



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES  
MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Cristian Gonzalo Tejeda Alvarado**

Asesorado por el Ing. Pablo Rodolfo Zuñiga Ramírez

Guatemala, enero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES  
MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CRISTIAN GONZALO TEJEDA ALVARADO**

ASESORADO POR EL ING. PABLO RODOLFO ZUÑIGA RAMÍREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ENERO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Sanabria Solchaga
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 23 de enero de 2008.



**Cristian Gonzalo Tejeda Alvarado**

Guatemala, Octubre del 2011

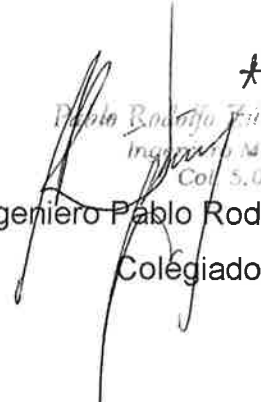
Ingeniero  
Julio César Campos Paiz  
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Julio Campos:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus actividades, hago de su conocimiento que el trabajo de graduación titulado **“GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA”**, realizado por el señor Cristian Gonzalo Tejeda Alvarado, identificado con el número de carnet 1998-10928, ha sido revisado y aprobado por mi persona.

Sin otro particular, se suscribe de usted.

Atentamente,

  
\*  
Pablo Rodolfo Zuñiga Ramírez  
Ingeniero Mecánico  
Col. 5.050  
Ingeniero Pablo Rodolfo Zuñiga Ramírez  
Colégiado No. 5050


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Coordinador de Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado, **GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, del estudiante Cristian Gonzalo Tejeda Alvarado, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma  
Coordinador de Área



Guatemala, enero de 2012.

behdei.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del Asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Laboratorios, al Trabajo de Graduación titulado **GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, del estudiante **Cristian Gonzalo Tejeda Alvarado**, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio César Campos Paiz', written over a vertical line.

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, agosto de 2012.

JCCP/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA PARA EL LABORATORIO DEL CURSO DE INSTALACIONES MECÁNICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Gonzalo Tejeda Alvarado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 10 de enero de 2013.



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.
<b>Mi padre</b>	Por brindarme los recursos necesarios, estar a mi lado y apoyándome siempre.
<b>Mi madre</b>	Por hacer de mi una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor.
<b>Mi hermana</b>	Porque puedo contar siempre con su cariño.
<b>Mis parientes</b>	Gracias a sus consejos y sus palabras de aliento crecí como persona.
<b>Mis amigos</b>	A los que han pasado y a los que se han quedado, porque todos ustedes son parte de mi vida.
<b>Usted</b>	Que amablemente lee esta tesis.



1.3.1.1.	Inicios de la automatización.....	21
1.3.1.2.	Tecnología.....	25
1.4.	Válvulas neumáticas y electroneumáticas.....	26
1.4.1.	Nomenclatura.....	26
1.4.2.	Aplicación.....	30
1.4.3.	Actuadores neumáticos .....	30
2.	CÁLCULO Y DISEÑO DE INSTALACIONES NEUMÁTICAS Y ELECTRONEUMÁTICAS.....	47
2.1.	Aprendizaje de la utilización de <i>software</i> especializado en electroneumática .....	49
2.1.1.	Nomenclatura electroneumática.....	54
2.1.2.	Circuitos puramente neumáticos .....	55
2.1.3.	Circuitos electroneumáticos.....	55
2.1.4.	Simulaciones en el <i>software</i> .....	55
2.2.	Diseño y equipo utilizado en la elaboración de circuitos neumáticos y electroneumáticos .....	56
2.2.1.	Identificar dispositivos .....	56
2.2.1.1.	Elementos de retención .....	56
2.2.1.2.	Interruptores mecánicos de fin de carrera.....	57
2.2.1.3.	Relevadores.....	58
2.2.1.4.	Válvulas.....	59
2.2.2.	Armar circuitos.....	60
2.2.3.	Equipos auxiliares de la línea de aire comprimido.....	61
2.2.3.1.	Manómetros.....	61
2.2.3.2.	Reguladores de presión.....	63
2.2.3.3.	Unidades de mantenimiento .....	64
2.2.3.4.	Drenos.....	68
2.2.3.4.1.	Automáticos.....	68

	2.2.3.4.2.	Manuales .....	68	
	2.2.3.5.	Lubricador .....	69	
2.2.4.		Diseño y montaje de tuberías para aire comprimido .....	69	
	2.2.4.1.	Tuberías .....	70	
		2.2.4.1.1. Tipos de tuberías .....	71	
	2.2.4.2.	Circuitos de tuberías.....	72	
		2.2.4.2.1. Serie.....	81	
		2.2.4.2.2. Paralelo.....	81	
		2.2.4.2.3. Anillo .....	81	
3.		<b>EQUIPO Y ELEMENTOS NEUMÁTICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS</b>		
		<b>EN LA INDUSTRIA .....</b>	<b>83</b>	
3.1.		Equipo neumático utilizado en la industria.....	83	
	3.1.1.	Válvulas neumáticas y electroneumáticas .....	83	
		3.1.1.1. Dos vías.....	84	
		3.1.1.2. Tres vías .....	84	
		3.1.1.3. Cinco vías.....	85	
			3.1.1.3.1. Otras válvulas.....	85
			3.1.1.3.2. Relés.....	86
			3.1.1.3.3. Sensores.....	87
			3.1.1.3.4. Controles lógicos	
			programables .....	88
	3.1.2.	Actuadores .....	89	
		3.1.2.1. Lineal.....	89	
		3.1.2.2. Rotativo.....	89	
		3.1.2.3. Especiales.....	90	
	3.1.3.	Equipo complementario.....	90	

4.	APLICACIONES NEUMÁTICAS EN LA INDUSTRIA.....	91
4.1.	Posicionar artículos .....	91
4.1.1.	Horizontal.....	91
4.1.2.	Vertical.....	91
4.2.	Especiales.....	91
4.2.1.	Soplado de envase.....	92
4.2.2.	Seleccionar artículos.....	92
4.2.3.	Expulsión.....	92
4.2.4.	Descarte.....	93
4.2.5.	Transporte de artículos.....	93
4.2.6.	Dosificación de materia prima .....	93
4.2.7.	Como dispositivo de seguridad.....	94
4.2.8.	Contención de producto.....	94
4.2.9.	Sujeción de producto .....	94
4.2.10.	Pulverización .....	95
4.2.10.1.	Polvos.....	95
4.2.11.	Como equipos auxiliares para activar otros dispositivos .....	95
4.2.11.1.	Máquinas de coser .....	96
4.2.11.2.	Troqueladoras.....	96
4.2.11.3.	Cortadoras.....	96
4.2.11.4.	Selladoras.....	97
5.	PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE INSTALACIONES MECÁNICAS.....	99
5.1.	Neumática.....	99
5.1.1.	Sistema de control neumático con un cilindro.....	99
5.1.1.1.	Dispositivo cargador.....	99
5.1.2.	Dispositivo desplazador.....	101

5.1.3.	Dispositivo doblador.....	103
5.1.4.	Máquina de marcaje .....	105
5.1.5.	Tambor de soldadura de láminas .....	107
5.1.6.	Alimentador dosificador .....	110
5.1.7.	Máquina para soldar termoplásticos.....	113
5.1.8.	Sujeción de cuerpos de moldes.....	115
5.2.	Electroneumática.....	117
5.2.1.	Dispositivo cargador .....	117
5.2.2.	Atornillador .....	118
5.2.3.	Máquina de doble barrenado.....	121
5.2.4.	Máquina estampadora.....	123
5.2.5.	Máquina cortadora de lámina.....	125
5.2.6.	Máquina embotelladora .....	127
5.2.7.	Máquina aplanador de basura .....	129
5.2.8.	Máquina perforadora y barrenadora .....	131
5.3.	Control Lógico Programable .....	133
5.3.1.	Función OR.....	133
5.3.2.	Función AND.....	134
5.3.3.	Función <i>timer</i> .....	135
5.3.4.	Función <i>timer</i> y comparadores.....	136
5.3.5.	Distribuidor de cajas .....	137
5.3.6.	Sistema de control de tanques.....	138
5.3.7.	Sistema de corte y apilamiento de láminas .....	139
	CONCLUSIONES.....	141
	RECOMENDACIONES .....	143
	BIBLIOGRAFÍA.....	145



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Diagrama p-v compresor sin espacio muerto.....	5
2.	Partes de una válvula.....	9
3.	Utensilios neumáticos .....	13
4.	Circuito neumático en posición de reposo, cilindro al inicio de carrera ..	15
5.	Cilindro neumático accionado, cilindro al final de carrera .....	16
6.	Corte transversal de una válvula .....	17
7.	Clasificación de compresores.....	18
8.	Compresor de tornillo .....	19
9.	Compresor reciprocante .....	20
10.	Ballesta neumática .....	21
11.	Automatización.....	26
12.	Cilindro hidráulico.....	32
13.	Cilindro de presión dinámica .....	33
14.	Cilindro de efecto simple .....	33
15.	Cilindro de efecto doble.....	34
16.	Cilindro telescópico .....	34
17.	Motor con pistón eje inclinado .....	36
18.	Motor oscilante con pistón axial .....	37
19.	Cilindro de simple efecto .....	38
20.	Cremallera.....	39
21.	Rotativos de paletas.....	39
22.	Partes de un actuador .....	40
23.	Fuerza del pistón.....	44



24.	Fuerza aplicada. ....	45
25.	Tablero de simulación neumática .....	48
26.	Pantalla de simulador .....	49
27.	Ejemplo simple de instalación neumática .....	52
28.	Ventana de configuración de válvula .....	53
29.	Circuito completo .....	53
30.	Elementos de retención .....	57
31.	Elemento fin de carrera.....	58
32.	Relevadores.....	59
33.	Válvula electroneumática.....	60
34.	Manómetros.....	63
35.	Regulador de presión.....	64
36.	Unidad de mantenimiento .....	66
37.	Red de aire comprimido.....	74
38.	Configuración de red de tuberías.....	77
39.	Red abierta .....	78
40.	Red cerrada .....	79
41.	Red cerrada sin inclinación .....	80
42.	Diagrama de válvula dos vías.....	84
43.	Válvula tres vías.....	85
44.	Cinco vías .....	85
45.	Esquema neumático de un cilindro .....	101
46.	Dispositivo desplazador .....	103
47.	Dispositivo doblador.....	105
48.	Máquina de marcaje .....	107
49.	Tambor de soldadura.....	110
50.	Alimentador dosificador .....	112
51.	Máquina para soldar termoplásticos .....	114
52.	Sujeción de cuerpos de moldes .....	116

53.	Dispositivo cargador .....	118
54.	Atornillador .....	120
55.	Máquina doble barrenado .....	122
56.	Máquina estampadora.....	124
57.	Máquina cortadora de lámina.....	126
58.	Máquina embotelladora.....	128
59.	Máquina aplanadora de basura.....	130
60.	Máquina perforadora y barrenadora.....	132
61.	Función OR .....	134
62.	Función AND.....	135

## **TABLAS**

I.	Código de colores de tubería .....	50
----	------------------------------------	----



## GLOSARIO

<b>Aire comprimido</b>	Fluido gaseoso ambiental, compuesto por oxígeno, nitrógeno y otros gases, sometido a un cambio de presión y contenido en un recipiente adecuado
<b>Condensado</b>	Agua en forma líquida que se separa del aire comprimido por el cambio de presión, y se deposita en el recipiente contenedor.
<b>Filtro</b>	Accesorio necesario para extraer el condensado y aceites del aire comprimido para que fluya seco por el sistema.
<b>Fuerza</b>	De la segunda ley de Newton esta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por la aceleración que tenga.
<b>Simulador</b>	Programa de computación que sirve para realizar prototipos de instalaciones neumáticas.
<b>Válvula</b>	Elemento necesario para dirigir el aire hacia donde se necesite.



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>hi</b>	Altura medida desde un nivel de referencia hasta un punto deseado.
<b>H</b>	Altura neta
<b>q,Q</b>	Caudal en m <sup>3</sup> /min
<b>ρ</b>	Densidad del agua, en kg / m <sup>3</sup>
<b>η</b>	Eficiencia
<b>Ec</b>	Energía cinética
<b>E</b>	Energía en forma general
<b>Eh</b>	Energía hidráulica
<b>Ep</b>	Energía potencial
<b>γ</b>	Peso específico del agua, N/m <sup>3</sup>
<b>π</b>	Valor de pi = 3.1416

**v,V**

Volumen en m<sup>3</sup>

## RESUMEN

En el presente trabajo se encontrarán los conceptos básicos de control neumático y electroneumático, así como una introducción a los PLC.

Iniciando con el contenido programático del curso del Laboratorio de Neumática que es parte del pensum de estudios, del curso de Instalaciones Mecánicas.

Se encontrarán las notaciones básicas de neumática y electroneumática que sirven para la realización de planos guías, para desarrollar instalaciones de estos dispositivos que ayudarán a la automatización de la industria.

Describe la forma básica de la nomenclatura de dispositivos de esta clase y además se encontrará una guía básica de cómo utilizar uno de los muchos programas computarizados de neumática, en este caso el Festo Fluid Sim., un simulador que como herramienta ayuda a diseñar las redes de distribución de aire y de la colocación de los diferentes dispositivos, válvulas y accesorios necesarios para la automatización efectiva.

Se desarrolla a la vez una serie de ejemplos básicos de cómo utilizar esta herramienta y de cómo armar circuitos electroneumáticos básicos y al final una breve explicación de los controles lógicos programables PLC, que se utilizan para el control y automatización de la industria.





# OBJETIVOS

## General

Elaborar una guía básica para el Laboratorio de Instalaciones Mecánicas de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

## Específicos

1. Proponer una guía para el aprendizaje de la nomenclatura utilizada en la electroneumática básica.
2. Elaborar un instrumento de apoyo al estudiante en el uso de *software* utilizado en la industria de la automatización.
3. Proporcionar una herramienta de apoyo para realizar proyectos en la instalación de diferentes dispositivos y elementos neumáticos.



## INTRODUCCIÓN

La industria está cada día más presionada por los índices de control de calidad y estandarización de la producción para reducir costos en la misma, que se hace necesario e indispensable automatizar los procesos que dicha área productiva demanda.

Es así como la neumática y electroneumática se hacen indispensables en el desarrollo de esta automatización, la cual es más exigente y demandante de personas con conocimientos, al menos básicos, de cómo se deben realizar las instalaciones de dichos dispositivos, valvulería y tubería necesaria para conducir aire comprimido y accionar los diferentes sistemas automáticos en la industria.

Los elementos electroneumáticos a su vez deben ser controlados por computadores, que se llaman controles lógicos programables (PLC) que son interfaces de control entre el hombre y las máquinas, éstas deben poseer interfaces máquina-hombre, que se conocen como HMI, que pueden ser simples pantallas del tamaño de una calculadora hasta pantallas de computadores y sus respectivos sistemas de comunicación, es decir *software* y *hardware*, como programas en escalera y los teclados respectivamente, como ejemplos básicos.

Es así como en este manual se desarrollan los conceptos básicos de la nomenclatura, el manejo de *software* y la teoría básica de los PLC's.



# 1. CONCEPTOS GENERALES

## 1.1. Contenido de la cátedra de Instalaciones Mecánicas

El programa vigente del curso de Instalaciones Mecánicas, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad San Carlos de Guatemala, se desglosa a continuación:

Compresión del aire y los gases:

- Aplicaciones del aire comprimido
- Clasificación de los compresores
- Terminología de los compresores de aire

Compresores de émbolo:

- Compresor ideal de émbolo
- Compresor ideal de varios escalonamientos
- Efectos de los huelgos

Ventiladores de desplazamiento positivo:

- Compresores centrífugos
- Compresores de flujo axial

Rendimientos:

- Rendimiento de comprensión
- Rendimiento volumétrico
- Rendimiento mecánico
- Rendimiento global

Mediciones de caudales de aire

Sistemas de tuberías

Fundamentos del flujo de fluidos:

- Regímenes
- Líneas y tubos de corriente
- Caudal
- Ecuación de continuidad
- Ecuación de la energía
- Líneas de altura de velocidad, de presión y de energía total
- Potencia

Flujo de Fluidos en tuberías:

- Flujo laminar
- Viscosidad absoluta
- Flujo turbulento
- Tensión cortante en las paredes de tuberías
- Pérdida de carga en flujo laminar
- Coeficiente de fricción
- Pérdida de carga en flujos turbulentos

Tuberías en serie

Tuberías en paralelo

Tuberías ramificadas

Instalación de tubería:

- Selección de tubería
- Normas
- Tuberías de acero
- Tuberías de cobre
- Uniones
- Accesorios

Tamaño de tuberías:

- Longitud equivalente
- Ecuación de Babcock

Drenajes de eliminación de gases inconfesables:

- Pendiente mínima
- Trampas de vapor
- Instalación
- Soportes, tipos y espaciamiento
- Dilatación, tipos de juntas y rangos

### **1.1.1. Parte teórica**

Como complemento de la parte practica a continuación se describen los contenidos teóricos para una mejor comprensión.

#### **1.1.1.1. Aire comprimido**

El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor, en la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se



deshumidifica y se filtra, el uso de este tipo de aire es muy utilizado en la industria, su aplicación tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos por ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

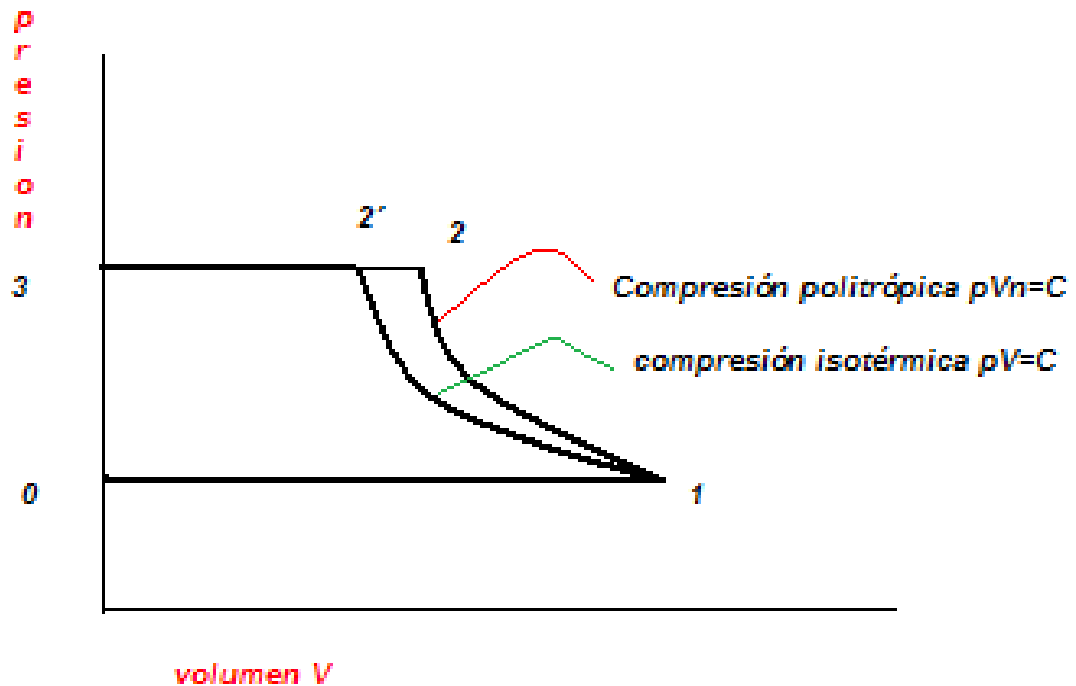
### **1.1.1.2. Fundamentos termodinámicos de los fluidos utilizados en la cátedra**

Los fundamentos termodinámicos son aplicados en el laboratorio de instalaciones neumáticas, bajo el principio de expansión y compresión del aire circundante a través de compresores, estos fundamentos se verán a detalle en capítulos posteriores.

#### **1.1.1.2.1. Compresores alternativos sin espacio muerto**

Todos los compresores de movimiento alternativo tienen un volumen o espacio muerto entre la parte superior del émbolo y la parte correspondiente del cilindro, y en tal localización se encuentran las válvulas de succión y descarga, muchos compresores son de doble acción, lo cual significa que realizan compresión en uno y otro sentido de su carrera, el análisis que se hará será de un compresor que no cuenta con espacio muerto es decir que cuando hace su carrera de expulsión todo el gas contenido en el cilindro será eliminado del mismo.

Figura 1. Diagrama p-v, compresor sin espacio muerto



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

La figura 1, ilustra el diagrama p-V correspondiente a este ciclo, de 0 a 1, se produce la entrada del gas, a presión constante hasta que el émbolo o pistón llega al punto muerto inferior en el estado 1; el gas es comprimido politrópicamente de 1 a 2 hasta que la presión es igual a la del gas en la tubería de descarga; la válvula de escape se abre y el gas es descargado a presión constante del estado 2 al 3, como no quedó dentro nada de gas, la presión es indefinida, tan pronto retrocede el pistón una distancia infinitesimal, la válvula de succión se abre y el gas vuelve a entrara de 0 a 1, se observa que habrá una diferencia entre el trabajo necesario para comprimir el gas de 1 a 2 y el trabajo total del ciclo, la línea 1 a 2' ilustra el proceso de compresión isotérmica.

Calculando ahora el trabajo del ciclo empleando las leyes de gas ideal correspondientes a cada proceso, y sumando todos los términos, esto da por resultado:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{n}{n-1}(p_1V_1 - p_2V_2)$$

La ecuación del trabajo realizado en el ciclo puede reordenarse a fin de eliminar  $V_2$  y tener una expresión del trabajo en términos de  $p_1, V_1$  y  $p_2$ .

Puesto que el proceso de 1 a 2 es politrópico

$$V_2/V_1 = (p_2/p_1)^{-1/n} \text{ \& } p_2V_2/p_1V_1 = (p_2/p_1)^{(n-1)/n}$$

Y al hacer sustituciones se obtiene que:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{n}{n-1}(p_1V_1)[1 - (p_2/p_1)^{(n-1)/n}]$$

Esta ecuación es válida para compresores sin espacio muerto. Ahora bien para el ciclo isotérmico se obtiene:

$$W_{\text{ciclo}} = -p_1V_1 \ln(p_2/p_1),$$

La primera ley de la termodinámica, con aplicación al movimiento de fluidos dentro de tuberías.

Se puede tener tuberías en serie o en paralelo donde, para tuberías en serie las consideraciones son;

$$Q_{\text{total}} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n \text{ \& } h_{\text{ptotal}} = \sum h_i \text{ desde } i = 1 \text{ hasta } i = n$$

Para tuberías en paralelo:

$$Q_{\text{total}} = \sum Q_i \text{ dese } i=1 \text{ hasta } n \ \& \ h_{\text{ptotal}} = h_{p1}=h_{p2}=\dots\dots\dots=h_{pn}$$

Además deben tomarse consideraciones como el número de Reynolds para determinar si son flujos laminares o turbulentos, la ecuación de Hazen – Williams, y Darzy, y el diagrama de Moondy, que nos determinan diámetros de tuberías y pérdidas en las mismas. Siempre teniendo en cuenta que lo que se utilizara en este curso es aire comprimido y en ocasiones lo que se asume como gas ideal, pero realmente hay que tratarlo como un gas real, con sus factores reales de viscosidad.

### **1.1.1.3. Compresor**

Compresor es un dispositivo en el que se efectúa trabajo sobre un fluido gaseoso, elevando así su presión.

Existen dos tipos generales de compresores: de movimiento alternativo (rectilíneo) y de movimiento rotatorio, en el caso de altas presiones y flujos volumétricos bajos se prefiere el compresor de movimiento alternativo, llamado también a veces recíprocante; cuando se trata de presiones bajas y flujos de gran intensidad se utiliza por lo común el compresor de tipo rotatorio, pero no existe una presión distintiva que sirva para separar estos dos tipos de máquinas, puesto que los compresores rotatorios actuales pueden desarrollar también presiones elevadas.

Los compresores de aire que se utilizan en la industria de pintura automotriz, utilizan aire atmosférico y lo comprimen reduciendo su volumen específico, esto da como consecuencia una baja en la temperatura de rocío del

aire condensándose gran parte de vapor de agua contenida en el mismo, por lo tanto es necesario purgar los cilindros del compresor y colocar trampas de agua en la salida de alimentación a los equipos de pintura, conocidos como pistolas de aire para pintura.

#### **1.1.1.4. Instalaciones neumáticas**

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos, el aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se la permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

Hay dos tipos de circuitos neumáticos:

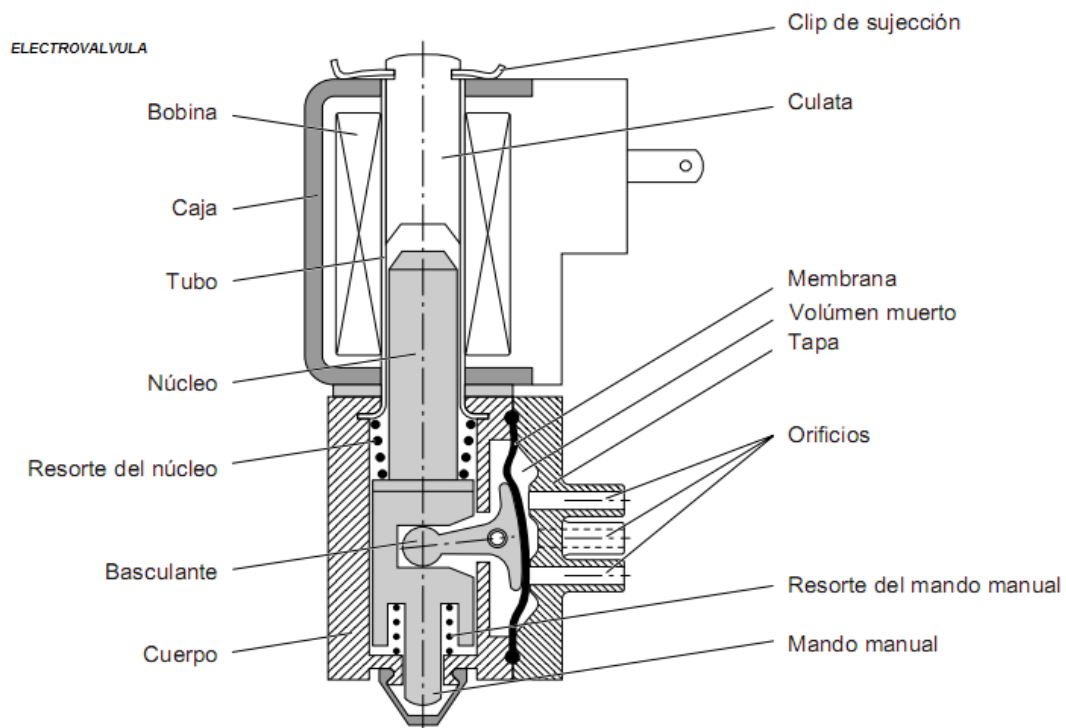
- a. Circuitos de anillos cerrados que es aquel cuyo final vuelve al origen evitando brincos por fluctuaciones y ofrecen mayor velocidad de recuperación ante las fugas, ya que el flujo llega por ambos lados.
- b. Circuito de anillo abierto que es aquel cuya distribución forma ramificaciones las cuales no retornan al origen, es más económica esta instalación pero hace trabajar más a los compresores cuando hay mucha demanda o fugas en el sistema.

