



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“MANTENIMIENTO MEJORATIVO DE UN BANCO DE
NEUMÁTICA PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN
Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA, ESCUELA DE INGENIERÍA
DE MANTENIMIENTO”.**

JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

**RIOBAMBA - ECUADOR
2019**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

2019-03-15

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

Titulado:

**“MANTENIMIENTO MEJORATIVO DE UN BANCO DE NEUMÁTICA PARA
EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y MANIPULACIÓN
AUTOMÁTICA, ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO”.**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO



Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR



Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
MIEMBRO

ESPOCH

Facultad de Mecánica

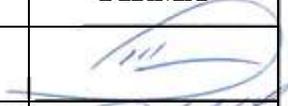
EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “MANTENIMIENTO MEJORATIVO DE UN BANCO DE NEUMÁTICA PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA, ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO”.

Fecha de Examinación: 2019-07-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Pablo Montalvo Jaramillo DIRECTOR			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos MIEMBRO			

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

RECOMENDACIONES: _____

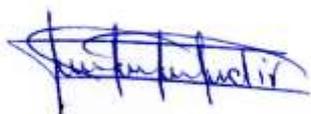
El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.



Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

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

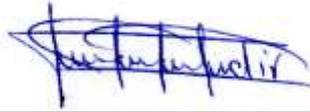


JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

C.I: 180457621-1

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Johanna Lorena Caiza Chango, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente consultados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.



JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

C.I: 180457621-1

DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño dedico la culminación del presente proyecto de titulación, a DIOS, a mi tierna criatura que viene en camino, a mi papito Armando que ha sabido inculcarme el sentido de la perseverancia, a mi mamita Inés que con su carisma y paciencia ha sido mi compañera fiel durante el transcurso de la carrera, a mi esposo Cesar por acompañarme y cuidarme en todo momento, a mis padres políticos Sergio(+) y Beatriz por acogerme en su linda familia, a mis hermanos Vinicio, Patricio(+), Fernando, y Cristian, por apoyarme y darme ánimos siempre.

A toda mi familia, compañeras y compañeros que han llenado mi vida, con quienes he compartido muchos momentos bonitos, y también he afrontado adversidades, siempre juntos con la bendición de DIOS.

JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

AGRADECIMIENTO

Al culminar mi carrera universitaria quiero empezar agradeciendo a nuestro Padre Celestial y a Nuestra Virgen Santísima por haberme bendecido con la vida y por darme la oportunidad de vivirla con salud y con amor.

Mi agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de manera especial a la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento por brindarme la oportunidad de educarme y obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad.

De igual manera quiero agradecer a toda mi querida familia por el apoyo y comprensión brindada en beneficio de mi preparación y educación.

Agradezco al Ing. Pablo Montalvo e Ing. Marco Santillán, quienes me brindaron su acertada dirección y cooperación durante el desarrollo del presente trabajo.

JOHANNA LORENA CAIZA CHANGO

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Neumática.....	5
2.2 Generación y alimentación de aire comprimido.....	5
2.2.1 <i>Preparación de aire comprimido</i>	5
2.2.2 <i>Compresores</i>	6
2.2.3 <i>Acumulador</i>	6
2.2.4 <i>Distribuidor de aire</i>	6
2.2.5 <i>Unidad de mantenimiento</i>	6
2.3 Sistemas de accionamiento o actuadores.....	7
2.3.1 <i>Cilindro de simple efecto</i>	8
2.3.2 <i>Cilindro de doble efecto</i>	9
2.4 Válvulas distribuidoras de aire.....	10
2.4.1 <i>Tipos de accionamiento de válvulas distribuidoras</i>	11
2.4.2 <i>Válvulas de 3/2 vías monoestable accionamiento manual</i>	12
2.4.3 <i>Válvulas de leva 3/2 vías</i>	12
2.4.4 <i>Válvulas neumáticas 5/2 vías monoestables</i>	13
2.5 Elementos de procesamiento.....	14
2.5.1 <i>Válvulas de simultaneidad</i>	14
2.5.2 <i>Válvulas selectoras</i>	14

2.5.3	<i>Válvulas de estrangulación y anti retorno</i>	15
2.6	Mantenimiento mejorativo.	16
2.7	Métodos para diseño de circuitos neumáticos.	17
2.7.1	<i>Método cascada</i>	17
2.7.2	<i>Método paso a paso</i>	17
2.7.3	<i>Método binodal simplificado o tabla de secuencias</i>	17
CAPÍTULO III		
3.	DESARROLLO	18
3.1	Detalle de válvulas y elementos a utilizar.	18
3.1.1	<i>Pasos para comprensión de la simbología de las válvulas</i>	19
3.2	Diseño de soportes para válvulas.	20
3.3	Método intuitivo para la resolución de circuitos neumáticos.	22
3.3.1	<i>Pasos del método intuitivo</i>	22
3.4	Desarrollo de ejercicios de aplicación.	24
3.4.1	<i>Ejercicio de laboratorio 1</i>	24
3.4.2	<i>Ejercicio de laboratorio 2.</i>	25
3.4.3	<i>Ejercicio de laboratorio 3.</i>	25
3.4.4	<i>Acotación sobre uso de válvulas tipo O y tipo Y</i>	26
3.4.5	<i>Ejercicio de laboratorio 4.</i>	27
3.4.6	<i>Ejercicio de laboratorio 5.</i>	30
3.4.7	<i>Ejercicio de laboratorio 6.</i>	31
3.5	Resultados obtenidos.	32
3.5.1	<i>Aplicaciones de circuitos neumáticos</i>	33
3.6	Normativa de seguridad de utilización de los equipos.	39
3.7	Plan de mantenimiento.	40
3.7.1	<i>Descripción de los equipos del banco neumático</i>	40
3.7.2	<i>Recomendaciones de uso y para actividades de mantenimiento</i>	42
3.7.3	<i>Check List.</i>	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		46
Conclusiones.		46
Recomendaciones.		46
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1 Estación de generación del aire comprimido.	5
Figura 2-2 Tipos de compresores.	6
Figura 2-3 Unidad de mantenimiento.	7
Figura 2-4 Actuador neumático.	7
Figura 2-5 Cilindro de simple efecto – Dibujo en sección y símbolo.	8
Figura 2-6 Accionamiento de un cilindro de simple efecto.	9
Figura 2-7 Cilindro de doble efecto - Dibujo en sección y símbolo.	9
Figura 2-8 Accionamiento de un cilindro de doble efecto.	10
Figura 2-9 Métodos de accionamiento de válvulas.	11
Figura 2-10 Válvula 3/2 con pulsador.	12
Figura 2-11 Válvula de leva 3/2 vías, NA. Izquierda: sin activar. Derecha: activada... 13	13
Figura 2-12 Válvula neumática de corredera de 5/2 vías.	13
Figura 2-13 Válvula de simultaneidad: función lógica de Y.	14
Figura 2-14 Válvula selectora: función lógica de O – Dibujos en sección y símbolo... 15	15
Figura 2-15 Válvula de estrangulación y anti retorno.	15
Figura 2-16 Mantenimiento mejorativo.	16
Figura 3-1 Número de posiciones válvulas.	19
Figura 3-2 Número de vías en válvulas.	19
Figura 3-3 Ejemplos conexiones internas de vías en válvulas.	19
Figura 3-4 Diseño de soportes en SOLIDWORKS.	20
Figura 3-5 Válvula neumática selectora	20
Figura 3-6 Válvula 3/2 acción por esfuerzo muscular	21
Figura 3-7 Válvula 3/2 accionamiento mecánico	21
Figura 3-8 Válvula 5/2 accionamiento neumático	21
Figura 3-9 Diagrama de conexión del Ejercicio 1.	24
Figura 3-10 Diagrama de conexión del Ejercicio 2.	25
Figura 3-11 Diagrama de conexión del Ejercicio 3.	26
Figura 3-12 Circuito pulsadores paralelo.	26
Figura 3-13 Circuito pulsadores serie.	27
Figura 3-14 Enclavamiento paro prioritario	28

Figura 3-15 Enclavamiento marcha prioritaria.....	29
Figura 3-16 Diagrama de conexión del Ejercicio 5.	30
Figura 3-17 Diagrama de conexión del Ejercicio 6.	31
Figura 3-18 Selección y clasificación productos.	33
Figura 3-19 Remachadora.....	34
Figura 3-20 Prensa neumática.	34
Figura 3-21 Plataforma neumática.....	35
Figura 3-22 Distribución de cajas en una cinta transportadora.	35
Figura 3-23 Compactadora de latas de aluminio.	36
Figura 3-24 Cadenas de distribución y transporte.	36
Figura 3-25 Proceso de fresado.	37
Figura 3-26 Transporte y prensado de piezas.	38
Figura 3-27 Arenado de piezas fundidas.	38
Figura 3-28 Puerta garaje.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1 Inventario de elementos a utilizar.....	18
Tabla 3-2 Elementos incluidos para mantenimiento.....	40
Tabla 3-3 Tareas de mantenimiento por elemento neumático.	41
Tabla 3-4 Plan de mantenimiento.	42
Tabla 3-5 CHECK LIST	45

LISTA DE ABREVIACIONES

PSI	Unidad de presión igual a libra por pulgada cuadrada.
BAR	Unidad de presión equivalente a kg/cm^2 .
A0	Final de carrera posición inicial del cilindro A.
A1	Final de carrera posición final del cilindro A.
B0	Final de carrera posición inicial del cilindro B.
B1	Final de carrera posición final del cilindro B.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A GUÍAS DE LABORATORIO

ANEXO B MANUAL DE MANTENIMIENTO

RESUMEN

Se realizó el mantenimiento mejorativo de un módulo de neumática cuyos cilindros de simple y doble efecto funcionaban netamente con la activación y desactivación de elementos eléctricos y electroneumáticos. En primera instancia se integraron elementos de neumática pura en presentaciones monoestables, y que trabajan con accionamientos de esfuerzo muscular, mecánicos y por aire, que es el caso de pulsadores, finales de carrera, y válvulas de potencia respectivamente. Para el diseño de circuitos neumáticos se utilizó un método intuitivo tomando características de los métodos de resolución de circuitos secuenciales de cascada, paso a paso y tablas de estados. El método utilizado permite diseñar los circuitos en base a la descripción del funcionamiento del sistema, estableciendo los elementos necesarios y las condiciones que deben presentarse para el desenvolvimiento o ejecución de las etapas establecidas, simplificando el proceso mediante la obtención de ecuaciones para cada estado de activación, y desactivación de los actuadores. Al trabajar exclusivamente con elementos puramente neumáticos se lograron obtener al máximo las ventajas de la utilización de aire comprimido para ejemplificación, práctica y aplicación en procesos industriales y cumpliendo así, el objetivo del mantenimiento mejorativo, que indica que se pueden mejorar las características intrínsecas de los activos generando un cambio positivo al modificar, reemplazar, rediseñar elementos del sistema, sin cambiar la función principal del mismo, y aportando características de fiabilidad, seguridad o mantenibilidad. Se recomienda para aplicaciones futuras integrar la utilización simultánea de elementos puramente neumáticos, eléctricos y electroneumáticos para incrementar la capacidad del banco de neumática en el desarrollo y ejemplificación de procesos reales en industrias.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <NEUMÁTICA PURA>, <VÁLVULAS MONOESTABLES>, <PROCESOS SECUENCIALES>, <APLICACIONES NEUMÁTICAS>, <ACTUADORES LINEALES >.



ABSTRACT

The improvement of a pneumatic module was carried out whose cylinders of simple and double effect worked clearly with the activation and deactivation of electrical and electropneumatic elements. In the first instance, pneumatic elements were integrated into monostable presentations, and they work with muscular, mechanical and air force drives, which is the case of push buttons, limit switches, and power valves respectively. For the design of pneumatic circuits an intuitive method was used, taking characteristics of the resolution methods of sequential cascade circuits, step by step and state tables. The method used allows to design the circuits based on the description of the operation of the system, establishing the necessary elements and the conditions that must be presented for the development or execution of the established stages, simplifying the process by obtaining equations for each activation state, and deactivating the actuators. By working exclusively with purely pneumatic elements, it was possible to obtain the maximum the advantages of the use of compressed air for exemplification, practice and application in industrial processes and thus fulfilling the objective of the improvement maintenance, which indicates that the intrinsic characteristics of the assets can be improved generating a positive change when modifying, replacing zar, redesign elements of the system, without changing the main function thereof, and providing reliability, security or maintainability characteristics. It is recommended for future applications to integrate the simultaneous use of purely pneumatic, electrical and electro-pneumatic elements to increase the capacity of the pneumatics bank in the development and exemplification of real processes in industries.

Keywords: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <PURE PNEUMATICS>, <VALVUALS MONOESTABLES>, <SEQUENTIAL PROCESSES>, <PNEUMATIC APPLICATIONS>, <LINEAR ACTUATORS>.

Reviewed by: Professor Jaime Tapia



INTRODUCCIÓN

La industria evoluciona constantemente en la aplicación de nuevas tecnologías para conseguir los múltiples procesos que en ella se realizan, incorporando automatismos cada vez más sofisticados.

El sector industrial del país se utiliza procesos neumáticos en los sectores alimenticios, mineros, embalaje, recubrimiento metálico con pinturas, sistemas de enllantaje, automatización y control neumático, etc.

Sin embargo, toda tecnología debe apoyarse sobre bases sólidas, cuyo conocimiento resulta imprescindible para el profesional que trabaja en el campo de la neumática.

El correspondiente desarrollo de la neumática aplicada ayuda al profesional a lograr su objetivo tanto en el mantenimiento de máquinas e instalaciones, como a la realización de esquemas y proyectos.

Es necesario reunir datos sobre los más modernos y usuales aparatos y accesorios que se utilizan en las instalaciones neumáticas, con el fin de darles una mayor divulgación, y sirva como aplicación de conocimientos a profesionales. Por lo expuesto, el ejercicio profesional de un Ingeniero requiere que su perfil abarque contenidos de neumática.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.

1.1 Antecedentes.

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre la misma que es aprovechada para diferentes procesos en el sector industrial. Una ventaja importante es que se encuentra en cantidades ilimitadas y sin costo alguno. El descubrimiento del aire como medio - materia terrestre - se remonta a muchos siglos, lo mismo que un trabajo más o menos consciente con dicho medio. El primero del que sabemos que con seguridad que se ocupó de la neumática, es decir, de la utilización del aire comprimido como elemento de trabajo, fue el griego KTESIBIOS. Hace más de dos mil años, construyó una catapulta de aire comprimido. Uno de los primeros libros acerca del empleo del aire comprimido como energía procede del siglo I de nuestra era, y describe mecanismos accionados por medio de aire caliente. De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma", que designa la respiración, el viento y, en filosofía, también el alma. Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto Neumática que trata los movimientos y procesos del aire. Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado se empezó a investigar sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Sólo desde aproximadamente el año 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación. Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramas de explotación como por ejemplo en la minería, la industria de la construcción y en los ferrocarriles (frenos de aire comprimido). La irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que se hizo necesaria la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación. En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el

aire comprimido. Este es el motivo de que en las ramas industriales más variados se utilice aparatos neumáticos.

1.2 Planteamiento del problema.

El Laboratorio de Automatización y Manipulación Automática carece de un banco de neumática completo para que los estudiantes puedan efectuar las distintas prácticas que requieren ya que para ello se requiere realizar el mantenimiento mejorativo que permita el fortalecimiento de la capacidad y la estructura de enseñanza por parte del docente a sus alumnos, permitiendo así el fácil manejo, control y mantenimiento por parte del personal encargado.

1.3 Justificación.

En nuestro país la neumática es considerada como muy importante en el sector industrial ya que se ha aplicado en diversos sistemas de automatización, favoreciendo al estudiante de ingeniería a desenvolverse de manera correcta y efectiva al aplicar los conocimientos técnicos adquiridos durante su vida estudiantil en sistemas electro neumáticos y neumáticos.

La Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con un Laboratorio de Automatización y Manipulación Automática, el mismo que cuenta con un módulo incompleto dificultando que los estudiantes puedan desarrollar sus conocimientos y aplicación en la cátedra de Control y Manipulación Automática, por lo que el presente proyecto tiene como objetivo mejorar las destrezas y habilidades del estudiante el cual procederá a realizar el mantenimiento mejorativo de un banco de neumática.

Esto ha provocado que el estudiante al salir al campo laboral tenga problemas ya que se presenta un déficit de conocimientos prácticos y familiarización con distintos equipos existentes en la industria.

1.4 Objetivos.

1.4.1 *Objetivo general.*

Realizar el mantenimiento mejorativo de un banco de neumática para el Laboratorio de Automatización y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

1.4.2 *Objetivos específicos.*

Seleccionar de forma adecuada los elementos que conforman el banco de neumática.

Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura y capacidad de enseñanza de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Ensamblar un banco de neumática que facilite el manejo y el mantenimiento por el personal encargado.

Elaborar las guías de laboratorio para el desarrollo de prácticas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Neumática.

La palabra neumática se refiere al estudio del movimiento del aire, especialmente en el campo industrial y comercial, los sistemas que emplean aire comprimido proveen un movimiento controlado mediante motores y cilindros neumáticos, dentro de las aplicaciones de los sistemas neumáticos tenemos el empleo en martillos neumáticos, válvulas de control, elevadores, motores y frenos neumáticos, prensas neumáticas, robots industriales, pistolas para pintar, herramientas etc. (Solé, 2007)

Los sistemas neumáticos precisan de una estación de preparación y generación del aire comprimido, y se complementan con sistemas eléctricos y electrónicos que le permiten obtener un alto grado de sofisticación y flexibilidad. (Solé, 2007)

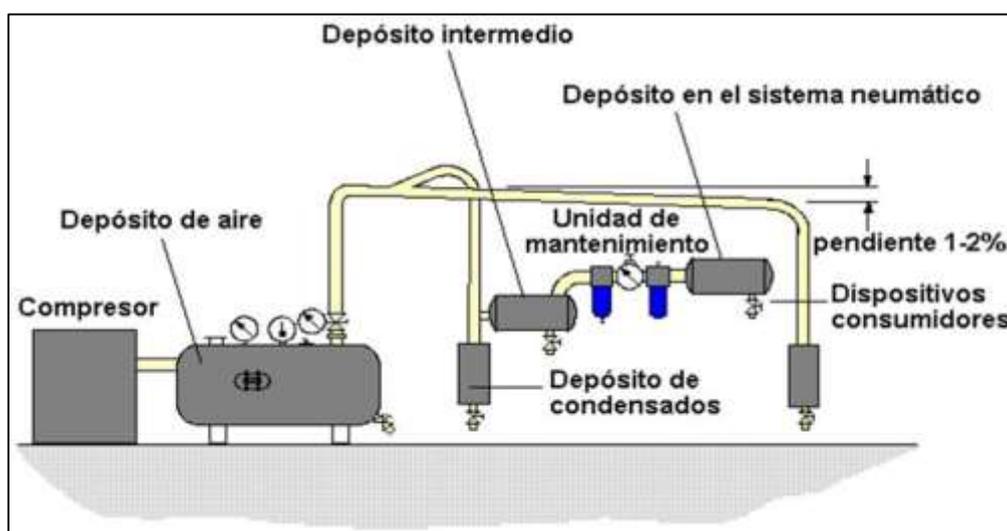


Figura 2-1 Estación de generación del aire comprimido.
Fuente: (Solé, 2007)

2.2 Generación y alimentación de aire comprimido.

2.2.1 Preparación de aire comprimido. - Para lograr un sistema de control neumático de calidad se debe proveer aire seco, limpio y a la presión correcta (FESTO, 2009).

2.2.2 Compresores. - La función de los compresores es transformar energía mecánica en energía neumática, toma aire a presión atmosférica, lo comprime y entrega a una presión más elevada al sistema neumático, los compresores se clasifican según el tipo de construcción de los mismos, y su selección depende de la presión de trabajo y caudal de aire necesario (FESTO, 2009).

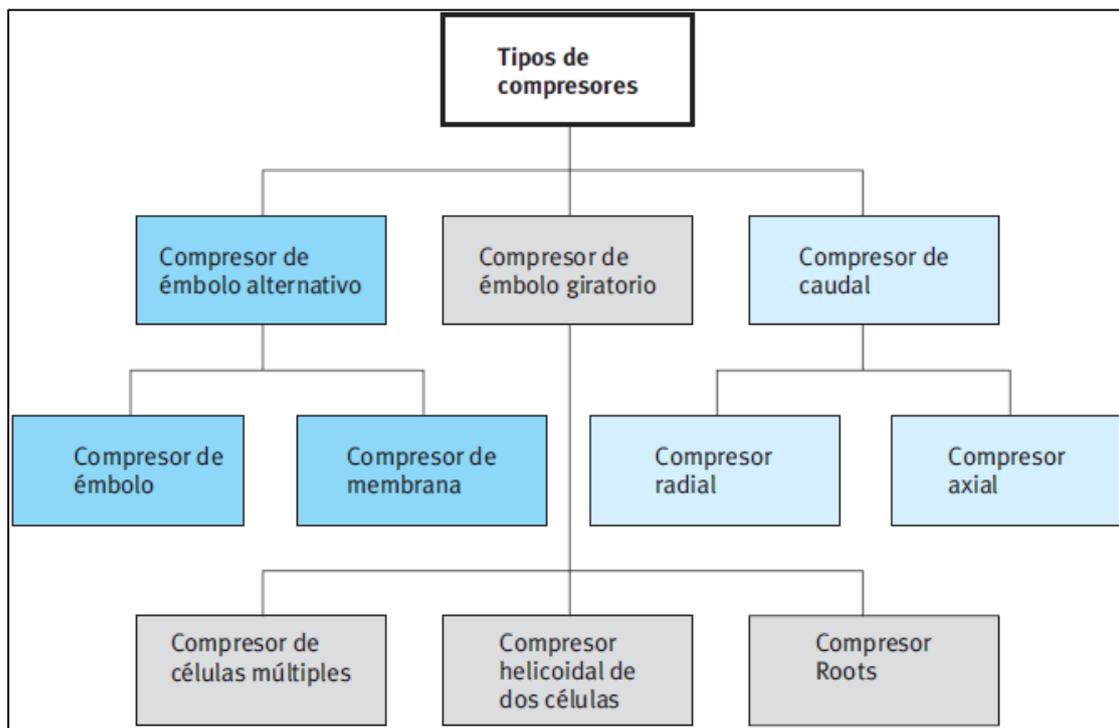


Figura 2-2 Tipos de compresores.

Fuente: (FESTO, 2009)

2.2.3 Acumulador. - Estabiliza el nivel de aire comprimido, si la presión de aire del acumulador disminuye del valor definido el compresor se activa y funciona hasta que el acumulador alcance el valor establecido (FESTO, 2009).

2.2.4 Distribuidor de aire. - Para la distribución fiable de aire se deben tener en cuenta varios aspectos como la configuración de la red de tubos, sus dimensiones y el sistema de mantenimiento (FESTO, 2009).

2.2.5 Unidad de mantenimiento. - Engloba varias funciones del acondicionamiento de aire como son filtrado, lubricación y control de presión, el abastecimiento de aire a presión de calidad depende en gran medida del filtro que se elija, para remplazar el filtro debe realizarse previamente una verificación visual o medición de diferencias de presión al ingreso y salida de la unidad de mantenimiento.



Figura 2-3 Unidad de mantenimiento.
Fuente: (FESTO, 2009)

2.3 Sistemas de accionamiento o actuadores.

Un actuador es el encargado de convertir energía en trabajo, además de controlar el movimiento mediante la utilización de una unidad de control que interactúa al recibir las señales del sistema de accionamiento.

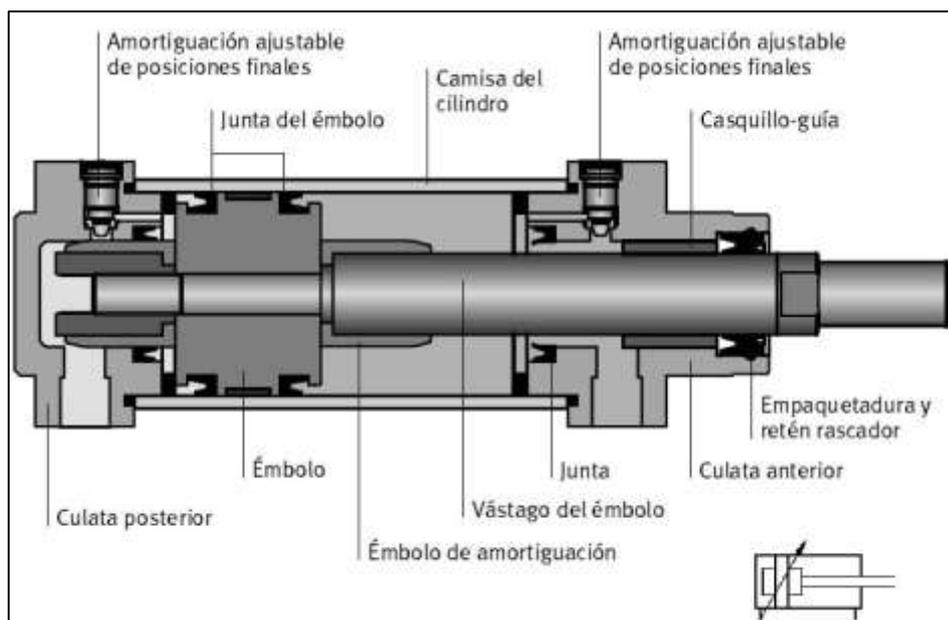
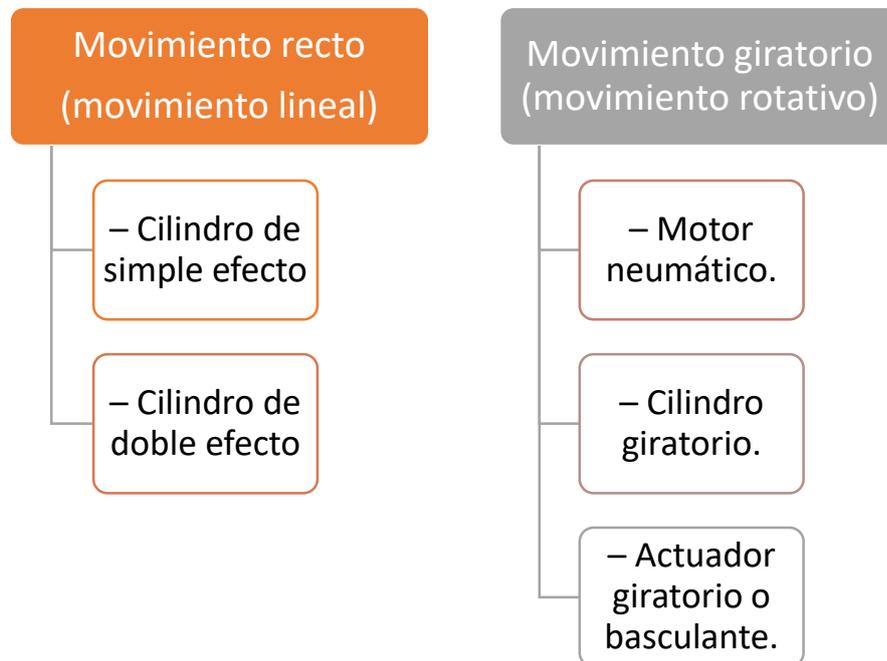


Figura 2-4 Actuador neumático.
Fuente: (Solé, 2007).

Los actuadores neumáticos se pueden clasificar según el tipo de movimiento que realizan en actuadores de movimiento lineal y en actuadores de movimiento rotatorio.



2.3.1 Cilindro de simple efecto. - Ejecuta trabajo en un solo sentido, recibe aire por un solo lado y el retroceso se efectúa sin carga debido a un fuelle incorporado que retorna al embolo a su posición inicial a una velocidad moderada.

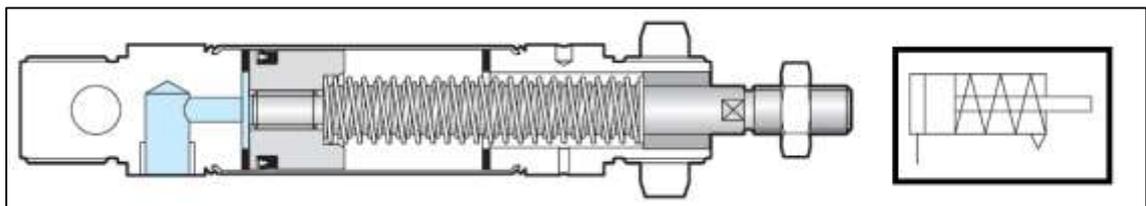


Figura 2-5 Cilindro de simple efecto – Dibujo en sección y símbolo.

Fuente: (FESTO, 2009)

Aplicaciones del cilindro de simple efecto:

- Entregar piezas
- Juntar piezas
- Sujetar piezas
- Derivar piezas
- Distribuir piezas

El émbolo de un cilindro de simple efecto está provisto de junta simple, montada en el lado de aplicación de la presión, los cilindros de fuelle hacen las veces de elemento de accionamiento mediante la alimentación y el escape de aire (FESTO, 2009).

Accionamiento de un cilindro de simple efecto: se puede controlar el funcionamiento de este cilindro mediante una válvula de tres conexiones (vías) y dos posiciones 3/2.

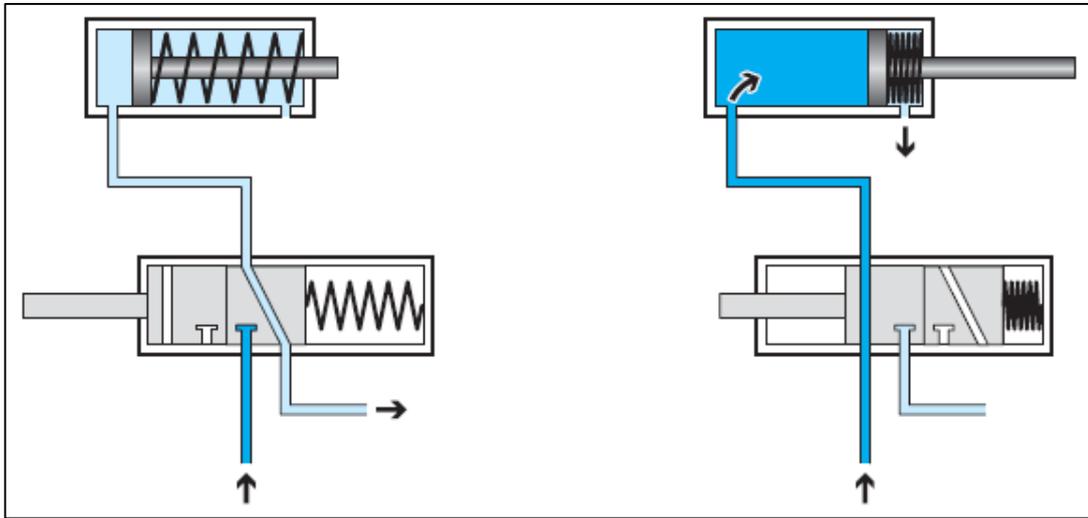


Figura 2-6 Accionamiento de un cilindro de simple efecto.

Fuente: (FESTO, 2009)

- Si la válvula distribuidora se encuentra en su posición normal, se descarga la cámara del cilindro a través de la válvula, y el vástago retrocede (se halla en su posición inicial).
- Al activarse la válvula distribuidora, ingresa aire a la cámara del cilindro, y el vástago avanza.
- Si la válvula vuelve a conmutar, sale el aire de la cámara del cilindro y el vástago retrocede (FESTO, 2009).

