

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTROMECAÁNICA



TRABAJO DE DIPLOMA

Título:

MANUAL CONSULTIVO DE CONTROL NEUMÁTICO Y
ELECTRONEUMÁTICO UTILIZANDO EL SOFTWARE FESTO fluidSIM

Autores: Jairo David Centeno Valencia
Víctor Eduardo Jiménez Herrera

Tutores: Dr. P.T. Arístides Rivera Torres.
Msc. Jorge Santiago Sánchez Cabrera.
Marzo 2010

DEDICATORIA

Este trabajo de diploma va dedicado a:

- A nuestras madres: Que han sabido guiar a sus hijos por un camino de inquietud intelectual
- A nuestros padres: Por los principios inflexibles que han guiado sus vidas
- A nuestros hermanos: Gracias por el valor, ternura, cariño y deseo de luchar para vencer.
- A nuestra gran familia humilde: A todos ustedes que forman parte de nosotros y nos han entregado todo su apoyo.

Pensamiento

*Sólo hay un obstáculo para llegar a ser lo que tú
deseas: tú mismo.*

Charles Chaplin

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Facultad de Geología-Mecánica

Departamento de Mecánica

Luego de estudiada la exposición de los diplomantes Jairo David Centeno Valencia y Víctor Eduardo Jiménez Herrera así como las opiniones del tutor y el oponente del presente trabajo de diploma, el tribunal emite la calificación de

_____.

Presidente del Tribunal

Secretario

Vocal

Dado en la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", a los _____ días del mes de _____ de _____.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que somos autores de este Trabajo de Diploma y que autorizo a la Universidad de Pinar del Río, a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.



Autoriza la divulgación del presente trabajo de diploma bajo licencia Creative Commons de tipo **Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada**, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas. La licencia completa puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode> autoriza al Departamento de Mecánica adscrito a la Universidad de Pinar del Río a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de materiales didácticos disponible en: "[Inserte URL del repositorio]"

Autoriza al Departamento de Mecánica adscrito a la Universidad de Pinar del Río a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de tesis disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu>

Firma:

Centeno Valencia Jairo David

Jiménez Herrera Víctor Eduardo

OPINIÓN DEL TUTOR

La tesis de diploma titulada “MANUAL CONSULTIVO DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO UTILIZANDO EL SOFTWARE FESTO fluidSIM”, desarrollada en la etapa de pasantía del presente año por los estudiantes Jairo David Centeno Valencia y Víctor Eduardo Jiménez Herrera, como parte del ejercicio de culminación de los estudios de la carrera de electromecánica en la universidad de Pinar del Río, logra los objetivos trazados, los estudiantes cumplieron con las tareas planteadas con calidad y responsabilidad según lo planificado.

Se puede plantear que los estudiantes para el cumplimiento de los objetivos, mostraron en todo momento independencia, creatividad y conocimientos de la carrera.

En el trabajo se observa dominio de elementos claves y de conocimientos de neumática y electroneumática y del software FESTO fluidSIM. Por todos estos resultados, considero que los estudiantes antes mencionados se merecen la máxima calificación

(5 puntos)

Tutor: Dr. C. Arístides Rivera Torres

AGRADECIMIENTOS

- A este país que nos brinda su ayuda, y nos dio la posibilidad de culminar nuestro trabajo de tesis.
- A todos los profesores de departamento de Mecánica, y también a todo el personal profesional y no profesional que nos enseñaron, nos guiaron y nos demostraron con sus ejemplos los valores humanos verdaderamente valiosos en hombre. A nuestros padres que nos educaron en un ambiente sano y sobre todo muy humano.
- A nuestros tutores Dr. P.T. Arístides Rivera Torres y Msc. Jorge Santiago Sánchez Cabrera que nos alimentan de sus conocimientos, que nos impregna la sabiduría y reconocen la necesidad de aprender cada día.
- A nuestros compañeros de la universidad que siempre demostraron su carácter afectivo, su respeto y nos ayudaron en todos los aspectos más notables de la vida.

RESUMEN

El presente trabajo muestra la elaboración y consecución de un manual de control neumático y electroneumático utilizando como herramienta principal para el diseño de circuitos neumáticos el software simulador fluidSIM el cual es una herramienta de complemento para el manual, este trabajo va dirigido al aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la UTC (Universidad Técnica de Cotopaxi) y opcionalmente para el uso técnico, teniendo como fin impulsar y ayudar al usuario en la capacidad de conocer elementos de trabajo neumático y desarrollar sus habilidades en el diseño de circuitos con el fin de solucionar problemas reales de diseño, comprobación o evaluación de circuitos debido a la facilidad que presenta la herramienta auxiliar de este trabajo como lo es el software fluidSIM, también podrá comprobar el funcionamiento de circuitos lo cual servirá de apoyo a la hora de diseñar circuitos neumáticos, además de esto el manual trata de educar al usuario con conocimientos básicos como son simbologías, descripción de componentes, normas de diagramas y representación de planos neumáticos mandos y métodos de diseño, finalmente conjugando a la electricidad con la neumática a través de circuitos electroneumáticos, que pueden ser representados en aplicaciones reales, dejando al final una sección de autoevaluación en la que el usuario podrá comprobar sus conocimientos, teniendo como límite la habilidad e ingenio del usuario.

ABSTRACT

The present work presents the elaboration and attainment of a manual of pneumatic control and electropneumatic using as main tool for the design of pneumatic circuits the software fluidSIM which is a complement tool for the manual, this work goes directed to the learning of the students and optionally for the technical use, having as end to impel and to help the user in the capacity to know elements of work pneumatic and to develop its abilities in the design of circuits with the purpose of solving real problems of design, confirmation or evaluation of circuits due to the easiness that presents the auxiliary tool of this work (software fluidSIM) the user also will be able to check the operation of circuits that which will serve as support when designing pneumatic circuits, also this manual tries to educate the user with basic knowledge as they are symbologies, description of components, norms of diagrams and representation of pneumatic planes, controls and design methods, finally conjugating to the electricity with the pneumatic one through circuits electropneumatic that can be represented in real applications, leaving at the end an auto evaluation section in which the user will be able to check his knowledge, having like limit the ability and the user's genius.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1 GENERALIDADES DE LA NEUMÁTICA.....	4
1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.2 PRINCIPALES APLICACIONES DE LA NEUMÁTICA EN LAS INDUSTRIAS ECUATORIANAS	4
1.3 PRINCIPALES PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS EN LA SIMULACION NEUMATICA	5
1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA NEUMÁTICA	5
1.5 TENDENCIAS ACTUALES DE LA NEUMÁTICA.....	6
1.6 AIRE COMPRIMIDO COMO PORTADOR DE ENERGÍA, GENERACIÓN, PREPARACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	7
1.6.1 PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.....	7
1.6.2 OBTENCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	8
1.6.3 GENERACION DE AIRE COMPRIMIDO: CONCEPTO, DEFINICIONES	8
1.6.4 GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO: TIPOS DE COMPRESORES..	9
1.6.5 INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO	13
1.6.6 TRATAMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO	13
1.7 ACTUADORES NEUMÁTICOS: GENERALIDADES	15
1.7.1 CILINDROS NEUMÁTICOS: CONCEPTOS Y DEFINICIÓN.....	15
1.8 ELEMENTOS DE MANDO NEUMÁTICOS: VÁLVULAS DIRECCIONALES	18
1.8.1 ELEMENTOS DE MANDO: VÁLVULAS.....	18
1.8.2 VÁLVULAS DE BLOQUEO, FLUJO Y PRESIÓN.....	19
1.9 ELECTRONEUMÁTICA: GENERALIDADES.....	22
1.9.1 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.....	22
2 SOFTWARE FESTO fluidSIM 3.6.....	26
2.1 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES.....	26
2.2 AUTORES.....	27
2.3 USUARIOS	27
2.4 APLICACIONES Y UTILIZACIÓN	27
2.4.1 DISEÑO.....	28
2.4.2 SIMULACIÓN	28

2.4.3	EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE CIRCUITOS.....	29
2.4.4	FUNCIONES ESPECIALES	29
2.5	CONDICIONES DE PARA INSTALACIÓN	31
2.6	CONSTITUCIÓN DEL SOFTWARE, FICHEROS DE RESPALDO.....	31
2.7	AMBIENTE DE TRABAJO DEL SOFTWARE fluidSIM	33
2.8	INTRODUCCION AL DISEÑO DE CIRCUITOS EN EL SOFTWARE fluidSIM	34
2.9	CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS PARA EL DISEÑO DE CIRCUITOS EN EL SOFTWARE fluidSIM.....	39
2.9.1	CONFIGURACIÓN DE UN CILINDRO DOBLE EFECTO	39
2.9.2	CONFIGURACIÓN DE UN ACTUADOR NEUMÁTICO.....	41
2.9.3	CONFIGURACIÓN DE UNA VÁLVULA DE POTENCIA 5/2 Ó 4/2.....	42
2.9.4	CONFIGURACIÓN DE VÁLVULAS DE MANDO 3/2.....	44
2.9.5	CONFIGURACIÓN DE VÁLVULAS ANTIRRETORNO ESTRANGULADORA.....	47
2.9.6	CONFIGURACIÓN DE VÁLVULAS DE DECELERACIÓN NORMALMENTE CERRADA Y NORMALMENTE ABIERTA (TEMPORIZADOR NEUMÁTICO).....	48
2.10	CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS	48
2.10.1	CONFIGURACIÓN DE UN OBTURADOR	49
2.10.2	CONFIGURACIÓN DE UN FRANQUEADOR.....	49
2.10.3	CONFIGURACIÓN DE UN RELÉ.....	50
2.10.4	CONFIGURACIÓN DE UN PULSADOR OBTURADOR.....	51
2.10.5	CONFIGURACIÓN DE UN SOLENOIDE	51
2.11	INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN	52
3	MANUAL DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO UTILIZANDO EL SOFTWARE fluidSIM.....	55
3.1	INTRODUCCIÓN	55
3.2	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS	56
3.3	EVALUACIÓN, DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE CIRCUITOS EN EL COMBINADO DE LÁCTEOS DE PINAR DEL RÍO; Error! Marcador no definido.	
3.3.1	ENVASADORA DE LÍQUIDOS EN FUNDA	58
3.3.2	BRAZO NEUMÁTICO PARA PALETERA DE HELADOS	60
3.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
3.5	ANÁLISIS DAFO DEL MANUAL	64
3.5.1	Fortalezas.....	64

3.5.2	Oportunidades	65
3.5.3	Debilidades.....	66
3.5.4	Amenazas.....	66
3.6	POSIBILIDADES.....	66
3.7	LIMITACIONES.....	67
3.8	APORTES TEÓRICO PRÁCTICOS DEL MANUAL.....	67
4	CONCLUSIONES	68
5	RECOMENDACIONES.....	68
6	BIBLIOGRAFÍA.....	70
7	ANEXOS.....	73

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo XX el ser humano ha implantado en fábricas, empresas centros de producción, etc. diversos tipos de mecanismos para llegar a la automatización y la implantación de sistemas neumáticos que aporten en el control de procesos, en la producción en serie, y en la eficiencia de trabajo.