Estos circuitos a su vez se pueden dividir en cuatro tipos de subsistemas neumáticos: sistema manual, semiautomático, automático y sistemas lógicos.

### 1.1.1.5. Clasificación de válvulas electro neumáticas y actuadores neumáticos

Las electroválvulas 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.

Figura 2. Partes de una válvula



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

Una electroválvula está compuesta de dos partes elementales:

- a. Una cabeza electromagnética (electroimán) y su núcleo móvil (émbolo).
- b. Una válvula en la que el orificio está obturado por un clapet o una aguja.

La apertura y el cierre de la válvula, está en función de la posición del núcleo móvil que se desplaza bajo el efecto del campo magnético generado por la puesta a tensión de la bobina.

La bobina es la parte eléctrica que crea un campo magnético cuando es alimentada y constituida por un cilindro formado por un hilo de cobre enrollado y aislado, la caja metálica que asegura la protección eléctrica y mecánica de la bobina, y una protección al mismo tiempo el agua y el polvo, el tubo de latón o acero inoxidable, sirve de guía al núcleo que se acciona por la fuerza magnética generada por la bobina que rodea.

El núcleo de acero inoxidable, debajo del magnetismo residual, que se desplaza por la fuerza electromagnética creada por la bobina, el resorte del núcleo que mantiene al mismo en una posición preestablecida cuando la bobina esta en tensión, el basculante es la pieza móvil que permite la apertura o el cierre de los orificios para el paso de fluido, el cuerpo es la parte principal que contiene los orificios y asientos principales, el clip de sujeción asegura la sujeción de la bobina en la culata y esta es la masa situada en el fondo del tubo para mejorar el campo magnético cuando la bobina está con tensión, la membrana es la pieza estanca de aislamiento del fluido con respecto a la parte de mando, el volumen muerto es el volumen de fluido en las zonas no funcionales de la electroválvula, la tapa fija en el cuerpo e incluye los orificios, estos son por donde pasa el fluido hacia el cuerpo de la válvula, el mando manual permite accionar manualmente la palanca para abrir o cerrar los orificios

y el resorte del mando manual es el que asegura el retorno a la posición inicial del mando por impulsión.

Las electroválvulas se pueden clasificar en:

- Electroválvulas monoestables
- Electroválvulas biestables

Se citan los tipos principales de estas electroválvulas:

- 2/2 (2 vías y 2 conmutaciones)
- 3/2 (3 vías y 2 conmutaciones)
- 4/2 (4 vías y 2 conmutaciones)
- 5/2 (5 vías y 2 conmutaciones)

Las válvulas neumáticas están constituidas por elementos de señalización, elementos de mando y un aporte de trabajo, los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas, los sistemas neumáticos están constituidos por:

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

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



En los principios de automatismo, los elementos diseñados se mandan manual o mecánicamente, cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizaban elementos de comando por símbolo neumático.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido
- Regular el caudal
- Regular presión

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

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

- a. Válvulas de vías y distribuidoras
- b. Válvulas de bloqueo
- c. Válvulas de presión
- d. Válvulas de caudal
- e. Válvulas de cierre

Figura 3. **Utensilios neumáticos**



Fuente. Neumática Festo-Fluidsim

#### 1.1.1.6. **Software de neumática y electroneumática**

El programa de simulación neumática *FluidsimNeumatics* es un *software* de simulación para el conocimiento de la neumática y funciona en entorno de Windows, es ideal para emplearlo como material complementario en la enseñanza de esta disciplina.

Entre las características más importantes se encuentran:

- Ofrece la creación y simulación de circuitos de electroneumática.
- Tiene una biblioteca de componentes neumáticos y eléctricos muy completa para la creación de circuitos nuevos.

- Durante la animación, los conductos y cilindros aparecen a colores, según el estado de cada uno.
- El usuario puede controlar la velocidad de la simulación.
- Las válvulas y los interruptores accionados manualmente pueden ser conmutados mediante un clic del ratón.
- Permite construir circuitos nuevos, pero también se dispone de un conjunto de circuitos ejecutables.
- Muestra en los aparatos de medición los valores exactos de presión, fluido y corriente.
- Guarda una proporción del tiempo real durante la animación.
- Entre otras funciones.

Ofrece también el apoyo necesario para el conocimiento básico de la neumática, en un menú denominado Didáctica, que puede ser muy útil a la hora de explicar y entender los distintos contenidos relacionados con este tema.

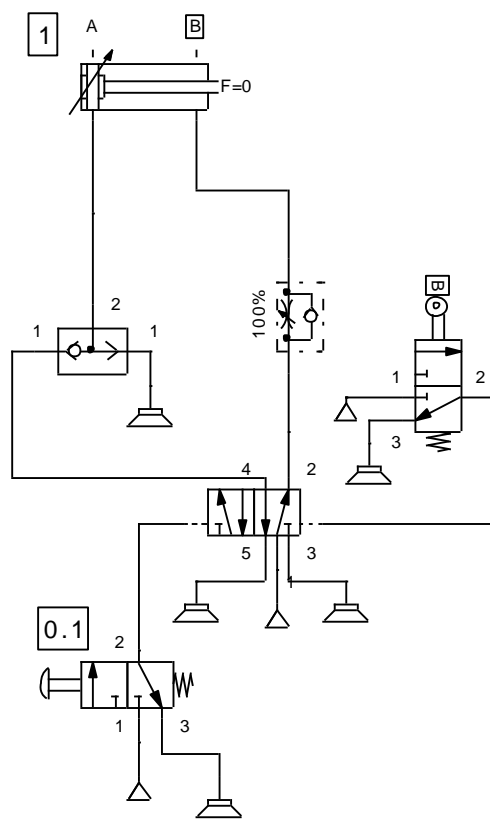
Contiene un apartado denominado Descripción del componente, donde explica cómo son los distintos componentes de los circuitos, muestra una foto, explica su funcionamiento, e ilustra incluso cómo es el componente internamente, posee también animaciones que pueden ser de gran ayuda para entender el tema seleccionado

En Exposiciones presenta distintos temas disponibles, ejercicios que pueden ser muy útiles para el profesorado, también incluye películas relacionadas al tema buscado.

Ejemplo de simulación de un circuito neumático:

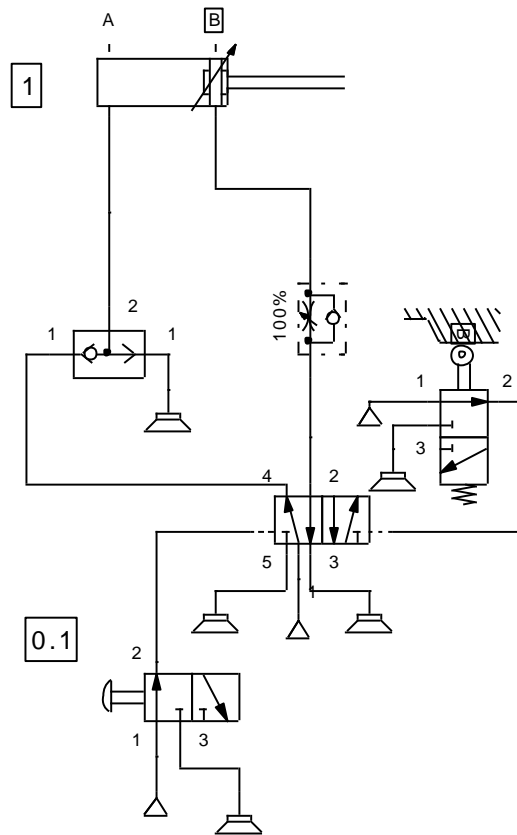
Mando de un cilindro de doble efecto por medio de un pulsador para su salida y regreso al alcanzar la posición final por medio de un final de carrera, regulando la velocidad de salida del cilindro y regresando lo más rápidamente.

Figura 4. **Circuito neumático en posición de reposo, cilindro al inicio de carrera**



Fuente: elaboración propia.

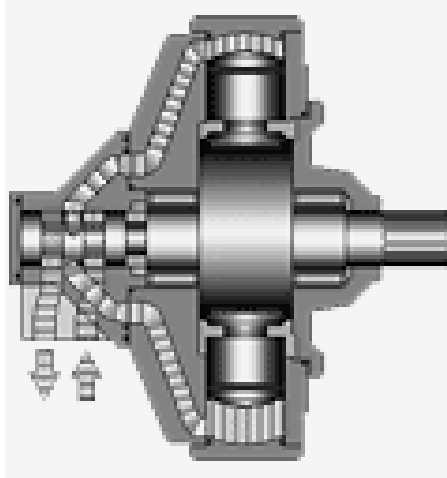
Figura 5. **Circuito neumático accionado, cilindro al final de carrera**



Fuente: elaboración propia.

*Automation Studio* es también un *software* muy completo y fácil de utilizar que permite diseñar y animar circuitos de diversas tecnologías de automatización, como neumática, hidráulica, controladores programables, graficet y controles eléctricos, permite la simulación a todo color y la animación del corte transversal de los distintos componentes.

Figura 6. **Corte transversal de una válvula**

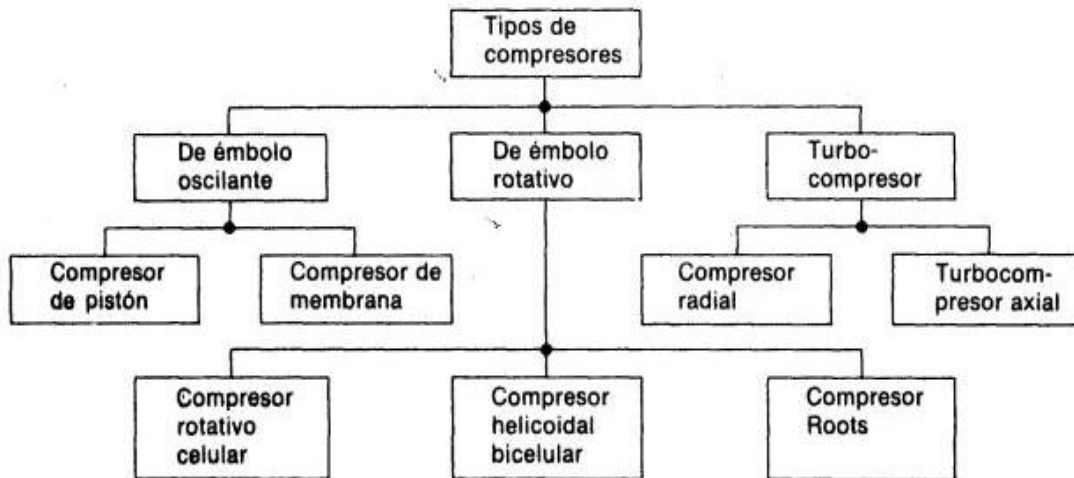


Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

## **1.2. Compresores comúnmente utilizados en la industria**

Instalaciones industriales usan aire comprimido para una multitud de operaciones casi cada facilidad industrial tiene por lo menos dos compresores, y en una planta de tamaño mediano puede haber cientos de usos diferentes de aire comprimido, el uso incluyen la alimentación de herramientas neumáticas, empaquetado y equipos de automatización, y transportadores, las herramientas neumáticas tienden hacer pequeñas, livianas, y más maniobrable que las herramientas impulsadas por motor eléctrico, también ofrecen potencia suave y no se dañan por sobrecarga, herramientas de aire tienen la capacidad infinitamente de variar la velocidad y el control de torques, y pueden alcanzar una velocidad deseada y un torque muy rápidamente, además, a menudo son seleccionados por razones de seguridad porque no producen chispas y han de acumular poco calor.

Figura 7. **Clasificación de los compresores**



Fuente: Compress Neumatics.

### 1.2.1. **Compresor de tornillo**

La compresión por rotores paralelos puede producirse también en el sentido axial con el uso de lóbulos en espira a la manera de un tornillo sin fin, acoplando dos rotores de este tipo, uno convexo y otro cóncavo y haciéndolos girar en sentidos opuestos se logra desplazar el aire, paralelamente a los dos ejes, entre los lóbulos y la carcasa, las revoluciones sucesivas de los lóbulos reducen progresivamente el volumen del gas atrapado y por consiguiente su presión, el gas así comprimido es forzado axialmente por la rotación de los lóbulos helicoidales hasta la primera descarga.

Figura 8. **Compresor de tornillo**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### **1.2.2. Compresor reciprocante**

Un compresor reciprocante está compuesto básicamente por un cilindro dentro del cual el aire es comprimido por un pistón que efectúa un movimiento rectilíneo en dirección axial, el aumento de presión se consigue mediante una reducción de volumen.

La admisión y la descarga del aire se hacen a través de válvulas automáticas, las cuales se abren únicamente cuando existe una presión diferencial adecuada a través de la válvula.

Las válvulas de admisión se abren cuando la presión en el cilindro es ligeramente menor que la presión de admisión, las válvulas de descargan o se abren cuando la presión en el cilindro está un poco por encima de la presión de descarga.



Figura 9. **Compresor recíprocante**



Fuente; Neumática Festo Fluidsim.

### **1.3. Instalaciones electroneumáticas en la industria**

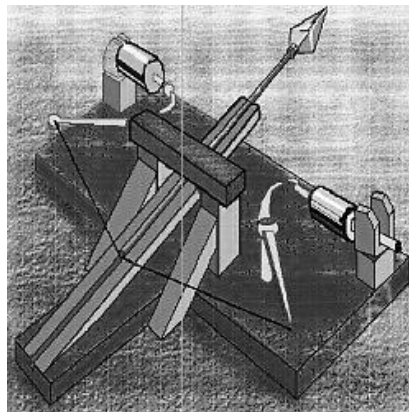
Las instalaciones neumáticas con controladores electrónicos o actuadores son conocidos como elementos electroneumáticos, aplicados en la industria.

#### **1.3.1. Inicios de la neumática en la industria**

El término neumática procede del griego *pneuma* que significa soplo o aliento, las primeras aplicaciones de neumática se remontan al año 2500 antes de Cristo, mediante la utilización de muelles de soplado, posteriormente fue utilizada en la construcción de órganos musicales, en la minería y en siderurgia, hace más de 20 siglos, un griego, Tesibios, construyó un cañón neumático que, rearmado manualmente comprimía aire en los cilindros, al efectuar el disparo, la expansión restituía la energía almacenada, aumentando de esta forma el alcance del mismo, en el siglo XIX se comenzó a utilizar el aire comprimido en

la industria de forma sistemática, herramientas neumáticas, martillos neumáticos, tubos de correo neumáticos, durante la construcción del túnel de Mont-Cenis, en 1857, se utilizó una perforadora de aire comprimido que permitía alcanzar una velocidad de avance de dos metros diarios frente a los sesenta centímetros que se obtenían con los medios tradicionales, en 1880 se inventó el primer martillo neumático, la incorporación de la neumática en mecanismos y la automatización comienza a mediados del siglo XX.

Figura 10. **Ballesta neumática**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### **1.3.1.1. Inicios de la automatización**

Es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales, sustituyendo a operadores humanos.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos, ya que ésta provee a operadores humanos, mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano, la automatización como una

disciplina de la ingeniería es más amplia que un solo sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de *software* en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Las primeras máquinas simples sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas por el ser humano, tal como levantar un peso pesado con sistema de poleas o con una palanca, posteriormente las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, tales como el viento, mareas, o un flujo de agua por energía humana.

Los botes a vela sustituyeron a los botes de remos, todavía después, algunas formas de automatización fueron controlados por mecanismos de relojería o dispositivos similares utilizando algunas formas de fuentes de poder artificiales, algún resorte, un flujo canalizado de agua o vapor para producir acciones simples y repetitivas, tal como figuras en movimiento, creación de música, o juegos, dichos dispositivos caracterizaban a figuras humanas, fueron conocidos como autómatas y datan posiblemente desde 300 a.C.

En 1801, la patente de un telar automático utilizando tarjetas perforadas fue dada a Joseph Marie Jacquard, quien revolucionó la industria del textil.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial, algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo, algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación, por ejemplo, Japón ha tenido

necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales.

Para mediados del siglo 20, la automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura, sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea, las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de computo, precio y tamaño empezaron a aparecer en la década de los sesentas, antes de ese tiempo, las computadoras industriales era exclusivamente computadoras analógicas y computadoras híbridas, desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas semiespecializadas y especializadas, con algunas excepciones notables en la producción e inspección de alimentos.

Existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización, ningún dispositivo ha sido inventado que pueda competir contra el ojo humano para la precisión y certeza en muchas tareas; tampoco el oído humano, el más inútil de los seres humanos puede identificar y distinguir mayor cantidad de esencias que cualquier dispositivo automático, las habilidades para el patrón de reconocimiento humano, reconocimiento de lenguaje y producción de lenguaje se encuentran más allá de cualquier expectativa de los ingenieros de automatización.

Computadoras especializadas, son utilizadas para leer entradas de campo a través de sensores y en base a su programa, generar salidas hacia el campo a través de actuadores, esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial.

Existen dos tipos distintos: DCS o Sistema de Control Distribuido y PLC o Controlador Lógico Programable, el primero era antiguamente orientado a procesos de tipo análogos, mientras que el segundo se utilizaba en procesos de tipo discreto, actualmente ambos equipos se parecen cada vez más y cualquiera de los dos puede ser utilizado en todo tipo de procesos.

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), formalmente conocidas como interfaces Hombre-Máquina, son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLCs y otras computadoras, para labores tales como introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma, el personal de servicio que monitorea y controla estas interfaces son conocidos como ingenieros de estación.

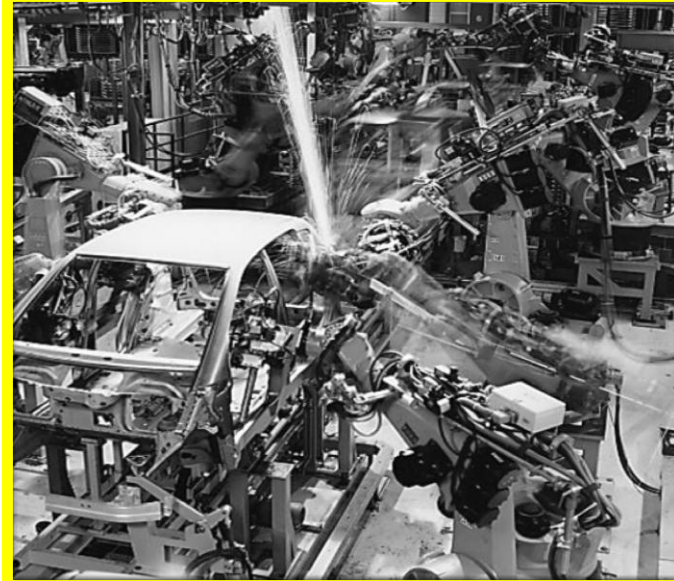
Otra forma de automatización que involucra computadoras es la prueba de automatización, donde las computadoras controlan un equipo de prueba automático que es programado para simular seres humanos que prueban manualmente una aplicación, esto es acompañado por lo general de herramientas automáticas para generar instrucciones especiales que direccionan al equipo automático en prueba en la dirección exacta para terminar las pruebas.

### 1.3.1.2. Tecnología

La tecnología de automatización toma en la industria una posición cada vez más preponderante debido a la automatización de los procesos, un área cuya importancia se encuentra en constante ascenso, esto sucede tanto en las aplicaciones cotidianas de la producción como en la instrucción, hoy en día, la tecnología de automatización está casi siempre ligada a las tecnologías de accionamiento, control y a la informática, debido al acelerado desarrollo de la tecnología de microcontroladores y ordenadores, la tecnología de automatización se ha convertido en el área más innovadora y con mayor vida de la electrotecnia, a ello se debe agregar que las nuevas soluciones industriales, como la descentralización y visualización, requieren nuevos sistemas de instrucción, por otra parte, por medio de la norma IEC1131-3, de validez mundial, se eliminó la discrepancia en los productos de *software*, cuyas particularidades dependían hasta ahora del fabricante.

Los controles lógicos programables de esta generación se programan ahora sobre la base de reglas unificadas, de estas exigencias a los técnicos de automatización de hoy se desprende la necesidad de sistemas de entrenamiento orientados a la práctica, que transmitan al estudiante el estado actual de la tecnología y también la competencia práctica necesaria.

Figura 11. **Automatización**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

## 1.4. **Válvulas neumáticas y electroneumáticas**

Las válvulas neumáticas son controladores mecánicos que disponen o dirigen el flujo de aire, pueden ser accionados de diferentes formas

### 1.4.1. **Nomenclatura**

Simbología de conexiones:

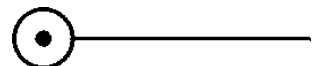
Conducto de trabajo



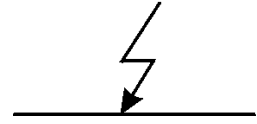
Conducto flexible



Origen de presión



Conducción eléctrica



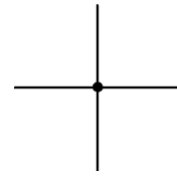
Conducto de mando



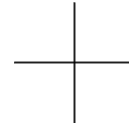
Conducto de escape



Conexiones fijas



Cruce de conexiones



Situación del escape en una línea

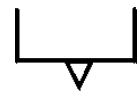


Conexiones:

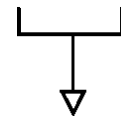
Silenciador



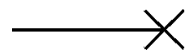
Escape no recuperable



Escape recuperable



Conexión ciega

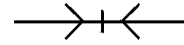




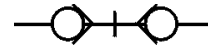
Conexión de presión



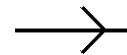
Acoplamiento rápido



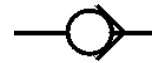
Acoplamiento rápido con dos antiretornos



Acoplamiento rápido conducto abierto



Acoplamiento rápido conducto cerrado



Acoplamiento rotativo de una vía

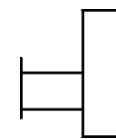


Acoplamiento rotativo de tres vías

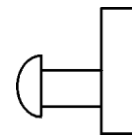


Simbología de accionamientos:

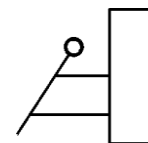
Elemento de mando símbolo general:



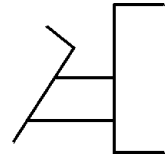
Mando tipo pulsador:



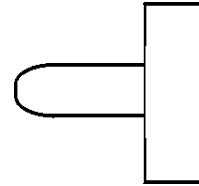
Mando de palanca:



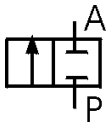
Mando pedal:



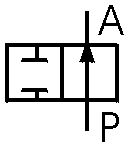
Mando accionado por leva:



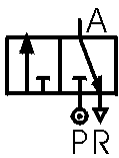
Simbología de válvulas:



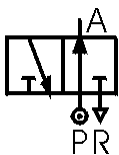
Válvula 2 vías 2 posiciones (2/2) normalmente cerrada



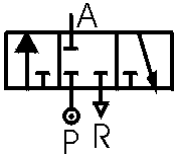
Válvula 2 vías 2 posiciones (2/2) normalmente abierta



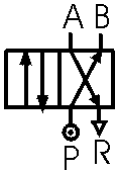
Válvula 3 vías 2 posiciones (3/2) normalmente cerrada



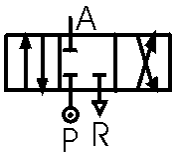
Válvula 3 vías 2 posiciones (3/2) normalmente abierta



Válvula 3 vías 3 posiciones (3/3) con centro bloqueado



Válvula 4 vías 2 posiciones (4/2)



Válvula 4 vías 3 posiciones (3/3) con centro bloqueado

### 1.4.2. Aplicación

Los símbolos de neumática se utilizan a nivel mundial en los diferentes *software* y para la representación de un circuito neumático en planos de instalación y ubicación, es importante su conocimiento para poder interpretar y comunicarse con los técnicos y personal encargado del manejo de los equipos accionados por los mismos.

### 1.4.3. Actuadores neumáticos

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa, el actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos, por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia y los neumáticos son simples posicionamientos, sin embargo, los hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico, por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots, los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

Por todo esto es necesario conocer muy bien las características de cada actuador para utilizarlos correctamente de acuerdo a su aplicación específica.

#### Actuadores hidráulicos

Los actuadores hidráulicos, que son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, funcionan en base a fluidos a presión.

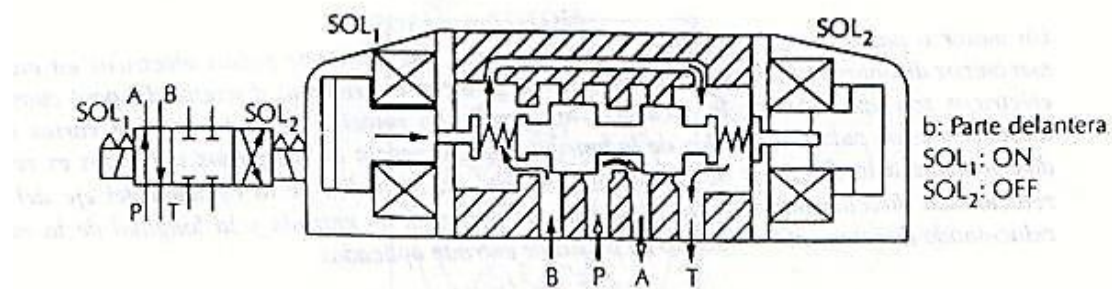
Existen tres grandes grupos:

- Cilindro hidráulico
- Motor hidráulico
- Motor hidráulico de oscilación

### Cilindro hidráulico

De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en dos tipos: de efecto simple y de acción doble, en el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer, el segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones, el control de dirección se lleva a cabo mediante un solenoide que se muestra a continuación.

Figura 12. **Cilindro hidráulico**



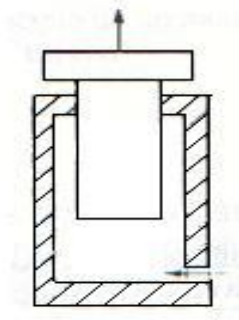
Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

En el interior poseen un resorte que cambia su constante elástica con el paso de la corriente, es decir, si circula corriente por el pistón eléctrico este puede ser extendido fácilmente.

### Cilindro de presión dinámica

Lleva la carga en la base del cilindro. Los costos de fabricación por lo general son bajos ya que no hay partes que resbalen dentro del cilindro.

Figura 13. **Cilindro de presión dinámica**

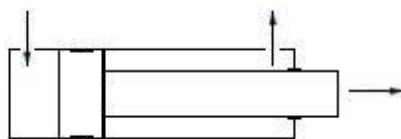


Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### Cilindro de efecto simple

La barra está solo en uno de los extremos del pistón, el cual se contrae mediante resortes o por la misma gravedad, la carga puede colocarse solo en un extremo del cilindro.