2.3.2 Cilindro de doble efecto. - Su construcción es similar a la de un cilindro de simple efecto. Sin embargo, este cilindro no tiene un muelle de reposición, ambas conexiones se utilizan para alimentación y escape de aire, ampliando numerosas aplicaciones al permitir que el cilindro ejecute trabajo en ambos sentidos, con una ligera diferencia de fuerza que se aplica en el vástago que es superior en avance que, en retroceso, debido a que la superficie es mayor en el lado del émbolo que en el lado del vástago (FESTO, 2009).

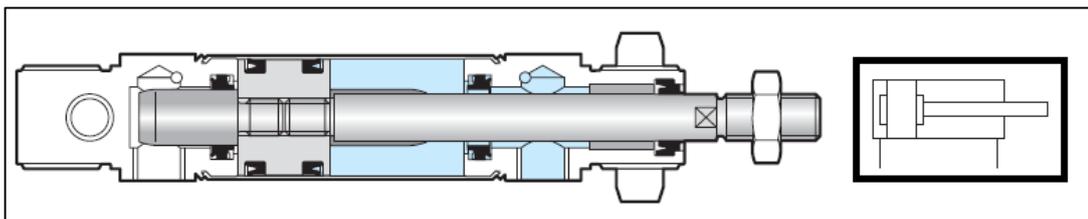


Figura 2-7 Cilindro de doble efecto - Dibujo en sección y símbolo.

Fuente: (FESTO, 2009)

Accionamiento de un cilindro de doble efecto: este cilindro se controla con una válvula de cinco vías y dos posiciones.

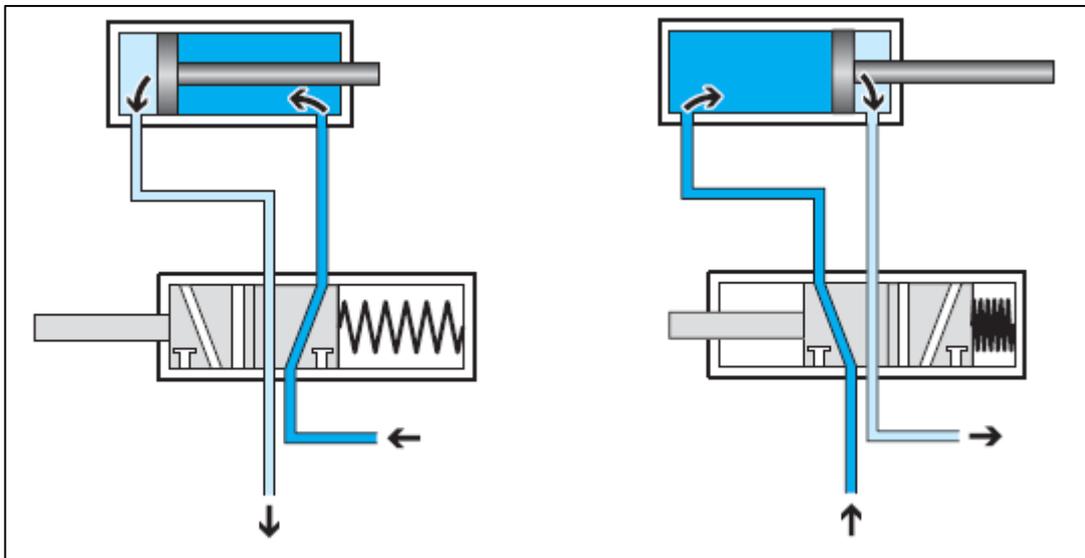


Figura 2-8 Accionamiento de un cilindro de doble efecto.

Fuente: (FESTO, 2009)

- Si la válvula distribuidora está en posición normal, se evacua el aire de la cámara izquierda del cilindro y se aplica presión en la cámara del lado derecho, provocando que el vástago retroceda.
- Si se acciona la válvula distribuidora, se aplica presión en la cámara izquierda del cilindro y se evacua la cámara del lado derecho, haciendo que el vástago avance.
- La válvula distribuidora al conmutar nuevamente hace que el vástago retroceda (FESTO, 2009).

2.4 Válvulas distribuidoras de aire.

Las válvulas distribuidoras o válvulas de vías tienen como propósito desviar el caudal del aire comprimido, en estas válvulas el sentido del flujo viene marcado con una flecha, y el accionamiento de las mismas puede ser manual, mecánico, neumático o eléctrico (FESTO, 2009).

Las tareas más importantes que llevan a cabo las válvulas distribuidoras son abrir o bloquear la alimentación de aire comprimido, y permitir que los actuadores neumáticos avancen y retrocedan (FESTO, 2009).

Según su construcción las válvulas distribuidoras pueden clasificarse en monoestables y biestables. Las válvulas con reposición por muelle (monoestables), mantienen el estado de conmutación solamente mientras se mantiene la activación sobre la válvula, y las válvulas de impulsos mantienen el estado de conmutación, aunque ya no estén activadas (FESTO, 2009).

2.4.1 Tipos de accionamiento de válvulas distribuidoras. - se aplican cuatro tipos de accionamiento y dependen de las exigencias que plantea la aplicación de aire comprimido. Existe el accionamiento manual, accionamiento mecánico, accionamiento por aire comprimido y el accionamiento eléctrico. Además, se puede utilizar una combinación de los diversos tipos de accionamiento mencionados (FESTO, 2009).

Función	Símbolo
Accionamiento manual	
Presionando	
Mediante palanca	
Accionamiento mecánico	
Mediante leva	
Mediante rodillo	
Accionamiento neumático	
Mediante aire comprimido	
Reposición mediante muelle neumático	
Accionamiento eléctrico	
Mediante bobina	
Accionamiento combinado	
Válvula servopilotada, accionamiento electromagnético en ambos lados, con accionamiento manual auxiliar	
Partes mecánicas	
Reposición mediante muelle	

Figura 2-9 Métodos de accionamiento de válvulas.
Fuente: (FESTO, 2009)

La representación o símbolo de una válvula distribuidora debe mostrar el tipo básico de accionamiento de la válvula, la forma de reposición, servo pilotaje (si procede), accionamientos adicionales (accionamiento manual auxiliar, si procede) (FESTO, 2009).

Válvulas de 3/2 vías: estas válvulas constan de 3 conexiones y 2 posiciones, su accionamiento depende del tipo de sistema de control.

2.4.2 Válvulas de 3/2 vías monoestable accionamiento manual. – Las válvulas de accionamiento manual se utilizan en plantas industriales y, en talleres de artesanía industrial. Con estas válvulas se ejecutan procesos sencillos (retener o cerrar puertas de protección, movimientos de empuje, giratorios, basculantes o de inclinación), estas válvulas tienen o carecen de sistema de recuperación. Las válvulas pueden ser de accionamiento directo o contar con servo pilotaje neumático (FESTO, 2009).

Funcionamiento: Oprimiendo el pulsador, se acciona la válvula. Al soltar el pulsador, la válvula retorna a su posición normal por efecto del muelle de recuperación.

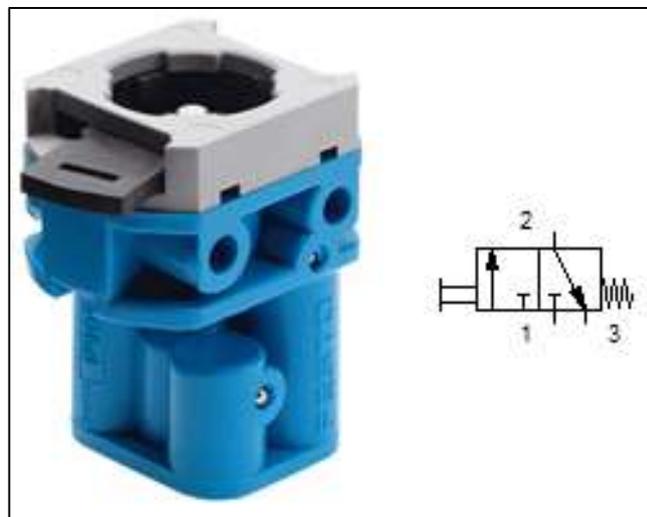


Figura 2-10 Válvula 3/2 con pulsador.
Fuente: (FESTO, 2009)

2.4.3 Válvulas de leva 3/2 vías. - Esta válvula de accionamiento mecánico tiene asiento de plato con una junta sencilla, pero muy eficiente. El tiempo de respuesta es muy corto. Mediante un movimiento de corto recorrido, se abre una sección de gran tamaño para que fluya el aire. Por lo general las válvulas de 3/2 vías se utilizan para controlar cilindros de simple efecto o para activar elementos de maniobra.

“En una válvula con posición normal abierta, está abierto el paso desde la conexión 1 hacia la conexión 2. El asiento de plato cierra la conexión 3. Al activar la leva de la válvula, la leva bloquea la conexión 1 de aire comprimido, y el plato se levanta de su asiento. Así, el aire de escape puede fluir desde 2 hacia 3. Si se deja de activar la leva, el muelle de reposición vuelve a colocar la leva y el plato en sus posiciones iniciales. Así, el aire comprimido vuelve a fluir desde 1 hacia 2” (FESTO, 2009).

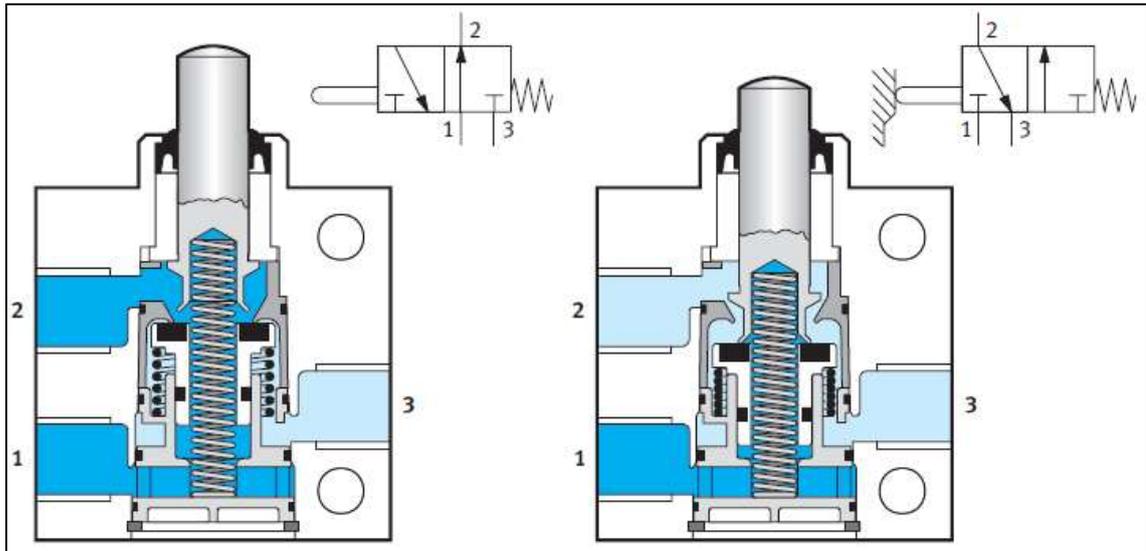


Figura 2-11 Válvula de leva 3/2 vías, NA. Izquierda: sin activar. Derecha: activada
Fuente: (FESTO, 2009)

2.4.4 Válvulas neumáticas 5/2 vías monoestables. – “El elemento de mando es un émbolo de control, con el que realizando movimientos longitudinales establece una unión entre las correspondientes conexiones o se bloquea la conexión entre ellas” (FESTO, 2009). “En este tipo de válvulas se aplica muy poca fuerza de accionamiento, a diferencia de lo que sucede en el caso de las válvulas de asiento de bola o de plato, porque no es necesario superar la fuerza que ejerce el aire comprimido o un muelle” (FESTO, 2009).

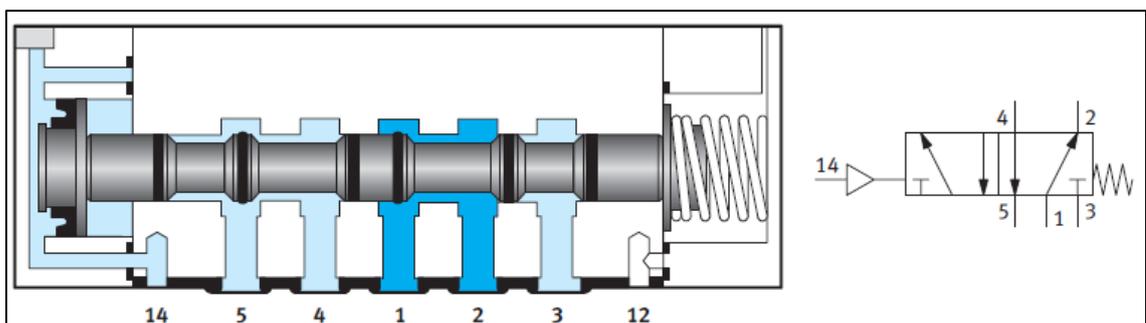


Figura 2-12 Válvula neumática de corredera de 5/2 vías.
Fuente: (FESTO, 2009).

2.5 Elementos de procesamiento.

Se consideran elementos de procesamiento aquellos componentes que tienen las propiedades de una válvula antirretorno y que se encuentran montados entre dos tramos de transmisión de señales, además, pueden utilizarse como elementos de procesamiento para controlar dichas señales (FESTO, 2009).

Existen dos válvulas que se utilizan para el procesamiento lógico de dos señales de entrada y, para la posterior transmisión de la señal resultante. La válvula de simultaneidad, que únicamente genera una señal de salida, si recibe aire comprimido en ambas entradas (función de Y), y la válvula selectora que transmite una señal si recibe, como mínimo, una señal en cualquiera de sus entradas (función de O) (FESTO, 2009).

2.5.1 Válvulas de simultaneidad. - (Función lógica Y) “La válvula de simultaneidad tiene dos entradas (1) y una salida (2). El paso del aire comprimido sólo está abierto si la válvula recibe una señal en ambas entradas. Si solamente se recibe una señal en una de las dos entradas, se bloquea el paso debido a la diferencia de las fuerzas que se aplican en la corredera del émbolo” (FESTO, 2009).

Las aplicaciones de esta válvula son principalmente en sistemas de control de bloqueo, en aplicaciones de vigilancia y en sistemas con enlaces lógicos de Y (AND).

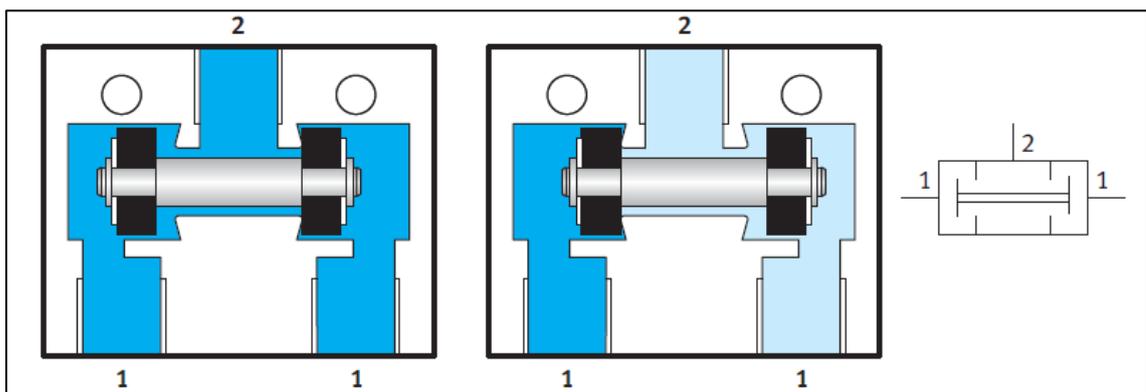


Figura 2-13 Válvula de simultaneidad: función lógica de Y.

Fuente: (FESTO, 2009).

2.5.2 Válvulas selectoras. - (Función lógica O) Esta válvula de cierre tiene dos entradas (1) y una salida (2), su funcionamiento se describe a continuación:

“Si se aplica presión en la entrada 1 del lado izquierdo, el émbolo bloquea la entrada del lado derecho. Así, el aire fluye desde la entrada 1 de lado izquierdo hacia la salida 2. Si fluye el aire desde la entrada 1 del lado derecho hacia la salida 2, se bloquea la entrada del lado izquierdo. Si el aire fluye en sentido contrario cuando el aire fluye a escape en la válvula montada detrás, el émbolo mantiene su posición anterior debido a las condiciones de presión imperantes en la válvula” (FESTO, 2009).

