

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA ESFOT

DIMENSIONAMIENTO Y SIMULACIÓN DE UNA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

ALARCÓN PORRAS MIGUEL ANGEL

JÁCOME YUGCHA ROBIN MEDARDO

DIRECTOR: Dr. ÁLVARO AGUINAGA

Quito, Junio del 2006

DECLARACIÓN

Nosotros Alarcón Porras Miguel Angel y Jácome Yugcha Robin Medardo, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por sus reglamentos y por la normatividad institucional vigente.

Alarcón Porras Miguel Angel

Jácome Yugcha Robin Medardo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: Alarcón Porras Miguel Angel y Jácome Yugcha Robin Medardo, bajo mi supervisión.

Dr. Álvaro Aguinaga
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica Nacional y en especial al personal docente de la carrera de Mantenimiento Industrial, por todos los conocimientos impartidos durante nuestra formación profesional.

Un especial agradecimiento a nuestro Director de tesis Dr. Álvaro Aguinaga por su voluntad, empuje y ayuda para lograr culminar este trabajo investigativo.

*Alarcón Porras Miguel Angel
Jácome Yugcha Robin Medardo*

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por ser la luz que guía mi camino, pues es mi compañero fiel que nunca me a fallado en los momentos que lo he necesitado.

A mis padres por todo el esfuerzo que han realizado para que salga adelante, cumpliendo mis sueños y anhelos propuestos.

A mis hermanas por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera universitaria, que han sido un espejo para no desfallecer en los momentos más difíciles que nos pone el destino.

A mis amigos por extenderme su mano siempre que los he necesitado, recibiendo de ellos una amistad sincera y verdadero compañerismo.

ALARCÓN PORRAS MIGUEL ANGEL

DEDICATORIA

En especial a mis padres Víctor y Blanca, a quienes adoro muchísimo pues son mi más valioso tesoro, ya que han sido un gran ejemplo de superación y trabajo arduo, en todo momento que los he necesitado ellos nunca me han fallado.

A mis hermanas Taty y Cris, gracias a sus consejos y apoyo incondicional he podido salir adelante y conseguir mis objetivos propuestos.

ALARCÓN PORRAS MIGUEL ANGEL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría y salud para llegar a alcanzar mis metas.

Agradezco a mis padres por el apoyo y paciencia a lo largo de mi vida estudiantil, en especial a mi madre por apoyarme en los momentos más difíciles en los que sentía desmayar y con su amor de madre me supo entenderme y aconsejarme para mi bienestar.

A mis hermanos y primos por estar siempre presentes en los momentos difíciles de mi vida.

A mis tíos que con sus consejos supieron guiarme por el camino del saber.

A mis amigos que con su apoyo incondicional superamos muchos obstáculos en la vida.

JÁCOME YUGCHA ROBIN MEDARDO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que con su ejemplo me guiaron, ayudándome a alcanzar un peldaño más en el camino de mi vida.

A mi hija Ibeth Anahí porque con sus sonrisas y travesuras me impulsó a conseguir los sueños y anhelos que tengo trazados en mi vida, los cuales contribuirán a su bienestar.

A mis hermanos quienes con su apoyo incondicional y cariño nunca dejaron que desmaye.

JACOME YUGCHA ROBIN MEDARDO

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	V
RESUMEN.....	VI
OBJETIVOS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII
1. CAPITULO I	1
TETRA PAK	1
1.1. HISTORIA DE TETRA PAK.....	1
1.2. FUNCIÓN FUNDAMENTAL	1
1.2.1. PROPIEDADES	1
1.2.1.1. Resistencia mecánica a la tracción.....	2
1.2.1.2. Resistencia mecánica a la perforación.....	2
1.2.1.3. Resistencia mecánica a bajas temperaturas.....	2
1.2.2. REQUISITOS	2
1.3. BENEFICIOS.....	3
1.3.1. PROTEGE LO BUENO	3
1.3.2. ALIMENTOS SEGUROS.....	4
1.3.3. ENVASES ASEPTICOS.....	5
1.3.3.1 Ventajas de los Envases Asépticos	5
1.4. VENTAJAS DEL ENVASADO ASÉPTICO.....	6
1.4.1. EL SISTEMA DE PROCESO Y ENVASADO ASÉPTICO DE TETRA PAK PROPORCIONA.....	7
1.5. CAPAS DEL ENVASE.....	7
1.5.1. POLIETILENO.....	8
1.5.2. PAPEL.....	8
1.5.3. ALUMINIO.....	8
1.6. MATERIALES EMPLEADOS EN LOS ENVASES FLEXIBLES	9
1.6.1. PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL PAPEL.....	11
1.6.2. CONVENIENCIA.....	12
1.6.3. VENTAJAS DE LOS ENVASES DE CARTÓN.....	12
1.6.4. ENVASES MODERNOS	13
1.6.4.1. Innovación.....	13
1.6.5. TIPOS DE ENVASES.....	14
1.6.5.1. Tetra Classic Aseptic	15

1.6.5.2. Tetra Brik Aseptic.....	15
1.6.5.3. Tetra Wedge Aseptic.....	16
1.6.5.4. Tetra Prisma Aseptic.....	16
1.6.5.5. Tetra Rex	17
1.6.5.6. Tetra Fino Aseptic.....	17
1.6.5.7. Tetra Top	18
 1.7. RECICLAJE DE ENVASES.....	 18
 2. CAPITULO II.....	 20
NEUMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN	20
 2.1. INTRODUCCIÓN	 20
2.2. AUTOMATIZACIÓN	20
2.3. NEUMÁTICA INDUSTRIAL.....	22
2.3.1. CARACTERISTICAS DEL AIRE COMPRIMIDO.....	23
2.3.2. VENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO.....	23
2.3.3. DESVENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO	24
2.4. RENTABILIDAD DE LOS EQUIPOS NEUMÁTICOS.....	25
2.5. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO.....	25
A. PRODUCCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO	25
B. REGULACIÓN Y CONTROL.....	32
C. APLICACIÓN INDUSTRIAL.....	38
2.6. ELECTROVÁLVULAS.....	43
2.6.1. ELECTROVÁLVULAS DE DOBLE SOLENOIDE	45
2.6.2. VÁLVULAS PROPORCIONALES	46
 3. CAPITULO III	 48
DIMENSIONAMIENTO DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA	48
3.1. EMPACADORA NEUMÁTICA.....	48
3.2. REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DE LOS ACTUADORES.....	50
3.2.1. SISTEMA SIMPLIFICADO	51
3.2.2. ÓRDENES DADAS A LOS CILINDROS	52
 4. CAPITULO IV.....	 52
ESTRUCTURACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE CILINDROS Y ELECTROVÁLVULAS.....	52

4.1. CILINDRO CDN	52
4.2. ELECTROVÁLVULA 5/2	53
4.3. PARÁMETROS REQUERIDOS	53
4.4. ESQUEMA DE CONECCION DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO	57
4.5. DATOS TÉCNICOS DE LA EMPACADORA	58
4.6. DIAGRAMA FASE - TIEMPO	61
5. CAPITULO V.....	63
PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO POR MEDIO DE UN PLC.....	63
5.1. CONCEPTO PLC	63
5.2. ESTRUCTURA DE UN P.L.C.....	63
5.3. PARTES DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE	64
5.3.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN	64
5.3.2. CPU.....	64
5.3.3. MÓDULO DE ENTRADAS	65
5.3.4. MÓDULO DE SALIDAS	67
5.3.5. TERMINAL DE PROGRAMACIÓN	69
5.3.6. PERIFÉRICOS	70
5.4. CAMPOS DE APLICACION DEL PLC.....	71
5.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN P.L.C.....	72
5.6. APLICACION DEL PLC.....	73
5.6.1. CONTROL DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK	73
5.7. SISTEMA DE PROGRAMACIÓN.....	75
5.7.1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	75
5.7.1.1. EL LENGUAJE AWL	75
5.7.1.2. EL LENGUAJE KOP	76
5.8. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK	77
5.9. DESCRIPCIÓN DE LOS SÍMBOLOS EN LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK	81

5.10. PROGRAMA DE LA EMPACADORA DE TETRA PAK.....	85
5.11. PROGRAMA DEL CIRCUITO DE LIMPIEZA ASEPTICA DEL PAPEL TETRA PAK	90
5.12. PROGRAMA DEL CIRCUITO DE LIMPIEZA POR RECIRCULACIÓN DE VAPOR DE AGUA.....	92
5.13. SIMULACIÓN DE UNA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK	95
5.13.1. Simulador S7_200.....	95
5.13.2. PC – SIMU	96
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	104
APUNTES.....	104
LIBROS.....	104
PÁGINAS WEB.	105
ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 Envases Protectores.....	4
Fig.2 Capas del envase.....	7
Fig.3 Capas Principales.....	9
Fig.4 Proceso de fabricación del papel.....	11
Fig.5 Tipos de envases.....	14
Fig.6 Tetra Classic Aseptic.....	15
Fig.7 Tetra Brik Aseptic.....	15
Fig.8 Tetra Wedge Aseptic.....	16
Fig.9 Tetra Prisma Aseptic.....	16
Fig.10 Tetra Rex.....	17
Fig.11 Tetra Fino Aseptic.....	17
Fig.12 Tetra Top.....	18
Fig.13 Elementos Neumáticos.....	22
Fig.14 Producción y Tratamiento del aire.....	26
Fig.15 Compresores de Pistón.....	27
Fig.16 Refrigerador de aire comprimido.....	28
Fig.17 Acumulador de aire comprimido.....	28
Fig.18 Secador de vapor de agua.....	29
Fig.19 Unidad de Filtrado.....	29
Fig.20 Regulador de Presión.....	30
Fig.21 Lubricador.....	31
Fig.22 Red de Distribución.....	32
Fig.23 Válvula Distribuidora.....	34
Fig.24 Válvula 2/2.....	35
Fig.25 Válvula 3/2.....	35
Fig.26 Válvula 4/2.....	35
Fig.27 Válvula 5/2.....	36
Fig.28 Válvula antirretorno.....	37
Fig.29 Válvula antirretorno por muelle.....	37
Fig.30 Válvula reguladora unidireccional.....	38

Fig.31 Cilindro de simple efecto.....	39
Fig.32 Carrera de un cilindro.....	40
Fig.33 Cilindro de Membrana.....	40
Fig.34 Cilindro de Membrana arrollable.....	41
Fig.35 Cilindro de doble efecto.....	41
Fig.36 Cilindro con amortiguación interna.....	42
Fig.37 Válvulas distribuidoras 3/2(de mando electromagnético).....	43
Fig.38 Símbolos de válvulas eléctricas.....	44
Fig.39 Rutas del fluido con una válvula 5/2.....	45
Fig.40 Válvulas proporcionales.....	45
Fig.41 Control de lazo cerrado con válvulas proporcionales.....	46
Fig.42 Transmisión de señales por medios neumáticos.....	47
Fig.43 Banda de papel y rodillos dobladores.....	49
Fig.44 Sellado y corte.....	50
Fig.45 Cilindro CDN.....	52
Fig.46 Electroválvula 5/2.....	53
Fig.47 Esquema de un cilindro doble efecto.....	57
Fig.48 Diagrama Fase-Tiempo.....	61
Fig.49 Unidad central de Proceso.....	63
Fig.50 Captador pasivo.....	65
Fig.51 Captador activo.....	65
Fig.52 Diagrama de Control de un arrancador paro/marcha	66
Fig.53 Conexión del Autómata.....	67
Fig.54 Módulos de salidas a relés.....	68
Fig.55 Módulos de salidas a Triacs.....	68
Fig.56 Módulos de salidas a Transistores.....	69
Fig.57 Terminal de programación portátil.....	69
Fig.58 Terminal de programación compatible PC.....	70
Fig.59 Panel de Operación.....	70
Fig.60 Conexión de un visualizador a un autómata.....	71
Fig.61 Simulación de la empacadora neumática de tetra pak.....	83
Fig.62 Simulación del circuito de limpieza aséptica y del circuito de limpieza por recirculación de vapor de agua.....	84

Fig.63 Simulador S7_200.....	95
Fig.64 Intercambio de datos.....	97
Fig.65 Elementos que se puede utilizar.....	98
Fig.66 Funcionamiento como Simulador.....	99
Fig.67 Funcionamiento como Scada.....	100
Fig.68 Analizador digital.....	100
Fig.69 Analizador analógico.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamiento del Aire.....	26
Tabla 2: Sistema Simplificado.....	51
Tabla 3: Tabla de Variables.....	56
Tabla 4: Tabla de datos del compresor.....	58
Tabla 5: Valores mínimos y máximos.....	59
Tabla 6: Peroxido de Hidrógeno.....	59
Tabla 7: Agua de enfriamiento.....	60
Tabla 8: Características del vapor.....	60
Tabla 9: Consumo Total.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1: Plano del dimensionamiento de la empacadora neumática.....	107
ANEXOS 2: Partes fundamentales de la empacadora neumática.....	109
ANEXOS 3: Esquema de limpieza aséptica del papel Tetra Pak.....	112
ANEXOS 4: Plano de conexión del circuito neumático y PLC.....	114
ANEXOS 5: Plano de conexión del circuito neumático.....	116
ANEXOS 6: Circuitos de potencia y control de motores eléctricos de 1 y 2 velocidades.....	118
ANEXOS 7: Símbolos utilizados en neumática básica e industrial.....	123
ANEXOS 8: Datos obtenidos por software ProPneu de la festo.....	138

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad guiar al estudiante de una manera sencilla, como dimensionar y automatizar una máquina industrial por medio de la programación en un software Step 7 y PC_Simu que simula el funcionamiento de un PLC.

Por medio del control automatizado de máquinas industriales se garantiza el trabajo de una planta industrial. Ya que en la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas, por medio de contactores y relés. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

Aquí se encuentra información de neumática básica e industrial que fue de mucha ayuda para realizar el dimensionamiento de cilindros, válvulas y electroválvulas. Se ha tomado como referencia dos software's de neumática denominados Pneusim y ProPneu los mismos que son una guía practica para elegir correctamente los aditamentos de una máquina industrial.

También se encuentra información detallada de Tetra Pak, sus tipos de envases y lo más importante los materiales utilizados en las capas protectoras las cuales ayudan a conservar los alimentos líquidos en buen estado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Dimensionar, automatizar y simular una empacadora neumática de Tetra Pak, para que sea utilizada en la industria de alimentos, dentro de normas y estándares de calidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar la fabricación del Tetra Pak.
2. Conocer los fundamentos neumáticos y de automatización por medio de PLC.
3. Desarrollar el dimensionamiento de una empacadora neumática de Tetra Pak.
4. Automatizar una empacadora neumática de Tetra Pak (mediante sensores, actuadores, electroválvulas).
5. Programar y simular el funcionamiento de la empacadora neumática.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos han sido envasados o empacados de diversas maneras desde hace miles de años. Sin duda lo primero que el hombre aprendió a envasar fue el agua, y lentamente esta práctica se extendió a otros productos porque los mantenía limpios y secos, no se contaminaban con otros elementos, hacía fácil el transporte e impedía que los insectos u otros animales los consumieran. La experiencia también enseñó que el envasado ayudaba a preservar los alimentos al protegerlos de agentes ambientales dañinos como el agua, el aire o la luz.

En la actualidad se a perfeccionado la forma de envasar los alimentos hasta llegar a los envases Tetra Pak, los mismos que se componen por capas de papel, polietileno, y aluminio, que contienen al producto y ofrecen una barrera eficaz contra agentes externos que pueden provocar la descomposición de los productos con el paso del tiempo.

Basándonos en los cambios tecnológicos, el tema que trataremos a continuación es el dimensionamiento y simulación de una Empacadora Neumática de envases Tetra Pak; la cual encierra una importancia no solo para las empresas industriales sino que servirá como modelo para que los nuevos y actuales estudiantes de esta carrera puedan tener un acceso en forma clara y precisa de un proceso de automatización.

El proceso de automatización dará una visión más amplia de las actividades industriales que se pueden mecanizar para simplificarle el trabajo al obrero, logrando así que se realicen las operaciones de manera automática y eficiente.

Por lo tanto aumentará la calidad en los productos que se logren mediante las máquinas automatizadas lo cual contribuirá a que las empresas industriales mantengan un nivel alto en inversiones tecnológicas, elevando su nivel de competitividad con relación a la competencia.

Adicionalmente del dimensionamiento neumático de esta máquina proponemos automatizarla y llevar un control preciso por medio de un software de computación y un simulador.

CAPITULO I

TETRA PAK

1.1. HISTORIA DE TETRA PAK

Es en 1911 que puede considerarse que nace la industria de los envases flexibles. Simultáneamente en Francia y en Alemania se desarrolla el proceso de fabricación de una lámina de celulosa regenerada, el conocido "CELOFAN".

Tetra Pak se inició a principios de la década de los 50 desde entonces se ha convertido en uno de los principales abastecedores a nivel mundial de sistemas de envasado para leche, jugos de frutas y bebidas, así como para muchos otros productos.

Los envases proveen soluciones preferentes de proceso y envasado de alimentos, también permiten que los alimentos sean seguros y disponibles, en todas partes.

1.2. FUNCIÓN FUNDAMENTAL

Preservar el producto en su interior desde el momento en que es envasado, durante el transporte, almacenamiento, distribución y exhibición, hasta el momento en que es abierto por el consumidor.

1.2.1. PROPIEDADES

Muchas de las propiedades deseables obtenibles de los envases están íntimamente relacionadas con las propiedades de los plásticos. Desde el punto de vista de sus aplicaciones a los empaques.

1. Resistencia mecánica a la tracción
2. Resistencia mecánica a la perforación
3. Resistencia mecánica a bajas temperaturas

1.2.1.1. Resistencia mecánica a la tracción

Esta propiedad frecuentemente determina la cantidad de material plástico que se necesita para formar la pared de un envase.

1.2.1.2. Resistencia mecánica a la perforación

Muchos productos envasados tienen aristas cortantes y puntas agudas; por ejemplo galletas, fideos, bocaditos. El material de envase debe ser mecánicamente resistente al efecto destructivo de estas formas características de ciertos productos envasados, cediendo elásticamente ante el efecto de perforación, sin romperse ni deformarse.

1.2.1.3. Resistencia mecánica a bajas temperaturas

Una gran parte de alimentos envasados tienen que mantenerse refrigerados, cuando no congelados, para llegar en óptimas condiciones de preservación al consumidor.

1.2.2. REQUISITOS

- **Barrera**

Una de las funciones primarias de un convertidor es la de proveer envases con las bajas permeabilidades posibles a los gases y vapores, al oxígeno, a la luz, a los aromas.

- **Sellabilidad**

Todos los empaques flexibles deben ser cerrados de alguna manera y la gran mayoría lo son por termosellado. Este es un proceso en el cual una de las capas que componen el conseguir su fusión y luego es mantenida en contacto con la superficie opuesta, de similar constitución, hasta que las dos capas solidifiquen formando una capa única.

- **Imprimibilidad**

El uso del envase para promocionar y describir al producto es una muy importante herramienta de mercadeo. Los gráficos, el texto, la disposición de las figuras en el envase, tienen que estar reproducidos de manera muy precisa y atractiva.

- **Versatilidad de fabricación**

Todos los plásticos de uso corriente pueden ser convertidos en películas delgadas, fuertes y transparentes.

- **Durabilidad**

Como el vidrio, los plásticos no se oxidan y son inertes al ataque de la gran mayoría de agentes ambientales comunes, con excepción de los rayos ultravioleta.

- **Costo**

En muchos casos el factor que decide entre un tipo de envase y otro es el costo del envase.

1.3. BENEFICIOS

1.3.1. PROTEGE LO BUENO

Significa que mantiene seguro, defiende, preserva y cuida el alimento, tiene las cualidades correctas para mantenerlo fresco.



Fig. 1) Envases protectores

1.3.2. ALIMENTOS SEGUROS

Desde sus orígenes la naturaleza ha diseñado los mejores envases del mundo, estos son eficientes, amigables con el medio ambiente y se pueden encontrar de diferentes formas, materiales y colores, como se ve en la figura 1. Únicamente hay que pensar en la función de la cáscara del plátano, la corteza del coco, el cascarón del huevo, y hasta cierto punto una vaca (como envase).

Pero en la mayoría de los casos, los envases naturales no reúnen todos los atributos necesarios cuando se trata de preservación a largo plazo, transporte y almacenamiento de alimentos.

El envase Tetra Pak sirve para ayudar a la naturaleza a preservar los alimentos y evitar su desperdicio, manteniéndolos frescos y conservando sus propiedades nutritivas, haciéndolos accesibles en zonas de difícil acceso y donde no se cuenta con cadena de distribución refrigerada.¹

¹ <http://www.tetrapak.com>

1.3.3. ENVASES ASEPTICOS

Antes del crecimiento poblacional y los grandes desarrollos y cambios que introdujo el Siglo XX, era común que los alimentos fueran consumidos directamente en las sociedades que los producían, sin ningún manejo previo significativo.

Sin embargo, la dificultad se presenta cuando se requiere llevarlos a comunidades distantes para ser consumidos en periodos de tiempo cada vez más largos. El sistema de envasado aséptico ha colaborado a que esto sea factible.

El sistema de envasado aséptico complementa al tratamiento de Ultra Pasteurización, conocido también como de Alta Temperatura o UHT (Ultra High Temperature). Este tratamiento térmico se lleva a cabo durante unos cuantos segundos para eliminar los agentes patógenos y asegurarse que el producto conserve su calidad. Inmediatamente se envasa bajo condiciones estériles y en envases asépticos diseñados para mantener a los alimentos protegidos y en condiciones higiénicas.

1.3.3.1 Ventajas de los Envases Asépticos

Con un producto que puede ser conservado durante largos períodos de tiempo sin estropearse y sin necesidad de refrigeración, se tiene lo siguiente:

- Permite llegar a mercados más extensos, simplificar entregas, usar menos y más económicos métodos de reparto y eliminar devoluciones de producto caducado.
- La manipulación se simplifica para el punto de venta así como se elimina parte de la distribución en frío.

- Se gana en comodidad, ya que necesita hacer menos desplazamientos al punto de venta y libera espacio en la nevera.

1.4. VENTAJAS DEL ENVASADO ASÉPTICO

Gracias al tratamiento térmico (proceso UHT), al sistema de llenado aséptico y a los envases Tetra Pak, que brindan las mejores condiciones de tecnología, higiene, protección y calidad, los alimentos mantienen su valor nutritivo, así como sus características organolépticas, por mucho más tiempo:

- Sin necesidad de usar conservadores.
- Sin alterar su valor nutritivo.
- Sin cambios de sabor, olor, ni consistencia.
- Sin necesidad de refrigeración, mientras el envase no haya sido abierto.
- Siempre higiénicos, frescos y listos para servirse.

El proceso aséptico se realiza llevando el producto a altas temperaturas (135–150 grados centígrados en el caso de la leche) en un sistema cerrado, durante unos pocos segundos, y enfriándolo forzosamente a la temperatura ambiente.²

El método de calentamiento usado es llamado ultra - pasteurización, o UHT por sus siglas en inglés (ultra-high-temperature-treatment), y permite eliminar los microorganismos, con menos daño a los nutrientes y sabor del producto que la tradicional pasteurización y enlatado, que utiliza una temperatura menor con mayor tiempo de proceso.

El envasado aséptico comprende el envío del producto tratado con el proceso UHT a envases en un ambiente estéril. Una gran diferencia entre productos pasteurizados y ultra- pasteurizados, es que éstos pueden permanecer frescos sin el uso de conservadores durante meses, sin necesidad de refrigerarlos.

² <http://www.tetrapak.com>

Debido a la larga vida de anaquel sin refrigeración que provee, el proceso y envasado aséptico ha hecho posible distribuir alimentos líquidos de alta calidad de una manera costo-efectiva a través de largas distancias. Además, permite que productos sumamente perecederos, particularmente la leche, lleguen a más gente en más lugares.

1.4.1. EL SISTEMA DE PROCESO Y ENVASADO ASÉPTICO DE TETRA PAK PROPORCIONA.

- Un mayor nivel de sabor natural, retención de nutrientes, y seguridad en los alimentos.
- Productos que permanecen frescos durante meses sin el uso de refrigeración o conservadores.
- Distribución y almacenaje eficiente por la forma y ligereza de los envases.

1.5. CAPAS DEL ENVASE

En un envase Tetra Pak se tienen las siguientes capas protectoras, ver figura 2, las cuales ayudan a la buena conservación de los alimentos

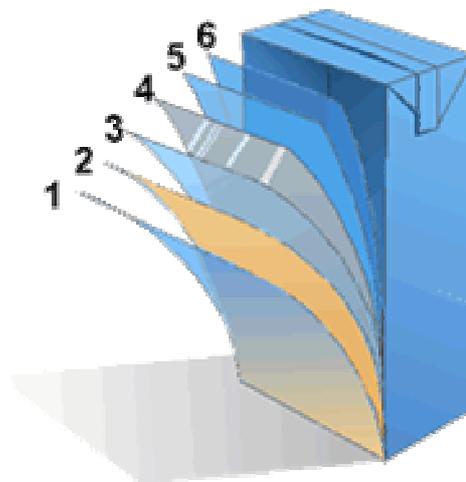


Fig. 2) Capas del envase

1. Polietileno
2. Tintas de impresión
3. Papel
4. Polietileno
5. Aluminio
6. Polietileno

1.5.1. POLIETILENO

La fina capa de polietileno externa protege el papel de la humedad, mientras que la capa doble de polietileno en el interior del envase logra sellarlo herméticamente. A su vez, el polietileno separa los alimentos del contacto directo con la lámina de aluminio. Se utiliza polietileno de baja densidad, que ofrece el máximo rendimiento utilizando una cantidad mínima de material.

1.5.2. PAPEL

Es la principal materia prima para la fabricación de los envases Tetra Pak. Ver figura 3. El suministro del papel proviene de bosques industrializados y templados, gestionados mediante el concepto de desarrollo sustentable.

Los diseños y los innovadores procedimientos de fabricación han permitido reducir la cantidad de papel necesario para producir los envases de cartón. Este avance en materia tecnológica no perjudicó en absoluto la calidad del envase, por el contrario, lo hizo más estable y resistente.

1.5.3. ALUMINIO

La lámina de 5.6 micras de aluminio elimina la necesidad de refrigeración, ahorrando, de esta manera, más energía de la que se requiere para la fabricación del envase.

La microscópica lámina de aluminio crea una excelente barrera contra el deterioro de los alimentos ya que los protege de la influencia de agentes exógenos como el oxígeno, la luz, aromas y sabores extraños.

Tetra Pak utiliza la lámina más delgada que actualmente ofrece la más alta tecnología, que contiene un 30% menos de aluminio que cuando se creó.

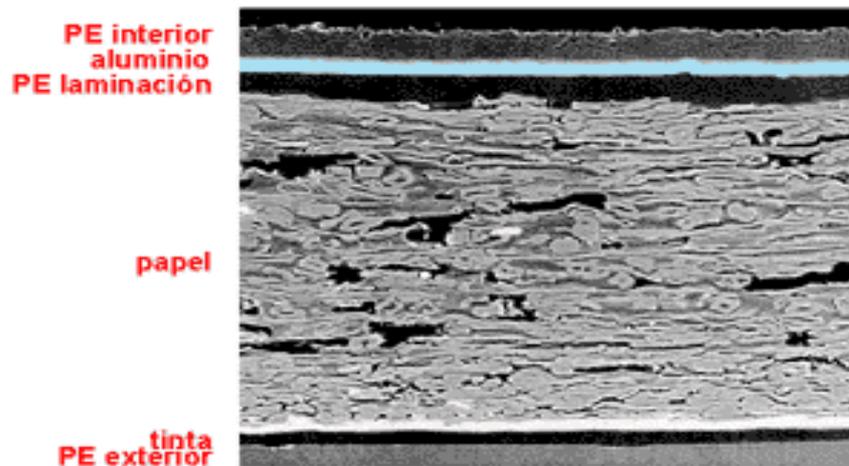


Fig. 3) Capas Principales

1.6. MATERIALES EMPLEADOS EN LOS ENVASES FLEXIBLES

La inmensa variedad y disponibilidad de materiales con diversas propiedades permite al fabricante de envolturas flexibles (confeccionar a medida), un tipo de material de envase para cada aplicación, estos son:

- **Papel Celofán Polietileno**

El uso más difundido es el polietileno de baja densidad. La lámina hecha de este material es suave al tacto, flexible y fácilmente estirable, tiene buena claridad, provee una barrera al vapor de agua pero es una pobre barrera al oxígeno. No tiene olor o sabor que pueda afectar el del producto empacado, y es fácilmente sellable por calor.