Mejorando cada vez más la rentabilidad y producción del mismo. Siendo este el campo en el que se aplica y desarrolla el diseño neumático es útil tener como preámbulo la descripción señalada, ya que este es el punto de referencia que nos indica que el diseño e implementación de dichos sistemas en las últimas décadas ha tenido un nivel muy bajo de enseñanza y aplicación en el campo de la ingeniería, tanto en el orden de preparación especializada como en la formación de ingenieros por ende su aprendizaje y entendimiento ha sido un tanto complicado debido tanto a factores referentes a valores económicos cuando de conseguir tableros prácticos con elementos reales se trate, así también como a factores de bibliografía técnica debido a la poca didáctica que presentan estos materiales, los cuales no facilitan la tarea de aprender, diseñar y comprobar diversos tipos de circuitos neumáticos que se podrían presentar en una situación o necesidad en una empresa ayudándole al usuario como punto de partida a través de conocimientos básicos. Varias empresas proveedoras de elementos neumáticos y electroneumáticos han creado programas informáticos de diseño y simulación neumática para los productos que ofertan a las industrias, pero no han creado medios que guíen y orienten al usuario en la resolución problemas de diseño, como por ejemplo compilaciones de conocimientos referentes a elementos neumáticos y eléctricos, métodos para buscar posibles soluciones de diseño y posibles aplicaciones de los mismos en situaciones reales en una empresa o fábrica, etc.

Pudiendo aprovecharse estos recursos se plantea una propuesta de la elaboración de un manual de control neumático y electroneumático asociado a la utilización de un software simulador que contribuya al aprendizaje y capacidad de diseño neumático en una posible aplicación posterior del usuario.

Teniendo independientemente la ayuda de una herramienta de trabajo como lo es el software fluidSIM para comprobación de diseño y simulación.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe una falta de medios escritos que instruyan en el conocimiento sobre el diseño en sistemas neumáticos y electroneumáticos asociando el conocimiento con la práctica simulada en un software y además fortalezcan la bibliografía de estudio.

JUSTIFICACIÓN.- En el vasto campo de la neumática, su aprendizaje y aplicación en circuitos se ve frenado u obstaculizado de cierta forma por la falta de medios escritos o virtuales que muestran de una forma entendible y de cierto modo sencilla (aunque la neumática y su diseño no son del todo fácil) los distintos fundamentos, accionamientos, elementos y formas de diseño que permitan resolver un problema de diseño neumático y electroneumático. Con los múltiples tipos y casos que pueden presentarse en una situación real de diseño debido ya sea esto a causas, situaciones en el aprendizaje o a su vez en el campo de la aplicación en la industria, comenzado siempre con los conocimientos que se adquieren en la vida estudiantil.

De ahí surge la necesidad de elaborar un manual consultivo altamente ilustrativo que señale los pasos a seguir para poder resolver un problema de diseño en un circuito neumático o electroneumático determinado con la ayuda de un software simulador. Lo cual podrá servir de fundamento y conocimiento para el aprendizaje del control neumático y electroneumático, de esta forma contribuyendo de cierta manera a la comprensión y aplicación de elementos neumáticos y eléctricos aplicados en el diseño de circuitos los mismos que el usuario podrá comprobarlos en su labores prácticas en lo posterior ya sea en el simulador Festo fluidSIM o en lo posterior en la aplicación directa; manejando elementos físicos como válvulas, cilindros, elementos de accionamiento, fuentes de aire a presión, actuadores, elementos eléctricos etc. Y tomando estos medios de ayuda como conocimientos para el diseño de circuitos.

Objetivo general

- Elaborar un manual indicativo de control neumático y electroneumático, utilizando como herramienta de diseño y simulación el software fluidSIM.

Objetivos específicos

- Resolver problemas de diseño neumático aplicando diversos mandos y métodos.
- Compilar información referente a elementos neumáticos y eléctricos utilizados en circuitos con su respectiva descripción.
- Validar el manual, diseñando ejemplos con secuencias de trabajo similares a las que se presentan en el combinado de lácteos de Pinar del Río (envasadora en funda (real) y brazo neumático de paleta (en proyecto)) utilizando el software fluidSIM como simulador y comprobador de secuencias.

Hipótesis

Si disponemos de una herramienta como un manual de control neumático y electroneumático que facilite y gestione los conocimientos fundamentales sobre neumática y electroneumática entonces podemos mejorar el aprendizaje y la aplicación de la neumática y electroneumática, además teniendo como aliado un software de diseño y simulación.

RESULTADOS A ALCANZAR

- Obtener un manual indicativo de control neumático y electroneumático que complemente los conocimientos en esta área del saber.
- Crear una recopilación de conocimientos que permita servir de ayuda didáctica en la resolución de problemas neumáticos y electroneumáticos.
- Comparar secuencias de trabajo de circuitos neumáticos, existente y en proyecto del combinado de Lácteos de Pinar del Río con unas secuencias similares diseñadas en el software fluidSIM.

CAPÍTULO I:

1 GENERALIDADES DE LA NEUMÁTICA

1.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día la automatización industrial, a través de componentes neumáticos, es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria, por lo que alcanzar un dominio en el conocimiento de esta técnica requiere una gran inversión de tiempo y un estudio minucioso de ciencias como fundamentos físicos, neumática y electroneumática, mecánica de fluidos, el dominio de simuladores neumáticos, entre otros.

Sin embargo, este capítulo presenta de forma resumida las aplicaciones de la neumática en las industrias ecuatorianas, los principales softwares utilizados en la simulación neumática, ventajas y desventajas de la neumática y tendencias actuales de la neumática, etc.

1.2 PRINCIPALES APLICACIONES DE LA NEUMÁTICA EN LAS INDUSTRIAS ECUATORIANAS

Dentro de la industria Ecuatoriana, son numerosas las técnicas utilizadas en la implementación de un sistema de automatización a través de la tecnología neumática, debido a que es una técnica de fácil obtención, el aire comprimido es empleado en la mayor parte de las maquinarias modernas puesto que mejora el rendimiento productivo dentro de la industria.

La tecnología neumática tiene como enfoque el estudio del comportamiento y aplicación del aire comprimido, ya que ciertas características de este lo convierten en una herramienta útil para la fabricación y producción.

En Ecuador varias son las industrias que han implementado esta tecnología como por ejemplo en la industria de lácteos, la neumática es utilizada para el envasado y taponado, etiquetaje de botellas, etc. En las industrias de acero es utilizada para taladrar (mando para sujeción y avance neumático en un dispositivo de taladrar), mando de balanzas (dispositivo de envasado dependiente de la posición de la aguja de la balanza mediante detectores de

proximidad), acabado superficial, transformar (desbarbado de fundición en piezas de aluminio), dispositivo de doblado automático.

En la industria procesadora de tableros de aglomerado la tecnología neumática es empleada para impulsar la cierra de corte de tableros de aglomerado MDF (Medium Density Fibreboard), entre otros.

1.3 PRINCIPALES PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS EN LA SIMULACION NEUMATICA

La automatización a través de la neumática tiene como fin aumentar la competitividad de la industria por lo que requiere la utilización de nuevas tecnologías [1], razón por la cual muchas de las industrias ecuatorianas capacitan a sus técnicos tanto con la utilización de softwares simuladores como prácticas en sus áreas de trabajo puesto que cada vez es más necesario que toda persona relacionada con la producción industrial tenga conocimientos sobre la manipulación de sistemas neumáticos.

Dentro de los programas utilizados enunciamos los siguientes. [2]

- *Automation Studio* (FAMIC TECHNOLOGIES INC). [3]
- *Pneusim Pro* (En inglés) (SIMPRO). [4]
- *fluidSim Neumatics* (Español, inglés) (FESTO). [5]

El más reconocido y utilizado en las industrias del Ecuador es el simulador fluidSIM el cual posee una amplia información capaz de servir como material didáctico para la enseñanza y simulación de circuitos neumáticos.

1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA NEUMÁTICA

“La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimientos” [6] lo cual ha motivado a varias de las industrias ecuatorianas a implementar dicha tecnología en algunos de sus procesos.

La neumática ofrece en la industria ventajas de operación considerables en la elaboración de sus productos tales como: disponibilidad, compresibilidad y

mantenimiento fácil del aire, facilidad de transporte, es a prueba de incendios y explosiones y es de fácil control [7]. La fuerza neumática puede realizar muchas funciones mejor y más rápidamente, de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga. Se considera que los circuitos neumáticos son sencillos, de fácil instalación y aplicación en la industria. Esta tecnología tiene su ventaja más importante en la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi todas las ramas de la producción industrial.

La neumática tiene como deficiencia que en circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables, generando altos niveles de ruidos producidos por la descarga del aire hacia la atmósfera, las presiones a las que trabajan normalmente no permiten aplicar grandes fuerzas, no cuenta con mucha potencia y exactitud en sus operaciones [8]; aún así es un excelente medio y tal vez la mejor opción, dependiendo de las características del trabajo, para suministrar energía.

1.5 TENDENCIAS ACTUALES DE LA NEUMÁTICA

En la actualidad las tendencias actuales de manejo de la neumática están dirigidas a la construcción de robots de automatización o industriales, siendo en estos utilizados conjuntamente los sistemas neumáticos con, sistemas eléctricos e informáticos en aplicaciones de automatización fija y en serie, y por otro lado en aplicaciones en mecanismos de trabajo en máquinas herramientas.

Es así que el uso principal que le da la última tecnología a la neumática aplicada en robots neumáticos es en la manipulación de elementos de reducido peso y que necesiten una velocidad de traslación alta.

En máquinas herramientas se está utilizando la fuerza de la neumática para aprovechar la misma en desplazamientos rectilíneos y giratorios de piezas a mecanizar o de herramientas de trabajo, fijación, patrones de verificación. Es necesario mencionar que la creación y construcción de estos robots y mecanismos es de un valor económico elevado por lo que su utilización no es muy difundida y aplicada en producciones típicas de bajo presupuesto. [9]

La neumática tiene una aplicación total en el ámbito industrial que va desde grúas neumáticas hasta la aplicación de componentes de seguridad en la industria automotriz (sistemas de frenado, suspensiones, etc.)

Esta valiosa tecnología no solo está siendo aplicada en países desarrollados, sino también en aquellas industrias que están en sus inicios o en proceso de crecimiento, ya que la neumática promete a la industria y a sus procesos de fabricación un medio más barato de automatización, lo cual si se utiliza de manera inteligente, puede traer como resultado bajas en los costos de producción.

En la actualidad la neumática conlleva el uso del aire a presión o en depresión como fuente de energía, para transformarla en energía mecánica visible en movimientos.

1.6 AIRE COMPRIMIDO COMO PORTADOR DE ENERGÍA, GENERACIÓN, PREPARACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia en la industria con múltiples ventajas. Es segura, económica, fácil de transmitir movimientos con velocidad. Su aplicación es muy amplia para un gran número de industrias. Algunas aplicaciones son prácticamente imposibles con otros medios energéticos. El costo del aire comprimido es relativamente económico frente a las ventajas de la productividad que representa [10].

