

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SELLADORA INDUSTRIAL SEMI-AUTOMÁTICA PARA EL EMPLASTICADO DE KITS DE CELULARES PARA LA EMPRESA SERVITELEFON**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**OLMEDO CHICAIZA JHOANNA JACQUELINE.**

(joa\_joch@yahoo.com)

**SIMBAÑA QUISPHE RENÉ EDUARDO.**

(rene\_sq7@yahoo.com)

**DIRECTOR: ING. PATRICIO CARRASCO**

(pcarrasco@espe.edu.ec)

**QUITO, OCTUBRE DE 2008**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, OLMEDO CHICAIZA JHOANNA JACQUELINE Y SIMBAÑA QUISHPE RENE EDUARDO, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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 normativa institucional vigente

---

**Olmedo Jhoanna**

---

**Simbaña René**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por JHOANNA JACQUELINE OLMEDO CHICAIZA y RENÉ EDUARDO SIMBAÑA QUISHPE, bajo mi supervisión.

---

**ING. PATRICIO CARRASCO**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida y permitirme llegar hasta este momento importante de mi carrera,

A mis padres y a mis queridas hermanas por el apoyo moral que siempre me entregaron y a todas las personas que influyeron para la culminación del presente trabajo, en especial al Ing. Patricio Carrasco M. además un agradecimiento inmenso a la Empresa SERVITELEFON por brindarnos su apoyo y confianza para poder realizar este proyecto

A René por ser amigo, compañero y estar a mi lado en los momentos difíciles de mi vida.

**Jhoanna**

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES: Lucita y Victor**

Por estar a mi lado en los momentos más difíciles, enseñarme a vencer los obstáculos y guiarme con sabiduría.

Jhoanna

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre, MARÍA QUISHPE, por haberme guiado y brindarme todo el apoyo a lo largo de mi formación académica, a JHOANNA compañera y amiga, al ing. PATRICIO CARRASCO y demás personas que fueron parte de estos momentos.

**René Simbaña**

## **DEDICATORIA**

### **A mi madre:**

Por confiar en mi incondicionalmente y alentarme a mi superación propia, a ella quien es el eje mas importante en mi vida.

**René Simbaña**

## CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>I</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>II</b>
<b>1. INFORMACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 LA EMPRESA SERVITELEFON.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO.....	2
1.1.2 PROPUESTA .....	2
1.1.3 EXPERIENCIA .....	3
1.1.4 INFORMACIÓN .....	4
1.1.5 ESTUDIO DE PRODUCCIÓN.....	5
<b>1.2. MÁQUINAS SELLADORAS DE FUNDAS PLÁSTICAS .....</b>	<b>6</b>
1.2.1 MÁQUINAS SELLADORAS.....	6
<b>1.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES .....</b>	<b>8</b>
1.3.1 HISTORIA DE LOS PLC´S.....	8
1.3.2 CONCEPTO GRÁFICO DE PLC.....	10
1.3.3 ESTRUCTURA EXTERNA .....	11
1.3.3.1 Estructura compacta .....	11
1.3.3.2 Estructura modular .....	11
1.3.4 ESTRUCTURA INTERNA PLC .....	12
1.3.4.1 La CPU (Control Processing Unit).....	13
1.3.4.1.1 El microprocesador .....	13
1.3.4.2 Memoria.....	13
1.3.4.2.1 RAM (Random Access Memory),.....	13
1.3.4.2.2 ROM (Read Only Memory),.....	13
1.3.4.3 Interfaces de entrada y salida.....	14
1.3.4.4 Fuente de Alimentación.....	14



1.3.5	FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE PLC.....	15
1.3.6	CLASIFICACIÓN DE LOS PLC'S .....	16
1.3.6.1	Tipos de PLC por su disposición.....	16
1.3.6.1.1	<i>Relé inteligente</i> .....	16
1.3.6.1.2	<i>PLC tipo compacto</i> .....	16
1.3.6.1.3	<i>PLC tipo modular</i> .....	17
1.3.6.2	Gamas de PLC's en distintos fabricantes .....	18
1.3.7	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE LOS DIFERENTES PLC'S .....	19
1.3.7.1	Diagramas de escalera ("ladder diagram", LD).....	20
1.3.7.2	Diagrama de bloques funcionales ("function block diagram", FBD) .....	20
1.3.7.3	Lista de instrucciones ("instructions list", IL).....	21
1.3.7.4	Texto estructurado ("structured text", ST) .....	22
1.3.7.5	Carta funcional secuencial (SFC) .....	22
1.3.7.6	Cuadro de resumen de lenguajes de programación .....	23
1.3.8	USOS DEL PLC .....	24
1.3.9	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC'S .....	24
<b>1.4</b>	<b>CPU S7-200 .....</b>	<b>25</b>
1.4.1	CARACTERÍSTICAS.....	25
1.4.2	CONSTITUCIÓN DEL MICRO- PLC S7-200.....	26
1.4.3	MÓDULOS DE AMPLIACIÓN S7-200 .....	28
1.4.4	INSTALACIÓN DEL CABLEADO DE CAMPO .....	28
1.4.5	CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN (CABLE PC/PPI) .....	29
1.4.5.1	Conectar el PC a la CPU.....	29
1.4.5.2	Ajuste de Interfase .....	31
1.4.5.3	Transferencia del programa al micro PLC S7-200 CPU 222 .....	34
1.4.6	LENGUAJES Y EDITORES DE PROGRAMACIÓN S7-200.....	35
1.4.6.1	Editor AWL (Lista de instrucciones).....	35
1.4.6.2	Editor KOP (Esquema de contactos) .....	36
1.4.6.3	Editor FUP (Diagrama de funciones) .....	38
1.4.7	SOFTWARE STEP7 MICRO / WIN32 PARA S7-200 SIEMENS.....	39

1.4.7.1 Aspecto general .....	39
1.4.7.2 Introducir órdenes.....	40
<b>1.5 NEUMÁTICA .....</b>	<b>42</b>
1.5.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO .....	43
1.5.2 PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO .....	45
1.5.2.1 Impurezas.....	45
1.5.2.2 Unidad de Acondicionamiento o Mantenimiento (FRL).....	46
1.5.3 ELEMENTOS NEUMÁTICOS DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO .....	47
1.5.3.1 Cilindros Neumáticos .....	47
1.5.3.1.1 Cilindros de simple efecto .....	47
1.5.3.1.2 Cilindros de doble efecto.....	48
1.5.4 CONSTITUCIÓN DE LOS CILINDROS .....	49
1.5.5 VÁLVULAS.....	49
1.5.5.1 Válvulas de Control Direccional .....	51
1.5.5.1.1 Número de Posiciones .....	51
1.5.5.1.2 Dirección de Flujo.....	52
1.5.5.1.3 Número de Vías .....	53
1.5.5.1.4 Identificación de los Orificios de la Válvula.....	54
1.5.5.2 Electroválvulas (válvulas electromagnéticas) .....	55
1.5.6 FUNCIONAMIENTO DE UN CIRCUITO VÁLVULA – CILINDRO.....	56
1.5.6.1 Funcionamiento de un Circuito Válvula – Cilindro 5/2 .....	57
1.5.7 ELEMENTOS AUXILIARES .....	58
1.5.7.1 Válvula de Retención Con Resorte.....	58
1.5.7.2 Válvula de Retención sin Resorte.....	59
1.5.7.3 Válvulas de Control de Flujo.....	59
1.5.7.3.1 Válvula de control de flujo variable bidireccional.....	59
1.5.7.3.2 Válvula de control de flujo unidireccional.....	60
1.5.8 CONTROL DE VELOCIDAD DE UN CILINDRO .....	61
1.5.8.1 Control de Velocidad por el Aire de Entrada .....	61
1.5.8.2 Control de Velocidad por el Aire de Salida.....	63

1.5.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA NEUMÁTICA.....	64
1.5.9.1 Ventajas .....	64
1.5.9.2 Desventajas .....	64
<b>1.6 TRANSFORMADOR ELÉCTRICO .....</b>	<b>65</b>
1.6.1 DESCRIPCIÓN .....	65
1.6.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	66
1.6.2.1 Funcionamiento en Vacío.....	67
1.6.2.2 Funcionamiento en Carga.....	67
1.6.3 RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN.....	68
1.6.4 POTENCIA EN EL PRIMARIO Y EN EL SECUNDARIO .....	68
1.6.5 RENDIMIENTO .....	69
<b>1.7 RESISTENCIA ELÉCTRICA .....</b>	<b>70</b>
1.7.1 VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA .....	71
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>73</b>
<b>2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL Y FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>73</b>
<b>2.2 DISEÑO DE CADA ETAPA Y FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>75</b>
2.2.1 ETAPA ESTRUCTURAL.....	75
2.2.1.1 Estructura Principal .....	76
2.2.1.2 Brazo Metálico .....	76
2.2.1.3 Rodillos.....	76
2.2.1.4 Separador .....	77
2.2.1.5 Especificaciones Técnicas .....	77
2.2.2 ETAPA DE CONTROL .....	78
2.2.2.1 Control Eléctrico.....	78
2.2.2.1.1 Consideraciones para el diseño .....	80
2.2.2.2. Control Neumático .....	82
2.2.2.2.1 Consideraciones para el diseño .....	84
2.2.2.2.1.1 Longitud de carrera.....	84
2.2.2.2.1.2 Velocidad del émbolo .....	84

2.2.2.2.1.3 Cálculos del cilindro .....	84
2.2.2.2.1.4 Determinación de la electroválvula mediante el consumo de aire. ....	86
2.2.2.2.1.5 Especificaciones Técnicas .....	88
2.2.2.3 Programación Del Micro-PLC S7-200 .....	88
2.2.2.3.1 Diagrama de Flujo para el PLC.....	90
2.2.2.3.2 Descripción del diagrama .....	91
2.2.2.3.3 Lenguaje de Programación .....	92
2.2.3 ETAPA DE FUERZA .....	94
2.2.3.1 Cálculo de la resistencia de la niquelina a temperatura ambiente .....	95
2.2.3.2 Cálculo de la Potencia: .....	95
2.2.3.3. Cálculo de la corriente:.....	95
<b>2.3 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA .....</b>	<b>96</b>
2.3.1 Elementos adicionales .....	97
2.3.1.1 Conductos Secundarios.....	98
2.3.1.2 Conexiones para los Conductos Secundarios (Racores).....	99
<b>2.4 PRUEBAS Y CALIBRACIÓN.....</b>	<b>100</b>
<b>2.5 ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO .....</b>	<b>102</b>
2.5.1 ANÁLISIS TÉCNICO.....	102
2.5.1.1 Manual de Usuario.....	103
2.5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	103
2.5.2.1 Detalle de Elementos Utilizados.....	103
2.5.2.2 Tiempo de Recuperación .....	107
2.5.2.2.1 Cálculo mensual de producción .....	107
2.5.2.2.2 Cálculo tiempo de recuperación.....	107
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>IV</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>VI</b>

**ANEXO A: CABLE**

PC/PPI.....;Error! Marcador no definido.

**ANEXO B: DIMENSIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA.....**  
**;Error! Marcador no definido.**

**ANEXO C: CORREAS**

G.....;Error! Marcador no definido.

**ANEXO D: TUBO MECÁNICO**

RECTANGULAR.....;Error! Marcador no definido.

**ANEXO E: DATOS TÉCNICOS DE CPU**

s.....;Error! Marcador no definido.

**ANEXO F: FUERZA DE EMPUJE Y TRACCIÓN DEL**  
**CILINDRO.....;Error! Marcador no definido.**

**ANEXO G: CONSUMO DE AIRE EN LOS**

**CILINDROS.....;Error! Marcador no definido.**

**ANEXO H:**

**ELECTROVÁLVULAS.....;Error!**  
**Marcador no definido.**

**ANEXO I: DATOS TÉCNICOS CILINDRO**

**NEUMÁTICO.....;Error! Marcador no definido.**

**ANEXO J: TEMPORIZADOR DE RETARDO A LA**  
**CONEXIÓN.....;Error! Marcador no definido.**

**ANEXO K: DIAGRAMA**

**GENERAL.....;Error! Marcador no**  
**definido.**

**ANEXO L: RACORES**

**AUTOMÁTICOS.....;Error! Marcador no**  
**definido.**

**ANEXO M: MANUAL DEL**

**USUARIO.....;Error! Marcador no definido.**

## RESUMEN

En este proyecto se presenta el diseño y construcción de una máquina selladora de plástico semi- automática para la empresa SERVITELEFON.

Para esto, se ha utilizado elementos neumáticos, eléctricos y un Micro-PLC, que es la base central para el funcionamiento de la selladora.

La máquina está dispuesta en tres Etapas:

- Etapa de Diseño Estructural
- Etapa de Control: Eléctrica, Neumática, Programación del Micro-PLC
- Etapa de Fuerza

En la etapa de diseño estructural se realiza la apariencia física, considerando dimensiones, materiales, etc.

En la etapa de Control eléctrico existen elementos de entrada y salida que trabajan en una secuencia de conmutación, el sistema neumático está conformado por un cilindro neumático y una electroválvula, que se encargan de controlar y dirigir el flujo de aire. La programación del Micro-PLC S7-200 CPU 222 consiste en la secuencia lógica de funcionamiento, utilizando el software de programación Step 7 micro/win 32 SIEMENS.

Finalmente tenemos la Etapa de Fuerza cuyo objetivo es proporcionar el voltaje requerido por la niquelina, este voltaje variará de acuerdo al número de niquelina a utilizarse. Concluyendo con las pruebas efectuadas y un análisis económico del proyecto.

## PRESENTACIÓN

La presente tesis nace de la necesidad de la empresa SERVITELEFON de mejorar el proceso de emplastado de los kits celulares, aumentar la producción por hora de trabajo y evitar al operario el exceso de esfuerzo físico.

El desarrollo de la tecnología permite hoy en día facilitar la realización de tareas y mejorar la producción en la industria brindando más agilidad y confianza. Con un mecanismo sencillo en su funcionamiento y de fácil uso, realizado con equipos que se encuentran en el mercado ecuatoriano este proyecto toma forma para satisfacer una necesidad requerida.

Obtener la información parece tarea fácil, pues la información nos rodea, estamos sumergidos en la información, percatándonos solo de la más evidente. Los datos que componen la información se encuentran a nuestro alrededor todo el tiempo; solo hace falta poder tomar estos datos, convertirlos y procesarlos para que nos sean útiles.

El proyecto se desarrollo en 3 capítulos que se explican a continuación:

En el capítulo 1, se presenta la información teórica acerca de la Empresa SERVITELEFON, los servicios que presta en la preparación de teléfonos celulares o Kitting, bases fijas y bases móviles previos a la comercialización por parte de la operadora, y el fundamento teórico básico de los dispositivos usados en el diseño y construcción de la maquina selladora semi-automática..

En el capítulo 2, se presenta el diseño de la etapa estructural, control y fuerza teniendo en cuenta una selección adecuada de los dispositivos a utilizar, parámetros



técnicos y características de conectores y cables; también se explica el principio de funcionamiento de una manera completa y fácil de entender por cualquier lector, el diseño del programa para controlar la lógica de funcionamiento de la máquina, la comunicación entre PC-CPU, así como también, la calibración de velocidad y descarga de datos.

En el capítulo 3, se presenta el Análisis Técnico - Económico de los diferentes componentes utilizados en la realización de este proyecto

Finalmente en el capítulo 4, se incluyen conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de la realización de este proyecto.

En los Anexos consta la documentación de los elementos más importantes empleados en el desarrollo del proyecto.

# CAPÍTULO I

## 1. INFORMACIÓN TEÓRICA

### 1.1 LA EMPRESA SERVITELEFON<sup>1</sup>

**SERVITELEFON** empresa ecuatoriana, ubicada en Quito se dedica a la prestación de servicios de preparación de teléfonos celulares o kitting. Tiene el compromiso de brindar y poner a disposición a un grupo de profesionales con la experiencia, habilidad y calidad adquirida durante varios años en prestación de servicios.



Figura 1.1 (a) Área de preparación de kits (b) Laboratorio de pruebas.

**Preparación de teléfonos celulares o kitting**, creada en marzo del 2004 con el objetivo de cubrir la necesidad de su cliente (Brightstar) para la preparación de equipos de telefonía celular comercializada por la operadora TELECSA/ALEGRO PCS.

---

<sup>1</sup> SERVITELEFON. SA. “Servicio de Fullfillment” - Quito – Ecuador. Segunda Edición Año 2006 – 43p

Seguros de poder continuar una relación de mutuo beneficio, se convierte en su Aliado Estratégico de Preparación de teléfonos celulares o Kitting ofreciéndoles una solución completa.

La experiencia adquirida durante estos años, en servicio de **Fullfillment**, el conocimiento del negocio, marcas de equipos móviles que se comercializan en nuestro País como: MOTOROLA, NOKIA, KYOCERA, AUDIOVOX SAMSUNG, COMPAL, SONY ERICCCSON, LG, BEN-Q, ALCOMM etc., se enfoca en desarrollar la infraestructura necesaria que permita ofrecer cada vez más servicios en las áreas de, **Fullfillment** y servicio técnico. En la figura 1.1 se visualizan: (a) Área de preparación de kits y (b) Laboratorio de pruebas.

### **1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO**

La preparación de producto comprende una serie de procesos operativos manuales y tecnológicos que tiene como finalidad preparar los equipos de comunicación celular, bases fijas y bases móviles previos a la comercialización por parte de la operadora.

Su calidad, experiencia, eficiencia, tiempo de respuesta inmediata, les ha permitido ampliar su campo de acción y ofrecer la preparación de producto para la Internacional Brightstart, la misma que se ha beneficiado de sus conocimientos en el procesamiento de los equipos de comunicación móviles y fijos. Además de permitirles colocar el servicio de termo sellado en PORTA CELULAR-Guayaquil, MOVISTAR-Quito y ALEGRO PCS-Quito.

### **1.1.2 PROPUESTA**

Su propuesta de Fullfillment está orientada a satisfacer la demanda con un centro de atención de acuerdo con lo siguiente:

**Ubicación:** Sin embargo de que está acorde con las necesidades específicas de Preparación de Producto tiene su centro de atención en Quito un lugar seguro y acorde con las normas para el tipo de trabajo a desarrollar, con las seguridades adecuadas y control necesario para evitar cualquier imprevisto no deseado. Cabe mencionar que tiene un lugar estratégico de acuerdo con sus clientes.

**Recurso Humano.-** El recurso humano está formado por personal especializado en el área de la Electrónica y Telecomunicaciones con mas de un año de experiencia en Preparación de Producto y Reparaciones Técnicas en los distintos modelos de Teléfonos Móviles que se comercializan en el país.

**Capacitación.-** Su personal ha asistido a diferentes eventos de capacitación en el campo técnico, tanto dentro como fuera del país. Asisten con frecuencia a los cursos y seminarios de gestión de calidad y certificaciones ISO 9001-2000.

**Procesos operativos.-** Están organizados y orientados de manera que ofrecen el máximo beneficio de calidad, costo, atención y tiempo de respuesta para el cliente, esforzándose por mantener su imagen orientados hacia el mejoramiento continuo con las normas ISO 9001-2000.

### **1.1.3 EXPERIENCIA**

La apreciación desde el punto de vista del cliente y el deseo de darle una atención personal contribuyeron grandemente a satisfacer sus necesidades, motivo por el cual les complace poner a su disposición la acumulación de mas de dos años de experiencia en procesos Fullfillment para la operadora más grande del país” Movistar” y dos años prestando servicios de preparación de teléfonos celulares o kitting Alegro para Brightstar del Ecuador.

Mantienen experiencia en el manejo de diferentes equipos de comunicación móvil:

**Ericsson:** Todos sus modelos en tecnología TDMA y CDMA: T206.

**Nokia:** Modelos con tecnología TDMA distribuidos a nivel nacional y con tecnología CDMA 1x, los siguientes modelos: 2270, 2280, 8280, 3585, 3586, 3205, 6585, 6225, 6015.

**Motorola:** Modelos con tecnología TDMA distribuidos a nivel nacional y equipos CDMA como: T720, V8160i, T732, C210, V60p, V810, V710

**Audiovox:** Modelos con tecnología CDMA como: 8500 y 8600

**Kyocera:** Modelos con tecnología CDMA como: 1135, 2345, 7135, S14, Blade, Phantom, 3245, Slider, Koi

**Compal:** El único distribuido en el país con tecnología CDMA 1100c.

**Bases Celulares:** Con tecnología TDMA Telulares, SX4e, Telular SX4d, Motorola FX 1500-2500 y con tecnología CDMA: LG, Motorola FX 8500, Startel

**Samsung:** En los modelos con tecnología TDMA: Slim STH-N27015, Blue STH-N375 y con tecnología CDMA: Poli STH-N195.

#### **1.1.4 INFORMACIÓN**

Los conocimientos adquiridos sobre los equipos celulares que se preparan son extraídos de manuales, instructivos, conferencias auspiciadas por casas fabricantes de equipos de comunicación celular, información a través del Internet, etc., hecho constante que hace que la manipulación de todos los equipos sea la adecuada y todo el personal opere de acuerdo a lo requerido por cada equipo.

## **1.1.5 ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

### ***CAPACIDAD INSTALADA***

#### **Área de producción**

- Área Producción = 110m<sup>2</sup>
- Área de oficinas = 40 m<sup>2</sup>

#### **Capacidad para 30000 Aparatos / mes**

- Producción / hora = 200 Kits
- Producción / día = 1600 Kits
- 01 turno de 08 H00 hasta 17 H00
- Lunes a Viernes, con 1 hora de comida

#### **Personal Capacitado**

- 01 Manejo de información
- 01 Supervisor de personal
- 05 Programadores
- 04 Carga de Baterías
- 02 Control de Calidad
- 03 Insertar insumos, Pegar etiquetas de Proceso
- 07 Selladores
- 04 Quemadores

Total = 27 Personas

#### **Equipo Instalado**

- 07 Computadoras
- 12 Mesas para sellado y quemado
- 11 Mesas para líneas de producción
- 02 Impresora láser

- 06 Scanner
- 06 Pistolas de calor
- 06 Racks de carga ( 200 equipos/ Rack )
- 07 Selladoras
- 01 Túnel de calor
- 01 Máquina Tampográfica
- 01 Compresor industrial de aire
- 01 Revelador
- 02 Montacargas
- Pales
- Racks

Están dispuestos y en la capacidad de instalar el equipo necesario de requerirlo las contingencias tales como: cargas de software, equipos refurbish, volúmenes imprevistos, etc. Contando para ello con personal calificado y experimentado.

## **1.2. MÁQUINAS SELLADORAS DE FUNDAS PLÁSTICAS <sup>2</sup>**

### **1.2.1 MÁQUINAS SELLADORAS**

Las máquinas selladoras son utilizadas para el empaque o embalaje de todo tipo de productos líquidos, semisólidos, sólidos en bolsas plásticas de diferentes materiales tales como polietileno, polipropileno, plásticos con películas de aluminio y similares, son fabricadas en su mayoría en acero inoxidable, operan por impulso eléctrico y tienen control de temperatura para diferentes espesores del material.

La figura 1.2 muestra una máquina selladora industrial con panel de control de temperatura utilizada para el corte de plástico.

---

<sup>2</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/selladoras>



*Figura 1.3 Selladora mecánica con panel de control*

Dentro de las máquinas selladoras podemos distinguir las mecánicas, semiautomáticas y las automáticas. En la figura 1.2 (a) se representa una máquina completamente automática y (b) una semiautomática utilizada para alimentos.



(a)



(b)

*Figura 1.2 Selladoras Industriales(a) Selladora Automática, (b) Selladora Semiautomática*



### 1.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES <sup>3</sup>

De una manera general podemos definir al controlador lógico programable como toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo pueden ser realizados por personal con conocimientos eléctricos o electrónicos.

Los PLC's surgen como equipos electrónicos sustituyendo los sistemas de control basados en relés, que se hacían más complejos lo que provocaba ciertas dificultades en cuanto a la instalación de los mismos. Los altos costos de operación, mantenimiento y la poca flexibilidad y confiabilidad de los equipos así como también el costo excesivo, impulsaron el desarrollo de los nuevos autómatas.

De a poco se fue mejorando la idea inicial de los PLC's convirtiéndose en lo que ahora son, Sistemas Electrónicos Versátiles y Flexibles. Los PLC's ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relés, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos.

#### 1.3.1 HISTORIA DE LOS PLC'S

Los Primeros sistemas de control fueron en la Revolución industrial a finales del siglo XIX y principios del XX basados en componentes mecánicos y electromagnéticos, básicamente engranajes, palancas, pequeños motores, relés, temporizadores.

El Uso de contadores, relés, temporizadores para automatizar tareas fue aumentando a lo largo del tiempo, de esto se derivaron problemas como:

---

<sup>3</sup> **BADÍA, MAYOL A.** "Autómatas programables", Madrid-España. Ed. Serie Productiva, Alfa Omega. Segunda Edición, Año 1993 -195p

probabilidad de avería muy alta, localización de avería muy difícil y complicada, baja flexibilidad y costo económico muy alto, etc.

A partir de los años 50 semiconductores y los primeros circuitos integrados. Sustituirían las funciones realizadas por los relés, se obtuvo espacio reducido, menor desgaste, el único problema de este sistema fue su falta de flexibilidad

A finales de los años 60, la industria estaba demandando cada vez más un sistema económico, robusto, flexible y fácilmente modificable. En 1968 nacieron los primeros autómatas programables (API's o PLC's) por General Motors y Ford, paralelamente Bedford Associates Inc R.E. Moreley propusieron algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital Controller). Los primeros PLC's fueron de memoria cableada y una unidad central constituida por circuitos integrados.