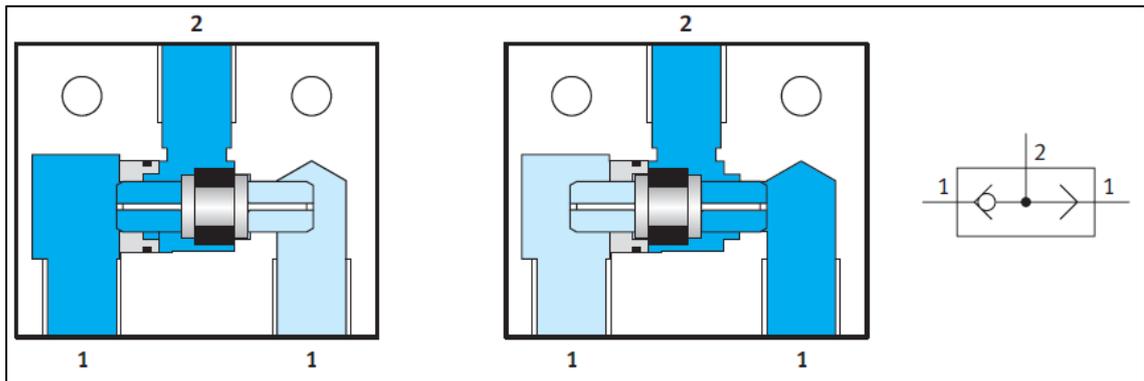


Figura 2-14 Válvula selector: función lógica de O – Dibujos en sección y símbolo.
Fuente: (FESTO, 2009).

2.5.3 Válvulas de estrangulación y anti retorno. – En estas válvulas, con efecto de estrangulación y anti retorno, el aire solo puede fluir en un solo sentido y fluir a través de la sección abierta por la estrangulación regulada, que de igual manera únicamente surte efecto en un sentido. Si se abre la válvula anti retorno, el aire puede fluir libremente en el sentido opuesto. Estas válvulas comúnmente se utilizan para regular la velocidad de cilindros neumáticos, y deben colocarse lo más cercano a los mismos (FESTO, 2009).

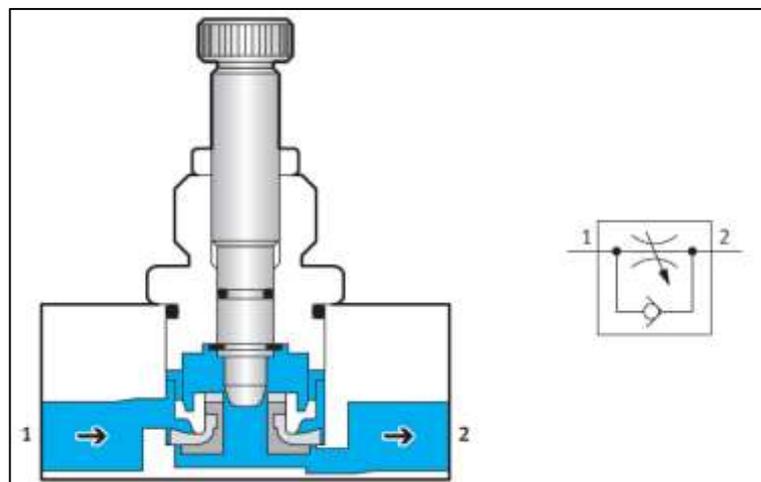


Figura 2-15 Válvula de estrangulación y anti retorno.
Fuente: (FESTO, 2009).

2.6 Mantenimiento mejorativo.

El Mantenimiento Mejorativo o Rediseños, consiste en la modificación, rediseño o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación (Moubray, 1991). La norma UNE EN 13306 indica que el concepto de mantenimiento mejorativo se aplica cuando el mantenimiento que se ejecuta sobre un activo se centra en crear un cambio positivo en alguna de las características intrínsecas o propias determinadas por el diseño de los equipos, pero sin cambiar las funciones para las cuales fueron diseñados los mismos. Dentro de las propiedades intrínsecas de los equipos que podrían ser mejoradas se puede mencionar la fiabilidad, mantenibilidad, seguridad.

La norma UNE EN 13306 aclara el alcance del concepto modificación, que sería el término adecuado cuando los efectos de aplicar dicha actividad se orienten a realizar cambios en las funciones del activo, haciendo que el término modificación se diferencie y no sea considerado como ningún tipo o actividad de mantenimiento.

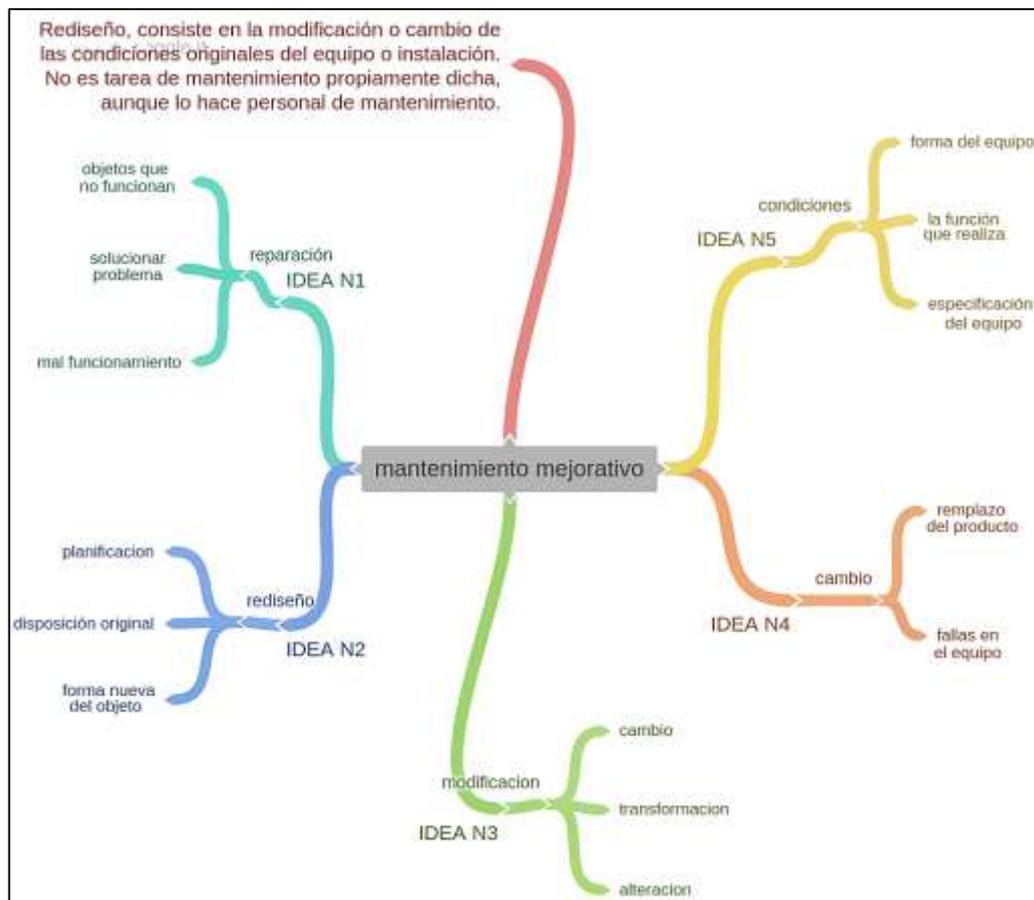


Figura 2-16 Mantenimiento mejorativo.

Fuente: COOGLE, 2019.

2.7 Métodos para diseño de circuitos neumáticos.

“La aplicación de métodos secuenciales genera reglas que permiten manejar secuencias sencillas que requieren del uso de cilindros lineales o giratorios; los cuales poseen sensores en los extremos de su carrera para garantizar el óptimo funcionamiento del automatismo” (Mendoza, 2011).

2.7.1 Método cascada. – Este método permite encontrar la solución al diseño de circuitos neumáticos siguiendo unos pasos determinados y eliminar con ello las condiciones de bloqueo que se presentan en el diagrama de funcionamiento, y que se producen cuando es necesario ordenar el movimiento del vástago de un cilindro mientras todavía persiste la orden del movimiento opuesto del mismo cilindro (Mendoza, 2011).

Este sistema puede utilizar cualquier tipo de captador de información. Si son interruptores de posición mecánicos con contactos (finales de carrera), el método se denomina así porque vamos poniendo en cascada (en serie) las válvulas conmutadoras de línea. El inconveniente de esto es que se van produciendo pequeñas pérdidas de presión en cada válvula, por lo que a más válvulas en cascada más pérdidas de presión no deseadas (Mendoza, 2011).

2.7.2 Método paso a paso. - Con el método cascada cuando hay más de dos válvulas en cascada, se producen pérdidas de presión no deseadas que son corregidas por el método paso a paso. Conociendo la cascada, comprender este nuevo método es muy sencillo, ya que únicamente varían la disposición y el número de válvulas de memoria utilizadas. Es un método en el que es necesario que haya tres o más grupos (Mendoza, 2011).

2.7.3 Método binodal simplificado o tabla de secuencias. - Este método implica la realización de ecuaciones lógicas combinacionales, llamadas así porque la salida depende de la combinación final de las variables de entrada, y variables de salida para cada etapa de una secuencia, y estas ecuaciones pueden obtenerse a partir de tablas de verdad, tras realizar la simplificación correspondiente de variables (Ramos, 1982).

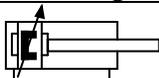
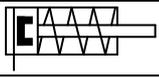
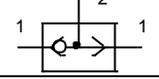
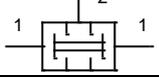
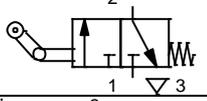
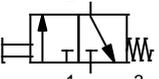
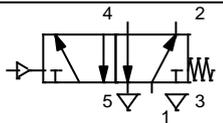
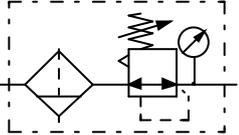
CAPÍTULO III

3. DESARROLLO

Como punto de partida se tomó la existencia de cilindros neumáticos en el Laboratorio de Manipulación y Control Automático, mismos que son comúnmente utilizados para la realización de prácticas de laboratorio con la ayuda neta de válvulas y elementos electro neumáticos montados sobre las mesas de trabajo de la marca FESTO, para lo cual se planteó la realización de un mantenimiento mejorativo al ampliar y optimizar las capacidades de aplicación de dichos equipos, integrando elementos de neumática pura, es decir los circuitos desarrollados a continuación solo trabajarán controlados por aire y con accionamiento mecánico como finales de carrera, o manuales a través de pulsadores.

3.1 Detalle de válvulas y elementos a utilizar.

Tabla 3-1 Inventario de elementos a utilizar

Ítem	Detalle	Cantidad	Simbología
1	Cilindro neumático de doble efecto	2	
2	Cilindro neumático de simple efecto	2	
3	Válvula neumática selectora tipo O	4	
4	Válvula neumática de simultaneidad tipo Y	4	
5	Válvula neumática 3/2 con accionamiento mecánico	4	
6	Válvula neumática 3/2 con accionamiento por esfuerzo muscular (Pulsador)	2	
7	Válvula neumática 5/2 accionada por alimentación externa de aire	2	
8	Unidad de mantenimiento	1	

Fuente: (FESTO, 2009)

Elaborado por: Johanna Caiza, 2019.

3.1.1 Pasos para comprensión de la simbología de las válvulas. - Para comprender la simbología de las válvulas usted puede seguir las siguientes indicaciones:

Paso 1.- Cada posición que posee una válvula se indica con un cuadrado, siendo el número total de cuadrados el número total de posiciones de la válvula.

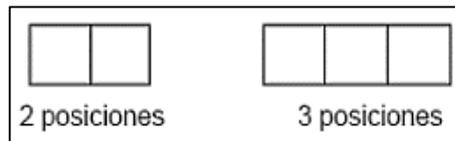


Figura 3-1 Número de posiciones válvulas.
Elaborado por: Johanna Caiza, 2019.

Paso 2.- Las vías de una válvula se representan con una línea pequeña en la parte exterior de uno de los cuadrados de la válvula.

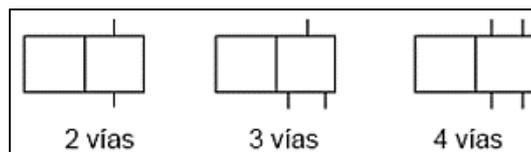


Figura 3-2 Número de vías en válvulas.
Elaborado por: Johanna Caiza, 2019.

Paso 3.- Las conexiones internas entre las distintas vías o tuberías de la válvula se representan dentro de cada cuadrado, conjuntamente con el sentido de circulación del fluido mostrado por flechas.

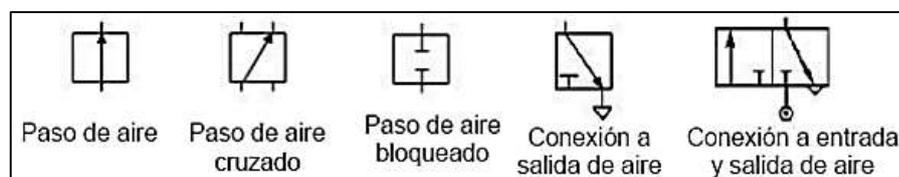


Figura 3-3 Ejemplos conexiones internas de vías en válvulas.
Elaborado por: Johanna Caiza, 2019.

Paso 4.- En los extremos de los rectángulos se representa el accionamiento y retorno de la válvula, para este proyecto al trabajar con válvulas monoestables se tiene para todas las válvulas retorno con resorte, y varias el accionamiento, ya sea, por aire, mecánico o esfuerzo muscular. La simbología de los accionamientos se indica en el apartado 2.4.1 de este escrito.

3.2 Diseño de soportes para válvulas.

Al no contar los elementos con bases propias, se diseñó e imprimió en 3D soportes que permiten el montaje y utilización de los mismos sobre las mesas de trabajo existentes en el laboratorio.

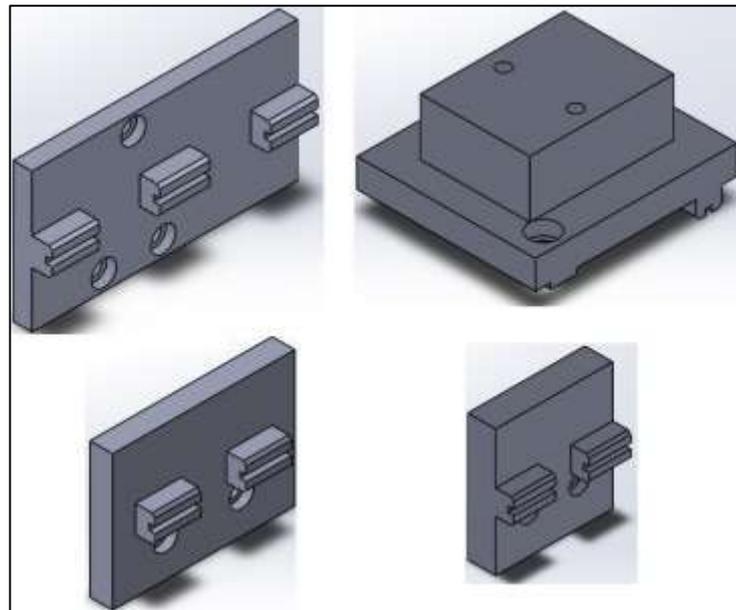


Figura 3-4 Diseño de soportes en SOLIDWORKS.
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

Se colocan en las roscas de los racores y los silenciadores (salidas aire) una ligera capa de teflón, entonces se procede a colocar los elementos fijamente a las válvulas, y finalmente se sujetan las válvulas a las bases.



Figura 3-5 Válvula neumática selectora
Fuente: Johanna Caiza, 2019.