Para garantizar la fiabilidad de un mando neumático es necesario que el aire alimentado al sistema tenga un nivel de calidad suficiente. Ello implica considerar los siguientes factores: presión correcta, aire seco, aire limpio

Si no se acatan estas condiciones, es posible que se originen tiempos más prolongados de inactivación de las máquinas y, además, aumentarán los costos de servicio. [11]

1.6.1 PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

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

partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite, lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y la destrucción de los elementos neumáticos [12]

Una clasificación en grados de calidad según sea el tipo de aplicación es el camino para poder tener un catálogo que nos permita elegir una presencia correcta según sea la experiencia, (ver anexo 1).

Una clasificación en grados de calidad y una especificación de los diferentes tipos de aplicación ayudan a la determinación de la calidad correcta en cada caso, (ver anexo 2).

1.6.2 OBTENCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central [13]. En un sistema de obtención de aire comprimido se pueden distinguir las siguientes estaciones de tratamiento del aire:

- Filtrado
- Enfriado
- Secado
- Separación de impurezas sólidas, líquidas o de vapor de agua.

El equipamiento necesario para la generación y preparación del aire depende de los requisitos y exigencias de calidad del aire comprimido de acuerdo a la estaciones de obtención del mismo relacionando el tipo de contaminación que pueda tener y elemento de preparación según se aprecia en el anexo 3.

1.6.3 GENERACION DE AIRE COMPRIMIDO: CONCEPTO Y DEFINICIONES

Aire comprimido es aire atmosférico que ha sufrido un proceso de compresión, tiene energía de presión acumulada entregada en la compresión, que se transforma en trabajo mecánico al realizar un avance o bien usada para controlar procesos de regulación, mando o medición [14].

Para ser utilizada industrialmente tiene que ser comprimida a 6 bares. Para facilitar su estudio estipularemos que es un gas perfecto, es decir, que cumple:

- Sus moléculas no ofrecen ninguna resistencia para desplazarse entre sí.
- Cuando se encierra en un recipiente a presión, esa presión es transmitida a toda la pared con la que está en contacto, con un mismo valor.[15]

1.6.4 GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO: TIPOS DE COMPRESORES

Tomando en cuenta que para la generación de aire comprimido tenemos que disponer de un compresor podemos decir que:

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo aumentando su presión y energía cinética e impulsándola a fluir. [16]

Desglosando la clasificación de compresores según sus características y construcción podemos mencionar los siguientes tipos:

1.6.4.1 COMPRESORES DE ÉMBOLO ALTERNO DE UNA ETAPA

En este compresor el aire es aspirado por una válvula en la carrera de absorción y en la carrera de compresión, luego de alcanzada la presión, se evacua a través de la válvula de compresión.

Los compresores de pistón son muy conocidos, son de alta confiabilidad y seguros y se construyen en distintos tipos y rangos de presión y caudales. Estos compresores son rentables solo para presiones de 8 a 10 bares con pequeños caudales, debido a que a presiones mayores las pérdidas de calor son muy importantes. [14]

1.6.4.2 COMPRESORES DE ÉMBOLO DE VARIAS ETAPAS

En compresores de varias etapas se elige una relación de compresión menor por etapas; además se enfría el aire antes de la próxima compresión. De esta forma el rendimiento a presiones mayores es más rentable. En la Figura 1 se aprecia el esquema del compresor de émbolo. [14]

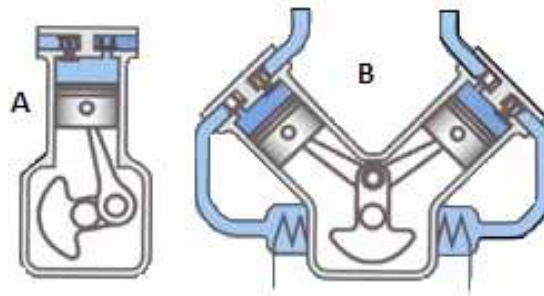


Figura 1 : esquema compresor de émbolo
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.4.3 COMPRESORES DE TORNILLO

Este tipo de compresor consiste básicamente en dos rotores helicoidales situados dentro de la carcasa del compresor. Por su movimiento absorben gas que posteriormente se comprime dentro de la cámara formada entre los rotores y la carcasa. Como se observa en la Figura 2, los rotores difieren en su forma de manera que ajusten entre sí formando un cierre hermético por el cual no pueda escapar el gas al ser comprimido.

La principal característica de este tipo de compresor es que pueden trabajar con corrientes gaseosas que contengan una cierta cantidad de líquido.

Este tipo de compresor requiere el uso de aceite de lubricación, sirviendo adicionalmente como líquido de sello. [17]

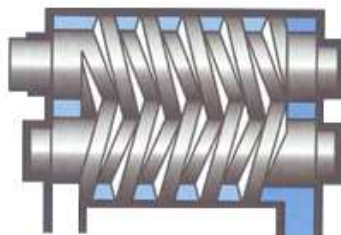


Figura 2: esquema compresor de tornillo
FUENTE Curso Neumática Inst. Berlín

1.6.4.4 COMPRESORES DE PALETAS MÚLTIPLES

Un rotor excéntrico, dotado de paletas gira en un alojamiento cilíndrico. La estanqueidad en rotación se asegura por la fuerza centrífuga que comprime las paletas sobre la pared (ver Figura 3).

La aspiración se realiza cuando el volumen de la cámara es grande y resulta la compresión al disminuir el volumen progresivamente hacia la salida.

Pueden obtenerse presiones desde 200 a 1000 KPa (2 a 10 bares), con caudales entre 4 y 15 m³/min. [18]

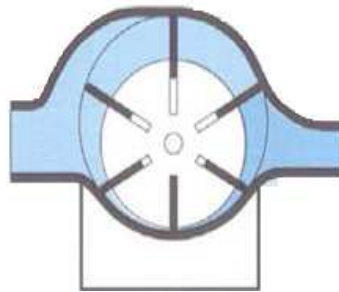


Figura 3: esquema compresor de paletas múltiples
FUENTE: Curso neumática Instituto Berlín

1.6.4.5 COMPRESORES ROOTS

Los compresores roots trabajan sin sellos internos, la presión se logra por generación contra resistencia este principio solo permite lograr presiones pequeñas el sistema no tiene rozamiento debido a su movimiento mecánico sincronizado de émbolos y por lo tanto no requiere de lubricación. Los compresores roots se utilizan principalmente para el transporte neumático. En la Figura 4 se observa un esquema de estructura del compresor roots. [14]

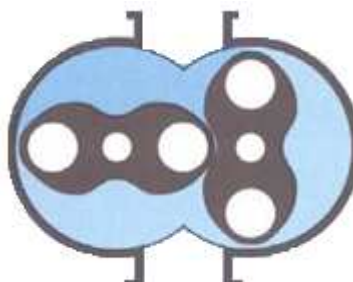


Figura 4: esquema compresor roots
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.4.6 COMPRESOR AXIAL

Son equipos dinámicos, en los cuales el aire pasa a través de los álabes y se transforma en alta velocidad pasando luego en su última etapa por un difusor, y transformando a esta energía de movimiento de aire en presión. Los compresores axiales tienen uso frecuente allí donde se necesitan grandes caudales dado que su presión por cada etapa es muy baja es necesario hacer conexiones en serie de varias etapas (ver Figura 5). [14]

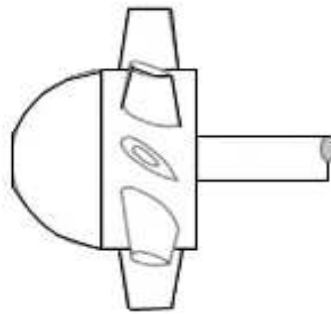


Figura 5: esquema compresor axial
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.4.7 COMPRESORES RADIALES

Los compresores radiales son, al igual que los compresores axiales equipos dinámicos, en los cuales se convierte a la energía de movimiento en presión. En este caso la aspiración es axial, luego el aire cambia de dirección y se entrega en forma radial, los compresores radiales se utilizan para lograr grandes caudales (ver Figura 6). [14]

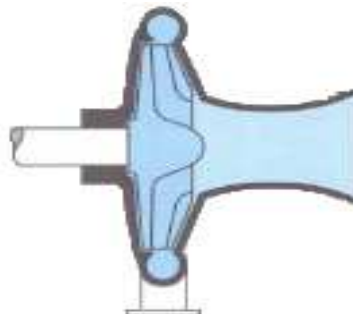


Figura 6: esquema compresor radial
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.5 INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO

La finalidad de un sistema de canalización de aire comprimido es distribuir aire comprimido a los puntos en los que se utiliza. El aire comprimido tiene que distribuirse con un volumen suficiente, la calidad y la presión adecuadas para propulsar correctamente los componentes que utilizan el aire comprimido [19].

La fabricación de aire comprimido es costosa. Un sistema de aire comprimido mal diseñado puede aumentar los gastos de energía, provocar fallos en los equipos, reducir el rendimiento de la producción y aumentar los requisitos de mantenimiento. En general suele considerarse que los costes adicionales realizados en la mejora del sistema de canalización de aire comprimido resultarán rentables muchas veces durante la vida del sistema. A continuación según la Figura 7 se muestra las estaciones de paso para la obtención de aire comprimido (símbolo y significado):

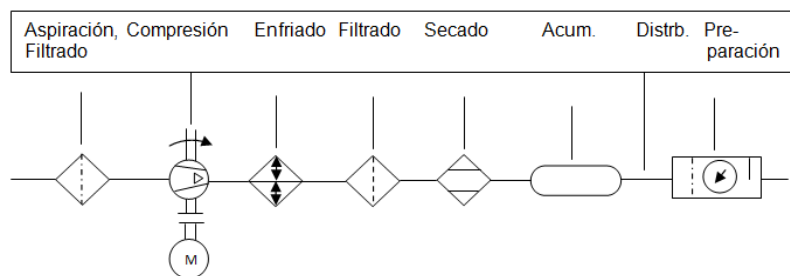


Figura 7: etapas de obtención de aire comprimido
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.6 TRATAMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido necesita eliminar impurezas y humedad ambiental por lo que es necesario utilizar unidades de mantenimiento ya que de ello dependerá la vida útil de los elementos del sistema. Y es así que la gran diversidad de aplicaciones del aire comprimido crea necesidades de limpieza diferentes para cada una de ellas. Si hay que filtrar el aire a fondo, deberán preverse más etapas de filtrado. Si se decide utilizar solamente un filtro fino, deberá asumirse una vida útil corta del elemento filtrante y, por tanto, mayores costes de mantenimiento. Más adelante se cita elementos con los cuales está compuesta una unidad de mantenimiento para el tratamiento de aire comprimido. [15]

1.6.6.1 FILTRO

El filtrado ocurre en dos etapas. La separación preliminar es provocada por una rotación a la que está expuesto el aire, generada por un deflector de chapa a la entrada en definitiva una fuerza centrífuga (ver Figura 8). La separación fina se produce a través de una cápsula filtrante. [14]