- **Polipropileno**

Es el plástico de menor densidad utilizado en aplicaciones de envasado. Biorientado, además de ser más rígido y resistente. Posee menor permeabilidad a los gases y a la humedad y tiene un punto de fusión más elevado, haciéndolo útil en aplicaciones de empacado a altas temperaturas.

- **Poliéster**

Es un material muy importante de envasado por sus excepcionales características mecánicas y dimensionales a alta temperatura.

- **Poliamidas**

Es el nombre técnico del conocido NYLON. Es una lámina clara, con muy buenas propiedades de barrera al oxígeno y a otros gases, pero muy pobre al vapor de agua. Es muy resistente, y tiene sobresalientes propiedades de resistencia a la perforación y al rasgado, aún a altas temperaturas.

- **Polímeros especiales**

Son plásticos de aplicación muy específica cuando se requiere de características excepcionales de barrera, sobre todo al oxígeno.

- **Foil de aluminio**

Este material es insustituible cuando se requiere una protección completa del producto. Se le utiliza esencialmente como lámina de barrera a los gases y a la luz; además proporciona al material de envase una atractiva apariencia metálica. El foil de aluminio se utiliza como componente de estructuras multicapa.

1.6.1. PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL PAPEL.

La fabricación de un rollo de papel Tetra Pak consta de pocas o varias etapas de conversión, según sea la complejidad del envase. Algunas de las operaciones básicas de conversión se muestran en la figura 4.

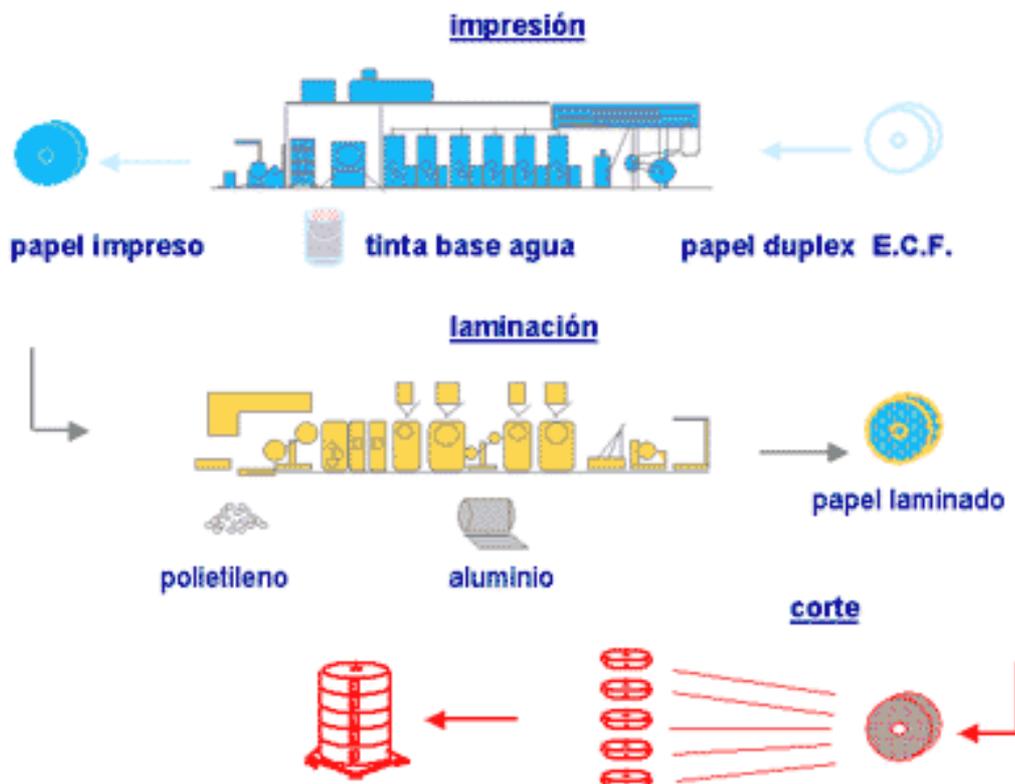


Fig. 4) Proceso de fabricación del papel

- **Proceso de Extrusión**

Es utilizado para fabricar láminas y hojas de materiales termoplásticos.

- **Proceso de Coextrusión**

Proceso en el cual varias capas de resinas plásticas son extruidas simultáneamente formando una sola lámina.

- **Proceso de Laminación**

En esta etapa, un substrato es adherido a otro mediante aplicación de adhesivos.

- **Proceso de Impresión**

Aquí, se aplican las tintas al material de empaque, en una manera controlada y según un cierto patrón.

- **Procesos especiales**

Son procesos usados en ciertas aplicaciones. El parafinado por ejemplo, se utiliza para recubrir con cera o mezclas de ceras y plastificantes, la superficie de papeles o laminados de papel como uno de los componentes.

1.6.2. CONVENIENCIA

Debe ser un envase práctico: de fácil manejo, con un sistema de apertura sencillo para verter y luego volver a cerrar. También debe ser atractivo para la vista y hacer que el contenido luzca apetecible.

1.6.3. VENTAJAS DE LOS ENVASES DE CARTÓN

- Modernizaron el manejo de los alimentos.
- Cada día se desarrollan nuevos diseños.
- Los envases, con el transcurso del tiempo, cada vez pesan menos.

1.6.4. ENVASES MODERNOS

Los envases de cartón cambiaron radicalmente la manera de distribuir leche, jugos y otros alimentos, y a su vez contribuyeron a la aparición de los supermercados en la década de los cincuenta.

El envase Tetra Classic con forma de tetraedro lanzado en 1952, fue el primer envase de Tetra Pak³ y marcó el inicio de la modernización de los sistemas de distribución de leche en Europa y posteriormente en el mundo.

Este nuevo envase hizo posible la aparición de muchas de las soluciones de transporte de alimentos que hoy conocemos. Los sistemas de distribución modernos de alimentos ahorran tiempo, energía y contribuyen a mantener bajos los precios al consumidor.

1.6.4.1. Innovación

Desde la introducción del primer envase de cartón laminado, nuevos envases Tetra Pak de diferentes formas, tamaños, materiales y aperturas han visto la luz. Los sistemas de apertura se han ido añadiendo y modificando.

Los multiempaques han llegado para quedarse al igual que muchas otras innovaciones. El diseño juega un rol muy importante en el desempeño y la apariencia de un envase y por ende en la protección y apreciación de su contenido.

Los envases Tetra Pak no necesitan de una cadena en frío, la utilización de envases asépticos permite que los alimentos más sensibles, como es la leche, puedan ser almacenados por largos períodos de tiempo sin que pierdan su frescura o sus nutrientes y sin la necesidad de conservadores.

³ <http://www.tetrapak.com/el primer envase de la empresa Tetra Pak>

1.6.5. TIPOS DE ENVASES

El primer modelo fue un envase de cartón en forma de tetraedro, que revolucionó el sistema de envasado y preservación de la leche. El paso de los años ha permitido la introducción de nuevos sistemas. En la figura 5 se aprecia los tipos de envases.



Fig.5) Tipos de envases

- Tetra Classic Aseptic
- Tetra Brik Aseptic
- Tetra Wedge Aseptic
- Tetra Prisma Aseptic
- Tetra Rex
- Tetra Fino Aseptic
- Tetra Top

1.6.5.1. Tetra Classic Aseptic

Formato único y diferenciador con forma de tetraedro. Está destinado a productos para niños y adultos. Posee fácil apertura y los volúmenes van desde los 8 cc a 250 cc.



Fig.6) Tetra Classic Aseptic

1.6.5.2. Tetra Brik Aseptic

Los productos envasados en Tetra Brik Aseptic no requieren refrigeración para su distribución y almacenamiento, viene en cuatro diferentes formatos baseline, squareline, midi y slimline.



Fig.7) Tetra Brik Aseptic

Los volúmenes van de 100 a 1500 cc y se pueden utilizar los siguientes sistemas de apertura: premarcado, recap, spincap y pajita, este sistema de envasado posee una gran variedad de tamaños.

1.6.5.3. Tetra Wedge Aseptic

El envase Tetra Wedge es ideal para jugos y bebidas, posee un formato atractivo y diferenciador. Los volúmenes disponibles son de 125 cc y 200 cc.



Fig.8) Tetra Wedge Aseptic

1.6.5.4. Tetra Prisma Aseptic

Envase aséptico, de forma octogonal y ergonómico. Es un innovador diseño que se presenta como una excelente alternativa para el mercado de bebidas no carbonatadas.



Fig.9) Tetra Prisma Aseptic

Está disponible en los siguientes volúmenes: 200 cc, 250 cc, 330 cc, 500 cc, 1000 cc y 2000 cc y se pueden presentar las siguientes aperturas: Recap y streamcap.

1.6.5.5. Tetra Rex

Una solución óptima para productos pasteurizados que requieren de cadena de frío. Los volúmenes varían de 118 a 4732 cc. Su sistema de envasado es flexible y se pueden utilizar las siguientes aperturas: Screw cap, flip cap y delta cap.



Fig.10) Tetra Rex

1.6.5.6. Tetra Fino Aseptic

Sistema de envasado de bajo costo para productos asépticos. No requiere refrigeración en la distribución. Envase con forma de almohada. Los volúmenes disponibles son de 250 cc, 500 cc y 1000 cc.



Fig.11) Tetra Fino Aseptic

1.6.5.7. Tetra Top

Se trata de un envase de cuerpo de cartón y tapa plástica, moldeada en la máquina envasadora. Está destinado para productos pasteurizados (que necesitan refrigeración).



Fig.12) Tetra Top

Es un envase conveniente para el consumidor. Sus sistemas de apertura ofrecen gran practicidad, además de posibilitar el envasado de productos de mayor viscosidad. Su apertura casi completa permite consumir el producto con una cuchara. Es fácil de abrir, servir y volver a cerrar.

1.7. RECICLAJE DE ENVASES

Los envases Tetra Pak son reciclables de manera eficiente, cuando se reciclan los envases de cartón, las materias primas que lo forman incluyendo el polietileno y el aluminio, son recuperados y utilizados de nuevo.

Las fibras de papel de un envase de cartón pueden ser reutilizadas hasta seis veces y se pueden convertir en diferentes productos de papel fuera de la industria de los alimentos.

Cuando el reciclaje no es factible, las fibras de papel son una fuente importante de energía dentro de los procesos de incineración

La caja de Tetra Brik permite guardar una determinada cantidad de líquido en un envase con el mínimo peso. Pero, este envase no se devuelve y se compone básicamente de papel.

Cada vez que un tetra brik cae en un cubo de basura estamos desperdiciando unos 20 gramos de papel reutilizables para fabricar papel de kraft, y otros productos.

CAPITULO II

NEUMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

La automatización tiene como fin aumentar la competitividad de la industria por lo que requiere la utilización de nuevas tecnologías; por esta razón, es necesario que toda persona relacionada con la producción industrial tenga conocimiento de aquéllas.⁴

La extensión de la automatización de forma sencilla en cuanto a mecanismo, y además a bajo coste, se ha logrado utilizando técnicas relacionadas con la neumática, la cual se basa en la utilización del aire comprimido, y es empleada en la mayor parte de las máquinas modernas.

La automatización industrial, a través de componentes neumáticos es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria. La combinación de la electrónica y la neumática es un nuevo paso para mejorar la flexibilidad y la fiabilidad de los automatismos neumáticos.

2.2. AUTOMATIZACIÓN

Definición

La automatización es la tecnología que trata de las aplicaciones de bases computacionales con el aporte de sistemas mecánicos y electrónicos para operar y controlar la producción.

⁴ GUILLÉN SALVADOR, Antonio.(1993) “Automatización neumática ”Editorial Marcombo S.A., Barcelona - España.p. 6.

La automatización puede ser considerada como el paso más importante del proceso de evolución de la industria en el siglo XX, al permitir la eliminación total o parcial de la intervención humana, obteniéndose las ventajas siguientes:

- Reducción de los costes de mano de obra directos.
- Uniformidad de la producción y ahorro de material.
- Aumento de la productividad.
- Control de la producción al poder introducir en el proceso sistemas automáticos de muestreo.
- Aumento de la calidad del producto final.

En todo proceso de automatización se distinguen tres partes:

- a) Elementos periféricos de entrada, a través de los cuales llega al sistema la información.
- b) Unidad central de tratamiento, donde se procesa la información.
- c) Elementos periféricos de salida, que, de acuerdo con las órdenes elaboradas por la unidad central, gobiernan los elementos de potencia.

Existen diversas técnicas para la realización de automatismos: la electromecánica, la electrónica, la neumática, etc.

La automatización neumática es la que se realiza usando las propiedades del aire comprimido. Las señales deben traducirse a ausencia o presencia de presión neumática., el tratamiento de las señales es realizado por los distribuidores neumáticos. Las señales de salida son, generalmente, posiciones de cilindros neumáticos.⁵

⁵ GUILLEN S, Antonio.- “Automatización neumática”.Marcombo, S.A. 1993, p. 8.

2.3. NEUMÁTICA INDUSTRIAL

La neumática es la técnica que se dedica al estudio y aplicación del aire comprimido en la automatización de los distintos campos de la fabricación.

El concepto moderno de neumática trata sobre los fenómenos y aplicaciones de la sobrepresión o depresión “vacío” del aire. La mayoría de las aplicaciones neumáticas se basan en el aprovechamiento de la sobreimpresión.⁶

El estudio de los sistemas neumáticos requiere el conocimiento de los elementos neumáticos y su funcionamiento, así como su interconexión. Ver figura 13.

La energía neumática, que emplea aire comprimido como fuente de potencia, tiene cualidades excelentes entre las que destacan:

- El aire es abundante y barato.
- Se transforma y almacena fácilmente.
- Es limpio, no contamina y carece de problemas de combustión con la temperatura.

Los elementos neumáticos pueden alcanzar velocidades de trabajo elevadas pero, dada la compresibilidad del aire, su regulación no es constante.

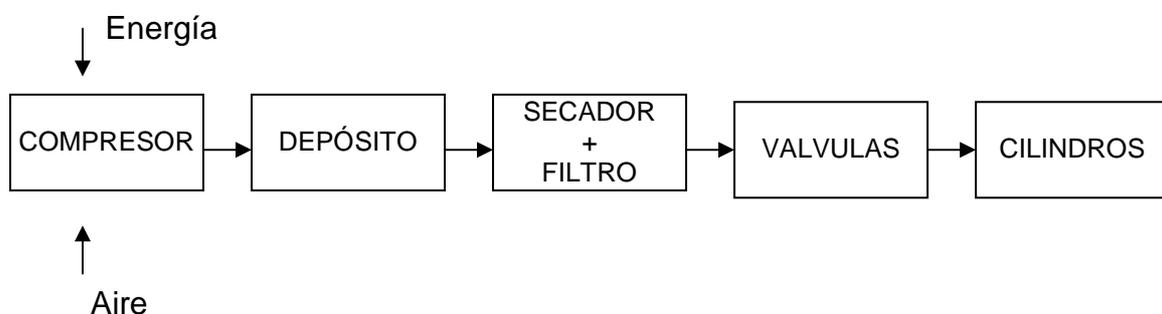


Fig. 13) Elementos Neumáticos

⁶ GUILLEN S, Antonio.- “Automatización neumática”.Marcombo, S.A. 1993, datos importantes.

El aire comprimido puede ser empleado como:

- **Accionador:** El cilindro hace de motor.
- **De mando o control:** Mediante el aire comprimido se puede controlar el cilindro.

2.3.1. CARACTERISTICAS 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 se utilice aire comprimido ya que es un medio simple y económico.

2.3.2. VENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO

La utilización del aire comprimido ha tenido una rápida expansión, por el amplio abanico de ventajas que posee.

- **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:** Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión.
- **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 puede regularse sin escalones.)
- **A prueba de sobrecargas:** No existen riesgos de sobrecarga, ya que cuando ésta se presenta, el elemento de trabajo simplemente para sin daño alguno.

2.3.3. DESVENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO

Las mayores desventajas que posee frente a otros tipos de fuente de energía, son:

- **Preparación:** El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- **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).

2.4. RENTABILIDAD DE LOS EQUIPOS NEUMÁTICOS

El aire comprimido es una fuente cara de energía pero sin duda, ofrece indudables ventajas. La producción y acumulación del aire comprimido, así como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Pudiera

pensarse que el uso de aparatos neumáticos está relacionado con costos especialmente elevados.

Esto no es exacto, pues en el cálculo de la rentabilidad es necesario tener en cuenta, no sólo el costo de energía, sino también los costos que se producen en total.

En un análisis detallado, resulta que el costo energético es despreciable junto a los salarios, costos de adquisición y costos de mantenimiento.

2.5. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO

Se van a separar según:

- Producción y tratamiento del aire comprimido
- Regulación y control
- Aplicación industrial.

A. PRODUCCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido contiene impurezas que pueden causar interrupciones en los mandos neumáticos.⁷

Estas impurezas son en general gotas de agua, polvo, restos de aceite de los compresores, oxido, cascarillas, y similares. Debido a que el aire comprimido toma contacto con los diversos elementos de trabajo, mando y señal, se debe tratar de eliminar dichas impurezas. Ver figura 14.

⁷ MEIXNER, H., KOBLE, R. "Manual de estudio", Festo Didactic 2^{da} edición. Alemania 1980

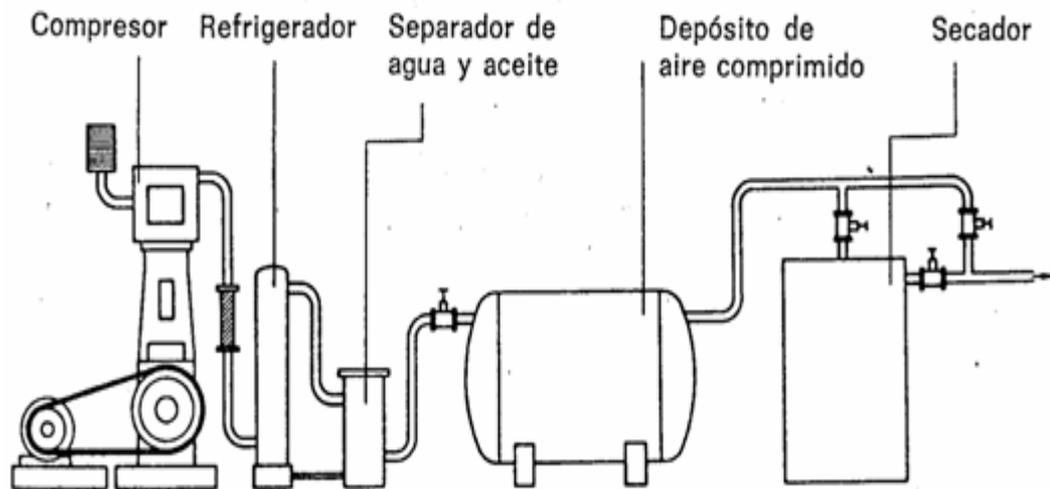


Fig.14) Producción y Tratamiento del aire

Temp. de aire	°C	25°C	140°C	35°C	15°C	25°C
Pres. de aire	atm	1	8	8	8	8
Humedad absoluta	Gr H ₂ O	16.12	16.12	4.38	0.55	0.55
	Kg aire seco					
Humedad relativa		80%	6%	100%	42%	22.5%
Punto de rocío		21.5 °C	60 °C	35 °C	1.7 °C	1.7 °C

Tabla 1: Tratamiento del aire
Elaboración: Los Autores

a) Compresores de Pistón

Su función es elevar la presión del aire que aspiran de la atmósfera. Son mecanismos rotativos movidos por motores eléctricos o térmicos.

Hay dos tipos de compresores de pistón:

- Monofásico
- Bifásico

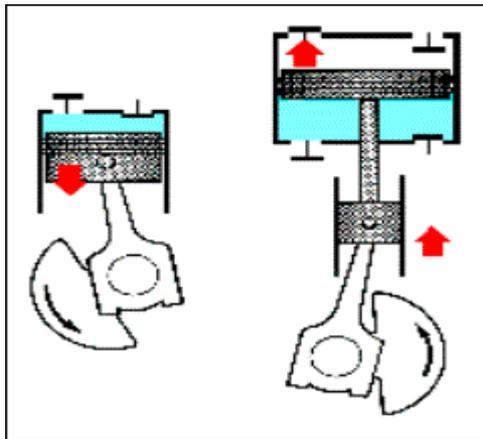


Fig. 15) Compresores de Pistón

Monofásico:

Transforma el movimiento circular en rectilíneo alternativo mediante un mecanismo de biela-manivela.⁸ Consta de una válvula de admisión y otra de escape. Se pueden alcanzar de 3 a 10 bares.

Bifásico:

Aquí el aire se comprime en dos fases. En la primera se comprime entre 3 y 5 bares y en la segunda puede llegar a 25.

b) Refrigerador de aire comprimido

Su función es bajar la temperatura del aire comprimido hasta 25 °C. Se llega a condensar el 75 % del agua y el aire restante circula en sentido contrario al del agua introducido en un tubo, dependiendo del caudal se puede cambiar.

⁸ [http://www.neumática.com/tratamiento del aire/breves notas de neumática básica](http://www.neumática.com/tratamiento%20del%20aire/breves%20notas%20de%20neumática%20básica).

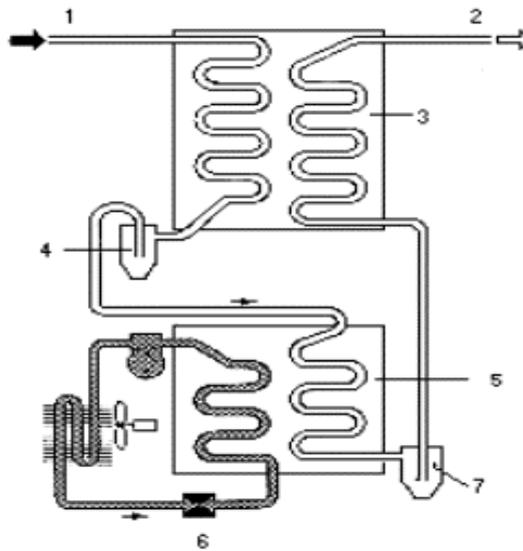


Fig. 16) Refrigerador de aire comprimido

c) Acumulador de aire comprimido

Su objetivo es almacenar aire comprimido para suministrarlo en los momentos de mayor consumo, en la figura 17 se muestra incorporado un manómetro, termómetro, válvula de seguridad, válvula limitadora de presión, válvula de condensado, válvula de cierre, compuerta y grifo de purga.

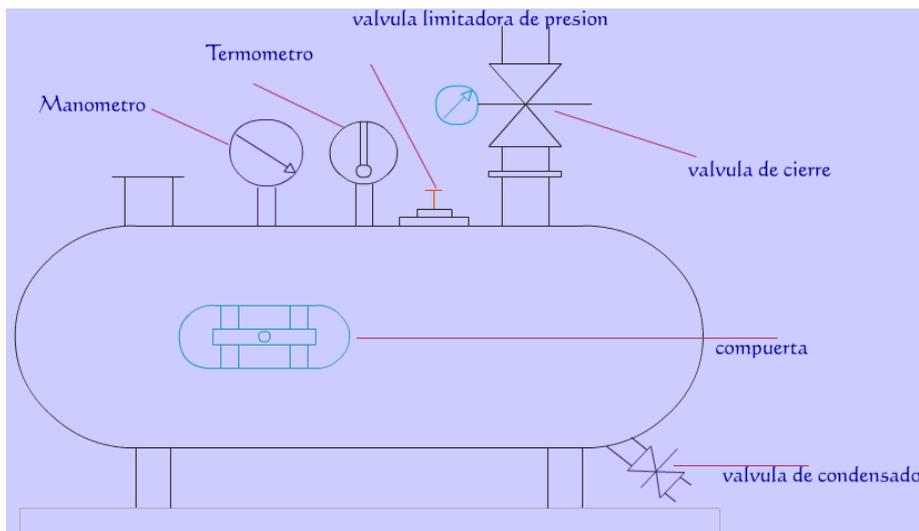


Fig. 17) Acumulador de aire comprimido

d) Secador de Vapor de Agua

Tiene como objetivo reducir el contenido de vapor de agua existente en el aire.

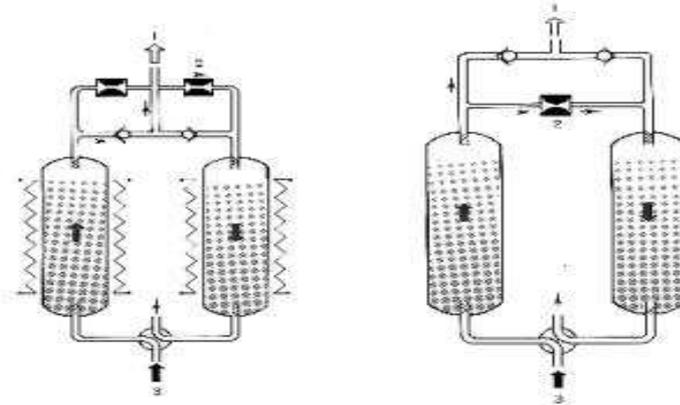


Fig. 18) Secador de vapor de agua

e) Unidad de Filtrado

La misión del filtro es detener las impurezas que arrastra el aire comprimido, estas partículas vienen de la atmósfera y de la soldadura o alamina de la tubería.

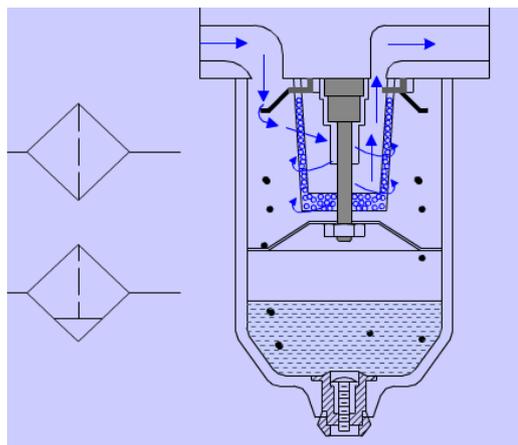


Fig. 19) Unidad de Filtrado

Unidad de filtrado

- Ranura directriz
- Carcaza del filtro; de material plástico transparente o de latón para presiones superiores a 10 kg/cm².
- Cartucho filtrante
- Purga de condensación

El filtro de la figura 19, tiene la misión de liberar al aire comprimido circulante de todas las impurezas y del agua en suspensión que aún quedan como resultado de las etapas anteriores.

f) Regulador de presión

El objetivo del regulador es mantener el aire de salida a una presión constante, sean cuales fueren las fluctuaciones de la red y las variaciones de consumo del aire de la instalación.

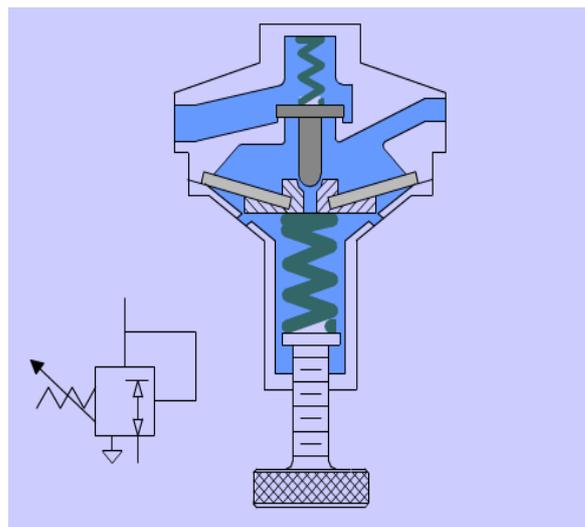


Fig. 20) Regulador de Presión

Corte transversal de un regulador de presión, ver figura 20.

- Membrana
- Muelle (contrapresión)
- Tornillo de ajuste para la presión secundaria
- Válvulas de asiento
- Muelle amortiguador (para las vibraciones que aparecen por el continuo abrir y cerrar)
- Plato de válvula

g) Lubricador

Constituye el último tratamiento del aire. Su finalidad es mezclar el aire con aceite para aumentar la vida, el rendimiento y disminuir el rozamiento y la oxidación.⁹

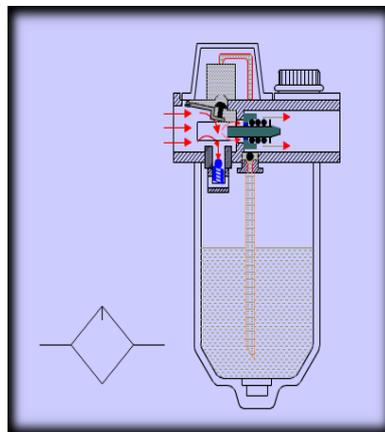


Fig. 21) Lubricador

⁹ <http://www.mantenimientomundial.com/neumática>

h) Red de distribución

Son las tuberías. Se fijan junto a la pared para dar más consistencia y nunca dejarla empotrada. Pueden ser de acero o latón, y soldadas o unidas mediante racores.