Figura 3-6 Válvula 3/2 acción por esfuerzo muscular
Fuente: Johanna Caiza, 2019.



Figura 3-7 Válvula 3/2 accionamiento mecánico
Fuente: Johanna Caiza, 2019.



Figura 3-8 Válvula 5/2 accionamiento neumático
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.3 Método intuitivo para la resolución de circuitos neumáticos.

Al tratarse de aplicaciones neumáticas sencillas el método más eficaz y sencillo es el método intuitivo el cual se basa, como su nombre lo indica en intuición, conocimiento y experiencia en realización de ejercicios, se obtienen de este método circuitos simplificados donde el funcionamiento de los actuadores se define por las condiciones establecidas para las variables (válvulas), lo cual permite obtener ecuaciones del funcionamiento de las etapas o secuencias para diagramar los circuitos, o basados en la experiencia realizar los diagramas directamente.

3.3.1 Pasos del método intuitivo. - se deben seguir los siguientes pasos para el diseño de circuitos neumáticos simples:

Paso 1.- El enunciado del problema se debe redactar con frases sencillas, claras, concretas y concisas para evitar confusiones y errores.

Paso 2.- Elección de receptores, para las prácticas realizadas se seleccionan cilindros de simple o doble efecto dependiendo si se desea el trabajo realizado en una carrera del vástago y con retroceso por resorte, o trabajo en ambos sentidos.

Paso 3.- Elección de válvulas distribuidoras, se escogen dependiendo de los receptores escogidos, al trabajar con válvulas de simple efecto, bastaría con una válvula 3/2 con una sola vía de alimentación, mientras que para cilindros de doble efecto se necesitan dos vías de alimentación, características que aporta una válvula 5/2 vías monoestable.

Paso 4.- La posición de los receptores en el instante inicial determinan como se conectarán los conductos internos de la válvula distribuidora.

Paso 5.- Órdenes de salida y entrada del vástago. A la vía de pilotaje de la válvula distribuidora, se conecta la combinación de órdenes necesarias para provocar, que ésta dé lugar a la salida del vástago del cilindro, esto empleando válvulas selectoras (O) o válvulas de simultaneidad (Y), o combinación de ellas, para responder a las órdenes que requiera el circuito, para desactivar el circuito se colocan de igual manera condiciones de desactivación a la misma línea que activa el pilotaje.

Paso 6.- Detectores de posición, para estos casos de aplicación se utilizan finales de carrera (válvulas de leva 3/2 vías), dos por cada cilindro, mimos que indican la posición inicial y final de recorrido del vástago.

Paso 7.- Alimentación de aire comprimido, la alimentación de aire se conecta a la unidad un distribuidor de aire (Manifold), que a su vez se halla conectado a una unidad de mantenimiento.

Paso 8.- Comprobación del funcionamiento, al terminar el diseño se debe verificar el funcionamiento, en este caso se utilizó el software FluidSIM.

Paso 9.- Adición de funciones al circuito, el método intuitivo es un método simple que se encarga de que se cumpla la secuencia establecida, para un circuito de aplicación real se añaden más elementos que cumplen y aportan funciones específicas de funcionamiento al sistema neumático. Por ejemplo:

- Pulsador de marcha (PM) para inicio de secuencia. Secuencia única (un ciclo) si el pulsador retorna automáticamente a su estado de reposo, y secuencia cíclica o funcionamiento automático si es pulsador cuenta con enclavamiento.
- Marcha de seguridad. Incluye dos pulsadores en serie (PM) para asegurar que el operador mantenga las manos dentro de la cabina.
- Interruptor general de alimentación. Válvula que corta o alimenta de aire a presión al circuito completo.
- Temporizadores. Computan un tiempo establecido antes de cambiar de paso en la secuencia, pueden controlar el tiempo antes o el tiempo después del paso de la secuencia.
- Reguladores de velocidad de los actuadores. Se regulan en avance, retroceso o ambos.
- Contadores. Cuenta cada vez que se ejecuta una acción establecida.
- Paro de secuencia. Pausa de la secuencia, manteniendo todos los valores actuales, y al dar marcha de nuevo la secuencia continua desde donde se quedó.
- Paro de emergencia. Paro manual de seguridad de la secuencia con purga del circuito de presión o sin purga.
- Reset. Establece al circuito a sus valores por defecto (reposo).

3.4 Desarrollo de ejercicios de aplicación.

Se ha planteado el diseño de varios ejercicios prácticos para posibles aplicaciones de los elementos y se han diagramado a través de FluidSIM, dichas aplicaciones se plasmaron a través de guías de laboratorio en el ANEXO “A” evidenciando los objetivos, metodología y logros a obtener por la realización de las mismas.

La presión recomendada de trabajo para todas las prácticas y por características propias de los elementos neumáticos es de entre 2 a 6 bars (30 – 90 Psi). A continuación, se detallan los ejercicios de aplicación que se realizaron y se describe su funcionamiento:

3.4.1 Ejercicio de laboratorio 1.- Accionamiento neumático de un cilindro de doble efecto mediante una válvula 5/2 y un pulsador neumático.

Materiales:

1 cilindro de doble efecto 1 válvula 5/2 monoestable 1 pulsador neumático

Funcionamiento:

Esta práctica permite identificar el funcionamiento de la válvula 5/2 monoestable que solamente al recibir la alimentación de aire proveniente de un pulsador (válvula 3/2), se activará y a su vez pondrá en funcionamiento el cilindro de doble efecto, al soltar el pulsador el vástago del cilindro regresa a su posición de origen.

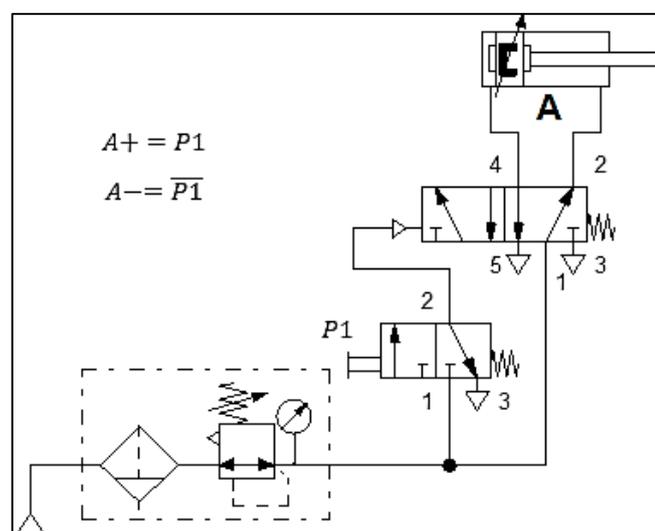


Figura 3-9 Diagrama de conexión del Ejercicio 1.
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.4.2 Ejercicio de laboratorio 2.- Accionamiento neumático de un cilindro de doble efecto mediante una válvula 5/2, al presionar cualquiera de los dos pulsadores colocados en dos puntos físicos diferentes.

Materiales:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 cilindro de doble efecto | 2 pulsadores neumáticos |
| 1 válvula 5/2 monoestable | 1 válvula selectora |

Funcionamiento:

Esta práctica permite identificar el funcionamiento de la válvula selectora a la que se hallan conectados dos pulsadores, al activar cualquiera de ellos, se acciona la válvula 5/2 monoestable, misma que se activa el cilindro de doble efecto, al soltar el pulsador que se presionó o si ninguno de los pulsadores está activado el cilindro regresa a su posición de origen.

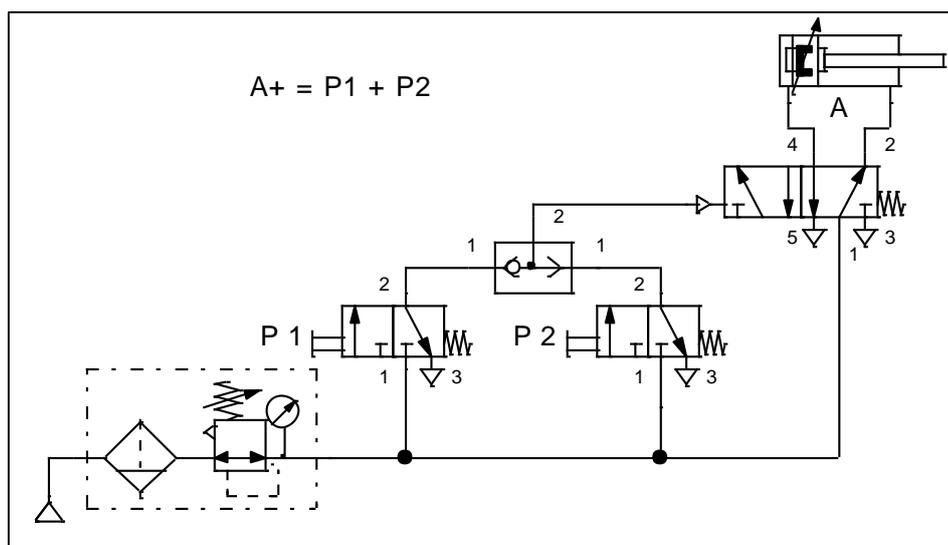


Figura 3-10 Diagrama de conexión del Ejercicio 2.
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.4.3 Ejercicio de laboratorio 3.- Accionamiento neumático de un cilindro de doble efecto mediante una válvula 5/2 condicionado a la activación de dos pulsadores simultáneamente.

Materiales:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 cilindro de doble efecto | 2 pulsadores neumáticos |
| 1 válvula 5/2 monoestable | 1 válvula simultanea |

Funcionamiento:

Esta práctica permite identificar el funcionamiento de la válvula simultánea a la que se hallan conectados dos pulsadores, para activar el funcionamiento del cilindro deben pulsarse los dos elementos al mismo tiempo, entonces se accionará automáticamente la válvula 5/2 monoestable que controla el cilindro de doble efecto, si se deja de pulsar cualquiera de los dos elementos mencionados, inmediatamente se desactivará el cilindro regresando a su posición inicial.

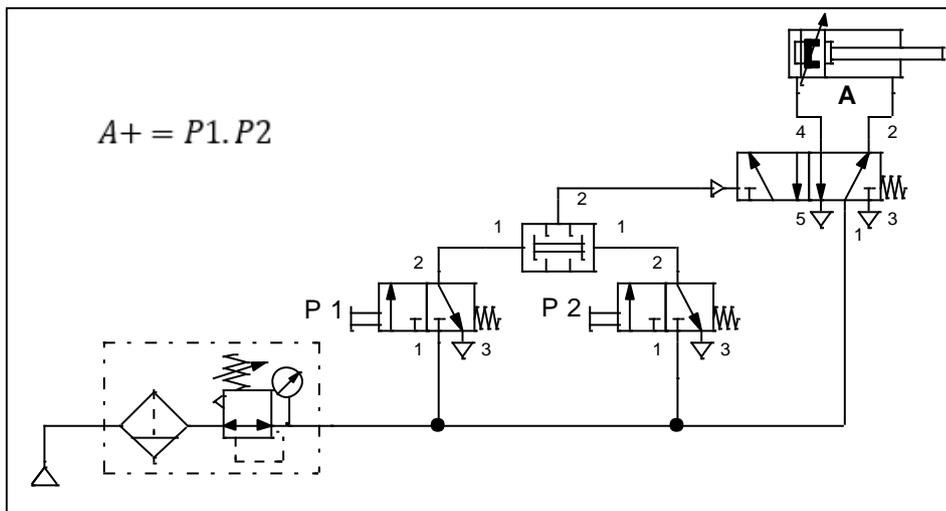


Figura 3-11 Diagrama de conexión del Ejercicio 3.

Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.4.4 Acotación sobre uso de válvulas tipo O y tipo Y. - La válvula lógica tipo O asemeja su funcionamiento a colocar dos pulsadores en paralelo dentro de un circuito, brindando las características que describe el (circuito 2), mientras que la válvula tipo Y, asemeja su funcionamiento a la colocación de dos pulsadores en serie (circuito 3).

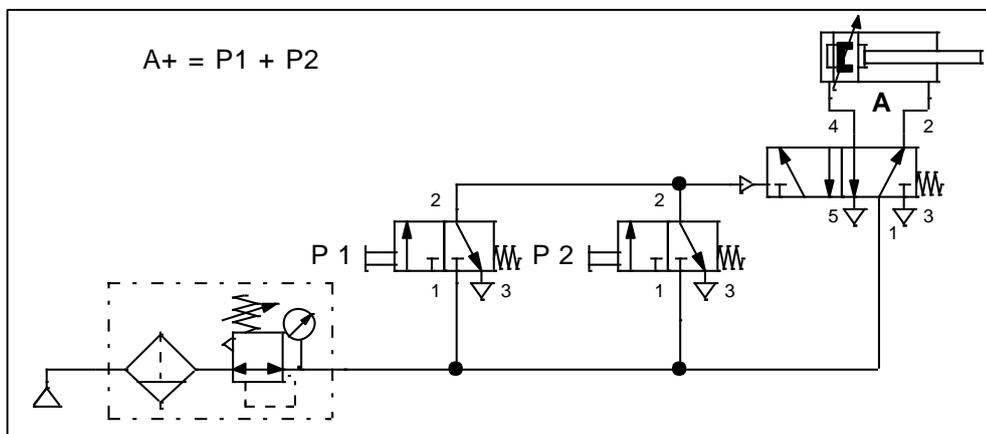


Figura 3-12 Circuito pulsadores paralelo.

Fuente: Johanna Caiza, 2019.

En el circuito con pulsadores en paralelo existirá una división de aire al activar un solo pulsador, esta división de presión se produce en el punto de activación de la válvula 5/2 y por el terminal abierto del otro pulsador.

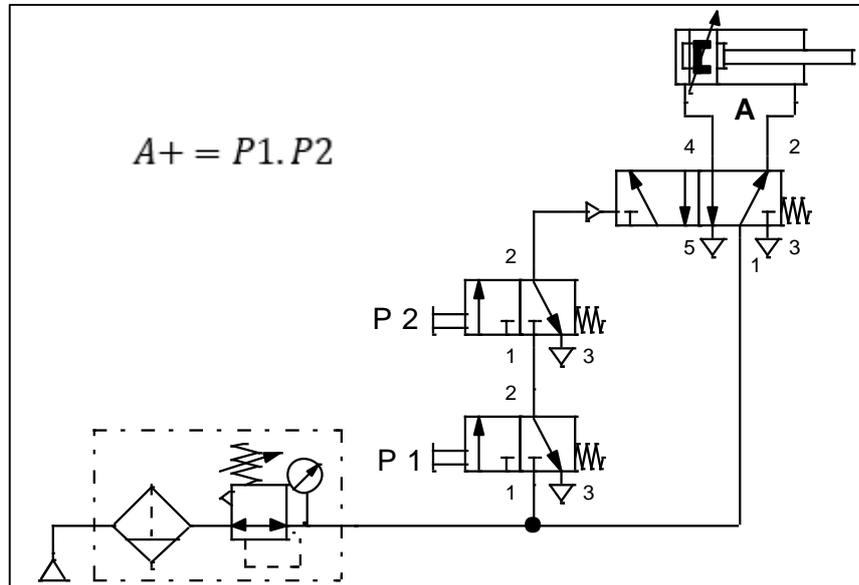


Figura 3-13 Circuito pulsadores serie.
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.4.5 Ejercicio de laboratorio 4.- Enclavamiento de un cilindro de doble efecto, controlado por una válvula 5/2 vías monoestable, que es accionada y desactivada por pulsadores.

Materiales:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 1 cilindro de doble efecto | 1 pulsador neumático |
| 1 válvula 5/2 monoestable | 1 válvula selectora |

Funcionamiento:

El presionar un pulsador se activa la válvula 5/2 monoestable, y queda enclavada neumáticamente utilizando una válvula selectora (tipo O), el vástago del cilindro inmediatamente alcanza el punto final de avance, y permanecerá allí, hasta que se presione un segundo pulsador que apaga el enclavamiento y purga el aire del mismo. El pulsador de apagado debe presionarse un periodo corto de tiempo, pero que asegure el vaciado de aire del enclavamiento caso contrario el cilindro no regresará a su posición original.