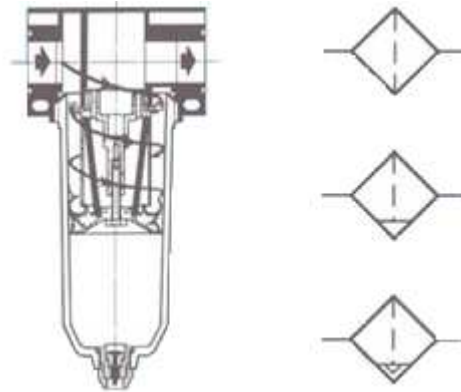


Figura 8: filtro

FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.6.2 REGULADOR DE PRESIÓN

El regulador de presión tiene la misión de mantener la presión constante en el sistema (ver Figura 9). Esto no puede lograrse si la presión regulada (presión secundaria) es menor al punto de presión más bajo del sistema de alimentación (presión primaria). Un regulador puede disminuir la presión pero no puede elevarla. [14]

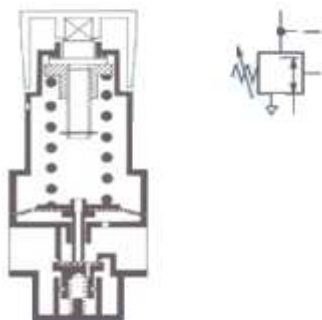


Figura 9: regulador de presión

FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.6.6.3 LUBRICADOR

El lubricador tiene por función lubricar a todos los componentes de trabajo y de control, el aporte de aceite se logra a través de un tubo de ascenso, del cual cae el flujo de aire en forma de gotas y debido a la alta velocidad traída por el aire se pulveriza (ver Figura 10).

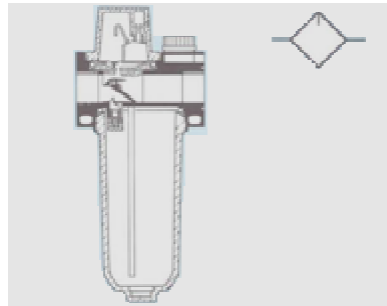


Figura 10: lubricador

FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.7 ACTUADORES NEUMÁTICOS: GENERALIDADES

Se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado y neumáticos haciendo referencia a la fuerza de trabajo en este caso la neumática [20]. 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.

Los actuadores debido a sus propiedades son utilizados en una infinidad de usos tanto industriales como de instrumentación. En el anexo 4 se muestra los principales componentes que utilizan fuerza neumática para su trabajo dependiendo del tipo de movimiento.

1.7.1 CILINDROS NEUMÁTICOS: CONCEPTOS Y DEFINICIÓN

Son dispositivos motrices en equipos neumáticos que transforman energía estática del aire a presión, haciendo avances y retrocesos en una dirección rectilínea [21]. Se utilizan ampliamente en el campo de la automatización para

el desplazamiento alimentación o elevación de materiales o elementos de las mismas máquinas [14].

Existen diversos tipos de cilindros de acuerdo al trabajo al que van a ser sometidos, relacionado características y espacio de trabajo entre los más utilizados están:

1.7.1.1 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO

En este tipo de cilindro el esfuerzo neumático va en un solo sentido el otro se realiza por un resorte o fuerzas exteriores, en la Figura 11 se observa su principio constructivo. [14]

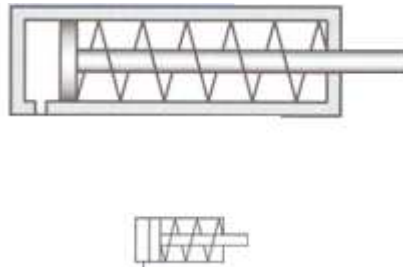


Figura 11: cilindro de simple efecto
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.7.1.2 CILINDRO DE DOBLE EFECTO

En este tipo de cilindro el esfuerzo neumático se realiza en ambos sentidos, teniendo dos entradas de aire comprimido una para el movimiento de avance y otra para el movimiento de retroceso, como puede apreciar en la Figura 12. [14]



Figura 12: cilindro doble efecto
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.7.1.3 CILINDRO CON DISPOSITIVO DE SUJECIÓN DEL VÁSTAGO

Si se desea realizar una detención estable en posiciones intermedias en cilindros neumáticos deben hacerse en forma mecánica con un dispositivo de fijación como se muestra en la Figura 13. [14]

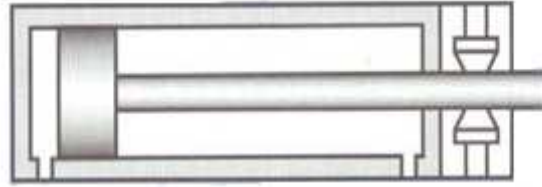


Figura 13: cilindro con dispositivo de sujeción del vástago
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.7.1.4 CILINDRO DE DOBLE EFECTO CON VÁSTAGO PASANTE

En este cilindro existe la posibilidad de realizar un trabajo en ambos lados del mismo. Además la guía del vástago se ve favorecida por tener ahora 2 puntos de apoyo (ver Figura 14).



Figura 14: cilindro de doble efecto con vástago pasante
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.7.1.5 CILINDRO POSICIONADOR

En este cilindro es frecuente unir dos o más cilindros entre sí para lograr varias posiciones en forma estable (ver Figura 15).

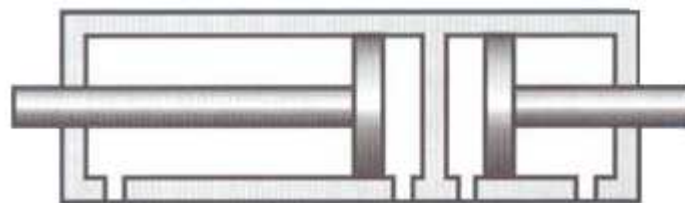


Figura 15: cilindro posicionador
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.7.1.6 CILINDROS EN TÁNDEM

Esta unidad está compuesta de dos cilindros de doble efecto que se encuentran acoplados mecánicamente entre sí (ver Figura 16).

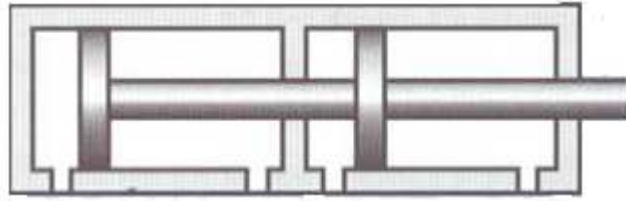


Figura 16: cilindro en tándem

FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8 ELEMENTOS DE MANDO NEUMÁTICOS: VÁLVULAS DIRECCIONALES

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo, Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas. Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por un compresor de aire comprimido [22]. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas antirretorno, de bloqueo, etc.

1.8.1 ELEMENTOS DE MANDO: VÁLVULAS

Las válvulas comandan e influyen sobre el flujo del medio presurizado. Ellas guían el medio dosificado y en el momento correcto hacia los componentes que realizan un trabajo.

Dependiendo de su función específica se diferencian distintos tipos de válvulas:

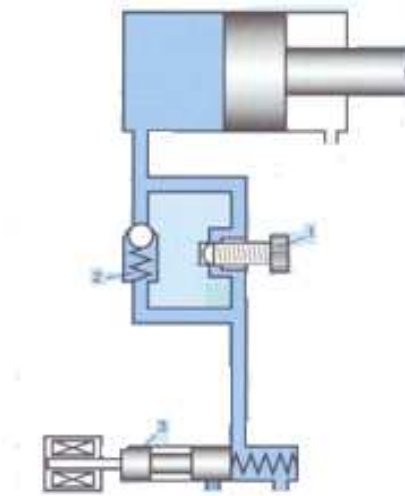
Direccionales: controlan el inicio, parada, y dirección del medio presurizado.

De bloqueo: bloquean el flujo en un sentido contrario y liberan en sentido contrario.

De caudal: influyen sobre el caudal del medio que está fluyendo

De presión: influyen sobre la presión del medio presurizado o bien se controlan con esta presión.

En la Figura 17 se puede apreciar un circuito neumático en el que se utilizan 3 tipos de válvulas: direccionales, de cierre o bloqueo y de caudal.



- 1: estrangulación (para regular la velocidad)-válvula de caudal
- 2: válvula antirretorno (para eludir la estrangulación)-válvula de cierre
- 3: válvula 3/2 vías-válvula direccional

Figura 17: circuito con válvula de caudal, de cierre y direccional
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8.2 VÁLVULAS DE BLOQUEO, FLUJO Y PRESIÓN

Las válvulas de bloqueo son válvulas que dejan pasar al medio presurizado en un solo sentido, cerrando el flujo en sentido contrario. [14].

Se consideran válvulas de bloqueo:

- válvula de bloqueo o retención propiamente dicha (antirretorno)
- válvula “O”
- válvula “Y”
- válvula de escape rápido

1.8.2.1 Válvula antirretorno

Las válvulas antirretorno dejan pasar el caudal de aire en un sentido y lo bloquean completamente en el sentido opuesto. Se construyen con o sin resorte y debido a que son válvulas de asiento, libres de fuga (ver Figura 18). Como elementos de cierre se usan bolillas, conos y sellos planos.

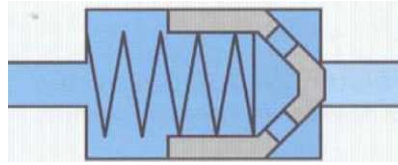


Figura 18: válvula antirretorno

FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8.2.2 Válvula de antirretorno desbloqueable

En la válvula de antirretorno desbloqueable existe la posibilidad de levantar el bloqueo en el sentido de bloqueo por medio de un pilotaje (ver Figura 19). De esta forma la válvula permite el flujo en ambos sentidos solamente si es deseado. Si se hace una elección conveniente de la relación de áreas, puede ser operada con una presión de pilotaje igual o menor a la presión del sistema.

[14]

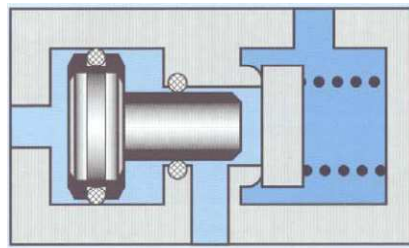


Figura 19: válvula antirretorno desbloqueable

FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8.2.3 Válvula de secuencia “O”

Un válvula “O” entrega una señal cuando en alguna de sus entradas existe una presión. Al mismo tiempo se bloquea la entrada opuesta. Se usan comúnmente como cuerpos de cierre de bolitas, conos y sellos planos. Esta válvula de secuencia se denomina “O” pues permite el flujo de las entradas 1 “o” 2.