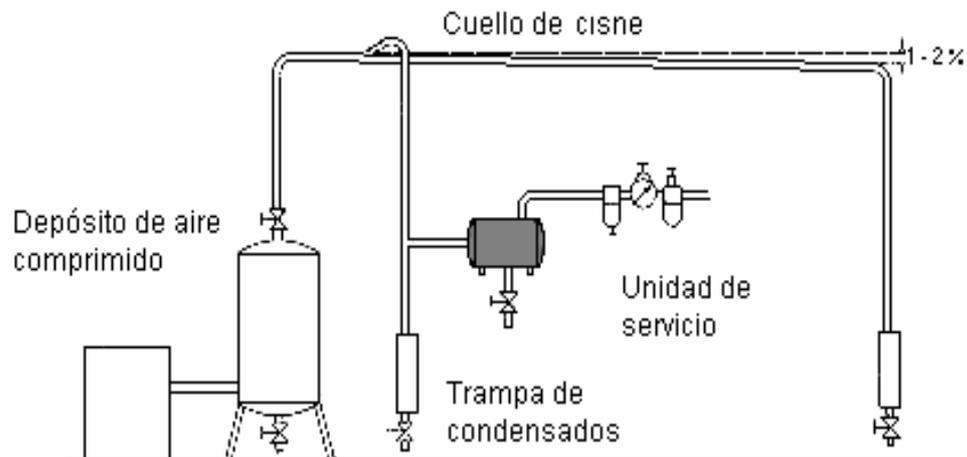


Fig. 22) Red de Distribución

La red de distribución de aire comprimido debe ser aérea en el mejor de los casos con una pendiente aproximada del 1 al 2 % de la longitud de la tubería como se ve en la figura 22. Para tuberías mayores a los 30 mts. Es conveniente volver a levantar la tubería y nuevamente descender, simulando unos dientes de sierra.¹⁰

B. REGULACIÓN Y CONTROL

La presión y caudal van a ser controladas por distintos tipos de válvulas:

- Válvulas de dirección (distribuidores)
- Válvulas antirretorno
- Válvulas de regulación de presión y caudal

¹⁰ MONAR, Willan. (2003) "Neumática Industrial", EPN, Apuntes de clase, Quito.

➤ **Válvulas de dirección (distribuidores):**

Todos los distribuidores se definen por dos características funcionales:

1. Por el número de vías u orificios, se representa tanto la entrada como la salida.
2. Número de posiciones, generalmente son dos, una en reposo y otra en trabajo (también puede haber una tercera que sería neutro).

Para especificar una válvula se indica primero el número de vías ilustrándolas mediante flechas en el interior de un determinado número de cuadros que corresponden a las posiciones que puede tomar el conmutador.¹¹ Ver figura 23.

Los puertos son nombrados tomando en cuenta lo siguiente:

- El número 1 se utiliza para el suministro de presión.
- Los números 2 y 4 se usan para los puertos de utilización.
- Los números 3 y 5 se usan para salidas o escapes de aire.
- P se usa para la presión principal de alimentación.
- Las letras A y B son para los puertos de utilización.
- Las letras R y S son escapes.
- Las letras Y y Z para pilotajes neumáticos.

¹¹ MEIXNER, H., KOBLE, R. "Manual de estudio", Festo Didactic, 1^{ra} Edición, Alemania Federal, 1978.

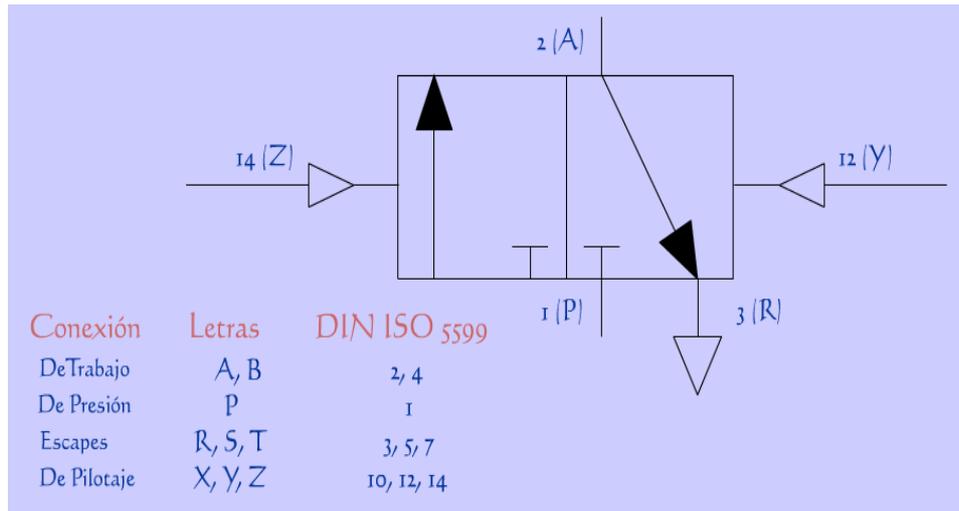


Fig. 23) Válvula Distribuidora

a) Funcionamiento de algunas válvulas de dirección

- **Válvula 2/2 (manual y retorno por muelle),**

En posición de reposo un muelle comprime la bola contra su asiento y así impide el paso del aire. Cuando se añade una fuerza, la bola baja, y permite su paso.

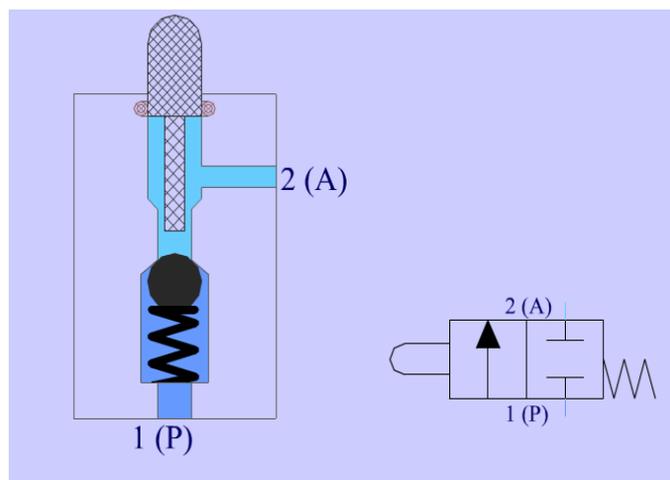


Fig. 24) Válvula 2/2

- **Válvula 3/2 (manual y retorno por muelle)**

En la posición de reposo un muelle comprime la bola (igual caso anterior) impidiendo el paso de P a A, y abriendo la salida de A a R. Con una fuerza externa la bola se desplaza y permite la salida de P a A.

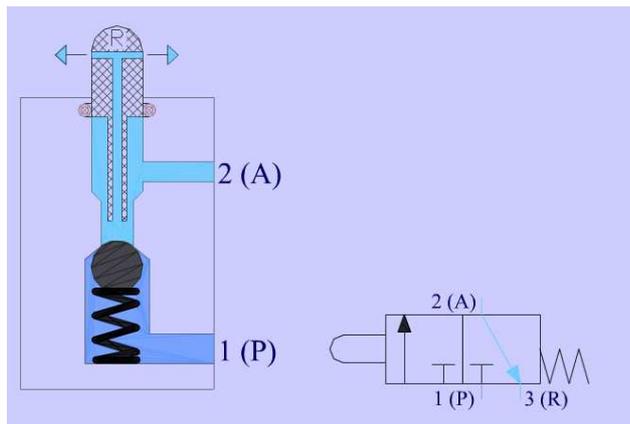


Fig. 25) Válvula 3/2

- **Válvula 4/2 (mando neumático y retorno de muelle)**

Ahora intervienen dos émbolos, en reposo está en su posición más alta, dejando abierto de P a B y de A a R. Con una señal neumática los émbolos bajan y provocan la comunicación de P a A y de B a R.

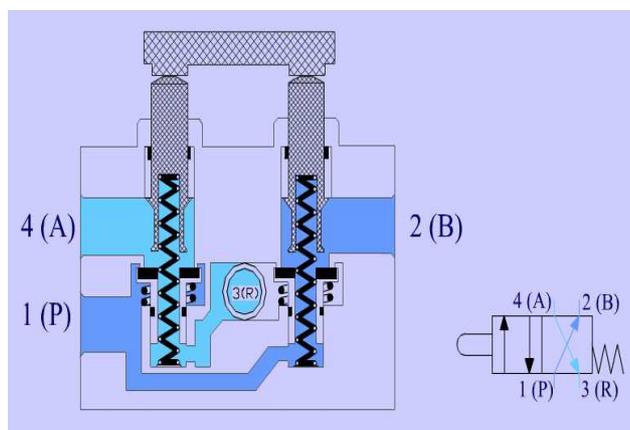
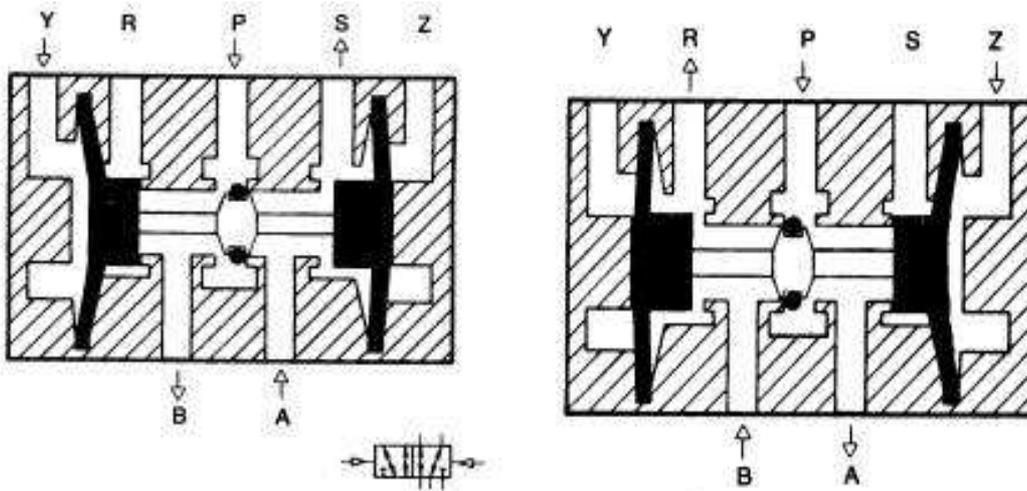


Fig. 26) Válvula 4/2

- **Válvulas 5/2 (mando neumático y retorno neumático)**

Esta válvula se controla por dos señales de manera alterna. Al enviar una señal de mando neumático a **Y** se abre P con B y A con S. Cuando se envía la señal **Z** se abre P con A y de B con R.



a) Válvulas 5/2 señal Y

b) Válvulas 5/2 señal Z

Fig. 27) Válvula 5/2

➤ **Válvula Antirretorno**

Solo permiten un único sentido. La fuerza de la presión debe ser mayor a la fuerza de muelle.¹²

Válvula antirretorno, que cierra por el efecto de una fuerza que actúa sobre la parte a bloquear.

¹² <http://www.festo.com/argentina.htm>

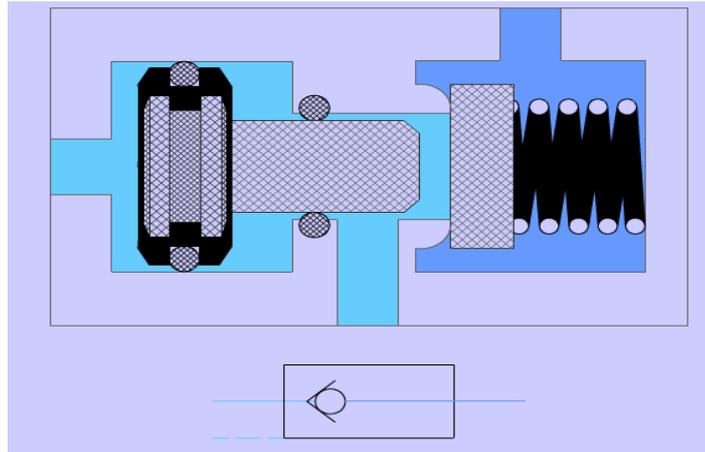


Fig. 28) Válvula antirretorno

Válvula antirretorno con cierre por contrapresión, por ejemplo; por muelle, figura 29. Cierra cuando la presión de salida es mayor o igual que la de entrada.

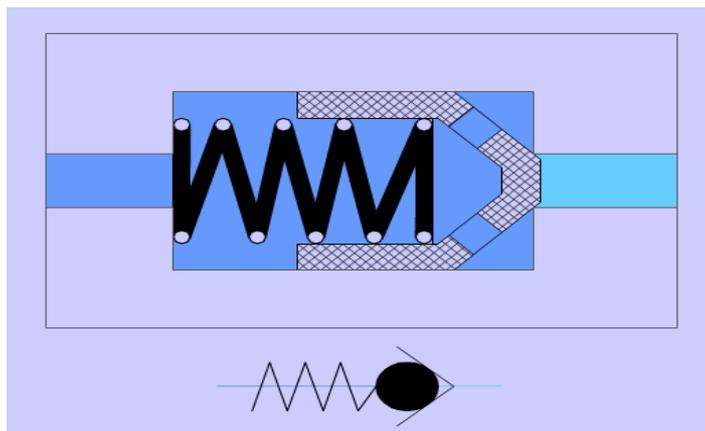


Fig. 29) Válvula antirretorno por muelle

➤ **Válvula reguladora unidireccional**

Se utiliza para regular el caudal de aire comprimido en una sola dirección, se regula mediante el tornillo, si el aire circula en sentido contrario, la presión levanta la junta dejando el paso libre.

Estas válvulas se emplean para variar, durante el movimiento, la velocidad de los émbolos de cilindros de simple o doble efecto.

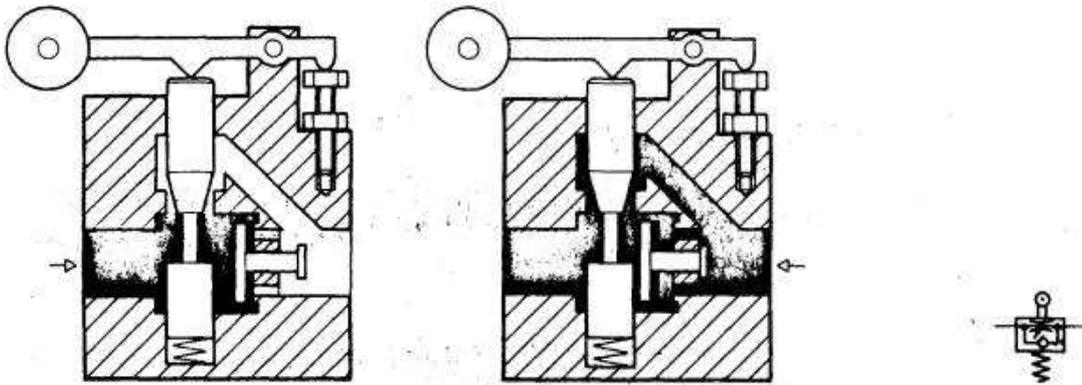


Fig. 30) Válvula reguladora unidireccional

C. APLICACIÓN INDUSTRIAL

1) Cilindros neumáticos

Son elementos de movimiento rectilíneo alternativo que transforman la energía contenida en el aire comprimido en energía mecánica.¹³ Disponen de un tubo cilíndrico cerrado, dentro un émbolo que se desplaza fijo a un vástago.

Hay varios tipos:

a) Cilindro 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

¹³ GUILLÉN S, Antonio. "Actuadores neumáticos". Marcombo, S.A. 1993, p.31

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 100 mm.

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

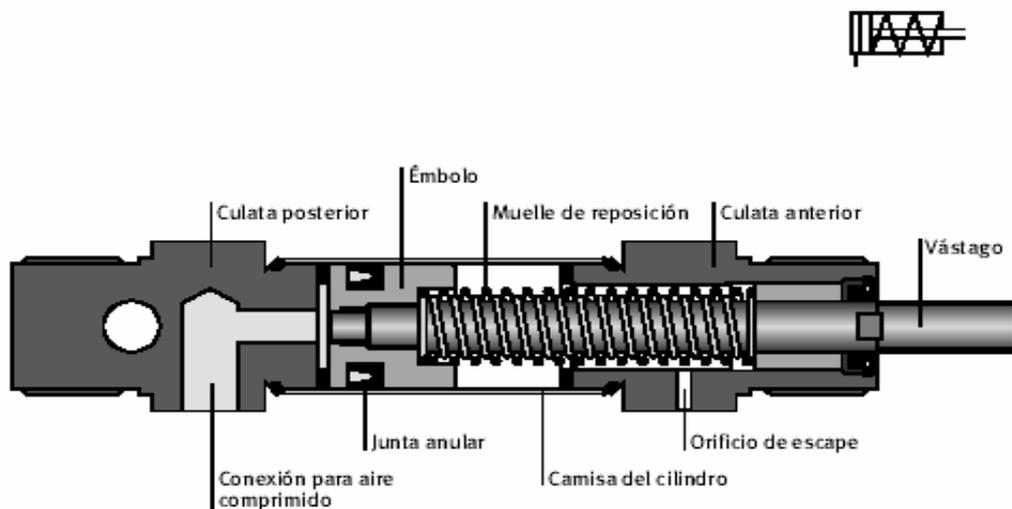


Fig. 31) Cilindro de simple efecto

- **Cilindro de émbolo**

La estanqueidad se logra con un material flexible (perbunano), que recubre el pistón metálico o de material plástico, durante el movimiento del émbolo, los labios de junta se deslizan sobre la pared interna del cilindro.

En la segunda ejecución mostrada en la figura 32, el muelle realiza la carrera de trabajo; el aire comprimido hace retornar el vástago a su posición inicial.

Aplicación: frenos de camiones y trenes.

Ventaja: frenado instantáneo en cuanto falla la energía.

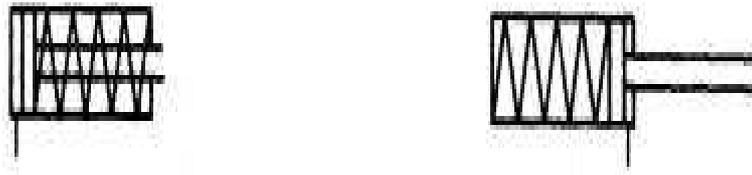


Fig. 32) Carrera de un cilindro

- **Cilindro de membrana**

Una membrana de goma, plástico o metal reemplaza aquí al émbolo. El vástago está fijado en el centro de la membrana. No hay piezas estanqueizantes que se deslicen, se produce un rozamiento únicamente por la dilatación del material.

Aplicación: Se emplean en la construcción de dispositivos y herramientas, así como para estampar, remachar y fijar en prensas.

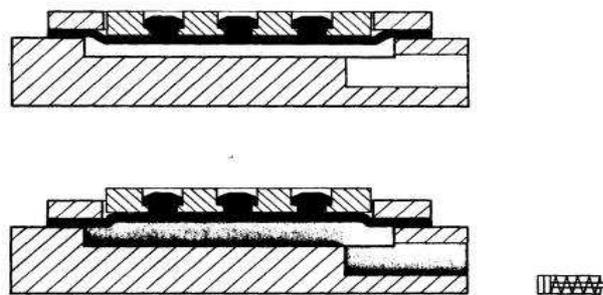


Fig. 33) Cilindro de membrana

- **Cilindros de membrana arrollable**

La construcción de estos cilindros es similar a la de los anteriores. También se emplea una membrana que, cuando está sometida a la presión del aire, se desarrolla a lo largo de la pared interior del cilindro y hace salir el vástago.

Las carreras son mucho más importantes que en los cilindros de membrana (aprox. 50 - 80 mm). El rozamiento es mucho menor.

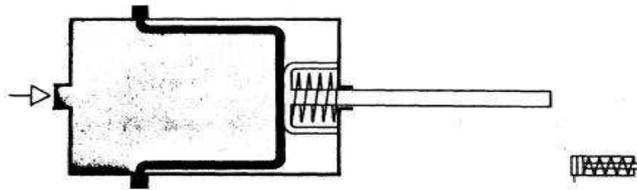


Fig. 34) Cilindro de membrana arrollable

b) Cilindro de doble efecto

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos.¹⁴ Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

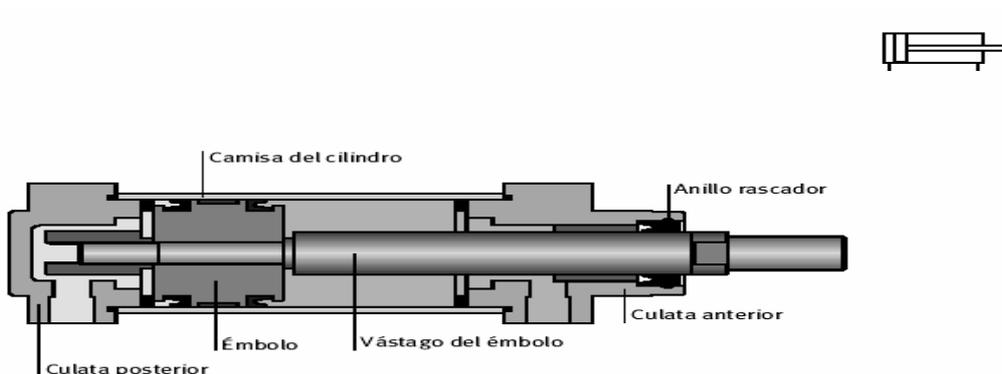


Fig. 35) Cilindro de doble efecto

¹⁴ GUILLÉN S, Antonio. "Actuadores neumáticos". Marcombo, S.A. 1993, p.33

- **Cilindros con amortiguación Interna**

Cuando las masas que traslada un cilindro son grandes, al objeto de evitar un choque brusco y daños se utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción momentos antes de alcanzar el final de la carrera. Antes de alcanzar la posición final, un émbolo amortiguador corta la salida directa del aire al exterior. En cambio, se dispone de una sección de escape muy pequeña, a menudo ajustable.

El aire comprimido se comprime más en la última parte de la cámara del cilindro. La sobrepresión producida disminuye con el escape de aire a través de las válvulas antirretorno de estrangulación montada (sección de escape pequeña).

El émbolo se desliza lentamente hasta su posición final, en el cambio de dirección del émbolo, el aire entra sin obstáculos en la cámara del cilindro por la válvula antirretorno.

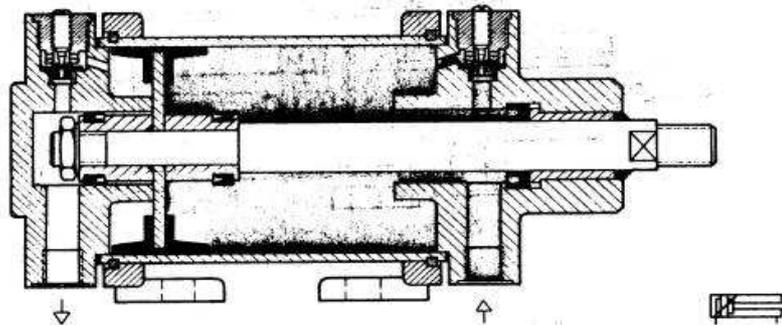
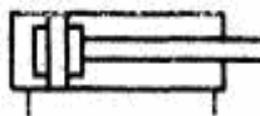


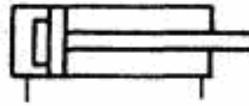
Fig. 36) Cilindro con amortiguación interna

Otros tipos de amortiguación:

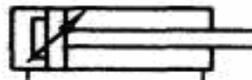
- Amortiguación en los dos lados, no regulable



- Amortiguación en el lado del embolo, no regulable



- Amortiguación en el lado del embolo, regulable



2.6. ELECTROVÁLVULAS (válvulas electromagnéticas)

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

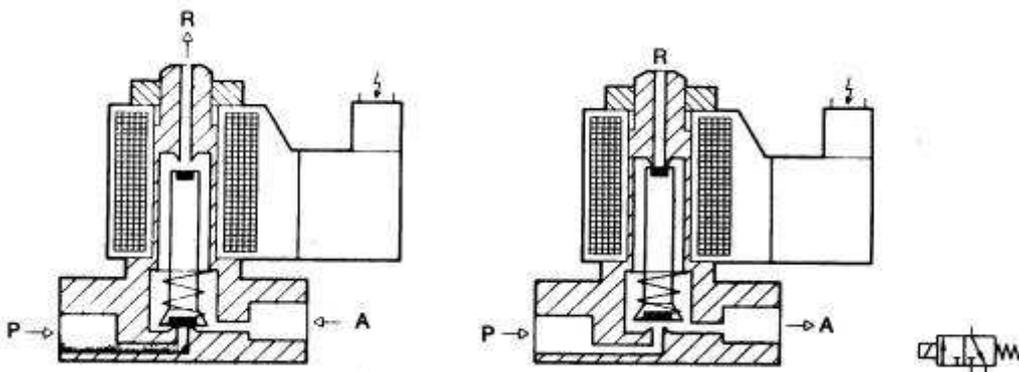


Fig. 37) Válvulas distribuidoras 3/2 (de mando electromagnético)

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. Se muestran en la figura 37.

Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen.

Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.

- 3 y 5 = Número de Puertos
- 2 = Número de Posiciones



Fig. 38) Símbolos de válvulas eléctricas

En la figura 38 se puede apreciar la simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas.

Significado de las letras utilizadas en los esquemas:

- P (Presión). Puerto de alimentación de aire
- R, S, etc. Puertos para evacuación del aire
- A, B, C, etc. Puertos de trabajo
- Z, X, Y, etc. Puertos de monitoreo y control

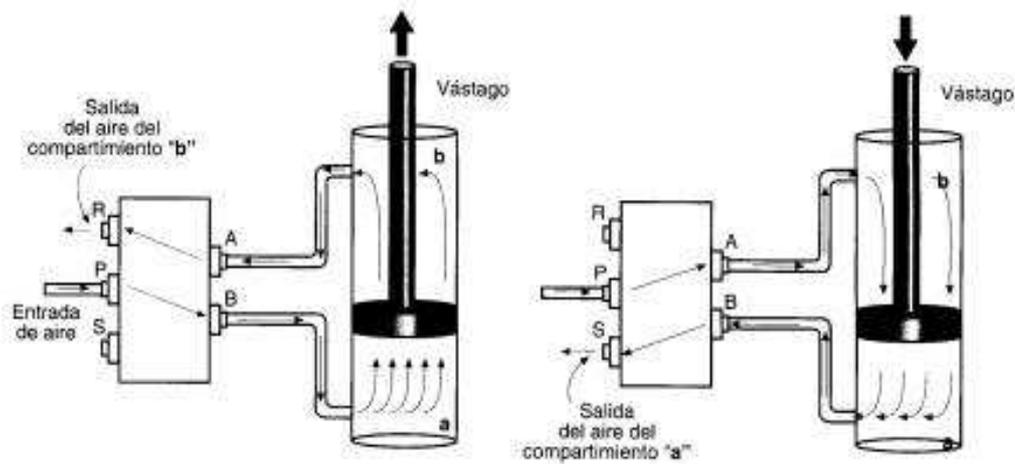


Fig. 39) Rutas del fluido con una válvula 5/2

En la figura 39 aparece la ruta que sigue el aire a presión con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión.

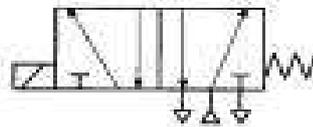


Fig. 40) Válvulas proporcionales

2.6.1. ELECTROVÁLVULAS DE DOBLE SOLENOIDE

Existen válvulas que poseen dos bobinas y cuyo funcionamiento es similar a los flip-flops electrónicos. Con este sistema, para que la válvula vaya de una posición a la otra basta con aplicar un pequeño pulso eléctrico a la bobina que está en la posición opuesta. Allí permanecerá sin importar que dicha bobina no siga energizada y hasta que se aplique un pulso en la bobina contraria. La principal función en estos sistemas es la de "memorizar" una señal sin que el controlador esté obligado a tener permanentemente energizada la bobina.