Para este tipo de enclavamiento o memoria, se pueden diseñar circuitos enfocados a marcha prioritaria o paro prioritario, y siempre utilizando una válvula selectora para la retroalimentación de aire al circuito neumático.

Paro prioritario. - El pulsador de arranque se coloca paralelamente a la retroalimentación de la salida de la válvula 5/2 vías gracias a la válvula selectora, que enclava y mantiene encendido el cilindro, y este bloque de elementos se encuentra conectado en serie con el botón de paro.

Ecuaciones para prioritario:

$$E1 = A +$$

$$E1 = (P1 + E1)\overline{P0}$$

$$E2 = A -$$

$$E2 = \overline{E1}$$

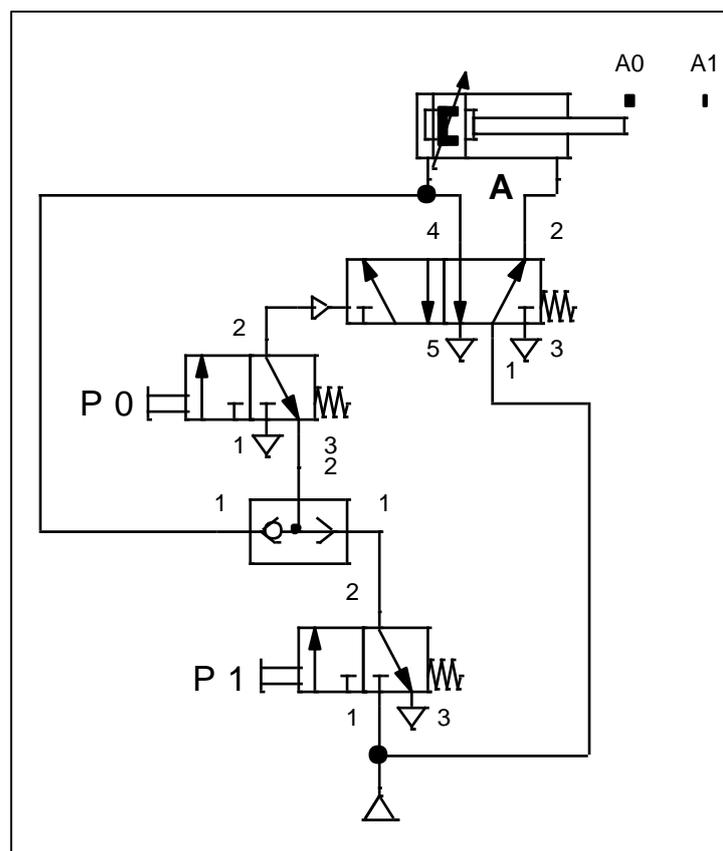


Figura 3-14 Enclavamiento paro prioritario
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

Características del circuito de paro prioritario. – El diseño de un sistema de arranque y paro por pulsadores neumáticos con prioridad al paro siempre presenta mayor seguridad, especialmente para el caso de corte del suministro de aire y regreso repentino.

Al presionarse simultáneamente los dos pulsadores de arranque y de paro el circuito neumático no realizará ninguna acción ya que la orden dominante o prioritaria es la del pulsador de paro.

Marcha prioritaria. – El pulsador de arranque se coloca en paralelo a través de la válvula selectora, al conjunto de la retro-alimentación de la salida de la válvula 5/2, y el pulsador de paro, que se encuentran en serie y que se encargan de enclavar y mantener encendido el cilindro.

Características del circuito de marcha prioritaria. – En un sistema de arranque y paro por pulsadores neumáticos con prioridad a la marcha, al presionarse simultáneamente los dos pulsadores de arranque y de paro el circuito neumático se activará y permanecerá en esa condición hasta que se deje de presionar el pulsador de encendido o se desactiven ambos pulsadores simultáneamente.

Ecuaciones marcha prioritaria:

$$E1 = A +$$

$$E1 = P1 + E1.\overline{P0}$$

$$E2 = A -$$

$$E2 = \overline{E1}$$

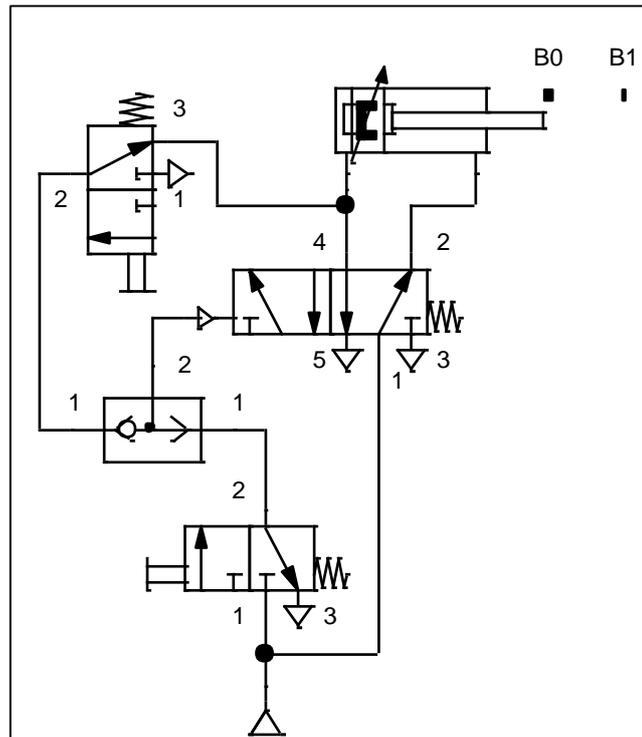


Figura 3-15 Enclavamiento marcha prioritaria
Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.4.6 Ejercicio de laboratorio 5.- Accionamiento neumático de dos cilindros de doble efecto mediante válvulas 5/2, finales de carrera, y tras la activación de un pulsador y siguiendo la secuencia A+B+A-B-.

Materiales:

- 2 cilindros de doble efecto
- 1 pulsador neumático
- 2 válvulas 5/2 monoestable
- 2 válvulas selectoras
- 4 válvulas 3/2 como finales de carrera.

Funcionamiento:

El presionar el pulsador se realizará la secuencia A+B+A-B-, al trabajar con válvulas 5/2 vías monoestables, se necesita enclavar neumáticamente su accionamiento cilindro con la ayuda de válvulas selectoras, dichos enclavamientos se apagan al momento que los vástagos alcancen los finales de carrera con la marca establecida para la secuencia.

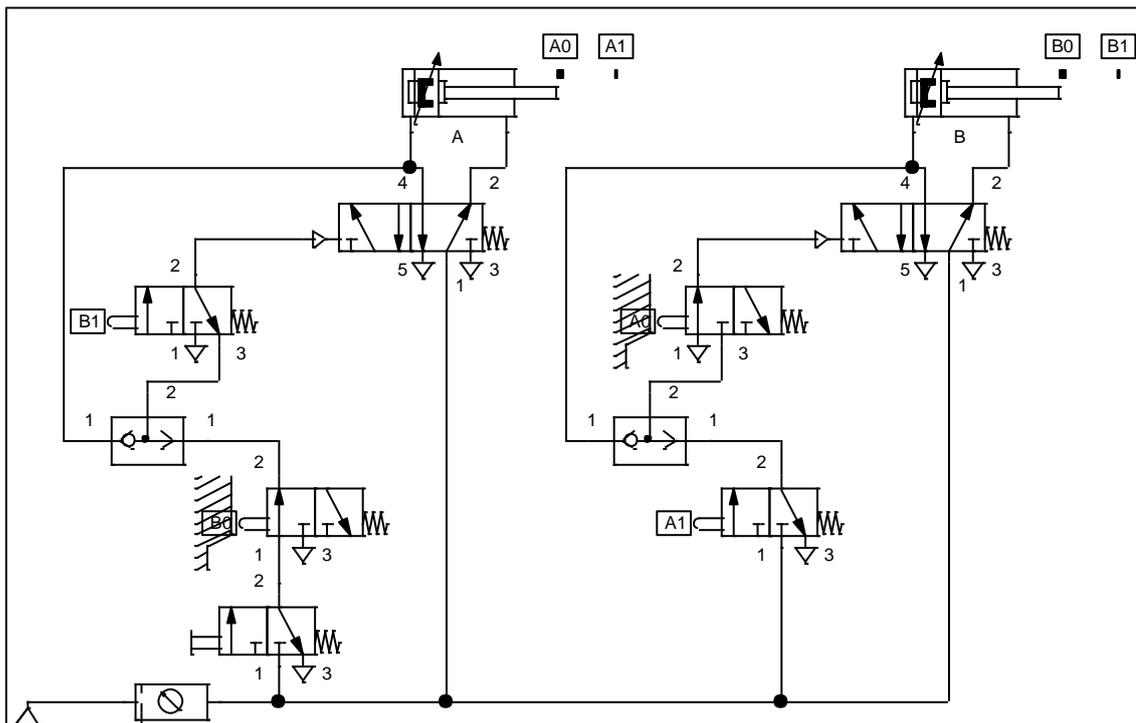


Figura 3-16 Diagrama de conexión del Ejercicio 5.

Fuente: Johanna Caiza, 2019.

Ecuaciones del circuito:

$$\begin{array}{llll}
 E1 = A + & E3 = A - & E1 = (P1B0 + E1)\overline{B1} & E3 = \overline{E1} \\
 E2 = B + & E4 = B - & E2 = (A1 + E2)\overline{A0} & E4 = \overline{E2}
 \end{array}$$

3.4.7 Ejercicio de laboratorio 6.- Accionamiento de dos cilindros de doble efecto y uno de simple efecto, mediante válvulas 5/2, finales de carrera y un pulsador neumático.

Materiales:

- | | | |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------|
| 2 cilindros de doble efecto | 1 válvulas 5/2 monoestable | 4 válvulas 3/2 vías |
| 1 cilindro simple efecto | 2 pulsadores neumáticos | 1 válvula selectora |

Funcionamiento:

Se tiene tres cilindros en su posición inicial, la activación de un pulsador P1 enclava el funcionamiento de la válvula 5/2, activa el cilindro A, cuyo final de carrera A1 activa el cilindro C, que a su vez al alcanzar el final de carrera C1 enciende el cilindro B, y al activarse el final de carrera B1, se desactiva la válvula principal 5/2 y el cilindro A, mismo que desactiva los cilindros B y C, regresando todos los cilindros a su posición inicial simultáneamente. La secuencia de este proceso es igual a: A+ B+ C+ (A- B- C-).

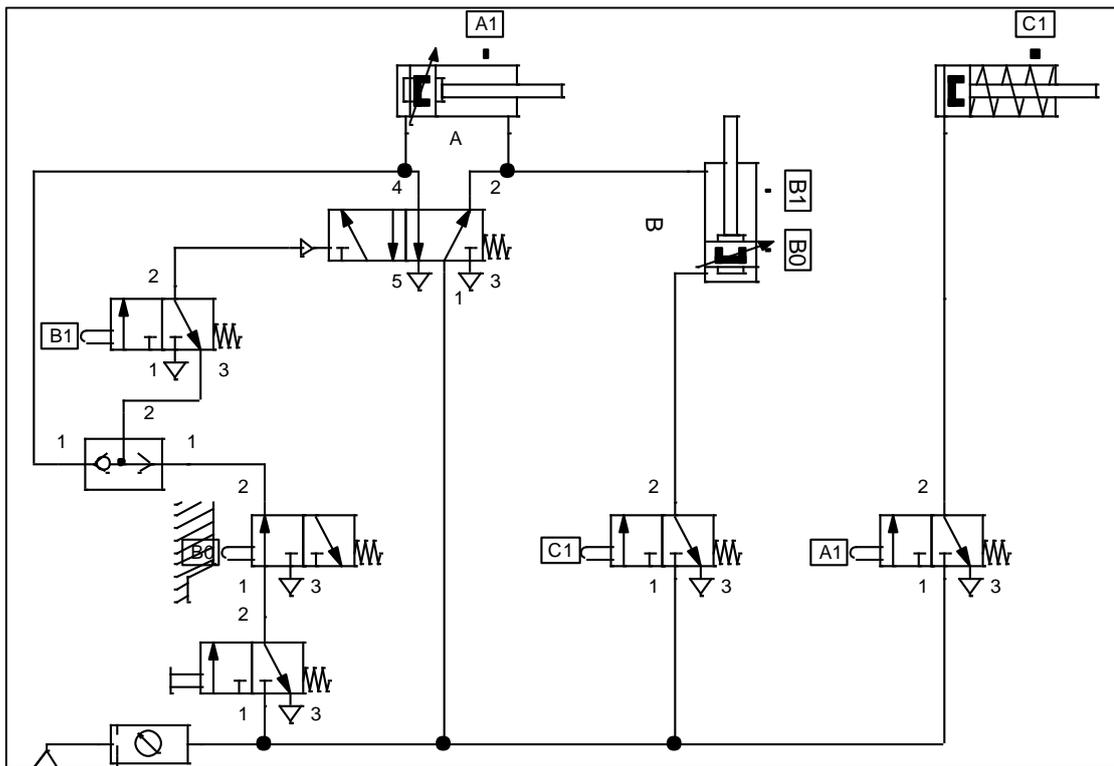


Figura 3-17 Diagrama de conexión del Ejercicio 6.

Fuente: Johanna Caiza, 2019.

Ecuaciones de circuito:

$$\begin{aligned}
 E1 &= A + & E3 &= B + & E1 &= (P1B0 + E1)\overline{B1} & E3 &= \overline{C1} \\
 E2 &= C + & E4 &= A- = B- = C- & E2 &= A1 & E4 &= \overline{E1}
 \end{aligned}$$

3.5 Resultados obtenidos.

Tras la implementación de los nuevos elementos neumáticos al banco de trabajo, su utilización para la realización de circuitos que evidencian varias de las aplicaciones de la neumática en procesos industriales, y al mencionar que no se utilizó elementos eléctricos o electroneumáticos, se da cumplimiento al objetivo del mantenimiento mejorativo que indica que se pueden mejorar las características intrínsecas de los activos generando un cambio positivo al modificar, reemplazar, rediseñar elementos del sistema, sin cambiar la función principal del mismo, y aportando características de fiabilidad, seguridad o mantenibilidad, mismas características que en este proyecto se logran mejorar al reemplazar la electroneumática por la utilización de neumática pura, obteniendo así, en plenitud las ventajas de la utilización del aire comprimido en procesos de producción que se detallan a continuación:

- Es abundante (disponible de manera ilimitada).
- Transportable (fácilmente transportable, con escapes de aire a la atmósfera).
- Se puede almacenar (permite el almacenamiento en depósitos).
- Resistente a las variaciones de temperatura.
- Es seguro, antideflagrante (no existe peligro de explosión ni incendio).
- Limpio (muy importante para industrias como las químicas, alimentarias, textiles, etc.).
- Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión.
- La velocidad de trabajo es alta, y permite invertir fácilmente el sentido de trabajo.
- Tanto la velocidad como las fuerzas son regulables de una manera continua. La neumática resulta útil para esfuerzos que requieran precisión y velocidad.
- Aguanta bien las sobrecargas (no existen riesgos de sobrecarga, ya que cuando ésta existe, el elemento de trabajo simplemente para sin daño alguno).

También la utilización de estos sistemas presenta desventajas frente a otros tipos de fuente de energía, y entre ellas se incluyen la necesidad de preparación antes de su utilización (eliminación de impurezas y humedad), esfuerzos de trabajo limitados (entre 20-30000N), ruido debido a los escapes de aire después de su utilización, y es costoso, aunque en cierto punto se compensa el costo por el buen rendimiento y la facilidad de implantación.