(Ver Figura 20). [14]

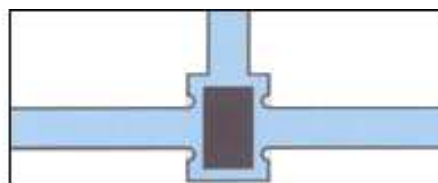


Figura 20: válvula de secuencia FUENTE
Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8.2.4 Válvula de dos presiones “Y”

En la válvula “Y” (Figura 21) la señal de salida solo se entrega si ambas señales de entrada están activas. Un pistón con sello en cada lado se encarga de este proceso, mientras que el aire que llega de la última señal es la que pasa hacia la salida. Esta válvula de secuencia se denomina “Y” pues solamente si hay presión en la entrada 1 “Y” en la 2 puede haber una señal de salida. [14]

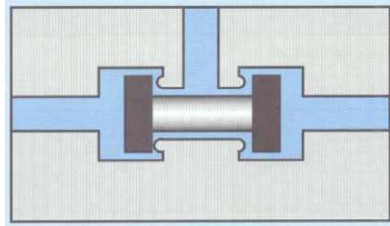


Figura 21: válvula de dos presiones
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8.2.5 Válvula de escape rápido

Por medio de la válvula de escape rápido las tuberías y recipientes pueden evacuar el aire rápido y directamente a través de una sección grande. Debido a la diferencia de presión que se establece entre la presión de salida y la entrada se conmuta en el escape el sello (asiento) y queda libre la salida con escape rápido. En la Figura 22 se observa la estructura de una válvula de este tipo. [14]

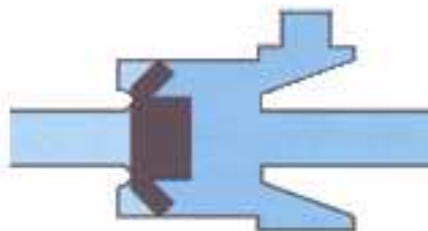


Figura 22: válvula de escape rápido
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.8.2.6 Válvula estranguladora de caudal unidireccional

Esta válvula es una combinación entre una estranguladora (generalmente una regulable) y una válvula antirretorno, (ver Figura 23). Se utiliza allí donde debe influenciarse sobre el caudal en un solo sentido.

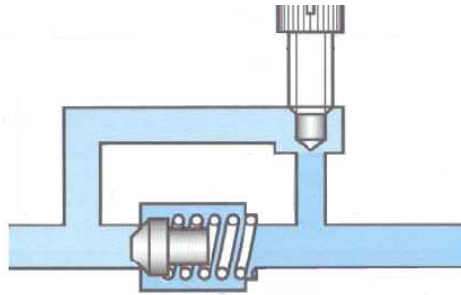


Figura 23: válvula estranguladora de caudal
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.9 ELECTRONEUMÁTICA: GENERALIDADES

En electroneumática, la energía eléctrica substituye 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 [23].

Los elementos nuevos y/o diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.

1.9.1 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

El conjunto de elementos que debemos de introducir para lograr el accionamiento de los actuadores neumáticos son básicamente:

1.9.1.1 ELEMENTOS DE RETENCIÓN

Son empleados, generalmente, para generar 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 (ver Figura 24).

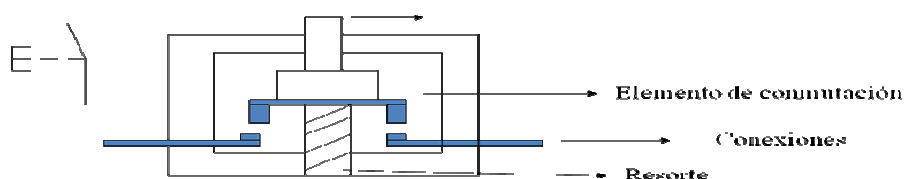


Figura 24: pulsador
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.9.1.2 INTERRUPTORES MECÁNICOS DE FINAL 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 (ver Figura 25).

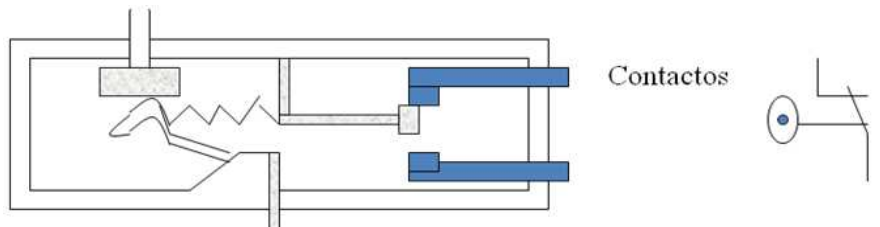


Figura 25: interruptor final de carrera, normalmente abierto
FUENTE Curso de Neumática Inst. Berlín

1.9.1.3 RELEVADORES O RELÉS

Es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. [24]

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.

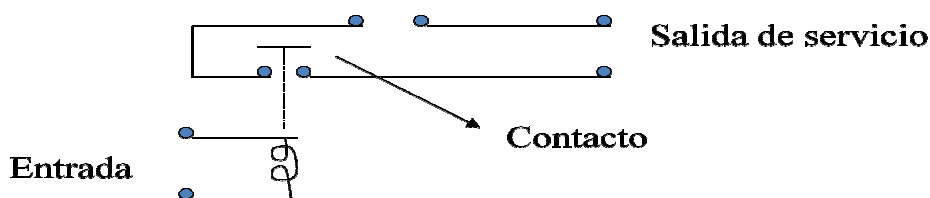


Figura 26: principio de funcionamiento del relevador
FUENTE Curso de neumática Inst. Berlín

En la Figura 26 se observa el principio del funcionamiento del relevador como un simple contacto. Cuando se recibe una señal de entrada, la bobina genera un campo magnético provocando el cierre del contacto. A la salida del servicio

se conecta la carga a ser activada. En la Figura 27 se observa un relevador comercial que ofrece más de una salida, todas a la vez, siendo algunas de ellas normalmente cerradas.

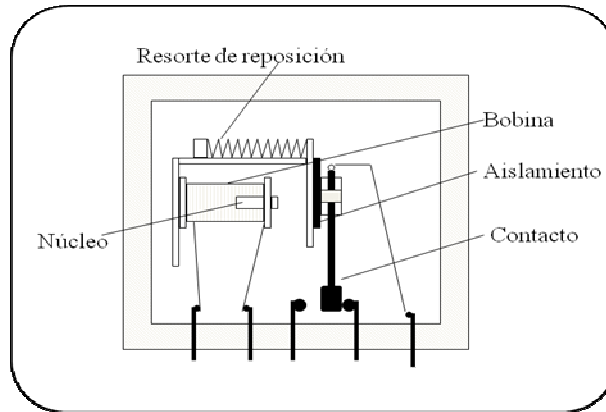


Figura 27: esquema interno de un relevador

FUENTE <http://www.scribd.com/doc/4196749/Electroneumatica>

La representación simbólica de un relevador es la que se presenta en la siguiente Figura 28.

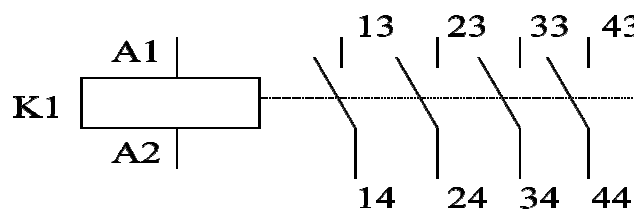


Figura 28: representación simbólica de un relevador de contactos NA. FUENTE <http://www.scribd.com/doc/4196749/Electroneumatica>

K1 identifica al relevador número uno. A1 y A2 identifican a las terminales del relevador. La numeración identifica a la primera cifra con la cantidad de contactos, mientras que la segunda cifra (3 y 4) indican que se trata de contactos normalmente abiertos. Para contactos normalmente cerrados se emplean en las segundas cifras los números 1 y 2, respectivamente.

Para el caso de relevadores que emplean contactos tanto normalmente abiertos como cerrados, tenemos la siguiente representación (ver Figura 29).

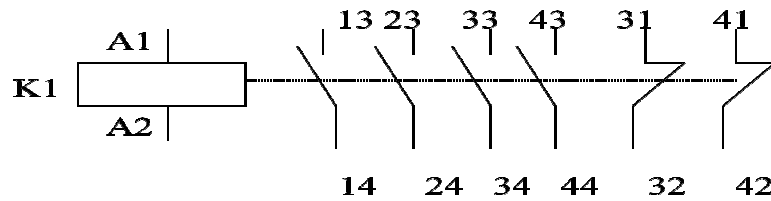


Figura 29: representación simbólica de relevador con contactos NA y NC. FUENTE: <http://www.scribd.com/doc/4196749/Electroneumatica>

1.9.1.4 VÁLVULAS ELECTRONEUMÁTICAS

El dispositivo medular en un circuito electroneumático, es la válvula electroneumática. Esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica, proveniente de los relevadores a energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática. Esencialmente, consisten 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 [23]. La representación de una válvula electroneumática 3/2 de regreso por resorte, es como lo muestra la Figura 30.

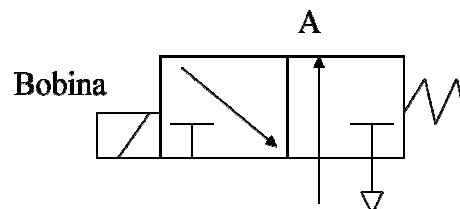


Figura 30: válvula electroneumática

FUENTE: <http://www.scribd.com/doc/4196749/Electroneumatica>

CAPÍTULO II

2 SOFTWARE FESTO fluidSIM 3.6

2.1 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES

Es un programa informático demostrativo (demo) para entrenamiento en el sistema neumático fluidSIM. Creado por la empresa alemana FESTO líder mundial en construcción y ventas de elementos neumáticos, pioneros en la creación de softwares para aprendizaje y entrenamiento, el cual tiene la opción de diseñar ejercicios neumáticos y electroneumáticos los mismos que con ciertos conocimientos y fundamentos pueden ser resueltos, solucionando problemas para llegar a la obtención de una secuencia de trabajo deseada, así como circuitos de diseño sencillo [25].

Una característica importante de fluidSIM es su completo concepto didáctico fluidSIM ayuda a enseñar, aprender y visualizar la neumática. Los componentes neumáticos son explicados por medio de breves descripciones, imágenes y presentaciones de principios de accionamiento; y los ejercicios ayudan a conocer las conexiones más importantes en el uso de componentes neumáticos.

El uso de este software permite desarrollar el conocimiento del usuario en problemas neumáticos a través del información de constitución, funcionamiento de válvulas, actuadores, accionamientos así como los métodos para resolver problemas de control doble, y otros problemas que pueden presentarse en diversas situaciones de aplicación en la industria, o en el laboratorio cuando de enseñar neumática se requiera .

Otra característica importante de fluidSIM es su estrecha relación con la función de simulación CAD (computer-aided design). El software fluidSIM permite exportar e importar diagramas de circuitos neumáticos; por otra parte, posibilita la ejecución sobre la base de descripciones de componentes físicos de una simulación plenamente explícita. Con esto se establece una división entre la elaboración de un esquema y la simulación de un dispositivo práctico

La función CAD de fluidSIM está especialmente ideada para el campo de la técnica de fluidos y puede, por ejemplo, comprobar mientras se diseña, si ciertas conexiones entre componentes son realmente posibles.