Figura 14. **Cilindro de efecto simple**

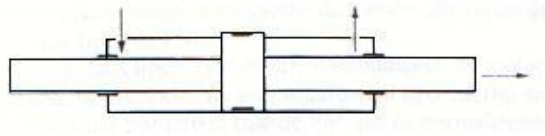


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

## Cilindro de efecto doble

La carga puede colocarse en cualquiera de los lados del cilindro, se genera un impulso horizontal debido a la diferencia de presión entre los extremos del pistón.

Figura 15. **Cilindro de efecto doble**

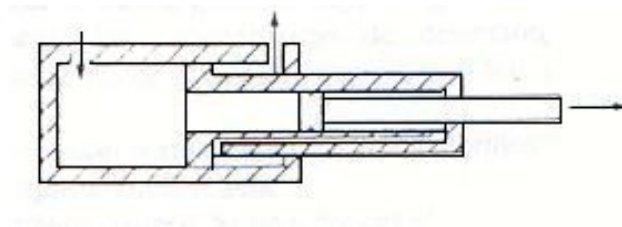


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

## Cilindro telescópico

La barra de tipo tubo multietápico es empujada sucesivamente conforme se va aplicando al cilindro aceite a presión. Se puede lograr una carrera relativamente en comparación con la longitud del cilindro.

Figura 16. **Cilindro telescópico**



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

## Motor hidráulico

En los motores hidráulicos el movimiento rotatorio es generado por la presión, estos motores los podemos clasificar en dos grandes grupo: el primero es uno de tipo rotatorio en el que los engranes son accionados directamente por aceite a presión, y el segundo, de tipo oscilante, el movimiento rotatorio es generado por la acción oscilatoria de un pistón o percutor; este tipo tiene mayor demanda debido a su mayor eficiencia, a continuación se muestra la clasificación de este tipo de motores:

- Motor de engranaje
- Tipo rotatorio motor de veleta
- Motor de hélice
- Motor hidráulico motor de leva excéntrica
- Pistón axial
- Tipo oscilante motor con eje inclinado

## Motor de engranaje

El aceite a presión fluye desde la entrada que actúa sobre la cara dentada de cada engranaje generando torque en la dirección de la flecha, la estructura del motor es simple, por lo que es muy recomendable su uso en operaciones a alta velocidad.

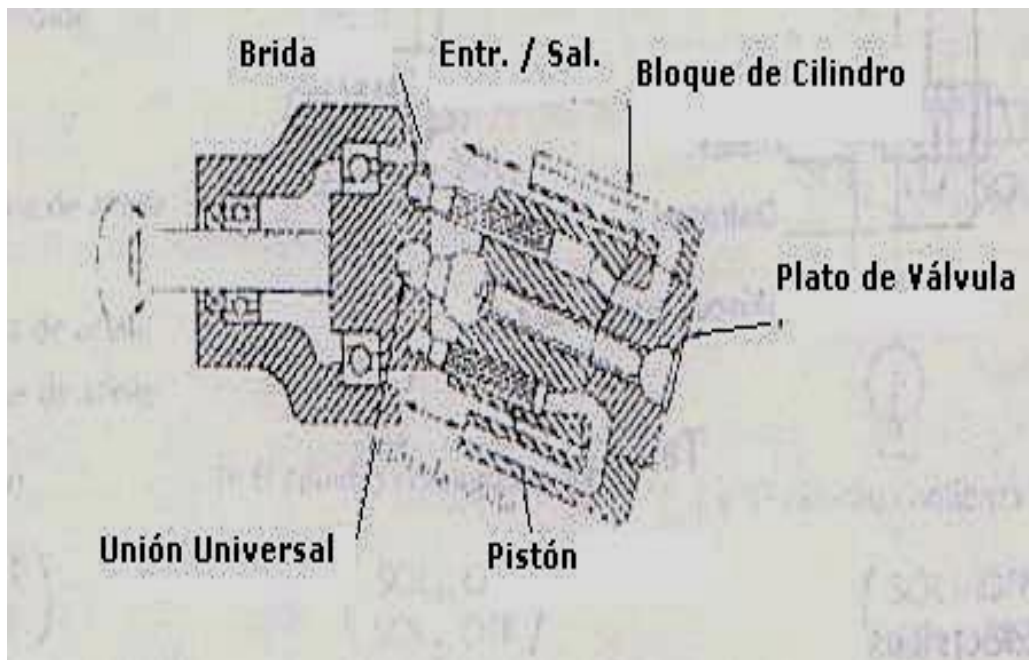
## Motor con pistón eje inclinado

El aceite a presión que fluye desde la entrada empuja el pistón contra la brida y la fuerza resultante en la dirección radial hace que el eje y el bloque del cilindro giren en la dirección de la flecha, este tipo de motor es muy conveniente



para usos a alta presión y a alta velocidad, es posible modificar su capacidad al cambiar el ángulo de inclinación del eje.

Figura 17. **Motor con pistón eje inclinado**

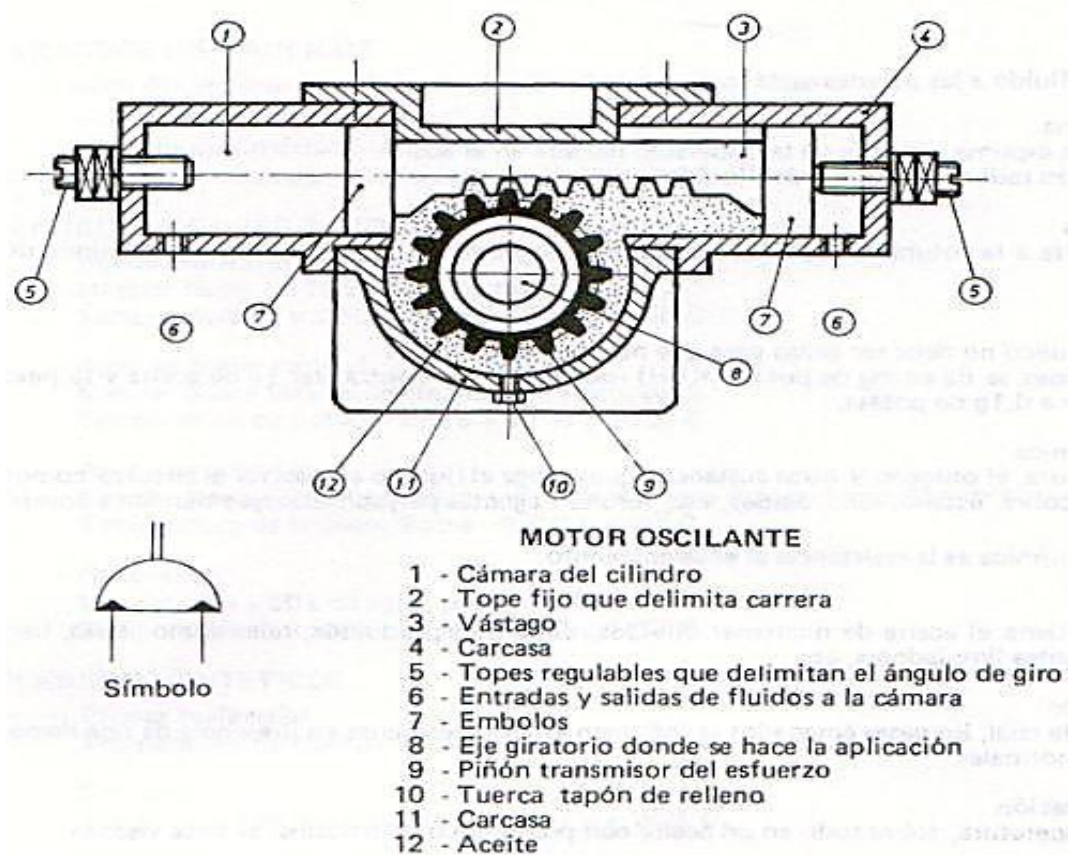


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Motor oscilante con pistón axial

Tiene como función, el absorber un determinado volumen de fluido a presión y devolverlo al circuito en el momento que éste lo precise.

Figura 18. **Motor oscilante con pistón axial**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

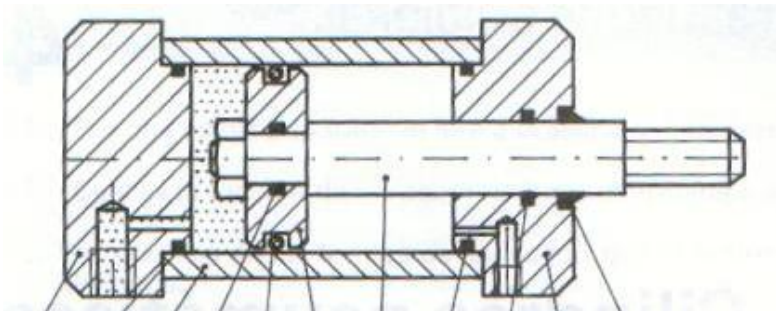
### Actuadores neumáticos

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos, aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención.

- De efecto simple
- Cilindro neumático
- Actuador neumático de efecto doble
- Con engranaje
- Motor neumático con veleta
- Con pistón
- Con una veleta a la vez
- Multiveleta
- Motor rotatorio con pistón
- De ranura vertical
- De émbolo
- Fuelles, diafragma y músculo artificial

Figura 19. **Cilindro de simple efecto**

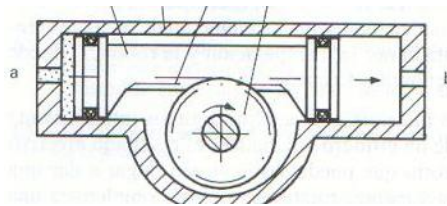


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

## Cremallera

Transforman un movimiento lineal en un movimiento rotacional y no superan los 360°.

Figura 20. **Cremallera**

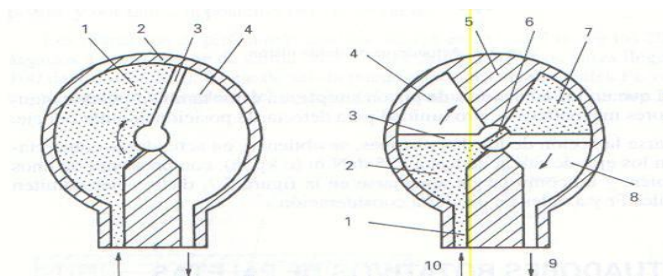


Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

## Rotativos de paletas

Son elemento motrices destinados a proporcionar un giro limitado en un eje de salida, la presión del aire actúa directamente sobre una o dos palas imprimiendo un movimiento de giro, estos no superan los 270° y los de paleta doble no superan los 90°.

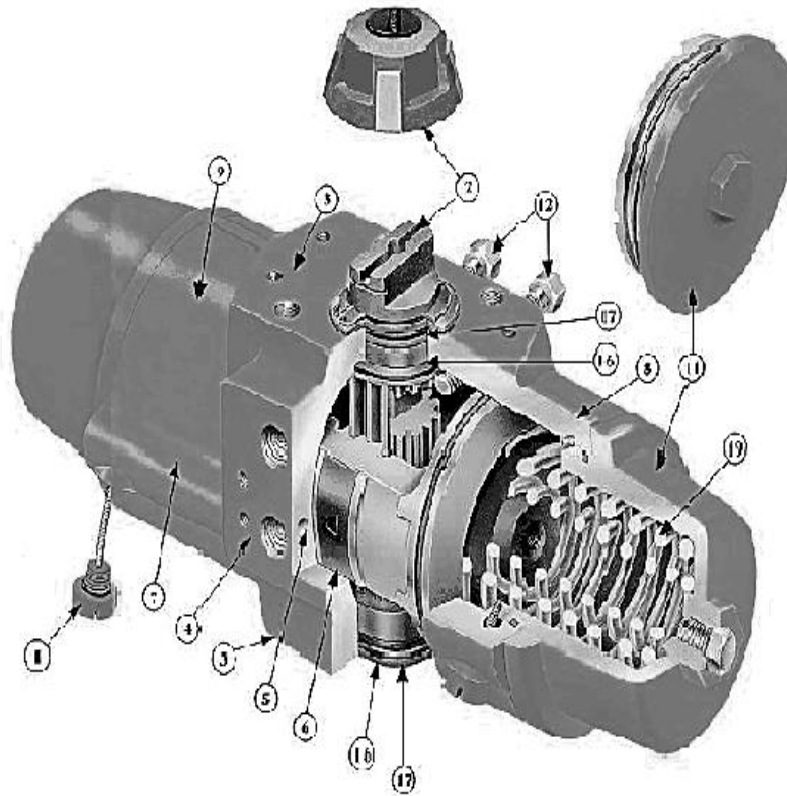
Figura 21. **Rotativos de paletas**



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

## Partes de un actuador

Figura 22. Partes de un actuador



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 1) Sistema de llave de seguridad

Este método de llave de seguridad para la retención de las tapas del actuador, usa una cinta cilíndrica flexible de acero inoxidable en una ranura de deslizamiento labrada a máquina, esto elimina la concentración de esfuerzos causados por cargas centradas en los tornillos de las tapas y helicoils, las llaves de seguridad incrementan de gran forma la fuerza del ensamblado del actuador y proveen un cierre de seguridad contra desacoplamiento peligrosos.

## 2) Piñón con ranura

Esta ranura en la parte superior del piñón provee una transmisión autocentrante, directa para indicadores de posición e interruptores de posición, eliminando el uso de bridas de acoplamiento.

## 3) Cojinetes de empalme

Estos cojinetes de empalme barrenados y enroscados sirven para simplificar el acoplamiento de accesorios a montar en la parte superior.

## 4) Pase de aire grande

Los conductos internos para el pasaje de aire extra grandes permiten una operación rápida y evita el bloqueo de los mismos.

## 5) Muñoneras

Una muñonera de nuevo diseño y de máxima duración, permanentemente lubricada, resistente a la corrosión, extiende en las aplicaciones más severas.

## 6) Construcción

Se debe proveer fuerza máxima contra abolladuras, choques y fatiga, su piñón y cremallera debe ser de gran calibre, debe ser labrado con maquinaria de alta precisión y elimina el juego para poder obtener posiciones precisas.

7) Ceramigard

Superficie fuerte, resistente a la corrosión, parecida a cerámica, protege todas las partes del actuador contra desgaste y corrosión.

8) Revestimiento

Un revestimiento doble, para proveer extra protección contra ambientes agresivos.

9) Acople

Acople o desacople de módulos de reposición por resorte, o de seguridad en caso de falla de presión de aire.

10) Tornillos de ajuste de carrera

Provee ajustes para la rotación del piñón en ambas direcciones de viaje; lo que es esencial para toda válvula de cuarto de vuelta.

11) Muñoneras radiales y de carga del piñón

Muñoneras reemplazables que protegen contra cargas verticales. Muñoneras radiales soportan toda carga radial.

12) Sellos del piñón superior e inferior

Los sellos del piñón están posicionados para minimizar todo hueco posible, para proteger contra la corrosión.

### 13) Resortes indestructibles de seguridad en caso de falla

Estos resortes son diseñados y fabricados para nunca fallar y posteriormente son protegidos contra la corrosión, los resortes son clasificados y asignados de forma particular para compensar la pérdida de memoria a la cual está sujeto todo resorte, para una verdadera confianza en caso de falla en el suministro de aire.

### Actuadores eléctricos

La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo se requieren de energía eléctrica como fuente de poder, como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

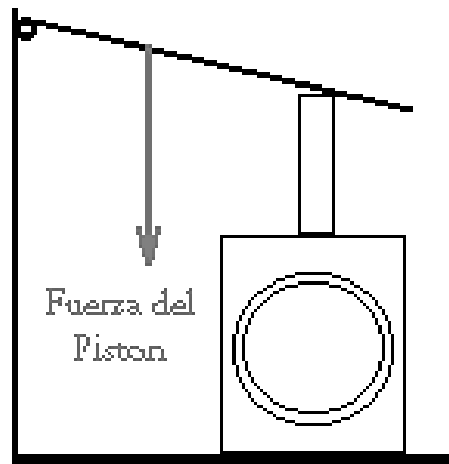
Existe una gran cantidad de modelos y es fácil utilizarlos con motores eléctricos estandarizados según la aplicación. En la mayoría de los casos es necesario utilizar reductores, debido a que los motores son de operación continua.

### Utilización de un pistón eléctrico para el accionamiento de una válvula pequeña

La forma más sencilla para el accionamiento con un pistón, sería la instalación de una palanca solidaria a una bisagra adherida a una superficie paralela al eje del pistón de accionamiento y a las entradas roscadas, tal y como se observa en el siguiente diagrama:



Figura 23. **Fuerza del pistón**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

El pistón eléctrico puede ser accionado por una corriente, con lo cual para su accionamiento, solo hará falta utilizar un simple relé. En caso que se decidiera alimentarlo con CC, la corriente deberá ser del mismo valor pudiendo ser activado por una salida a transistor de un PLC.

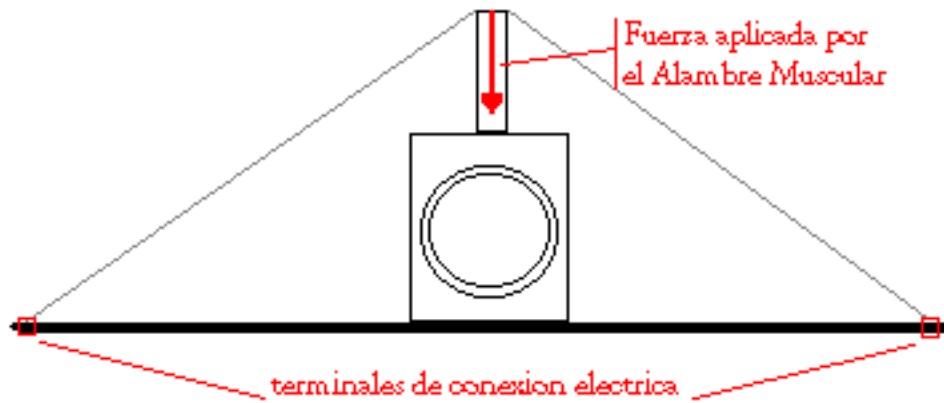
#### Accionamiento con alambres musculares

Los alambres musculares, también son actuadores, tienen una apariencia semejante a la de un pelo, con la gran diferencia que al activarlos con corriente eléctrica estos se contraen generando fuerzas desde los 20 a los 2000 gramos, dependiendo de su diámetro.

Podría construirse un sistema semejante al utilizado con el pistón, lográndose aun una mayor rapidez para el accionamiento del mecanismo.

También podrían implementarse montajes más sencillos, como el de un alambre en V invertida que posea los dos terminales del alambre solidarios a un chasis montado por debajo de la base de la válvula, de tal manera que el vértice de la V invertida este sobre el mecanismo de cierre de la válvula, como se observa en el siguiente esquema:

Figura 24. **Fuerza aplicada**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.



## 2. CÁLCULO Y DISEÑO DE INSTALACIONES NEUMÁTICAS Y ELECTRO NEUMÁTICAS

El aire comprimido es un elemento muy habitual en todo tipo de instalación industrial, normalmente se emplea para obtener trabajo mecánico lineal o rotativo, asociado al desplazamiento de un pistón o de un motor neumático, en otras ocasiones, se emplea para atomizar o aplicar sprays de barnices o pinturas, que de otra forma son difíciles de bombear.

La compresión del aire se consigue a partir de un cilindro en movimiento, la máquina puede incorporar un único cilindro o puede comprimir el aire empleando dos cilindros, los cilindros pueden estar colocados horizontalmente, verticalmente o bien en ángulo además, los cilindros pueden ser estancos y estar lubricados con aceite si no importa que la descarga de aire tenga algunas partículas de aceite en suspensión, en caso contrario, es posible tener compresores libres de aceite pero a costos mayores.

Puesto que al comprimir el aire éste se calienta, su capacidad para retener vapor de agua aumenta, por el contrario, un incremento en la presión del aire, reduce notablemente su capacidad para retener agua, por tanto, mientras el aire se comprime en el compresor, la alta temperatura evita que el agua condense, pero una vez en las conducciones, el descenso de temperatura, mantenido a presiones altas, sí conlleva la condensación de agua en las tuberías, por tanto, para eliminar posibles condensaciones, se reduce la temperatura del aire en un dispositivo que se coloca justo a la salida del compresor para ello se introduce un enfriador tan próximo al compresor como sea posible, llamado *aftercooler* que no es más que un intercambiador de calor.

Figura 25. **Tablero de simulación neumática**

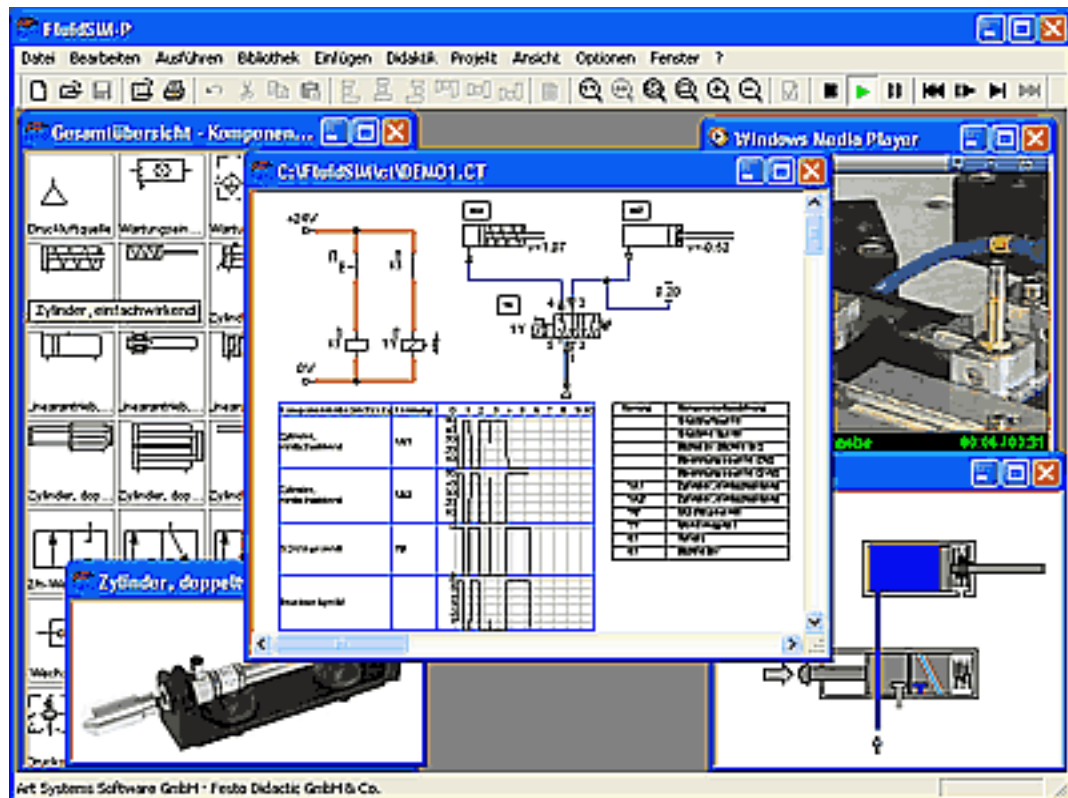


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

## 2.1. Aprendizaje de la utilización de *software* especializado en electro neumática

FluidSIM Neumática es una herramienta de simulación para la obtención de los conocimientos básicos de la neumática y funciona en el entorno Microsoft Windows, una característica importante de FluidSIM es su estrecha relación con la función y simulación CAD, fluidSIM permite, por una parte, un esquema DIN justo de diagramas de circuitos fluidos, por otra parte, posibilita la ejecución sobre la base de descripciones de componentes físicos de una simulación plenamente explicativa, con esto se establece una división entre la elaboración de un esquema y la simulación de un dispositivo práctico.

Figura 26. Pantalla de simulador



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Cuando se ejecuta el programa FluidSIM, a través del menú de inicio, y esperar unos segundos aparecerá una pantalla como la figura anterior, en la parte izquierda aparecerá una biblioteca donde están todos los iconos que identifican cada elemento que se puede utilizar para formar un circuito neumático; en la barra de herramientas existen diferentes grupos de funciones, que tienen las mismas funciones que cualquier Word, si no los conocemos solamente con ubicar el curso sobre cada uno se abrirá una ventana de diálogo y explica para que es cada función.

Algo importante de mencionar es que los circuitos pueden unirse a través de tuberías que en este caso son líneas de color azul oscuro, claro o rojo claro. El significado de cada color se explica en la tabla siguiente.

Tabla I. **Código de colores de tubería**

<b>Azul oscuro</b>	<b>Conducto con presión neumática</b>
<b>Azul claro</b>	<b>Conducto sin presión neumática</b>
<b>Rojo claro</b>	<b>Conducto eléctrico cargado</b>

Fuente: FIGUEROA, Mynor. Mantenimiento industrial.

Además de los colores existe la diferencia de grosor, si es delgada la línea significa que la presión es menor que la presión máxima y una gruesa significa presión máxima.

Esto quiere decir que se puede modificar las presiones, dentro de nuestra red de distribución.

Los esquemas de circuito sólo pueden ser diseñados o modificados en el modo de edición, este modo se reconoce por la flecha del *mouse*.

Para ubicar uno de los elementos neumáticos simulados, dentro del plano de trabajo, solamente se coloca sobre él, en la biblioteca y se arrastra hasta la hoja de trabajo.

Lo interesante de este simulador es que cada elemento en la biblioteca tiene su nombre y al hacer doble clic sobre el aparecerá una ayuda que explica para que se utiliza este dispositivo y como funciona, la nomenclatura utilizada es la básica para todo circuito neumático y electro neumático.

Cada elemento neumático tiene unos puntos por donde se puede conectar a la red de tubería, y cuando se activa la acción de simular el programa esté indica donde hay errores o fugas en el sistema.

Las válvulas pueden accionarse de varias maneras, y solamente con ubicar en uno de los extremos y dar doble clic con el botón izquierdo del mouse, se abre una ventana donde aparece la función que se desea.