2.6.2. VÁLVULAS PROPORCIONALES

Este tipo de válvulas regula la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o de voltaje. Ver figura 40.

Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de fluidos, en este caso del aire. En la figura 41 se ve el control de lazo cerrado con válvula proporcional.

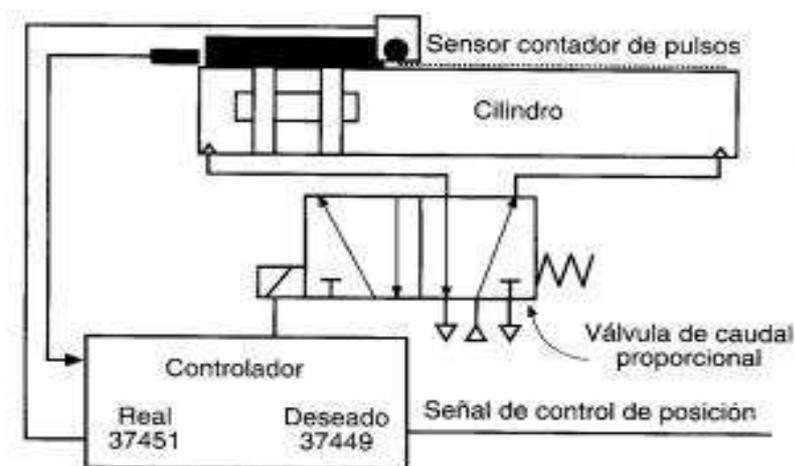


Fig.41) Control de lazo cerrado con válvulas proporcionales

Por medio de un dispositivo de procesamiento se puede ubicar un actuador en puntos muy precisos.

Mediante una válvula proporcional se puede realizar un control de posición de lazo cerrado donde el actuador podría ser un cilindro, el sensor un sistema óptico que envía pulsos de acuerdo a la posición de dicho cilindro, y el controlador un procesador que gobierne el dispositivo en general. El número de impulsos se incrementa a medida que el pistón se desplaza a la derecha y disminuye cuando se mueve a la izquierda.

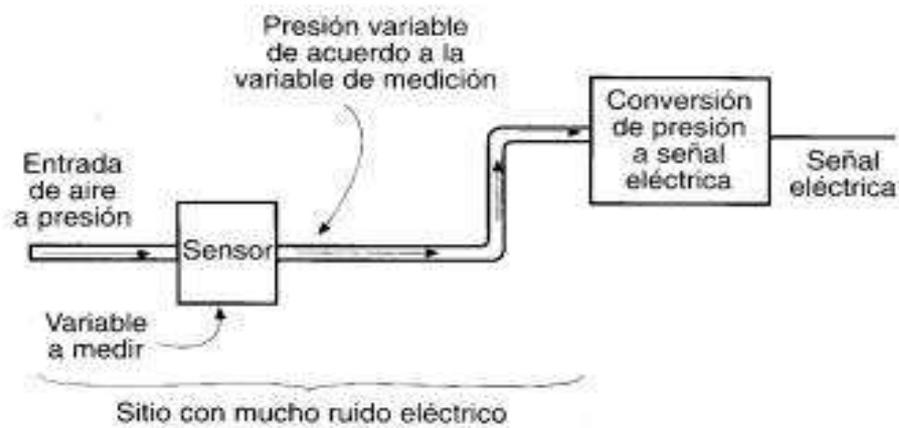


Fig. 42) Transmisión de señales por medios neumáticos

Cuando, en el sitio donde se mide la variable física, el ruido eléctrico o el peligro de explosión no permiten el uso de cableado, se transmiten señales por medios neumáticos para que sean convertidas al modo eléctrico en lugares distantes. Se muestra en la figura 42.

La señal enviada por el controlador hacia la válvula proporcional depende de la cantidad de pulsos, que a la vez indican la distancia que falta para alcanzar la posición deseada. Cada vez que la presión del aire, la temperatura o cualquier otro parámetro de perturbación ocasionen un cambio de posición, el controlador tendrá la capacidad de hacer pequeños ajustes para lograr la posición exacta del cilindro.

CAPITULO III

DIMENSIONAMIENTO DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA

En este capítulo se tratara el dimensionamiento de una máquina empacadora de líquidos, tomando como punto principal el uso de la neumática; para que sea utilizada en la industria de alimentos, dentro de normas y estándares de calidad.

3.1. EMPACADORA NEUMÁTICA

Se ha diseñado un prototipo de empacadora que consiste en un sistema de envasado y sellado aséptico del producto.

El proceso empieza con la colocación de un rollo de papel (cartón), el cual pasa por medio de unas mordazas y rodillos formadores, estos hacen que el papel adopte la forma requerida para envasar el producto como puede ser lácteo. Ver figura 43.

La banda de material pasa por una solución de peróxido de hidrógeno que desaparece con calor, esto hace que el material quede totalmente seco y al mismo tiempo se crea un ambiente estéril en la sección del llenado. El papel es conducido hasta la máquina de envasado en un sistema cerrado.

Posteriormente se dobla el material por la mitad y cuando pasa por el punto más alto de la máquina ya está doblado y se conduce verticalmente hacia abajo, pasando por una herramienta que forma unas muescas por donde el envase se a de formar.

Luego se encuentra el tubo de llenado, que es un pico vertedor con un temporizador calibrado en función de la capacidad de llenado. Cuando la banda

de papel doblado pasa por este punto, el tubo de llenado se introduce entre los bordes de papel que se cierran entre sí, entonces el material de envase forma un tubo algo aplastado, se llena de producto y luego los envases son sellados por medio de unas resistencias, en este proceso los envases están con líquido circulando en su interior quedando así completamente llenos.

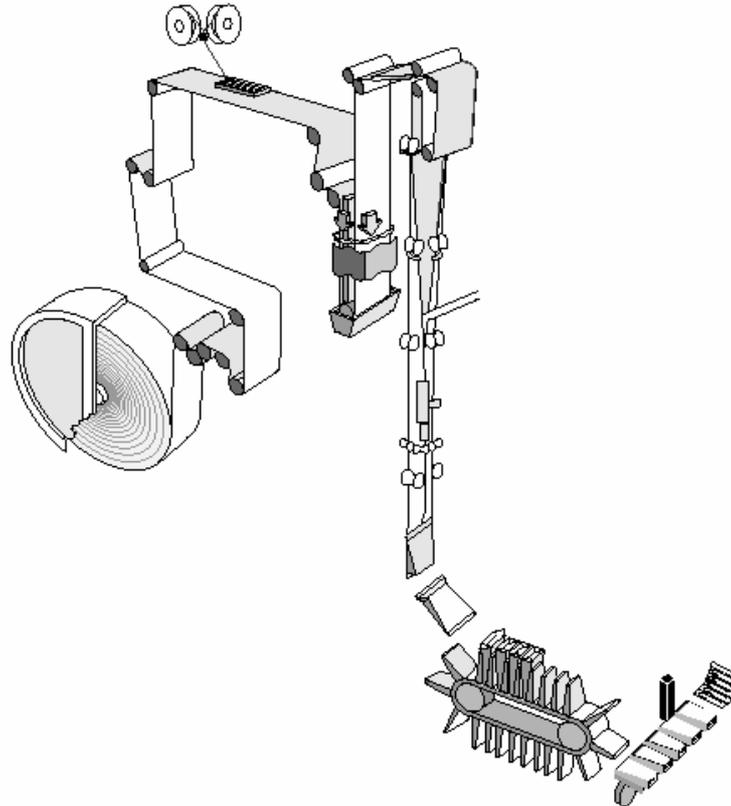


Fig.43) Banda de papel y rodillos dobladores

El sellado transversal y el corte constituyen la última fase, adquiriendo los envases forma definitiva mediante doblado y sellado de las pestañas superior e inferior, que se logra a través de un sistema de rodillos y una banda transportadora la cual tiene unos moldes en forma de paletas.

La formación y sellado de los envases se efectúa con dos pares de mordazas, que también tiran del material hacia adelante en un movimiento continuo. El sellado longitudinal y los cortes transversales son sellados por impulsos (soldadura con resistencias). Estas resistencias van atornilladas a los vástagos de

dos cilindros de doble efecto los cuales realizan una carrera horizontal. Por último se realiza el corte de los envases ya sellados por medio de otro par de cilindros, en los que se encuentran atornilladas en sus respectivos vástagos unas guillotinas las cuales van a realizar una carrera horizontal por ende cortarán al envase ya sellado. En la parte baja de la máquina se ha colocado una banda transportadora en la que se incorpora un final de carrera para realizar el conteo de envases. Más adelante en el anexo 1, se puede observar el dimensionamiento de la máquina con sus medidas y sus actuadores neumáticos.

3.2. REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DE LOS ACTUADORES

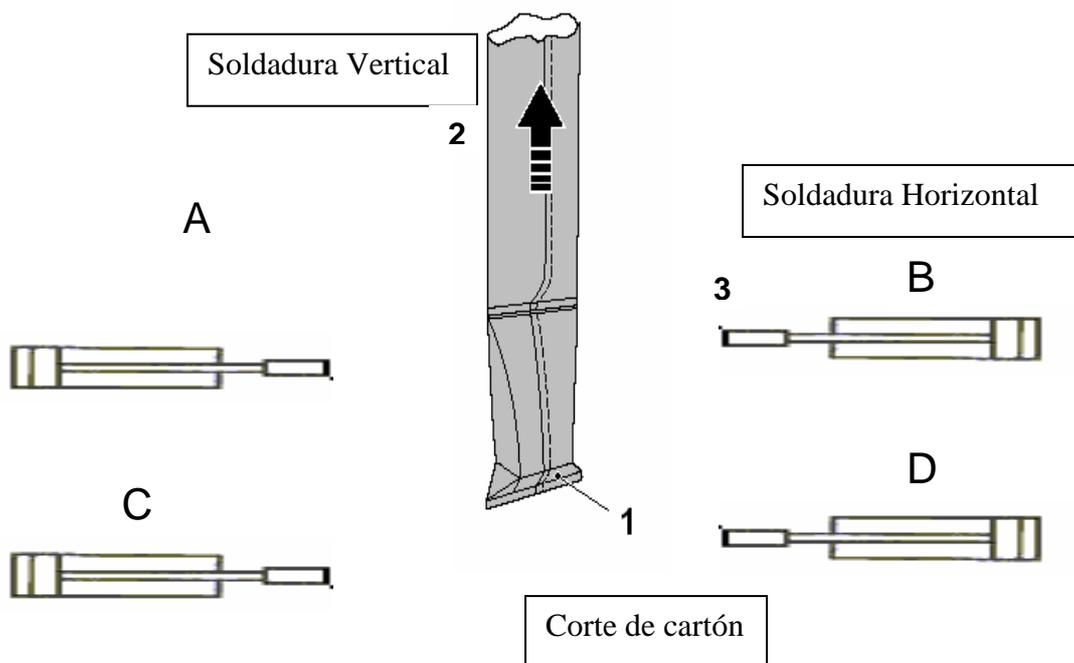


Fig.44) Sellado y corte

3.2.1. SISTEMA SIMPLIFICADO

ETAPA	CILINDRO	
1	A+,B+	Salida de vástagos de sellado
2	C+,D+	Salida de vástagos de corte
3	A-.B-	Retorno de vástagos de sellado
4	C-,D-	Retorno de vástagos de corte

Tabla 2: Sistema Simplificado

Elaboración: Los Autores

3.2.2. ÓRDENES DADAS A LOS CILINDROS

- A+, B+: Aproximación del vástago de sellado hacia el cartón
- C+, D+: Aproximación del vástago de corte hacia el cartón
- A -, B -: Retorno del vástago de sellado HS (Soldadura)
- C -, D -: Retorno del vástago de corte (Guillotina)

CAPITULO IV

ESTRUCTURACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE CILINDROS Y ELECTROVÁLVULAS

El dimensionamiento de cilindros y electroválvulas se realiza tomando como base el tipo de trabajo que estos actuadores deberán hacer en esta empacadora neumática.

Por medio de un software denominado ProPneu de la Festo se realiza la selección de los actuadores que se utilizan en esta empacadora.

4.1. CILINDRO CDN

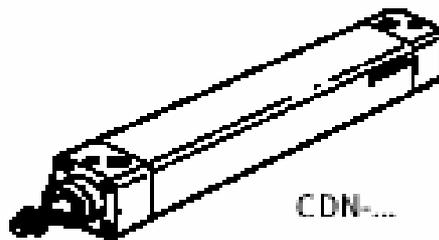


Fig.45) Cilindro CDN

Se escogió cilindros de doble efecto, pues se necesita que estos dispongan de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno y que realicen un movimiento de traslación en los dos sentidos. Ver anexo 2.1.

Además de esto se tomó en cuenta la regulación del cilindro, esto es la longitud de carrera requerida, el ángulo de instalación, la dirección del movimiento, la masa en movimiento y la fuerza de impacto adicional.

Verificar la presión de funcionamiento a la que va a trabajar, que por lo general es de 6 – 7 bar.

Se adicionó válvulas reguladoras de caudal de alimentación.

4.2. ELECTROVÁLVULA 5/2

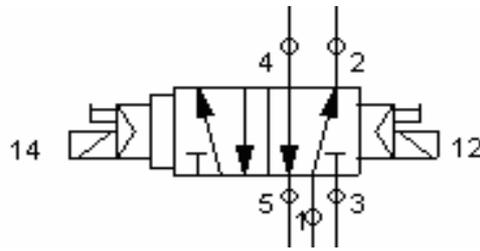


Fig.46) Electroválvula 5/2

Se selecciona válvulas distribuidoras 5/2 vías, porque se requiere que estas sean de accionamiento electroneumático, de doble bobina dominante. Se adicionó escapes de aire a la atmósfera para cada electroválvula para no tener ruidos al momento de su funcionamiento. Ver anexo 4 y 5.

4.3. PARÁMETROS REQUERIDOS

El cilindro que se va a utilizar es el siguiente:

CDN-32-200-PPV-A-SMT-K2

Donde

CDN Cilindro Clean Design

PPV Amortiguación regulable en ambos lados

A Detección de posiciones pilotaje externo

SMT Detectores de posición electrónica

K2 Variante prolongación de la rosca exterior del vástago

Este cilindro es apto para utilizar en la industria de alimentos.

Longitud de carrera requerida: 200 mm

Ángulo de instalación: 0 deg

Cantidad de cilindros: 4

Dirección del movimiento: extender

Presión de funcionamiento: 6,5 bar

Masa en movimiento: 10 kg
Fuerza de impacto adicional: 0 N

ACCIONAMIENTO

Tipo 1x DNC-32-200-PPV

Válvula de estrangulación de retención

Marca Festo
Tipo GRLA-1/8-QS-6-D
Configuración Flujo 5.3 Revoluciones

Válvula de vías

Válvula 5/2
Tipo CPE14-M1BH-5J-1/8

Unidad de mantenimiento

MSBG-1/2: CIJ3M1D1A1F3-WP

Silenciador U -1/8

Tubo flexible [Cil. > Válvula]

Tipo PUN-H-6x1-BL
Largo del tubo flexible 1 m
Racor CRQS-1/8-6

Tubo flexible [Fuente > Válvula]

Tipo	PUN-H-3x0,5-BL
Largo del tubo flexible	1 m
Racor	CRCN-1/8-PK-3

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]

Diámetro del émbolo:	32 mm
Fuerza teórica con 6 bar. en avance:	483 N
Fuerza teórica con 6 bar. en retroceso:	415 N
Energía máx. De impacto en las posiciones finales	0.4 J
Fluido	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación
Presión de funcionamiento [bar.]:	0,6 – 12
Clase de resistencia a la corrosión	3
Fuerza transversal:	FQ= 20 N

CONDICIONES DEL ENTORNO INDUSTRIAL:

Diámetro del émbolo	Tipo básico
Temperatura ambiente ¹⁵ [°C]:	-20 +80 sin detección de posiciones -20 +60 con detección de posiciones
Clase de resistencia a la corrosión ¹⁶	3

Pesos [g]

¹⁵ Tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de los detectores

¹⁶ Según norma de Festo 940 070 Válida para piezas expuestas a gran peligro de corrosión. Piezas exteriores en contacto directo con sustancias usuales en entornos industriales, tales como disolventes o detergentes, con superficies funcionales.

Diámetro del émbolo	32 mm
Tipo básico	
Peso con carrera de 200 mm	600 gr
Peso adicional por 10 mm de carrera	33 gr
Masa móvil con carrera de 200 mm	130 gr
Masa adicional por 10 mm de carrera	9gr

En la tabla 3. Se da a conocer los resultados de la simulación de los parámetros del sistema - base para la selección de los actuadores, por medio del software ProPneu.

Tiempo total de posicionamiento	1,1 s
Velocidad promedio	0,18 m/s
Velocidad de impacto	0,11 m/s
Máx. velocidad	0,25 m/s
Energía dinámica de impacto	0,07 J
Velocidad media del aire	39,89 m/s
Consumo de aire mínimo	1,2859 l
Regulación PPV	100 % ..

Tabla 3: Tabla de Variables
Elaboración: Los Autores

4.4. ESQUEMA DE CONECCION DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO

Este esquema es obtenido por el software ProPneu al ingresar los parámetros requeridos. Aquí se presenta lo siguiente:

- Un cilindro de doble efecto
- Dos Válvulas de estrangulación de retención (Con flujo 5.3 revoluciones)¹⁷
- Tubo flexible [Cil. > Válvula]
- Válvula de vías
- Tubo flexible [Fuente > Válvula]
- Dos silenciadores

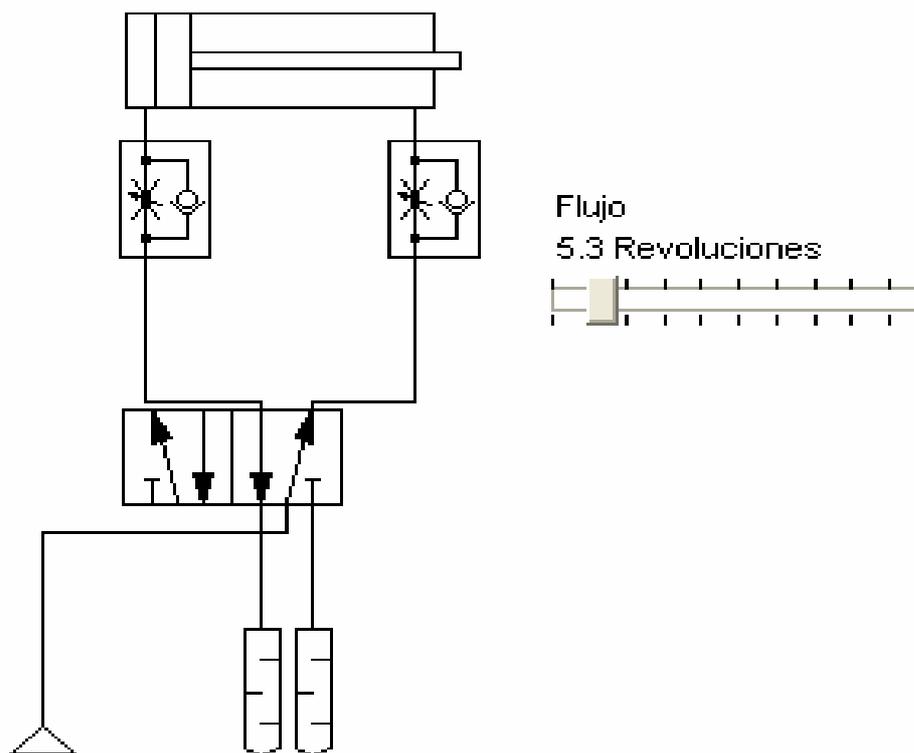


Fig.47) Esquema de un cilindro doble efecto

¹⁷ FESTO, ProPneu. Se tiene la posibilidad de ajustar manualmente el flujo de la válvula de estrangulación de retención y de esta forma influir el desarrollo del movimiento

4.5. DATOS TÉCNICOS DE LA EMPACADORA

A continuación se describe los datos de funcionamiento de la empacadora neumática Tetra Pak, datos de placa de compresores, consumo de aire en cilindros, alimentación del producto, limpieza aséptica, caudal total consumido.

COMPRESOR:

Motor	Trifásico, asíncrono
Potencia	3hp, 2 etapas
RPM	1740
Voltaje	Lo 208 V/230 V Hi: 460 V
Frecuencia	60 Hz
Amperaje	Lo 17.6 A Hi: 8.8 A
Presión mínima	70 PSI
Presión máxima	100 PSI
Presión de Alimentación	6 – 7 bar.

Tabla 4: Tabla de datos del compresor
Elaboración: Los Autores

CONSUMO DE AIRE CILINDROS:

Esto dependerá de cada trabajo que realicen los cilindros, a continuación se presenta un ejemplo de cálculo.

$$Q = \frac{\pi}{4000} (2D^2 - d^2) L * P * n$$

Donde:

Q= Caudal consumido por el cilindro en l/min.

D= Diámetro interior del cilindro en cm.

d= Diámetro del vástago en cm.

L= Carrera del vástago en cm.

P= Presión de trabajo del cilindro en bar

n= Número de ciclos por minuto

Datos:

D: 32mm=3.2cm

P: 6 bar

L: 200mm=20cm

d: 12mm=1.2cm

n: 10 carr./min

$$Q = \frac{\pi}{4000} \left(2(3.2 \text{ cm})^2 - (1.2 \text{ cm})^2 \right) 20 \text{ cm} * 6 \text{ bar} * 10 \text{ carr.} / \text{ min}$$

$$Q = 17.94 \text{ lt} / \text{ min} .$$

ALIMENTACIÓN:

La máquina es alimentada por un carrete de papel de envasado el cual es arrastrado por medio de mordazas, rodillos de arrastre y rodillos de formado. Ver anexo 3.

Transmisión: Tren de engranes, poleas y bandas.

Motor eléctrico: 30 KW, Trifásico, asíncrono de polos conmutables, dos velocidades, 1 sentido de giro. Ver anexo 6.2.

Producto:

Alimentación	Por gravedad o bomba de diafragma
Presión de alimentación	50 - 350 kPa (0,5 - 3,5 bar)
T. de entrada	5 - 50 °C
T. de llenado	5 - 50 °C Varía +1 -2 °C desde la temperatura de entrada

Tabla 5: Valores mínimos y máximos

Elaboración: Los Autores

Esterilización:

Aséptico	Cabina para colocación de rollo con lámpara germicida (UV)
Consumo	0,7 - 1,2 lit/h 0,9lit para esterilización
Concentración	35%

Tabla 6: Peroxido de Hidrógeno

Elaboración: Los Autores

Agua de enfriamiento:

Presión de Alimentación	1 a 6 bar	
Caudal	200 litros / hora	Aprox. 5 lit/hora del consumo total se puede recircular.
Temperatura máxima	20°C	

Tabla 7: Agua de enfriamiento
Elaboración: Los Autores

Vapor:

Calidad del agua	Potable	Los aditivos deben ser compatibles
Presión de alimentación	4 bar	
Consumo	0,5 kg/h en producción	

Tabla 8: Características del vapor
Elaboración: Los Autores

Consumo Total:

Consumo Total	Caudal	24000 lit/día
	Estos valores varían según la producción del día	

Tabla 9: Consumo Total
Elaboración: Los Autores

TIPO DE SELLADO DEL TETRA PAK:**VERTICAL:**

Fijo al caliente. Por resistencias soldadura vertical.

HORIZONTAL:

Mediante resistencias acopladas a los vástagos de los cilindros.

CORTE DEL ENVASE:

Realizado por Guillotinas transportada, acopladas a los vástagos de los cilindros.
Observar anexo 2.1.

MOTOR BANDA TRANSPORTADORA:

TRIFASICO 3HP ASINCRÓNICO.

4.6. DIAGRAMA FASE - TIEMPO

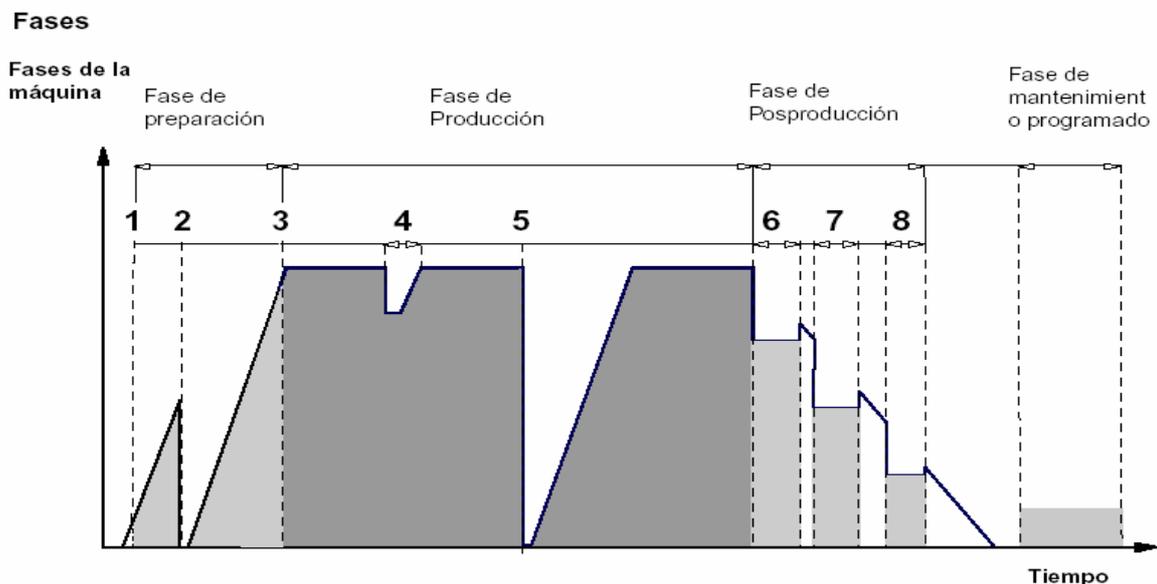


Fig. 48) Diagrama Fase - Tiempo

1. Pre calentamiento
2. Pasa a la fase cero durante la fase de preparación (sólo si tiene lugar)
3. Arranque del motor
4. Parada corta (sólo si tiene lugar)
5. Pasa a la fase cero durante la fase de producción (sólo si tiene lugar; siguen la limpieza y la preparación)
6. Ventilación
7. Limpieza
8. Limpieza externa

DESCRIPCION DE LAS FASES

Fase de preparación

Empieza con la primera operación de preparación de la máquina para la producción programada y termina cuando empieza la **fase de producción**.

Fase de Producción

Esta fase empieza con la primera operación para producir envases y termina cuando finaliza la producción programada o cuando se interrumpe la producción.

Fase de Posproducción

Aquí se da la primera operación de ejecución del programa de posproducción y termina cuando se finalizan las operaciones previstas en la **fase de posproducción**.

Fase de mantenimiento programado

Esta fase empieza con la primera operación de prevención y termina una vez que ha sido efectuado el mantenimiento programado.

CAPITULO V

PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO POR MEDIO DE UN PLC

5.1. CONCEPTO

P.L.C. (Programmable Logic Controller) significa Controlador Lógico Programable. 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 /salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

5.2. ESTRUCTURA DE UN P.L.C.

Los PLCs se componen esencialmente de tres bloques como se demuestra en la siguiente figura:



Fig. 49) Unidad central de Proceso

5.3. PARTES DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE

Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulo de entrada
- Módulo de salida
- Terminal de programación
- Periféricos

5.3.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 220v c.a., a baja tensión de c.c., normalmente 24 v. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata.¹⁸

5.3.2. CPU

La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las órdenes, del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

¹⁸ [http://www.plc.com/autómatas programables.htm](http://www.plc.com/autómatas_programables.htm)

5.3.3. MÓDULO DE ENTRADAS

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores). La información recibida en él, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo a la programación residente. Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los Pasivos y los Activos.

- **Los Captadores Pasivos**

Son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.

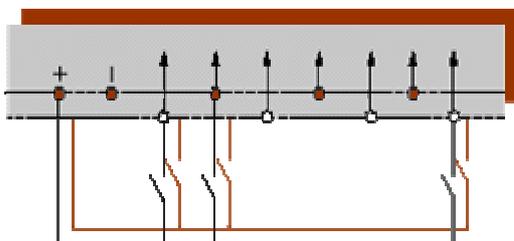


Fig.50) Captador pasivo

- **Los Captadores Activos**

Son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del autómata.