A principios de los 70, los PLC's incorporan el MICROPROCESADOR, este da más prestaciones, elementos de comunicación hombre- máquina más modernos, manipulación de datos, cálculos matemáticos, funciones de comunicación, etc. En la segunda mitad de los 70 se incrementó la capacidad de memoria, posibilidad de entradas/salidas remotas, analógicas y numéricas, funciones de control de posicionamiento, aparición de lenguajes con mayor número de instrucciones más potentes y, desarrollo de las comunicaciones con periféricos y ordenadores.

En la década de los 80 la mejora de las prestaciones se refiere a velocidad de respuesta, reducción de las dimensiones, mayor concentración de número de entradas/salidas en los módulos respectivos, desarrollo de módulos de control continuo, más capacidad de diagnóstico en el funcionamiento e incremento en los tipos de lenguajes de programación desde los lenguajes de contactos, lenguajes de funciones lógicas, lista de instrucciones basados en nemotécnicos, flujogramas, lenguajes informáticos, Grafset, etc. Se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales.

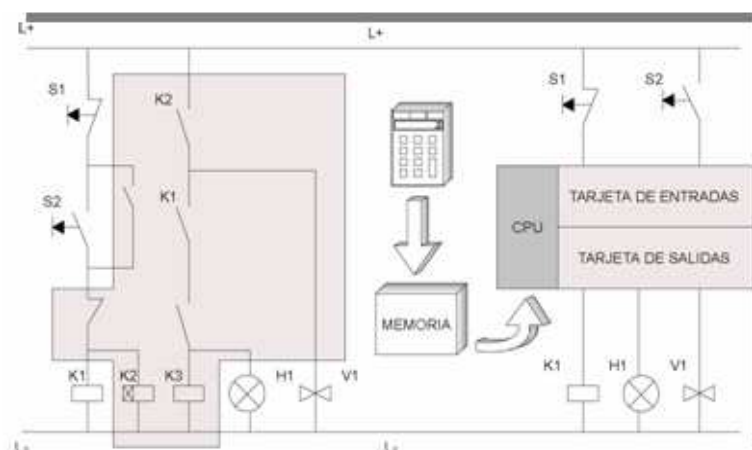
Debido al desarrollo de la electrónica. Hoy en día hay distintas variedades de autómatas que van desde: Microautómatas y Nanoautómatas que se utilizan en apertura y cierre de puertas, etc. La principal virtud de un PLC es su robustez y facilidad de interconexión con el proceso.

La tendencia Actual es dotarlo de funciones específicas de control y de canales de comunicación para que puedan conectarse entre sí y con ordenadores en red.

### 1.3.2 CONCEPTO GRÁFICO DE PLC

Es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas. Para controlar a través de módulos de entrada se conectarán pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, detectores, salidas digitales y analógicas, bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas y varios tipos de máquinas o procesos.

En la figura 1.4 se observa un esquema de elementos que conforman un PLC



**Automatismo eléctrico Vs. Autómata programable**

*Figura 1.4 Esquema de Elementos de un PLC*

Se entiende por controlador lógico programable (PLC) a toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales, sin embargo, esta definición está quedando obsoleta, ya que han aparecido los micro-plc's, destinados a pequeñas necesidades y al alcance de cualquier persona.

### **1.3.3 ESTRUCTURA EXTERNA**

La estructura externa no es más que el aspecto físico exterior del mismo, se ha dividido en dos estructuras básicas que son estructura compacta y modular

#### **1.3.3.1 Estructura compacta**

En la estructura compacta se encuentran todos sus elementos como son fuente de alimentación, CPU, memorias, entrada/salida, etc. Su carcasa permite su empleo en ambientes industriales especialmente hostiles, es excelente en aplicaciones en las que el número de entradas/salidas es pequeño.

#### **1.3.3.2 Estructura modular**

En esta estructura la CPU, la fuente de alimentación, las entradas, las salidas, etc, son cada una un módulo que se elige en función de la aplicación requerida. Permite adaptarse a las necesidades del diseño, y a las posteriores actualizaciones. El funcionamiento parcial del sistema frente a averías localizadas, y una rápida reparación con la simple sustitución de los módulos averiados. Se muestra en la figura 1.5 La estructura externa de un PLC (a) Estructura compacta y (b) Estructura modular

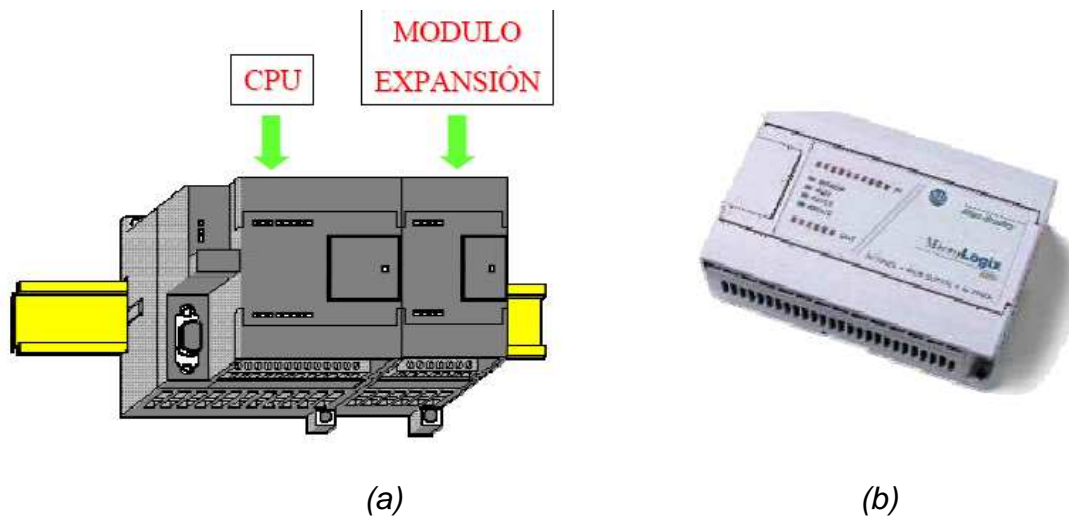


Figura 1.5 Estructura Externa de un PLC (a) Estructura Compacta (b) Estructura Modular

### 1.3.4 ESTRUCTURA INTERNA PLC

La estructura interna de los diferentes tipos de PLC's es similar, solo varia en su número de entradas /salidas y en su capacidad de memoria, está dispuesta por bloques como se indica en la figura1.6 Diagrama de bloques de la estructura interna de un PLC.

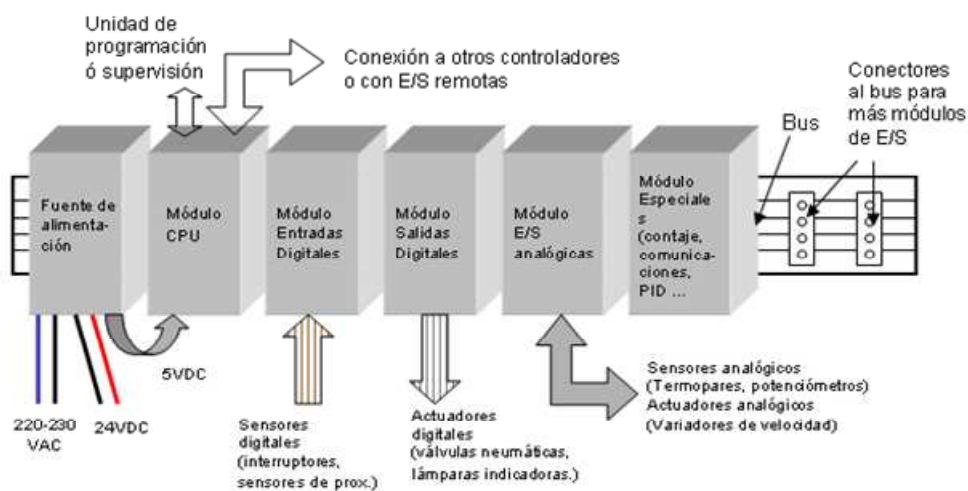


Figura 1.6 Diagrama de bloques de estructura Interna de un PLC.

### **1.3.4.1 La CPU (Control Processing Unit)**

Es la encargada de ejecutar el programa de usuario y activar el sistema de entradas y salidas, tiene la misión en algunos tipos de autómatas de controlar la comunicación con otros periféricos externos, como son la unidad de programación, LCD's, ordenadores, etc. La CPU esta formada por el microprocesador (mP), la memoria y circuitos lógicos complementarios

#### *1.3.4.1.1 El microprocesador*

Se sustituye por dispositivos lógicos programables (DLP), o redes de puertas lógicas (gate array), también llamados circuitos integrados de aplicación específica ASIC.

### **1.3.4.2 Memoria**

Es cualquier tipo de dispositivo que permita almacenar información en forma de bits (unos y ceros), los cuales pueden ser leídos posición a posición (bit a bit), o por bloques de 8 (byte) o dieciséis posiciones (word)

#### *1.3.4.2.1 RAM (Random Access Memory),*

Memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura- escritura. Pueden realizar los procesos de lectura y escritura por procedimientos eléctricos. Su información desaparece al faltarle la alimentación.

#### *1.3.4.2.2 ROM (Read Only Memory),*

Memoria de sólo lectura. En estas memorias se puede leer su contenido, pero no se puede escribir en ellas; los datos e instrucciones los graba el fabricante y el usuario no puede alterar su contenido. Aunque haya un fallo en la alimentación

### 1.3.4.3 Interfaces de entrada y salida

Su papel es establecer un puente de comunicación entre el autómata y el proceso. Las interfaces de **entrada** filtran, adaptan y codifican de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los elementos de entrada y las interfaces de **salida** son las encargadas de decodificar, y amplificar las señales generadas durante la ejecución del programa antes de enviarlas a los elementos de salida.

### 1.3.4.4 Fuente de Alimentación

Tiene como misión proporcionar las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema debido a: están en ambientes con un alto contenido en ruido electromagnético, y los autómatas formados por bloques que requieren niveles de tensión y de potencia diferentes, por estos motivos normalmente la alimentación se obtiene de diferentes fuentes separadas, procurando aislar o independizar las siguientes partes del circuito:

- Unidad central e interfaces E/S (alimentación autómata).
- Alimentación de entradas.
- Alimentación de salidas (cargas) de tipo electromagnético.

La alimentación de la CPU puede ser continua a 24 VCC o alterna a 110/220 VCA la propia CPU es la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno. La alimentación de los circuitos de E/S puede realizarse, según tipos, en alterna a 48/110/220 VCA, o en continua a 12/24/48 VCC.

La única fuente incorporada en el autómata alimenta a la CPU con sus interfaces de entrada y salida y a los sensores y actuadores. A la unidad de expansión le llega la tensión a través del bus interno.

### 1.3.5 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE PLC

Los PLC`s consisten en módulos o puntos de entrada, una unidad Central Proceso (CPU), y módulos o puntos de salida. Una entrada acepta variedad de señales digitales o analógicas desde varios dispositivos del campo (sensores) y los convierte a una señal lógica que puede usarse por la CPU. La CPU es un sistema del microprocesador contiene la memoria del sistema, supervisa las entradas y toma las decisiones basado en instrucciones contenidas en la memoria del programa.

Un dispositivo de programación se usa para ingresar las instrucciones deseadas. Estas instrucciones determinan lo que el PLC hará para una entrada específica. Un dispositivo de interfaz de operador permite que el proceso de la información sea desplegado y los nuevos parámetros del mando sean ingresados. En la figura 1.7 se observa el Esquema de funcionamiento del PLC.

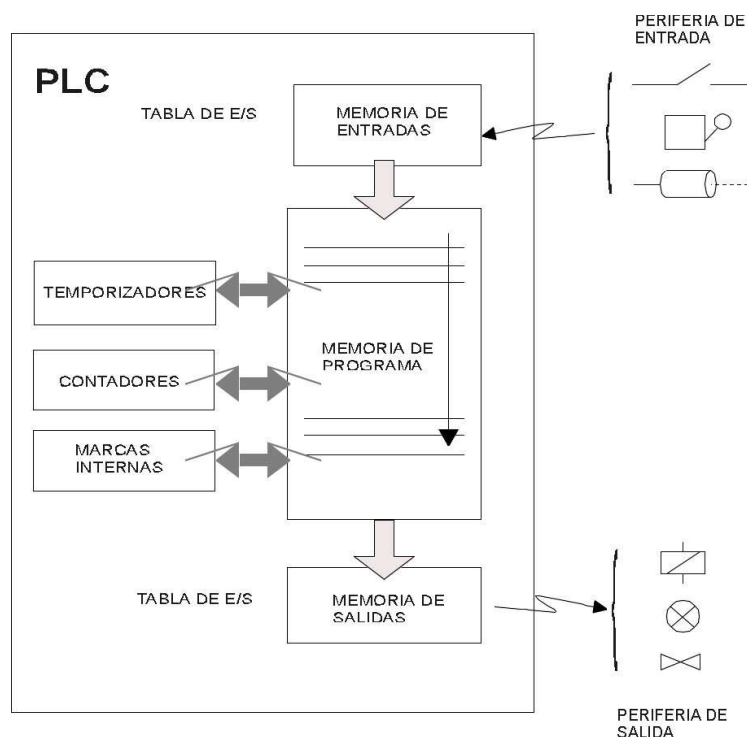


Figura 1.7 Esquema de funcionamiento del PLC.



### 1.3.6 CLASIFICACIÓN DE LOS PLC'S

Debido a la gran variedad de tipos de PLC's, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

Los tipos de PLC's por su tamaño son: *Micro* - menos de 32 I/O, *Small* - menos de 128 I/O, *Médium* - menos de 1024 I/O y *Large* - mas de 1024 I/O

Por su disposición se tiene: Relé Inteligente, Compacto y Modular

#### 1.3.6 .1 Tipos de PLC por su disposición.

##### 1.3.6.1.1 Relé inteligente

Este tipo de PLC es de tamaño pequeño dispone de 20 E/S digitales, permite trabajar solo con funciones lógicas no permite módulos de ampliación y tiene terminal incorporado. En la figura 1.8 se observa el gráfico de un Relé Inteligente



Figura 1.8 Relé Inteligente

##### 1.3.6.1.2 PLC tipo compacto

Estos PLC tienen incorporado la fuente de alimentación, su CPU, y módulos de I/O en un solo módulo principal y permite manejar desde unas pocas I/O hasta varios

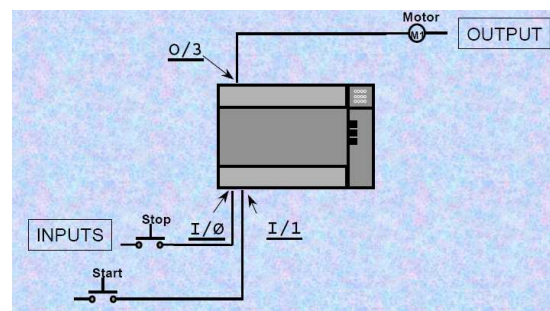
cientos (alrededor de 500), su tamaño es superior a los NANO PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales tales como:

- Entradas y salidas análogas
- Módulos Contadores rápidos
- Interfaces de operador
- Expansiones de I/O
- Diferentes lenguajes

En la figura 1.9 se indica (a) gráfico de un PLC Compacto y (b) la ubicación exacta de las entradas y salidas que toman los PLC's.



(a)



(b)

Figura 1.9 (a) PLC Compacto (b) Ubicación de Entradas y Salidas

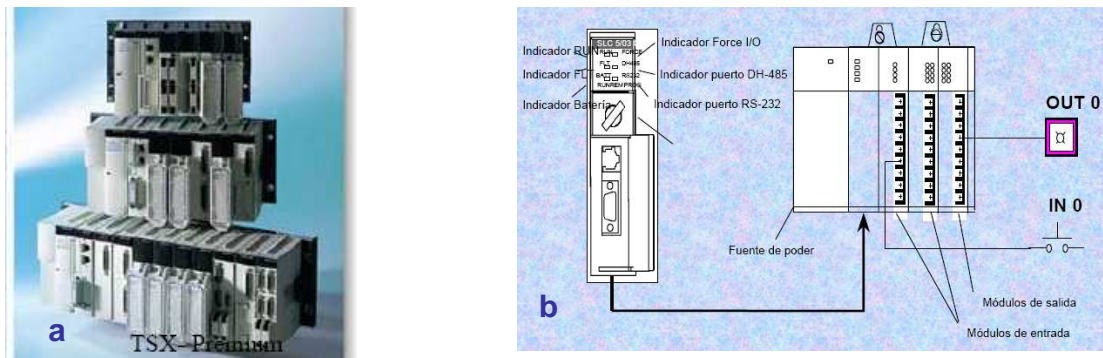
#### 1.3.6.1.3 PLC tipo modular

Estos PLC's se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

- Cantidad de E/S variable
- Posibilidades de ampliación
- Tratamiento avanzado

De estos tipos existen los denominados MICRO PLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes presentaciones que permiten manejar miles de I/O



*Figura 1.10 (a) PLC Modular (b) Ubicación de I/O's*

En el gráfico anterior figura 1.10 se tiene el PLC tipo modular (a) y su ubicación de I/O.

### **1.3.6.2 Gamas de PLC's en distintos fabricantes**

En el mercado existen gran cantidad de fabricantes y modelos, a continuación en la figura 1.11 se muestra un resumen de gamas de distintos PLC's como siemens TSX, entre otros.

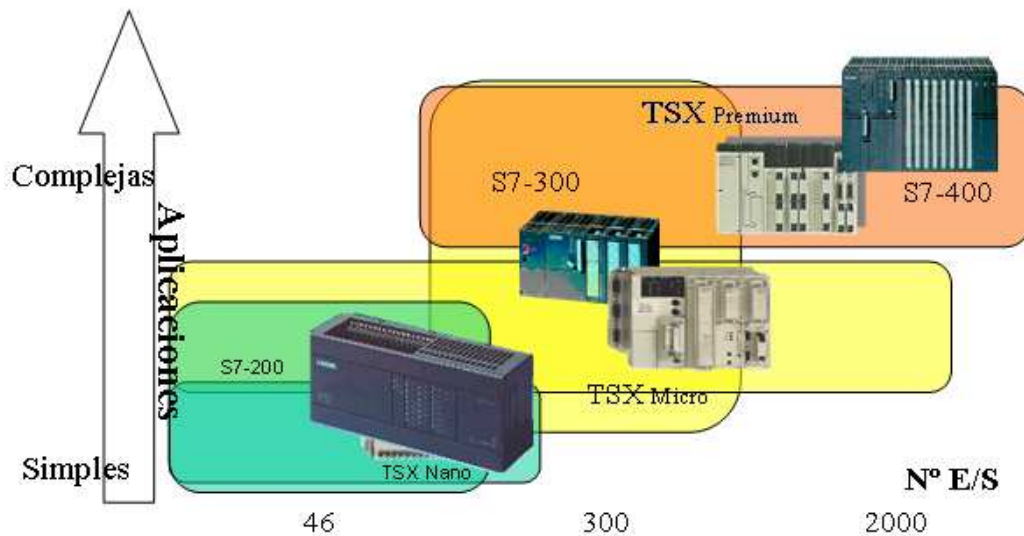


Figura 1.11 Gama de autómatas TSX (Schneider) y Siemens

### 1.3.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE LOS DIFERENTES PLC'S

La selección del lenguaje de programación depende de la experiencia del programador, de la aplicación concreta, del nivel de definición de aplicación, de la estructura del sistema de control, y del grado de comunicación con otros departamentos de la empresa.

#### Elementos de Programación (IEC 61131-3)

4 Lenguajes de programación + Grafcet (SFC)

##### Lenguajes Gráficos

- Diagramas de Escaleras ("Ladder diagram", LD)
- Diagrama de bloques funcionales ("Function Block Diagram", FBD)

##### Lenguajes Literales

- Lista de instrucciones ("Instructions List", IL)
- Texto estructurado ("Structured Text", ST)

### 1.3.7.1 Diagramas de escalera (“ladder diagram”, LD)

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Consiste en realizar un diagrama idéntico al eléctrico y transportarlo gráficamente al LADDER. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para realizar la programación gráficamente de esta forma. En la figura 1.12 se muestra un diagrama de programación en LADDER (LD).

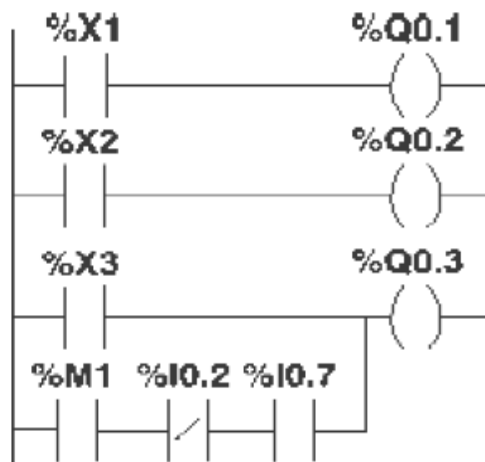


Figura 1.12 Diagrama LD

### 1.3.7.2 Diagrama de bloques funcionales (“function block diagram”, FBD)

El plano de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente. La figura 1.13 presenta un diagrama FBD donde se observan las compuertas lógicas.

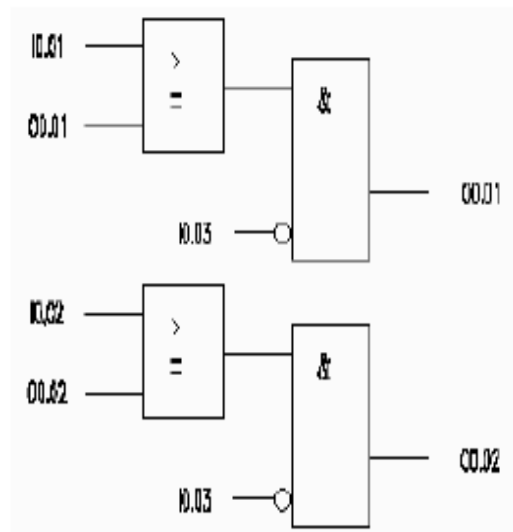


Figura 1.13 Diagrama FBD

### 1.3.7.3 Lista de instrucciones (“instructions list”, IL)

En los autómatas de gama baja es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o mnemónicos en un circuito eléctrico a contactos. También es decir, que este tipo de lenguaje es en algunos casos, la forma más rápida de programación. La figura 1.14 Diagrama IL, muestra la programación realizada con instrucciones.

```

000 LD   %I0.1  Bp. inicio ciclo
      AND  %I0.0  Dp. presencia vehículo
      AND  %M3    Bit autorización reloj calendario
      AND  %I0.5  Fc. alto rodillo
      AND  %I0.4  Fc. detrás pórtico
005 S    %M0    Memo inicio ciclo
      LD   %M2
      AND  %I0.5
      OR   %I0.2  Bp. parada ciclo
      R    %M0
010 LD   %M0
      ST  %Q0.0  Piloto ciclo

```

Figura 1.14 Diagrama IL

### 1.3.7.4 Texto estructurado (“structured text”, ST)

Lenguaje de alto nivel similar a Pascal, sus funciones de control son avanzadas y cálculos complejos, se muestra este tipo de programación en la figura 1.15 Diagrama ST. Está constituido por una lista de instrucciones de los tipos:

- Asignación de variables
- Organización de programa (CALL)
- Secuencia lógica (IF, CASE)
- Iteración (DO WHILE)
- Control (END)

```

-----
VAR
  TIMER : TON;
END_VAR

TIMER(IN := NOT pulse,
      PT := t#1s); (* Blink timer *)
pulse := TIMER.Q;

(* Count every pulse *)
IF pulse = 1 THEN
  count := count + 1;
END_IF;
(* Animate lights according to counter *)
CASE count OF
  1: out1 := TRUE;
  2: out2 := TRUE;
  3: out3 := TRUE;
  4: out4 := TRUE;
  5: out5 := TRUE;
  6: out6 := TRUE;
  7: out7 := TRUE;
  8: out8 := TRUE;
ELSE (* All lights are on, switch them off*)
  (*again and start from the beginning *)

```

*Figura 1.15 Diagrama ST*

### 1.3.7.5 Carta funcional secuencial (SFC)

Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. La figura 1.16 presenta un Diagrama SFC.

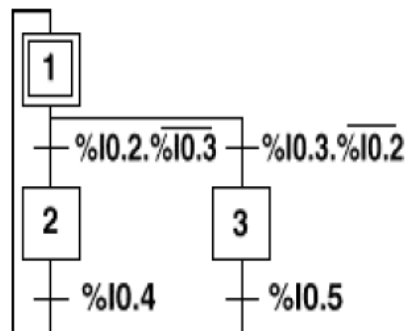


Figura 1.16 Diagrama SFC

### 1.3.7.6 Cuadro de resumen de lenguajes de programación

En resumen, se utiliza varios lenguajes de programación de acuerdo al tipo de PLC y a la facilidad de programación, En la figura 1.17 se muestran los diferentes lenguajes de Programación.