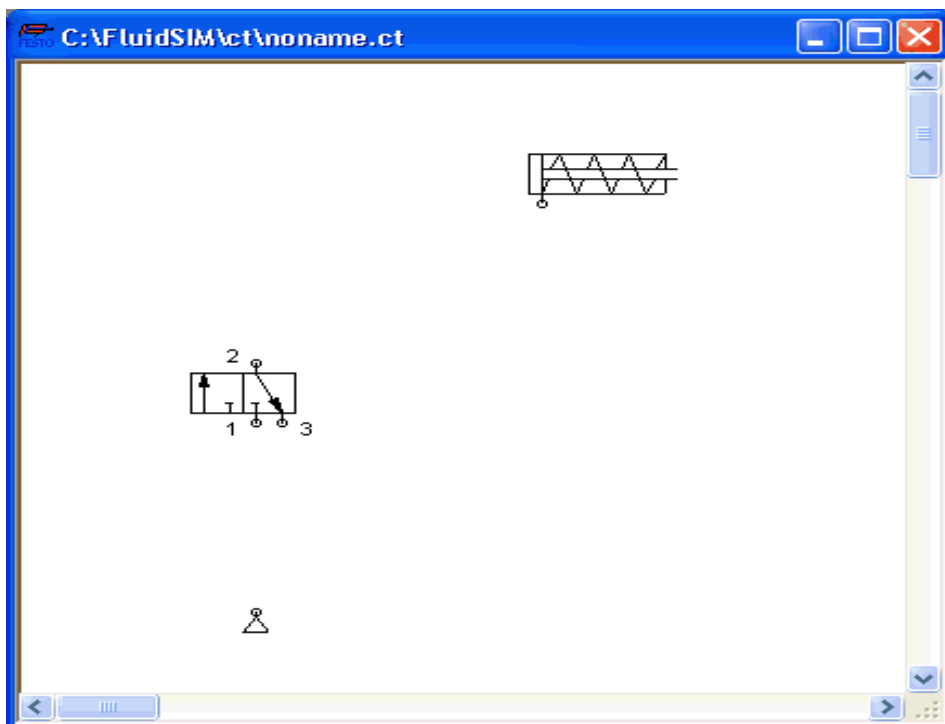
El siguiente ejemplo ilustra la situación, se arrastra un cilindro de efecto simple, una válvula 3/2 y el compresor como se indica en la figura 27. Para determinar el tipo de accionamiento de la válvula, haga doble clic sobre la misma, se abrirá una ventana de configuración como la figura 28, en esta ventana encontrara que tipo de componente es, en este caso una válvula 3/2, luego a ambos lados se tiene diferentes tipos de accionamiento, lo importante



es poner en ambos lados su funcionamiento de acción y retorno a su posición original, cuando se haya elegido su accionamiento se procede a arrastrar las diferentes secciones de tubería desde la biblioteca y ubicamos en cada nodo para que el aire fluya a través de la misma, como se ve en la figura 29, luego se procede a activar la función de demostración y se verá en forma dinámica el fluir del aire y el movimiento de cada elemento.

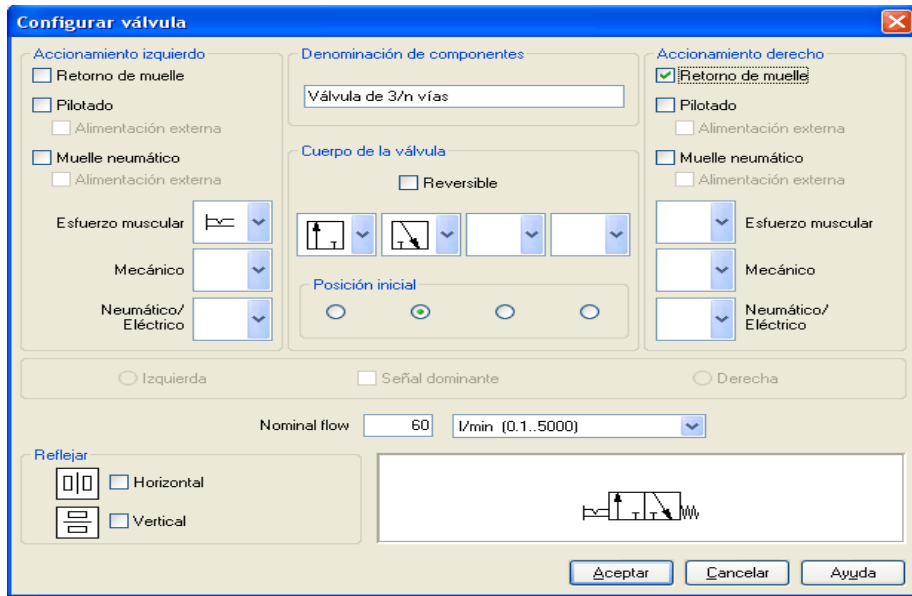
Luego se puede hacer los circuitos que se deseen, conociendo simplemente la nomenclatura para cada elemento y así poder efectuar un complicado diseño de accionamiento electro neumático.

Figura 27. **Ejemplo simple de instalación neumática**



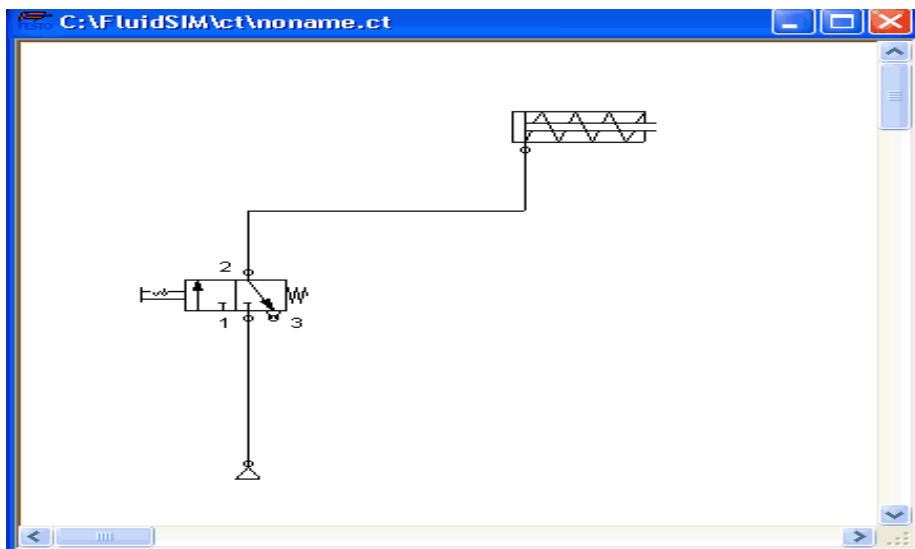
Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Figura 28. Ventana de configuración válvula



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Figura 29. Circuito completo



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### 2.1.1. Nomenclatura electro neumática



Distribuidor t eléctrico



Conexión eléctrica



Conducto eléctrico



Motor DC



Indicador luminoso



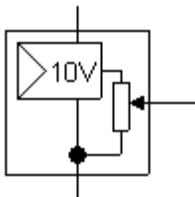
Indicador acústico



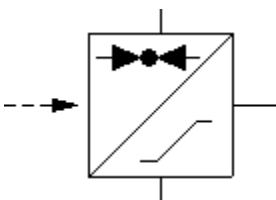
Voltímetro



Amperímetro



Encoder de desplazamiento



Sensor de presión análogo



Contacto normalmente cerrado

Contacto normalmente abierto

Existe una variedad grande de símbolos eléctricos, los cuales se pueden encontrar en cualquier libro de neumática básica, y como el propósito de este trabajo, es solamente de guía se deja en la bibliografía algunos *links* de internet donde puede consultar las diferentes direcciones donde encuentra un número mayor de símbolos.

### **2.1.2. Circuitos puramente neumáticos**

Estos son los que están compuestos en su totalidad por elementos que se accionan totalmente por aire comprimido, las válvulas y actuadores tiene suministro del mismo a través de tubería y un compresor.

### **2.1.3. Circuitos electroneumáticos**

Estos son los que tienen ambos elementos, es decir se tiene válvulas accionadas por elementos eléctricos, electrónicos y PLC (controles lógicos programables, por sus siglas en inglés).

### **2.1.4. Simulaciones en el *software***

En cualquier *software* que existen en el mercado, se puede hacer simulaciones antes de armar un circuito electro neumático en la industria, con

estos se pueden hacer un análisis previo de la forma de instalación, así como de los elementos necesarios para la misma.

Así también se pueden hacer pruebas de las diferentes presiones que podemos aplicar a los elementos para ver si son capaces de soportar éstas, además en la simulación se puede ver si la forma en que se arma la instalación es funcional si no hay obstrucciones, fugas, o malas conexiones, que pueden ser dañinas y ocasionar grandes pérdidas en la industria sin necesidad de utilizar los elementos reales y así evitar desperdicios innecesarios.

## **2.2. Diseño y equipo utilizado en la elaboración de circuitos neumáticos y electroneumáticos**

La elaboración de circuitos neumáticos controlados mediante dispositivos mecánicos, pilotados por aire y por electricidad, son desglosados a continuación.

### **2.2.1. Identificar dispositivos**

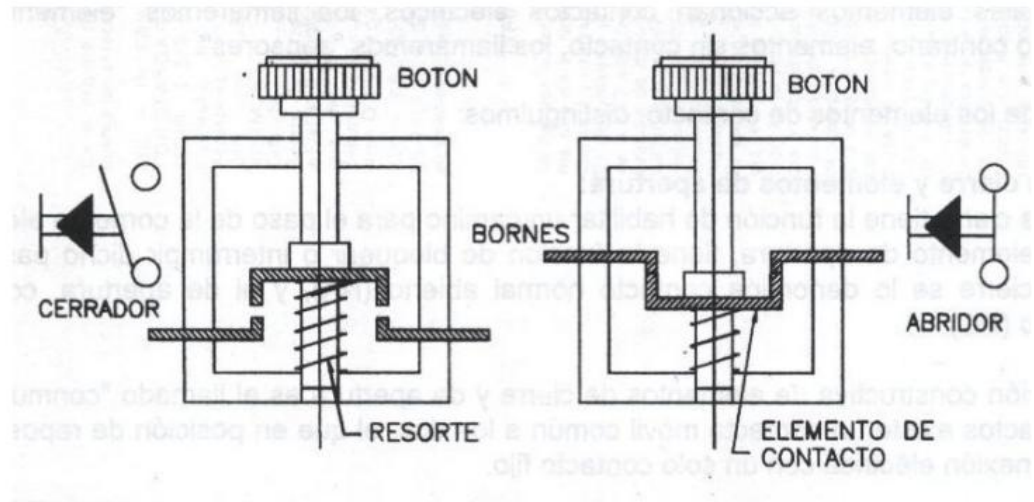
Según el diseño que optemos según el diseño previo que incluyan todas las necesidades que el cliente o proceso nos pida, se incluye los elementos más importantes a continuación.

#### **2.2.1.1. Elementos de retención**

Son empleados, generalmente para genera la señal de inicio del sistema, o en su defecto, para realizar paros, ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El dispositivo más común es el botón pulsador.

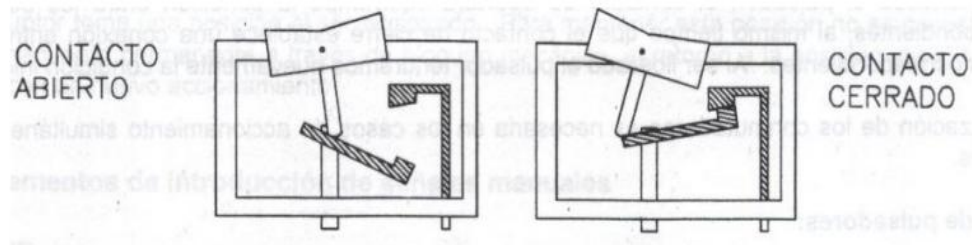
Figura 30. **Elementos de retención**

✓ **Pulsador:**



✓ **Interruptor:**

En estos elementos tenemos el bloqueo mecánico en el primer accionamiento, en el segundo el bloqueo es eliminado y el interruptor retorn a la posición inicial.

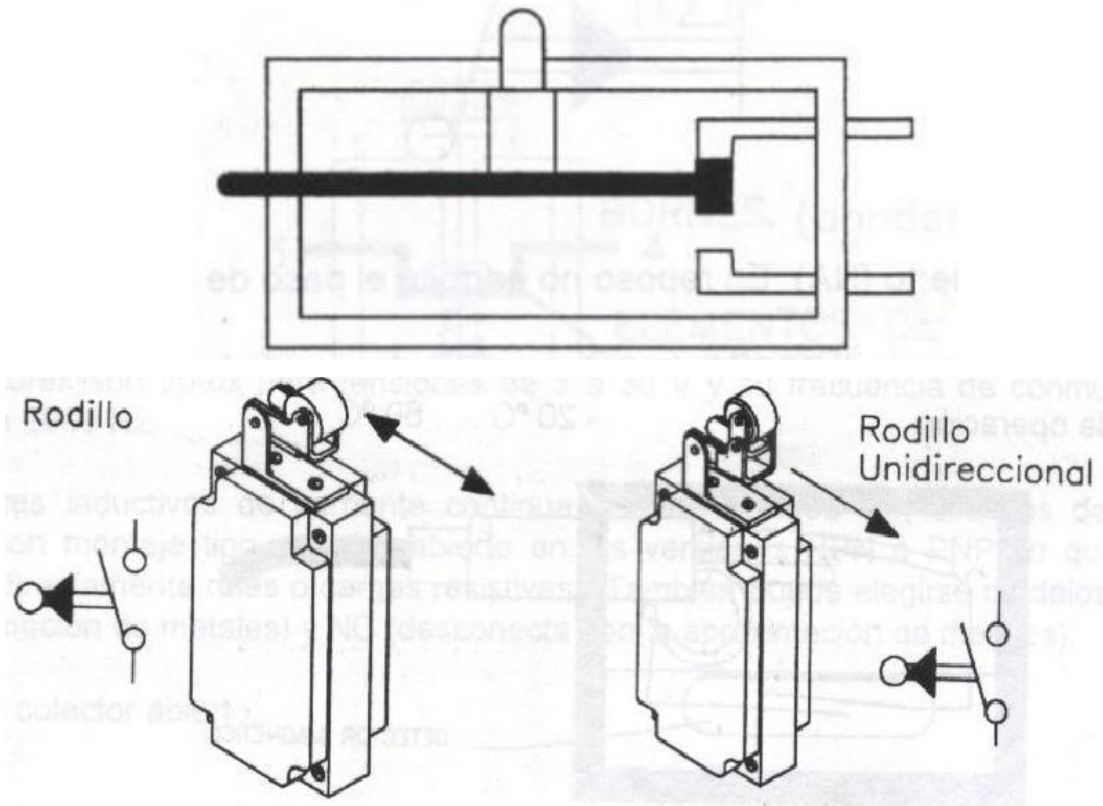


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 2.2.1.2. **Interruptores mecánicos de fin de carrera**

Estos interruptores son empleados, generalmente para detectar la presencia o ausencia de algún elemento, por medio del contacto mecánico entre el interruptor y el elemento a ser detectado.

Figura 31. Elementos fin de carrera



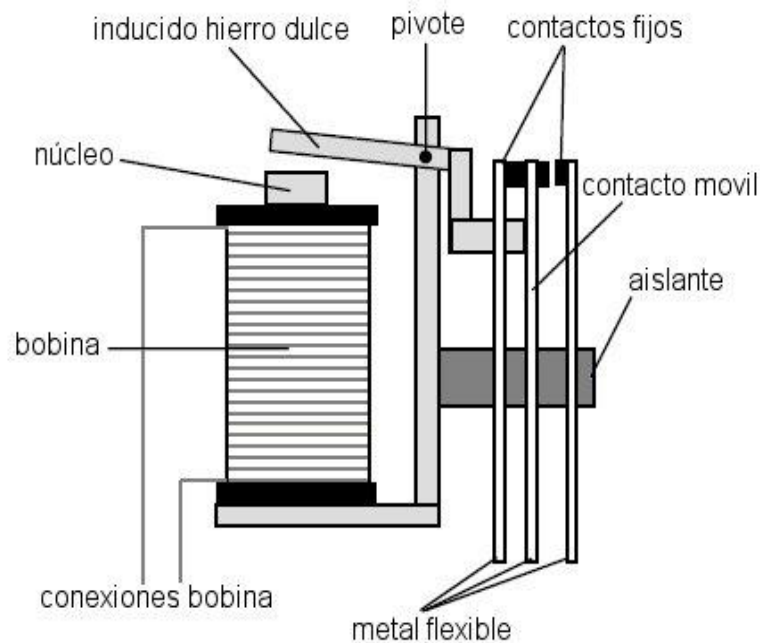
Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 2.2.1.3. Relevadores

Son dispositivos eléctricos que ofrecen la posibilidad de manejar señales de control del tipo ON/OFF, constan de una bobina y de una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados, el principio del funcionamiento es el de hacer pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido y éste a su vez, hace conmutar los contactos de salida.

Son ampliamente utilizados para regular secuencias lógicas en donde intervienen cargas de alta impedancia y para energizar sistemas de alta potencia.

Figura 32. **Relevadores**



Fuente. Neumática Festo Fluidsim

#### 2.2.1.4. **Válvulas**

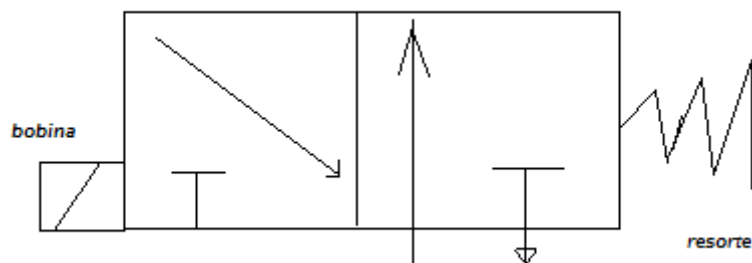
El dispositivo medular en un circuito electroneumático, es la válvula, esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica proveniente de los relevadores en energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática.



Esencialmente, consiste de una válvula neumática a la cual se le adhiere una bobina sobre la cual se hace pasar una corriente para generar un campo magnético que, finalmente, generará la conmutación en la corredera interna de la válvula, generando así el cambio de estado de trabajo de la misma, modificando las líneas de servicio.

La representación de una válvula electroneumática 3/2 de regreso por resorte, es como se muestra en la figura.

Figura 33. **Válvula electroneumática**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 2.2.2. Armar circuitos

Para armar circuitos electroneumáticos o neumáticos, lo primero es conocer la simbología descrita en las páginas anteriores, y además conocer cuál es la función de cada componente, así como donde se puede conectar las entradas de aire y donde se debe ubicar los silenciadores, que dejan escapar el aire de retorno de la válvula, es decir cuando el actuador regresa a su estado inicial, el aire que utilizo lo debe desechar y este sale a través de la válvula por un orificio hacia los alrededores y para evitar ruido se utiliza un silenciador.

Cada elemento tiene una función específica, y se debe diseñar el sistema de acuerdo a la necesidad, es decir lo primero que se debe conocer es la cantidad de aire que se consumirá en cada máquina o dispositivo que se desea impulsar, o la fuerza con la cual se debe suministrar el aire al elemento para que este haga su función.

Luego ya determinada la cantidad de elementos y los CFM que se necesitan, se debe ver las longitudes hasta donde se lleve el aire, esto para determinar el diámetro de la misma y las pérdidas que se tendrá en este ramal y así poder incrementar la función del compresor, además es importante conocer la resistencia de la tubería para comprobar que soportará la presión que estará dentro de ella.

### **2.2.3. Equipos auxiliares de la línea de aire comprimido**

Los equipos auxiliares de líneas de aire comprimido son elementos que garantizan ciertos criterios establecidos o para corroborar las caídas de presión contemplada, tal es el caso de los manómetros.

#### **2.2.3.1. Manómetros**

Manómetro es un instrumento que se emplea para la medición de la presión en los fluidos y que generalmente procede determinando la diferencia que hay entre la presión del fluido y la presión local.

En mecánica, la presión es considerada como una fuerza por unidad de superficie que es ejercida por un determinado líquido o por un determinado gas, de manera perpendicular y sobre dicha superficie, la medición de la presión suele realizarse en atmósferas, también mediante el sistema internacional de

unidades, al tiempo que es expresada en Newtons por metro cuadrado, en el caso de los manómetros, cuando éstos deben indicar fluctuaciones sumamente rápidas de presión, tienen que usar unos sensores, que bien pueden ser piezoeléctricos o electrostáticos, dichos sensores proporcionan una solución más que eficaz al problema de las fluctuaciones inusitadas, que se suscitan con mucha velocidad, cabe mencionarse que la mayoría de estos instrumentos miden la diferencia que se produce entre la presión con la que cuenta el fluido y la presión atmosférica local.

Se pueden mencionar a varios tipos de manómetros como por ejemplo el manómetro Burdon, que es un instrumento mecánico de medición de las presiones que utiliza, a modo de elemento sensible, un tubo de metal que se encuentra curvado o torcido, y que pertenece a una sección transversal aplanada, uno de los extremos de dicho tubo permanecerá cerrado y por esta razón, la presión que deberá ser medida se aplicara por el otro extremo, a medida que la presión va en aumento, el tubo comenzará a adquirir una sección circular y, a su vez, empezará a enderezarse, el movimiento que se produzca del extremo cerrado va a efectuar la medición de la presión interior y a provocar otro movimiento en la aguja.

Otro modelo es el llamado manómetro de columna líquida, consta, como su nombre lo indica, de una columna líquida que es empleada en la medición de la diferencia entre las presiones de ambos fluidos, este manómetro se constituye en el patrón base a la hora de realizar una medición de todas las ínfimas diferencias de presión que pueden llegar a suscitarse.

Un modelo más es el manómetro de tubo inclinado, que a su vez pertenece a los tinteros que tienen ajuste de cero, el mismo se emplea para la medición de todas las presiones manométricas que son inferiores a 250 mm de

columna de agua, en cuanto a la operación, hay que mencionar que la rama más extensa debe ser inclinada con respecto a la vertical para que produzca un alargamiento de la escala. También hay manómetros de tubos tipo U.

Figura 34. **Manómetros**

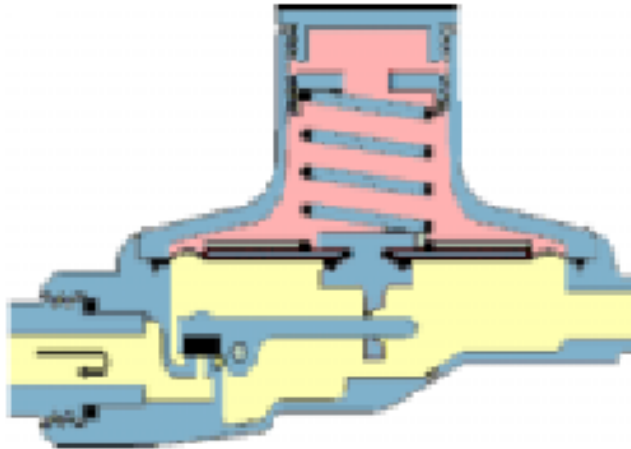


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### **2.2.3.2. Reguladores de presión**

Son dispositivos que reducen a una presión constante una presión comprendida entre unos valores determinados, su funcionamiento está basado en la diferencia de presión ejercida sobre una membrana móvil. Por un lado (el de salida del regulador) el muelle ejerce una presión constante sobre dicha membrana y el gas que llega de la distribución también ejerce su presión por el otro lado de la membrana.

Figura 35. **Regulador de presión**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### **2.2.3.3. Unidades de mantenimiento**

Los compresores aspiran aire húmedo y sus filtros de aspiración no pueden modificar esto, ni eliminar totalmente las partículas contenidas en el aire atmosférico del lugar donde esté el propio compresor.

La durabilidad y seguridad de funcionamiento de una instalación neumática dependen en buena forma del acondicionamiento del aire comprimido.

La suciedad del aire comprimido (óxidos, polvos, entre otras sustancias) las partículas líquidas contenidas en el aire, causan un gran deterioro en las instalaciones y en todos los componentes, provocando desgastes exagerados y prematuros en superficies deslizantes, ejes, vástagos, juntas, entre otros, reduciendo la duración de los distintos elementos.

Para evitar este tipo de problemas, se recomienda emplear en cada mando o salida para el consumo, unidades de mantenimiento de aire comprimido.

Los filtros del aire comprimido retienen las partículas sólidas y las gotas de humedad contenidas en el aire.

Los filtros llamados ciclónicos

Tienen doble función: el aire al entrar pasa a través de placas que fuerzan una circulación rotativa, así las grandes partículas sólidas y el líquido se depositan en las paredes del vaso o copa, por la acción centrífuga, luego el aire atraviesa el elemento filtrante principal, de malla metálica, papel, o metal sinterizado, este filtro de entre 20 a 40 micrones retiene las partículas sólidas, esta acción de filtrado se denomina mecánica ya que, afecta a la contaminación mecánica del aire, y no a su contenido de humedad.

Las partículas más grandes, son retenidas por el filtro sinterizado, mientras que los líquidos son desviados al vaso del filtro, el líquido condensado en el vaso o copa del filtro se debe vaciar periódicamente, ya que si no, podría ser arrastrado por la corriente del aire comprimido al circuito.

Los filtros más finos, de hasta 0,01 micras, se encargan de filtrar las partículas más pequeñas e incluso mínimas gotas de agua que pudieran quedar en el aire comprimido.

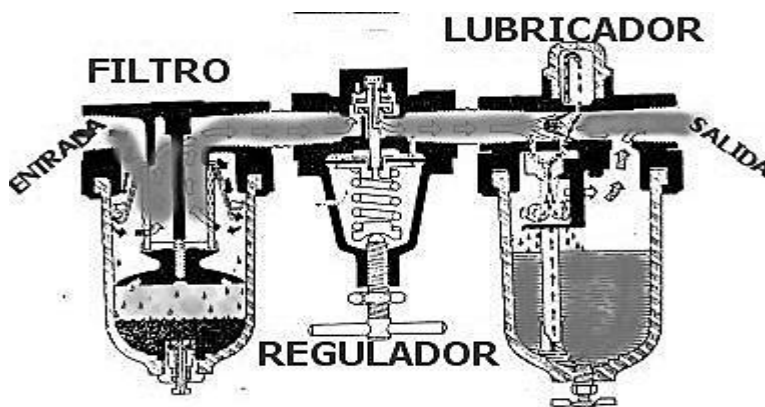
## Válvula reguladora o regulador de presión

Mantiene la presión de trabajo constante en el lado del usuario, independientemente de las variaciones de presión en la red principal y del consumo, obviamente, para lograr esto, la presión de entrada del regulador debe ser siempre superior a la de trabajo.

## Lubricador del aire comprimido

Tiene la importante función de lubricar de modo suficiente a todos los elementos neumáticos, en especial a los activos, el aceite que se utiliza en la lubricación es aspirado de un pequeño depósito de la misma unidad de mantenimiento, mezclado con la corriente del aire comprimido, y distribuido en forma de niebla o micro pulverización, para que esta tarea sea efectiva el caudal debe de ser suficientemente fuerte, en instalaciones especiales, de baja presión o con sensores específicos, deberá evitarse el uso de aire lubricado, mediante el uso de tomas diferentes para la conexión de esos elementos.

Figura 36. **Unidad de mantenimiento**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Todos los aparatos neumáticos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión entre la entrada y su salida, esta caída de presión depende caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente, por lo tanto, debe tenerse en cuenta para el cálculo de la elección del tipo y modelo más adecuado a nuestra instalación, y el uso que le será dado.

## Conservación de las unidades de mantenimiento

### Filtro del aire comprimido

Debe revisarse periódicamente el nivel de agua condensada, que no debe sobrepasar nunca la altura marcada, de lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido, para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla, algunas disponen de dispositivos de purga automática, por lo que debe comprobarse su correcto funcionamiento.

### Regulador o válvula reguladora

Siempre que esté precedida por un correcto sistema de filtrado, no necesita más mantenimiento que comprobar la ausencia de fugas.