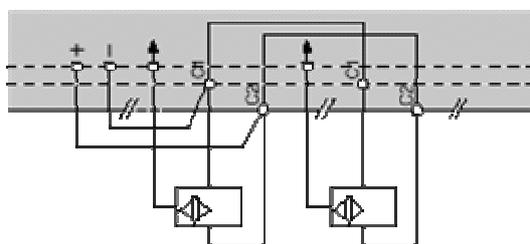


Fig.51) Captador activo

En circuitos de automatismos industriales realizados por contactores, se puede utilizar, como captadores, contactos eléctricamente abiertos o eléctricamente cerrados, dependiendo de su función en el circuito. Como ejemplo se puede ver un arrancador paro/marcha en la figura 52.

En él se distingue el contacto usado como pulsador de marcha que es normalmente abierto (N/A) y el usado como pulsador de parada que es normalmente cerrado (N/C). Sin embargo en circuitos automatizados por autómatas, los captadores son generalmente abiertos.

El mismo arrancador paro/marcha realizado con un autómata es el de la figura 53. En él se ve que ambos pulsadores y el relé térmico auxiliar son abiertos.

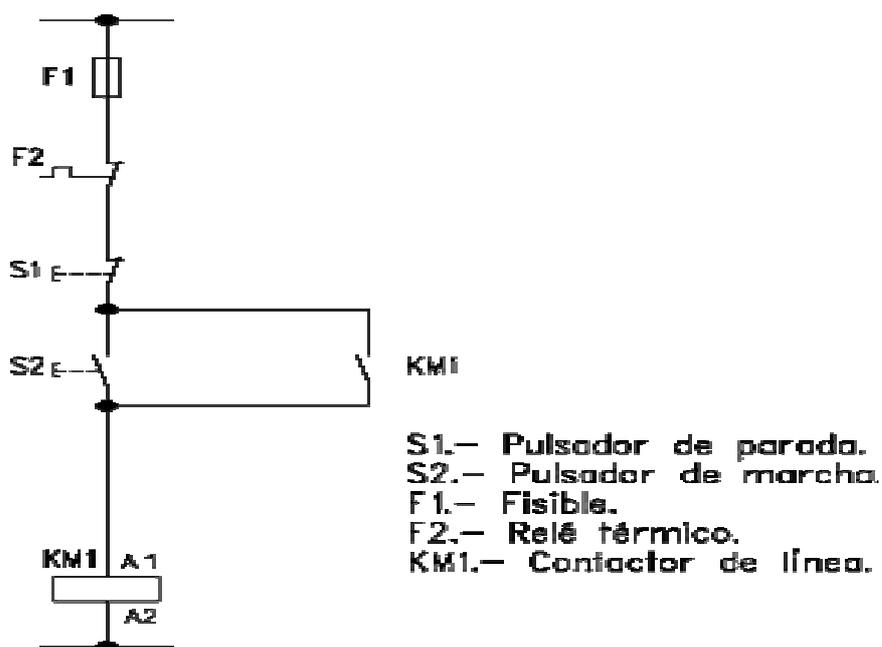


Fig. 52) Diagrama de Control de un arrancador paro/marcha

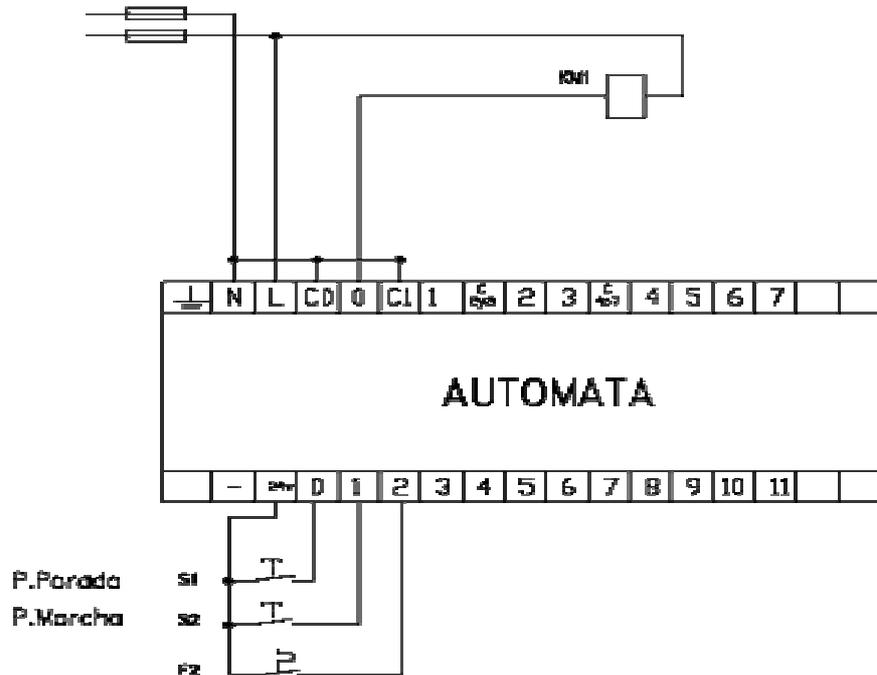


Fig. 53) Conexión del Automata

5.3.4. MÓDULO DE SALIDAS

El módulo de salidas del automático es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

Según el tipo de proceso a controlar por el automático, se puede utilizar diferentes módulos de salidas.

Existen tres tipos bien diferenciados:

- A relés
- A triac
- A transistores

- **Módulos de salidas a relés**

Son usados en circuitos de corriente continua y alterna. Están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.

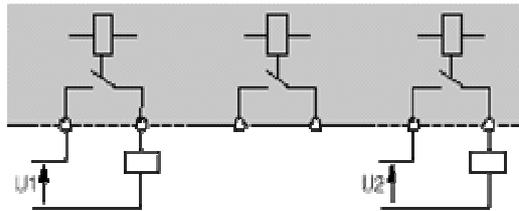


Fig. 54) Módulos de salidas a relés

- **Módulos de salidas a Triacs**

Se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesiten maniobras de conmutación muy rápidas.

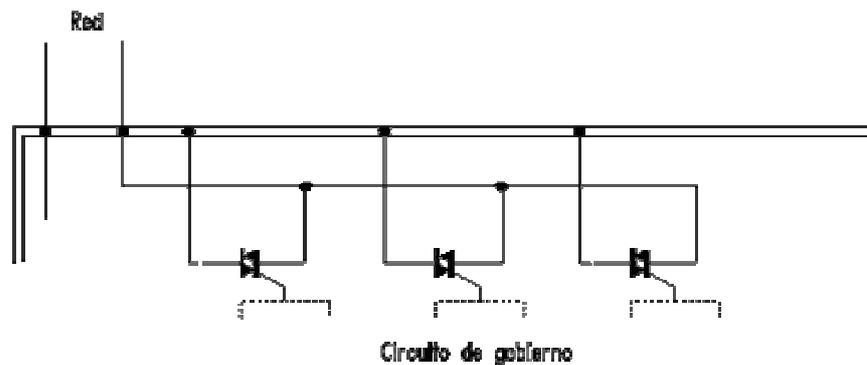


Fig. 55) Módulos de salidas a Triacs

- **Módulos de salidas a Transistores**

El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua, igualmente que en los de Triacs, es utilizado en circuitos que necesiten maniobras de conexión/desconexión muy rápidas.

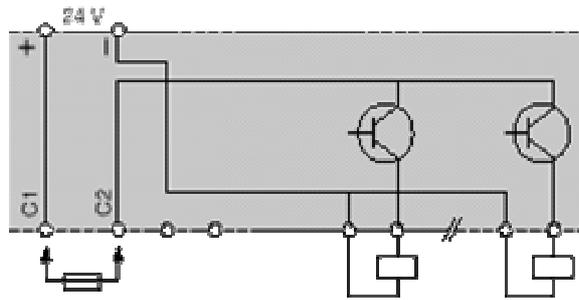


Fig. 56) Módulos de salidas a Transistores

La forma de conectar los actuadores a los módulos de salidas, dependerá del tipo de módulo utilizado.

5.3.5. TERMINAL DE PROGRAMACIÓN

El Terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas
- Verificación de la programación
- Información del funcionamiento de los procesos

Como consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el autómata, tipo calculadora o bien un ordenador personal PC, que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control.



Fig. 57) Terminal de programación portátil



Fig. 58) Terminal de programación compatible PC

5.3.6. PERIFÉRICOS

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario.

Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes
- Impresoras
- Cartuchos de memoria EEPROM
- Visualizadores y paneles de operación OP

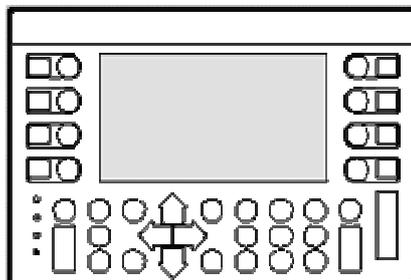


Fig. 59) Panel de Operación OP

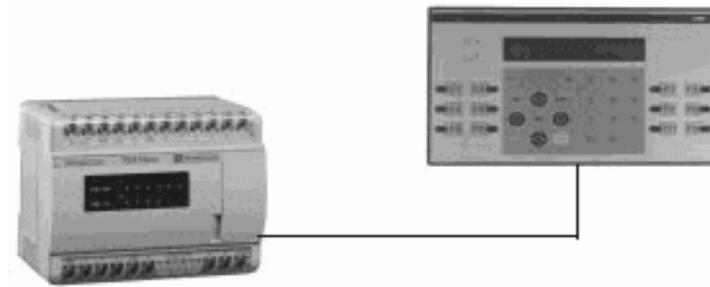


Fig. 60) Conexión de un visualizador a un autómata

5.4. CAMPOS DE APLICACION DEL PLC

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

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

Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de un montaje, 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 reduce necesidades tales como:

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

5.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN P.L.C.

Las ventajas en el uso del PLC comparado con sistemas basados en relé o sistemas electromecánicos son:

- **Flexibilidad**

Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito impreso de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.

- **Tiempo**

Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.

- **Cambios**

Facilidad para realizar cambios durante la operación del sistema.

- **Confiabilidad**

Confiar en el buen funcionamiento y desempeño del PLC.

- **Espacio**

Ocupa un lugar reducido en la maquina y evita la aglomeración de cableado en un tablero.

- **Modularidad**

Se puede modificar para que las señales transmitidas se perciban con más claridad.

- **Estandarización**

Se ajustan a un determinado tipo o norma.

5.6. APLICACION DEL PLC

5.6.1. CONTROL DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

La unidad o consola de programación: en este caso se utiliza la PC mediante la instalación del software indicado (Step 7) y es mediante el teclado que se realiza la programación.

Programación

Para realizar un proceso de automatización se sugiere seguir los siguientes pasos:

1. Programar el proceso
2. Definir las unidades funcionales
3. Diseñar los circuitos

1. Programar el proceso

El proceso o la instalación debe dividirse en secciones independientes entre si, cada una de las cuales determinarán los límites tanto de los diversos sistemas de automatización como de las descripciones de las áreas de funciones y la asignación de recursos.

2. Definir las unidades funcionales

En la descripción de las funciones de cada sección debe incorporarse lo siguiente:

- Entradas y salidas (E/S)
- Descripción del funcionamiento

- Estados que deben alcanzar los (actuadores, electroválvulas, motores, accionamientos, bobinas, solenoides, etc.)
- Descripción del interfase de operador
- Interfases con otras secciones del proceso o de la instalación.

3. Diseñar los circuitos

Al diseñar los circuitos para el cableado se considera no solo los tipos de cable, los equipos que interconectan sino también los requerimientos de seguridad, para esto se sugieren lo siguiente:

- Determinar el funcionamiento erróneo o inesperado de los actuadores que pudieran causar peligros.
- Definir las condiciones bajo las cuales el sistema funcionará seguro.
- Definir la manera que la CPU y los módulos de aplicación controlarán el proceso cuando se conecte y desconecte la alimentación, así como al detectarse errores.
- Disponer de los dispositivos de parada de emergencia manual o de aquellos necesarios para sobrecargas electromagnéticas que impidan el funcionamiento peligroso.
- Los circuitos de transmisión de información de estados hacia o desde la CPU deben ser independientes de aquellos de alimentación de corriente continua o alterna y deben ir en vías diferentes.

5.7. SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

El sistema de programación permite al usuario crear su propio programa que luego se transfiere a la memoria utilizada en Step 7.

La programación consiste de una secuencia ordenada de instrucciones cuyo objeto es resolver un problema determinado.

5.7.1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Para este tipo de CPU existen dos tipos de lenguajes el AWL y el KOP.

5.7.1.1. El lenguaje AWL

Comprende un juego de operaciones nemotécnicas que representan las funciones de la CPU.

Este lenguaje contiene una lista de instrucciones en el que cada línea del programa tiene una operación que utiliza una abreviatura nemotécnica para representar una función de la CPU. Las operaciones se colocan en secuencia lógica a los requerimientos del programa.

La programación con este tipo de lenguaje tiene las siguientes reglas:

- Cada sección de programación se divide en segmentos, cuya palabra clave es NETWORK.
- Los comentarios se escriben luego de dos barras inclinadas (//). Cada línea adicional de comentario debe comenzar del mismo modo con dos barras inclinadas, se debe finalizar cada línea pulsando Enter.

- La primera columna corresponde a la operación. La operación es una secuencia lógica.
- La segunda columna, separada de la anterior por un espacio en blanco, corresponde al operando. El operando es la dirección del dato sobre el que actúa la operación.

5.7.1.2. El lenguaje KOP

Es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de los esquemas de circuitos, los cuales conforman un segmento de operaciones lógicas.

Los elementos básicos de este lenguaje son:

Contactos

Representan interruptores por los que circula la corriente cuando está cerrado; lo que implica que existen dos tipos de contacto normalmente abiertos (N/A) y normalmente cerrados (N/C).

Bobinas

Son relés que se excitan cuando se aplica voltaje.

Cuadros

Representan una función que se ejecuta cuando la corriente circula por él. Un cuadro puede representar, por ejemplo: un contador, un temporizador, etc.

Segmentos

Constituyen un circuito completo. La corriente circula desde la barra de alimentación ubicada a la izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o cuadros.

5.8. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

a) Encendido de la empacadora

- I0.1 Interruptor de encendido, enciende M0.0 (Master).
- I0.0 Interruptor de apagado, apaga toda la máquina.
- I0.1 Interruptor de encendido, enciende Q0.1 (motor 1, banda transportadora 1).
- I0.1 Interruptor de encendido, enciende Q0.2 (Resistencia, sellado horizontal), se encienden al principio para alcanzar la temperatura de sellado del papel al momento que los cilindros presionen al papel.
- I0.1 Interruptor de encendido, enciende Q0.3 (Resistencia, sellado vertical) se encienden al principio para alcanzar la temperatura de sellado al momento que el papel pase por la resistencia.
- I0.1 Interruptor de encendido, enciende Q1.3 (motor 6, compresor), se enciende al principio para cargar aire en el acumulador y funcionen los cilindros sin problema al momento del sellado y corte.

b) Llenado del líquido en el recipiente superior de la empacadora.

- I0.1 Interruptor de encendido, enciende Q0.5 (motor 3, bomba de alimentación), bombea el líquido a un recipiente que se encuentra en la parte superior de la empacadora.
- I0.1 Interruptor de encendido, enciende Q0.5 (válvula de alimentación 1), con lo cual se llena el recipiente.
- I0.2 Sensor de llenado del recipiente, apaga Q0.5 (motor 3, bomba de alimentación).
- I0.2 Sensor de llenado del recipiente, apaga Q0.5 (válvula de alimentación 1).
- I0.5 Final de carrera 3, cuenta 10 envases para encender a C2.
- C2 Contador 2, comienza el ciclo de llenado nuevamente, cuando el líquido del recipiente esta por agotarse, con Q0.5 se resetea C2.

c) Encendido del rodillo de alimentación del papel tetra pak y rodillo de goma para el sellado vertical.

- I0.2 Sensor de llenado del recipiente, enciende Q0.4 (motor 2, rodillo de alimentación del papel), esto se da cada vez que se enciende la máquina para que los cilindros no realicen su carrera positiva sin papel para sellar.
- I0.2 Sensor de llenado del recipiente, enciende Q0.6 (motor 4, rodillo de goma), esto se da cada vez que se enciende la máquina para que los cilindros no realicen su carrera positiva sin papel para sellar.

- T32 Temporizador 1, se apaga Q0.4 (motor 2, rodillo de alimentación del papel), para al rodillo al momento de llegar a las resistencias de sellado (cilindros neumáticos).
- T32 Temporizador 1, se apaga Q0.6 (motor 4, rodillo de alimentación de goma), para al rodillo al momento de llegar a las resistencias de sellado (cilindros neumáticos).

d) Sellado y corte del envase tetra pak.

- T32 Temporizador 1, se enciende Q0.7 (electroválvulas A, B, +), realizan el desplazamiento positivo del pistón en los cilindros A, B para el sellado del envase tetra pak.
- T32 Temporizador 1, se enciende Q0.7 (electroválvulas C, D, +), realizan el desplazamiento positivo del pistón en los cilindros C, D para el corte del envase tetra pak.
- T33 Temporizador 2, se apaga Q0.7 (electroválvulas A, B, C, D)
- T33 Temporizador 2, se enciende Q1.0 (electroválvulas A, B, C, D, -), realizan el desplazamiento negativo y los pistones regresan a su posición original después de realizar el sellado y corte.
- T34 Temporizador 3, se apaga Q1.0 (electroválvulas A, B, C, D, -).
- T34 Temporizador 3, comienza el ciclo nuevamente de sellado y corte del envase tetra pak

e) Encendido de los rodillos de alimentación de papel y goma

Se enciende nuevamente los rodillos de alimentación de papel y goma, siendo: $Q0.4 = Q1.4$ y $Q0.6 = Q1.5$, puesto que a $Q0.4$ y $Q0.6$ solo es para el encendido de la empacadora por primera vez para que al momento del sellado el papel se encuentre en la resistencia.

- T33 Temporizador 2, se enciende $Q1.4$ (motor 2, rodillo de alimentación del papel), comienza el ciclo nuevamente, pero sincronizado con los cilindros.
- T33 Temporizador 2, se enciende $Q1.5$ (motor 2, rodillo de alimentación de goma), comienza el ciclo nuevamente, pero sincronizado con los cilindros.
- T34 Temporizador 3, se apaga $Q1.4$ y $Q1.5$
- T33 Temporizador 2, comienza el ciclo nuevamente.

f) Control de la válvula de alimentación

- T33 Temporizador 2, se enciende $Q1.1$ (válvula de alimentación 2), realiza el llenado del envase tetra pak, para ser sellado y cortado.
- T34 Temporizador 3, se apaga $Q1.1$ (válvula de alimentación 2), una vez llenado el envase se cierra la válvula dando paso al sellado y corte.
- T33 Temporizador 2, comienza el ciclo nuevamente.

Los literales c, d, e, f, están sincronizados como se detalla en los mismos.

g) Encendido de la banda transportadora final

- I0.3 Final de carrera 1, cuenta 5 envases para encender a C1.
- C1 Contador 1, se enciende Q1.2 (motor 5, banda transportadora 2) lleva el empaque de 5 envases a bodega, con Q1.2 se resetea al contador.
- I0.4 Final de carrera 2, apaga Q1.2 (motor 5, banda transportadora 2)

5.9. DESCRIPCIÓN DE LOS SÍMBOLOS EN LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

SIMBOLO	NOMBRE
I0.0	Interruptor de apagado
I0.1	Interruptor de encendido
I0.2	Sensor de llenado unipolar fotoeléctrico
I0.3	Final de carrera 1
I0.4	Final de carrera 2
I0.5	Final de carrera 3
M0.0	Bobina (encendido / apagado)
Q0.1	Motor 1 banda transportadora
Q0.2	Resistencia sellado horizontal
Q0.3	Resistencia sellado vertical
Q0.4	Motor 2 rodillo alimentación papel
Q0.5	Motor 3 bomba de alimentación
Q0.5	Válvula de alimentación 1

Q0.6	Motor 4 rodillo de goma
Q0.7	Electroválvulas A, B, C, D, +
Q1.0	Electroválvulas A, B, C, D, -
Q1.1	Válvula de alimentación 2
Q1.2	Motor 5 banda transportadora
Q1.3	Motor 6 compresor
Q1.4	Motor 2 rodillo alimentación papel
Q1.5	Motor 4 rodillo de goma
C1	Contador 1
C2	Contador 1
T32	Temporizador 1 (de retardo a la conexión)
T33	Temporizador 2 (de retardo a la conexión)
T34	Temporizador 3 (de retardo a la conexión)

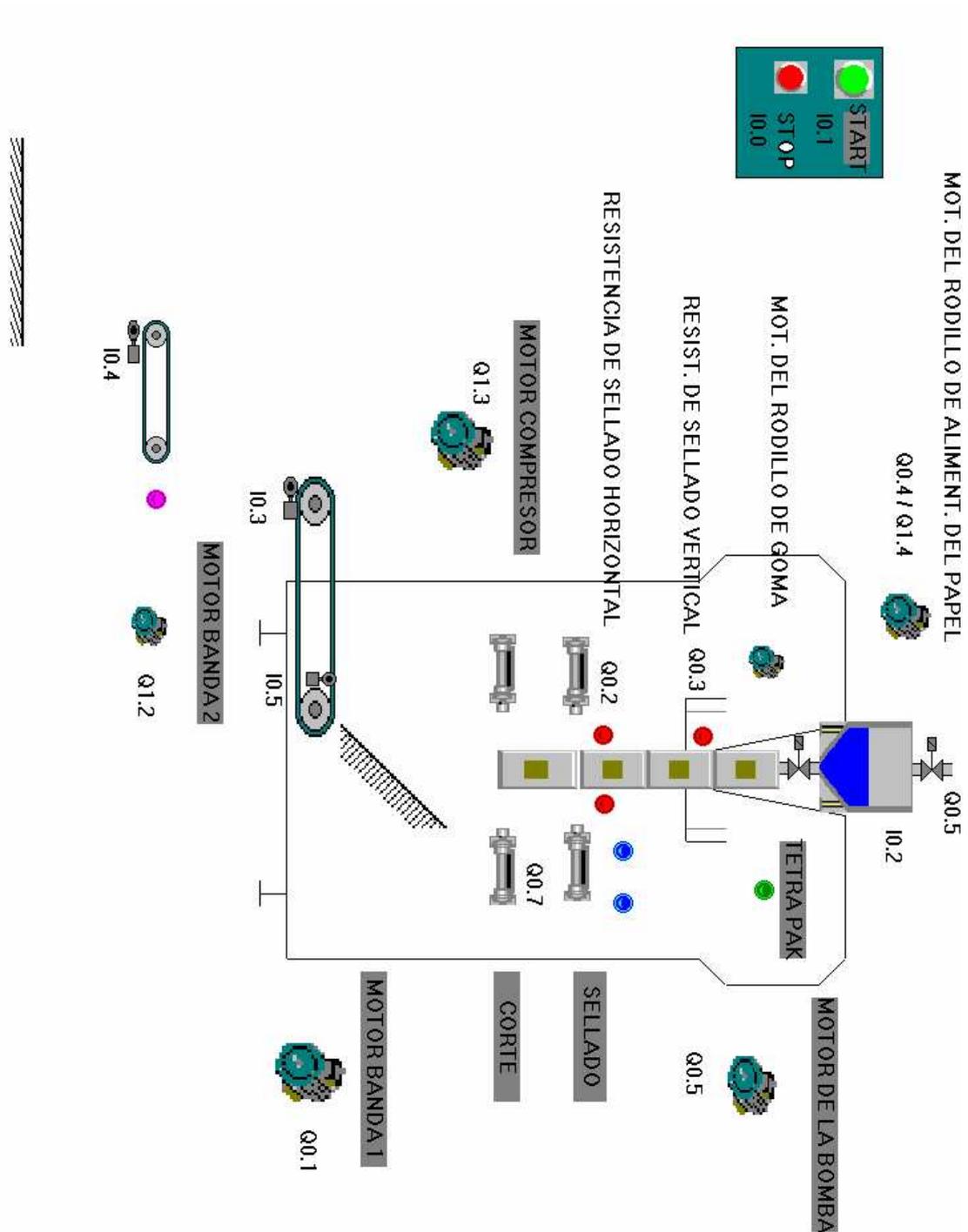


Fig. 61) SIMULACIÓN DE LA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

Fuente: Software PC_SIMU

Elaboración: Los Autores

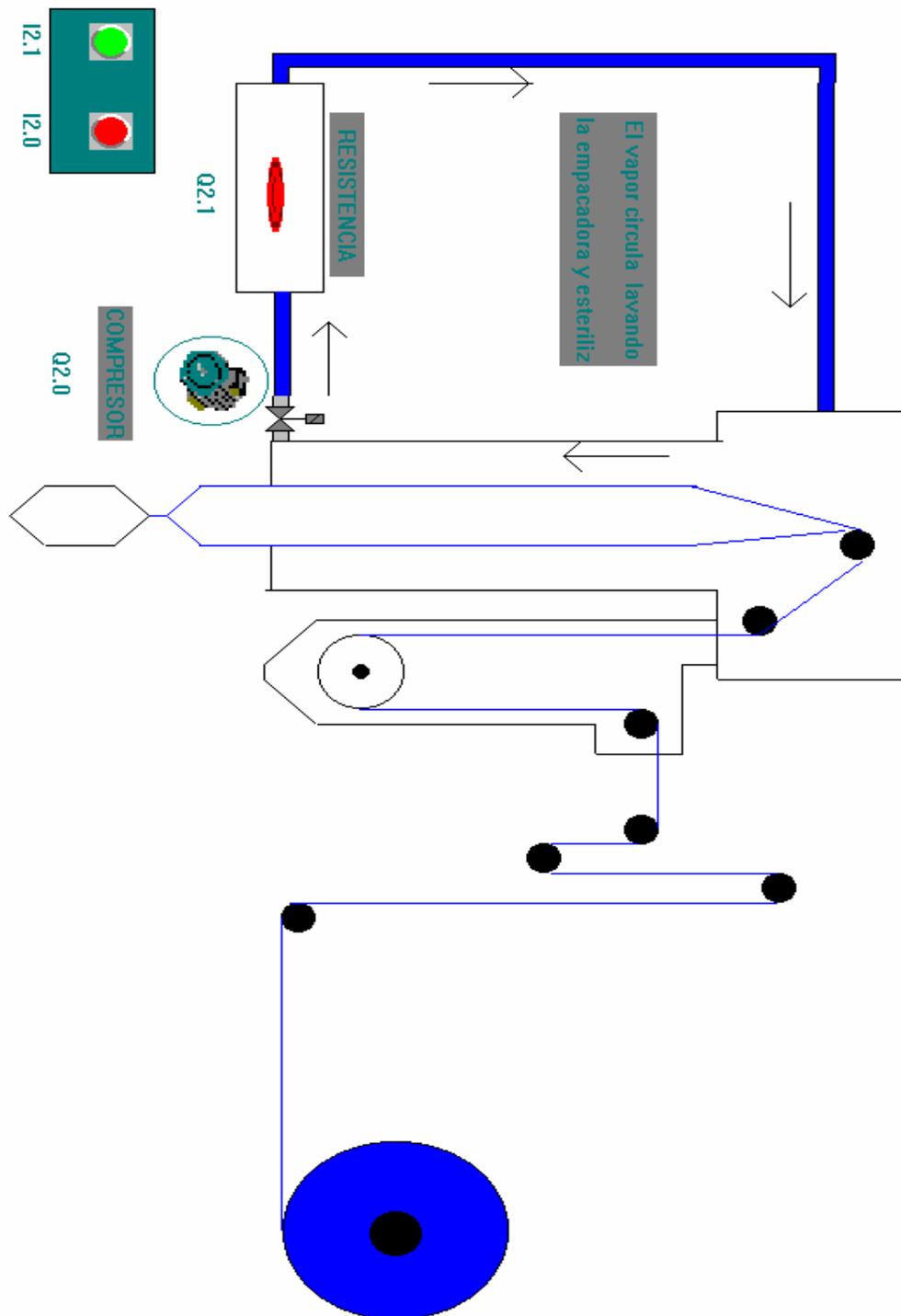


Fig. 62) SIMULACIÓN DEL CIRCUITO DE LIMPIEZA ASÉPTICA Y DEL CIRCUITO DE LIMPIEZA POR RECIRCULACIÓN DE VAPOR DE AGUA

**Fuente: Software PC_SIMU
Elaboración: Los Autores**

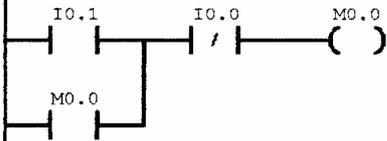
5.10. PROGRAMA DE LA EMPACADORA DE TETRA PAK

EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

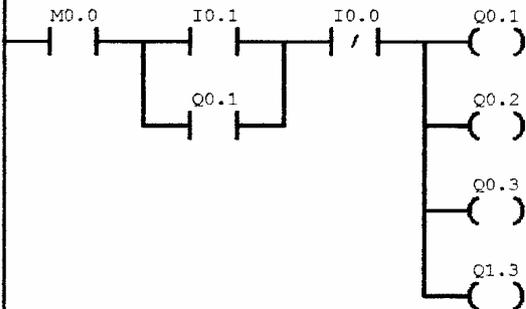
COMENTARIOS SOBRE EL TÍTULO DEL PROGRAMA

Pulse F1 para obtener ayuda y un programa de ejemplo

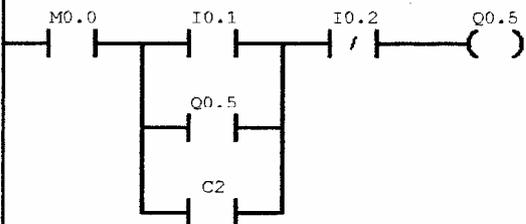
Network 1 EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK



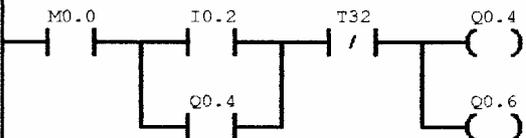
Network 2 MOTORES COMPRESOR, BANDA Y RESISTENCIAS DE SELLADO



Network 3 MOTOR DE LA BOMBA

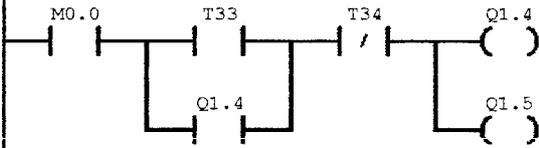


Network 4 MOTORES, RODILLO DE ALIMENTACION DEL PAPEL Y RODILLO DE GOMA

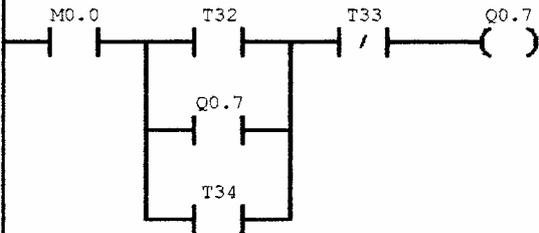


EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

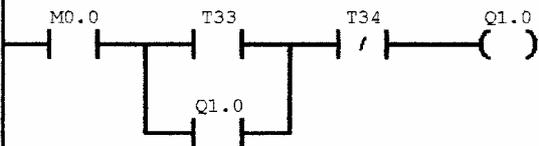
Network 5 MOTORES, RODILLO DE ALIMENTACION DEL PAPEL Y RODILLO DE GOMA



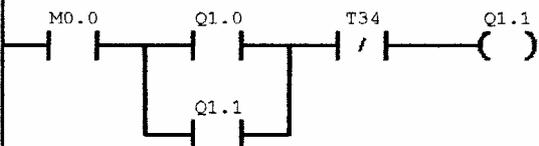
Network 6 DESPLAZAMIENTO POSITIVO DEL PISTÓN



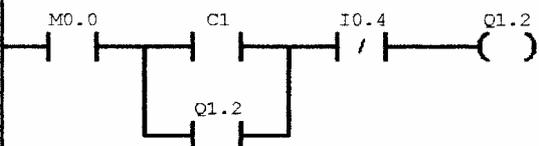
Network 7 DESPLAZAMIENTO NEGATIVO DEL PISTÓN



Network 8 VALVULA DE ALIMENTACIÓN (CONTROL)

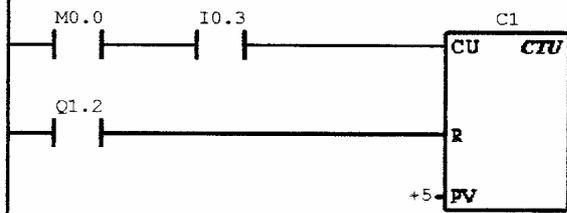


Network 9 BANDA TRANSPORTADORA FINAL

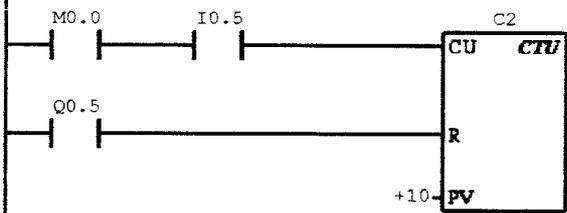


EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

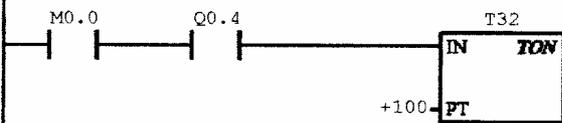
Network 10 CONTADOR 1



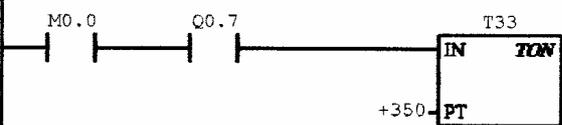
Network 11 CONTADOR 2



Network 12 TEMPORIZADOR 1 de retardo a la conexión

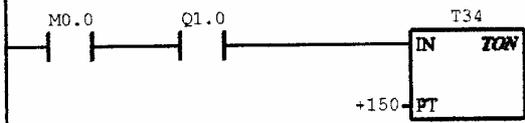


Network 13 TEMPORIZADOR 2 de retardo a la conexión



EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

Network 14 TEMPORIZADOR 3 de retardo a la conexión



Network 15

(END)

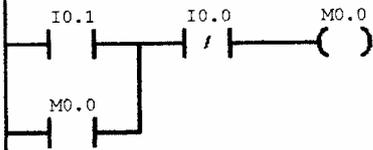
**5.11. PROGRAMA DEL CIRCUITO DE LIMPIEZA ASÉPTICA DEL
PAPEL TETRA PAK**

CIRCUITO DE LIMPIEZA ASÉPTICA POR MEDIO DE PEROXIDO DE HIDRÓGENO

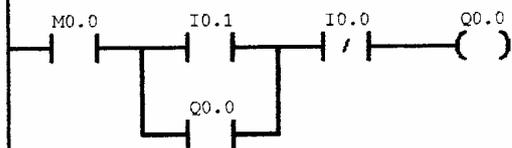
COMENTARIOS SOBRE EL TÍTULO DEL PROGRAMA

Pulse F1 para obtener ayuda y un programa de ejemplo

Network 1 TÍTULO DEL SEGMENTO (una línea)



Network 2



Network 3



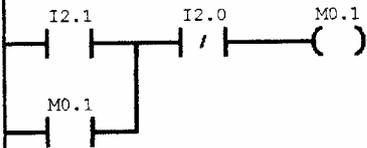
**5.12. PROGRAMA DEL CIRCUITO DE LIMPIEZA POR
RECIRCULACIÓN DE VAPOR DE AGUA**

CIRCUITO DE LIMPIEZA POR MEDIO DE VAPOR DE AGUA

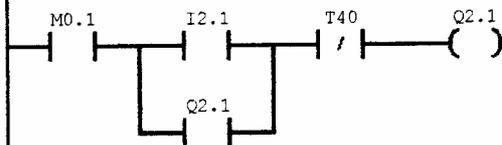
COMENTARIOS SOBRE EL TÍTULO DEL PROGRAMA

Pulse F1 para obtener ayuda y un programa de ejemplo

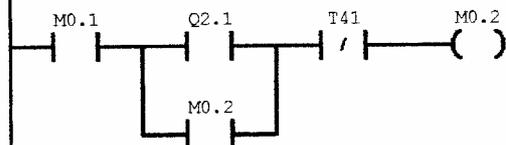
Network 1 ENCENDIDO / APAGADO



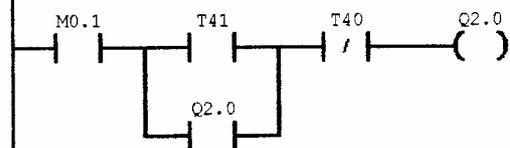
Network 2 RESISTENCIA PARA CALENTAR AL VAPOR DE AGUA



Network 3 MEMORIA PARA ELEVAR LA TEMPERATURA DEL VAPOR

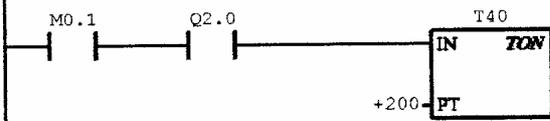


Network 4 MOTOR DEL COMPRESOR

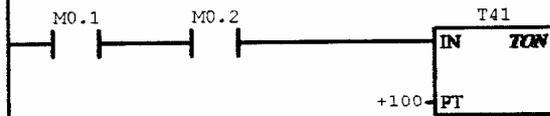


CIRCUITO DE LIMPIEZA POR MEDIO DE VAPOR DE AGUA

Network 5 TEMPORIZADOR 1



Network 6 TEMPORIZADOR 2



Network 7

(END)

5.13. SIMULACIÓN DE UNA EMPACADORA NEUMÁTICA DE TETRA PAK

5.13.1. Simulador S7_200

El Simulador S7_200 es un programa en el cual se puede simular el funcionamiento de las CPU's 212, 214, 215, 216, 221, 222, 224, 226.

El tipo de CPU seleccionada se visualiza en pantalla, con la configuración de interruptores de simulación según las entradas.

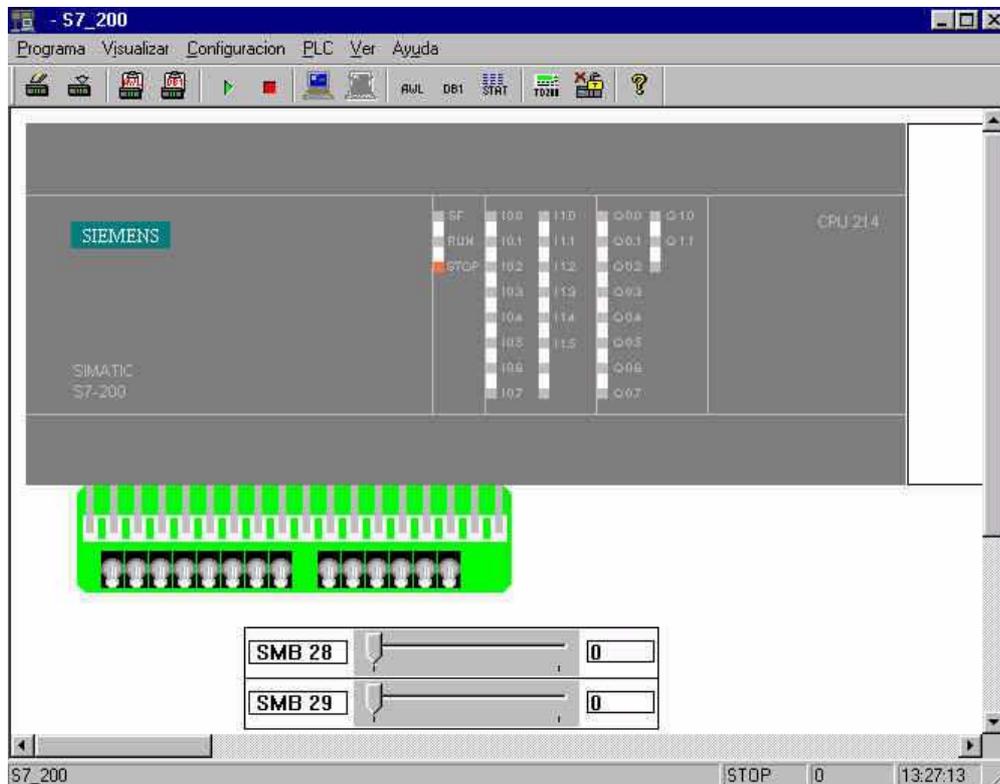


Fig.63) Simulador S7_200

Con el S7_200 se puede configurar el tipo de CPU, los módulos de entradas / salidas tanto analógicas como digitales, al igual que los potenciómetros analógicos incorporados en la CPU.¹⁹

¹⁹ http://www.canalplc.com/s7_200.htm

En el programa S7_200 se comprueba el funcionamiento del programa a través de:

- Los interruptores conectados a las entradas digitales.
- Los led de las salidas digitales.
- Los potenciómetros analógicos de entradas.
- Las barras de progreso de las salidas analógicas.
- La tabla de estado.
- El visualizador de textos TD_200

La programación del autómeta se realiza en el programa STEP 7-MicroWIN 32 V3.2.

La transferencia del programa desde MicroWIN al simulador S7_200 se puede realizar de dos forma:

- Exportar el programa desde MicroWIN en formato AWL.
- A través del portapapeles, tanto del programa en AWL, como el módulo de datos DB1

5.13.2. PC – SIMU

El programa PC_SIMU permite simular un automatismo de forma gráfica intercambiando las entradas y salidas, evitando de esta forma el tener que activar los interruptores de entrada o visualizando los led de salida del PLC. Puede funcionar de dos formas: con el simulador ST_200 y con el PLC.

Con el simulador S7_200

El intercambio de datos de las entradas y salidas entre el simulador S7_200 y el programa PC_SIMU se realiza a través del portapapeles de Windows. Se muestra en la figura 64.

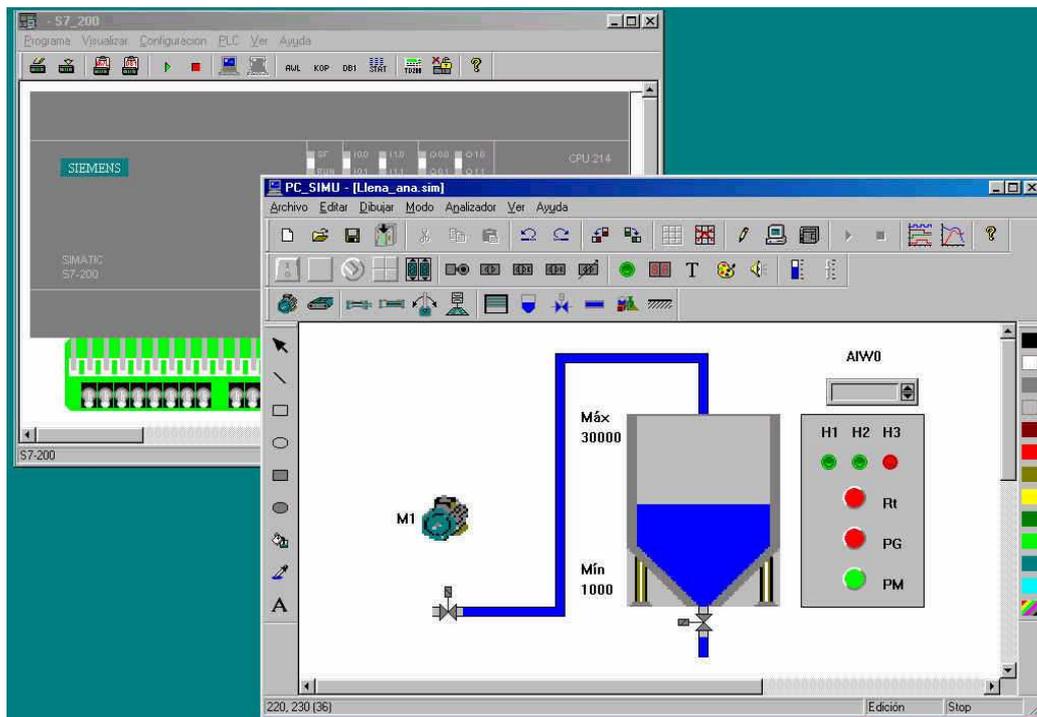


Fig.64) Intercambio de datos

Con el PLC conectado en línea a través del cable PC/PPI

El intercambio de datos de las entradas y salidas entre el simulador autómatas y el programa PC_SIMU se realiza a través del puerto serie.

El programa dispone de los distintos objetos ya previamente configurados, simplemente se tendrán que direccionar las entradas/salidas. Para seleccionar un objeto basta con accionar el correspondiente botón en la barra de herramientas y situarlo en la zona de trabajo.

Para completar un dibujo para la simulación se dispone de objetos de dibujo tales como líneas, rectángulo, elipses, etc., que no se pueden direccionar como entradas/salidas. Su finalidad es incorporar alguna función gráfica elemental para mejorar la apariencia.

En la figura 65 se observan los objetos que se pueden simular, el número de elementos está limitado a un total de 100.

Los elementos que se pueden simular son:

- Interruptores, pulsadores, detectores, teclados, preselectores, potenciómetros etc.
- Led, displays, barras de progreso, textos, etc.
- Motores, variadores de velocidad, cintas transportadoras, puertas de garaje, etc.
- Actuadores neumáticos lineales, sin vástago, de giro, ventosas, etc.
- Depósitos de sólidos y líquidos.
- Activación de imágenes en formato BMP.

Se dispone además de un analizador digital y de un analizador analógico.

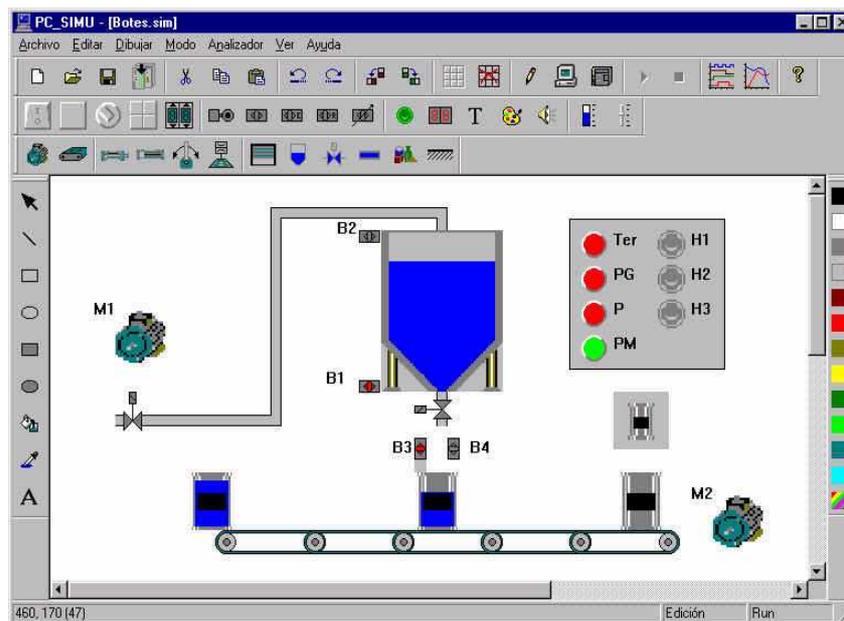


Fig.65) Elementos que se puede simular

Funcionamiento como simulador

El intercambio de entradas y salidas se realiza con el simulador S7_200, además se dispone de una opción en la que se puede cargar un programa en STEP5 con ciertas limitaciones ya que solo puede simular un módulo de programa y solo con operaciones de bit.

- Operaciones básicas U, O, UN, ON, U(, O(.
- Operaciones memoria S, R.
- Operaciones de tiempo SE, SS, SA, SI, SV.
- Operaciones de computo ZU, ZV.
- Operaciones de comparación =, <>, >, <, >=, <=.

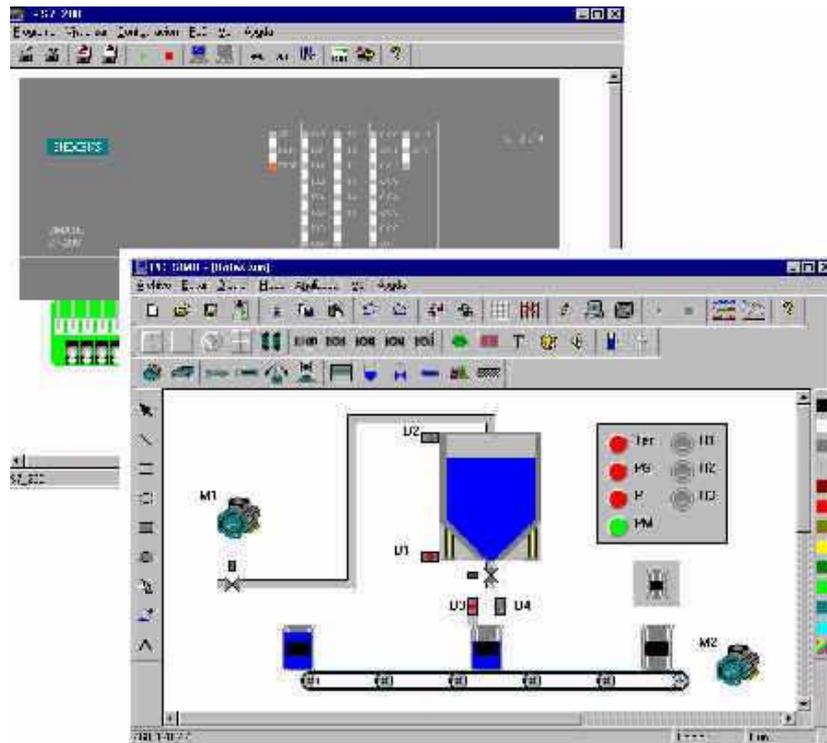


Fig.66) Funcionamiento como simulador

Funcionamiento como SCADA

El intercambio de entradas y salidas se realiza con cualquier PLC SIEMENS S7-200 a través del cable de comunicaciones PC/PPI a través de cualquiera de los puertos serie del PC.

Se puede configurar la velocidad de transferencia 9.6 Kbits/s o 19.2 Kbits/s, no es necesaria la modificación del programa en la CPU ya que utiliza el protocolo propio del programa MICROWIN.

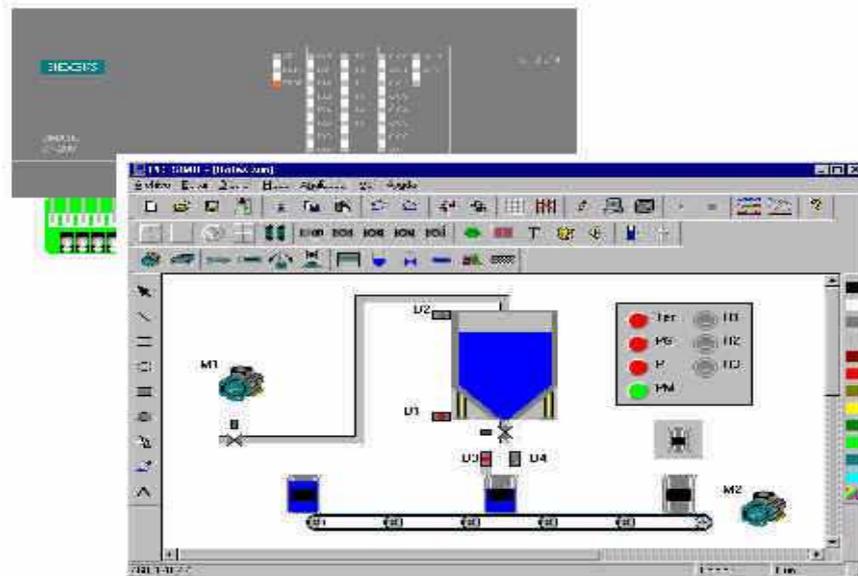


Fig. 67) Funcionamiento como SCADA

Analizador digital

Por medio del analizador digital se puede visualizar el estado temporal de las señales de entrada o salida. Se pueden visualizar hasta ocho entradas y salidas digitales y modificar la base de tiempo.

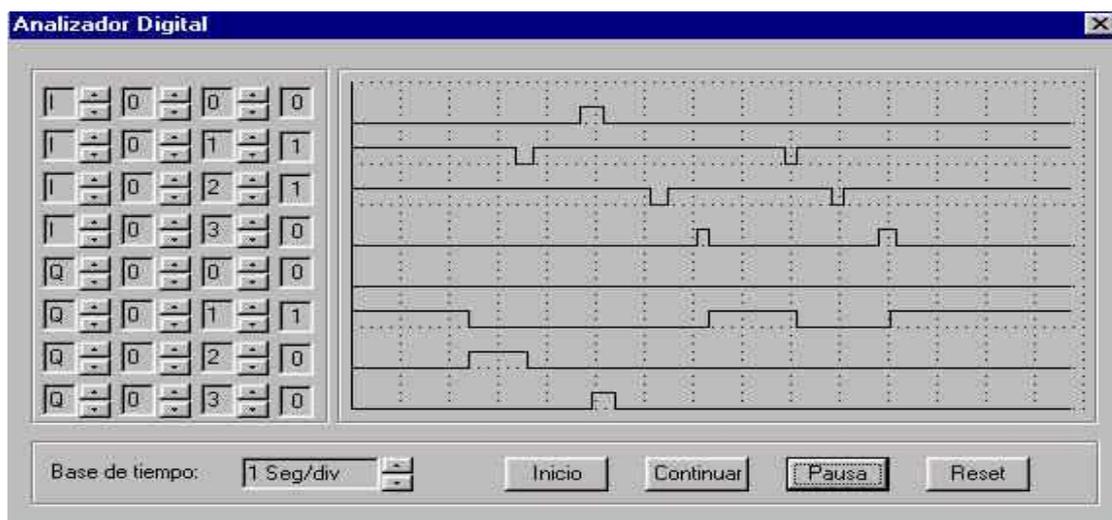


Fig.68) Analizador digital

Analizador analógico

Por medio del analizador analógico se puede visualizar el estado temporal de las señales de entrada o salida analógicas.

Se pueden visualizar hasta ocho entradas y salidas analógicas y modificar la base de tiempo.

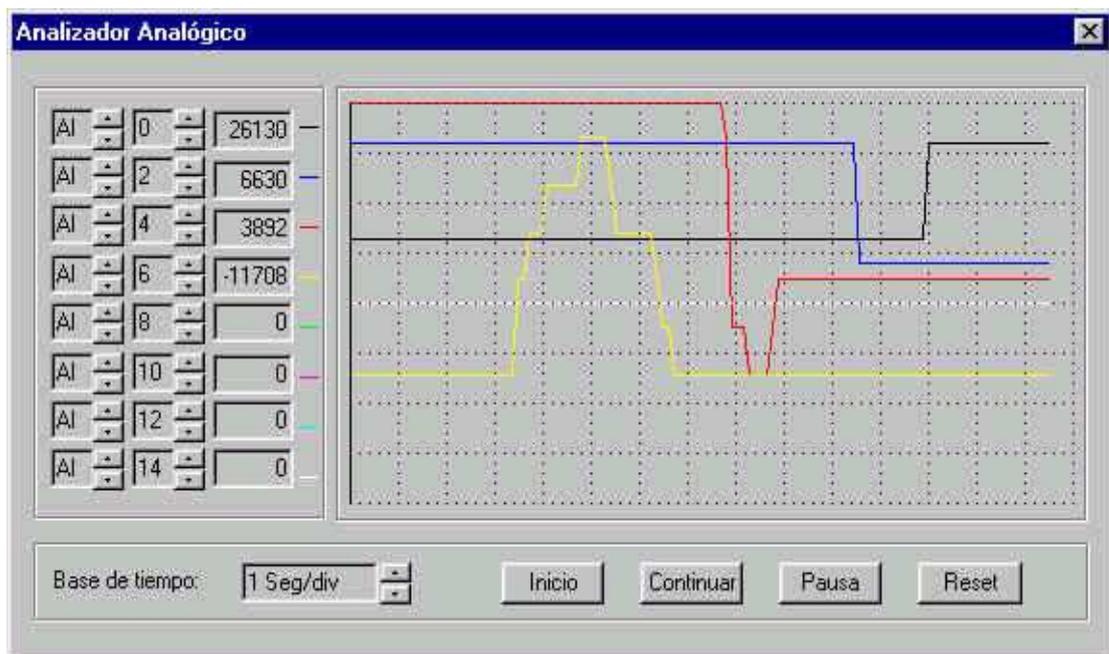


Fig.69) Analizador analógico

CONCLUSIONES

- Después de realizar la investigación se concluyó que las válvulas son elementos importantes en la neumática, ya que forman parte de la estructura del sistema neumático y nos indican sus niveles de operación.
- Es importante conocer la simbología empleada en la neumática, ya que estos símbolos explican cada una de las partes integrantes del sistema neumático, y ayudan a evitar errores en los circuitos realizados.
- Gracias a la automatización industrial se ha obtenido beneficios fundamentales como ahorro de tiempo, dinero y materia prima en las industrias.
- Por medio de un software de computación denominado STEP 7 se realizó la programación para la automatización de una empaedora neumática y se comprobó su funcionamiento con el simulador S7_200 el cual visualiza entradas y salidas de un PLC.
- Para una mejor demostración didáctica de la simulación de un PLC se adiciono un simulador PC_SIMU que funciona con el S7_200 con el cual se observa en forma detallada la simulación.