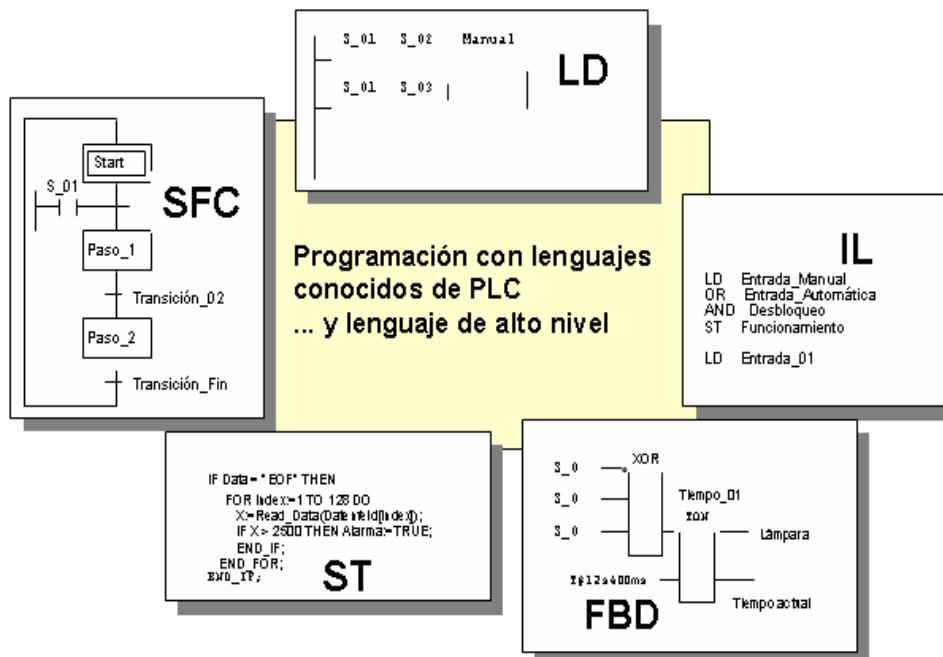


Figura 1.17 Diagramas de Programación



### 1.3.8 USOS DEL PLC

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

- *Espacio reducido*
- *Procesos de producción periódicamente cambiantes*
- *Procesos secuenciales*
- *Maquinaria de procesos variables*
- *Instalación de procesos complejos y amplios*
- *Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso*
- Se pueden encontrar PLC's fácilmente en:
  - Maquinaria industrial del mueble y la madera
  - Maquinaria en la industria del plástico
  - Instalaciones de plantas embotelladoras
  - Instalaciones en la industria automotriz

### 1.3.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC'S

Entre las ventajas del uso de los PLC's tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo agregado en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

- Si el autómatas queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.
- En cuanto a las desventajas, sólo podemos mencionar la necesidad de adiestramiento de personal y su “posible” costo elevado.

## **1.4 CPU S7-200 <sup>4</sup>**

La CPU S7-200 incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente Micro-PLC. Tras haber cargado el programa en el S7-200, éste contendrá la lógica necesaria para observar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLC's) que se pueden utilizar para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los sistemas de automatización S7-200 son idóneos para numerosas aplicaciones pequeñas de control. La gran variedad de tamaños y fuentes de alimentación de las CPU's, así como las múltiples opciones de programación proporcionan la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

### **1.4.1 CARACTERÍSTICAS**

- La CPU ejecuta el programa y almacena los datos para la tarea de automatización del proceso.

---

<sup>4</sup> **SIMATIC S7-200** Sistema de automatización / Manual de sistema Siemens AG Marzo Segunda Edición. Año 2000 – 606p

- El sistema se controla mediante entradas y salidas digitales (E/S). Las entradas vigilan las señales de los dispositivos de campo (p.ej. sensores e interruptores), mientras que las salidas supervisan las bombas, motores u otros aparatos del proceso.
- La fuente de alimentación suministra corriente a la CPU y a los módulos de ampliación conectados.
- El (los) puerto(s) de comunicación permite(n) conectar la CPU a una unidad de programación o a otros dispositivos que intervengan en el proceso.
- Los diodos luminosos indican el modo de operación de la CPU (RUN o STOP), el estado de las entradas y salidas físicas, así como los posibles fallos del sistema que se hayan detectado.
- Utilizando módulos de ampliación se pueden agregar entradas y salidas (E/S) adicionales a la CPU. (La CPU 221 no se puede ampliar).
- El rendimiento de la comunicación se puede incrementar utilizando módulos de ampliación.
- Algunas CPU's tienen un reloj de tiempo real incorporado, en tanto que otras pueden disponer de un cartucho (opcional) de reloj de tiempo real.

#### **1.4.2 CONSTITUCIÓN DEL MICRO- PLC S7-200**

En la figura 1.18 podemos observar la apariencia externa que presenta un autómata de la familia S7-200. En este caso se trata de una CPU-222, la cual presenta algunas diferencias respecto a otras CPU, pese a ello, la distribución de componentes es exactamente la misma, variando la cantidad de E/S, potenciómetros analógicos, etc.

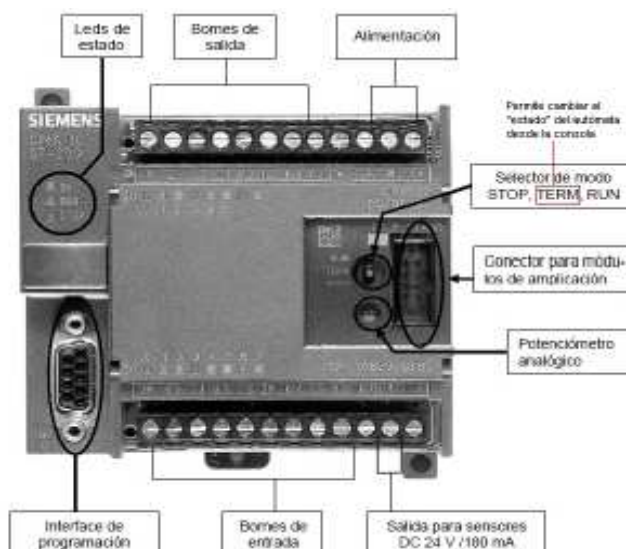


Figura 1.18 Apariencia Externa PLC S7-200

Siemens ofrece diferentes modelos de CPU's S7-200 que incorporan una gran variedad de funciones y prestaciones para crear soluciones efectivas de automatización destinadas a numerosas aplicaciones.

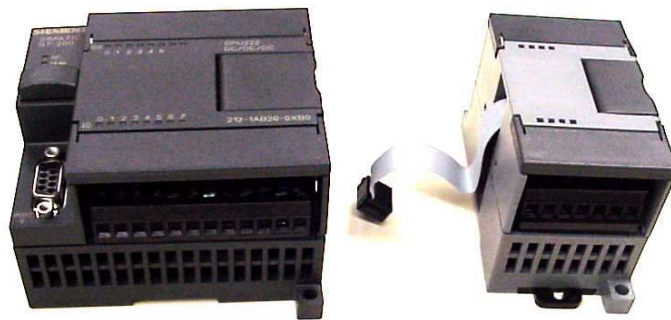
En la tabla 1-1 se comparan de forma resumida algunas de las funciones de la CPU.

Tabla 1-1 Comparación de las CPUs S7-200

Función	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226	CPU 226XM
Dimensiones físicas (mm)	90 x 80 x 62	90 x 80 x 62	120,5 x 80 x 62	190 x 80 x 62	190 x 80 x 62
Memoria del programa	2048 palabras	2048 palabras	4096 palabras	4096 palabras	8192 palabras
Memoria de datos	1024 palabras	1024 palabras	2560 palabras	2560 palabras	5120 palabras
Memoria de backup	50 horas (típ.)	50 horas (típ.)	190 horas (típ.)	190 horas (típ.)	190 horas (típ.)
E/S integradas	6 E / 4 S	8 E / 4 S	14 E / 10 S	24 E / 16 S	24 E / 16 S
Módulos de ampliación	0	2	7	7	7
Contadores rápidos					
Fase simple	4 a 30 kHz	4 a 30 kHz	6 a 30 kHz	6 a 30 kHz	6 a 30 kHz
2 fases	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	4 a 20 kHz	4 a 20 kHz	4 a 20 kHz
Salidas de impulsos (DC)	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz
Potenciómetros analógicos	1	1	2	2	2
Reloj de tiempo real	Cartucho	Cartucho	Incorporado	Incorporado	Incorporado
Puertos de comunicación	1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
Aritmética en coma flotante	Sí				
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S)				
Velocidad de ejecución booleana	0,37 microsegundos/operación				

### 1.4.3 MÓDULOS DE AMPLIACIÓN S7-200

La gama S7-200 incluye una gran variedad de módulos de ampliación para poder satisfacer aún mejor los requisitos de la aplicación, en la figura 1.19 se encuentra un módulo de ampliación del S7-200. Estos módulos se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU S7-200 si el trabajo a realizar así lo requiere.



*Figura 1.19 Módulos de ampliación S7-200.*

### 1.4.4 INSTALACIÓN DEL CABLEADO DE CAMPO

Los puntos siguientes constituyen reglas de carácter general para la instalación y el cableado de los Micro-PLC' s S7-200:

- Al cablear un Micro-PLC S7-200 es necesario respetar todos los reglamentos, códigos normas eléctricas vinculantes.
- Utilizar siempre cables con una sección adecuada para la intensidad. Los S7-200s aceptan cables con sección de 1,50 mm<sup>2</sup> a 0,50 mm<sup>2</sup> (14 AWG a 22 AWG).
- No apretar excesivamente los bornes de tornillo, pues podrían pasarse de rosca. El par máximo de apriete es de 0.56 N-m.

- Utilizar siempre un cable lo más corto posible (apantallado o blindado, como máximo 500 metros, sin pantalla o blindaje, 300 metros). El cableado deberá efectuarse por pares; con el cable de neutro o común combinado con un cable de fase o uno de señal.
- Separar el cableado de corriente alterna y el cableado de corriente continua de alta tensión y rápida conmutación de los cables de señal de baja tensión.
- Identificar y disponer adecuadamente el cableado hacia los S7-200s. De ser necesario, prevea un alivio de tracción.
- Ninguna alimentación externa deberá aplicarse a una carga de salida en paralelo con una salida de corriente continua (DC). En caso contrario puede circular corriente inversa a través de la salida a menos que se instale un diodo u otra barrera.

#### **1.4.5 CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN (CABLE PC/PPI)**

Para configurar la comunicación entre la CPU S7-222 y el PC se utiliza el cable PC/PPI. (Ver anexo A) La configuración se realizará con un solo maestro y sin ningún otro equipo de hardware instalado (como p. ej. un módem o una unidad de programación).

##### **1.4.5.1 Conectar el PC a la CPU**

Para establecer una conexión correcta entre los dos componentes, se debe realizar lo siguiente:

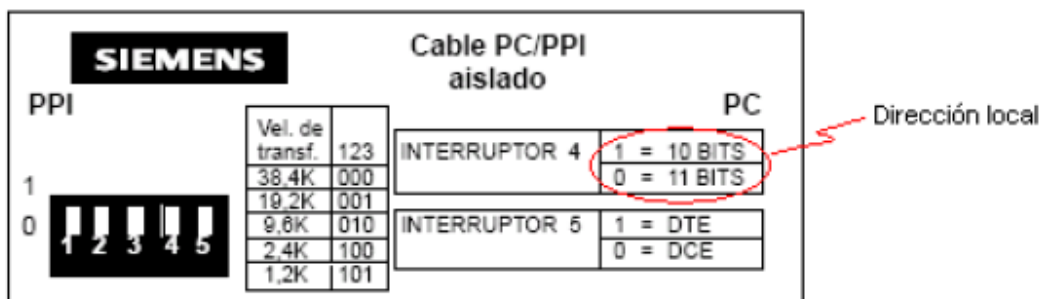
1. Ajustar los interruptores DIP del cable PC/PPI a la velocidad de transferencia asistida por su PC. Seleccione también las posiciones “**11 bits**” y “**DCE**”. En la

figura 1.20(a) se muestra la forma de configuración de la velocidad de transmisión de datos mediante los interruptores.

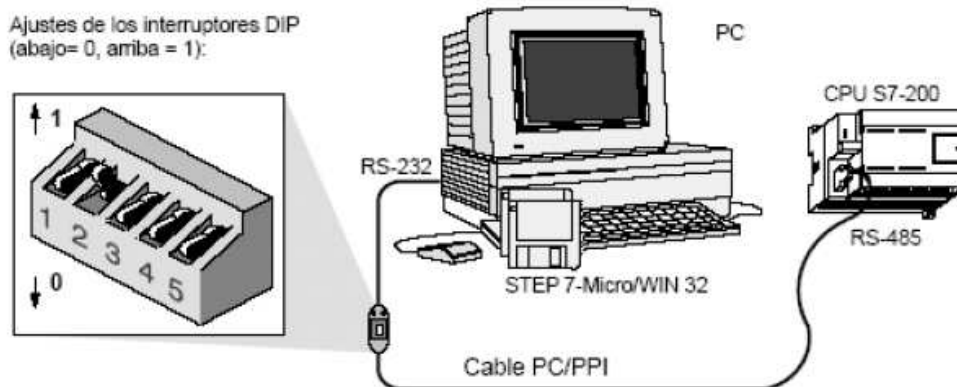
2. Conecte el extremo RS-232 ("PC") del cable PC/PPI al puerto de comunicaciones de su PC (COM1 ó COM2).

3. Conecte el extremo RS-485 ("PPI") del cable PC/PPI al puerto de comunicaciones de la CPU.

Para los ítems 2 y 3 se observa la descripción física de la conexión en la figura 1.20 (b).



(a)



(b)

Figura 1.20 (a) Descripción física de conexión (b) Configuración Cable PC/PPI.

### 1.4.5.2 Ajuste de Interfase

Para ajustar la interfaz se hace clic sobre el icono de comunicación en la barra de navegación o en su lugar seleccionar la opción “**Tipo**” dentro del menú “**CPU**”. El cuadro de diálogo de la figura 1.21 nos indica los pasos como seleccionar el tipo de CPU a utilizar. La CPU que debería aparecer es CPU 222

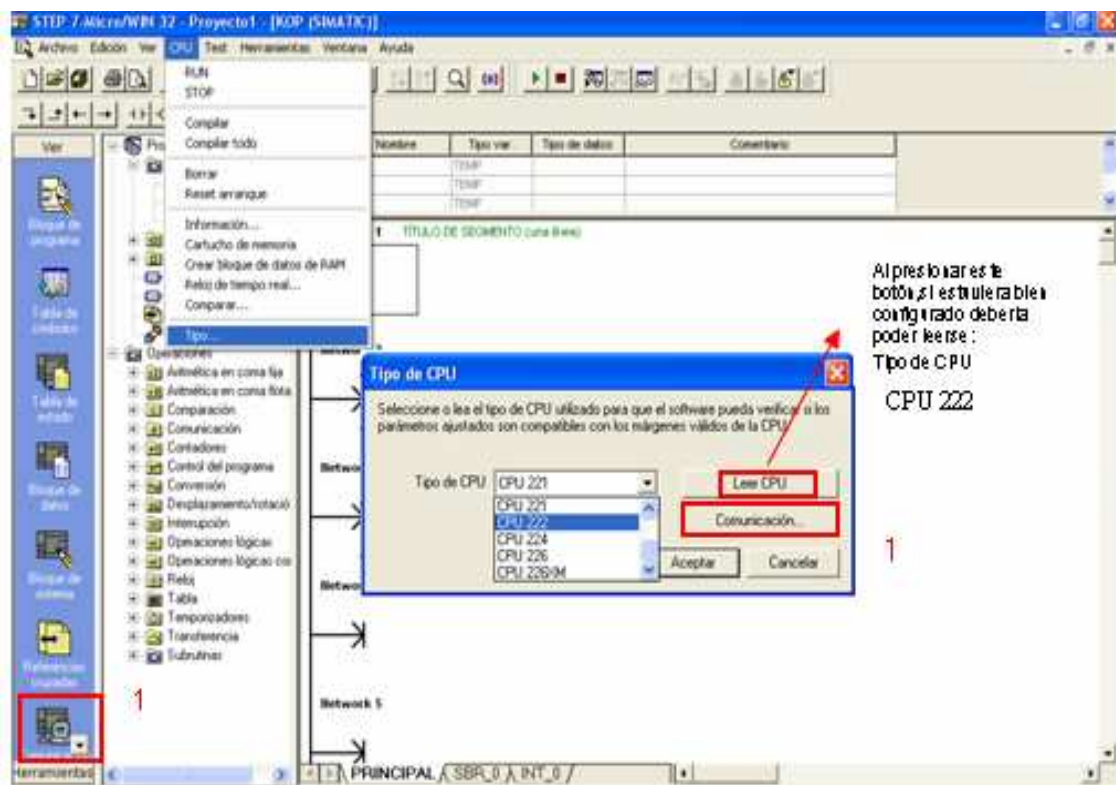


Figura 1.21 Ventana Selección CPU.

En caso contrario, comprobar los valores de configuración ajustados para la comunicación dentro de la ventana “**Configurar la comunicación**”.en la figura 1.22 se observa el cuadro de diálogo de enlaces de comunicación.



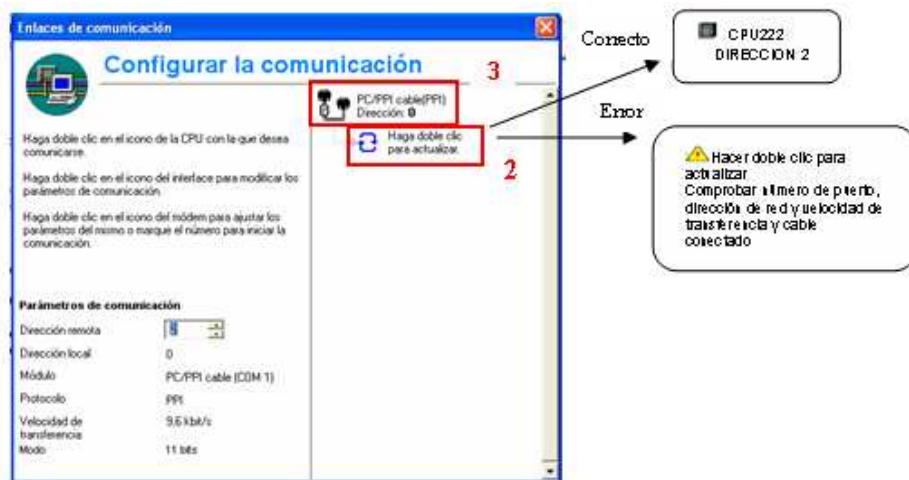


Figura 1.22 Cuadro de diálogo “Enlaces de comunicación”

2. Hacer doble clic en el campo destinado a **actualizar** la comunicación. Con ello, la CPU conectada debería reconocerse y registrarse automáticamente.

3. Si la CPU no es reconocida o aparece una información relativa a que no es posible establecer la comunicación, deberemos hacer doble clic en el campo **Cable PPI**.

4. En la opción Puerto PG/PC, seleccione Cable PC/PPI y presione el botón “**Propiedades**”, como muestra la figura 1.23 selección de cable



Figura 1.23 Selección Cable PC/PPI

5. En la carpeta **PPI**, proceda como indica figura 1.24 ventana de ajuste de cable y comprobar los siguientes parámetros:

- Dirección de CPU → 0.
- Time out → 1 s.
- Velocidad de transferencia → 9'6 kbits/s.
- Dirección de estación más alta → 31.





Figura 1.24 Ventana Ajuste Cable.

6. En la carpeta **Conexión Local**, seleccionaremos el puerto (interfase) en el que hayamos conectado el cable PC/PPI. Confirmaremos los cambios realizados en cada ventana pulsando Aceptar.

Finalmente, volveremos a realizar doble clic en el campo destinado a **Actualizar** la comunicación. Con ello la CPU debería reconocerse y registrarse automáticamente (esta operación puede durar algunos segundos), en caso contrario, repetiremos los pasos desde el punto 2 realizando las modificaciones oportunas hasta que reconozca la CPU. Cierre seguidamente la ventana, presionando el **aspa** de la parte superior derecha.

### 1.4.5.3 Transferencia del programa al micro PLC S7-200 CPU 222

 Haciendo clic en este ícono se pasa el PLC al estado STOP, siempre que el selector de modo en el PLC esté en la posición TERM o RUN y el equipo haya estado previamente en estado RUN (luce el LED STOP).

 Haciendo clic en este ícono se transfiere al PLC el programa (abierto) y visualizado en pantalla. En la figura 1.25 se muestra la ventana de transferencia de datos al PLC

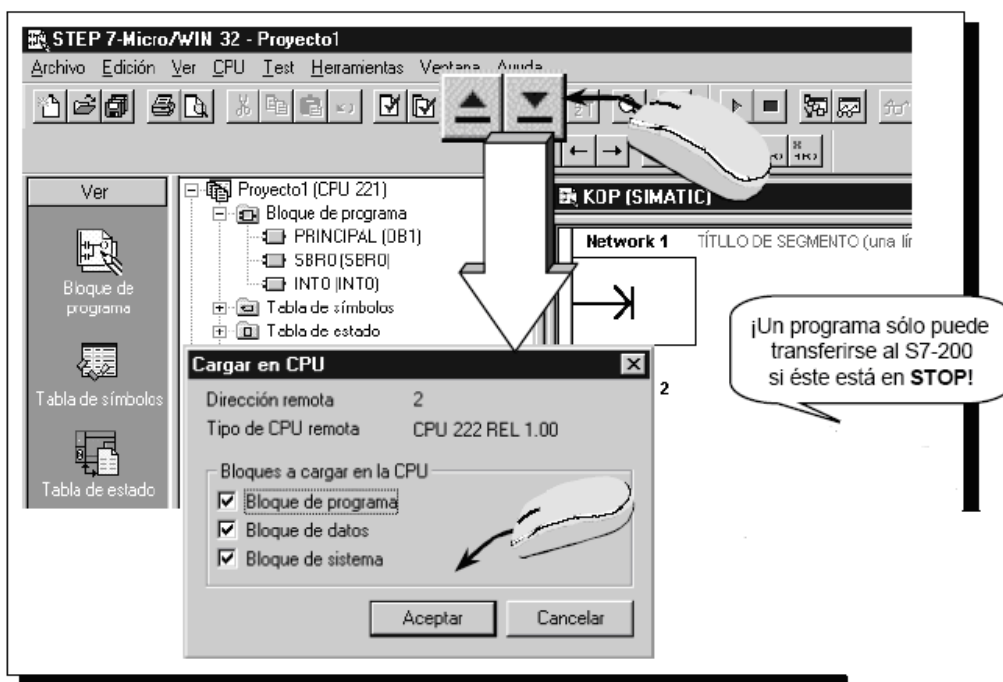



Figura 1.25 Ventana de transferencia de datos al Micro-PLC.

 Haciendo clic en este ícono se pasa el PLC al estado RUN, siempre que el selector de modo del PLC esté en la posición TERM o RUN y el equipo haya estado previamente en estado STOP (luce el LED RUN).

### 1.4.6 LENGUAJES Y EDITORES DE PROGRAMACIÓN S7-200

Las CPU's S7-200 ofrecen numerosos tipos de operaciones que permiten solucionar una gran variedad de tareas de automatización. Disponen de dos juegos básicos de operaciones (SIMATIC e IEC 1131-3).

El software de programación STEP 7-Micro/WIN 32 permite elegir entre diferentes editores para crear programas de control utilizando dichas operaciones.

Para crear sus programas debe hacer dos selecciones básicas:

- El tipo de juego de operaciones a utilizar (SIMATIC o IEC 1131-3).
- El tipo de editor a utilizar (Lista de instrucciones, Esquema de contactos o Diagrama de funciones) En la tabla 1.2 se compara los editores SIMATIC e IEC1131

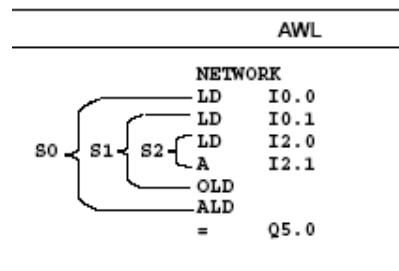
Juego de operaciones SIMATIC	Juegos de operaciones IEC 1131-3
Editor AWL (Lista de instrucciones)	No disponible
Editor KOP (Esquema de contactos)	Editor LD (Diagrama de escalera)
Editor FUP (Diagrama de funciones)	Editor FBD (Diagrama de bloques funcionales)

Tabla 1. 2 Juegos de operaciones y editores SIMATIC e IEC 1131

#### 1.4.6.1 Editor AWL (Lista de instrucciones)

El editor AWL (Lista de instrucciones) de STEP 7-Micro/WIN 32 permite crear programas de control introduciendo la nomenclatura de las operaciones. Por lo general, el editor AWL se adecúa especialmente para los programadores expertos ya familiarizados con los sistemas de automatización (PLC's) y con la programación lógica.

El editor AWL también sirve para crear ciertos programas que, de otra forma, no se podrían programar con los editores KOP ni FUP. Ello se debe a que AWL es el lenguaje nativo de la CPU, a diferencia de los editores gráficos en los que son aplicables ciertas restricciones para poder dibujar los diagramas correctamente.



*Figura 1.26 Ejemplo de un programa AWL*

Como muestra la figura 1.26, esta forma textual es muy similar a la programación en lenguaje ensamblador. La CPU ejecuta cada operación en el orden determinado por el programa, de arriba a abajo, reiniciando luego arriba nuevamente. AWL y el lenguaje ensamblador también son similares en otro sentido.

- El lenguaje AWL es más apropiado para los programadores expertos.
- En algunos casos, AWL permite solucionar problemas que no se podrían resolver muy fácilmente con los editores KOP o FUP.
- El editor AWL sólo se puede utilizar con el juego de operaciones SIMATIC.