### Lubricador

Verificar el nivel de aceite y, si es necesario, añadir hasta el nivel marcado, los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con disolventes, dado que pueden dañarlos, para los lubricadores,



utilizar únicamente aceites minerales de la viscosidad y componentes adecuados.

#### **2.2.3.4. Drenos**

Los drenos son dispositivos mecánicos que funcionan como válvulas de alivio o de drenaje en los circuitos neumáticos.

##### **2.2.3.4.1. Automáticos**

Los sistemas de drenaje deben colocarse en lugares donde se puedan eliminar los condensados del vapor de agua contenidos en el aire comprimido, ya que todo el aire atmosférico tiene una cantidad de humedad inmersa en él y cuando las condiciones son ideales para exista la condensación porque ha disminuido la temperatura pero se mantiene la presión, entonces esta agua líquida queda depositada en la tubería es por ello que la misma debe contar con sistemas de drenado.

Los sistemas automáticos son aquellos que con temporizadores o con sistemas electrónicos funcionan, eliminando los líquidos al exterior, generalmente hacia la tubería de desagüe, pero se debe tener cuidado de filtrar o limpiar estos líquidos pues contienen óxidos, grasas y otras impurezas que no deben descargarse a la atmósfera.

##### **2.2.3.4.2. Manuales**

Los drenajes manuales son aquellos que deben ser operados por los encargados periódicamente en forma manual abriendo y cerrando las llaves de drenaje.

#### **2.2.3.5. Lubricador**

Muchos de los sistemas deben ser con aire limpio y seco, eso quiere decir que se debe eliminar la cantidad de humedad condensada en el aire y además los residuos de aceite provenientes del compresor, para lo cual se utiliza filtros y drenos.

En otras ocasiones los elementos finales de control, como equipos y maquinarias operadas con aire comprimido, necesitan ser lubricados, es por ello que se debe colocar estratégicamente un lubricador, el cual provee de aceite especial para estas aplicaciones.

Este aceite es arrastrado por el aire que pasa a través de él y es llevado a las herramientas o equipos que lo necesitan, debe ponerse cuidado que solamente en el ramal necesario se administre el aceite para no contaminar el resto del mismo.

#### **2.2.4. Diseño y montaje de tuberías para aire comprimido**

La red de distribución debe suministrar el aire comprimido con una pérdida mínima para cualquier punto del sistema, un sistema bien dimensionado en trazado y diámetros de tubería debe garantizar una pérdida máxima del 5% para el punto más alejado (en el sitio de la utilización del aire comprimido), respecto a la presión generada por el compresor.

La mayoría de los sistemas de distribución consisten en líneas principales, de las cuales se desprenden los ramales para atender las diferentes zonas de la fábrica, de las ramificaciones principales, se desprenden las líneas que alimentan los usuarios, la pérdida máxima permitida en el punto más alejado de

los ramales principales es del 2% calculadas con el máximo de flujo probable, igualmente la pérdida para el punto más alejado de las ramificaciones debe ser inferior o igual al 3% calculados con el máximo de caudal esperado. La presión en las líneas de alimentación no debe ser superior al 1% incluyendo las mangueras como ocurre en la herramienta neumática.

Para los ramales de flujo de diseño debe tomarse para la situación pico como está entre el 150% y el 175% del consumo promedio estimado, los ramales secundarios que bajan el aire al nivel de los operarios deben dimensionarse para el consumo máximo considerando una simultaneidad extrema de usuarios.

#### **2.2.4.1. Tuberías**

La situación ideal del flujo en una tubería se establece cuando las capas de fluido se mueven en forma paralela una a la otra, esto se denomina flujo laminar, las capas de fluido próximas a las paredes internas de la tubería se mueven lentamente, mientras que las cercanas al centro lo hacen rápidamente.

Es necesario dimensionar las tuberías de acuerdo al caudal que circulará por ellas, una tubería de diámetro reducido provocará elevadas velocidades de circulación y como consecuencia pérdidas elevadas por fricción; una tubería de gran diámetro resultará costosa y difícil de instalar.

La turbulencia es causada por el exceso de velocidad de circulación, por cambios bruscos del diámetro de la tubería, y por la rugosidad interna de la misma la turbulencia produce excesiva pérdida de presión en los sistemas y sobrecalentamiento del aceite. A menudo puede ser detectada por el ruido que produce la circulación por las tuberías. Para prevenir la turbulencia, las tuberías

deben ser de diámetro adecuado, no tener cambios bruscos de diámetro o bordes filosos que produzcan cambios de velocidad.

#### **2.2.4.1.1. Tipos de tuberías**

Tuberías en aire comprimido

Para el transporte del aire comprimido se reconocen tres tipos de tuberías:

- Cañería principal
- Cañería secundaria
- Cañerías de servicio

Se denomina tubería principal a aquella que saliendo del tanque de la estación compresora conduce la totalidad del caudal de aire, debe tener una sección generosa considerando futuras ampliaciones de la misma, en ella no debe superarse la velocidad de 8 metros/segundo.

Tuberías secundarias son la que tomando el aire de la principal se ramifican cubriendo áreas de trabajo y alimentan a las cañerías de servicio.

Tuberías de servicio

Estas tuberías o bajadas constituyen las alimentaciones a los equipos y dispositivos y herramientas neumáticas, en sus extremos se disponen acoplamientos rápidos y equipos de protección integrados por filtros, válvula reguladora de presión y lubricador neumático, su dimensión debe realizarse de forma tal que en ellas no se supere la velocidad de 15 metros/segundo.

## Tuberías de interconexión

El dimensionado de estas tuberías no siempre se tiene en cuenta y esto ocasiona serios inconvenientes en los equipos, dispositivos y herramientas neumáticas alimentados por estas líneas, teniendo en cuenta que estos tramos de tubería son cortos podemos dimensionarlos para velocidades de circulación mayores del orden de los 20 metros/segundo.

## Caída de presión en tuberías

Es importante recordar que la pérdida de presión en tuberías solo se produce cuando el fluido está en movimiento es decir cuando hay circulación, cuando esta cesa, las caídas de presión desaparecen.

## Caídas de presión en válvulas

Las válvulas presentan pérdidas de presión localizadas, por ello deben ser correctamente dimensionadas, una válvula subdimensionada provocará pérdidas de potencia y velocidad, una válvula sobre dimensionada será económicamente cara.

### **2.2.4.2. Circuitos de tuberías**

En general una red de aire comprimido de cualquier industria cuenta con los siguientes 7 dispositivos mostrados en la figura 37.

a. Filtro del compresor

Este dispositivo es utilizado para eliminar las impurezas del aire antes de la compresión con el fin de proteger al compresor y evitar el ingreso de contaminantes al sistema.

b. Compresor

Es el encargado de convertir la energía mecánica, en energía neumática comprimiendo el aire, la conexión del compresor a la red debe ser flexible para evitar la transmisión de vibraciones debidas al funcionamiento del mismo.

c. Pos enfriador

Es el encargado de eliminar gran parte del agua que se encuentra naturalmente dentro del aire en forma de humedad.

d. Tanque de almacenamiento

Almacena energía neumática y permite el asentamiento de partículas y humedad.

e. Filtros de línea

Se encargan de purificar el aire hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.

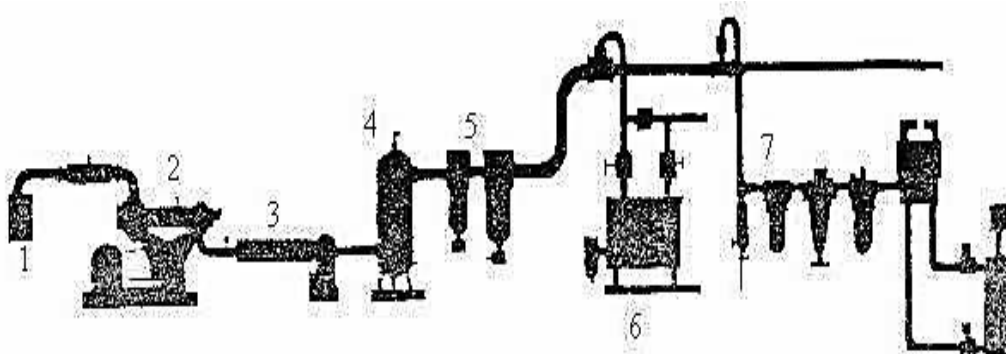
f. Secadores

Se utilizan para aplicaciones que requieren un aire supremamente seco.

g. Unidad de Mantenimiento

Se utilizan para purgas, unidades de mantenimiento (filtro, reguladores de presión y lubricador) y secadores adicionales.

Figura 37. Red de aire comprimido



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Tubería principal

Es la línea que sale del conjunto de compresores y conduce todo el aire que consume la planta, debe tener la mayor sección posible para evitar pérdidas de presión y prever futuras ampliaciones de la red con su consecuente aumento de caudal, la velocidad máxima del aire en la tubería principal es de  $8 \text{ m/s}$ .

### Tuberías secundarias

Se derivan de la tubería principal para conectarse con las tuberías de servicio, el caudal que por allí circula es el asociado a los elementos alimentados exclusivamente por esta tubería, también en su diseño se debe prever posibles ampliaciones en el futuro, la velocidad del aire en ellas no debe superar  $8 \frac{m}{s}$ .

### Tuberías de servicio

Son las que surten en sí los equipos neumáticos, en sus extremos tienen conectores rápidos y sobre ellas se ubican las unidades de mantenimiento, debe procurarse no sobre pasar de tres el número de equipos alimentados por una tubería de servicio, con el fin de evitar obstrucciones se recomiendan diámetros mayores de  $\frac{1}{2}$ " en la tubería, puesto que generalmente son segmentos cortos las pérdidas son bajas y por tanto la velocidad del aire en las tuberías de servicio puede llegar hasta  $15 \frac{m}{s}$ .

### Tubería

Todo movimiento de un fluido por una tubería produce una pérdida de presión debido a su rugosidad y diámetro asociado, la selección de los diámetros de las tuberías de una red de aire se determina según los principios de la mecánica de fluidos y para ello se utilizan ecuaciones y diagramas, esta información no se expone en este trabajo pero puede ser consultada por el lector en cualquier libro de diseño de redes.



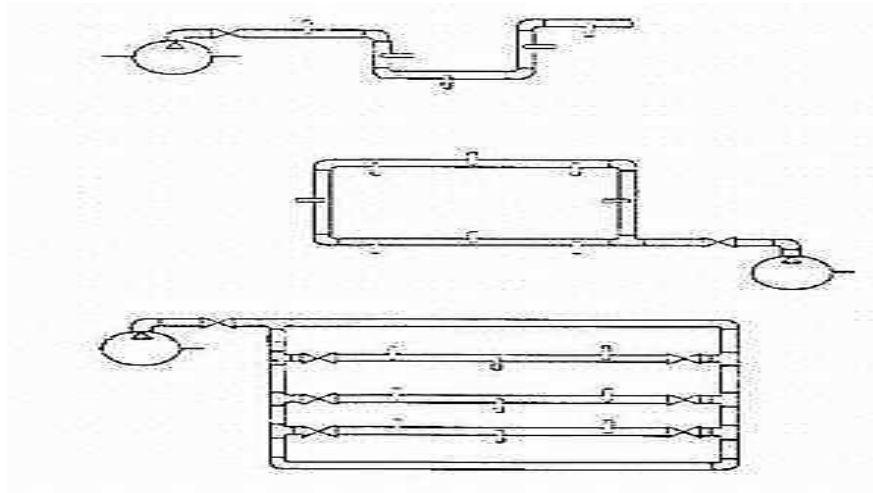
El material más usado en las tuberías de aire es el acero, debe evitarse utilizar tuberías soldadas puesto que aumentan la posibilidad de fugas, más bien se recomiendan las tuberías estiradas, actualmente en el mercado se encuentra un nuevo tipo de tuberías en acero anodizado que, aunque más costosas, tienen una mayor duración que las de acero.

La identificación es una parte importante del mantenimiento, según la Norma UNE 1063 las tuberías que conducen aire comprimido deben ser pintadas de azul moderado UNE 48 103, en general la tubería de una red no necesita mantenimiento fuera de la corrección de fugas que se producen más en las conexiones que en la tubería en sí, en caso que la tubería presenta obstrucción por material articulado debe limpiarse o reemplazarse aunque esto no es común en las empresas.

### Configuración

Existen varias posibles configuraciones de una red de aire comprimido tal como se muestra en la figura 38, en una red de aire el factor más esencial de todos es la distribución de agua en la red puesto que los datos de pérdidas, velocidad, presión y otros pueden ser calculados matemáticamente sin mayor dificultad, en cambio las zonas de acumulación de agua en una red han de ser detectadas por la pericia del ingeniero.

Figura 38. **Configuración de red de tuberías**

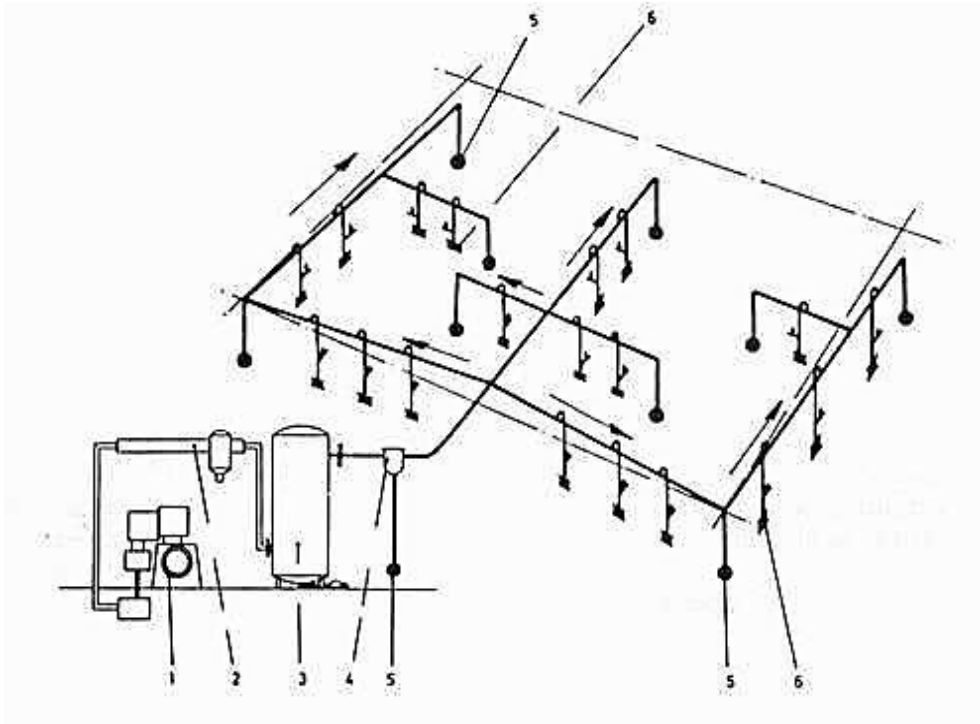


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### Red abierta

Se constituye por una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias y las de servicio tal como se muestra en la figura 39, la poca inversión inicial necesaria de esta configuración constituye su principal ventaja, además, en la red pueden implementarse inclinaciones para la evacuación de condensados, la principal desventaja de este tipo de redes es su mantenimiento, ante una reparación es posible que se detenga el suministro de aire aguas abajo del punto de corte lo que implica una detención de la producción.

Figura 39. Red abierta



1. Compresor
2. Refrigerador
3. Caldera
4. Separador
5. Purgas
6. Tubería de servicio

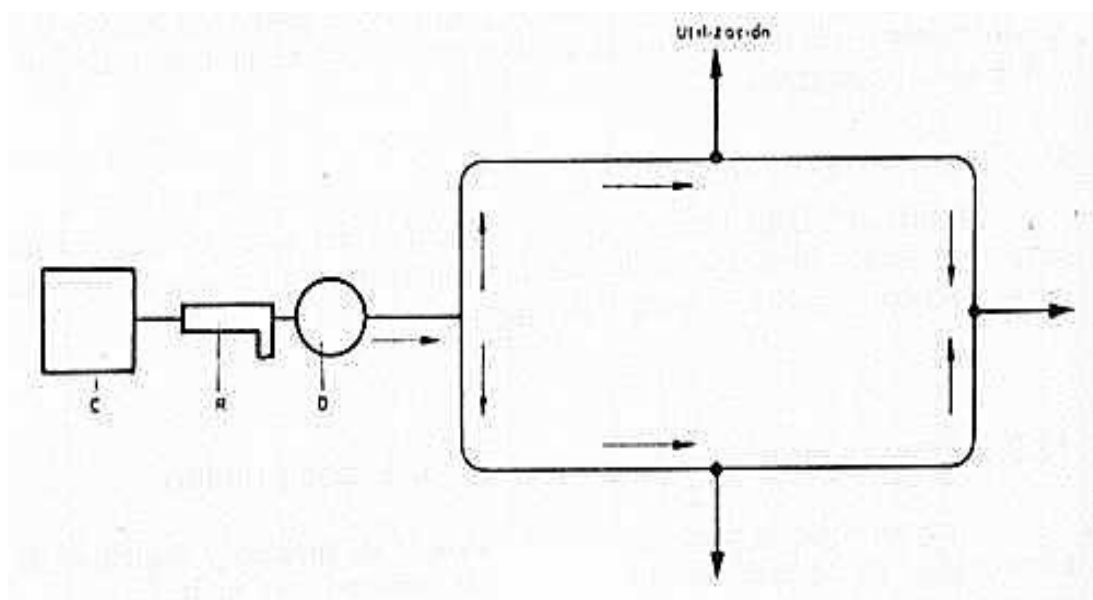
Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### Red cerrada

En esta configuración la línea principal constituye un anillo tal como se muestra en la figura 40, la inversión inicial de este tipo de red es mayor que si fuera abierta, sin embargo con ella se facilitan las labores de mantenimiento de manera importante puesto que ciertas partes de ella pueden ser aisladas sin afectar la producción, una desventaja importante de este sistema es la falta de dirección constante del flujo, la dirección del flujo en algún punto de la red

dependerá de las demandas puntuales y por tanto el flujo de aire cambiará de dirección dependiendo del consumo, el problema de estos cambios radica en que la mayoría de accesorios de una red, son diseñados con una entrada y una salida, por tanto un cambio en el sentido de flujo los inutilizaría.

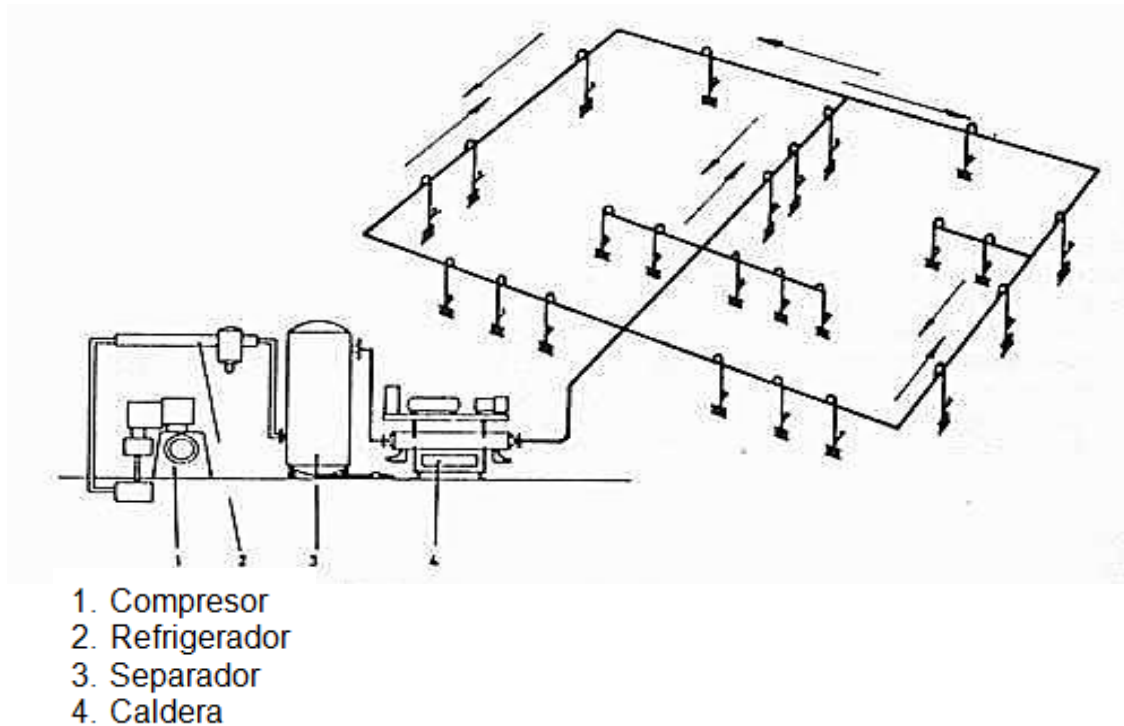
Figura 40. **Red cerrada**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

Cabe anotar que otro defecto de la red cerrada es la dificultad de eliminar los condensados debido a la ausencia de inclinaciones, esto hace necesario implementar un sistema de secado más estricto en el sistema, al contrario de lo pensado, la principal razón para implementar redes cerradas es por su buen mantenimiento.

Figura 41. Red cerrada sin inclinación



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### Red interconectada

Esta configuración es igual a la cerrada pero con la implementación de *bypass* entre las líneas principales, este sistema presenta un excelente desempeño frente al mantenimiento pero requiere la inversión inicial más alta, además, la red interconectada presenta los mismos problemas que la cerrada.

### Inclinación

En las redes abiertas se debe permitir una leve inclinación de la red en el sentido de flujo del aire, esto con el fin facilitar la extracción de los condensados. Dicha inclinación puede ser de un 2%, al final debe instalarse una válvula de purga.

#### **2.2.4.2.1. Serie**

Son aquellas en que la disposición de equipos conllevan a una formación de tuberías donde los equipos o maquinas que accionan a través del flujo de aire se encuentran una seguida de otra, aquí aplica que el caudal no es el mismo, debido a las pérdidas causadas por la fricción y longitud de la tubería y el gasto de cada máquina.

#### **2.2.4.2.2. Paralelo**

Son aquellas en que la disposición de equipos conllevan una formación de tuberías donde los equipos o máquinas que se accionan a través del flujo de aire se encuentran en paralelo, es decir que el caudal es el mismo para todos los equipos o máquinas.

#### **2.2.4.2.3. Anillo**

En esta disposición la tubería lleva el aire a través de toda la instalación regresando al punto de inicio y a partir de ella se derivan las formaciones anteriores.



### **3. EQUIPO Y ELEMENTOS NEUMÁTICOS Y ELECTRO NEUMÁTICOS EN LA INDUSTRIA**

#### **3.1. Equipo neumático utilizado en la industria**

Actualmente la industria utiliza muchos equipos neumáticos, es decir que funcionan a través de la fuerza que provee el aire comprimido, en actuadores como motores, elementos de movimiento lineal, estampados, entre otros.

Son más utilizados en aquellos procesos donde se desea limpieza y seguridad, más en la industria alimenticia y de bebidas, así como en los hospitales y equipo médico.

Es por ello que es importante conocer los distintos elementos que pueden contribuir al armado de un circuito electro neumático para automatizar y poner en movimiento cualquier actuador en la industria.

#### **3.1.1 Válvulas neumáticas y electro neumáticas**

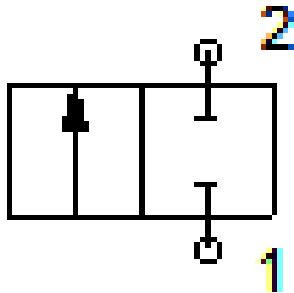
En los sistemas neumáticos se utilizan válvulas de control direccionales para controlar el sentido del flujo del fluido que pasa por un sistema, su función no es modificar el gasto de un fluido, son dispositivos para abrir o cerrar por completo, estas válvulas se utilizan con frecuencia en el diseño de sistemas de control en secuencia y se activan para cambiar la dirección del flujo mediante señales mecánicas, eléctricas o de presión del fluido.



### 3.1.1.1. Dos vías

Las posiciones de las válvulas distribuidoras se pueden representar por medio de rectángulos, siendo estas de la siguiente manera:

Figura 42. Diagrama de válvula dos vías



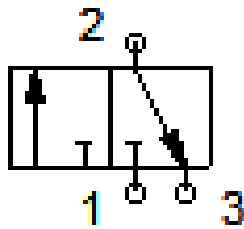
Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

El número de vías se representan o dan la idea de la cantidad de posiciones por donde puede fluir el aire, es decir en la de dos vías se sabe que se tiene dos caminos por donde puede fluir el mismo.

### 3.1.1.2. Tres vías

Como se indica anteriormente las vías son los caminos por donde se puede hacer circular el aire, en esta válvula hay tres caminos por donde se puede hacerla circular, los círculos son las vías por donde circulará el aire.

Figura 43. **Válvula tres vías**

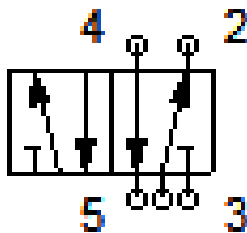


Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 3.1.1.3. **Cinco vías**

En esta válvula se tendrá cinco caminos para que el aire circule como se ve en la figura 44.

Figura 44. **Cinco vías**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

#### 3.1.1.3.1. **Otras válvulas**

Dentro de la gama de válvulas contamos con válvulas direccionales que permiten el flujo en una dirección y cuando hay flujo de aire en la dirección contraria esta se cierra no permitiendo fluir el mismo.

Se cuenta también con válvulas reguladoras de presión que sirven para controlar la presión de operación en un circuito y mantenerla en un valor constante.

Válvulas limitadoras de presión, que se usan como dispositivos de seguridad para limitar la presión en un circuito debajo de cierto valor de seguridad, la válvula se abre y desfoga a la atmósfera o devuelve el fluido al pozo recolector si la presión es mayor que el valor de seguridad predeterminado.

#### **3.1.1.3.2. Relés**

Son interruptores operados eléctricamente, en los que el cambio de corriente en un circuito hace que circule o no una corriente en otro circuito.

Este opera de tal forma que cuando circula corriente en un selenoide se produce un campo magnético que atrae una armadura metálica la cual deja circular la corriente abriendo interruptores normalmente cerrados o cerrando los normalmente abiertos.

Los relevadores se utilizan con frecuencia en sistemas de control; la salida del controlador es relativamente pequeña y para encender o apagar el elemento final de corrección se necesita una corriente mucho más grande, por ejemplo, la corriente requerida por el calefactor eléctrico en un sistema de control de temperatura o por un motor.

Como los relevadores son inductores, puede generar un contra voltaje cuando deja de fluir la corriente de energización o cuando sus interruptores de entrada van de un estado alto a uno bajo, como resultado puede ocurrir un daño

en el circuito de conexión, para solucionar este problema, se conecta un diodo a través del relevador.

Los relevadores de retardo son relevadores de control y su acción de conmutación se produce con un retardo que, por lo general, es ajustable y se inicia al pasar una corriente por el devanado del relevador o cuando deja de pasar por éste.