3.5.1 Aplicaciones de circuitos neumáticos. - A continuación, se realiza la ejemplificación de aplicaciones industriales posibles con los circuitos realizados con anterioridad:

El primer ejercicio de laboratorio que se realizó consistía en la activación de un cilindro de doble efecto al mantener presionado un pulsador y que retorna a la posición de origen al dejar de pulsar el mismo. Este circuito puede verse fácilmente aplicado en los siguientes procesos o maquinas:

Selección y clasificación de productos. - El funcionamiento de este circuito cumple con las siguientes características, el control de calidad en una manufacturera de piezas mecánicas es realizado por un operario que, al identificar fallas superficiales en la cara principal de los elementos procesados, presiona un pulsador que activa un cilindro que coloca dicha pieza en otra banda para reingresarla al proceso de mecanizado, al soltar el pulsador el cilindro regresa inmediatamente a su posición original, si el operario no detecta fallo alguno, el producto de la línea sigue su recorrido normal.

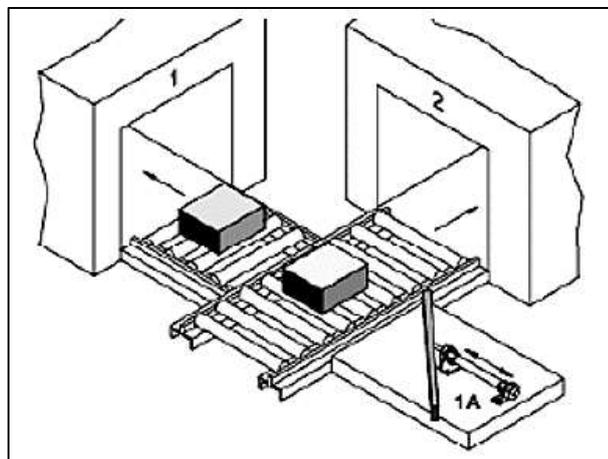


Figura 3-18 Selección y clasificación productos.
Fuente: (Figueroa, 2013)

El tercer ejercicio de laboratorio habla sobre la simultaneidad, esto obliga a la activación de dos elementos de mando al mismo tiempo para poner en marcha el funcionamiento de un cilindro de doble efecto, el mismo que regresará a su posición original al soltar ambos o cualquiera de los dos pulsadores integrados a la maquina o proceso, haciendo a este circuito muy utilizado para control de bloqueo, incorporación con elementos de seguridad, etc.

Estampado o remachado de objetos. - El circuito debe asegurarse que el cilindro de remachado solo se active si el usuario presiona el pulsador de encendido y si la pieza se encuentra colocada dentro de la mordaza adecuadamente, al no darse cualquiera de las dos situaciones el cilindro regresa a su posición inicial.

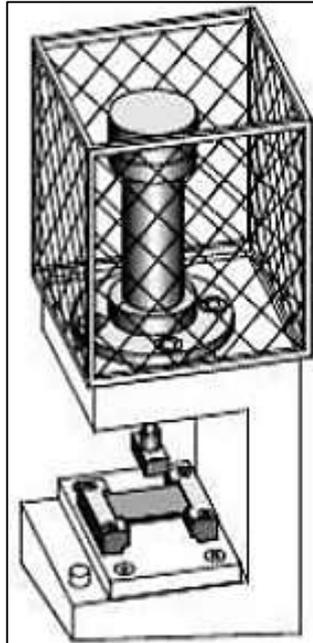


Figura 3-19 Remachadora.
Fuente: (Figueroa, 2013)

Prensado simple de objetos. - El circuito debe asegurarse que el cilindro de prensado solo se active si el usuario presiona el pulsador de encendido y si la pieza se encuentra colocada en el sitio correcto, al no cumplirse cualquiera de las dos condiciones el cilindro regresa y permanece en su posición inicial.

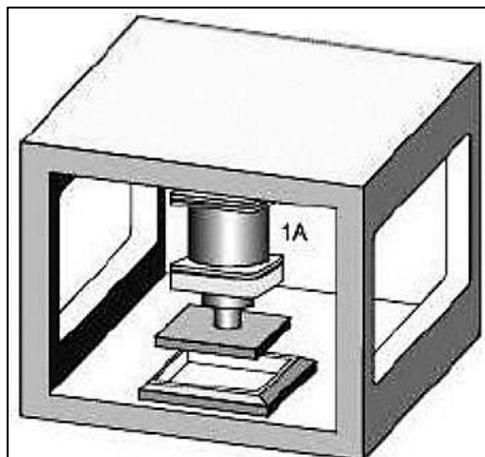


Figura 3-20 Prensa neumática.
Fuente: (Figueroa, 2013)

El cuarto ejercicio de laboratorio describe el enclavamiento neumático de un cilindro de doble efecto cuyo funcionamiento se rige a la activación mediante un pulsador y desactivación mediante otro pulsador.

Plataforma elevadora de un nivel. - El funcionamiento de la plataforma se controla mediante dos pulsadores, al presionar un pulsador la plataforma se activa, y se eleva hasta alcanzar su nivel máximo, donde permanece hasta que se pulsa el segundo pulsador que provoca que la plataforma regrese a su posición de origen.

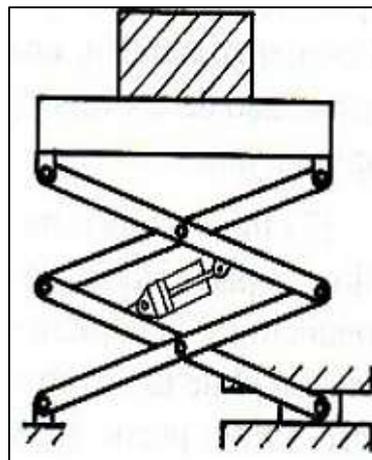


Figura 3-21 Plataforma.
Fuente: (Figueroa, 2013)

Distribución de cajas en una faja transportadora. - se controla distribución de cajas en dos bandas diferentes, la cinta de rodillos debe girar y permanecer en esa posición al presionar un pulsador, cambia o gira al presionar un segundo pulsador.



Figura 3-22 Distribución de cajas en una cinta transportadora.
Fuente: (Figueroa, 2013)

Compactadora de latas de aluminio. - Esta máquina se emplea para reducir el volumen de las latas de refresco para facilitar su reciclaje. Cuando se acciona una palanca, el vástago del cilindro avanza y aplasta una lata y regresa inmediatamente a su posición original, repitiendo el ciclo automáticamente hasta que se desactive la palanca de inicio.

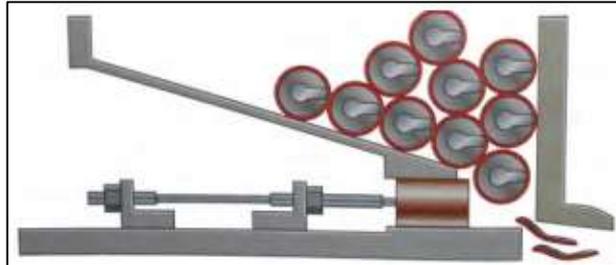


Figura 3-23 Compactadora de latas de aluminio.
Fuente: (Mendoza, 2011)

El quinto ejercicio de laboratorio consiste en la ejecución de una secuencia de dos cilindros que se activa al presionar un pulsador y se manipula con la activación mecánica de cada final de carrera de los cilindros.

Cadenas de distribución y transporte. - se describe el funcionamiento de un proceso de dos cilindros en el cual el primer cilindro cumple una función específica hasta llegar al final de su recorrido, entonces el segundo cilindro se activa y al alcanzar su posición final de avance, desactiva el primer cilindro que a su vez al llegar a su posición inicial desactiva el segundo cilindro hasta que llega a su posición normal y el circuito queda listo para ejecutar la secuencia nuevamente A+ B+ A- B-.

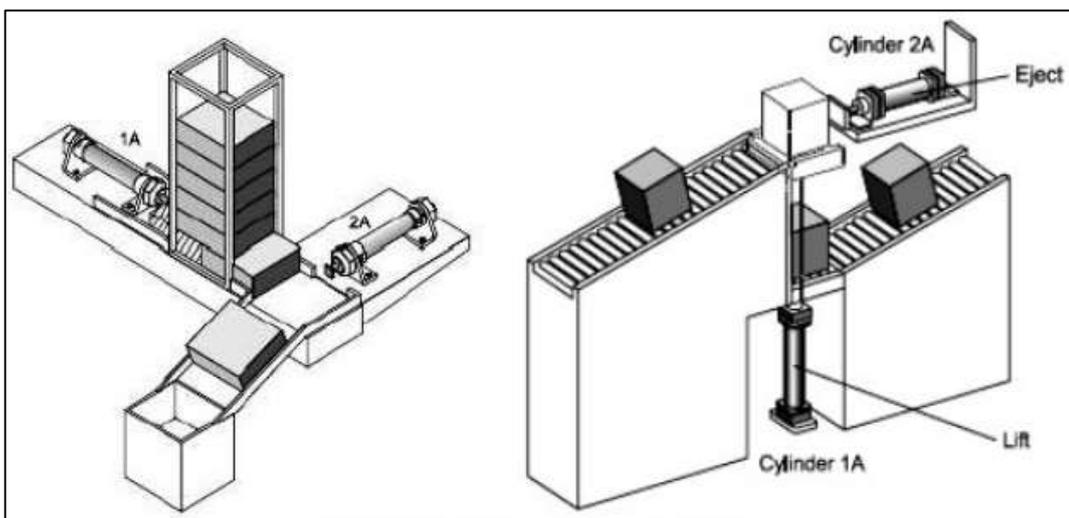


Figura 3-24 Cadenas de distribución y transporte.
Fuente: (Figueroa, 2013)

En la figura anterior, el dibujo de la izquierda muestra un sistema de transporte de piezas hacia un plano inclinado mediante movimientos coordinados, y el dibujo de la derecha indica un proceso de transporte y desplazamiento de elementos a distinto nivel con final en un plano inclinado.

Proceso de fresado mediante movimientos coordinados. - El propósito de este proceso es realizar una ranura con la utilización de una fresadora en marcos de madera, el funcionamiento empieza con un cilindro A que sujeta el marco de madera a la mesa de la fresadora, entonces se activa un cilindro B, que se encarga del avance de la mesa. La secuencia del proceso se establece como A+ B+ B- A-.

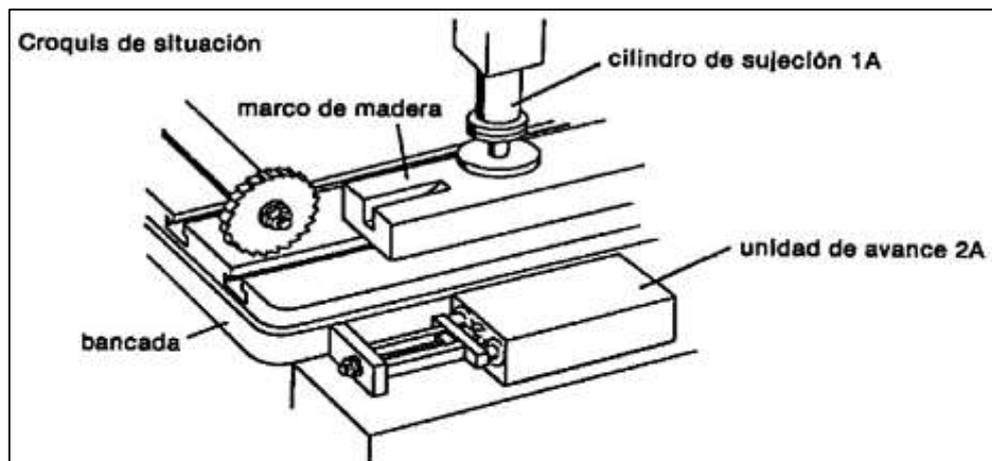


Figura 3-25 Proceso de fresado.

Fuente: (Figuerola, 2013)

El ejercicio número seis plantea el funcionamiento de tres cilindros de manera secuencial controlados por la activación de un pulsador y cuatro finales de carrera que condicionan la activación de la secuencia establecida, en el caso del primer cilindro se enclava el funcionamiento de válvula 5/2, y para los otros dos cilindros se utilizan directamente válvulas 3/2 vías.

Máquina de transporte y prensado de elementos. – El funcionamiento de la máquina consiste en una secuencia de tres cilindros, el primer cilindro se activa hasta llegar a su posición final transportando el elemento a ser prensado, el segundo cilindro coloca la pieza justo en el lugar donde baja el tercer cilindro y lo prensa, completarse este ciclo, los tres cilindros regresan a su posición normal. La secuencia se inicia desde un pulsador y es manipulada por cuatro finales de carrera.

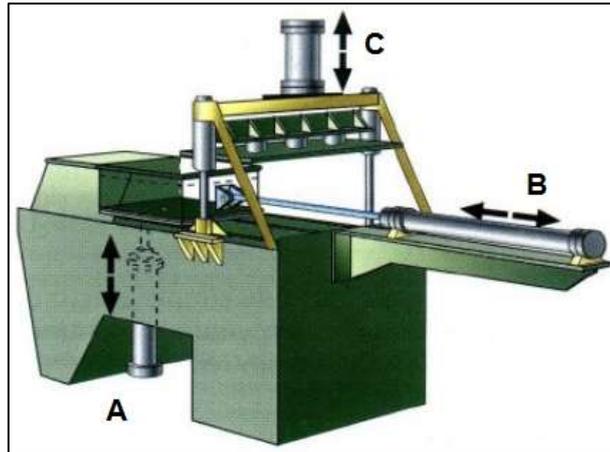


Figura 3-26 Transporte y prensado de piezas.

Fuente: (Figueroa, 2013)

Arenado de piezas fundidas. - Las patas de piezas fundidas tienen que ser arenadas, entonces son colocadas en el dispositivo de fijación manualmente y fijadas por el cilindro A. Luego, el cilindro B abre la válvula del eyector de arena durante un tiempo determinado, y procede al cierre de dicha válvula y el cilindro C desplaza el eyector hasta la otra pata. Se repite la operación de "arenado". Después de efectuar el arenado, el vástago del cilindro C regresa a su posición inicial. El cilindro A suelta la pieza de fundición, que puede ser sacada del dispositivo.

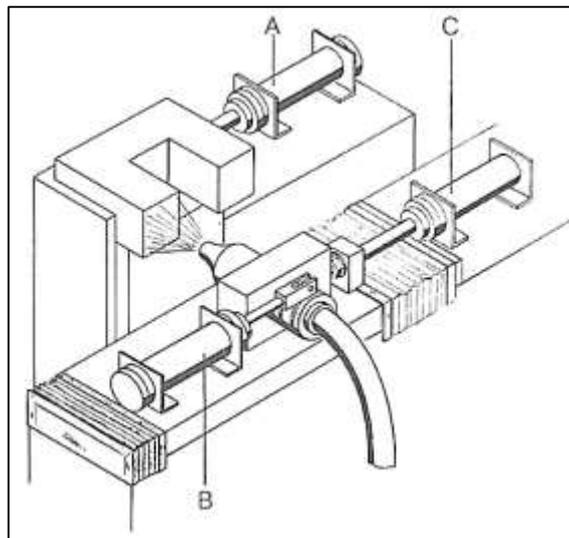


Figura 3-27 Arenado de piezas fundidas.

Fuente: (FESTO, 1979)

Los circuitos con válvulas selectoras pueden integrarse a cualquier aplicación práctica en la que se desee obtener el accionamiento manual o mecánico de un cilindro o secuencia de trabajo desde dos puntos diferentes o al cumplirse cualquiera de dos condiciones

diferentes planteadas dentro del sistema, y es el mismo caso para utilización de válvula de simultaneidad que se incorporan a procesos para condicionar funcionamientos.

Puerta de garaje. El circuito permite abrir y cerrar la puerta del garaje desde dentro y fuera del mismo mediante pulsadores neumáticos (4 en total), condicionando el funcionamiento además con finales de carrera que detectan cuando se abrió y cerró completamente la puerta.