#### **1.4.6.2 Editor KOP (Esquema de contactos)**

El editor KOP (Esquema de contactos) de STEP 7-Micro/WIN 32 permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. KOP es probablemente el lenguaje predilecto de numerosos programadores y encargados del mantenimiento de sistemas de automatización.

Básicamente, los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida. Por lo general, la lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas “segmentos” o “networks”. El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba a abajo. Tras alcanzar la CPU el final del programa, comienza nuevamente en la primera operación del mismo.

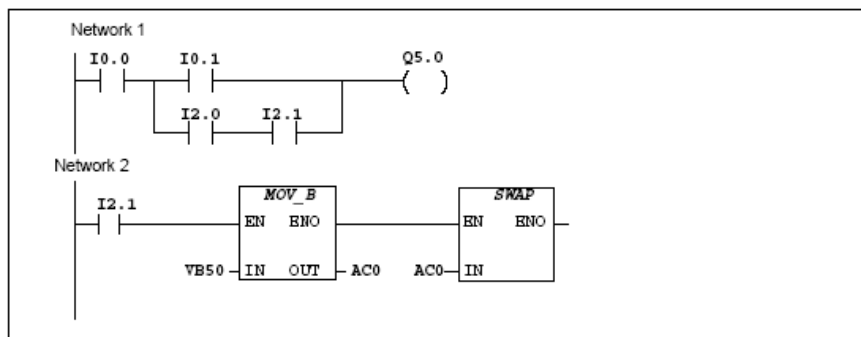


Figura 1.27 Ejemplo de un programa KOP

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen tres formas básicas. Como muestra la figura 1.27, se pueden conectar en serie incluso varias operaciones de cuadros.

- **Contactos** - representan condiciones lógicas de “entrada” tales como interruptores, botones, condiciones internas, etc.
- **Bobinas** - representan condiciones lógicas de “salida” tales como lámparas, arrancadores de motor, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.
- **Cuadros** - representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contadores u operaciones aritméticas.

A continuación se indican los aspectos principales a considerar cuando se desee utilizar el editor KOP.

- El lenguaje KOP les facilita el trabajo a los programadores principiantes.
- La representación gráfica es a menudo fácil de comprender, siendo popular en el mundo entero.
- El editor KOP se puede utilizar con los juegos de operaciones SIMATIC e IEC 1131-3.
- El editor AWL siempre se puede utilizar para visualizar un programa creado en SIMATIC KOP.

#### 1.4.6.3 Editor FUP (Diagrama de funciones)

El editor FUP (Diagrama de funciones) de STEP 7-Micro/WIN 32 permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los circuitos de puertas lógicas. En FUP no existen contactos ni bobinas como en el editor KOP, pero sí hay operaciones equivalentes que se representan en forma de cuadros. La lógica del programa se deriva de las conexiones entre las operaciones de cuadro. Ello significa que la salida de una operación (ej. un cuadro AND) se puede utilizar para habilitar otra operación (ej. un temporizador), con objeto de crear la lógica de control necesaria. Dichas conexiones permiten solucionar numerosos problemas lógicos como muestra la figura 1.28



*Figura 1.28 Ejemplo de un programa FUP*

A continuación se indican los aspectos principales a considerar cuando se desee utilizar el editor FUP:

- El estilo de representación en forma de puertas gráficas se adecua especialmente para observar el flujo del programa.
- El editor FUP se puede utilizar con los juegos de operaciones SIMATIC e IEC 1131–3.
- El editor AWL siempre se puede utilizar para visualizar un programa creado en SIMATIC FUP.

### 1.4.7 SOFTWARE STEP7 MICRO / WIN32 PARA S7-200 SIEMENS

El software step 7 micro/win 32 es una de las versiones exclusivas para programar el Micro-PLC de la familia S7-200 Siemens.

#### 1.4.7.1 Aspecto general

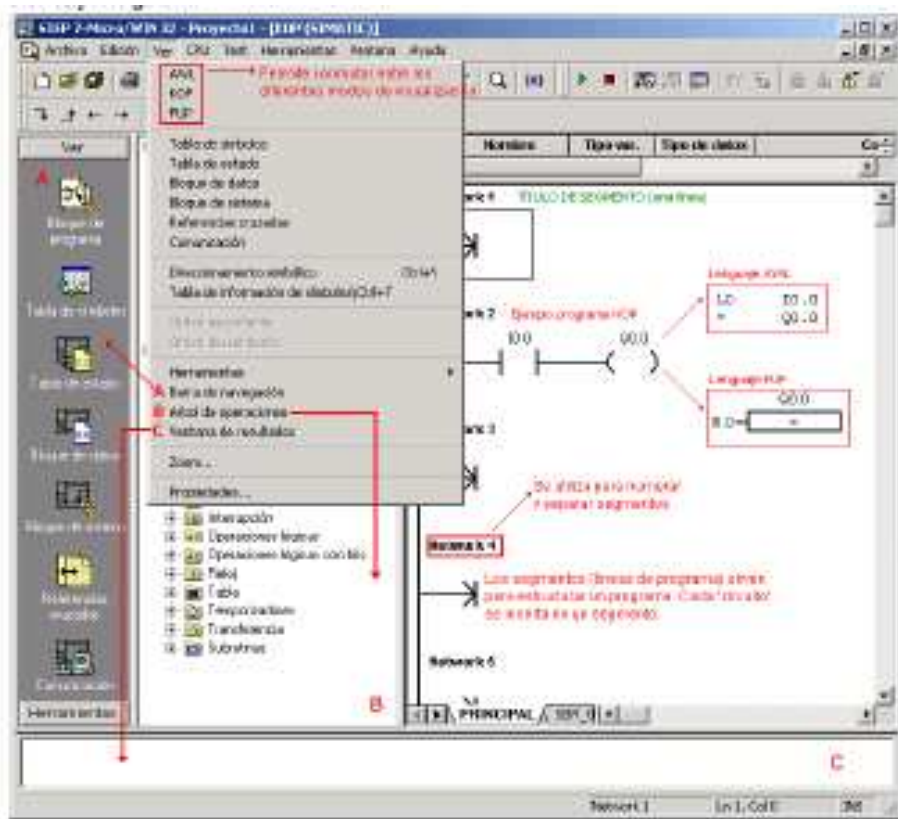


Figura 1.29 Ventana General.



Como se desprende de la figura 1.29 ventana general, la pantalla se divide en 4 partes principalmente (además de los menús e iconos de acceso rápido):

- **Barra de navegación:** nos permite acceder a las opciones más comunes de forma rápida.
  
- **Árbol de operaciones:** en donde se sitúan todas las órdenes de programación aceptadas por el autómatas.
  
- **Ventana de resultados:** en la que se visualiza el estado de la compilación del programa, errores, etc.
  
- **Ventana de programación:** situada a la parte derecha y dividida por Networks (líneas de programación). En este lugar elaboraremos el programa que ha de gobernar al PLC.

Su aspecto varía según el lenguaje elegido (KOP, AWL ó FUP) y que podremos seleccionar a través de las teclas que llevan sus mismos nombres.

Hay que señalar que el programa es capaz de traducir a cualquiera de estos lenguajes, es decir: si por ejemplo estamos programando en AWL y seleccionamos el lenguaje KOP, se realizará automáticamente una traducción del programa de AWL a KOP.

#### **1.4.7.2 Introducir órdenes**

Las explicaciones versarán sobre el lenguaje KOP, por tratarse de lenguajes más intuitivo debido a su carácter eléctrico. La figura 1.30 muestra claramente la manera en que se introducen órdenes en este programa.

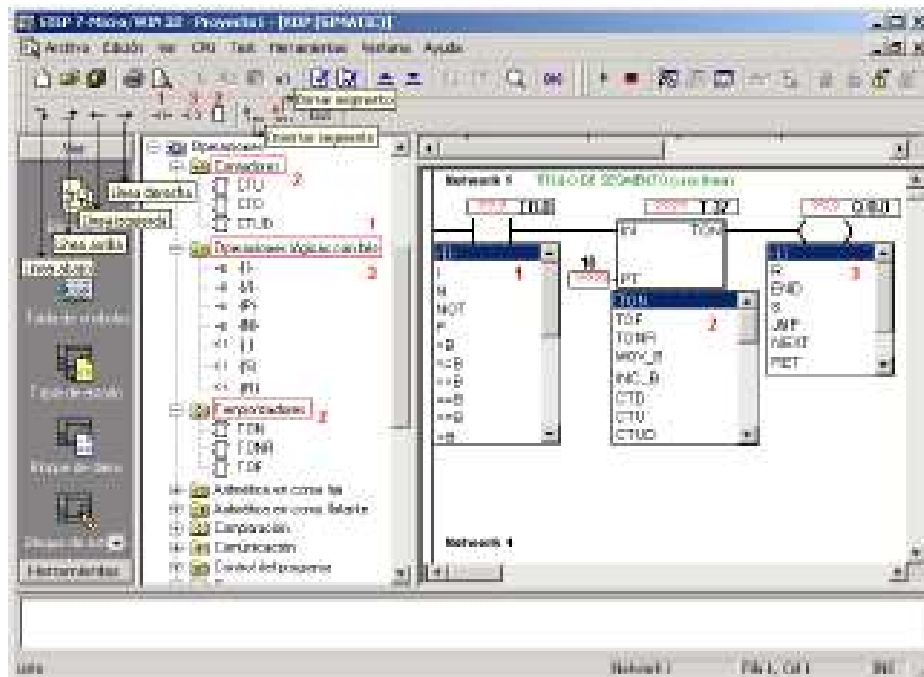


Figura 1.30 Formas de Introducir Ordenes.

El programa presenta varias maneras de introducir contactos, bobinas o cuadros:

- Desde el *Árbol de direcciones*, abriendo las distintas carpetas existentes dentro de **Operaciones**.
- A través de los íconos que aparecen como marcados en el dibujo como:
  - **1 (contactos)** → para insertar entradas.
  - **2 (bobinas)** → para insertar salidas.
  - **3 (cuadros)** → para insertar funciones ya programadas (contadores, temporizadores, etc.).

Una manera fácil de representar una KOP es partiendo de un diagrama eléctrico y trasladándolo de manera similar a la simbología KOP como muestra la figura 1.31 equivalencias KOP-Eléctrico

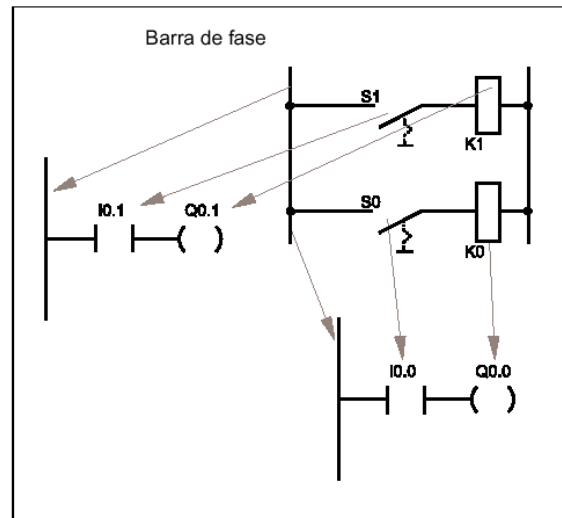


Figura 1.31 Equivalencias KOP-Eléctrico.

## 1.5 NEUMÁTICA <sup>5</sup>

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma", que designa la respiración y el viento. Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto **Neumática que trata los movimientos y procesos del aire.**

<sup>5</sup> DEPERT W. / K. STOLL. "Dispositivo Neumáticos" Ed. Marcombo Boixareu. España, Barcelona. Año 1995 -450p

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

El descubrimiento consciente del aire como medio - materia terrestre - se remonta a muchos siglos, lo mismo que un trabajo más o menos consciente con dicho medio.

### 1.5.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico.

- **Abundante:** Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- **Transporte:** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- **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).
- **Temperatura:** El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- **Antideflagrante:** No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- **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.

- **Constitución de los elementos:** La concepción de los elementos de trabajo es simple.
- **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.)
- **A prueba de sobrecargas:** Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.

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

- **Preparación:** El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad con el objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes.
- **Compresible:** Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- **Fuerza:** El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).
- **Escape:** El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- **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 (cadencias elevadas).

## 1.5.2 PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

### 1.5.2.1 Impurezas

En la práctica se presentan muy a menudo los casos en que la calidad del aire comprimido desempeña un papel primordial.

Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos.

Deben eliminarse todas las impurezas del aire, ya sea antes de su introducción en la red distribuidora o antes de su utilización. Las impurezas que contiene el aire pueden ser:

- Sólidas. Polvo atmosférico y partículas del interior de las instalaciones
- Líquidas. Agua y niebla de aceite
- Gaseosas. Vapor de agua y aceite

Los inconvenientes que estas partículas pueden generar son:

- **Sólidas.** Desgaste y abrasiones, obstrucciones en los conductos pequeños.
- **Líquidas y gaseosas.** El aceite que proviene de la lubricación de los compresores provoca: formación de partículas carbonasas y depósitos gomosos por oxidación y contaminación del ambiente al descargar las válvulas. Por otro lado el agua en forma de vapor provoca: oxidación de tuberías y elementos, disminución de los pasos efectivos de las tuberías y elementos al acumularse las condensaciones, mal acabado en operaciones de pintura.

En la actualidad se ha desarrollado y se está difundiendo cada vez con mayor velocidad los compresores libre de aceite, especialmente desarrollado para la industria alimenticia y farmacéutica, estos pueden ser del tipo pistón o tornillo, la

gran ventaja de estos equipos es la entrega de un aire limpio, de alta pureza, pero siempre necesita un sistema de filtración posterior.

Mientras que la mayor separación del agua de condensación tiene lugar en el separador, después de la refrigeración, la separación fina, el filtrado y otros tratamientos del aire comprimido se efectúan en el puesto de aplicación.

#### **1.5.2.2 Unidad de Acondicionamiento o Mantenimiento (FRL)**

Después de pasar por todo el proceso de la producción, tratamiento y distribución, el aire comprimido debe sufrir un último acondicionamiento, antes de ser colocado para trabajar, a fin de producir mejores desempeños. En este caso, el beneficio del aire comprimido consiste en lo siguiente: filtración, regulación de presión, e introducción de una cierta cantidad de aceite para la lubricación de todas las partes mecánicas de los componentes neumáticos. El uso de esta unidad de servicio es indispensable en cualquier tipo de sistema neumático, desde el más simple al más complejo. Al mismo tiempo que permite a los componentes trabajar en condiciones favorables, y prolonga su vida útil.

Una vida útil prolongada y un funcionamiento regular de cualquier componente en un circuito dependen, antes que nada, del grado de filtración, de la eliminación de la humedad, de una presión estable de alimentación al equipo y una adecuada lubricación a las partes móviles. Todo eso es exactamente obtenido cuando se aplican en las instalaciones, dispositivos, máquinas, etc. Los componentes de tratamiento preliminar del aire comprimido en los puntos de toma del aire: el filtro, la válvula reguladora de presión (Regulador) y el Lubricador, que reunidos forman la Unidad de Acondicionamiento o FRL (Filtro, Regulador, Lubricador).

## 1.5.3 ELEMENTOS NEUMÁTICOS DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO

### 1.5.3.1 Cilindros Neumáticos

En el mercado se encuentran gran variedad de cilindros neumáticos los que se utilizan de acuerdo a la necesidad requerida en la figura 1.32 se muestran algunos de los diferentes tipos de cilindros neumáticos



*Figura 1.32 Cilindros Neumáticos.*

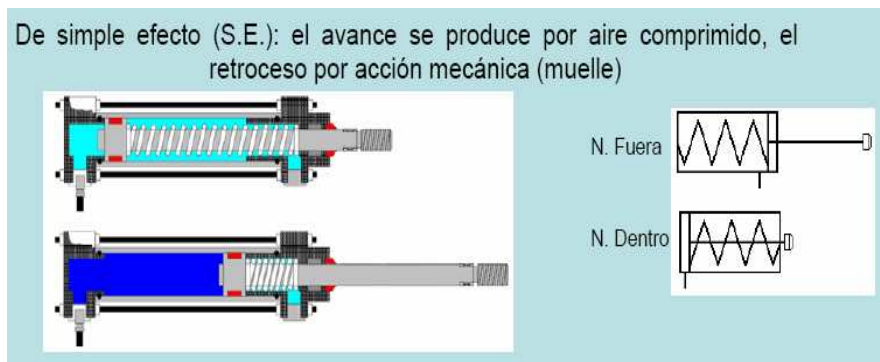
#### *1.5.3.1.1 Cilindros de simple efecto*

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100mm. En la figura 1.33 se observa el funcionamiento de un cilindro de simple efecto, este se utiliza principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.





*Figura 1.33 Funcionamiento de Cilindro de Simple Efecto*

#### 1.5.3.1.2 Cilindros de doble efecto

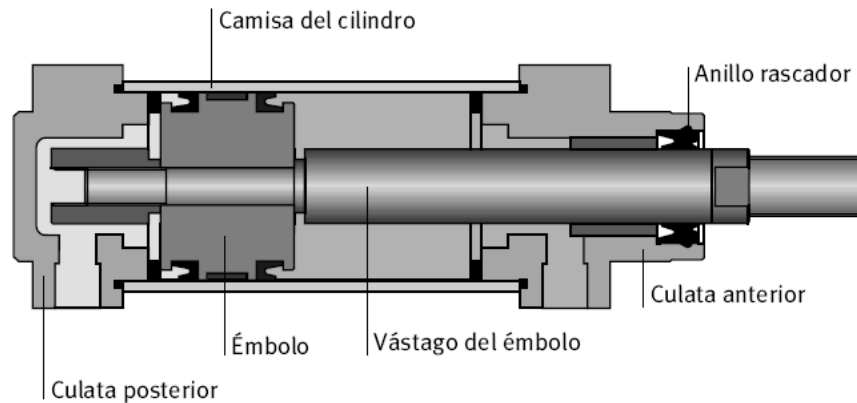
El cilindro de doble efecto genera un movimiento rectilíneo (carrera del émbolo) que puede ser de avance y de retroceso. Este tipo de cilindro puede producir trabajo en los dos sentidos de carrera del émbolo, ya que posee dos tomas de aire comprimido, situadas a ambos lados del émbolo, este movimiento se encuentra graficado en la figura 1.34 cilindro de doble efecto.

La carrera del émbolo de un cilindro neumático pudiera desarrollarse a una alta velocidad. En este caso, generalmente conviene amortiguar los finales de la carrera del émbolo para evitar el ruido excesivo y los choques bruscos tanto internamente (que pudieran deteriorar a algunas de las partes interiores que constituyen el cilindro) como externamente (que pudieran causar daños en el vástago del cilindro y en los objetos externos que él manipula).



*Figura 1.34 Cilindro de Doble Efecto*

### 1.5.4 CONSTITUCIÓN DE LOS CILINDROS



*Figura 1.35 Estructura de un Cilindro Neumático.*

El cilindro de émbolo se compone de: Anillo rascador, culata anterior, vástago del émbolo, émbolo, culata posterior y camisa del cilindro. Estos componentes se observan claramente en la figura 1.35 Estructura de un cilindro neumático

El cilíndrico se fabrica en la mayoría de los casos de tubo de acero embutido sin costura. Para aplicaciones especiales, el tubo se construye de aluminio, latón con superficie de rodadura cromada.

Para las culatas posterior y anterior se emplea preferentemente material de fundición de aluminio o maleable.

El vástago se fabrica preferentemente de acero. Este acero contiene un determinado porcentaje de cromo que lo protege de la corrosión. El émbolo se somete a un tratamiento de temple.

El anillo rascador impide que entren partículas de polvo y suciedad en el interior del cilindro.

### 1.5.5 VÁLVULAS

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo. Los elementos de señalización y

mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas. Los sistemas neumáticos lo constituyen:

- Elementos de información
- Órganos de mando
- Elementos de trabajo

Para el tratamiento de la información y órganos de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el flujo de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido.

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito.

Los cilindros neumáticos deben alimentarse o descargarse convenientemente y en el momento que deseamos según lo programado en el sistema de control. Por lo tanto, 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 fueron clasificadas en los grupos siguientes:

- Válvulas de Control Direccional
- Válvulas de Bloqueo (Anti-Retorno)
- Válvulas de Control de Flujo
- Válvulas de Control de Presión

Cada grupo se refiere al tipo de trabajo al que se destina más adecuadamente.

### 1.5.5.1 Válvulas de Control Direccional



*Figura 1.36 Válvulas Direccionales*

Tienen por función orientar la dirección que el flujo de aire debe seguir, con el fin de realizar un trabajo propuesto. La figura 1.36 muestra algunos tipos de válvulas direccionales. Para un conocimiento perfecto de una válvula direccional, debe tenerse en cuenta los siguientes datos:

- Posición Inicial
- Número de Posiciones
- Número de Vías
- Tipo de Acción (Comando)
- Tipo de Retorno
- Caudal

#### *1.5.5.1.1 Número de Posiciones*

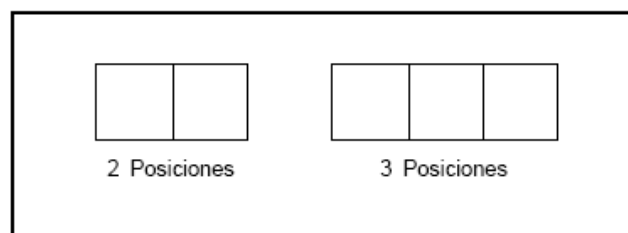
Es la cantidad de posiciones o maniobras diferentes que una válvula direccional puede ejecutar o sea, permanecer bajo la acción de su funcionamiento.

Norma para la representación:

- CETOP - Comité Europeo de Transmisión Oleohidráulicas y Pneumática (Neumática).
- ISO - Organización Internacional de Normalización.

Las válvulas direccionales son siempre representadas por un rectángulo como se indica en la figura 1.37.

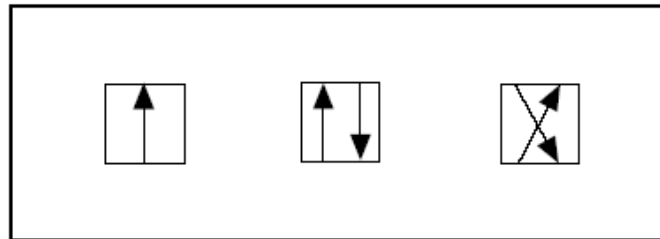
- Este rectángulo es dividido en cuadrados.
- El número de cuadrados representados en la simbología es igual al número de posiciones de la válvula, representando una cantidad de movimientos que ejecuta a través de los accionamientos.



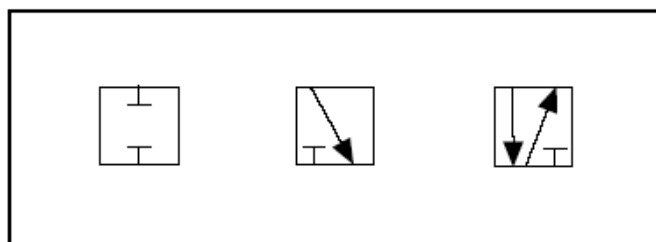
*Figura 1.37 Representación de Válvulas.*

#### *1.5.5.1.2 Dirección de Flujo*

En los cuadros representativos de las posiciones, encontramos símbolos diferentes. Las flechas de la figura 1.38 (a), indican la relación interna de las conexiones, pero no necesariamente el sentido del flujo, mientras que en la figura 1.38 (b), se representa uno o varios pasos bloqueados.



(a) Direcciones



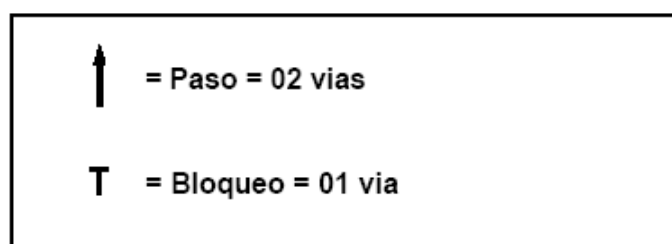
(b) Paso Bloqueado

*Figuras 1.38 (a) (b) Direcciones de Vías.*

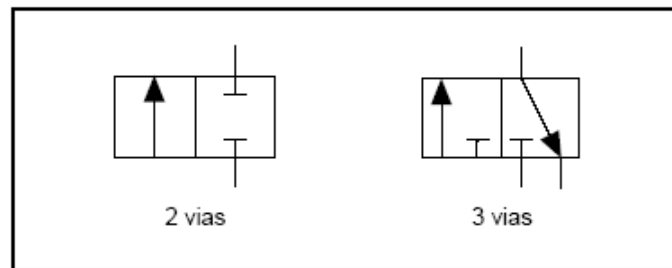
### 1.5.5.1.3 Número de Vías

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 entender fácilmente el número de vías de una válvula de control direccional podemos considerar lo representado en la figura 1.39 y 1.40.

*Figura 1.39 Número de Vías.*

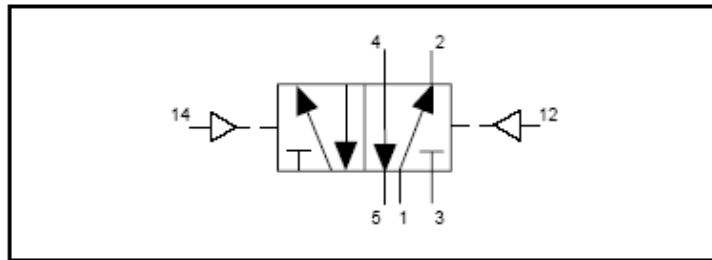
Una regla práctica para la determinación del número de vías consiste en separar uno de los cuadrados (posición) y verificar cuántas veces los símbolos internos tocan los lados del cuadro, obteniéndose, así, el número de orificios en relación al número de vías. Preferiblemente, los puntos de conexión deberán ser contados en el cuadro de la posición inicial, refiérase a la figura 1.40 número de vías.