RECOMENDACIONES

- Escoger adecuadamente los aditamentos neumáticos como eléctricos para que la máquina funcione en óptimas condiciones.
- Para realizar el mantenimiento de la empacadora se requiere de personal capacitado, que tenga conocimientos del funcionamiento de la máquina, pues un manejo erróneo perjudicaría a la empresa.
- Siempre tomar las medidas de seguridad para operar correctamente la máquina y evitar sufrir daños graves.
- Al momento de realizar la simulación en el software PC_SIMU se debe tomar en cuenta los pasos ha seguir para obtener un correcto funcionamiento del simulador.
- La fabricación de la empacadora neumática debe ser preferiblemente construida en acero inoxidable ya que va estar en contacto con alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

➤ APUNTES

- AGUINAGA, Álvaro. (2004) *“Control Computarizado”*
EPN. Apuntes de clases, Quito.
- MONAR, Willan. (2003) *“Neumática Industrial”*
EPN. Apuntes de clase, Quito.

➤ LIBROS

- CASTRO, M, German. (1999) *“Breves Notas de Neumática Básica”*
EPN, s.e; Biblioteca de Ingeniería Eléctrica.
- EFREMOVA, T.K. *“Elementos y Esquemas de la Neumática”* s.e.
- GUILLÉN SALVADOR, Antonio.(1993) *“Automatización neumática ”*
Editorial Marcombo S.A., Barcelona - España.
- MEIXNER H, KOBLER R. (1978) *“Manual de estudio festo didactic curso de neumática”* Editorial Copyright by Festo, 1ra. Edición Alemania.
- MEIXNER H, KOBLER R. (1980) *“Manual de estudio festo didactic”*
Editorial Copyright by Festo, 2da. Edición Alemania.
- MILLÁN TEJA, Salvador.(1995) *“Automatización Neumática y Electroneumática”* Editorial Alfaomega Marcombo S.A., Barcelona - España.

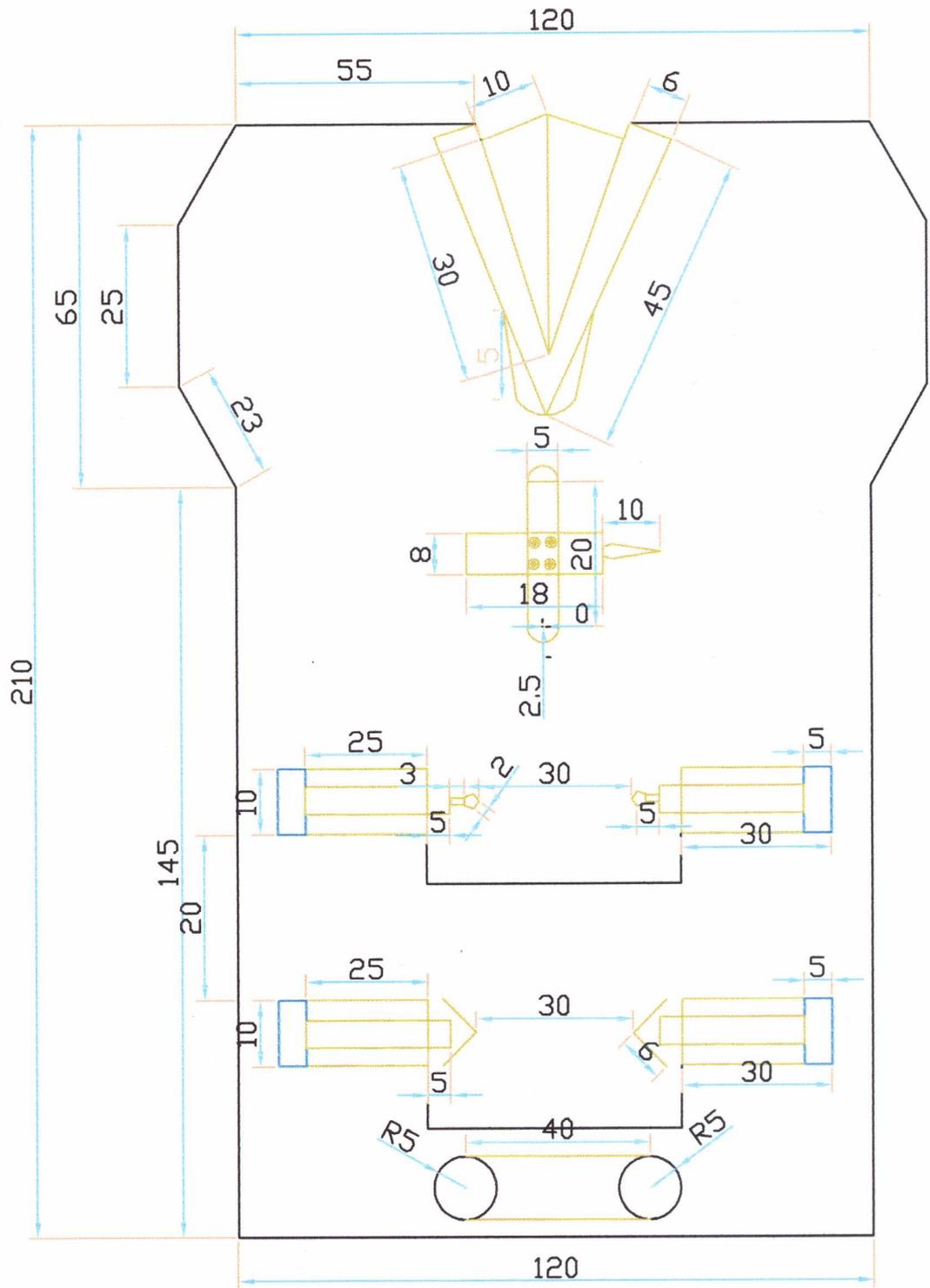
➤ Páginas Web.

- <http://www.festo.com/download.html>.
- <http://www.tetrapak.com>
- <http://www.personales.ya.com/canal PLC>
- http://www.tetrapak.cl/productos/envases_carton.html

ANEXOS

ANEXOS 1

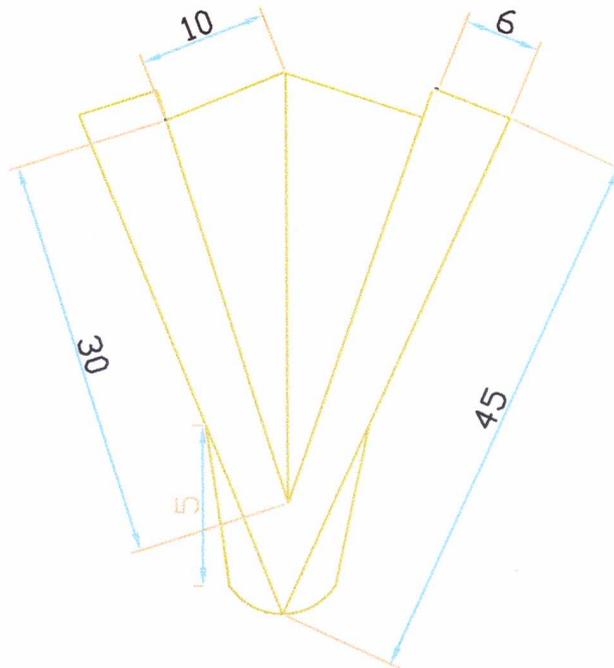
**PLANO DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA
EMPACADORA NEUMÁTICA**



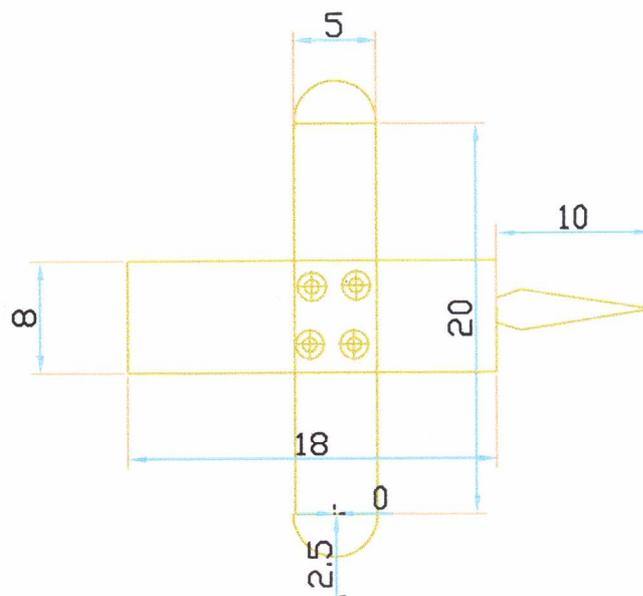
<p>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</p>	<p>ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA</p>	
<p>VISTA DE FRENTE DE LA EMPACADORA TETRA PAK, CON SUS RESPECTIVOS ACTUADORES NEUMÁTICOS</p>	<p>DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN</p>	<p>CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</p>
	<p>DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME</p>	<p>REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA</p>
	<p>ESCALA: 1:0.5</p>	<p>Anexo N.- 1</p>

ANEXOS 2

**PARTES FUNDAMENTALES DE LA EMPACADORA
NEUMÁTICA**

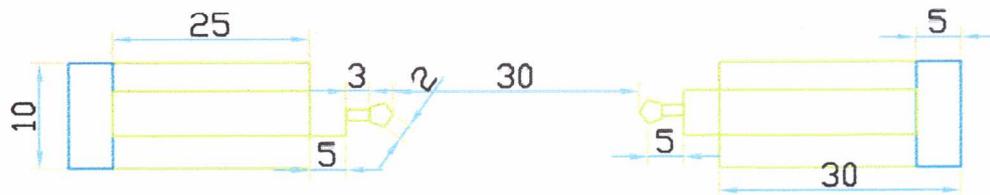


VISTA DE LA DOBLADORA
LONGITUDINAL DEL PAPEL TETRA
PAK

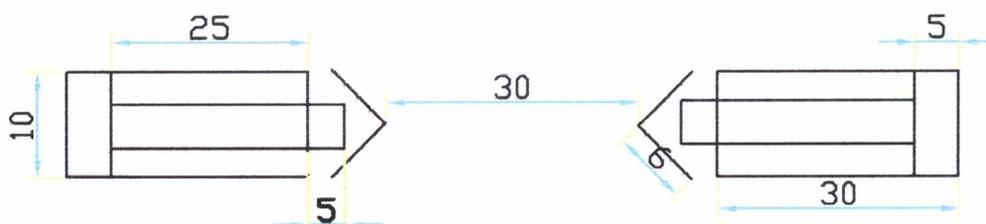


VISTA FRONTAL DE LA
SELLADORA VERTICAL

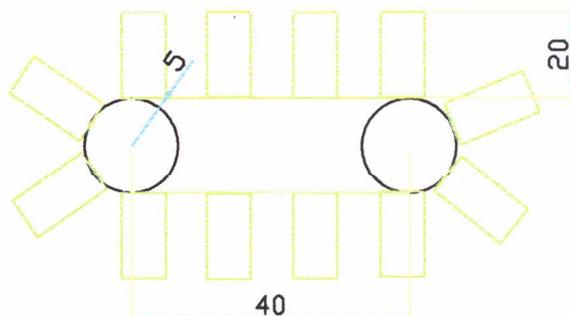
	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
VISTA DE FRENTE DE LA DOBLADORA Y SELLADORA VERTICAL		DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 2



CILINDROS NEUMÁTICOS DE DOBLE EFECTO, CDN (CLEAN DESIGN) EN SU VASTAGO LLEVA ROSCA SMT-K2 PARA ACOPLE DE RESISTENCIAS. SOLDADURA HORIZONTAL



CILINDROS NEUMÁTICOS DE DOBLE EFECTO, CDN (CLEAN DESIGN) EN SU VASTAGO LLEVA ROSCA SMT-K2 PARA ACOPLE DE GUILLOTINA. CORTE HORIZONTAL

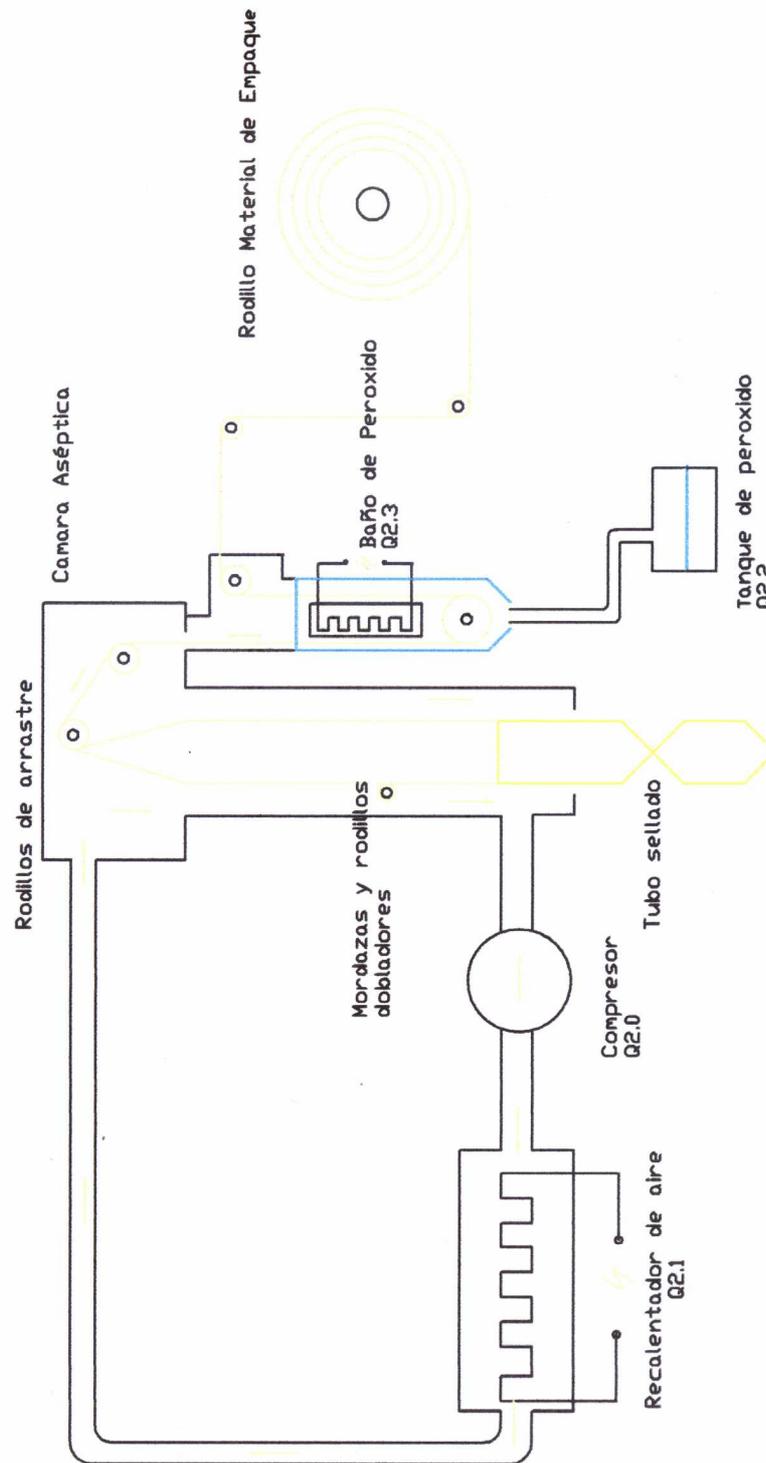


BANDA FORMADORA DE ENVASE TETRA PAK

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
VISTA DE FRENTE DE LOS CILINDROS, CON SUS RESPECTIVAS DIMENSIONES Y BANDA TRANSPORTADORA		DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N. - 2.1

ANEXOS 3

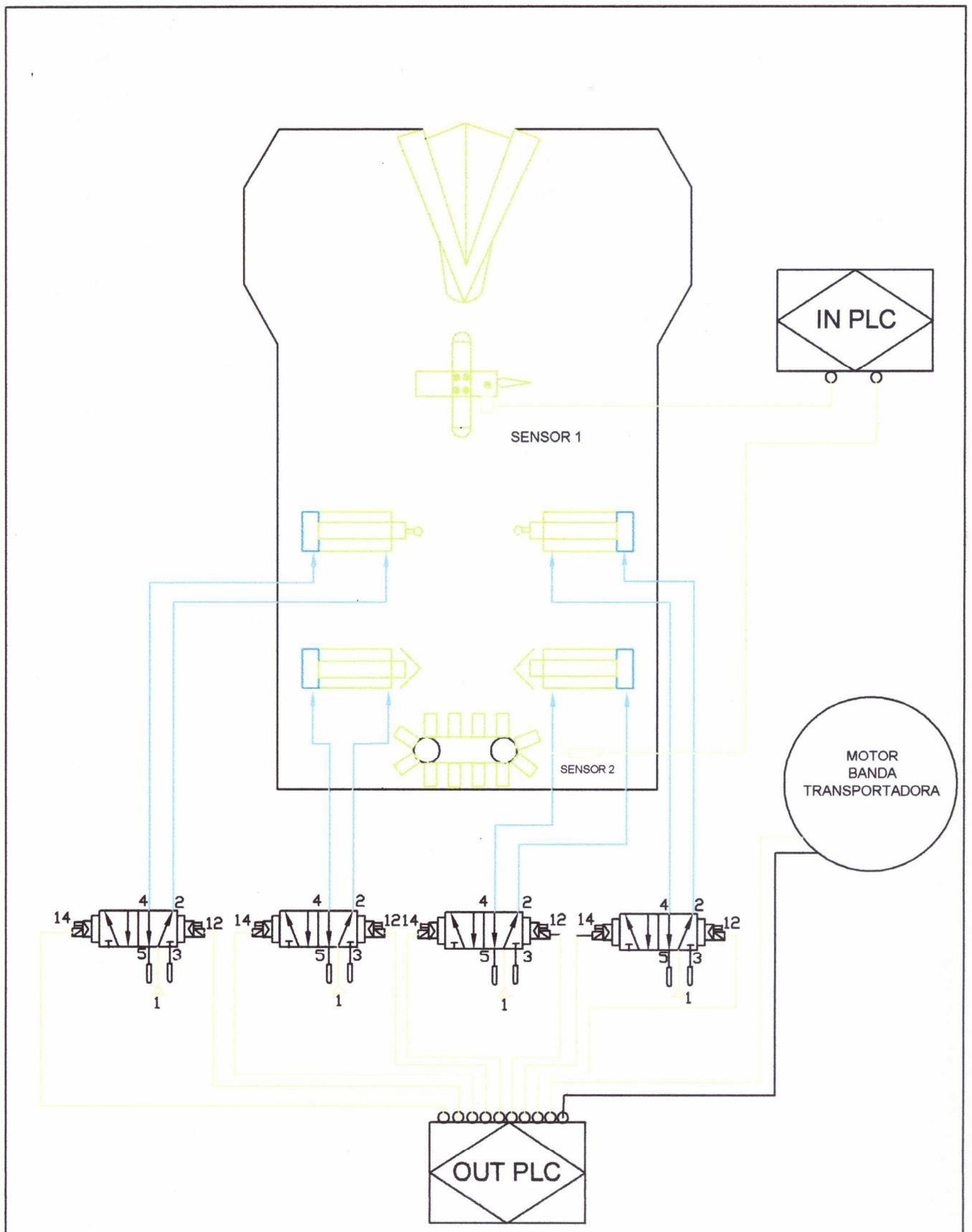
**ESQUEMA DE LIMPIEZA ASÉPTICA DEL PAPEL
TETRA PAK**



	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
	ESQUEMA DE LIMPIEZA ASÉPTICA DEL PAPEL TETRA PAK POR MEDIO DE PEROXIDO DE HIDRÓGENO, Y RECIRCULACIÓN DE VAPOR DE AIRE.	DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 3

ANEXOS 4

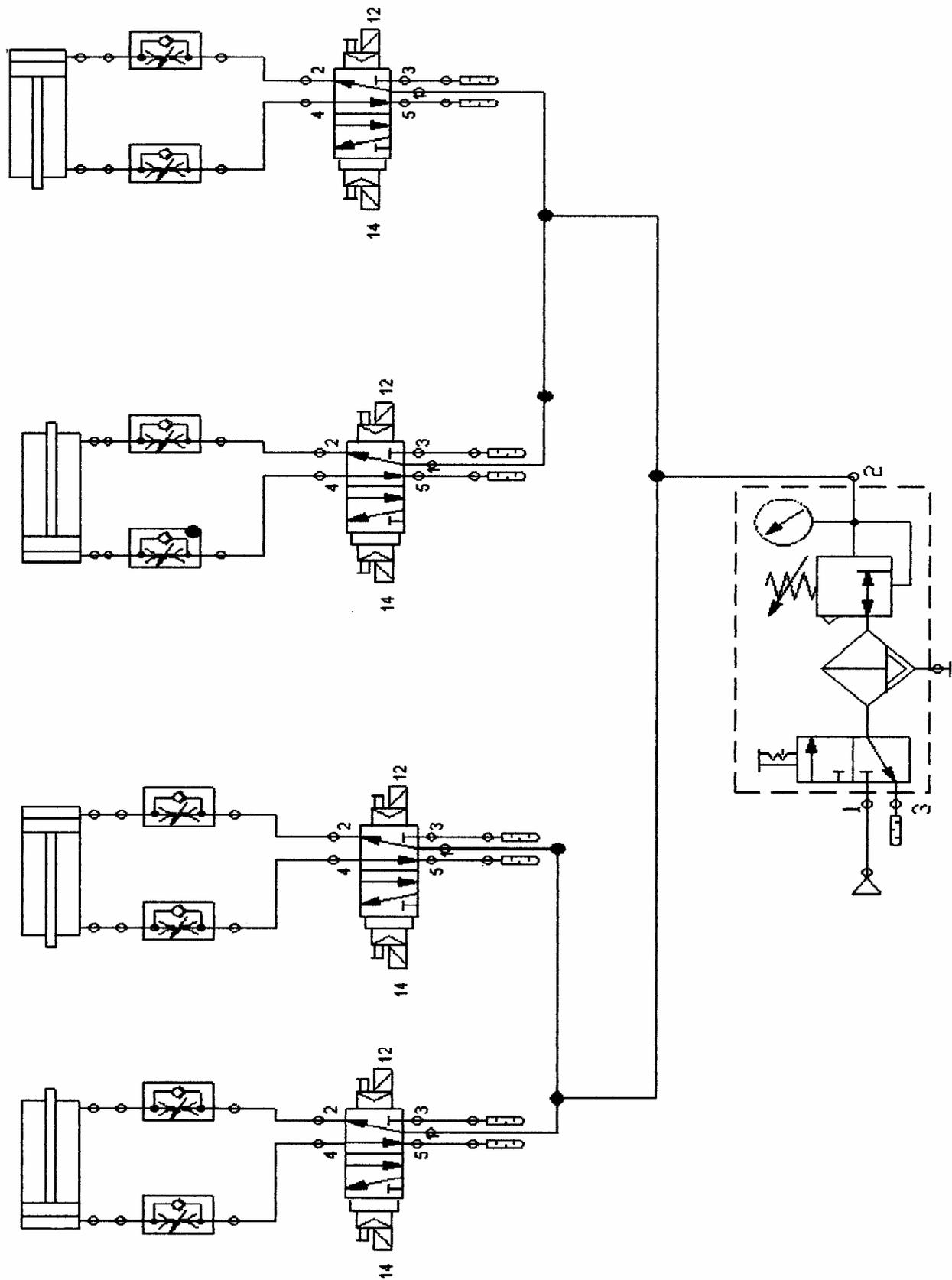
**PLANO DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO
NEUMÁTICO Y PLC**



	<p>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</p>	<p>ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA</p>	
<p>VISTA DE ATRÁS DE LA EMPACADORA TETRA PAK, CIRCUITO NEUMÁTICO Y PLC</p>		<p>DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN</p>	<p>CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</p>
		<p>DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME</p>	<p>REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA</p>
		<p>ESCALA: 1:0.5</p>	<p>Anexo N.- 4</p>

ANEXOS 5

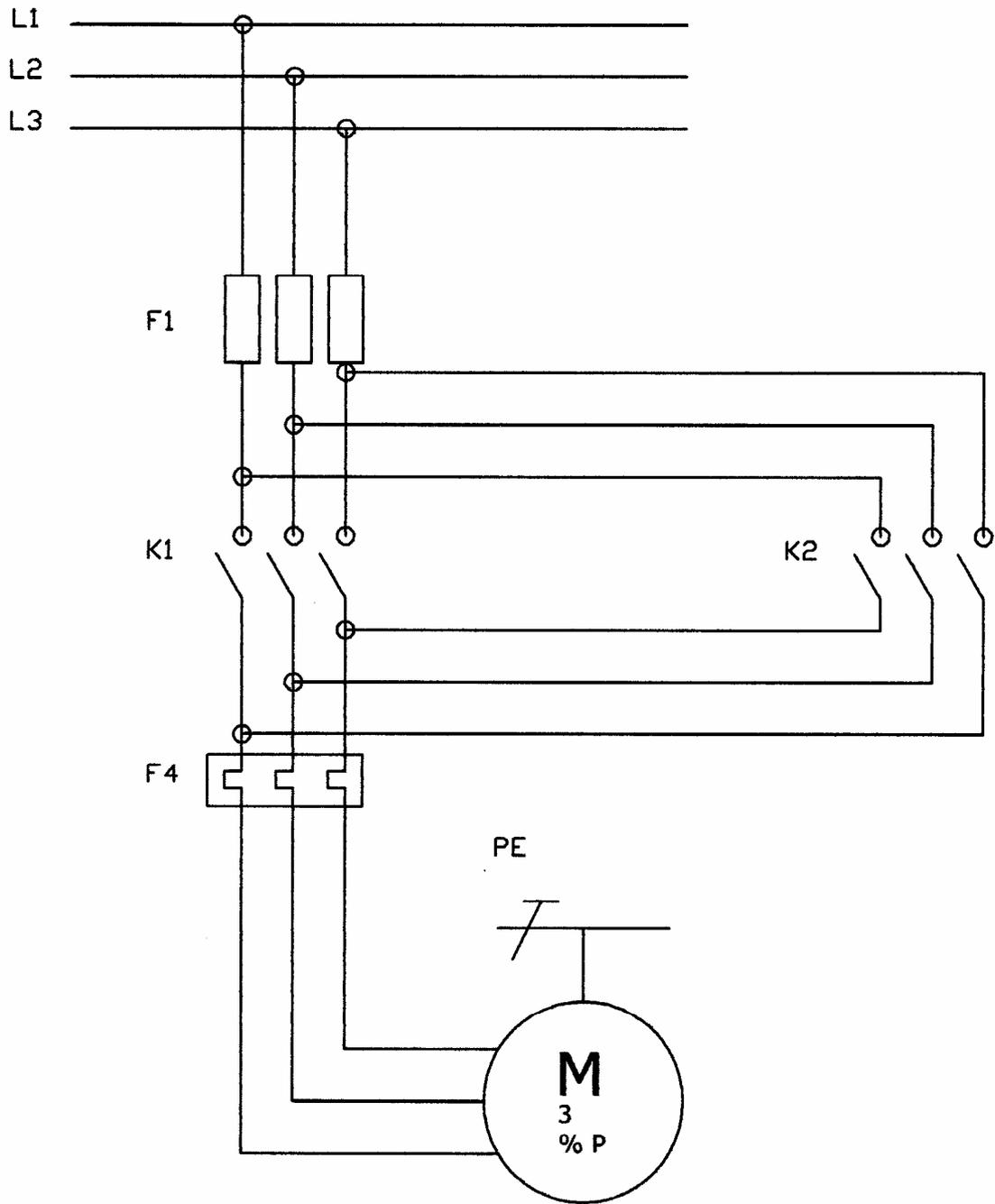
**PLANO DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO
NEUMÁTICO**