En el desarrollo del programa se ha dado especial importancia al empleo intuitivo y de ágil aprendizaje de fluidSIM. Esta concepción de empleo le ofrece la posibilidad de tras de un breve período de toma de contacto, diseñar y simular circuitos de fluidos

2.2 AUTORES

FluidSIM neumática surge en el interior del grupo de trabajo de sistemas en base de saber de la Universidad de Paderborn (Prof. Dr. H. Kleine Buning).

La concepción y el desarrollo de fluidSIM neumática se han basado, entre otros, en los trabajos de investigación de Dr. Daniel Curatolo, Dr. Marcus Hoffmann y Dr. Håbil Benno Stein fluidSIM se desarrolló en colaboración con la universidad de Paderborn, la empresa Festo Didactic GmbH & Co. KG y Art Systems, Paderborn [25].

2.3 USUARIOS

Alrededor del mundo son muchos los centros de educación que emplean el software fluidSIM como herramienta para el aprendizaje del control neumático, instruyendo a sus estudiantes en el conocimiento y desarrollo de la misma.

Además empresas dedicadas al ensamblaje de máquinas neumáticas de trabajo en serie utilizan el software para diseñar, ensayar, y probar sus sistemas neumáticos antes de montarlos, creando luego planos neumáticos del sistema que pueden ser impresos con su función compatible en el CAD.

2.4 APLICACIONES Y UTILIZACIÓN

Las posibilidades que el usuario tiene de utilizar el software fluidSIM son varias entre ellas podemos citar las siguientes aplicaciones.

- Diseño de circuitos
- Simulación de circuitos

- Evaluación y optimización de circuitos
- Funciones especiales (opción para versión con licencia)

2.4.1 DISEÑO

Para comenzar con un desglose de la primera forma de utilización que se le puede dar al software podemos separar a los elementos con los que dispone el software para el trabajo de diseño en elementos neumáticos y elementos electroneumáticos, haciendo referencia a la primera se pueden diseñar circuitos utilizando válvulas 3/2, válvulas reguladoras, válvulas de simultaneidad, válvulas antirretorno, temporizadores neumáticos, etc. Aplicando mando secuenciales, en cascada, con mejoramiento, etc. teniendo un espacio físico simulado mayor, se puede resaltar que los accionamientos neumáticos (cilindros simple efecto, doble efecto) son quienes realizan el trabajo y por ende el movimiento lineal siendo en ambos casos elementos que no varían en su utilización.

En el control electroneumático con el software fluidSIM, la diferencia en el diseño con el control neumático es que en el primero las válvulas de control 3/2, temporizadores accionamientos, rodillos, etc. Es decir los elementos físicos son reemplazados por elementos eléctricos como relés, obturadores, franqueadores, etc. Reduciendo el espacio físico simulado siendo controlado desde un circuito eléctrico.

2.4.2 SIMULACIÓN

En la segunda parte de utilización del software es decir en la parte de simulación de circuitos con el que cuenta el mismo podemos hacer referencia a la gran ayuda que trae para la comprobación y funcionamiento correcto de un circuito neumático o electroneumático, ya que a través de una barra de herramientas de simulación con la que cuenta el software podemos poner a correr un circuito diseñado en el simulador comprobando si el diseño es correcto gracias a la simulación de movimiento de pistones y funcionamiento de válvulas, etc.

2.4.3 EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE CIRCUITOS

El software también puede servir de ayuda para la evaluación de circuitos existentes comprobando secuencias de trabajo, elementos que intervienen, conexiones erráticas, métodos usados para el diseño, y a su vez resolver problemas que se pueden presentar en los componentes neumáticos ya que con el uso del simulador sabremos cual debe ser el funcionamiento correcto del sistema, y a su vez podemos probar nuevas soluciones que ayuden a disminuir el número de elementos neumáticos de trabajo, optimizando el sistema y reduciendo costos reales. Además se puede utilizar el software para diseñar y comprobar circuitos neumáticos antes de montar un sistema neumático físico, es decir saber cuál será su funcionamiento antes de montarlo.

Algunos parámetros que se pueden llevar en cuenta en el software con valores figurados son: la carrera del émbolo, superficie del pistón, posición del pistón dependiendo del circuito y su tipo de resolución.

También en las válvulas podemos realizar variaciones ya que dando un doble clic con el ratón sobre la válvula podemos realizar cambios de tipo de accionamiento, posición, cuerpo de válvula.

Las limitaciones que el programa pueda presentar se apegan a la última parte de la utilización del software (funciones especiales) ya que por ser un programa en versión demo sin licencia no permite realizar comunicaciones de interfaz con otras aplicaciones, sin embargo se puede describir la función de comunicación de una versión con licencia:

2.4.4 FUNCIONES ESPECIALES

Las funciones especiales con las que cuenta la versión con licencia del software fluidSIM son:

2.4.4.1 COMUNICACIÓN OPC Y DDE CON OTRAS APLICACIONES

El software fluidSIM ofrece la posibilidad de intercambiar datos con otras aplicaciones y de este modo trabajar, con un control de SPS (sistema de control con memoria programable). La condición para este acoplamiento es

que, o bien la otra aplicación posea un interfaz de OPC (OLE for process control), o que pueda actuar como DDE (dynamic data exchange) cliente. El acoplamiento tiene lugar por medio de componentes especiales de entrada/salida, los cuales ponen a disposición ocho entradas y salidas [25]. (OLE: object linking and embedding)

2.4.4.2 EXPORTACION DFX

El software fluidSIM dispone de un filtro para exportación de los diseños de circuito en formato DXF (drawing interchange format). Los diseños pueden, de este modo, ser importados desde fluidSIM hacia un programa CAD y, una vez allí, pueden ser nuevamente modificados.

El diseño exportado en formato DXF se diferencia del diseño de circuito de fluidSIM, en los puntos siguientes:

1. Las conexiones de los componentes no se señalan con una cruz.
2. Se incluye el símbolo DIN ISO 1219 para los cilindros.
3. El tipo de letra de los componentes de texto aparece como estándar.

2.4.4.3 IMPORTACIÓN DXF

Los archivos que se han guardado en formato DXF permiten su importación manteniendo la mayor parte de los atributos de los elementos. Los dibujos y símbolos que se hayan importado en fluidSIM de ese modo, no podrán ser, debido a su origen, simulados, ya que el formato DXF no cuenta con modelos físicos. La función de importación será de provecho en caso de que un circuito deba contar con elementos que no son compatibles con las funciones de CAD. De este modo, pueden introducirse los marcos de diseño o los planos de distribución de las piezas que han sido creados con un programa de CAD [25].

Ya al final se debe hacer mención a una posible debilidad del software ya que una de sus propiedades (ayuda) se ven limitadas en un cierto grado cuando se intente trabajar el programa en computadores con sistema operativo Windows vista, o Windows 7, siendo el ideal para el trabajo el Windows XP debido a su

compatibilidad con el programa Festo fluidSIM.

El uso que se le dé al programa en la ejecución de prácticas neumáticas contribuirá al aprendizaje y entrenamiento en problemas de diseño neumático.

Concluyendo con la descripción de este software de entrenamiento neumático conocido como fluidSIM neumático *se pone en claro que el uso que se le da en este trabajo es netamente con fines didácticos tratando de aprovechar de la mejor manera el software creado por la empresa FESTO*

2.5 CONDICIONES DE PARA INSTALACIÓN

Para la instalación del fluidSIM necesita un computador personal con un procesador Pentium (o superior) que corra bajo entorno Microsoft Windows 9x, Microsoft Windows ME, Microsoft Windows 2000 ó Microsoft Windows XP.

Para realizar cuestiones de diseño y simulación de circuitos le bastará tener una memoria base de 64 MB, para garantizar además una utilización eficaz durante la simulación, se recomienda una capacidad de memoria base mayor de 128 MB. [25].

2.6 CONSTITUCIÓN DEL SOFTWARE, FICHEROS DE RESPALDO

Los ficheros de la versión que se está utilizando del fluidSIM 3.6 (versión demo) cuenta con la estructuración de la Figura 31.

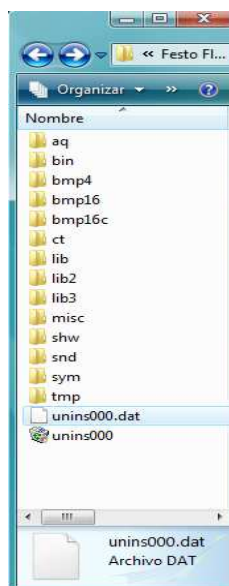


Figura 31: ficheros del fluidSIM

El directorio **aq** comprende la base científica del fluidSIM

La carpeta **bin** comprende el programa ejecutable de fluidSIM y diversos archivos adicionales. En concreto puede encontrar aquí el programa desinstalación *fduninst.exe* necesario para la desinstalación del demo.

No se puede realizar ningun cambio en este directorio **bin** al tener encriptada la información y requiriendo un código de autor para su cambio y manipulación.

El directorio **bmp4** contiene fotos de los elementos de la biblioteca de componentes en color gris y blanco.

El directorio **bmp16** contiene fotos de la biblioteca de componentes en color gris y blanco.

La carpeta **bmp16c** también contiene fotos de la biblioteca de componentes, estas 3 carpetas bmp permiten guardar elementos en las mismas pero no pueden ser abiertas con una orden desde el software excepto siguiendo la orden archivo abrir carpeta.

Las carpetas **lib**, **lib2**, **lib3** contiene imágenes de los símbolos utilizados; en estas carpetas se puede pegar circuitos hechos creando una biblioteca de ejemplos.

El directorio **ct** contiene los circuitos de ejemplo del fluidSIM. Éste es también el directorio en el que, por defecto, se pueden guardar los nuevos circuitos que se creen .

El directorio **misc** contiene todos los archivos de ayuda y las opciones de fluidSIM.

El directorio **snd** contiene los archivos de audio del fluidSIM.

El directorio **shw** contiene todos los archivos de exposición.

El directorio **sym** contiene la biblioteca de componentes del fluidSIM en una presentación jerarquizada.

El directorio **tmp** contiene modelos de circuitos de memoria temporal y otros archivos temporales en este caso esta vacía.

En el final se puede encontrar el programa desinstalador *fduninst.exe* necesario para la desinstalación del programa.

2.7 AMBIENTE DE TRABAJO DEL SOFTWARE fluidSIM



Figura 32: icono del software instalado

El ambiente de trabajo en el fluidSIM gira alrededor de un entorno típico de WINDOWS (ver Figura 33) en donde es posible trabajar con los comandos aplicables para cualquier programa con versión WINDOWS.