*Figura 1.40 Número de Vías.*

#### *1.5.5.1.4 Identificación de los Orificios de la Válvula*

Las identificaciones de los orificios de las válvulas neumáticas, reguladores, filtros etc., tendieron a presentar una gran diversidad entre un fabricante y otro; donde cada fabricante adoptó su propio método, no teniendo la preocupación de utilizar un estándar universal. En 1976, CETOP - Comité Europeo de Transmisión Óleo-Hidráulica y Neumática, propuso un método universal para la identificación de los orificios a los fabricantes de este tipo de equipo. El código, presentado por CETOP, viene siendo estudiado para que se convierta en una norma universal a través de la Organización Internacional de Normalización - ISO. La finalidad del código es hacer que el usuario tenga una instalación fácil de los componentes, relacionando las marcas de los orificios en el circuito con las marcas contenidas en las válvulas, identificando claramente la función de cada orificio. Esta propuesta es de forma numérica, según se muestra en la figura 1.41 Representación numérica de una Válvula 5/2.



*Figura 1.41 Representación válvula de 5/2*

Los Orificios de la figura 1.41 se Identifican como:

- 1** - alimentación: orificio de suministro principal.
- 2 y 4** - utilización, salida: orificios de aplicación en las válvulas.
- 3 y 5** - escape o drenaje: orificio de liberación del aire utilizado en las válvulas.

Orificio número 1 corresponde al suministro principal; 2 y 4 son aplicaciones; 3 y 5 escapes. Orificios de Pilotaje son identificados de la siguiente manera: 12 y 14.

Estas referencias se basan en la identificación del orificio de alimentación 1.

**12** - liga la alimentación 1 con el orificio de utilización 2, cuando actúa el comando.

**14** - comunica la alimentación 1 con el orificio de utilización 4, cuando actúa el pilotaje.

Cuando la válvula asume su posición inicial automáticamente (regresa por resorte o por presión interna) no se hace identificación en el símbolo.

#### **1.5.5.2 Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)**

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos.



Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas.

### 1.5.6 FUNCIONAMIENTO DE UN CIRCUITO VÁLVULA – CILINDRO

Una válvula de tres orificios es un interruptor empleado para controlar el flujo de aire. El tipo de válvula que se ve en la figura 1.42 tiene el componente denominado **conjunto rotor**, que se mueve dentro de la válvula cuando se pulsa o se suelta el botón. Su función es **dirigir el flujo de aire** por la válvula. Cuando se pulsa el botón, se deja pasar el aire comprimido del suministro de la tubería 1 a la tubería 2 (que está conectada al cilindro).

Un **cilindro de accionamiento único** usa aire comprimido para producir movimiento y **fuerza**. Tiene un pistón que puede deslizarse "hacia arriba" y "hacia abajo". Un muelle hace subir al pistón dentro del cilindro. Sin embargo, cuando la válvula se acciona, como se muestra en la figura 1.42 del esquema de funcionamiento, el aire comprimido entra en el cilindro y le obliga a bajar su émbolo, obligando al aire que se encuentra en la cámara posterior salga por el orificio de escape.

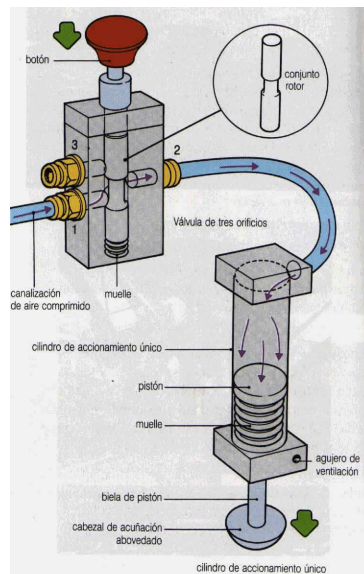


Figura 1.42 Esquema de Funcionamiento.

### 1.5.6.1 Funcionamiento de un Circuito Válvula – Cilindro 5/2

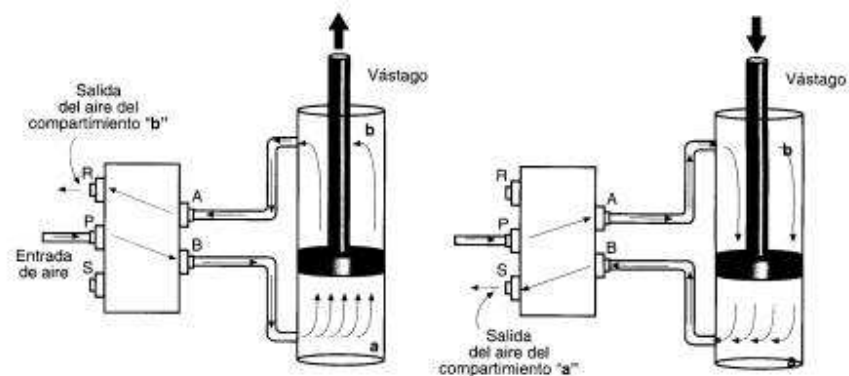


Figura 1.43 Rutas del fluido con una válvula de 5/2. Observe que este tipo de válvulas es apta para cilindros de doble efecto.

En la figura 1.43 aparece la ruta que sigue el aire a presión con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. El aire ingresa a la cámara "a" empujando el pistón y permitiendo que el aire contenido en la cámara "b" salga. Cuando la válvula

cambia de posición el proceso se realiza de manera similar esta vez ingresando el aire por la cámara “b” y los de la cámara “a” hacia el exterior.

### 1.5.7 ELEMENTOS AUXILIARES

Impiden el flujo de aire comprimido en un sentido determinado, posibilitando el libre flujo en el sentido opuesto.

#### 1.5.7.1 Válvula de Retención Con Resorte

Un cono es mantenido inicialmente contra su asiento por la fuerza de un resorte. Orientando el flujo en sentido del paso, el cono es desplazado del asiento, causando la compresión del resorte y posibilitando el paso del aire. La existencia del resorte en el interior de la válvula requiere un mayor esfuerzo en la abertura para vencer la contra-presión impuesta, pero en las válvulas, esta contrapresión es pequeña para evitar el máximo de pérdida, por la cual no deben ser sustituidas aleatoriamente. En la figura 1.44 se representa una válvula de retención.

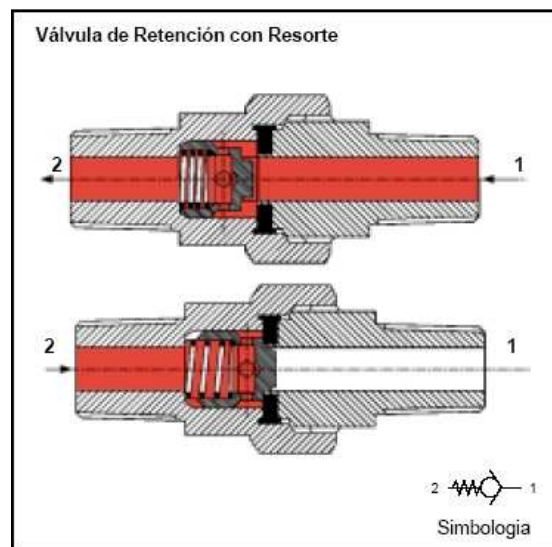


Figura 1.44 Válvula de Retención.

### 1.5.7.2 Válvula de Retención sin Resorte

Es otra versión de la válvula de retención citada anteriormente. El bloqueo, en el sentido contrario al favorable, no cuenta con el auxilio del resorte. Este es causado por la propia presión del aire comprimido.

### 1.5.7.3 Válvulas de Control de Flujo

En algunos casos, es necesaria la disminución de la cantidad de aire que pasa a través de una tubería, es muy utilizado cuando se necesita regular la velocidad de un cilindro o formar condiciones de temporización neumática. Cuando se necesita influenciar el flujo del aire comprimido, este tipo de válvula es la solución ideal, pudiendo ser fija o variable, unidireccional o bidireccional.

#### 1.5.7.3.1 Válvula de control de flujo variable bidireccional

Muchas veces, el aire que pasa a través de una válvula controladora de flujo tiene que ser variable conforme a las necesidades.

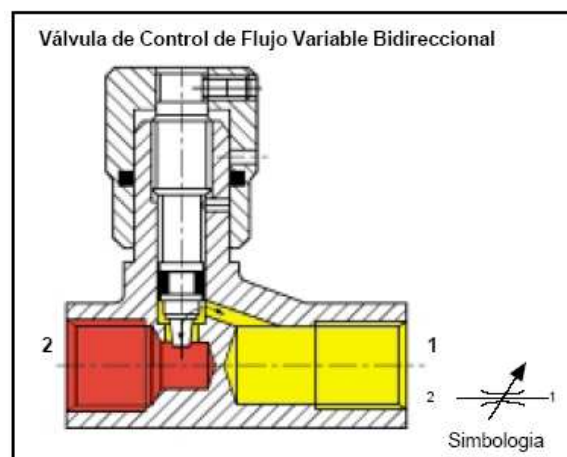


Figura 1.45 Válvula de Control de Flujo Variable Bidireccional.

Obsérvese la figura 1.45 Válvula de control de flujo, la cantidad de aire que entra por 1 o 2 es controlada a través del tornillo cónico, en relación a su proximidad o separación del asiento. Consecuentemente, es permitido un mayor o menor flujo de paso.

#### 1.5.7.3.2 Válvula de control de flujo unidireccional

Algunas normas clasifican esta válvula en el grupo de válvulas de bloqueo por ser híbrida, o sea, un único cuerpo unen una válvula de retención con o sin resorte y en paralelo un dispositivo de control de flujo, componiendo una válvula de control unidireccional.

Posee dos condiciones distintas en relación al flujo de aire:

- **Flujo Controlado** - en un sentido prefijado, el aire comprimido es bloqueado por la válvula de retención, siendo obligado a pasar restringido por el ajuste fijado en el dispositivo de control. Véase figura 1.46 flujo controlado

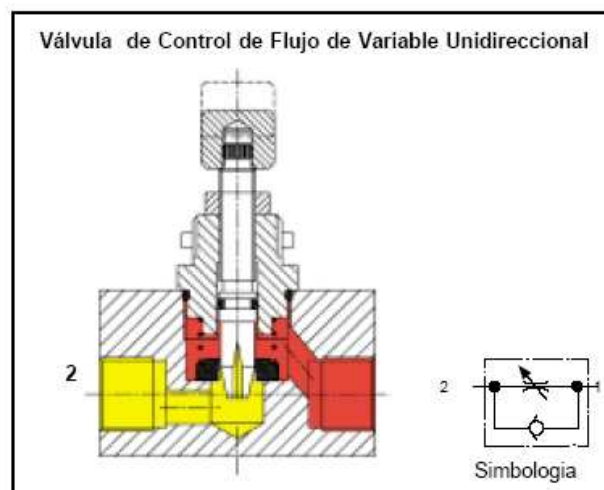
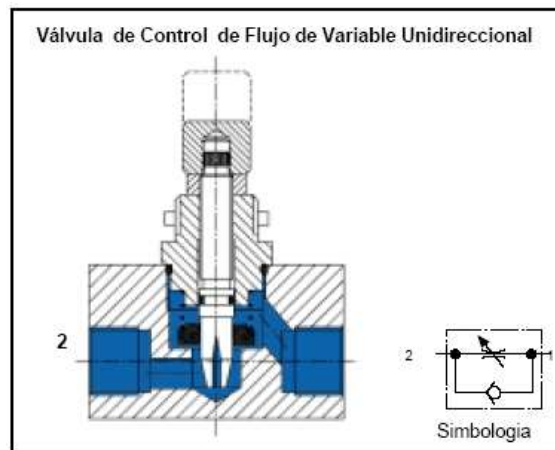


Figura 1.46 Flujo Controlado

• **Flujo Libre** - en el sentido opuesto al mencionado anteriormente, el aire posee libre vacío por la válvula de retención, no obstante, una pequeña cantidad pasa a través del dispositivo, favoreciendo el flujo. Este flujo se observa en la figura 1.47 flujo libre.



*Figura 1.47 Flujo Libre*

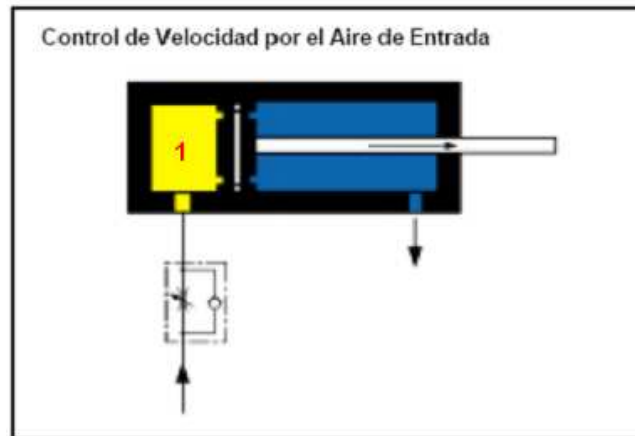
Estando el dispositivo de ajuste totalmente cerrado, esta válvula pasa a funcionar como una válvula de retención. Cuando se desea ajustes finos, el elemento de control de flujo es dotado de una rosca micrométrica que permite este ajuste.

## 1.5.8 CONTROL DE VELOCIDAD DE UN CILINDRO

### 1.5.8.1 Control de Velocidad por el Aire de Entrada

El desplazamiento del pistón en un cilindro ocurre en función del caudal de alimentación. Esto es intuitivo, por tanto, para poder controlar la velocidad de desplazamiento es necesario influir en el flujo. En este método, el flujo de

alimentación del equipo de trabajo es controlado, en cuanto el aire contenido en su interior es expulsado libremente hacia la atmósfera.



*Figura 1.48 Control de Velocidad a la Entrada*

La entrada puede ser restringida a través de una válvula de control de flujo. En la figura 1.48 se observa el control de velocidad a la entrada. La presión en la cámara (1) aumentará hasta el valor necesario para vencer las resistencias impuestas al movimiento y desplazar el pistón. Con el avance, la cámara (1) aumenta de volumen y, como consecuencia, la presión disminuye, impidiendo el avance del pistón por falta de fuerza.

Más tarde, en un corto período de parada, la presión alcanza el valor requerido por el movimiento. Un nuevo avance es efectuado, cae la presión y es así sucesivamente hasta el término del curso. En un cilindro posicionado horizontalmente, que impulsa una carga, con el control en la entrada, al ser comandado, el pistón comienza a moverse e inicia el avance con velocidad más o menos constante, determinada por el vacío del aire. Cuando aparece una resistencia extra, el pistón reduce la velocidad o, hasta que la presión crezca lo suficiente para vencerla. Si la resistencia fuera removida, el pistón acelerará o saltará súbitamente hacia el frente. Además, si una carga posee movimiento en el mismo sentido del pistón, provocará una aceleración, imponiendo una velocidad

por encima de la ajustada. Este modo de control de velocidad determinará un movimiento irregular del pistón, generalmente perjudicial al excelente funcionamiento del equipo. El control de entrada es empleado en casos excepcionales, como por ejemplo los cilindros de S.A. (Simple acción). La resistencia resultará principalmente un peso a la fuerza del resorte y no de fricción de la carga. En este caso, una cierta cantidad de contra-presión será benéfica y dará mejores resultados si fuera utilizado el control de entrada.

#### **1.5.8.2 Control de Velocidad por el Aire de Salida**

Véase que la tendencia hacia la uniformidad de la velocidad de desplazamiento depende, principalmente, de la variación de la fuerza resistente. Es necesario encontrar el método para hacer que esta fuerza sea lo más uniforme posible.

Son requeridos, en el campo de la aplicación industrial, valores del desplazamiento cada vez más precisos. Si un grado de precisión exacto es necesario, se debe utilizar un sistema de control de velocidad, influyendo así en el flujo de salida del cilindro. Su principio consiste en efectuar el control de flujo solamente en la salida del aire contenido en el cilindro, en cuanto la cámara opuesta recibe el flujo libre. Controlando el aire en la salida del cilindro, es posible eliminar el movimiento irregular del pistón. El aire comprimido entra en la cámara (1) con toda la intensidad de presión, ejerciendo fuerza sobre el pistón (2). El aire confinado en la cámara (3), escapará por la válvula de control de flujo, determinando, así, un avance con velocidad más uniforme que en el método anterior. Esto es conseguido porque el pistón es mantenido entre los dos volúmenes de aire comprimido, el de entrada (cámara 1) y el que está saliendo (cámara 3), formando una contra-presión y ofreciendo una resistencia continua al movimiento. En la figura 1.49 se observa el control a la salida.

Debe ser recordado aún que la fuerza ofrecida por la fricción estática es mayor que la fuerza ofrecida por la fricción dinámica ( $F_{ate} > F_{atd}$ ). También una razón



para efectuar el control de la salida de aire en la cámara (3) es para que, cuando la presión de aire haya vencido las fuerzas resistentes, el vástago del cilindro no sufra un impulso repentino y se desplace anormalmente.

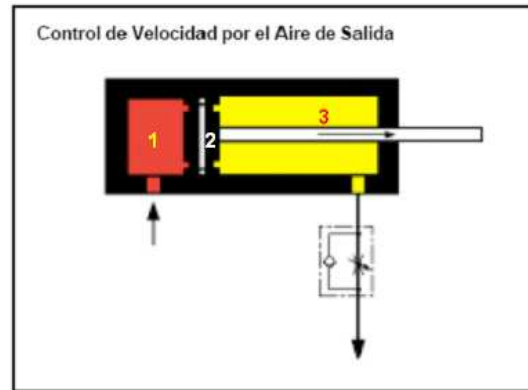


Figura 1.49 Control de Velocidad a la Salida

## 1.5.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA NEUMÁTICA

### 1.5.9.1 Ventajas

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia.
- Cambios instantáneos de sentido

### 1.5.9.2 Desventajas

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.

- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruido generado por la descarga del aire hacia la atmósfera.

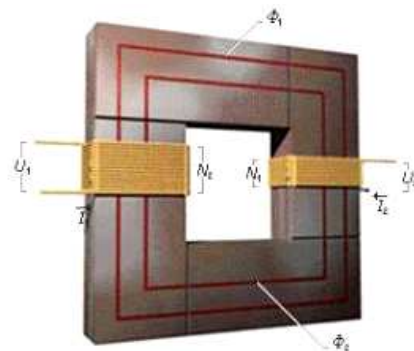
## 1.6 TRANSFORMADOR ELÉCTRICO <sup>6</sup>

Una de las ventajas más importantes de la corriente alterna es la posibilidad que se obtiene de poder modificar su tensión y su intensidad sin cambiar su forma ni su frecuencia. Esta modificación se obtiene con la ayuda de un aparato extremadamente sencillo, llamado transformador.

### 1.6.1 DESCRIPCIÓN

Un transformador se compone de dos arrollamientos independientes, situados en un mismo núcleo magnético como se observa en la figura 1.50 transformador.

- El PRIMARIO es el arrollamiento que se conecta al generador;
- El SECUNDARIO es el arrollamiento que alimenta al receptor.



$N$  = número de espiras     $I$  = intensidad de corriente  
 $U$  = voltaje                     $\Phi$  = flujo magnético

Figura 1.50 Transformador

<sup>6</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>

Salvo en casos muy particulares, los dos arrollamientos no llevan nunca el mismo número de espiras:

- el de BAJA TENSIÓN es el que lleva el menor número de espiras.
- el de ALTA TENSION es el que lleva más espiras.

Los arrollamientos baja o alta tensión pueden constituir indiferentemente el primario o el secundario de un transformador, según que éste deba elevar o bajar la tensión.

### 1.6.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En las fórmulas del transformador se utiliza una de las dos series de símbolos indicadas en la figura 1.51 Bobinados del transformador y que se detallan a continuación:

- |   |               |
|---|---------------|
| - Tensión en bornes del primario:           | $U_p$ ó $U_1$ |
| - Tensión en bornes del Secundario:         | $U_s$ ó $U_2$ |
| - Intensidad de corriente en el primario:   | $I_p$ ó $I_1$ |
| - Intensidad de corriente en el secundario: | $I_s$ ó $I_2$ |
| - Número espiras del primario:              | $N_p$ ó $N_1$ |
| - Número espiras del secundario             | $N_s$ ó $N_2$ |

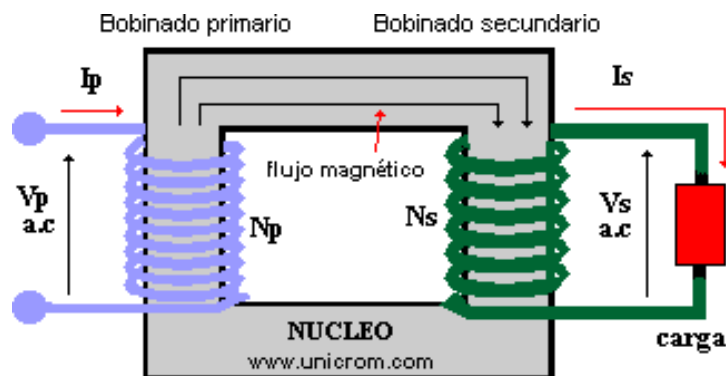


Figura 1.51 Bobinados del Transformador.

### 1.6.2.1 Funcionamiento en Vacío

Cuando el primario está conectado a una fuente de corriente alterna, se comporta como autoinducción. Emite pues un flujo magnético que baña al arrollamiento secundario e induce en él una fuerza electromotriz.

Se sabe que una autoinducción no consume, en principio, más que una débil energía. Por consiguiente, en vacío, no es recorrido sino por una corriente  $I_p$  despreciable, como consecuencia de la creación de una fuerza contraelectromotriz inducida que se opone al paso de la corriente inductora.

La tensión  $U_s$  medidas en bornes del secundario es diferente de la tensión  $U_p$  en los del primario.

**Inducción:** Inducción se le llama a la generación de una corriente eléctrica en un conductor en movimiento en el interior de un campo magnético (de aquí el nombre completo, inducción electromagnética).

### 1.6.2.2 Funcionamiento en Carga

Cuando se conecta un circuito secundario de un transformador a un receptor, este circuito es recorrido por una corriente  $I_s$  que emite un flujo magnético.

Según la ley de LENZ, este flujo tiende a oponerse a la acción del flujo creado por el primario y tiene una acción desmagnetizante. Al disminuir el flujo magnético, la fuerza contraelectromotriz a que daba nacimiento disminuye igualmente. La fuerza electromotriz de la red la domina y hace circular por el arrollamiento primario una corriente  $I_p$  intensa.

Cuanto más importante sea la corriente  $I_s$  que circula por el secundario, más lo será también la corriente primaria  $I_p$ .

### 1.6.3 RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La relación de transformación  $A$  es la relación entre el número de espiras del primario y del secundario

$$A = \frac{N_p}{N_s}$$

Se demuestra que esta relación de transformación es igual a la de las tensiones del primario y el secundario.

$$A = \frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s} \quad (1)$$

Efectuando el producto de los extremos y los medios, se podrá escribir.

$$N_s \times U_p = U_s \times N_p$$

De donde:

$$U_s = U_p \times \frac{N_s}{N_p} \quad (2)$$

### 1.6.4 POTENCIA EN EL PRIMARIO Y EN EL SECUNDARIO

Por experiencia se sabe que un transformador que funciona en las proximidades de su carga normal posee una potencia primaria  $P_p$  y una secundaria  $P_s$  sensiblemente iguales. Se puede escribir:

$$P_p = P_s$$

$$o \quad U_p \times I_p = U_s \times I_s$$

Esta igualdad puede escribirse en otra forma:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad (3)$$

Comparando las igualdades (1) y (2) se comprueba que el término  $\frac{U_p}{U_s}$  es común.

Se puede escribir pues:

$$A = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad (3)$$

Efectuando el producto de los extremos y los medios se puede escribir:

$$N_p \times I_p = N_s \times I_s$$

- El producto  $N_s \times I_s$  indica el número de AMPERIOS VUELTAS secundarios
- El producto  $N_p \times I_p$  indica el número de AMPERIOS VUELTAS primarios

Estos dos números son iguales

### 1.6.5 RENDIMIENTO

Los transformadores industriales bien contruidos tienen un rendimiento excelente. Con plena carga este rendimiento alcanza 0.98 en los transformadores potentes y 0.95 en los otros.

El rendimiento disminuye cuando el transformador funciona con una carga inferior al cuarto de la normal. Las pérdidas de energía son debidas a las tres causas siguientes:

**-LA HISTÉRESIS y LAS CORRIENTES DE FOUCAULT** provocan una pérdida de energía en forma de calor en el circuito magnético.

- **LA RESISTENCIA ÓHMICA** de los arrollamientos provoca igualmente una pérdida de energía en forma de calor.

- **LA DISPERSIÓN MAGNÉTICA** es decir, la pérdida en el aire de una cierta cantidad de líneas de fuerza, arrastra una disminución de flujo y, por consiguiente, un descenso del rendimiento.

La evaluación de estas pérdidas pueden hacerse pero los cálculos son bastantes complicados.