### **3.1.1.3.3. Sensores**

El término sensor se refiere a un elemento que produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo, por ejemplo, en el caso de un elemento para medir temperatura mediante resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de temperatura en un cambio en la resistencia.

Con frecuencia se utiliza el término transductor en vez de sensor, un transductor se define como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacionado.

Un sensor es un transductor, la diferencia en instrumentación es que el sensor mide la variable medida y cambia la señal, mientras que un transductor cambia la señal de un dispositivo a otro.

Los sensores siempre dan señales de corriente entre 4 y 20 mA, de voltaje entre 0 y 10 V y en presión de 3 a 15 PSI.

#### **3.1.1.3.4. Controles lógicos programables**

Un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés) es un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de secuencia, de sincronización, de conteo y aritmética para controlar máquinas y procesos y que se ha diseñado específicamente para programarse con facilidad, este tipo de procesadores se llama lógico debido a que la programación tiene que ver principalmente con la ejecución de operaciones lógicas y de conmutación, los dispositivos de entrada (como interruptores) y los dispositivos de salida (como motores) que están bajo control se conectan al PLC, y después el controlador monitorea las entradas y salidas de acuerdo con el programa almacenado por el operador en el PLC con el que controla la máquina o proceso.

Los PLC son similares a las computadoras, pero tienen características específicas que permite su empleo como controladores, estas características son:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruidos.
- La interface para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy fácil programarlos, así como entender el lenguaje de programación, está básicamente consiste en operaciones lógicas y conmutación.

### **3.1.2. Actuadores**

Los actuadores son elementos que darán el trabajo que se necesiten para accionar los elementos finales de control, estos generalmente pueden ser cilindros de efecto simple, de doble efecto y bombas, los cilindros tienen varias clasificaciones.

#### **3.1.2.1. Lineal**

Estos elementos son los que proveen movimiento lineal ya sea horizontal o vertical, generalmente son cilindros de doble efecto o de efecto simple.

Los de doble efecto el cilindro tiene dos entradas de aire una para realizar el movimiento hacia un lado y el otro para retornar a su posición de reposo, los de simple efecto solamente tienen una entrada de aire y para regresar a su posición de reposo tienen un resorte, estos elementos sirven para ejercer fuerza o simplemente para transmitir movimiento.

#### **3.1.2.2. Rotativos**

Estos son casi siempre bombas las cuales pueden funcionar en ambos sentidos, y sirven para mover fluidos de un lugar a otro o para llenado de líquidos.

Son elementos finales o actuadores, además se pueden tener una combinación de ambos elementos lineales y rotativos al unir un cilindro con una válvula de cierre de paso de fluido, como puede ser una válvula mariposa que permita cerrar o abrir al flujo de un fluido en una dirección entonces al unir ambos se consigue el movimiento circular que se necesita.

### **3.1.2.3. Especiales**

En la práctica médica y odontológica se tiene una gama amplia de actuadores especiales que convierten la fuerza del aire en movimientos circulares o lineales, como el caso de los equipos utilizados para la limpieza de dientes y en la reparación de la misma se encuentran mini taladros que pueden entrar en la boca de las personas y eliminan partes dañadas de los dientes para su posterior reparación.

En la industria de construcción se encuentran taladros neumáticos para perforar calles de concreto además sierras para el corte del mismo.

### **3.1.3. Equipo complementario**

En las instalaciones electro neumáticas se puede encontrar equipo complementario como pantallas que sirven para visualizar las operaciones de los mismos, estas son conocidas como interface humano-máquina (HMI por sus siglas en inglés), además hay equipos de control a distancia, y *software*, que nos ayudan al buen funcionamiento de los equipos a distancia.

Hay contactores, válvulas selenoides, transductores, manómetros, sensores de todo tipo, entre otras.

## **4. APLICACIONES NEUMÁTICAS EN LA INDUSTRIA**

### **4.1. Posicionar artículos**

De acuerdo a las necesidades del diseño esta puede orientarse de diferentes formas, horizontal, vertical y especiales.

#### **4.1.1. Horizontal**

Los diferentes procesos industriales requieren que los elementos que tienen movimiento lo hagan en diferentes posiciones, por ejemplo tal vez se necesite mover artículos en una línea recta de un punto a otro en forma horizontal, es por esto que los elementos finales o actuadores deben posicionarse en esta forma es decir estos se dejarán mover lo que se deseen en forma horizontal.

#### **4.1.2. Vertical**

Esta posición se utilizara cuando se necesite elevar un elemento desde un punto inferior hasta uno a una altura mayor, como ejemplo de este es el puente que se utilizan para elevar los automóviles y hacerles reparaciones en la parte baja del chasis.

### **4.2. Especiales**

Esta es una configuración de posicionamiento de artículos de acuerdo a necesidades muy específicas como se detallaran a continuación:



#### **4.2.1. Soplado de envase**

En la fabricación de envases, tanto de vidrio como de plástico, es necesario inyectar aire comprimido al molde para darle la forma deseada al mismo, es por ello que se necesitan elementos que permitan hacer esto, inyectar a una presión adecuada el aire comprimido para darle la forma deseada.

#### **4.2.2. Seleccionar artículos**

En todo proceso productivo se debe trabajar bajo estándares establecidos y obedeciendo normas de calidad, es por ello que necesitamos seleccionar aquellos artículos que no cumplan con estas normas.

Como ejemplo se puede decir que un elemento no cumple con el peso deseado, entonces cuando pasa por una balanza en la línea de producción se acciona o no un cilindro neumático, que elimina este de la línea y lo desecha a un reciclado o a una eliminación definitiva.

#### **4.2.3. Expulsión**

Dentro de los moldes que se utilizan para la producción de artículos, es necesario expulsarlos al momento que el molde abra para esta acción, se utilizan algunos sistemas neumáticos para tal efecto, también podría utilizarse elementos hidráulicos, electrónicos, pero los neumáticos se utilizan por su limpieza y poco ruido.

#### **4.2.4. Descarte**

Al igual que el que se expuso anteriormente, este sirve para desechar artículos que no cumplen con las condiciones establecidas por norma, generalmente estos elementos de acción funcionan con un PLC, automáticamente, y utiliza programas de retroalimentación para cumplir con su objetivo.

#### **4.2.5. Transporte de artículos**

Cuando se desea transportar un artículo de un lugar a otro se puede hacer con un cilindro que adaptado a su extremo hay una ventosa que utiliza succión para sostener este o unos ganchos accionados a la vez por aire y así ubicar el artículo donde se desee para su próximo proceso de manufacturación o empaque.

#### **4.2.6. Dosificación de materia prima**

La automatización de producción facilita las operaciones de dosificación de materia prima, ya que por medio de programas preestablecidos en un PLC, se logra que se garantice la adición correcta de los ingredientes que se utilizan en cada proceso, en los elementos finales de control, poder ubicar sistemas neumáticos para su control, desde un panel de control computarizado e intercomunicado con el operario a través de un sistema de intercomunicación hombre máquina, que puede ser una pantalla donde se observa todo el proceso.

#### **4.2.7. Como dispositivo de seguridad**

Se puede ubicar pulsadores de botón en diferentes partes de la línea de producción que pueden detener el proceso en caso de emergencia estos son accionados por aire comprimido a distancia o manualmente, todo depende de la emergencia, además se puede detener el proceso para hacer un mantenimiento y cerramos la línea ubicando candados para que las personas que pasen por el lugar se den cuenta que se está haciendo una trabajo de mantenimiento.

#### **4.2.8. Contención de productos**

En algunos casos donde debe existir un empaque o almacenamiento de productos es imprescindible contener la cantidad exacta a almacenar o empacar, los dispositivos neumáticos con elementos de control de peso o de conteo electrónico pueden realizar estas operaciones y dejar solamente la cantidad necesaria para este proceso.

Además cuando se desee llenar botellas con líquidos o polvos se pueden utilizar controles neumáticos para que estos realicen estos procesos automáticamente.

#### **4.2.9. Sujeción de producto**

Cuando se desee transportar un producto de un lugar a otro es necesario sujetarlo y/o elevarlo y dejarlo en forma segura y ordenada, los elementos neumáticos pueden realizar estas labores conjugando tanto elementos primarios como elementos finales de control.

Brazos con quijadas para sujetar productos son utilizados junto a cilindros simples o de doble efecto.

#### **4.2.10. Pulverización**

El uso del aire en diferentes procesos lo hace un método de trabajo fácil y silencioso, pero no se debe olvidar que se puede ejercer fuerzas grandes, que incluso pueden triturar o pulverizar ciertos elementos.

##### **4.2.10.1. Polvos**

Utilizando los cilindros neumáticos y ajustando la presión en el elemento final de control, se puede pulverizar algunos elementos para hacerlos polvo como piedras de yeso u otras materias primas, pero en este caso se tiene la limitante de las presiones que se pueden utilizar en los cilindros neumáticos y esto a su vez limita los productos que se pueda pulverizar, es mejor en estos casos utilizar elementos hidráulicos, pues pueden tener mayores presiones y efectuar mejor su trabajo.

#### **4.2.11. Como equipos auxiliares para activar otros dispositivos**

No solo como equipo de primera línea puede ser utilizado también como dispositivos especiales o de segunda línea, básicamente como actuadores de maquinas o herramientas

#### **4.2.11.1. Máquinas de coser**

Las máquinas de coser utilizan un impulso rotativo para luego convertirlo en un movimiento oscilatorio rectilíneo y hacer funcionar todos los elementos mecánicos que componen las mismas, la neumática puede ejecutar estos trabajos ejerciendo uno más silencioso y menos costoso en la industria de la costura, además hay otros dispositivos que se utilizan en esta industria que pueden ser movidos por aire comprimido.

#### **4.2.11.2. Troqueladoras**

Estas son máquinas que cortan con la ayuda de moldes afilados muchas materias primas, como tela, cuero, entre otras, que pueden utilizar componentes neumáticos, como botones de control, valvulería que deja pasar aire hacia diferentes dispositivos como las cuchillas que pueden ser empujadas por cilindros neumáticos, los botones son de seguridad al mismo tiempo que de accionamiento.

#### **4.2.11.3. Cortadoras**

Pueden ser cortadoras de metales o de otras materias primas, estas usan el movimiento rectilíneo recíprocante, para realizar su trabajo movimiento sierras o cuchillas que harán los cortes en los metales, teniendo sus limitantes en el grosor de los mismos.

#### **4.2.11.4. Selladoras**

Pueden ser máquinas que ponen tapas a frascos convirtiendo los movimientos rectilíneos en circulares, ajustando la presión para que las tapas queden en su lugar consiguiendo sellar con efectividad los frascos, además de hacerse en forma segura y silenciosa.



## **5. PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE INSTALACIONES MECÁNICAS**

### **5.1. Neumática**

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como fuerza de transmisión de energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos, el aire es un material elástico y por tanto al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales.

#### **5.1.1. Sistemas de control neumático con un cilindro**

Un cilindro de accionamiento único usa aire comprimido para producir movimiento y fuerza, tiene un pistón que puede deslizarse hacia arriba y hacia abajo, un muelle hace subir al pistón dentro del cilindro.

##### **5.1.1.1. Dispositivo cargador**

Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de simple efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 3/2 vías
- Aplicación de la unidad de mantenimiento



## Acciones

Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema.

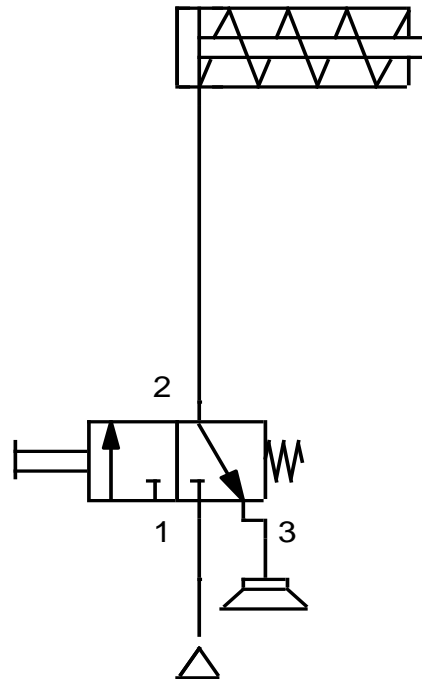
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Un dispositivo cargador suministra bloques de aluminio en bruto para válvulas, a una estación de mecanizado.

Al presionar un pulsador, se hace avanzar un vástago del cilindro de simple efecto, al soltar el pulsador, el vástago retrocede.

Figura 45. **Esquema neumático de un cilindro**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.1.2. Dispositivo desplazador

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de simple efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de simple efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 3/2 vías
- Aplicación de la unidad de mantenimiento
- Ver la función de una válvula *check*

## Acciones

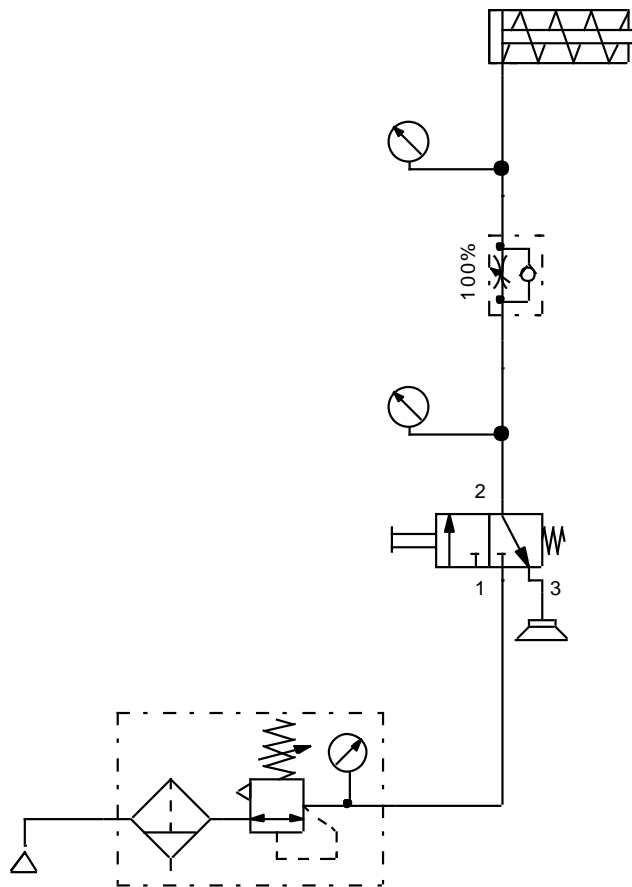
Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema.

- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema:

Por el accionamiento de un pulsador, unas piezas metálicas que se hallan depositadas aleatoriamente, son clasificadas y transferidas a una segunda cinta transportadora, el movimiento de avance del vástago del cilindro de simple efecto (1.0) toma un tiempo de  $t = 0,4$  segundos, al soltar el pulsador, el vástago regresa a su posición de origen, deben instalarse dos manómetros: uno antes y otro después de la válvula reguladora de caudal de un solo sentido.

Figura 46. **Dispositivo desplazador**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.1.3. **Dispositivo doblador**

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de doble efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías

## Acciones

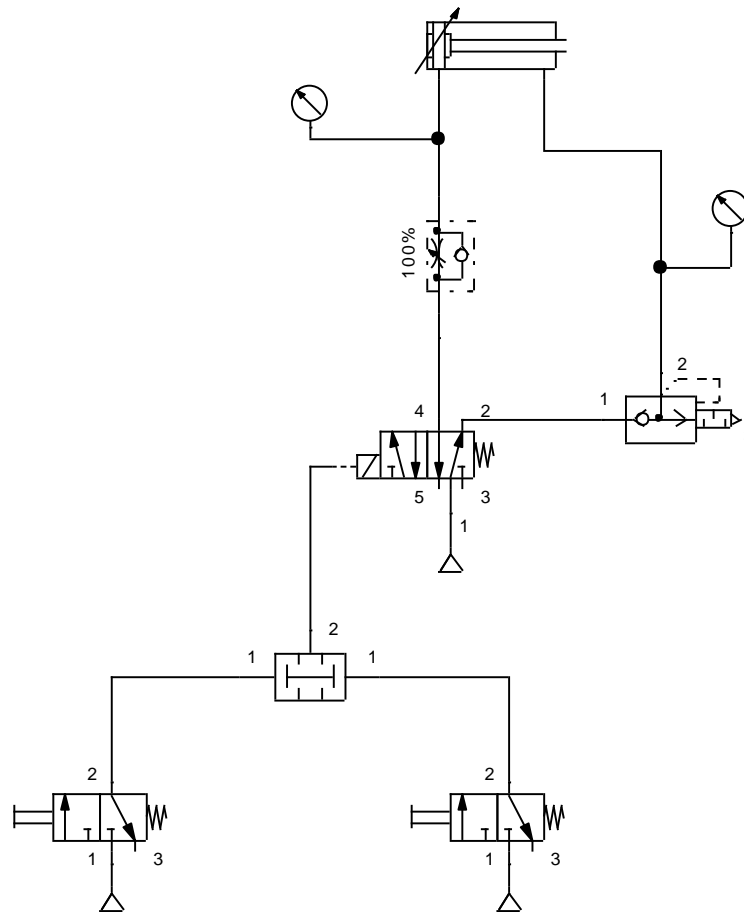
- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Ajustar el tiempo de las carreras de avance y retroceso con las válvulas reguladoras de caudal
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Con ayuda de una rampa de desvío vertical, deben distribuirse opcionalmente ladrillos a dos cintas transportadoras

El destino de los ladrillos (rampa arriba o abajo) se selecciona por medio de una válvula con un interruptor selector, la posición superior del cilindro de doble efecto (1,0) se realiza en  $t_1 = 3$  seg.; mientras que el descenso se realiza en  $t_2 = 2,5$  seg; debe indicarse la presión en ambos lados del émbolo, en posición inicial, el cilindro debe hallarse en su posición de vástago retraído.

Figura 47. **Dispositivo doblador**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

#### 5.1.4. **Máquina de marcaje**

Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de doble efecto
- Accionamiento indirecto de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías

- Utilización de una válvula selectora de circuito (puerta OR)
- Constatar que un actuador puede estar influido por una conexión OR o AND

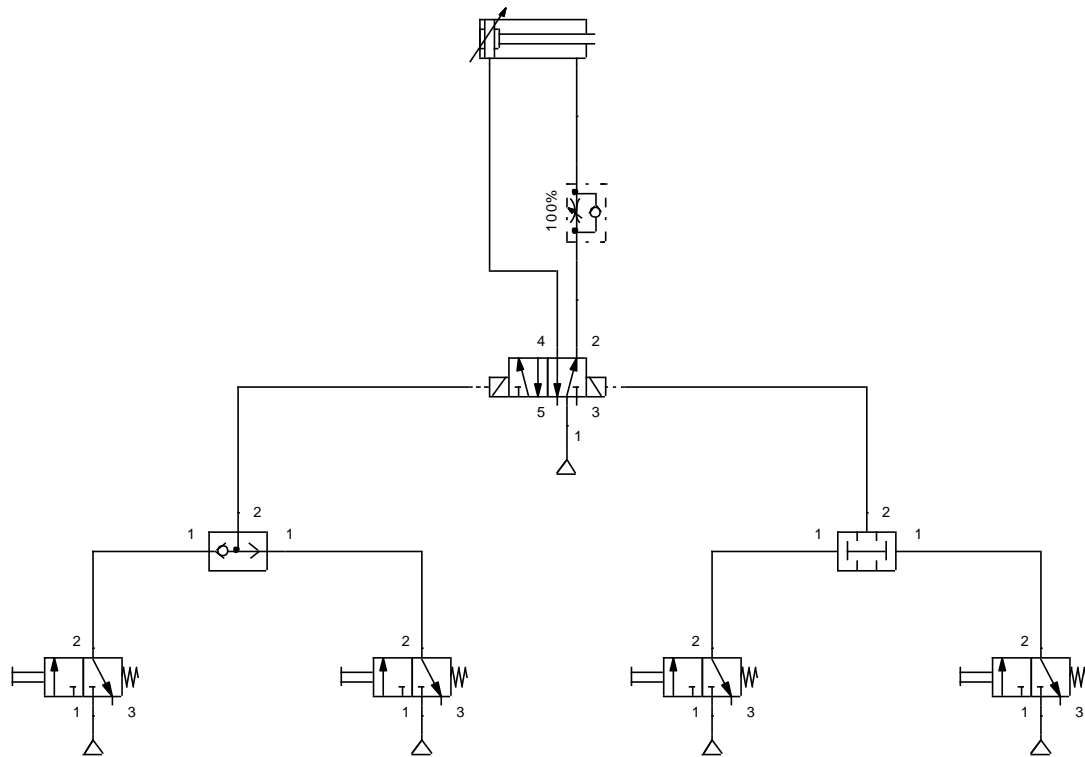
#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Ajustar el tiempo de las carreras de avance y retroceso con las válvulas reguladoras de caudal
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

Deben marcarse unas balizas de mediciones topográficas con una franja roja, puede elegirse entre dos pulsadores para indicar el movimiento de avance del cilindro, deberá avanzar con el aire de escape estrangulado, la carrera de retroceso también debe ser iniciada por medio de un pulsador, con la condición de que el cilindro de doble efecto haya alcanzado su posición final delantera.

Figura 48. Máquina de marcaje



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.1.5. Tambor de soldadura de láminas

#### Objetivos

- Accionamiento indirecto de un cilindro de doble efecto con válvula biestables
- Utilización de un regulador de presión para limitar la fuerza del émbolo  
Utilización de una válvula de secuencia
- Realización de un sistema de control con ciclo único y ciclo continuo por medio de una válvula con interruptor selector



- Ajustar la válvula temporizadora
- Ajustar el regulador de caudal de un solo sentido
- Ajustar el regulador de presión y la válvula de secuencia

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Ajustar el tiempo de las carreras de avance y retroceso con las válvulas reguladoras de caudal
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

Un útil de soldadura calentado eléctricamente, es presionado por un cilindro de doble efecto (1,0) contra un tambor frío, soldando una hoja de plástico que forma un tubo, la carrera de avance se inicia por la acción sobre un pulsador.

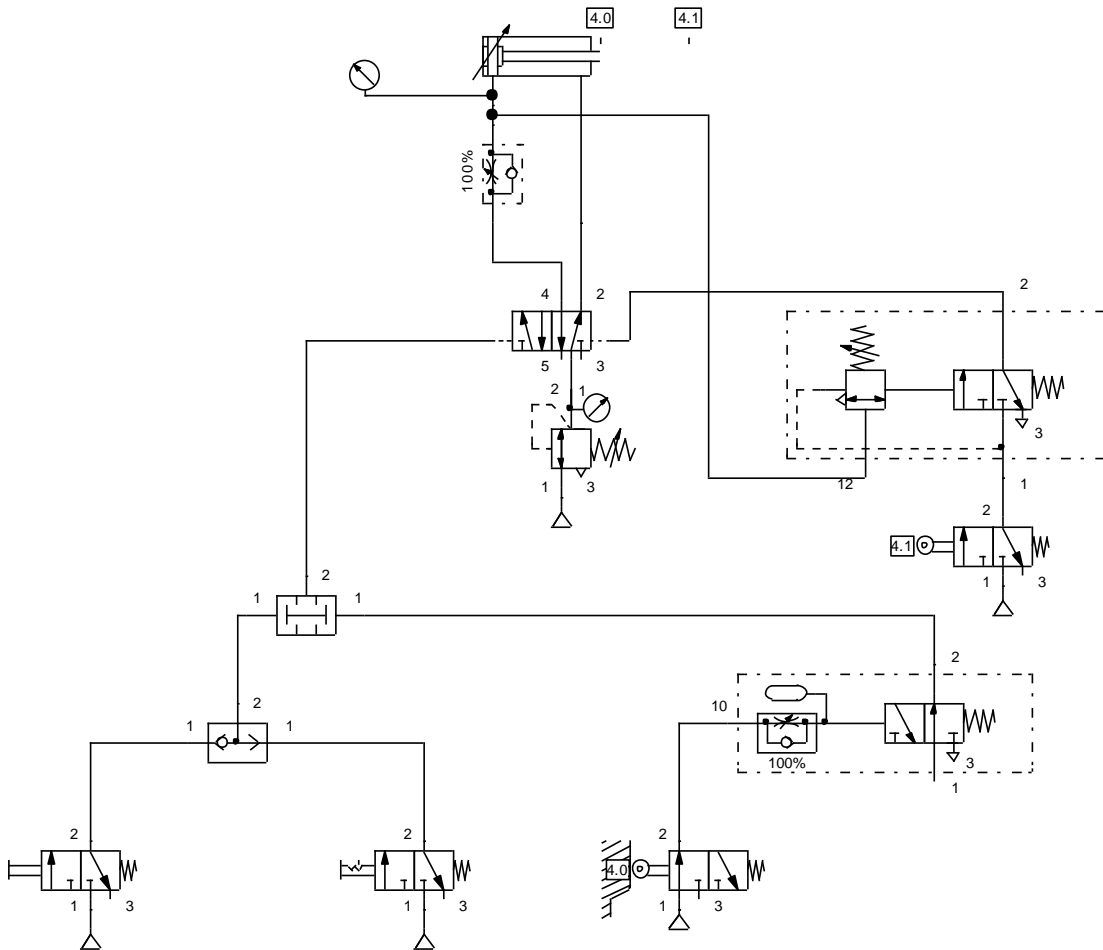
La fuerza máxima del cilindro se ajusta a 4 bar (400 kPa) por medio de un regulador de presión con manómetro. (Con ello se evita que el útil de soldadura dañe el tambor), la carrera de retroceso no se inicia hasta que no se haya alcanzado la posición final extrema y la presión en la cámara del émbolo haya alcanzado 3 bar (300 kPa).

En este caso se estrangula el aire de alimentación al cilindro, el caudal debe ajustarse tal forma que el incremento de presión hasta  $P= 3 \text{ bar}$  (300 kPa)

solamente se realice después de un tiempo  $t_i = 3$  segundos, una vez que el cilindro haya alcanzado su posición final delantera (los extremos de la lámina, que están solapados, se sueldan por el útil caliente en el momento en que se aplica la presión adecuada).

Un nuevo ciclo solamente puede iniciarse cuando se haya alcanzado la posición final de vástago retraído y haya transcurrido un tiempo de  $t = 2$  segundos, invirtiendo una válvula de 3/2 vías con interruptor selector, el sistema funciona en ciclo continuo.