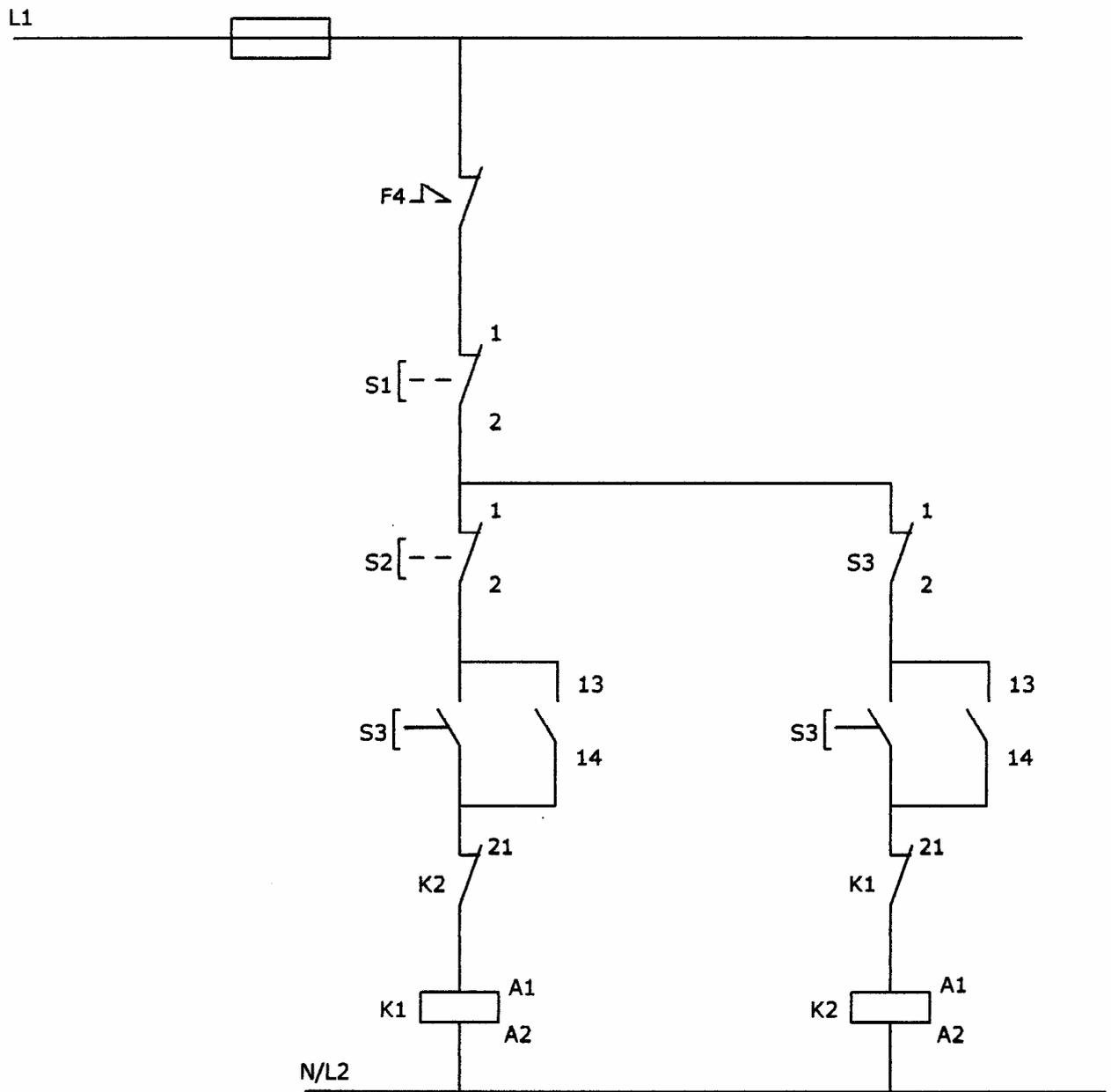
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
CIRCUITO NEUMÁTICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ACTUADORES	DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
	DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
	ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 5

ANEXOS 6

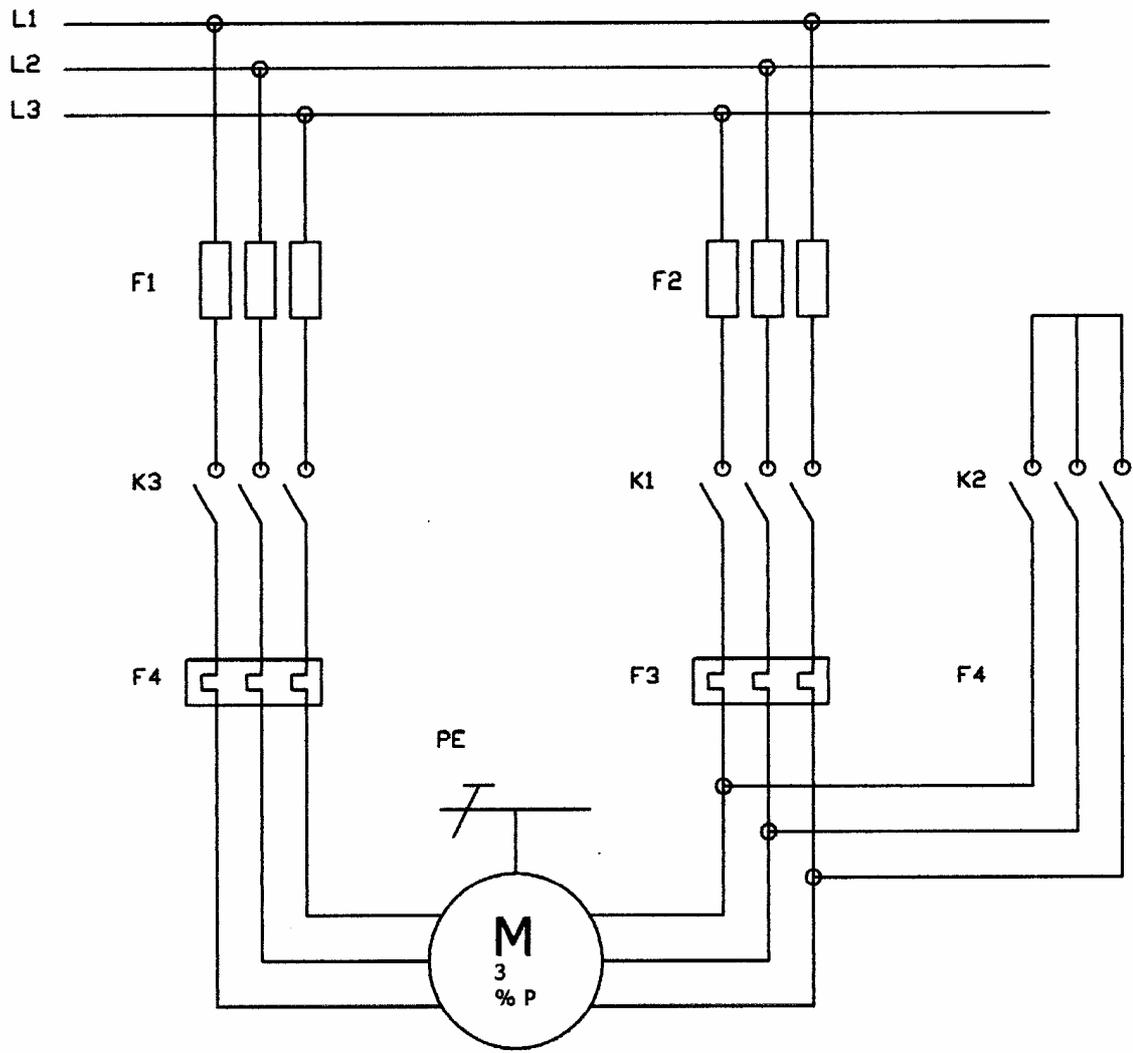
**CIRCUITOS DE POTENCIA Y CONTROL DE
MOTORES ELÉCTRICOS DE 1 Y 2 VELOCIDADES**



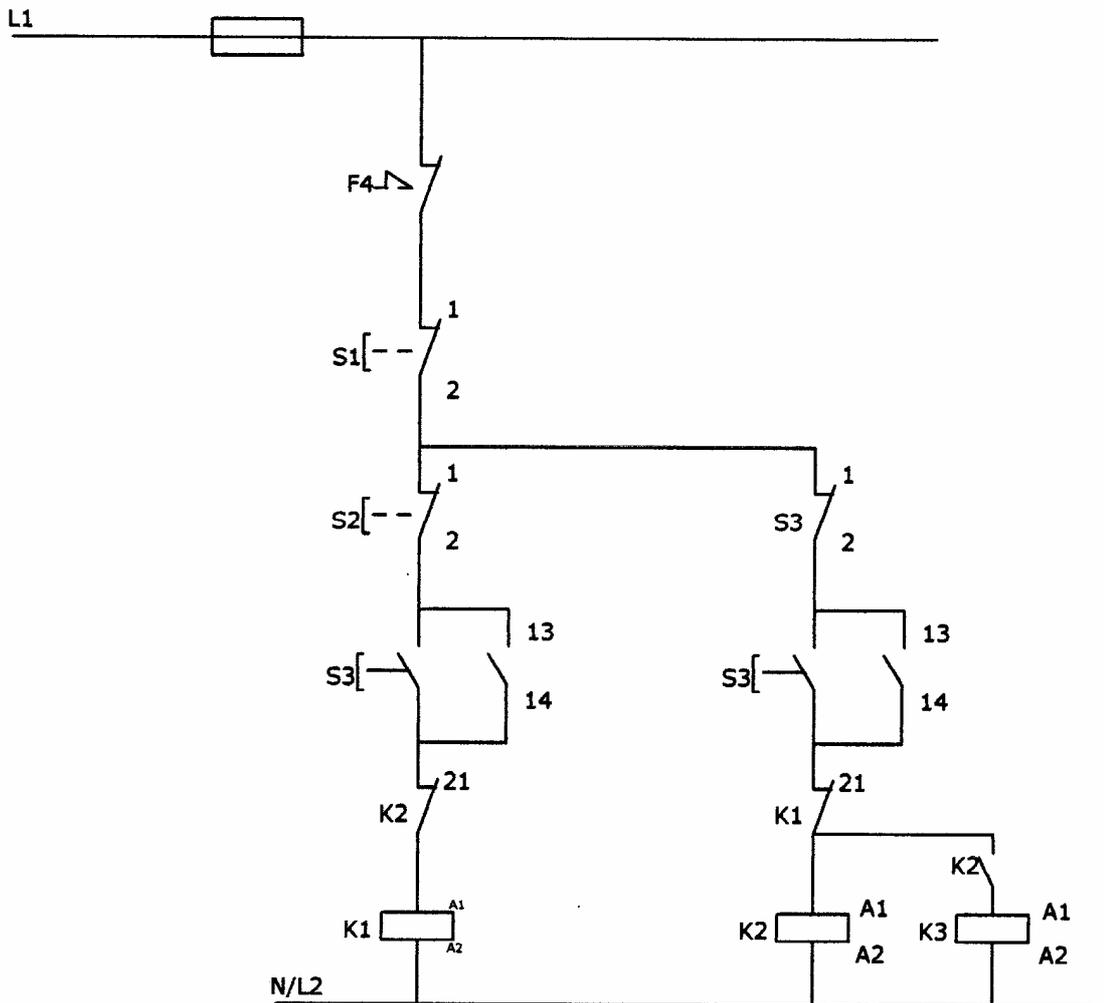
	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
	CIRCUITO DE POTENCIA DE UN MOTOR ELÉCTRICO, ASINCRÓNICO, 1 VELOCIDAD, 1 SENTIDO DE GIRO.	DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 6



	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
	CIRCUITO DE CONTROL DE UN MOTOR ELÉCTRICO, ASINCRÓNICO, 1 VELOCIDAD, 1 SENTIDO DE GIRO.	DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 6.1



	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
	CIRCUITO DE POTENCIA DE UN MOTOR DE ALIMENTACIÓN, ASINCRÓNICO, DE POLOS CONMUTABLES, 2 VELOCIDADES, 1 SENTIDO DE GIRO.	DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 6.2



	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	
	CIRCUITO DE CONTROL DE UN MOTOR DE ALIMENTACIÓN, ASINCRÓNICO, DE POLOS CONMUTABLES, 2 VELOCIDADES, 1 SENTIDO DE GIRO.	DISEÑO Y DIBUJO: MIGUEL ALARCÓN	CARRERA: TECNOLOGIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
		DISEÑO Y DIBUJO: ROBIN JÁCOME	REVISADO POR: Dr. ALVARO AGUINAGA
		ESCALA: 1:0.5	Anexo N.- 6.3

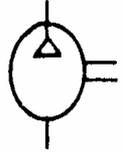
ANEXOS 7

**SÍMBOLOS UTILIZADOS EN NEUMÁTICA BÁSICA
E INDUSTRIAL**

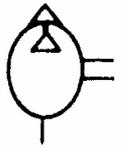
SÍMBOLOS UTILIZADOS EN NEUMÁTICA

Transformación de energía

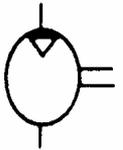
Compresor



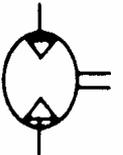
Bomba de vacío



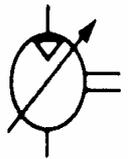
Motor neumático, de caudal constante, de un solo sentido de giro



Motor neumático, de caudal constante, de giro en los dos sentidos



Motor neumático, de caudal variable, de un solo sentido de giro



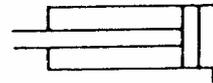
Motor neumático, de caudal variable, de giro en los dos sentidos



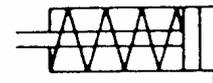
Motor neumático, de giro limitado



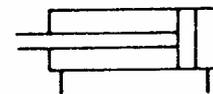
Cilindro de simple efecto, retorno por fuerza externa



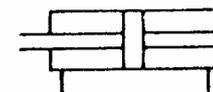
Cilindro de simple efecto, retorno por muelle interno



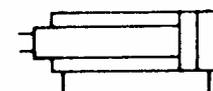
Cilindro de doble efecto, con vástago simple



Cilindro de doble efecto, con vástago doble



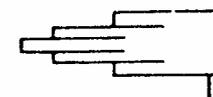
Cilindro diferencial de doble efecto, con vástago simple



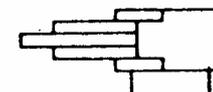
Cilindro de doble efecto, con amortiguación regulable en los dos finales de carrera



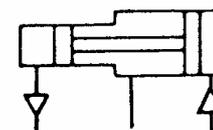
Cilindro telescópico de simple efecto, retorno por fuerza externa



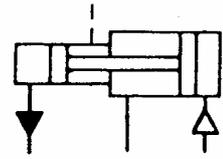
Cilindro telescópico de doble efecto



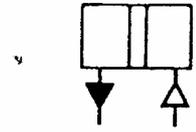
Amplificador, multiplicador presión



Amplificador multiplicador de presión para aire y líquido

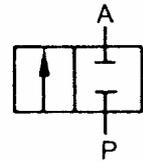


Convertidor de presión, por ejemplo, aire-líquido

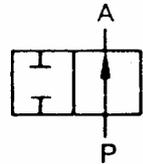


Mando y regulación, válvulas de vías, distribuidoras

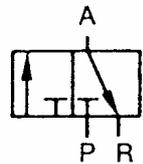
2/2 pos. cero cerrada



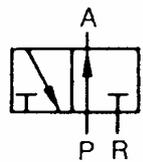
2/2 pos. cero abierta



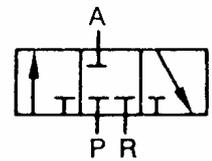
3/2 pos. cero cerrada



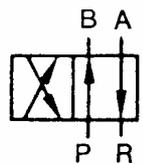
3/2 pos. cero abierta



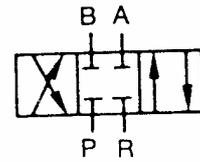
3/3 pos. cero cerrada



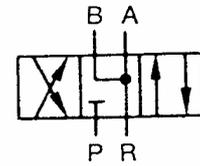
4/2



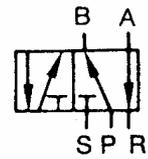
4/3 pos. central-bloqueo



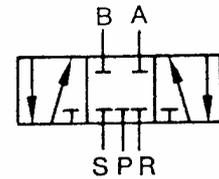
4/3 pos. central desbloqueo



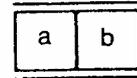
5/2



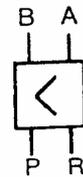
5/3 pos. central bloqueo



Válvulas de varias posiciones intermedias y dos posiciones extremas



Distribuidor, representación simplificada, por ejemplo, con 4 r cores



Válvulas de bloqueo

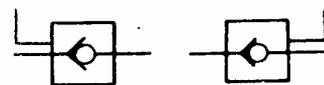
Antirretorno, sin muelle



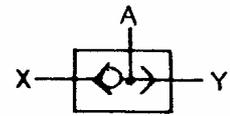
Antirretorno, con muelle



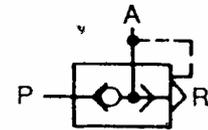
Antirretorno, pilotado por aire



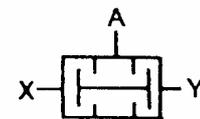
Selector de circuito



Escarpe rápido

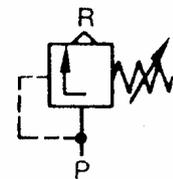


Válvula de simultaneidad

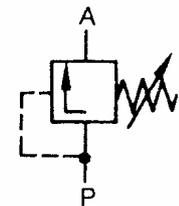


Válvulas de presión

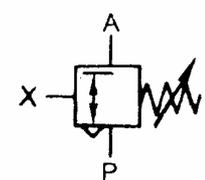
Válvula limitadora de presión



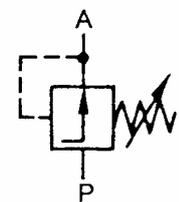
Limitador de presión regulable sin escape



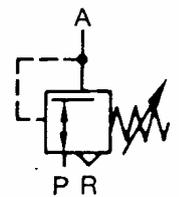
Válvula limitadora del umbral de la presión de pilotaje



Regulación de presión, sin escape



Regulador de presión, con escape

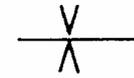


Válvulas de caudal

Estrangulación de caudal, constante



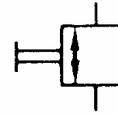
Diafragma de caudal, constante



Estrangulación de caudal, regulable

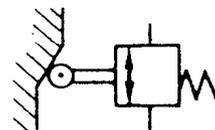


Estrangulación de caudal, regulable por mando manual



simplificado.

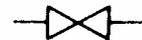
Estrangulación de caudal, regulable por mando mecánico y retorno por muelle



simplificado

Válvulas de estanqueidad

Válvula de cierre



Válvulas de caudal y bloqueo

Antirretorno, con estrangulación regulable, en un solo sentido

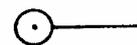


Diafragma de caudal variable en un solo sentido



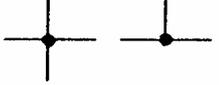
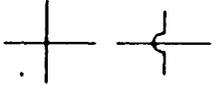
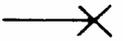
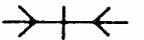
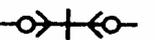
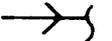
Transmisión de la energía

Fuente de presión

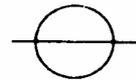


Canalización, línea de trabajo

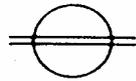


Canalización, línea de pilotaje	
Línea de escape	
Línea flexible	
Línea eléctrica	
Unión rígida	
Cruce de líneas	
Línea con escape	
Escape no recuperable	
Escape recuperable	
Línea de presión, cerrada	
Línea de presión y conducto de alimentación	
Acoplamiento rápido sin anti-retorno	
Acoplamiento rápido con anti-retorno	
Acoplamiento rápido, línea cerrada	
Acoplamiento rápido, línea abierta	

Derivación rotativa, de una vía



Derivación rotativa, de dos vías



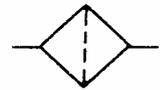
Silenciador



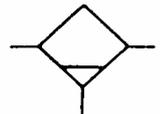
Depósito



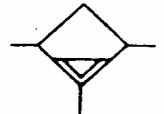
Filtro



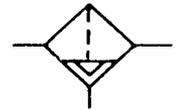
Separador de agua, purga manual



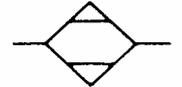
Separador de agua, purga automática



Filtro con separador, purga automática



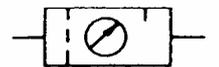
Desecador



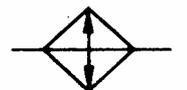
Engrasador



Unidad de mantenimiento: filtro, regulador, lubricador, símbolo simplificado

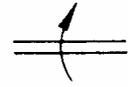


Refrigerador

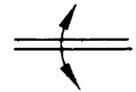


Mandos mecánicos

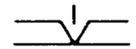
Arbol con giro en un sentido



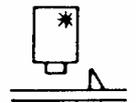
Arbol con giro en los dos sentidos



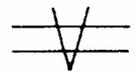
Enclavamiento



Bloqueo (representación esquemática del enclavamiento)



Dispositivo de desenclavamiento instantáneo



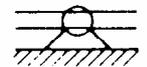
Articulación simple



Articulación con leva



Articulación con punto fijo



Accionamientos musculares

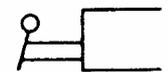
Pulsador rasante



Pulsador de hongo



Palanca

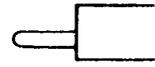


Pedal



Accionamientos mecánicos

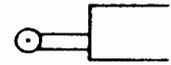
General



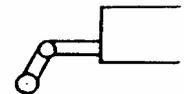
Muelle



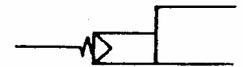
Rodillo



Rodillo escamoteable

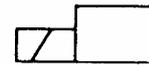


Palpador (no normalizado)

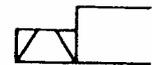


Accionamientos eléctricos

Electroimán, con un solo arrollamiento



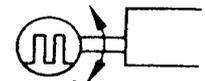
Electroimán, con dos arrollamientos opuestos



Motor con giro continuo

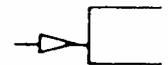


Motor paso a paso

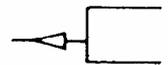


Accionamientos neumáticos

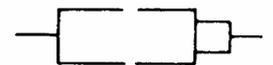
Presión, directo



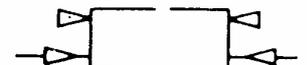
Depresión, directo



Diferencial



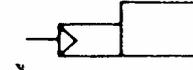
Centrado por presión



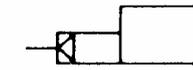
Centrado por muelles



Presión indirecto (servopilotaje)



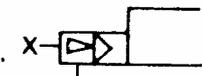
Depresión, indirecto (servopilotaje)



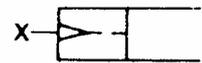
Amplificador de presión de pilotaje (no normalizado)



Amplificador de presión de pilotaje a baja presión (no normalizado)

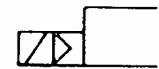


Mando de divisor binario

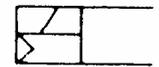


Accionamientos combinados

Electroimán y presión (servopilotaje)



Electroimán o presión

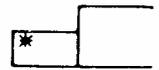


Electroimán o mando manual



En general.

* Símbolo explicativo



Elementos de medida

Medidor de presión, manómetro



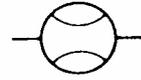
Manómetro diferencial



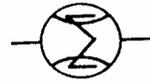
Medidor de temperatura



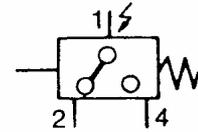
Medidor de caudal



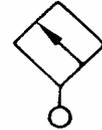
Medidor de volumen



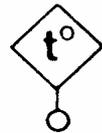
Presostato



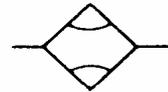
Detector de presión



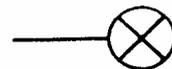
Detector de temperatura



Detector de caudal

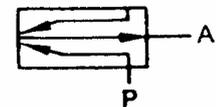


Indicación

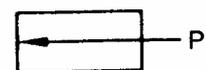


Símbolos especiales
Captadores de información
sin contacto (no normalizado)

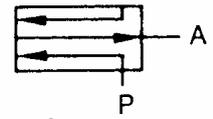
Detector de proximidad



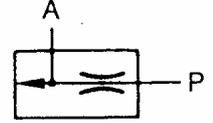
Emisor, del detector de paso



Receptor, del detector de paso



Detector por obturación de fuga

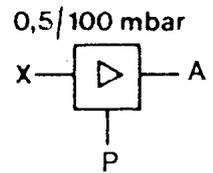


Detector de paso en forma de horquilla

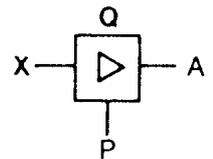


Amplificador

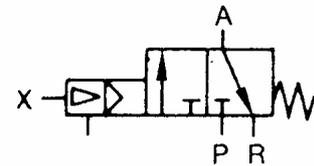
Amplificador (por ejemplo, de 0,5 mbar a 100 mbar)



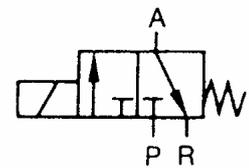
Amplificador de caudal



Válvula de 3/2 con amplificador de baja presión (por ejemplo, de 0,1 bar a 6 bar)

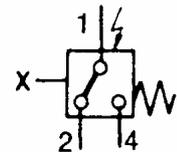


Convertidor de señal (no normalizado)



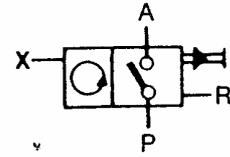
Eléctrico-neumático

Neumático-eléctrico

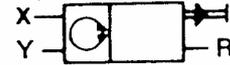


Contadores (no normalizado)

Contador por sustracción



Contador por diferencia



Contador por adición



Denominación de los r cores

A, B, C...

Conexión de utilización

P

Alimentación de presión

R, S, T...

Escapes

L

Fuga

Z, Y, X...

Conexión de pilotaje

Según CETOP RP 68 (Proyecto)

2, 4, 6...

Conductos de trabajo

1

Alimentación

3, 5, 7...

Escape de aire a la atmósfera

9

Conducción de fugas

12, 14, 16, 18...

Conductos de pilotaje

ANEXOS 8

**DATOS OBTENIDOS POR SOFTWARE PROPNEU
DE LA FESTO**

Datos de entrada

Ingreso - Parámetros del sistema

Longitud de carrera requerida	200 mm	Dirección del movimiento	Extender
Ángulo de instalación	0 deg	Presión de funcionamiento	6,5 bar
Cantidad de cilindros	4	Masa en movimiento	10 kg
Fuerza de impacto adicional	0 N		

Accionamiento

Tipo	1x CDN-32-200-PPV
------	-------------------

ProPneu

Versión 4.2.2.17

Datos del proyecto

Nº de proyecto

1cdr

Designación del proyecto

Mantenimiento Industrial
Tetra Pak

Encargado

Miguel Alarcón-Robin Jácome

Válvula de estrangulación de retención

Tipo	GRLA-1/8-QS-6-D
Configuración:	Flujo 5.3 Revoluciones

Válvula de vías

Tipo	CPE14-M1BH-5J-1/8
Silenciador	U -1/8

Tubo flexible [Cil. > Válvula]

Tipo	PUN-H-6x1-BL
Largo del tubo flexible	1 m

Racor	CRQS-1/8-6
-------	------------

Tubo flexible [Fuente > Válvula]

Tipo	PUN-H-3x0,5-BL
Largo del tubo flexible	1 m

Racor	CRCN-1/8-PK-3
-------	---------------

Observaciones

Control Neumático

Resultados..



Ingreso - Parámetros del sistema

Longitud de carrera requerida	200 mm	Dirección del movimiento	Extender
Ángulo de instalación	0 deg	Presión de funcionamiento	6,5 bar
Cantidad de cilindros dispuestos	1	Masa en movimiento	10 kg
Fuerza de impacto adicional	0 N		

Resultados calculados

Tiempo total de posicionamiento	1,09 s	Velocidad de impacto	0,12 m/s
Energía dinámica de impacto	0,07 J	Consumo de aire mínimo	1,2859 l
Velocidad promedio	0,18 m/s	Máx. Velocidad	0,25 m/s
Velocidad media del aire	40,06 m/s	Regulación PPV	100 % ..

ProPneu

Versión 4.2.2.17

Datos del proyecto

1cdr

Designación del proyecto
Mantenimiento Industrial
Tetra Pak

Encargados
Miguel Alarcón-Robin Jácome

Observaciones

Control Neumático