#### *Pérdidas por histéresis*

- menos de 3% en los transformadores pequeños
- menos del 2% en los transformadores grandes.

#### *Pérdidas por resistencia óhmica:*

- menos de 3%

#### *Pérdida por dispersión magnética*

- menos de 1%

## **1.7 RESISTENCIA ELÉCTRICA**

La resistencia eléctrica es la oposición que presenta el material a la circulación de corriente.

En los conductores metálicos esta oposición se debe al choque de los electrones cuasilibres con otros electrones o con otras partículas atómicas, con lo cual se tiende a retardar su circulación. Estos choques se traducen exteriormente como un calentamiento del material conductor.

### **1.7.1 VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA**

El resistor varía su valor cuando la temperatura cambia, es por este motivo que el circuito que contenga estos elementos debe funcionar en ambientes donde la temperatura sea normal y constante. En la tabla 1.3 se tiene los coeficientes de variación de resistencia con la temperatura.

Si no fuera así y la temperatura en el lugar donde está el elemento variará a una temperatura que se conoce, entonces se puede obtener el nuevo valor de la resistencia.

Este nuevo valor de resistencia a una nueva temperatura, conociendo el valor de la resistencia a una temperatura dada se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$R_{tf} = R_{to} \times [1 + \alpha (t_f - t_o)]$$

Donde:

- $R_{tf}$  = resistencia final a la temperatura  $t_f$ , en ohmios
- $R_{to}$  = resistencia inicial a la temperatura  $t_o$ , en ohmios
- $\alpha$  = coeficiente de temperatura (ver la tabla siguiente)
- $t_f$  = temperatura final en  $^{\circ}\text{C}$
- $t_o$  = temperatura inicial en  $^{\circ}\text{C}$



<b>Material</b>	<b>A</b>	<b>Material</b>	<b><math>\alpha</math></b>
Aluminio	0.0039	Plata	0.0038
Mercurio	0.00089	Hierro	0.0052
Bronce fosforoso	0.002	Plomo	0.0037
Nicromio	0.00013	Kruppina	0.0007
Carbón	0.0005	Tungsteno	0.0041
Níquel	0.0047	Latón	0.002
Niquelina	0.0002	Wolframio	0.0045
Cobre	0.00382	Oro	0.0034

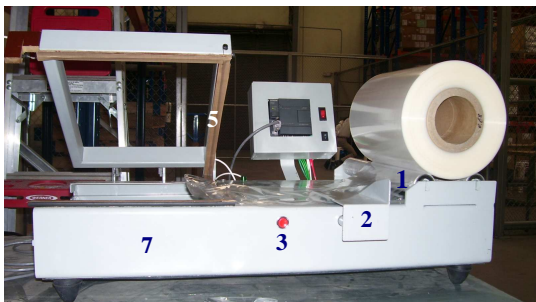
Tabla 1.3 coeficientes de variación de resistencia por grado de temperatura.

## CAPÍTULO II

### 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

#### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL Y FUNCIONAMIENTO

El objetivo principal de la máquina es realizar un sellado en forma de “L”, para sellar dos lados del plástico que envuelve al kit celular. En la figura 2.1(a) vista frontal y (b) vista lateral, se puede apreciar los elementos que conforman la selladora



(a) Vista frontal



(b) Vista superior

*Figura 2.1 Máquina Selladora.*

Para un fácil entendimiento del funcionamiento de la máquina se describen a continuación los elementos que forman parte del proceso de sellado.

1. Rodillos
2. Separador
3. Pulsador de Arranque y parada
4. Brazo Metálico
5. Niquelinas

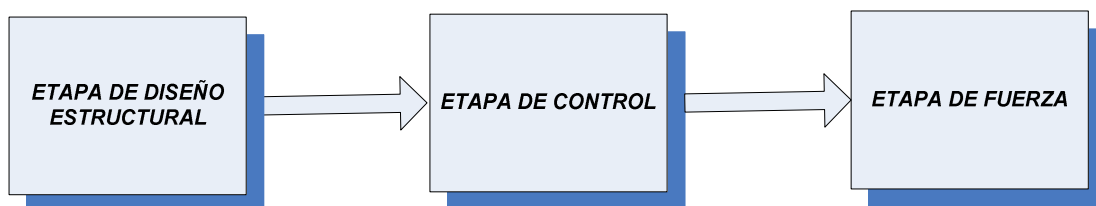
6. Base de Madera.
7. Estructura metálica

Sobre los rodillos se ubica un rollo de plástico termoencogible. El plástico proveniente del rollo pasa a través del separador, el cual mantiene abierta la lámina de plástico termoencogible, en su interior ingresa el Kit Celular a sellarse y se ubica en la base de madera de la selladora, con el Kit, ya en la base de madera el brazo metálico baja al accionar el pulsador de arranque y parada.

El cilindro neumático impulsa el brazo hacia abajo ejerciendo una fuerza entre el brazo y la estructura, el brazo metálico contiene las niquelinas que se encienden simultáneamente durante un cierto tiempo, luego de este proceso el brazo metálico vuelve a su posición inicial

El Micro-PLC es el dispositivo encargado de controlar los tiempos de encendido de las niquelinas y el accionamiento del cilindro mediante una secuencia lógica una vez que se accione el pulsador de arranque y parada.

El diseño de la selladora parte del diagrama de bloques de la figura -2.2



*Figura 2.2 Diagrama de bloques.*

### **Etapa Estructural**

La etapa estructural no es más que el aspecto físico de la máquina, en esta etapa se considera los materiales, dimensiones y ubicaciones exactas de dispositivos a utilizarse.

### **Etapa de Control**

La finalidad de esta etapa es generar la secuencia lógica de funcionamiento de elementos eléctricos y neumáticos.

### **Etapa de Fuerza**

El objetivo de esta etapa es obtener un voltaje requerido por las niquelinas al momento de sellado

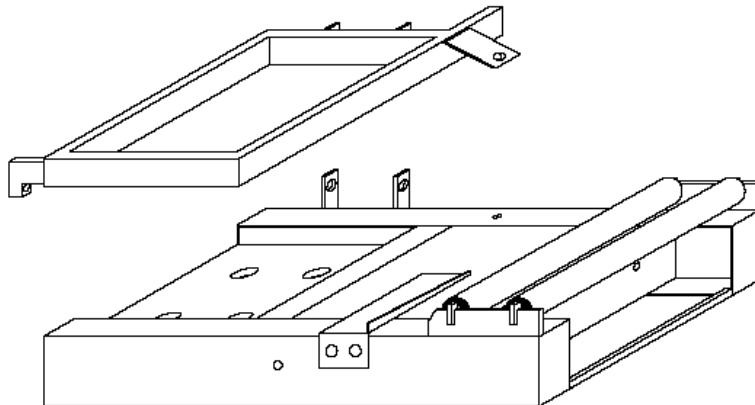
## **2.2 DISEÑO DE CADA ETAPA Y FUNCIONAMIENTO**

### **2.2.1 ETAPA ESTRUCTURAL**

En esta etapa una vez que se obtuvo la información de los diferentes elementos y su funcionamiento se procedió a la realización de un plano para representar la forma de la selladora semi-automática.

El plano se realizó en autoCAD, este plano contiene las dimensiones exactas de perforaciones, orificios y detalles de ubicación de cada elemento que conforma la selladora.

Un esquema de la máquina se aprecia en la figura 2.3 y sus dimensiones en el Anexo B



*Figura 2.3 Esquema de estructura metálica*

### **2.2.1.1 Estructura Principal**

La estructura principal es la base de la selladora, sobre esta estructura se sujetan todos los elementos fijos y móviles (Neumáticos, eléctricos, metálicos), se encuentra fabricada de canal U (correas de hierro) para evitar su deformación con el calor generado por las niquelinas en el proceso de sellado.

### **2.2.1.2 Brazo Metálico**

Se encuentra fabricado con tubos cuadrados de hierro, realiza el movimiento de sube-baja, sobre este se fijan las niquelinas y es accionado con el cilindro neumático.

### **2.2.1.3 Rodillos**

Sobre estos se coloca el plástico termo-encogible el cual es desenvuelto al girar, este giro es producido por el operario al halar el plástico de acuerdo a la necesidad y a su habilidad en esta tarea.

#### 2.2.1.4 Separador

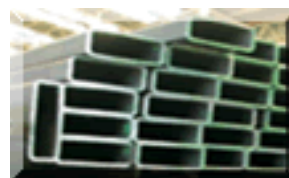
Esta pieza metálica únicamente mantiene abierta el plástico termo-encogible proveniente del rollo para fácil manipulación de los equipos.

#### 2.2.1.5 Especificaciones Técnicas

<b>NOMBRE</b>	<b>CORREAS G</b>
<b>LARGO STANDARD</b>	6 metros
<b>RECUBRIMIENTOS</b>	Negro o Galvanizado
<b>ESPEORES</b>	De 1.5 a 6 mm
<b>CALIDAD DEL ACERO</b>	ASTM A-36
<b>OBSERVACIONES</b>	Otros largos y dimensiones previa consulta



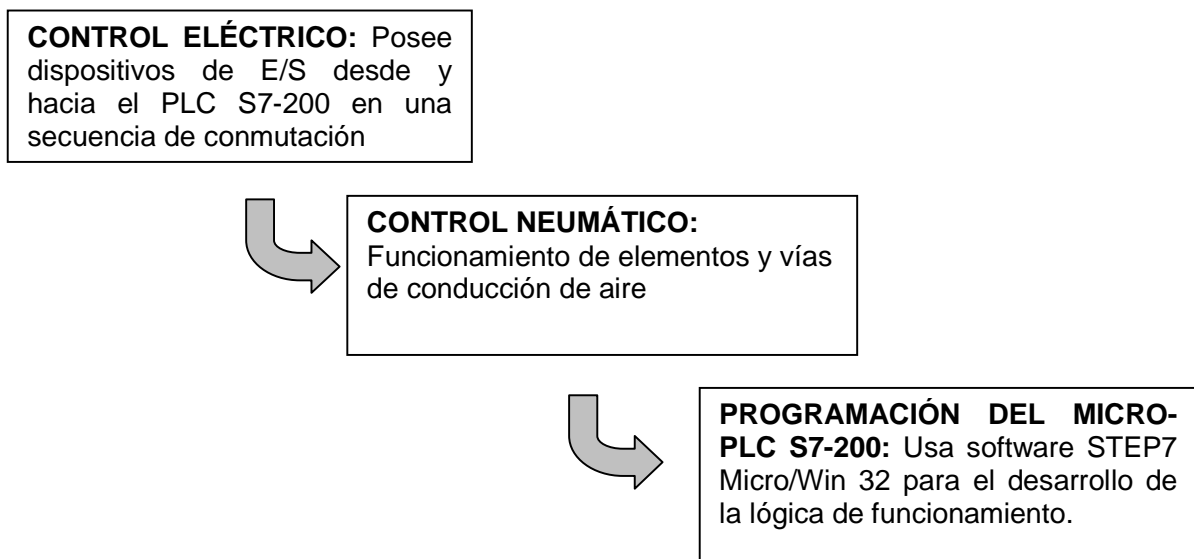
<b>NOMBRE</b>	<b>TUBO MECÁNICO RECTANGULAR</b>
<b>LARGO STANDARD</b>	6 metros
<b>RECUBRIMIENTOS</b>	Negro y galvanizado
<b>DIMENSIONES</b>	1x1/2 a 2X1"
<b>ESPEORES</b>	De 0.75 a 1.1mm
<b>CALIDAD DEL ACERO:</b>	ASTM A-36
<b>OBSERVACIONES</b>	Otros largos y dimensiones previa consulta



(Para más información ver ANEXO C, D respectivamente)

## 2.2.2 ETAPA DE CONTROL

Al referirse a la etapa de control se distingue 3 bloques que la conforman: control eléctrico, neumático y programación del Micro- PLC (S7-200) como se observa en la figura 2.4 diagrama de bloques de esta etapa.



*Figura 2.4 Diagrama de bloques Etapa de control*

### 2.2.2.1 Control Eléctrico

El sistema de control eléctrico está basado en el micro-PLC S7-200 el cual se encarga en cuantificar los tiempos de accionamiento de los actuadores. En la figura 2.5 se tiene el diagrama de conexiones del circuito de control.

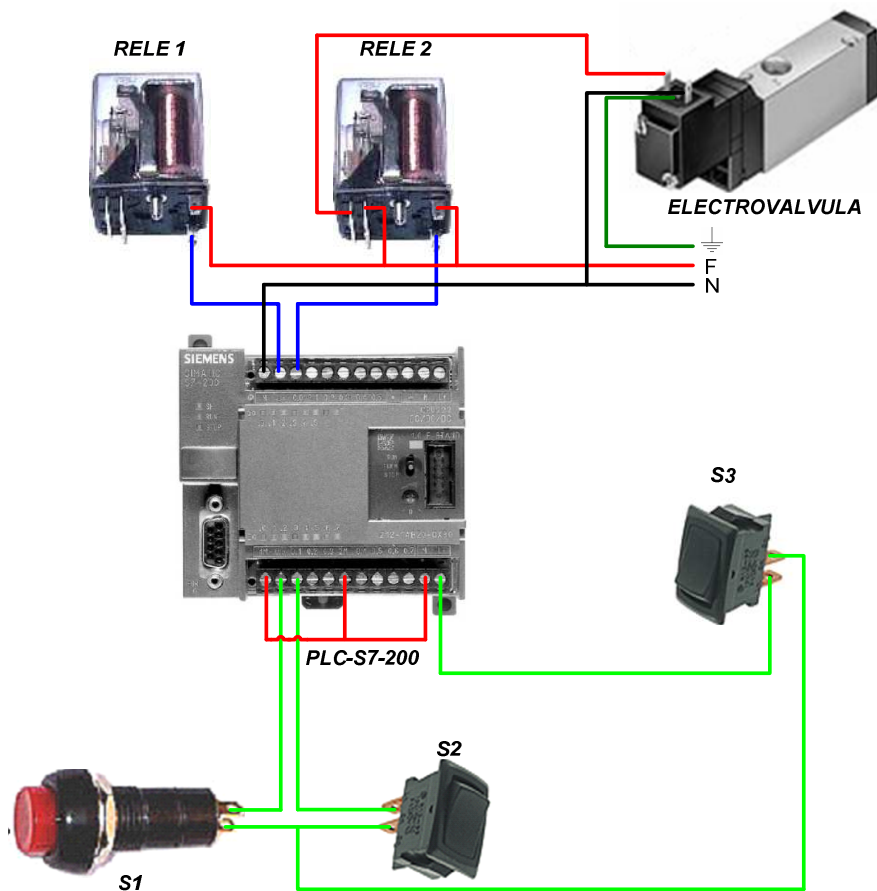


Figura 2.5 Diagrama de conexiones Circuito Eléctrico.

Por medio del pulsador S1 se inicia el ciclo de funcionamiento, en la memoria del Micro-PLC se encuentra almacenada la secuencia lógica de funcionamiento, esta secuencia es la encargada de chequear en primera instancia el estado en el que se encuentra el switch S2 para la selección del tiempo adecuado. El switch S3 es utilizado para habilitar y deshabilitar las entradas S1 y S2. Las bobinas de los relés auxiliares K1 y K2 encargados de conmutar la niquelina y la electroválvula Y1 respectivamente se encuentran conectadas a dos salidas del Micro-PLC, obsérvese en el la figura 2.6 el diagrama de cableado eléctrico.



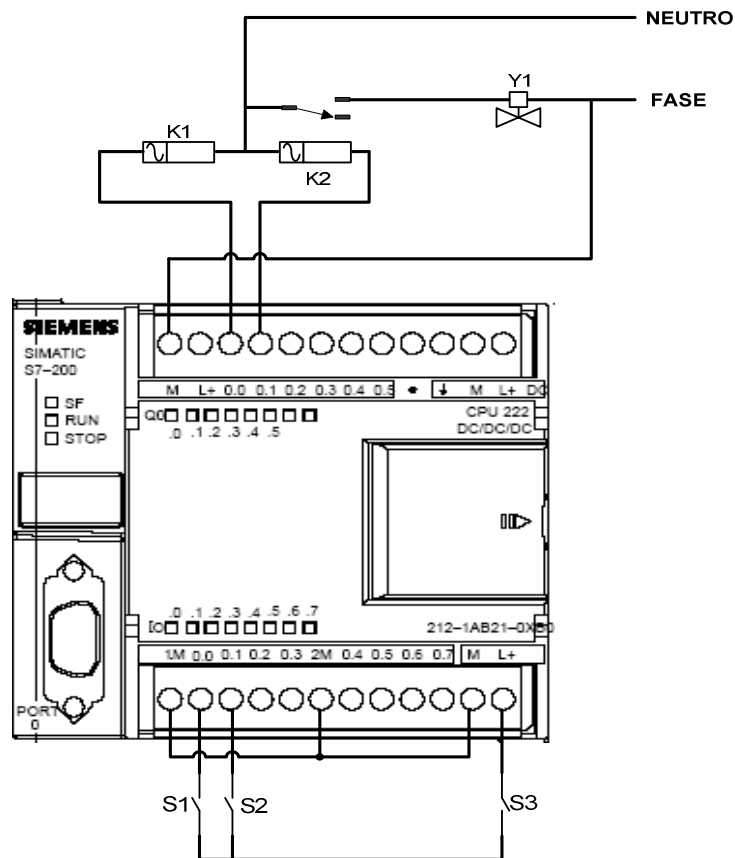


Figura 2.6 Diagrama de Cableado Eléctrico.

### 2.2.2.1.1 Consideraciones para el diseño

La selección del Micro-PLC se basa en los siguientes puntos:

- Ayudas al desarrollo de programas (Facilidad de programación)
- Fiabilidad del producto
- Servicios del suministrador
- Normalización en planta
- Compatibilidad con equipos de otra gamas
- Costo
- Previsión de repuestos.

## OBSERVACIÓN

Estos criterios no se tomaron en consideración para la selección del Micro-PLC S7-200 con el cual se realizó este proyecto debido a que la empresa SERVITELEFON disponía de este equipo, en este punto se considera los siguientes datos de placa:

<b>NOMBRE</b>	S7-200
<b>MODELO CPU</b>	CPU 222
<b>ALIMENTACION NOMINAL</b>	AC120-240V
<b>ENTRADAS</b>	8 X2 4VDC
<b>SALIDAS</b>	6 Salidas de relé
<b>FRECUENCIA</b>	60 Hz

(Para más información revisar ANEXO E)

Se consideró también la selección de switches y relés. El pulsador S1 y los interruptores S2 y S3 deben ser Normalmente Abiertos (NO) ya que el programa está diseñado para estas circunstancias. El autómatas no tiene posibilidad de determinar si en una entrada hay conectado un contacto cerrado o abierto, solo puede consultar o reconocer los estados de señal "1" ó "0" ("0" corte de corriente ó "1" paso de corriente tal como se muestra en la tabla 2.1).







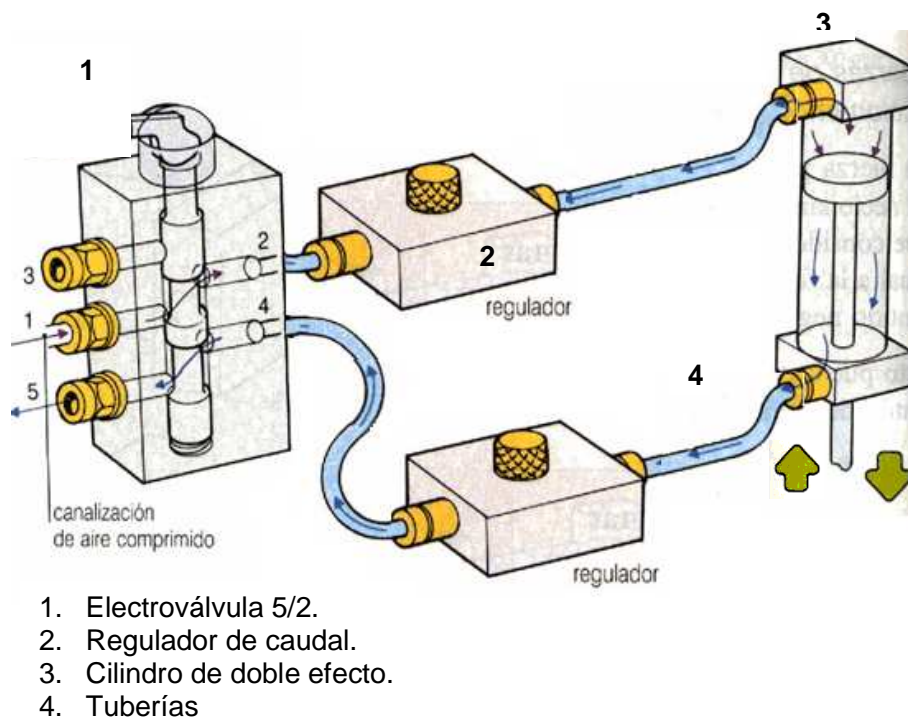
Tipo contacto	Estados	¿Existe tensión?	Estado de señal
 Abierto	<b>Accionado</b> 	SI	1
	<b>No accionado</b> 	NO	0
 Cerrado	<b>Accionado</b> 	NO	0
	<b>No accionado</b> 	SI	1

Tabla 2.1 Tipos de contactos

Los relés K1 y K2 son relés auxiliares utilizados a manera de protección para las salidas del S7-200 y sus contactos servirán para el accionamiento de la niquelina y la electroválvula Y1.

### 2.2.2.2. Control Neumático

El principio de trabajo de los elementos neumáticos se describe a partir del siguiente diagrama de conexiones del circuito neumático de la figura 2.7



*Figura 2.7 Diagrama de conexiones-Circuito Neumático.*

El generador de aire (compresor) y la unidad de mantenimiento no se incluyeron en el diseño y construcción debido a que son instalaciones externas ajenas a la máquina, siendo necesarias para el tratamiento del aire previo a su ingreso hacia las tuberías.

El compresor envía aire a través de la unidad de mantenimiento, a la salida de esta obtiene el aire libre de impurezas y con una presión industrial de 60 PSI (60Bar).

Además del cilindro de doble efecto se usan en este esquema una válvula 5/2 y dos reguladores de caudal o de flujo. La electroválvula 5/2 es accionada por una señal eléctrica enviada desde el Micro-PLC. Cuando el conjunto rotor está en la posición indicada como muestra el diagrama 2.7, el aire comprimido pasa por la válvula entre los orificios 1 y 2, y el aire hace que el pistón "salga". El aire aprisionado bajo el pistón se vacía por las tuberías y la válvula saliendo a la atmósfera por el orificio 5. Cuando la palanca se desplaza a la otra posición, el conjunto rotor sube, haciendo que el aire fluya por el orificio 4 empujando el pistón hacia arriba y obligando a que el aire salga por los orificios 2-3.

Para finalizar el funcionamiento se menciona que los reguladores limitan la velocidad de salida de aire. En la figura 2.8 se muestra el diagrama del sistema de conductos neumáticos y la descripción de los elementos utilizados

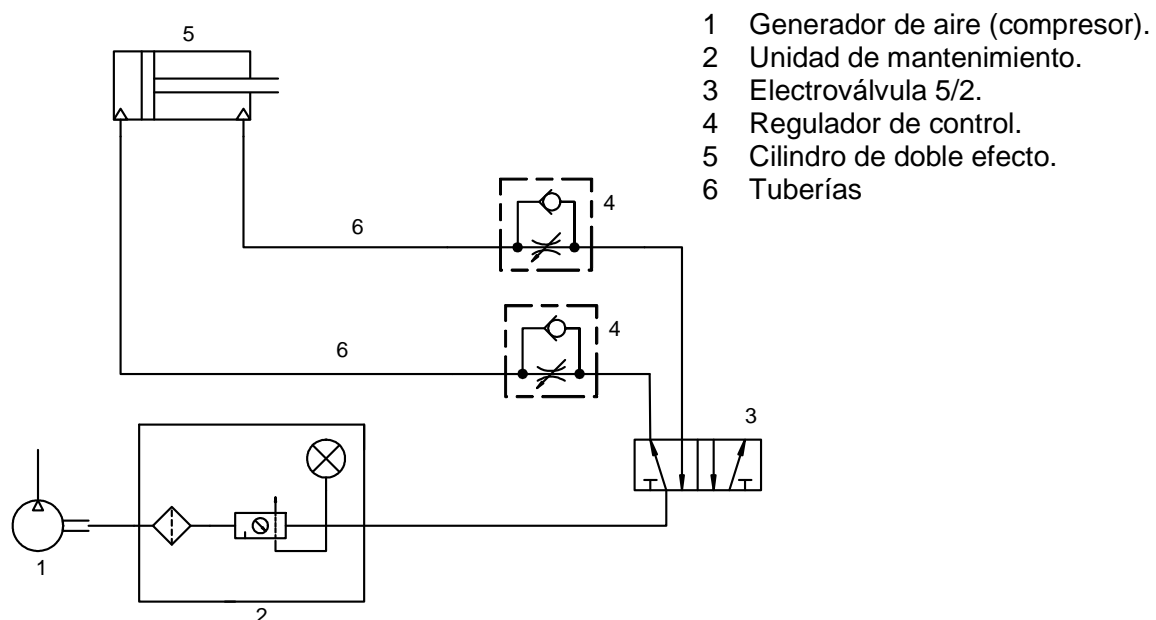


Figura 2.8 Diagrama de Conductos Neumático.