Figura 49. **Tambor de soldadora**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.1.6. Alimentador dosificador

#### Objetivos

- Accionamiento indirecto de un cilindro de doble efecto
- Montar un circuito con auto retención de marcha prioritaria

- Establecer un circuito de vaivén temporizado
- Reconocer los problemas que surgen cuando se utilizan cilindros en paralelo

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Ajustar el tiempo de las carreras de avance y retroceso con las válvulas reguladoras de caudal
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

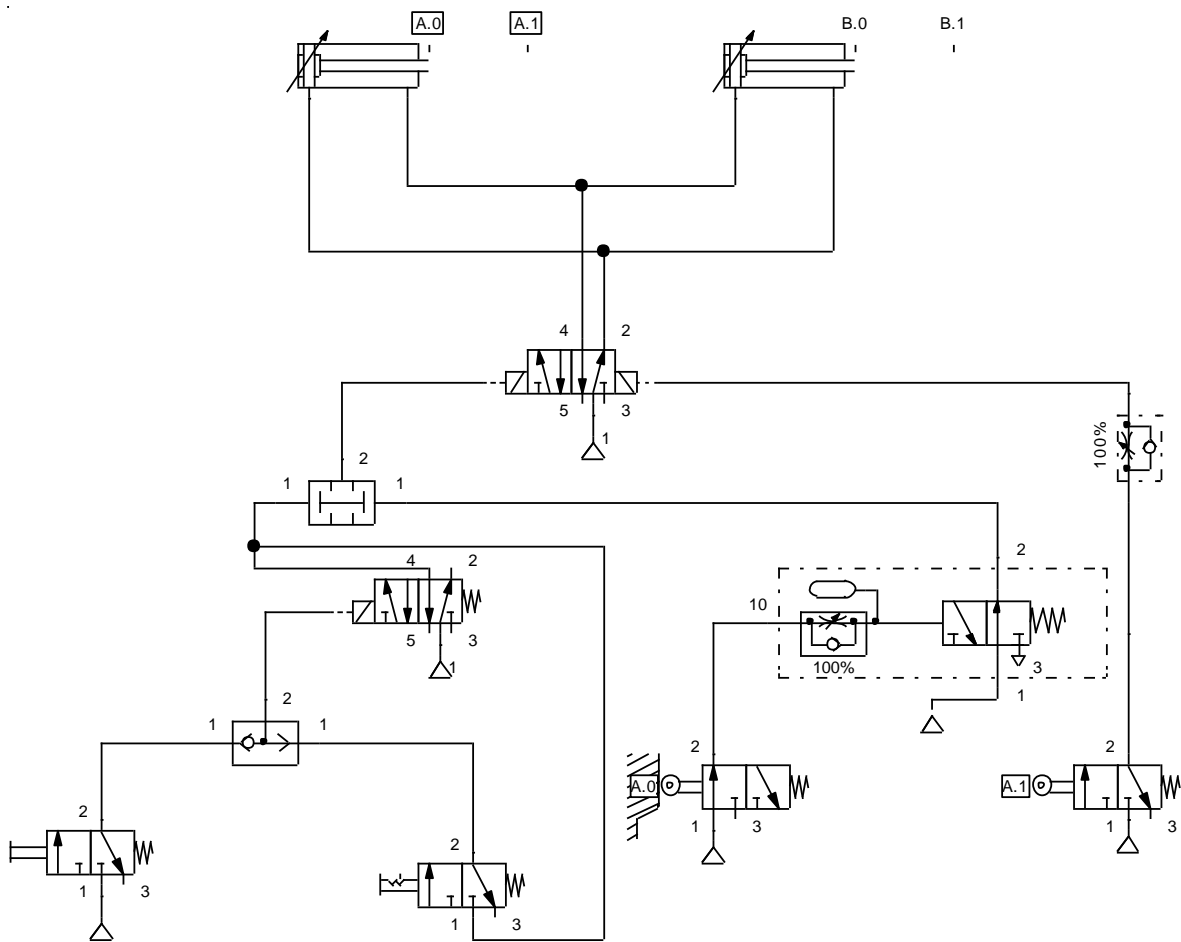
Unas piezas torneadas para la fabricación de ejes, se alimentan de dos en dos a un centro de mecanizado, para separarlas por pares, se utiliza dos cilindros de doble efecto controlados por la misma válvula distribuidora, pero con movimientos de avance/retroceso opuestos, en posición inicial, el cilindro superior (1.0/1) se halla retraído, mientras que el cilindro inferior (1.0/2) se halla en posición avanzada, las piezas torneadas se apoyan en el segundo cilindro (1.0/2).

Una señal de marcha, hace que el cilindro 1.0/1 avance y el cilindro 1.0/2 retroceda, dos piezas ruedan hacia el centro de mecanizado, después de un tiempo ajustable de  $t_1 = 1$  seg., el cilindro 1.0/1 retrocede y el cilindro 1.0/2 avanza al mismo tiempo, el ciclo siguiente solamente puede empezar cuando ha transcurrido un intervalo de tiempo  $t_2 = 2$  seg.

El sistema se pone en marcha por medio de una válvula de pulsador. Una válvula con dos posiciones posibilita la realización de un ciclo único o de un ciclo continuo, después de haber quedado todo el sistema sin presión, no debe iniciarse un nuevo ciclo de separación sin que se presione de nuevo el pulsador.

Notación abreviada-> A+ A-B- B+

Figura 50. **Alimentador dosificador**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.1.7. Máquina para soldar termoplásticos

#### Objetivos

- Accionamiento indirecto de un cilindro de doble efecto con dos válvulas de control final
- Utilización de válvulas de 5/2 vías con doble pilotaje
- Movimiento en paralelo de dos cilindros por medio de la estrangulación regulable del aire de escape
- Establecimiento de una función AND

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Ajustar el tiempo de las carreras de avance y retroceso con las válvulas reguladoras de caudal
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

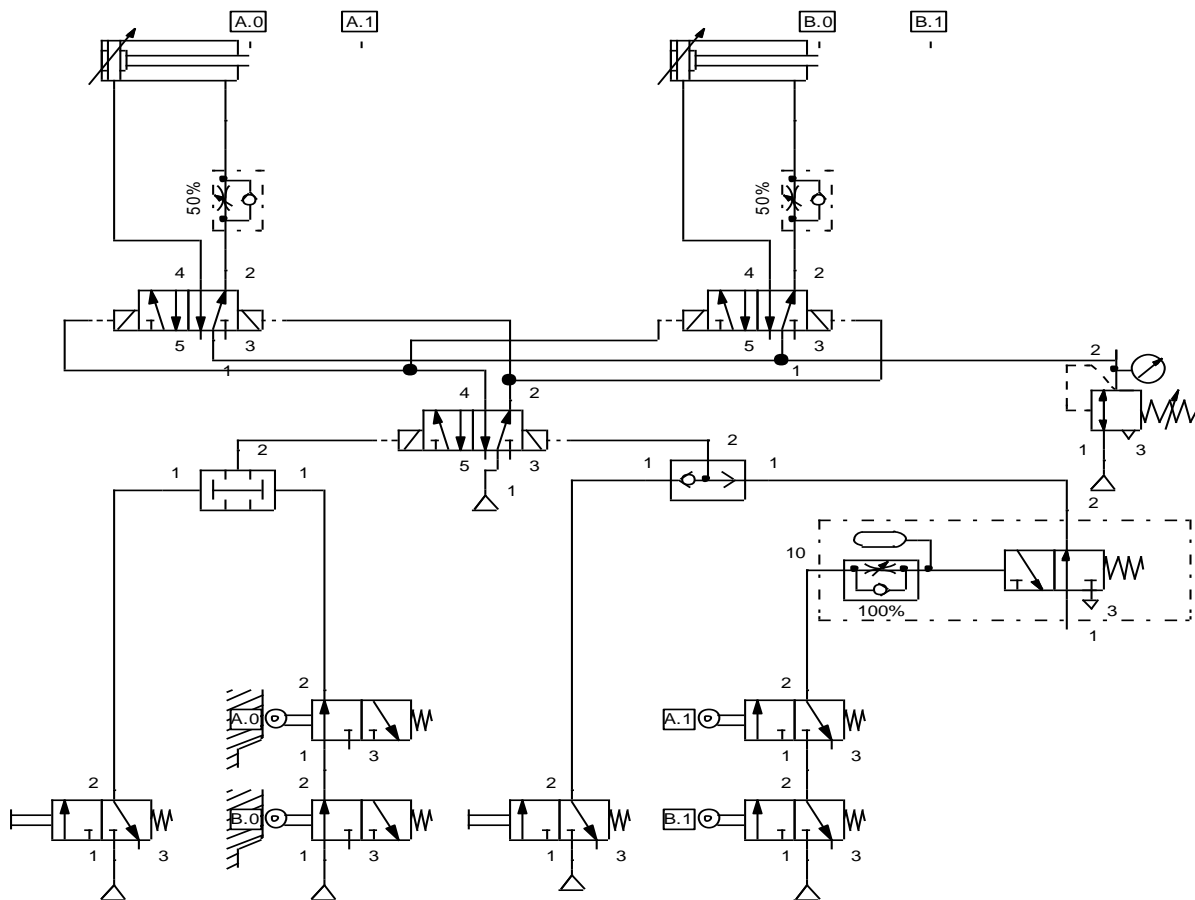
#### Descripción del problema

Dos cilindros de doble pilotaje (1.0) y (2.0) presionan juntos una barra calentada eléctricamente y con ello se unen por soldadura dos láminas de material termoplástico, el grosor de las láminas varía entre 1,5 y 4 mm. Las costuras pueden ser de cualquier longitud, la fuerza de ambos cilindros puede limitarse por medio de un regulador de presión, ajustar un valor de  $P= 4 \text{ bar}$  (400 kPa).

Accionando un pulsador, dos cilindros de doble efecto deben avanzar en paralelo con el aire de escape estrangulado, para ayudar en la regulación, se han montado manómetros entre los cilindros y los reguladores de caudal, se interroga la posición final de los cilindros.

Después de un tiempo de  $t = 1,5$  segundos, la barra regresa a su posición inicial, la carrera de retroceso puede iniciarse instantáneamente por medio de un segundo pulsador.

Figura 51. Máquina para soldar termoplásticos



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### 5.1.8. Sujeción de cuerpos de moldes

#### Objetivos

- Accionamiento indirecto de 2 cilindros de doble efecto con dos válvulas de control
- Utilización de válvulas de 5/2 vías con doble pilotaje
- Utilización de un indicador óptico accionado neumáticamente

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

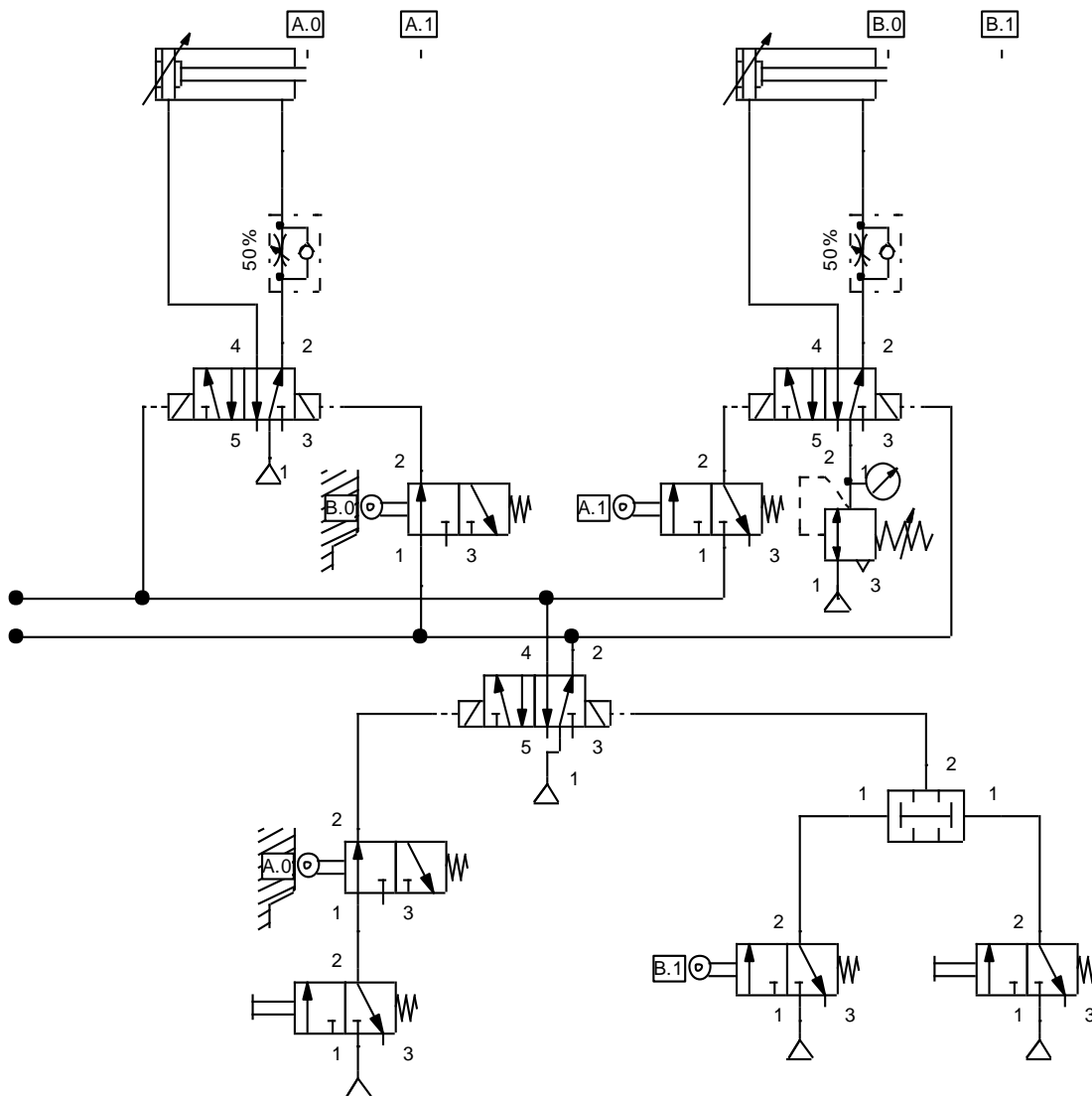
Al accionar un pulsador, se alimenta y se fija un bloque desde un almacén por gravedad a una estación de mecanizado, por medio de un cilindro de doble efecto.

Un segundo cilindro de doble efecto, con la presión reducida sujeta entonces el bloque en sentido perpendicular al primero, el regulador de presión se ajusta a  $p = 4 \text{ bar}$  (400 kPa), los cilindros avanzan en un tiempo  $t_1 = t_2 = 1$ , la finalización de la operación de sujeción se indica por medio de un indicador óptico accionado neumáticamente.



Una vez finalizada la mecanización, se acciona en un segundo pulsador, esto hace que ambos cilindros retrocedan sin estrangulación en secuencia inversa.

Figura 52. Sujeción de cuerpos de moldes



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

## **5.2. Electroneumática**

En electroneumática, la energía eléctrica sustituye a la energía neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando.

### **5.2.1. Dispositivo cargador**

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de simple efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de simple efecto
- Utilización de una electroválvula distribuidora de 3/2 vías
- Aplicación de la unidad de mantenimiento

#### Acciones

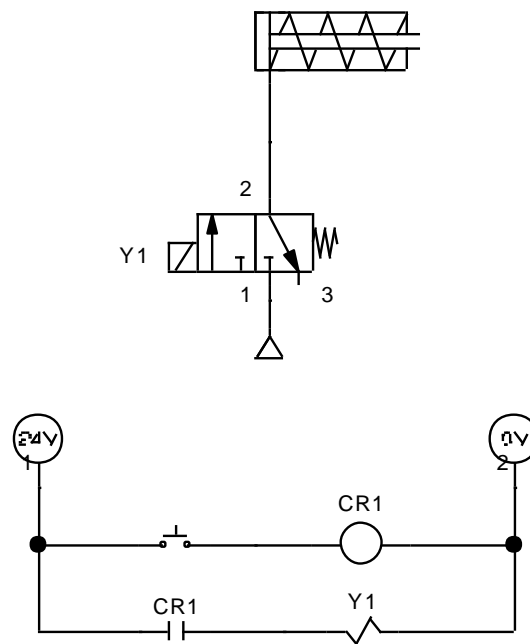
- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

Un dispositivo cargador suministra bloques de aluminio en bruto para válvulas, a una estación de mecanizado, al presionar un pulsador, se hace accionar el solenoide de la electroválvula y sale el vástago del cilindro de simple

efecto (1.0), al soltar el pulsador, la electroválvula se desactiva y el vástago retrocede.

Figura 53. **Dispositivo cargador**



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

## 5.2.2. Atornillador

### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de doble efecto
- Accionamiento de una secuencia lógica mediante un botón
- Utilización de electroválvulas distribuidora de 5/2 vías
- Utilización de fuente y relevadores

## Acciones

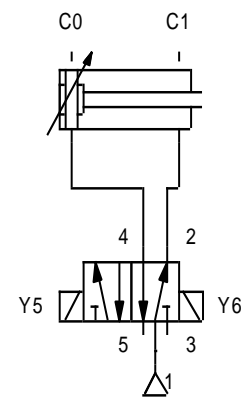
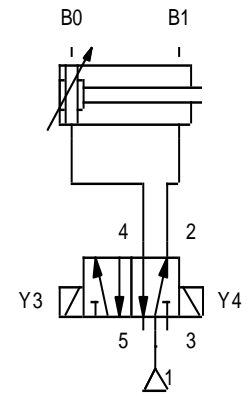
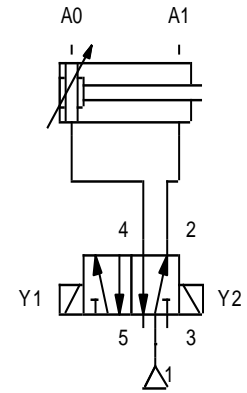
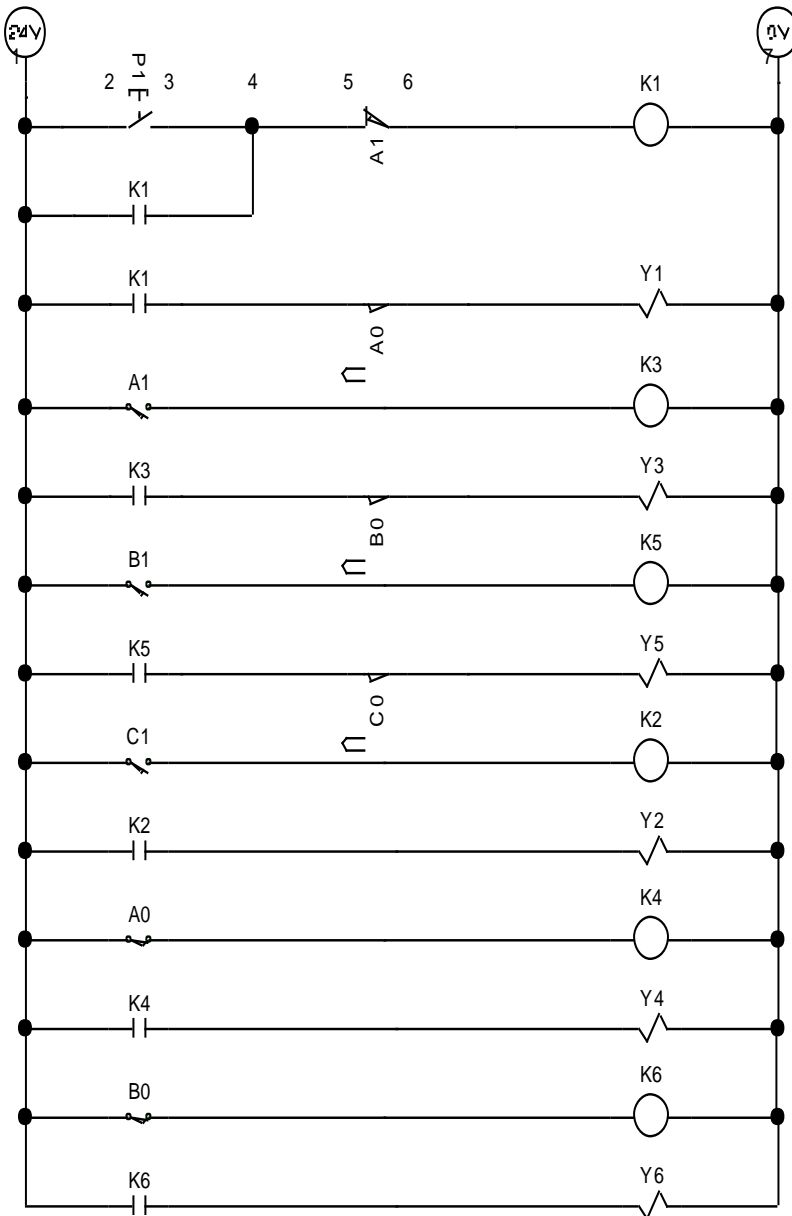
- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Por el accionamiento de un pulsador, unas piezas metálicas que se hallan depositadas automáticamente, al llegar a su posición se activa la prensa, al estar la pieza metálica sostenida baja el atornillador, después de atornillar regresa a su posición inicial y es soltada la pieza.

Figura 54. Atornillador

**A+B+C+A-B-C-**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.2.3. Máquina de doble barrenado

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento del cilindro de doble efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías con solenoides
- Utilización de relevadores

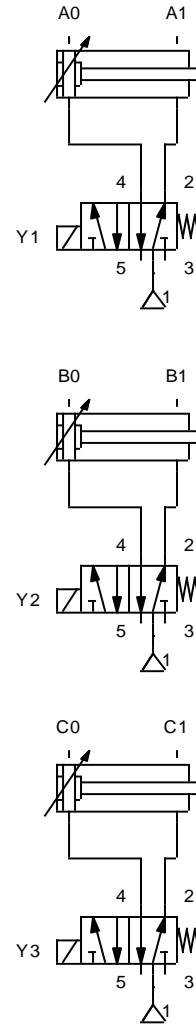
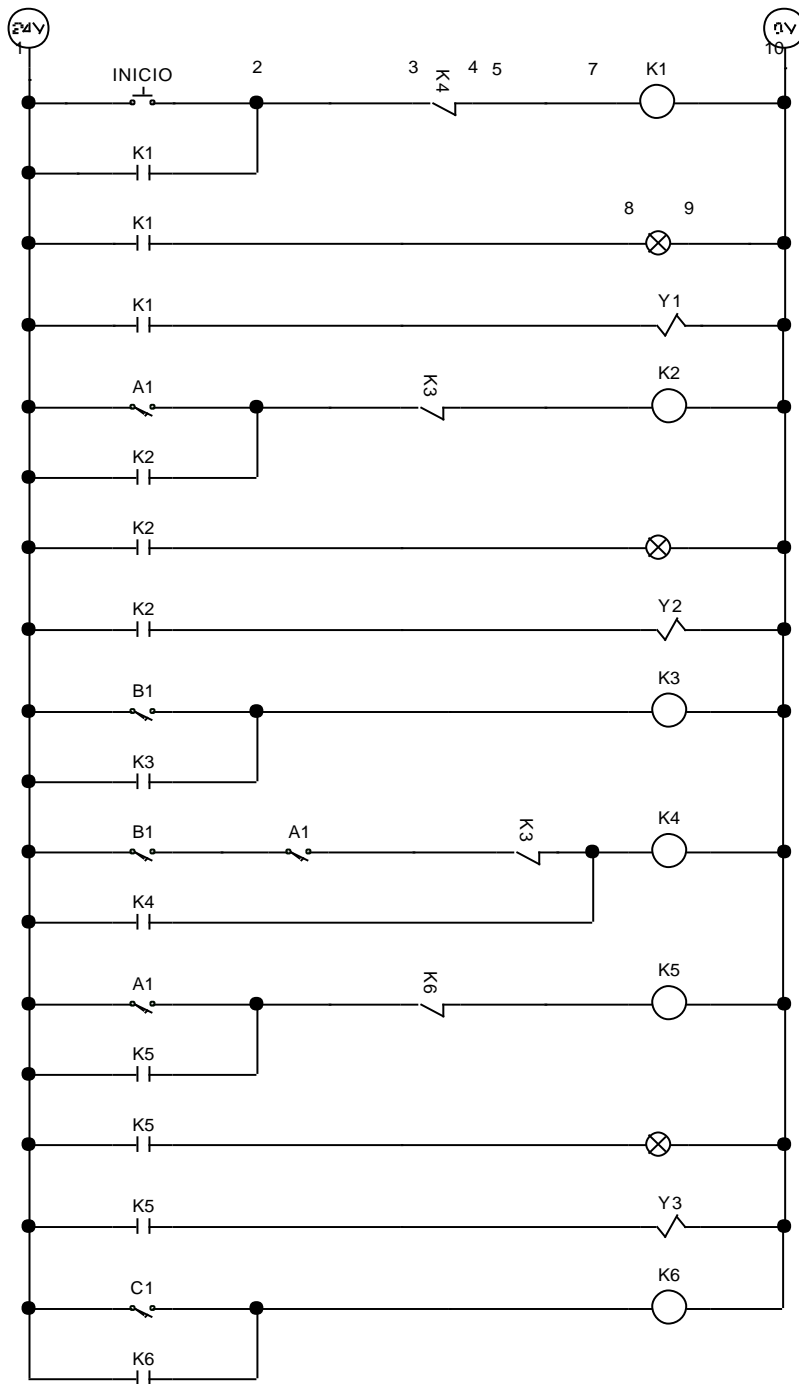
#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

Al accionar un botón un cilindro coloca una pieza en su lugar, baja el dispositivo del barrenado después regresa a su posición inicial, al regresar este se activara otro dispositivo que hará girar a la pieza y volverá hacer el barrenado y todas los dispositivos regresan a su posición inicial.