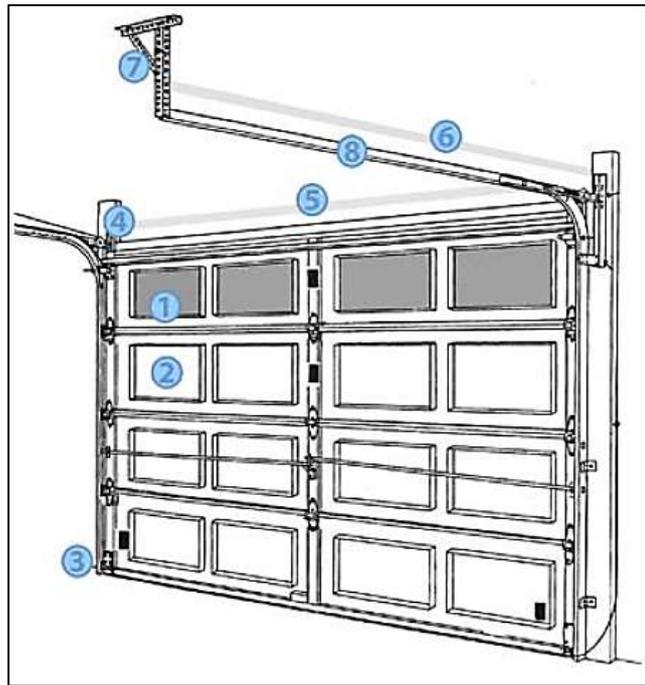


Figura 3-28 Puerta garaje.
Fuente: (Solé, 2007)

3.6 Normativa de seguridad de utilización de los equipos.

Con el fin de precautelar la seguridad de los usuarios del módulo y el buen desempeño del mismo, se pone a colación las siguientes normas de seguridad:

- Los elementos neumáticos utilizados para las prácticas planteadas solo deben ser manipulados por los estudiantes cualificados o bajo la supervisión de un tutor.
- No se deben maniobrar los circuitos neumáticos mientras la alimentación de aire se encuentra abierta y conectada al sistema. Siempre debe cerrarse la alimentación de aire mientras se realiza el montaje de elementos, o realiza circuitos neumáticos.

- No coloque objetos extraños en el interior de los racores de válvulas o sobre cualquier elemento del módulo, ya que esto podría generar riesgos de seguridad en los usuarios.
- Previo a la puesta en funcionamiento de los circuitos, y partiendo desde una presión de aire igual a 0 bars, asegúrese de calibrar la unidad de mantenimiento a una presión óptima de trabajo entre 2 y 6 bars.
- Inspeccione y garantice que los elementos están bien sujetos a la mesa de trabajo previo a conectar la alimentación de aire.

3.7 Plan de mantenimiento.

Se desarrolló un plan de mantenimiento para los elementos del banco neumático cuyo objeto es garantizar la disponibilidad de funcionamiento de los equipos durante el transcurso de todo el semestre por parte los estudiantes de la carrera, el plan incluye medidas de ámbito preventivo tales como limpieza, inspección visual, y reajuste de componentes que se debe ejecutar por los encargados de laboratorio.

3.7.1 Descripción de los equipos del banco neumático. - Los elementos incluidos para la actividad de mantenimiento no se han codificado debido a su pequeña cantidad y fácil identificación por los nombres de los mismos.

Tabla 3-2 Elementos incluidos para mantenimiento

Ítem	Detalle	Cantidad
1	Cilindro neumático de doble efecto	2
2	Cilindro neumático de simple efecto	2
3	Válvula neumática selectora tipo O	4
4	Válvula neumática de simultaneidad tipo Y	4
5	Válvula neumática 3/2 con accionamiento mecánico	4
6	Válvula neumática 3/2 accionada por esfuerzo muscular (Pulsador)	2
7	Válvula neumática 5/2 accionada por alimentación externa de aire	2
8	Unidad de mantenimiento	1

Elaborado por: Johanna Caiza, 2019.

Actividades de mantenimiento realizadas a los elementos. - A continuación, se detallan las actividades realizadas a cada uno de los elementos principales del banco neumático con sus frecuencias.

Tabla 3-3 Tareas de mantenimiento por elemento neumático.

1	Unidad de mantenimiento		
	Tarea	Frecuencia	
	Revisión del nivel del condensado del filtro de aire comprimido, jamás dejar que exceda el nivel indicado en la mirilla, purgar de ser necesario.	Mensual	
	Revisión del grado de ensuciamiento del cartucho del filtro. En caso necesario, limpiarlo o sustituirlo.	Mensual	
	La válvula reguladora de presión de la unidad e mantenimiento no requiere mantenimiento alguno siempre y cuando se haya montado delante de ella el filtro de aire comprimido.	-	
	Revisión de nivel, limpieza y llenado de aceite del lubricador, solo se debe utilizar aceites minerales, y el filtro de material sintético y el depósito de aceite no deben limpiarse con tricloroetileno.	Mensual	
	Inspección, pruebas de funcionamiento y limpieza total de la unidad de mantenimiento.	Semestral	
2	Pulsadores neumáticos (válvulas 3/2 vías)		
	Tarea	Frecuencia	
	Inspección, pruebas de funcionamiento y limpieza total de la válvula.	Semestral	
	Sopleteo interno de la válvula con aire limpio y seco.	Semestral	
3	Finales de carrera (válvulas e leva 3/2 vías)		
	Tarea	Frecuencia	
	Inspección, pruebas de funcionamiento y limpieza total de la válvula.	Semestral	
	Sopleteo interno de la válvula con aire limpio y seco.	Semestral	
4	Válvulas de 5/2 vías monoestables		
	Tarea	Frecuencia	
	Inspección, pruebas de funcionamiento y limpieza total de la válvula.	Semestral	
	Sopleteo interno de la válvula con aire limpio y seco.	Semestral	
5	Cilindro de simple y de doble efecto		
	Tarea	Frecuencia	
	Inspección, pruebas de funcionamiento y limpieza total de los actuadores.	Semestral	
	Sopleteo interno del cilindro con aire limpio y seco.	Semestral	
6	Válvulas Tipo Y, y Tipo O		
	Tarea	Frecuencia	
	Inspección, pruebas de funcionamiento y limpieza total de la válvula.	Semestral	
	Sopleteo interno de la válvula con aire limpio y seco.	Semestral	
		Reajuste de racores, salidas de aire y del elemento a su soporte.	Semestral

Elaborado por: Johanna Caiza, 2019.

Las actividades y sus frecuencias de ejecución del plan de mantenimiento que se muestra en la tabla siguiente, han sido establecidas en base a recomendaciones de los fabricantes sobre el uso y mantenimiento de elementos neumáticos.

Tabla 3-4 Plan de mantenimiento.

Laboratorio de Control y Manipulación Automática “Plan de Mantenimiento para el Banco de Neumática Pura”			Frecuencia						
			A:	Anual	SM:	Semestral.	T:	Trimestral.	M:
Ítem	Tareas	Herramientas y Materiales	S	M	T	SM	A		
1	Inspección de los equipos y pruebas de funcionamiento.	• Alimentación de aire, mangueras.				X			
2	Limpieza externa total de distribuidores de aire, válvulas, y cilindros.	• Pincel, nafta, salida de aire limpio y seco.				X			
3	Limpieza interna de los elementos neumáticos, desmontaje de racores, sopleteo, armado y reajuste.	• Pincel, nafta, salida de aire limpio y seco, juego de llaves.				X			
4	Inspección y reajuste de elementos neumáticos a sus soportes.	• Juego de llaves hexagonales pequeñas, destornilladores.					X		
5	Inspección y ajuste de pernos tipos T, para anclaje de elementos.	• Juego de llaves				X			
6	Inspección de unidad de mantenimiento, pruebas de funcionamiento.	• Alimentación de aire, mangueras.				X			
7	Limpieza total de la unidad de mantenimiento.	• Pincel, nafta, salida de aire limpio y seco, juego de llaves.				X			
8	Purgado de elementos que albergan condensado.	• Aire comprimido	X						

Fuente: Johanna Caiza, 2019.

3.7.2 Recomendaciones de uso y para actividades de mantenimiento. - Para elementos neumáticos el fabricante ha puesto a disposición ciertas pautas que se detallan a continuación.

Recomendaciones de uso de elementos neumáticos:

- Al realizar el montaje de los elementos en la mesa de trabajo, observar cuidadosamente el símbolo que indica la función de la válvula y el sentido del flujo de trabajo.

- Cerciore que las mangueras o tuberías que se van a montar estén limpias en su interior, ya que de lo contrario las impurezas contenidas en ellas podrían alojarse en algún elemento ya sea válvulas o cilindros, y ocasionar inconvenientes.

- Tener siempre en cuenta que una válvula reguladora de caudal está diseñada para restringir el flujo de aire, pero no lo interrumpen su totalidad. Por lo tanto, si requiere cortar el flujo totalmente con condición de aplicación, se aconseja la instalación de una válvula esférica o similar.

- Los cilindros neumáticos están diseñados para transmitir esfuerzos axiales, la aplicación de esfuerzos radiales o laterales sobre los vástagos provocan un desgaste prematuro, ovalización del buje guía del vástago y del propio tubo del cilindro. Por lo tanto, debe tratarse de eliminar dichos esfuerzos, con la realización de un montaje correcto.

- Cuando se desplacen masas o el movimiento se realice a alta velocidad, es recomendable el uso de cilindros con amortiguación.

- Suministrar aire con la calidad adecuada. El aire con impurezas y la deficiente lubricación acortan la vida útil de los elementos neumáticos.

- Para mayor seguridad en el conexionado de una válvula y evitar accionamientos accidentales, verificar cual es la vía de presión, cuáles son las utilizaciones, y cuáles son los escapes.

- Si los escapes produjeron ruidos molestos o que superen los límites permisibles, prever la utilización de silenciadores de escape.

- Si la válvula es de dos posiciones estables pilotada por impulsos, tener en cuenta que debe mantenerse siempre de tal forma, que el distribuidor quede horizontal y se evite el riesgo de que este se mueva por acción de su propia de su peso o vibraciones existentes.

- Es recomendable instalar las válvulas lo más cercanas posible a los actuadores que se desean comandar.

Recomendaciones para actividades de mantenimiento:

- Para la limpieza interna y su posterior montaje de uniones roscadas, si utiliza un sellador de cinta, asegure que no queden restos dentro del tubo, debido a que pueden penetrar en el interior del componente y alterar su buen funcionamiento. Las partículas en las tuberías de alimentación pueden tener las siguientes consecuencias:
 - Agarrotamiento de Válvulas de corredera.
 - Falta de estanqueidad en válvulas de asiento.
 - Obturación de toberas de las válvulas de estrangulación.

- Debido a la sencillez de su diseño, el mantenimiento de estas válvulas se limita a una limpieza periódica de sus partes a fin de evitar la acumulación de suciedad dentro de las mismas. Los periodos de limpieza dependerán de las condiciones de utilización de las mismas, principalmente de la existencia o no de equipos de tratamientos de aire y de la inclusión o no de unidades de mantenimiento en el sistema neumático.

- La limpieza puede realizarse con nafta o pincel, sopleteando con aire a presión limpio y seco. El uso de solventes, desengrasante industrial queda limitado a aquellos que no contengan productos clorados (tricloroetileno o tetracloruro de carbono) o solventes aromáticos (tiñer, acetona, tolueno, etc.).

- Todas las partes desmontadas para actividades de mantenimiento deben ser secadas antes del armado y revisadas a efectos de reemplazar a aquellas que presenten signos de deformación o rotura. Las superficies deslizantes deben lubricarse con grasa neutra liviana (no fibrosa ni aditivada con litio).

- Todas las partes son ajustables con herramientas clásicas de taller. No ajustar las uniones roscadas en forma desmedida.

3.7.3 Check List. Se desarrolló una lista de verificación con el objetivo de realizar las inspecciones a los elementos del banco neumático, previamente a su utilización, y generar un registro con los resultados de dicho chequeo, conjuntamente con observaciones que servirán de hincapié para las medidas correctivas o preventivas a optar.

El encargado de la realización de este Check List es el usuario, que en este caso son los estudiantes que vayan a hacer uso de los equipos, esta lista de verificación debe realizarse siempre previamente a cada utilización del banco de neumática pura, o de cualquier elemento del mismo, la ejecución del cheque no sobrepasa de 10 minutos, y al ser terminado, de existir cualquier anomalía se debe reportar inmediatamente.

Tabla 3-5 CHECK LIST

CHECKLIST				
Equipo:			Frecuencia:	
Fecha			T. Estimado:	
Realizado por:			T. Real:	
Ítem	Descripción	Cumple		Observaciones
		Si	No	
1	Bases de montaje sin daños evidentes (grietas, agujeros, signos de desgaste)			
2	Los accionamientos mecánicos de los finales de carrera funcionan correctamente.			
3	Los elementos neumáticos se encuentran bien sujetos a sus bases.			
4	Los racores se encuentran fijos a las válvulas y cilindros, y sin fugas de aire.			
5	Las salidas de aire con silenciador se encuentran fijas a las válvulas y sin fugas de aire.			
6	Las mangueras a utilizar están limpias y libres de impurezas			
7	La unidad de mantenimiento permite la regulación de presión de aire comprimido.			
8	La unidad de mantenimiento se encuentra libre de condensado acumulado.			
Responsable:				
<hr style="width: 20%; margin: auto;"/> Firma				

Fuente: Johanna Caiza, 2019

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Se seleccionó, realizó el montaje y conectó de forma adecuada los elementos necesarios que conforman el banco de neumática para cada uno de los ejercicios de aplicación planteados.

Se estableció una normativa de seguridad y un Check List para el uso del banco neumático de trabajo que prioriza el bienestar de los usuarios, la seguridad de los equipos, y facilita su utilización.

Se desarrolló un plan de mantenimiento que incluye esencialmente actividades preventivas que permiten mantener en funcionamiento los equipos neumáticos para su utilización por los estudiantes durante todo el transcurso de clases.

Se elaboró guías de laboratorio para el desarrollo de prácticas en el campo de la neumática pura recalando los objetivos, metodología y resultados a lograr por la realización de las mismas.

Al trabajar exclusivamente con elementos puramente neumáticos se logran obtener al máximo las ventajas de la utilización de aire comprimido para ejemplificación, práctica y aplicación en procesos industriales, y se cumple con el objetivo del mantenimiento mejorativo al aportar características de fiabilidad, seguridad o mantenibilidad al sistema.

Recomendaciones.

Obtener los circuitos ejecutados en este trabajo mediante la utilización de elementos eléctricos y electroneumáticos, y así, comprobar el nivel de dificultad, características propias y diferencias que se presentan entre la neumática y electroneumática.

Realizar combinaciones para el desarrollo ampliado de circuitos, utilizando a la vez, elementos puramente neumáticos y eléctricos/electroneumáticos para incrementar la capacidad del banco de neumática en el desarrollo y ejemplificación de procesos reales en las industrias.

Al tratarse solamente de ejercicios o prácticas de laboratorio, los actuadores no necesitan de elevadas presiones, especialmente al tratarse de cilindros de simple y de doble efecto, trabajar con las presiones de trabajo mínimas, esto precautela el bienestar y vida útil de los elementos.

BIBLIOGRAFÍA

UNE EN 13306. *Terminología del mantenimiento.* 2018.

FESTO. *Neumática, hidráulica fundamentos.* ALEMANIA: FESTO DIDACTIC, 2009.

FESTO. *Simple circuits de memoria y circuitos lógicos, Manual.* FESTO DIDACTIC, 1979. ISBN 3 -8127-0867-1.

FIGUEROA, Euler. *Aplicaciones neumáticas, hidráulicas.* [En línea], 2013 [Consulta: 26 Junio 2019.]. Disponible en : <https://es.slideshare.net/EulerSheridanDezaFig/introduccion-a-la-electroneumatica-y-electrohidraulica-deza>.

MENDOZA, Jairo. *Aplicación del método paso a paso en la solución de problemas de neumática.* Pereira: Scientia et Technica, 2011. Año XVII, No 47, ISSN 0122-1701.

MOUBRAY, John. *RCM II Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.* Luterworth UK : Aladon Ltd., 1991. ISBN: 09519603-2-3. pp. 6-7.

RAMOS, A. *Automatismos digitales, diseño Lógico binodal.* 1982, ISBN. 84283-1163-3. pp 71-78.

SOLÉ, Antonio. *Neumática e Hidráulica.* Madrid : MARCOMBO. S.A., 2007. ISBN: 84-267-1420-X. pp. 51-68.