### *2.2.2.2.1 Consideraciones para el diseño*

#### *2.2.2.2.1.1 Longitud de carrera*

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

#### *2.2.2.2.1.2 Velocidad del émbolo*

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 m/s. Con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s. La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, antirretorno, y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

#### *2.2.2.2.1.3 Cálculos del cilindro*

Los cálculos se realizaron en base al catálogo del fabricante basado en la fuerza de tracción y empuje así como el consumo de aire.

### **DATOS:**

**-Presión de Trabajo:** 6 Bar (por trabajo industrial)

**- Peso Estimado:** 20Lb

### Transformación de libras a Kilogramos

$$.20lb \times \frac{1kg}{2.2lb} = 9,09kg \quad (4)$$

**PESO:**

$$9,09kg \times 9.8 \frac{m}{s} = 89,08N$$

Al peso obtenido se multiplica por 2 como factor para que la fuerza ejercida por el cilindro y el peso del brazo metálico no se encuentren en equilibrio.

$$89,08N \times 2 = 178,16N$$

El valor 178,16N se aproxima a 200N para descartar fuerzas de rozamiento. Con el valor de 200N y la presión de trabajo 6 Bar, se selecciona los diámetros del cilindro adecuado, como muestra la tabla 2.2

**FUERZAS DESARROLLADAS EN EMPUJE Y TRACCIÓN (TEORICAS)**

Diámetro cilindro D mm	Diámetro Eje d mm	Movimiento	Aire (litros cm <sup>3</sup> )	Fuerza de empuje y tracción									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
8	4	empuje	0.50	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
		tracción	0.38	4	8	11	15	19	23	26	30	34	38
10	4	empuje	0.79	8	16	24	31	38	47	55	63	71	79
		tracción	0.66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	66
12	6	empuje	1.13	11	23	34	45	57	68	79	90	102	113
		tracción	0.85	8	17	25	34	42	51	59	68	76	85
16	6	empuje	2.01	20	40	60	80	101	121	141	161	181	201
		tracción	1.73	17	35	52	69	86	104	121	138	156	173
16	8	empuje	2.01	20	40	60	80	101	121	141	161	181	201
		tracción	1.51	15	30	45	60	75	90	106	121	136	151
Diámetro del cilindro D= 25mm Diámetro del eje d =10mm				empuje	157	168	220	251	283	314			
				tracción	132	158	185	211	238	264			
				empuje	157	168	220	251	283	314			
				tracción	118	141	165	188	212	236			
				empuje	245	295	344	393	442	491			
				tracción	220	264	308	352	397	441			
25	10	empuje	4.91	49	98	147	196	245	295	344	393	442	491
		tracción	4.12	41	82	124	165	206	247	289	330	371	412
32	12	empuje	8.04	80	161	241	322	402	483	563	643	724	804
		tracción	6.91	69	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	12	empuje	12.57	126	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
		tracción	11.44	114	229	343	457	572	686	800	915	1029	1144
40	16	empuje	12.57	126	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
		tracción	10.56	106	211	317	422	528	633	739	844	950	1056

Tabla 2.2 Fuerzas en Empuje y Tracción.

(Para más información ver Anexo F)

Por lo tanto se requirió un cilindro que trabaje a 6Bar con diámetro D=25mm, d=10mm y de doble efecto. Es necesario que sea de doble efecto debido a que el cilindro debe vencer el mismo peso a la entrada y salida del vástago.

#### 2.2.2.1.4 Determinación de la electroválvula mediante el consumo de aire.

Con los diámetros D= 25mm, d= 10mm y la tabla de consumo de aire proporcionada por **METAL WORK**, seleccionamos el consumo de aire de este cilindro como indica la tabla 2.3

CONSUMO DE AIRE EN LOS CILINDROS									
Diámetro cilindro D mm	Diámetro eje d mm	Movimiento	Aire útil cm <sup>3</sup>	Consumo de aire en empuje y tracción en NI/cm de carrera					
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar
12	4	empuje	1,13	0,0023	0,0034	0,0045	0,0057	0,0068	0,0079
		tracción	1,00	0,0020					0,0070
16	6	empuje	2,01	0,0040	<b>CONSUMO:</b> <b>Empuje= 0.0344NI/cm</b> <b>Tracción=0.0264NI/cm</b>				0,0141
		tracción	1,73	0,0035					0,0121
20	8	empuje	3,14	0,0063	0,0220				
		tracción	2,64	0,0053	0,0185				
25	12	empuje	4,91	0,0098	0,0147	0,0196	0,0245	0,0295	0,0344
		tracción	3,78	0,0076	0,0113	0,0151	0,0189	0,0227	0,0264
32	12	empuje	8,04	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056
		tracción	6,91	0,014	0,021	0,028	0,035	0,042	0,049

Tabla 2.3 Consumo de Aire

(Para más información ver Anexo G)

Siendo la longitud de carrera=10cm y los valores de Tracción y Empuje los obtenidos anteriormente; se calcula el consumo Total de Aire.

Constante de consumo de aire(k) × Longitud de Carrera

$$0,0344 \frac{NI}{cm} \times 10cm = 0,344NI \longrightarrow (1)$$

$$0,0264 \frac{NI}{cm} \times 10cm = 0,264NI \longrightarrow (2)$$

Sumando (1) y (2) se obtiene:

$$\text{Consumo total} = 0,344 + 0,264$$

$$\text{Consumo Total} = 0,603 \text{ NI/ciclo}$$

Teniendo en cuenta que la selladora mueve su brazo metálico 1500 veces en 1 hora se tiene:

$$1h \rightarrow 1500 \text{ veces}$$

$$1500 \text{ veces} \times \frac{1 \text{ ciclo}}{60 \text{ min}} = 25 \text{ ciclos/min}$$

$$25 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}} \times 0,608 \frac{\text{NI}}{\text{ciclos}} = 15,2 \frac{\text{NI}}{\text{min}} \quad (5)$$

Por lo tanto el Consumo de Aire es 15,2 NI/min

Para determinar la electroválvula se toma los datos obtenidos en el consumo de aire del cilindro de 15,2 NI/min, se selecciona la electroválvula del catálogo de **METAL WORK**, como indica la tabla 2.4 (Ver Anexo H).

## VÁLVULAS

DATOS TÉCNICOS	1/8"	1/4"	1/2"
Presión: de trabajo	• Monoestable • Biestable • Asistida	2.5 bar ÷ 10 bar 1 ÷ 10 bar Vacío ÷ 10 bar	
Presión mínima asistida		2.5 bar	
Temperatura de trabajo		-10° ÷ +60°C	
Diámetro nominal	5 mm	7.5 mm	15 mm
Conductancia C	121.43 NI/min	264.26 NI/min	971.43 NI/min
Relación crítica b	0.32 bar/bar	0.27 bar/bar	0.43 bar/bar
Capacidad a 6 bar ΔP 0.5 bar	400 NI/min	750 NI/min	3200 NI/min
Capacidad a 6 bar ΔP 1 bar	550 NI/min	1100 NI/min	4600 NI/min
TRA/TRR monoestable a 6 bar	15 ms / 35 ms	19 ms / 45 ms	36 ms / 60 ms
TRA/TRR biestable a 6 bar	20 ms / 20 ms	21 ms / 21 ms	30 ms / 30 ms
Tipo de accionamiento manual		Biestable	
Tensión bobinas	24VDC ÷ 24VAC ÷ 110VAC ÷ 220VAC 50/60Hz		
Potencia	2 W (DC)	3VA (AC)	5W (DC) 5VA (AC)
Tolerancia de tensiones	-10% ÷ +15%		
Clase de aislamiento	F 155		
Fuerza max. tuerca bobina	1 Nm		

Tabla 2.4 Válvulas.



#### 2.2.2.2.1.5 Especificaciones Técnicas

<b>Cilindro doble efecto</b>	Vástago único
<b>Presión de funcionamiento</b>	Máximo 10bar
<b>Fluido</b>	Aire sin lubricación, si se utiliza aire lubricado la lubricación debe ser continua
<b>Diámetro</b>	25mm
<b>Carrera</b>	10cm

*(Para más información ver Anexo I)*

<b>Electroválvula</b>	1/8"
<b>Presión</b>	10 -10bar
<b>Temperatura de trabajo</b>	-10° a 60°C
<b>Capacidad</b>	a 6bar : 400NI/min
<b>Tensión bobinas</b>	110VAC; 50/60Hz

#### 2.2.2.3 Programación Del Micro-PLC S7-200

Como se vio en el capítulo I el software utilizado para el S7-200 es el STEP 7 Micro/Win 32. El lenguaje de programación utilizado es el KOP. Básicamente, los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida.

Por lo general, la lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas "segmentos" o "networks". El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba a abajo. Tras alcanzar la CPU el final del programa, comienza nuevamente en la primera operación del mismo.

Los elementos que se detallan a continuación son los esenciales para poder realizar la comunicación y la programación en el PLC S7-200 SIEMENS:

- PC
- STEP 7-Micro/Win
- Cable de Comunicación PC/PPI
- CPU S7-20

A continuación en la figura 2.9 se detalla las equivalencias más utilizadas del programa

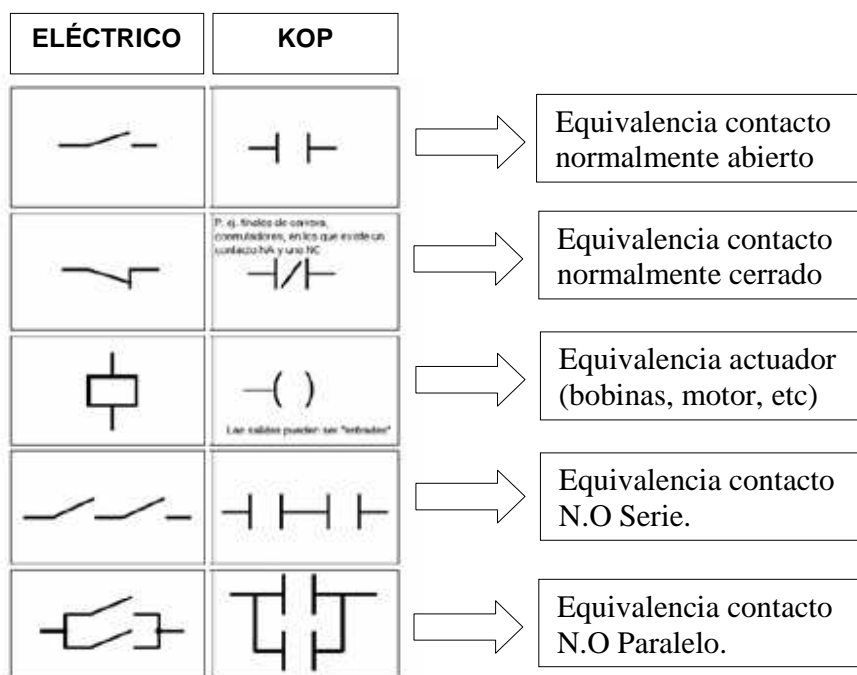


Figura 2.9 Equivalencias Eléctrico- KOP

## 2.2.2.3.1 Diagrama de Flujo para el PLC

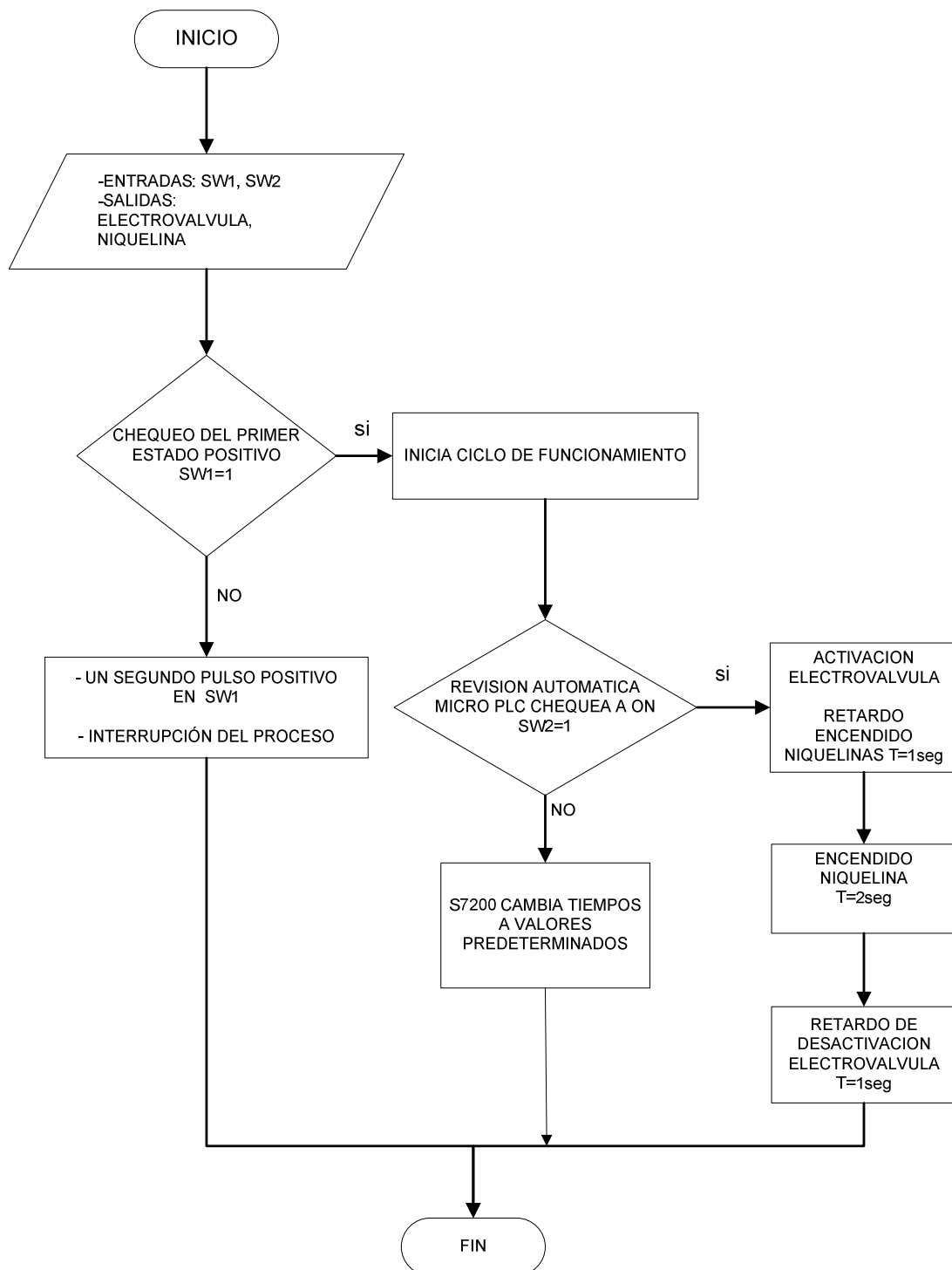


Figura 2.10 Diagrama de Flujo- Ciclo Lógico del PLC

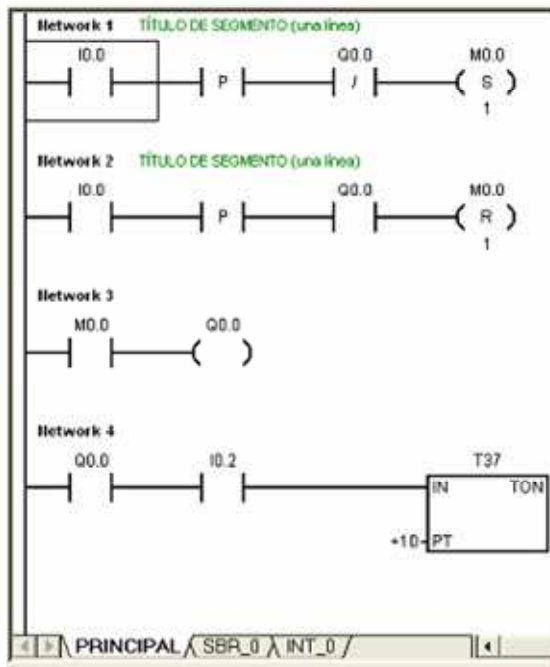
### *2.2.2.3.2 Descripción del diagrama*

Las variables que se consideran para realizar la secuencia lógica de funcionamiento son las entradas SW1 (Pulsante de inicio de funcionamiento) y SW2 (switch de cambio de tiempo), Las salidas se encuentran conformadas por la electroválvula y la niquelina.

Al momento de iniciar el ciclo de funcionamiento mediante el pulso producido en SW1(pulsante) el Micro PLC S7-200 recibe el cambio de estado de 0 a 1, mientras no se ejecute un segundo pulso el micro PLC inicia el ciclo de activación de los elementos de acuerdo a su lógica de funcionamiento. Si el micro PLC detecta dos pulsos en cualquier momento, mientras no se finalice el ciclo de funcionamiento, este detiene la secuencia y finaliza el proceso.

Si se recibe un pulso, el inicio de la operación se ejecuta y el micro PLC realiza un chequeo automático de la posición(estado) en el que se encuentre el interruptor SW2 (0 ó 1), mientras SW1 se encuentre en 1L el micro PLC habilita las salidas permitiendo el paso de energía en sus salidas, a las salidas del S7-200 se encuentran la electroválvula y la niquelina, la electroválvula permite el paso de aire al accionarse median el pulso y la orden del micro PLC, 1 segundo después del pulso se encienden las niquelinas durante 2 segundos exactamente, la electroválvula se retarda 1 segundo antes de que el micro PLC corte el paso de energía luego que las niquelinas se han apagado, y finalmente, el S7-200 abre todas las salidas en espera de un nuevo pulso para que se inicie un nuevo ciclo de funcionamiento.

### 2.2.2.3.3 Lenguaje de Programación

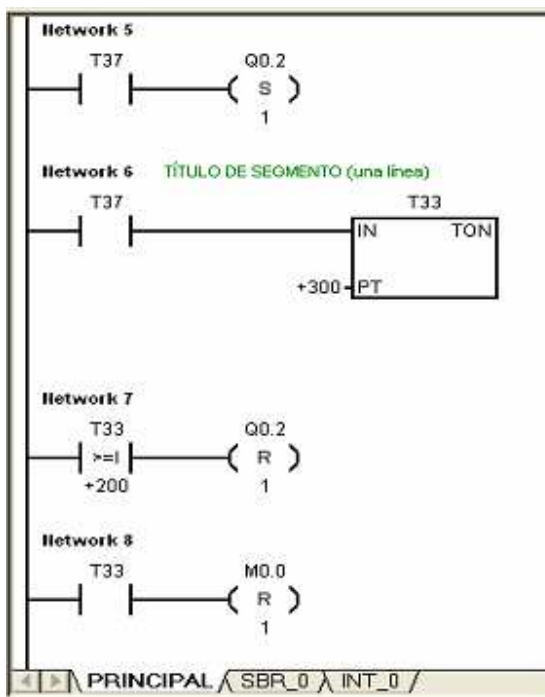


Si I0.0 esta accionado se genera un pulso, el detector de flancos I PI permite el paso de la señal positiva seteando la marca M0.0 debido a que el contacto Q0.0 es NC

Al dar un nuevo pulso, se detecta el flanco positivo nuevamente. Q0.0 es un contacto NO que reseteara M0.0 cuando cambie de posición.

La marca M0.0 al cambiar de "0" a "1" activa la salida Q0.0 (Rele K2) como consta en el diagrama eléctrico

De acuerdo al estado que tomen los contactos Q0.0 e I0.2 (switch S2), al estar en 1 el temporizador T37 demora 1s al activar ya que es que es  $T_{ON}$  (retardo a la conexión) Ver anexo j; tiempo de temporizadores

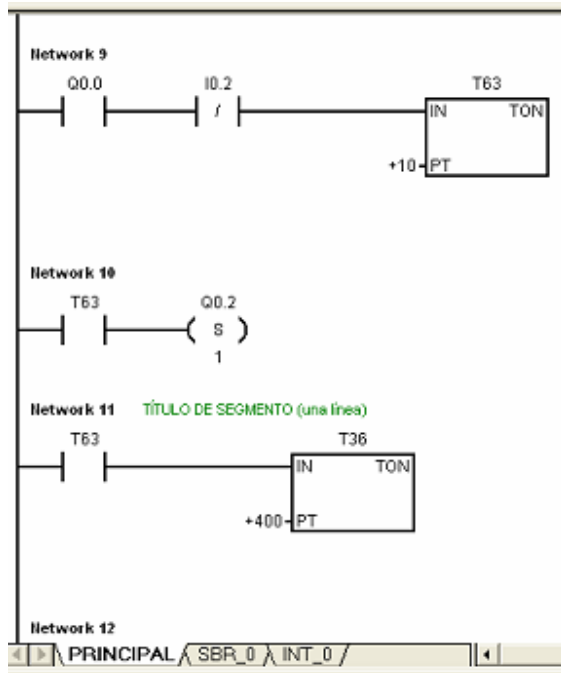


Cuando ha transcurrido 1s el contacto T37 esta en "1"; por lo tanto se setea Q0.2 (Rele K1)

El contacto T37 inicia el conteo del temporizador T33 al estar en "1" T33 es un  $T_{ON}$  (retardo al encendido) de 3s.

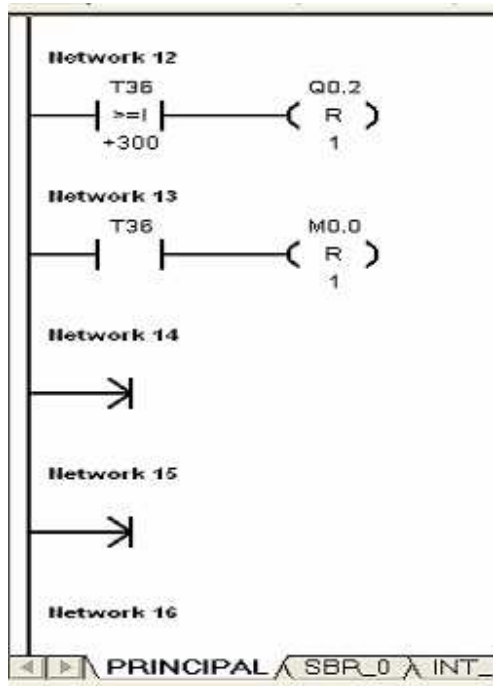
La operación comparar, compara el tiempo del  $T_{33}(T_{ON})$  y un valor de referencia ( $t=200\text{mseg}$ ) al cumplir este tiempo se resetea Q0.2 (niquelina) "Rele K1"

El contactor T33 del temporizador resetea la marca "M0.0" al cumplir el tiempo de 300mseg (desconexión total del circuito). La maquina ha cumplido un ciclo de funcionamiento y esta lista para el siguiente ciclo



Apartir del network 9-13 el funcionamiento es el mismo al descrito anteriormente (network 4-8)

La única variante del network 9 al network 4 es el contacto I0.2 el cual dependerá del estado que se encuentre S2 (como se indica en diagrama eléctrico), a mas así como los tiempos de los temporizadores.



El S7-200 chequea el estado de I0.2 y decide que grupos de instrucciones ejecutar

### 2.2.3 ETAPA DE FUERZA

Esta etapa se encuentra conformada por un transformador reductor el cual se encarga de entregar la corriente y voltaje requerida para el calentamiento de las niquelinas las mismas que realizan el sellado y la activación de la electroválvula, tal como se indica en la figura 2.11 diagrama del circuito de fuerza.

El circuito se alimenta con 110V, se produce una reducción de voltaje en las bobinas del transformador T1, obteniendo unas salidas de 24V y 26V las que son utilizadas para la activación de las niquelinas.

La selección de voltaje se realiza al cambiar de posición al selector S5, la corriente fluye a través del contacto del selector S5 y del contacto del relé Auxiliar K2 para el encendido de la niquelina R2. El relé K2 es activado por la secuencia lógica que se produce en el programa interno del PLC S7-200.

El circuito que se encuentra en paralelo al transformador simplemente es una luz indicadora R1, la luz piloto se enciende al cerrarse los contactos de K2 una vez que se energice su bobina.

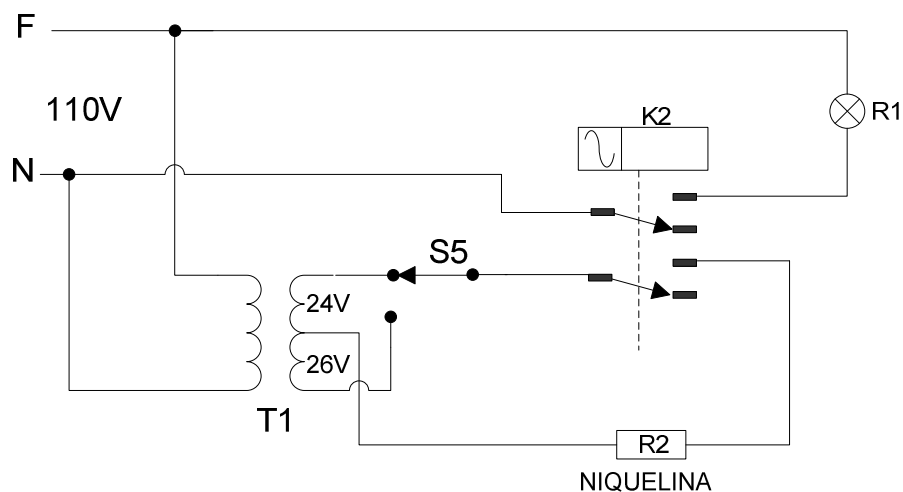


Figura 2.11 Diagrama de conexiones- Circuito de Fuerza

### 2.2.3.1 Cálculo de la resistencia de la niquelina a temperatura ambiente

**Datos:**

$$\alpha = 0.0002$$

$$t_o = 20^\circ\text{C}$$

$$t_f = 500^\circ$$

$$V = 24\text{V}$$

$$R_{to} = 1.5\Omega$$

(6)

$$R_{tf} = R_{to} \times [1 + \alpha(t_f - t_o)]$$

$$R_{niq} = 1,5\Omega [1 + 0,0002(500^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})]$$

$$R_{niq} = 1.644\Omega$$

### 2.2.3.2 Cálculo de la Potencia:

$$P = \frac{V^2}{R} ; P = \frac{(24^2)}{1.66\Omega} = 350.36\text{W} \quad (7)$$

$$P = 350,36\text{W}$$

### 2.2.3.3. Cálculo de la corriente:

$$I = \frac{P}{V} ; I = \frac{350,36\text{W}}{24\text{V}} = 14,59\text{A} \quad (8)$$

$$I = 14,59\text{A}$$



## 2.3 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA

El ensamblaje consistió en la ubicación de los elementos eléctricos y neumáticos en el lugar especificado en el diseño, a más de esto, se tiene el diagrama total de las conexiones y una breve descripción de otros elementos que forman parte del ensamblaje y que cumplen funciones menores pero importantes para el funcionamiento.