Figura 55. Máquina doble barrenado



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

#### 5.2.4. Máquina estampadora

##### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto.
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías con un solenoide
- Utilización de relevadores

##### Acciones

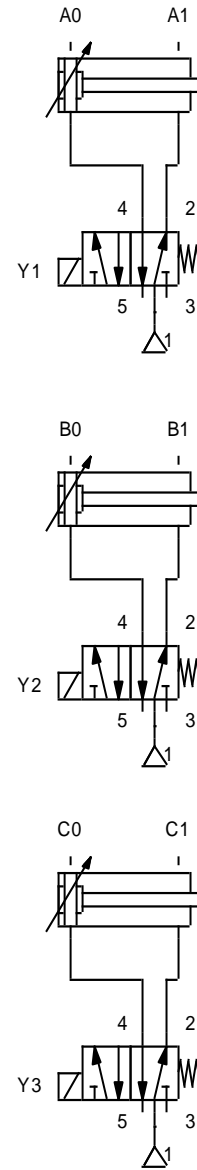
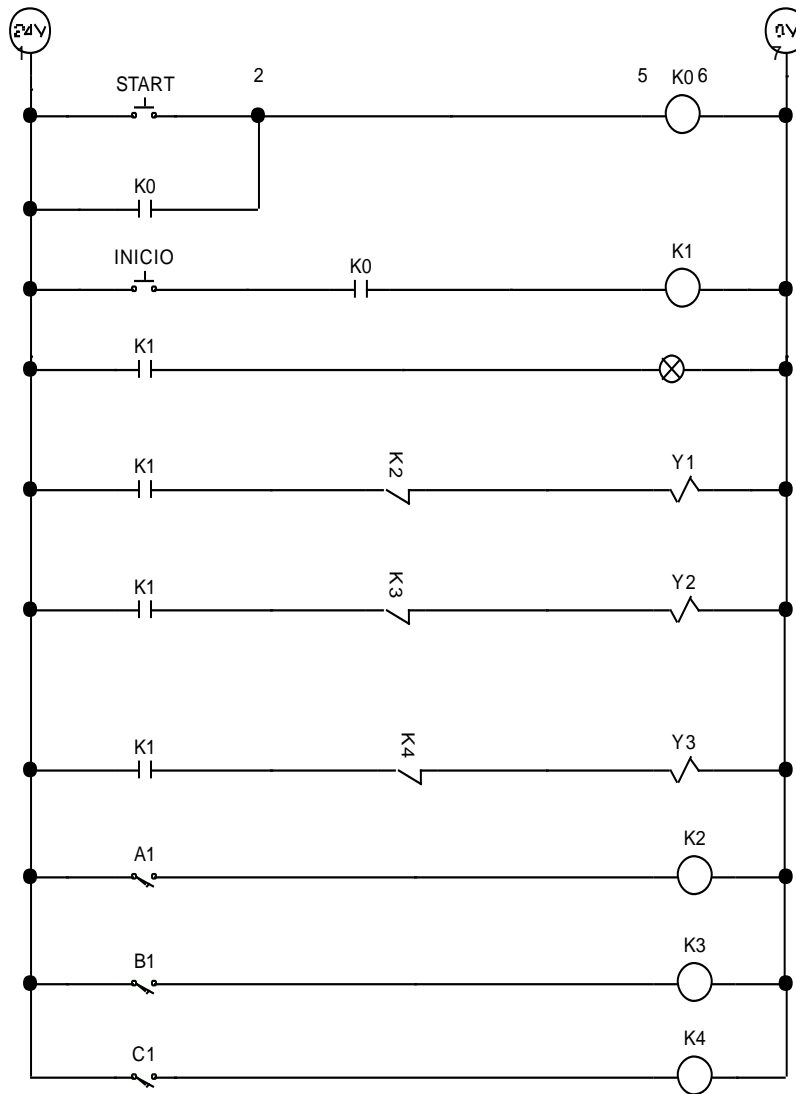
- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados.

##### Descripción del problema

Al accionar el botón *Start* se enciende la máquina, ya está lista para trabajar, para empezar a trabajar hay que empezar presionando el botón de Inicio si hay pieza se activa la prensa que sujeta el material, cuando la pieza está sujeta baja un pistón para estampar la pieza, ya estampada la pieza se libera y es movida a una banda transportadora.



Figura 56. Máquina estampadora



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### 5.2.5. Máquina cortadora de lámina

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento del cilindro de doble efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías con solenoides
- Utilización de relevadores

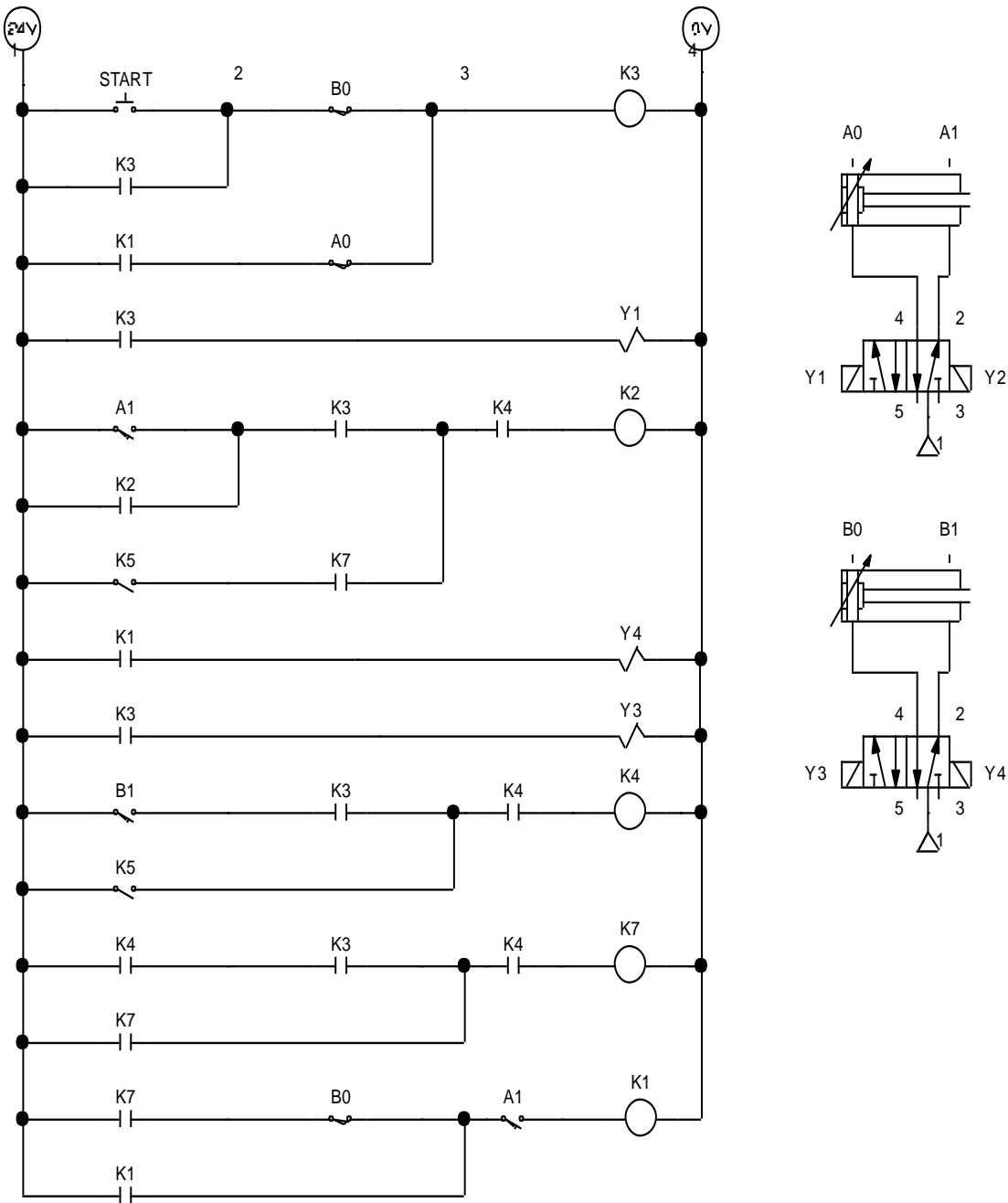
#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

Se coloca el pedazo de lámina, ya que este en su lugar se presiona el botón *Start* después de eso baja la primer cuchilla y corta un extremo cuando la cuchilla este abajo baja la segunda y hace lo mismo, cuando la segunda cuchilla sube regresa a su posición inicial la primer y vuelve a repetir al ciclo pero sin presionar *Start* solamente lo hace dos veces por si no llega a cortarse por completo.

Figura 57. Máquina cortadora de lámina



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### 5.2.6. Máquina embotelladora

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento del cilindro de doble efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías con solenoides
- Utilización de relevadores

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

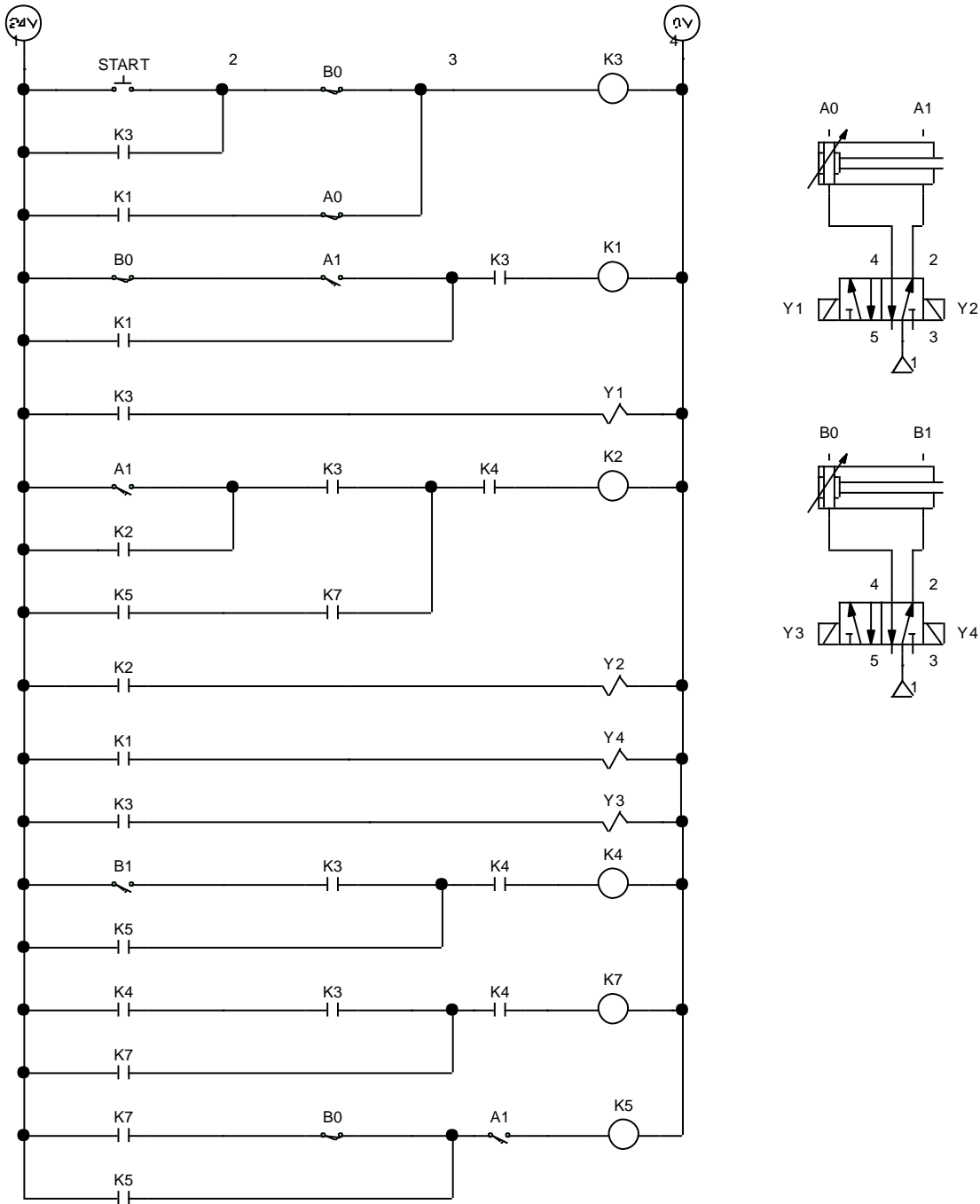
Una pequeña empresa embotelladora tiene una línea de embase donde 2 pistones colocan las tapas en 2 tiempos.

- a. Colocan las tapas centrándolas en el embase
- b. Ponen la presión suficiente para sellar las tapas

Este pequeño proceso es controlado por un operador mediante un botón de inicio produciéndose un doble ciclo.

Nota: un sensor puede producir el inicio.

Figura 58. Máquina embotelladora



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### 5.2.7. Máquina aplanador de basura

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento del cilindro de doble efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías con solenoides
- Utilización de relevadores

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

#### Descripción del problema

El volumen de basura está aumentando considerablemente en una empresa, una de las ideas recientes es establecer un aplanador de basura con el cual se pretende reducir el espacio que ocupan los desechos.

El aplanador constara de 4 pistones que se encargaran de realizar el proceso; los 4 iniciaran al mismo tiempo y regresaran de igual forma produciendo un ciclo constante, el cual iniciará presionándose el botón de inicio y se detendrá presionándose el botón de paro.

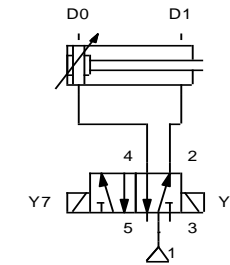
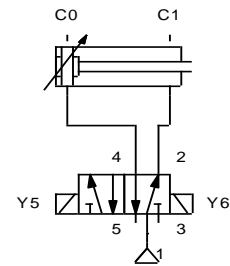
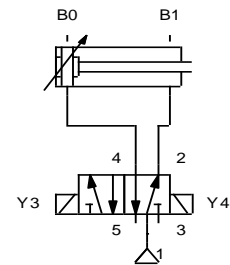
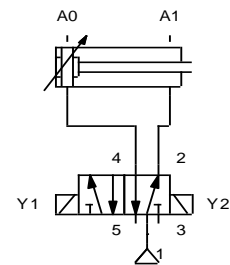
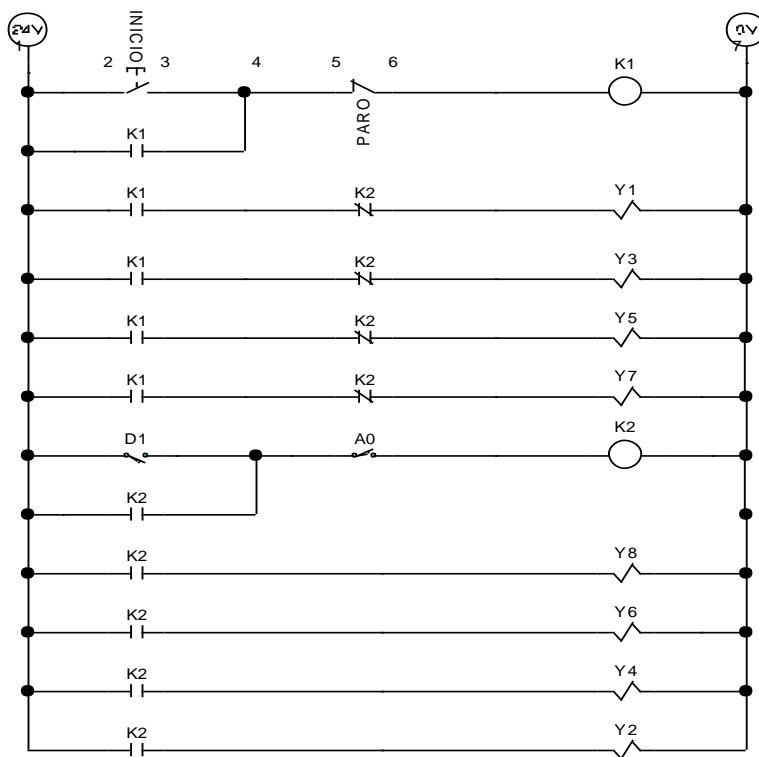
Figura 59. Máquina aplanadora de basura

**A+ A-**

**B+ B-**

**C+ C-**

**D+ D-**



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

## 5.2.8. Máquina perforadora y barrenadora

### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento del cilindro de doble efecto
- Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto
- Utilización de una válvula distribuidora de 5/2 vías con solenoides
- Utilización de relevadores

### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de desplazamiento-fase con ayuda de la descripción del problema
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

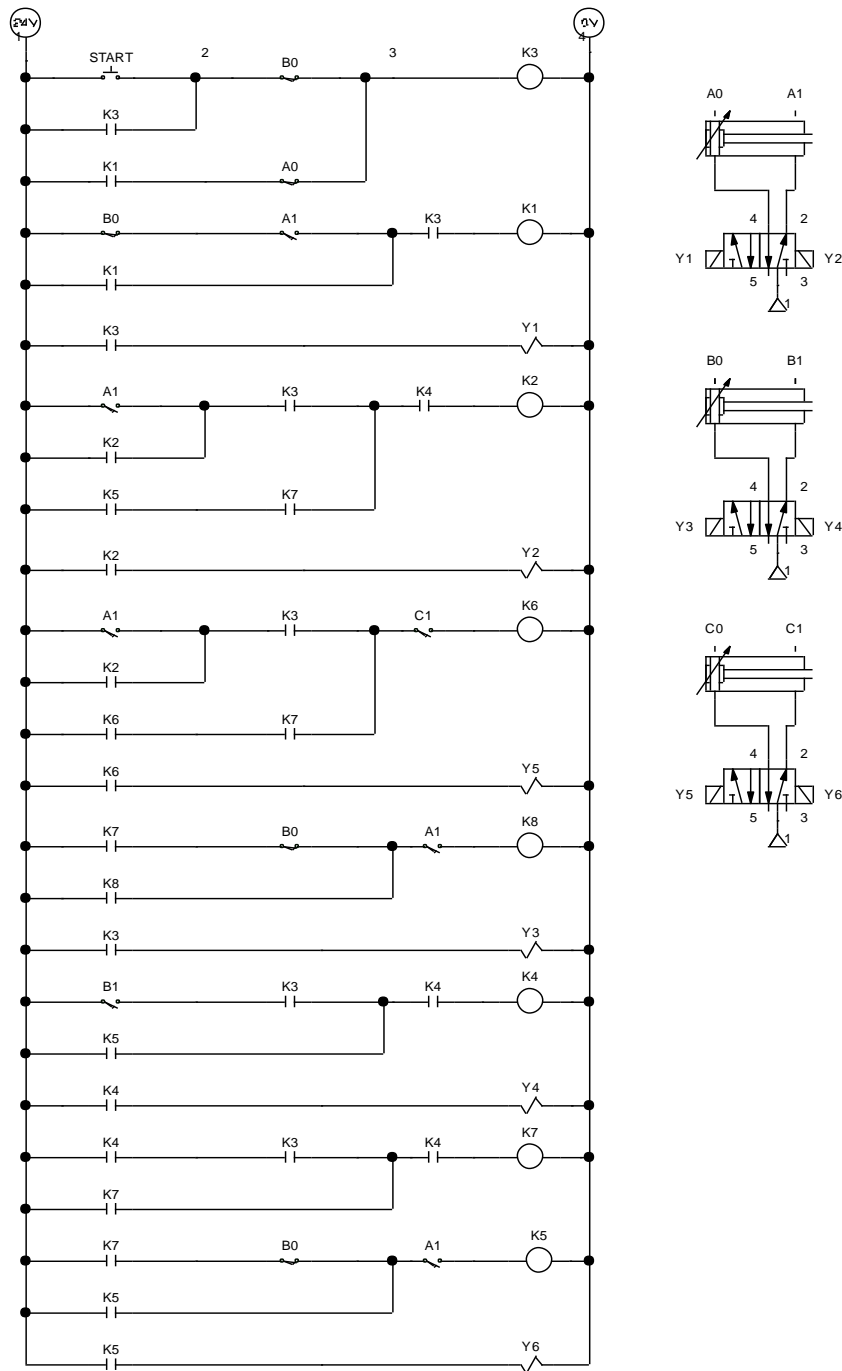
### Descripción del problema

Una máquina perfora y barrena mediante 3 pistones, simplificando el proceso que se realiza con una prensa, una perforadora y una barrenadora.

El primer pistón prensa la pieza que llega de la banda transportadora, el segundo perfora y regresa, en ese momento el tercer pistón sale y barrena la pieza y regresa, el primer pistón regresa liberando la pieza para darle paso a otra.



Figura 60. Máquina perforadora y barrenadora



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### **5.3. Control lógico programable**

Como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

#### **5.3.1. Función OR**

##### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
- Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
- Saber cómo cablear un PLC
- Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC

##### Acciones

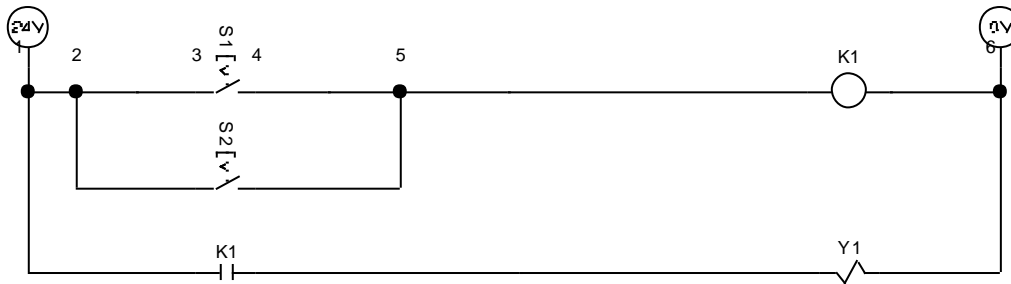
- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

##### Descripción del problema

Se pretende realizar y analizar el comportamiento de la función OR mediante la utilización de botones.

Al presionar cualquiera de los 2 botones de inicio, ya que están en paralelo, se accionara la salida.

Figura 61. Función OR



Fuente: Neumática Festo Fluidsim.

### 5.3.2. Función AND

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
- Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
- Saber cómo cablear un PLC
- Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC

#### Acciones

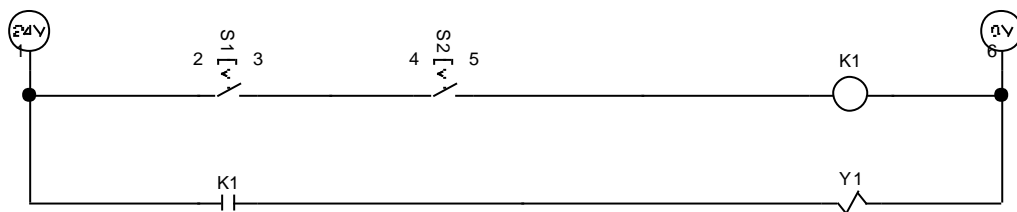
- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Se pretende realizar y analizar el comportamiento de la función AND mediante la utilización de botones.

Para que la salida se accione en necesario presionar los 2 botones de inicio y que se encuentran en serie.

Figura 62. **Función AND**



Fuente: Neumática Festo-Fluidsim.

### 5.3.3. Función *timer*

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
  - Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
  - Saber cómo cablear un PLC
  - Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC
- Utilización de *timers*

## Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Realizar un semáforo mediante *timers* en el cual las lucen cambiara como habitualmente lo hacen y además tomara una fotografía al vehículo que se pase en rojo.

### **5.3.4. Función *timer* y comparadores**

## Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
- Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
- Saber cómo cablear un PLC
- Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC
- Utilización de *timers* y comparadores

## Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

### Máquina perforadora y barrenadora

El primer pistón prensa la pieza que llega de la banda transportadora, el segundo perfora y regresa, en ese momento el tercer pistón sale y barrena la pieza y regresa, el primer pistón regresa liberando la pieza para darle paso a otra.

Todo controlado con *timer* y sus comparadores para darle tiempo de salida y regreso a los pistones.

### **5.3.5. Distribuidor de cajas**

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
- Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
- Saber cómo cablear un PLC
- Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Un pulsador M pone en marcha el motor CT de la cinta transportadora sobre la cual desplazan cajas de 2 tamaños diferentes (grandes y pequeñas) hasta llegar a una plataforma donde un par de sensores S1 y S2 detectan el tamaño de las cajas y detienen CT. Las cajas pequeñas son llevadas al nivel N1 por un mecanismo elevador (L) de la plataforma. Las grandes se llevan al N2 por el mismo mecanismo. Cuando las cajas llegan a su nivel correspondiente son retiradas por dos pistones (PA y PB) y la plataforma regresa a su nivel de reposo por el mecanismo de descenso (DES) y CT se pone en marcha nuevamente, un pulsador de parada P detiene el sistema. Cada pistón posee sus respectivos finales de carrera (FCA y FCB) para detectar su posición extrema.

### **5.3.6. Sistema de control de tanques**

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
- Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
- Saber cómo cablear un PLC
- Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados

## Descripción del problema

Al presionar un pulsador de arranque (PA) se abren las electroválvulas V1 y V2 durante 10 y 15 segundos, respectivamente y se abre V3 durante 12 segundos, el agitador A1 se enciende durante 10 seg. al alcanzarse el nivel N1. A2 hace lo mismo al alcanzarse el nivel N3, las válvulas V4 y V5 abren 5 segundos después de apagarse A1 y A2 respectivamente y se apagan al alcanzarse los niveles N2 y N4 correspondientes. A3 se enciende durante 12 segundos, al alcanzarse el nivel N5, la bomba BOM se enciende al apagarse A3 y se apaga al alcanzarse el nivel N6 seguidamente el proceso se reinicia, un pulsador de para (PP) evita k el proceso se reinicie aunque no interrumpa la secuencia, un pulsador de emergencia (PE) detiene el proceso en cualquier momento.

### **5.3.7. Sistema de corte y apilamiento de láminas**

#### Objetivos

- Visualizar el funcionamiento de un PLC
- Ver las herramientas con las que cuenta el PLC
- Saber cómo cablear un PLC
- Aplicación de la unidad de comunicación CPU con el PLC

#### Acciones

- Diseñar y dibujar el diagrama de escalera
- Seleccionar y utilizar los componentes adecuados
- Comparar la propia solución con la propuesta
- Conectar circuito y observar los resultados



## Descripción del problema

Al accionar un pulsador de marcha (PM) se pone en funcionamiento un par de rodillos (pinch roll) que extraen lámina de una bobina, un sensor P1 detecta el extremo de la lámina extraída y detiene el rodillo, simultáneamente una cuchilla (shear) desciende y corta la lamina, al subir la cuchilla, el pedazo de lámina es transportado sobre un conjunto de rodillos (conveyorrollers) hasta ser detectado por el sensor P2, en este momento, un mecanismo (conveyorbed) eleva el conjunto de rodillos y la lámina cortada se desliza y se apila, un pulsador de parada PP detiene el proceso una vez se apila la lamina cortada mientras que otro pulsador de emergencia PE detiene el proceso en cualquier momento.

## CONCLUSIONES

1. La guía está enfocada principalmente en el diseño de sistemas electroneumáticos y la nomenclatura básica utilizada.
2. Se utilizaron demos descargados de Internet, *software* de neumática y automatización industrial, la diagramación presentada, como una inducción a dichos programas.
3. Se describen diferentes tipos de dispositivos y elementos neumáticos, propios en la realización de proyectos electroneumáticos.



## RECOMENDACIONES

1. Es importante que el Laboratorio de Instalaciones Mecánicas, donde se imparte el curso de neumática, sea provisto de equipo de computación para poder realizar las simulaciones en el *software* adecuado.
2. Además es importante la adquisición de equipo de automatización como PLC's y para que los estudiantes puedan programarlos y así tener habilidades con los mismos.
3. Adquirir válvulas electro neumáticas para poder realizar ensayos con las mismas a través de la programación de los PLC.
4. Puntualizar en la seguridad industrial es decir en el uso de equipo adecuado para realizar las diferentes operaciones, como guantes y anteojos.
5. Actualizar la presente guía para así estar al día con las nuevas tecnologías.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CREUS SOLÉ, Antonio. *Neumática e hidráulica*. 2a ed. México: Marcombo, 2010. 426 p.
2. HERAS JIMÉNEZ, Salvador Augusto. *Instalaciones neumáticas*. España: UOC, 2003. 116 p.
3. MILLÁN TEJA, Salvador. *Automatización neumática y electroneumática*. México: Marcombo, 1995. 252 p.
4. QUIROZ E., Horacio C. *Redes de aire comprimido*. Colombia: Universidad de Eafit, 2003. 142 p.
5. SERRANO NICOLÁS, Antonio. *Neumática práctica*. México: Paraninfo, 2010. 456 p.
6. VILATORIA, José Roldan. *Neumática, hidráulica y electricidad aplicada*. México: Paraninfo, 2001. 219 p.