Al abrir el icono del fluidSIM (ver Figura 32) en el ordenador aparecerá en pantalla el programa

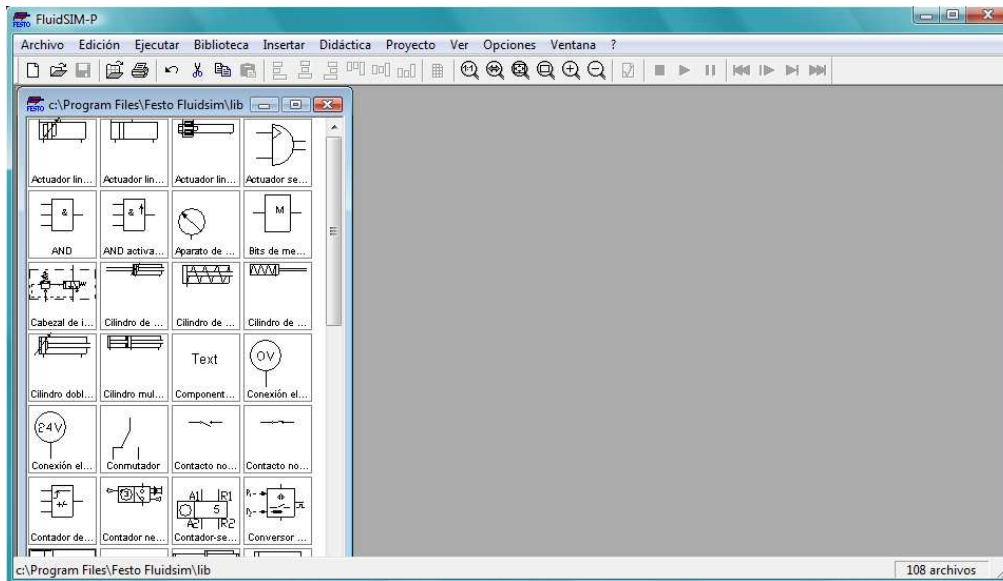


Figura 33: ambiente de trabajo del fluidSIM

con todo el menú clásico de windows (ver Figura 34) ubicado en la parte superior de la pantalla, estas barras son comunes de windows (ver Figura 35).

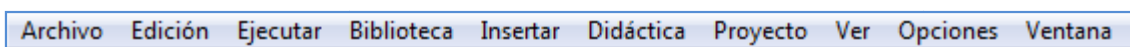


Figura 34: menú clásico de Windows en el fluidSIM

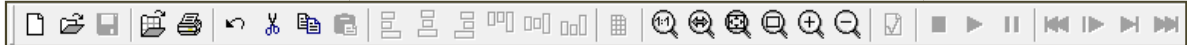


Figura 35: barra de iconos múltiples del fluidSIM

2.8 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE CIRCUITOS EN EL SOFTWARE fluidSIM

Como introducción para el diseño neumático en el software fluidSIM debemos comenzar conociendo elementos de trabajo como la biblioteca de componentes, el plano de trabajo, como llevar los elementos al plano, como configurar cada elemento que interviene en un diseño de un sistema neumático etc. Para lo cual se trata de detallar los pasos iniciales para tener una idea de armaje de circuitos, esto se da a conocer a continuación.

Una vez abierto el programa en la parte izquierda de la pantalla tenemos la biblioteca de componentes (ver Figura 37) a manera de cuadrícula con símbolos neumáticos y en la parte derecha aparece un espacio en color gris (ver Figura 36) el cual ya en el diseño es ocupado por un plano de trabajo (ver Figura 38).

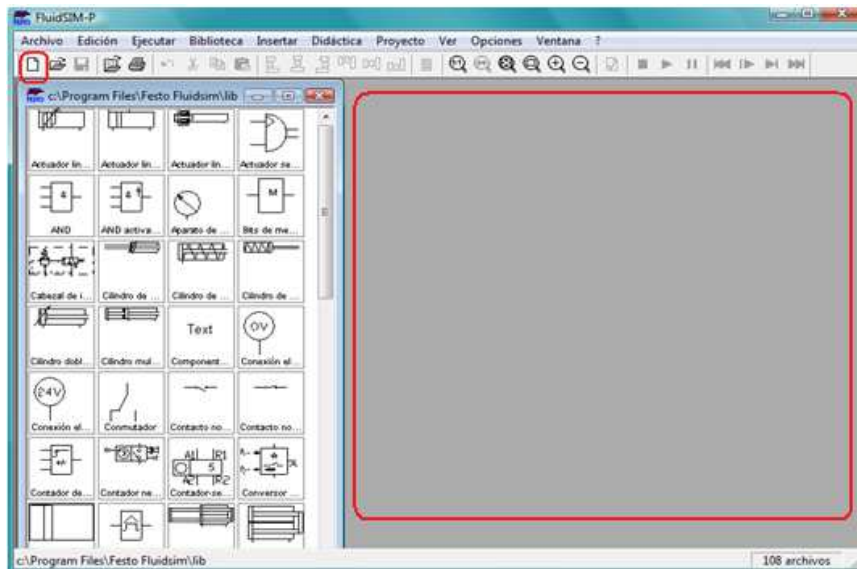


Figura 36: pantalla inicial fluidSIM

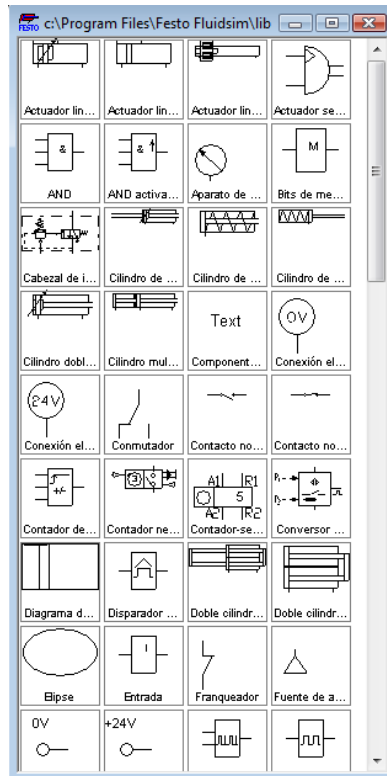



Figura 37: biblioteca de componentes

Este plano de trabajo aparece al dar un clic en el icono  ubicado en la esquina superior izquierda de la pantalla en la Figura 36, este plano será donde se ubiquen los elementos que compondran el circuito neumático (observar Figura 38).

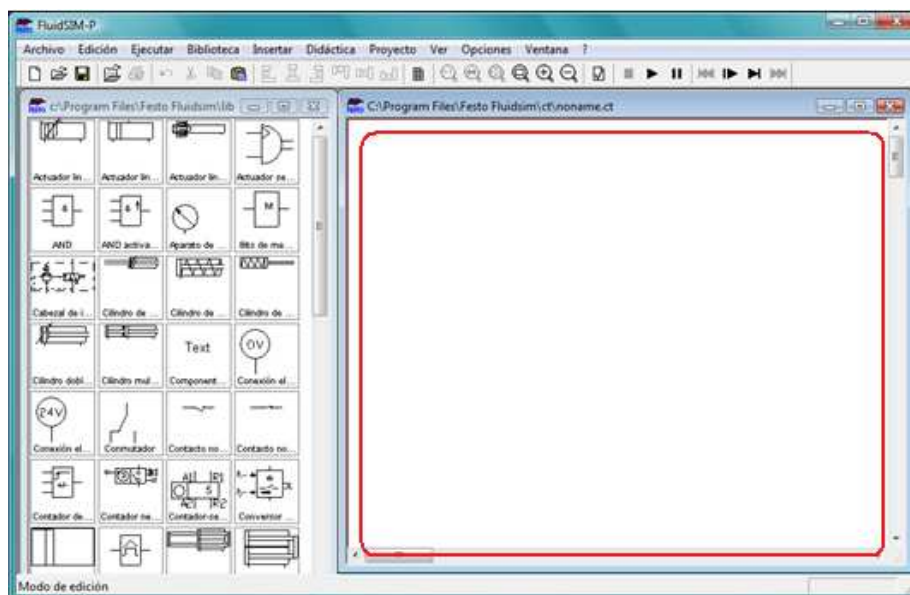


Figura 38: plano de trabajo

Al tener el plano en blanco de la figura anterior, seguimos con el paso de ubicar

los elementos necesarios para el circuito neumático en dicho plano, esto se lo consigue arrastrando con el mouse los elementos neumáticos necesarios de la biblioteca de elementos neumáticos (ver parte derecha de la Figura 38) hacia el plano de trabajo. Ya en la Figura 39 se puede apreciar los elementos de trabajo arrastrados de la biblioteca de elementos hacia el plano.

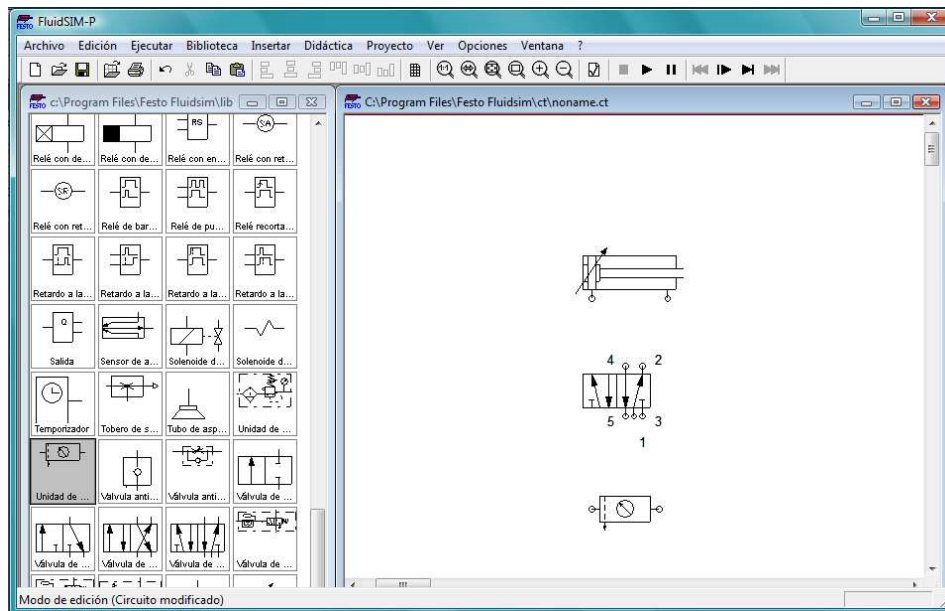


Figura 39: plano de trabajo con elementos arrastrados de de la biblioteca de componentes

La configuración de cilindros, válvulas direccionales, de control, de mando se la realizará dependiendo del diseño del circuito (para esto más adelante se detalla la configuración de elementos neumáticos y eléctricos que se pueden utilizar en el diseño de circuitos neumáticos).