En la figura 2.12 y la tabla 2.5 se especifican los elementos utilizados y su función

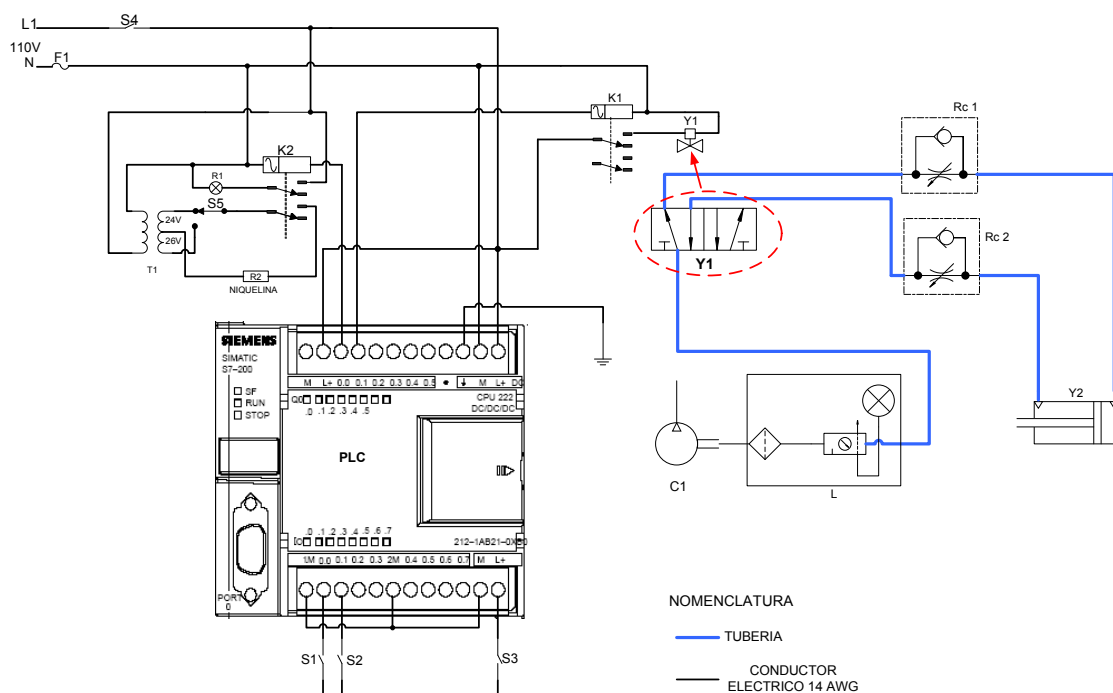


Figura 2.12 Diagrama General

Ver ampliación del diagrama en el ANEXO K

<b>Letra/ Código</b>	<b>Especificación</b>	<b>Función</b>
<b>F1</b>	Fusible 110V/15Amp	Protección general
<b>S1</b>	Pulsador	Inicio de funcionamiento
<b>S2</b>	Interruptor simple	Señal selección de tiempo
<b>S3</b>	Interruptor simple	Habilitación de entradas
<b>S4</b>	Interruptor simple	Encendido general
<b>S5</b>	Selector de dos posiciones	Selecciona Voltaje
<b>K1</b>	Relé auxiliar 110V- 15Amp	Activa electroválvula
<b>K2</b>	Relé auxiliar 110V- 15Amp	Activa niquelina
<b>R1</b>	Foco luz piloto 110V	Indicador visual
<b>R2</b>	Niquelina	Elemento para el sellado
<b>T1</b>	Transformador 110V- 24V;26V/15Amp	Reductor de voltaje
<b>Y1</b>	Electroválvula 110V	Acciona cilindro neumático
<b>PLC</b>	Controlador lógico s7-200 CPU 222	Secuencia lógica
<b>Rc1= Rc2</b>	Reguladores de caudal	Control de aire de salida
<b>Y2</b>	Cilindro doble efecto	Mueve brazo metálico
<b>L</b>	Unidad de Mantenimiento	Tratamiento del aire
<b>C1</b>	Compresor	Generador de aire
<b>Tubería</b>		Vías de circulación de aire

*Tabla 2.5 Nomenclatura*

### 2.3.1 Elementos adicionales

Por último se menciona una lista de elementos menores que forman parte de la selladora y que fueron requeridos en el ensamblaje.

- Teflón
- Bulcatex
- Caucho de 2.5cm
- Conductos
- Conexiones para conductos secundarios

**Teflón:** Lámina flexible resistente al calor, evita que el plástico tenga contacto directamente con la niquelina y queden residuos en ella.

**Bulcatex:** Son placas resistentes al calor, sólidas, de diferente espesor (5mm y 25mm) que evitan que el calor de la niquelina sea aplicado directamente al brazo metálico y aumente su temperatura.

**Caucho de 2.5cm:** Elemento encargado de mantener la uniformidad en la fuerza aplicada por el brazo directamente en la niquelina.

### 2.3.1.1 Conductos Secundarios

La selección de los tubos que formaran la instalación secundaria y los materiales con que están elaborados fueron factores importantes. Deben tenerse materiales de alta resistencia y durabilidad.

Los tubos sintéticos proporcionan buena resistencia mecánica, presentando una elevada fuerza de ruptura y gran flexibilidad. Se usan tubos de polietileno y tubos de nylon cuyas características son:

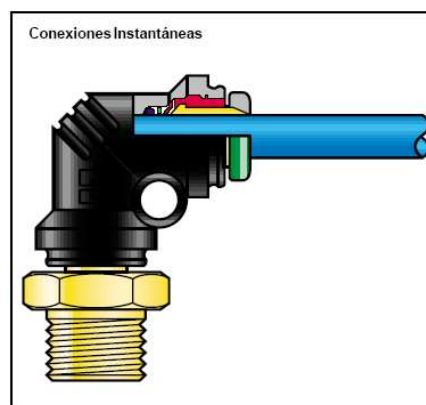
**Polietileno** - Aplicación de vacío hasta presiones de 700 KPa y temperaturas de trabajo de 37 ° C a 40 ° C.

**Nylon** - Es más resistente que el polietileno, siendo más recomendado para aplicaciones de vacío hasta 1700 kPa y temperatura de 0° C a 70° C.

### 2.3.1.2 Conexiones para los Conductos Secundarios (Racores)

La selección de las conexiones que serán utilizadas en un circuito es muy importante, deben ofrecer alternativas de ensamblaje para reducir el tiempo, tener dimensiones compactas y no presentar caídas de presión. Deben tener también estanqueidad perfecta, compatibilidad con diferentes fluidos industriales, durabilidad y permitir una rápida remoción de los tubos en caso de mantenimiento, si están dañados.

Para atender a todas las necesidades de instalación de circuitos neumáticos, control e instrumentación y otros, son las conexiones instantáneas, semejantes a las conexiones de enganche rápido las que se utiliza en el presente proyecto.



**Conexiones Instantáneas**

*Figura 2.13 Racor instantáneo*

Ver especificaciones Técnicas en el Anexo L, si se requiere de mayor información.

## 2.4 PRUEBAS Y CALIBRACIÓN

El objetivo de este capítulo fue verificar el correcto funcionamiento de la máquina en el ambiente de trabajo

La precisión es un parámetro significativo que se tiene presente al momento de realizar las pruebas.

La manera en la que se determinó la precisión del sistema fue midiendo los valores que se obtuvieron cuando se producía el sellado de los equipos. Los tiempos de accionamiento tuvieron que ser cambiados, variándolos hasta obtener el sellado y corte del plástico termo-encogible sin que este se encoja al momento del corte.

En los gráficos siguientes se presenta algunas de las pruebas de tiempo y calidad de sellado.



*Figura 2.14 Prueba 1: t= 1seg calentamiento, plástico sellado no cortado*

En la figura 2.14 se observa la prueba 1. Esta prueba se realizó con un tiempo de calentamiento de las niquelinas de 1seg, como resultado de cada prueba se obtuvo el sellado del plástico pero no el corte



**Figura 2.15 Prueba 2 (a)  $t=2$  seg calentamiento, plástico sellado y cortado, (b)  $t=2$ seg, teflón quemado por falta de enfriamiento**

El tiempo de encendido para la prueba 2 fue incrementado a 2 seg. En los gráficos de la figura 2.15 (a) se observa que el incremento del tiempo sí produjo el corte y el sellado, pero, provocando que el plástico se encoja. Al ser accionada la máquina una y otra vez el teflón no resistió el calor generado por la niquelina lo cual provocó que este se queme pues no se contaba con el tiempo de espera para el enfriamiento de las niquelinas tal como se indica en la figura 2.15 (b).



**Figura 2.16 Prueba 3 :  $t_1= 1$  seg retardo,  $t_2= 2$  seg calentamiento,  $t_3= 1$  seg enfriamiento, plástico sellado y cortado con teflón intacto.**

En la prueba 3 se consiguen los tiempos adecuados para el correcto funcionamiento, estos tiempos se encuentran en 1 seg. de retardo al encendido de las niquelinas mientras el brazo metálico llega a la posición de sellado, una vez que el brazo metálico se encuentre abajo inicia el calentamiento de las niquelinas durante 2 seg; transcurrido este tiempo las niquelinas se desenergizan y el brazo permanece un segundo más en su posición permitiendo que la niquelina se enfríe y que el operario retire su producto.

Por lo tanto el tiempo total de sellado de 1 equipo durará 4 seg utilizando la niquelina # 19, se puede utilizar otro numero de niquelina pero se requerirá variar los tiempos de encendido.

## **2.5 ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO**

### **2.5.1 ANÁLISIS TÉCNICO**

La máquina selladora está construida con elementos eléctricos, neumáticos, y un micro-PLC que es la parte esencial para el funcionamiento.

El objetivo es responder a las necesidades de la empresa SERVITELEFON y colaboradores para la mejora del proceso de emplastado aumentando su producción mediante un sistema confiable y práctico.

#### **2.5.1.1 Manual de Usuario**

Para obtener un funcionamiento óptimo de la máquina se presenta un manual de usuario, en él constan varias consideraciones que son necesarias previo al trabajo y durante la realización del mismo. El manual de usuario se adjunta a este proyecto en el ANEXO J por lo que en este punto no se describen los parámetros de funcionamiento.

### **2.5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO**

#### **2.5.2.1 Detalle de Elementos Utilizados**

Los costos de construcción equipos y elementos se detallan en las tablas siguientes:

##### ***Estructura metálica***

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>V. Unitario (\$)</b>	<b>V. Total (\$)</b>
1	Estructura metálica	300	300

Tabla 2.6 Detalle Estructura Metálica

OBSERVACIÓN: La estructura fue armada en un taller especializado.



**Elementos Eléctricos, Neumáticos***Eléctricos*

<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. Unitario (\$)</b>	<b>P. Total (\$)</b>
1	Transformador	100	100
1	Pulsador	0,70	0,70
1	Fusible	0,50	0,50
1	Porta fusible 6x 32mm	0,31	0,31
2	Relés Auxiliares- 8P-110V con base telemecanique	14,28 +iva	15,99
1	Selector de 2 posiciones. 16mm	7,70	8,62
3	Switch	0,75	2,25
2	Conectores rosca #14 Anaranjado	0,05	0,10
2	Conectores rosca #12 Amarillo	0,06	0,12
2	Bornera 6 puntos 15Amp	0,98	1,96
3 m	Niquelinas # 19 - 22	2,00	6,00
1	Enchufe de 3 patas	1,50	1,50
1	Micro-PLC S7-200 (CPU 222)	184	206,08
1	Luz piloto 110V	1,00	1,00
6 m	Conductor de Cu concéntrico TSJ # 3x 12	2,36	27,6
5	Terminal ojo Azul # 8/4	0,05	0,28
2	Cable Siliconado .# 12	1,88	4,21
		<b>SUBTOTAL (\$)</b>	377,22
		<b>IVA12%</b>	45,27
		<b>TOTAL (\$)</b>	422,49

Tabla 2.7 Detalle Elementos Eléctricos

Los dispositivos utilizados en la parte neumática son los siguientes.

<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. Unitario (\$)</b>	<b>P. Total (\$)</b>
1	Electroválvula 5/2 1/8" reacción resorte	68,30	68,30
1	Bobina tipo 22, D=8BA 3VA-110VAC, 50/60Hz	14,90	14,90
1	Ficha de conexión tipo 22 STD	3,50	3,50
2	Silenciador ajustable con llave 1/8"	2,50	5,00
1	Micro cilindro doble efecto no amortiguado con imán D=25mm	77,52	77,52
1	Manguera poliuretano 4mm	0,84	0,84
3 m	Manguera poliuretano 6mm	0,74	2,22
1	Conector codo metálico macho 4 1/8 cónico Fox	2,73	2,73
2	Conector codo metálico macho 6 1/8 Fox	2,92	5,84
1	Conector codo metálico macho 6 1/4 cónico Fox	3,09	3,09
<b>SUBTOTAL (\$)</b>			183,94
<b>IVA12%</b>			22,07
<b>TOTAL (\$)</b>			206,01

Tabla 2.8 Detalle Elementos Neumáticos

**Otros accesorios**

<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. Unitario (\$)</b>	<b>P. Total (\$)</b>
10	Bases adhesivas 4.7 mm	0,06	0,60
10	Amarras DEXON 10cm T4	0,01	1,00
4	Patatas de caucho	6	6

<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. Unitario (\$)</b>	<b>P. Total (\$)</b>
4	Brocas	0,30	1,20
1m	Tiras de caucho	1,20	1,20
1	Tuerca paso especial 10x 1.25	0,20	0,20
1	Perno de acero grado 8 ¼ x ½"	0,12	0,12
1	Perno de acero grado 8 ¼ x 2"	0,17	0,17
2	Tuercas hexagonales	0,02	0,04
2	Pernos Allen acero grado 12.9 5x0.80x12 mm	0,10	0,20
2	Pernos Allen acero grado 12.9 5x0.80x30 mm	0,12	0,24
1	Perno acerados	1	1
2	Resortes pequeños	0,60	1,20
4	Rodelas planas de 5/16	0,03	0,12
4	Rodamientos	2,50	10
30 cm	Bulcatex de 12mm	10	10
3 m	Bulcatex de 6mm	40	120
3m	Teflón térmico	30	90
1	Taipe	0,75	0,75
1	Cemento de contacto	2,00	2,00
	Tornillos autoroscables, otros pernos y tuercas	3	3
		<b>SUBTOTAL (\$)</b>	249,04
		<b>IVA12%</b>	29,88
		<b>TOTAL (\$)</b>	278,92

Tabla 2.9 Detalle Otros Elementos

Sumando los totales anteriores obtenidos en cada una de las tablas se tiene:

$$\text{TOTAL} = 278.92 + 206.01 + 422.49 + 300$$

$$= \text{USD } 1207,42$$

## 2.5.2.2 Tiempo de Recuperación

### 2.5.2.2.1 Cálculo mensual de producción

Datos:

Nº de equipos= 50

T= 8horas/diarias

Precio= 0,14USD/equipo

$$50 \frac{\text{equipos}}{\text{hora}} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} = 400 \frac{\text{equipos}}{\text{dia}} \quad (9)$$

$$400 \frac{\text{equipos}}{\text{dia}} \times 0,14 \frac{\text{USD}}{\text{equipos}} = 56 \frac{\text{USD}}{\text{diarios}} \quad (10)$$

$$56 \frac{\text{USD}}{\text{diarios}} \times 20 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 1120 \frac{\text{USD}}{\text{mensuales}} \quad (11)$$

### 2.5.2.2.2 Cálculo tiempo de recuperación

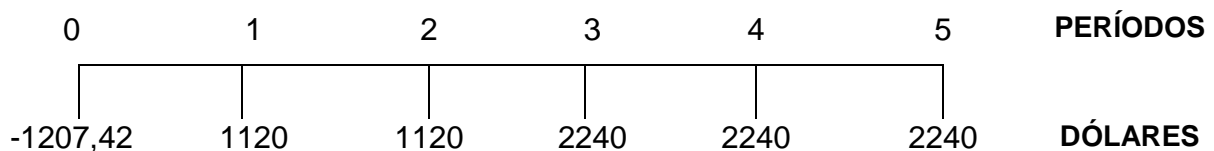


Figura 2.17 Representación grafica del Tiempo de Recuperación

En la figura 2.17 se tiene hasta el período 2 una sumatoria de 2240 USD, valor mayor al monto de la inversión inicial 1207,42 USD, esto quiere decir que el tiempo de recuperación se encuentra entre los períodos 1 y 2.

Para determinarlo con mayor exactitud se realiza el siguiente proceso:

- Se toma el período anterior a la recuperación total (1)
- Costo no recuperado: 1207,42 USD – 1120 USD = 87,42USD

- Dividimos el costo no recuperado  $87,42 \div 1120 = 0,078$
- Se suma el período anterior al de la recuperación total (1) y el valor calculado en el paso anterior (0,078):  $1 + 0,078 = 1,078$
- El período de recuperación de la inversión, para este proyecto es de 1.078 periodos.
- En tiempo este período equivale a (1) = 1 mes, (0,078) = 2 días aproximadamente.

MESES	DIAS
1	20 x 0.078
1	1,56

Tabla 2.10 Tiempo de Recuperación

La empresa SERVITELEFON cubrió con la totalidad de los gastos de construcción de este proyecto. Se llega a un acuerdo entre los responsables de realizar este trabajo y la empresa; este trabajo surge como propuesta a mejorar los servicios que presta la empresa así como también por cubrir la necesidad de presentar un tema de tesis de grado por nuestra parte, se acuerda realizar la construcción de la selladora y que esta sería retirada de las instalaciones el momento que fuere necesario para una previa revisión y presentarlo ante el tribunal que se nos designe para la defensa del proyecto de grado.

El acuerdo al que se llegó consta de lo siguiente: La selladora podrá salir de las instalaciones una vez que se haya recuperado el costo de la inversión que se realizó en la selladora y se obtenga un 50% de ganancia. El tiempo estimado para recuperar esta inversión fue de tres meses en un horario normal de trabajo en jornadas de 8 horas laborales.

La selladora empieza a funcionar en la empresa en agosto del 2007 por lo que el tiempo de recuperación de ésta inversión estaba propuesto para los meses de

septiembre, octubre y noviembre de este mismo año, de acuerdo a la producción real del proyecto estos resultados se obtuvieron antes de lo estimado.

La producción que SERVITELEFON mantiene es de 150 a 200 equipos sellados por hora, esto depende de la habilidad de sus colaboradores en este proceso, cada equipo sellado cuesta 0,14 centavos, en una jornada completa se realizan 1600 equipo lo que da un costo de 224 dólares diarios. Este resultado se lo multiplica por 20 días y se obtiene 4480 dólares mensualmente.

Con la utilización de la nueva máquina selladora la producción se incrementó de 250 a 300 equipos por hora, teniendo en cuenta que esta tarea tiene variaciones de acuerdo a la habilidad que tengan sus operarios y que estos valores son los mínimos que se producen. Por lo tanto, para motivos de cálculo se toman como mínimo 50 equipos que la máquina incrementará en la producción normal teniendo: 50 equipos por hora para un total de 400 equipos que se realizarán por día a un costo de 0,14 centavos de dólar, la máquina produce 56 dólares extras por día en comparación con la producción anterior y en 20 días se tiene 1120 dólares que sería la producción extra mensual.

Por lo tanto para recuperar la inversión y un 50%, se requirió de dos meses en un horario de 8 horas laborales, cabe mencionar que la selladora estuvo en uso en los meses en que la producción de la empresa se encontraba en temporada alta por lo que se mantuvo en funcionamiento en dos jornada de trabajo diarias laborando también sábados y domingos durante tres meses seguidos. La máquina se mantiene en funcionamiento desde agosto del 2007 hasta el mes de junio del 2008 fecha en que la máquina sale de las instalaciones y pasa a ser motivo del proyecto de titulación para luego ingresar nuevamente a las instalaciones como se había acordado.

Actualmente SERVITELEFON está adecuando sus instalaciones para implementar sus líneas de producción con nuevas máquinas que serán una mejora al proyecto presentado pues estas serán completamente automáticas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- El proyecto brinda una mejor facilidad de uso y aumenta la agilidad en el proceso de sellado.
- Facilita opciones de implementación o cambios requeridos por el usuario.
- Con la nueva máquina selladora se redujo el desperdicio de la materia prima, al obtener un ajuste considerable en el tiempo de sellado en comparación al tiempo del proceso anterior.
- La selladora satisface la necesidad de reducir el esfuerzo físico y aumentar la producción diaria de equipos en el proceso de sellado.
- La máquina puede programarse para que trabaje de manera continua según la necesidad del operador
- El proyecto se encuentra diseñado para una tarea con equipos específicos, a partir de este proyecto se puede llegar a mejoras para utilizarlo en otros campos industriales.
- Los costos que se presentan en el análisis pueden tener una disminución si la construcción se la realiza utilizando un solo controlador para dos o más maquinarias, a más de que se aprovechará los elementos sobrantes en ellos.
- La niquelina a utilizarse no necesariamente puede ser la N° 19 se puede variarla hasta la N° 25 pero se debe considerar que para las que se encuentren en este rango se deberá cambiar el tiempo de activación y/o el voltaje de alimentación del transformador.



## RECOMENDACIONES

- La máquina selladora puede tener algunas adaptaciones al actual diseño con el fin de obtener una máquina completamente automática.
- Al presente proyecto se podría agregar una banda transportadora con el fin de enviar el producto hacia un lugar específico haciendo uso del mismo Controlador Lógico para obtener un sellado completamente automático.
- Otra de las implementaciones a este proyecto es utilizar otro tipo de niquelina de superficie ancha para obtener un sellado con una área plana para otro de sellado en otro tipo de productos
- Comprobar las conexiones del cable, el ajuste de la velocidad de transmisión en el cable PC/PPI así como la interfase correcta.
- Se recomienda utilizar niquelinas delgadas para que se produzca un sellado de mejor calidad con menos tiempo de activación.
- Es recomendable mantener la niquelina siempre recubierta con el teflón para que el plástico no se pegue a ella al momento del sellado.
- Es necesario el uso del transformador para evitar que la niquelina se queme al ponerse al rojo vivo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **BADÍA, MAYOL A.** "Autómatas programables", Madrid-España. Ed. Serie Productiva, Alfa Omega. Segunda Edición, Año 1993 -195p
2. **BEHREND, SZKLANNY S,** "Sistemas digitales de Control de Procesos", Editorial Control. Cuarta Edición. Año 1990 – 562p
3. **CORFOPYM,**"Manual de Automatización industrial con PLC's modulo avanzado Simatic".S/Ed. Año 2006 – 80p
4. **DEL RAZO, HERNÁNDEZ ADOLFO,** "Sistemas Neumáticos e Hidráulicos: Apuntes de Teoría" Editorial: U.P.I.I.C.S.A, México D.F., 2001. 250p
5. **DEPERT W. / K. STOLL.** "Dispositivo Neumáticos" Ed. Marcombo Boixareu. España, Barcelona. Tercera Edición. Año 1995 -450p
6. **GUILLÉN SALVADOR, ANTONIO.** "Introducción a la Neumática" Editorial: Marcombo, Boixerau editores, Barcelona-México 1988.- 145p
7. **HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO.** Metodología de la Investigación / Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. - Colombia: Ed. Panamericana Formas e Impresos S.A., 1997.
8. **MORENO, GARCÍA E,** "Automatización de Procesos Industriales", Alfa Omega.
9. **MORENO, PIEDRAFITA R,** "Automatización Industrial", Alfaomega Ra-Ma.
10. **SERVITELEFON. SA.** "Servicio de Fullfillment" - Quito – Ecuador. Segunda Edición Año 2006 – 43p

**11. SIMATIC S7–200** Sistema de automatización / Manual del sistema Siemens  
AG Marzo Segunda Edición. Año 2000 – 606p

**12. TORRES FERNANDEZ, PAUL.** ¿Cómo redactar una tesis?  
Recomendaciones generales. -- Potosí: Ed. Asesores Bioestadísticos, 1997

**13.** <http://www.festo.com/argentina/104.htm>

**14.** <http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm>

**15.** [http://www.vitroaceros.com.ec/np\\_tuboscuadrados.html](http://www.vitroaceros.com.ec/np_tuboscuadrados.html)

**16.** <http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>