Ejemplo de diseño neumático en el software fluidSIM:

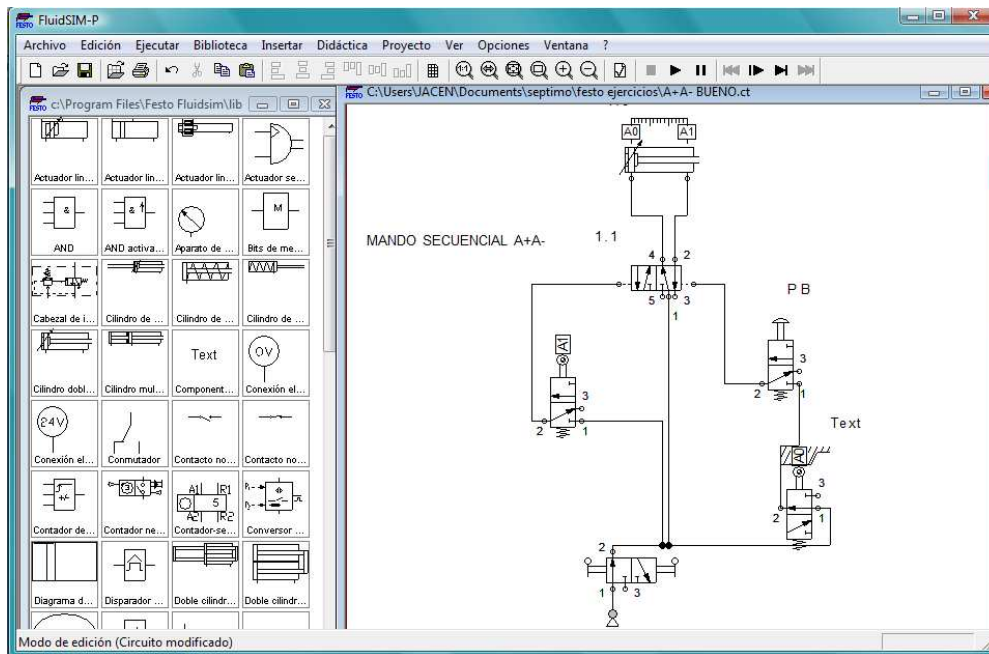


Figura 40: ejemplos de diseño en el software fluidSIM

En la Figura 40 tenemos el diseño de un circuito neumático por mando secuencial A+ A- (ver tipos de mando en el manual de esta tesis). Este se logra en el software fluidSIM de la siguiente manera:

Arrastramos al plano de trabajo de la biblioteca de componentes un cilindro doble efecto, una válvula 5/2, 4 válvulas 3/2, y una fuente o compresor (para conocer la simbología de cada elemento se debe revisar la parte de componentes y simbología del manual de esta tesis). Entonces configuramos el cilindro y las válvulas como se muestra en el circuito (ver accionamientos de válvulas, en el manual y configuración de cilindros y válvulas, sección 2.9 de este capítulo) para luego unir con conductos todos los elementos como se muestra en el circuito tomando en cuenta las entradas y salidas de presión.

Conexiones neumáticas entre elementos neumáticos en el software fluidSIM

Las conexiones en el software se las realiza acercando el cursor del mouse a una entrada de aire sea esta de una compresor, válvula o cilindro, hasta lograr que se pinte de verde (ver Figura 41) una vez que esto pasa se da un clic sobre dicho punto y se lo arrastra con el mouse hacia el punto de salida o conexión hasta el cual queremos llevar la presión de aire, como referencia veremos que el segundo punto de conexión se pinta también de verde (ver Figura 42)

entonces soltamos el mouse y la conexión quedará hecha (ver Figura 43).

Nota: para realizar las conexiones es necesario conocer en el caso de válvulas cual es la entrada de presión (1) y cuales son las salidas (2) o (4). En el caso de conexiones en circuitos electroneumáticos el proceso es el mismo.

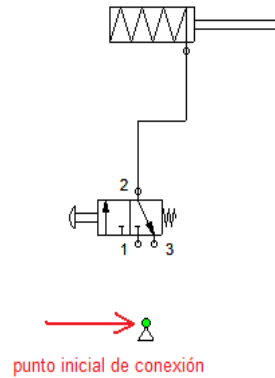


Figura 41: conexión en el software fluidSIM

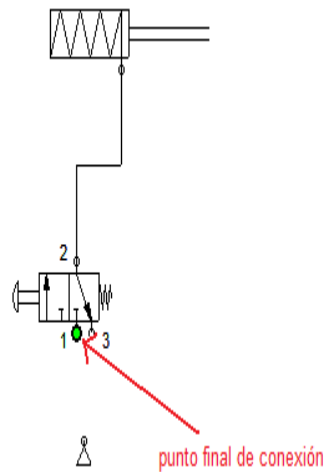


Figura 42: conexión en el software fluidSIM

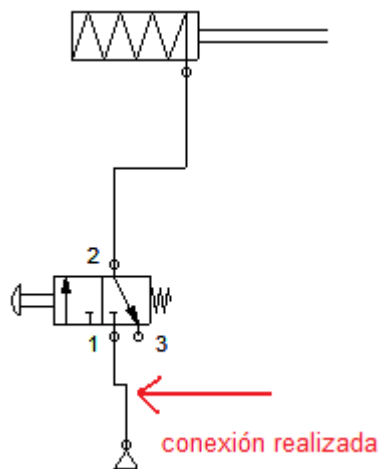


Figura 43: conexión hecha

2.9 CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS PARA EL DISEÑO DE CIRCUITOS EN EL SOFTWARE fluidSIM

Una vez ya arrastrados los elementos neumáticos o eléctricos necesarios para el diseño al plano de trabajo (ver Figura 38) se procede a la configuración de los mismos de acuerdo al tipo de resolución o mando que se le dé al diseño (ver tipos de mando en el manual).

2.9.1 CONFIGURACIÓN DE UN CILINDRO DOBLE EFECTO

Una vez que hemos arrastrado con el mouse el cilindro de la biblioteca de componentes a el plano de trabajo (ver Figura 44) se procede a la configuración siguiente: al dar doble clic sobre un elemento actuador en este caso un cilindro doble efecto, aparecerá en pantalla un recuadro (ver Figura 45) en el que aparecerán valores que se pueden variar como son: fuerza, carrera del émbolo, posición del pistón, superficie del pistón, superficie anular; además se pueden hacer visible valores de fuerza o velocidad marcando la magnitud que desee mostrar. En el parámetro de posición del pistón podemos variar de 0 mm (posición de cilindro en retroceso) a 100mm (posición de cilindro en avance) dependiendo de la posición de trabajo deseada.

cilindro arrastrado a el plano de trabajo

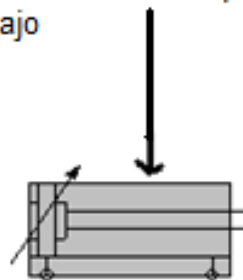


Figura 44: cilindro doble efecto de la biblioteca de componentes

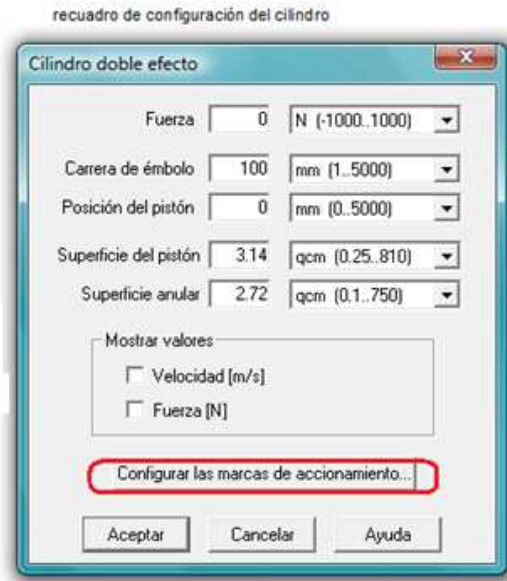


Figura 45: parámetros del cilindro

Posterior al paso anterior damos clic en el mismo recuadro en: *configurar las marcas de accionamiento* (ver Figura 45) en donde aparecerá el siguiente cuadro (ver Figura 46).



Figura 46: pantalla en la regla de distancia del cilindro

En la pantalla anterior colocamos tanto en $A_0 = 0$ y $A_1 = 100$ que representan el recorrido del vástago (ver Figura 47) y damos un clic en aceptar de esta forma aparecen las marcas en la reglilla del cilindro (ver Figura 48).



Figura 47: ejemplo de marcas en la regla del cilindro

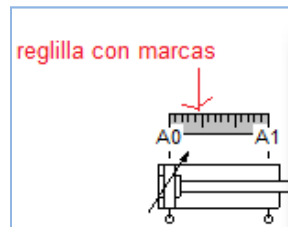


Figura 48: cilindro con marcas

2.9.2 CONFIGURACIÓN DE UN ACTUADOR NEUMÁTICO

Arrastramos de la biblioteca el actuador hacia plano de trabajo (ver Figura 38) y lo configuramos así: al dar un clic sobre un actuador neumático aparecerá un recuadro (ver Figura 50), en el cual se escribe las marcas A0 y A1, además se elige la posición inicial de inicio. Al dar clic en aceptar aparecen las marcas en el actuador neumático (ver Figura 51).

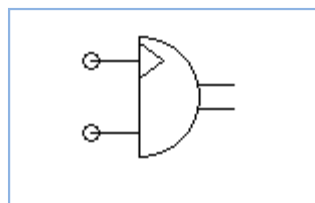


Figura 49: actuador de la biblioteca



Figura 50: recuadro de un actuador

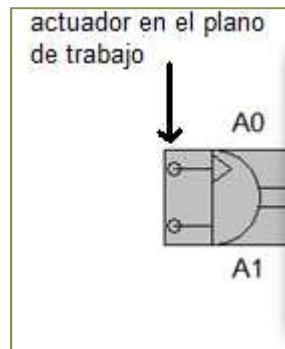


Figura 51: actuador con marcas

2.9.3 CONFIGURACIÓN DE UNA VÁLVULA DE POTENCIA 5/2 Ó 4/2

Para configurar una válvula direccional de potencia (válvula que direcciona la presión hacia las entradas del cilindro neumático) arrastramos de la biblioteca de componentes una válvula (en este caso una 5/2) (ver Figura 52) al plano de trabajo y damos doble clic sobre la misma válvula para que aparezca un recuadro (ver Figura 53).

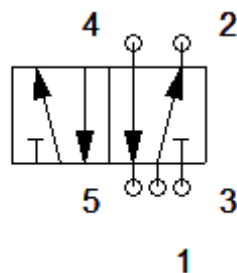


Figura 52: válvula 5/2 de la biblioteca de componentes



Figura 53: recuadro válvula 5/2

Entonces de acuerdo a la característica que necesitamos en el circuito elegimos para la parte izquierda y derecha de la válvula el accionamiento adecuado pudiendo ser: por esfuerzo, mecánico, ó neumático /eléctrico. Además se puede escoger opciones de accionamiento de la válvula a través de retorno por muelle o pilotada. Por último en el centro del cuadro se puede variar la disposición del cuerpo de la válvula y la posición inicial de la válvula. Cualquier cambio de accionamiento se da con un clic en y eligiendo el accionamiento requerido.

Como ejemplo de elección en la Figura 54 escogimos accionamientos izquierdo y derecho eléctrico/neumático, con retorno por muelle en ambos lados, luego de escoger damos clic en aceptar y de esta forma la válvula se configura (ver Figura 55).

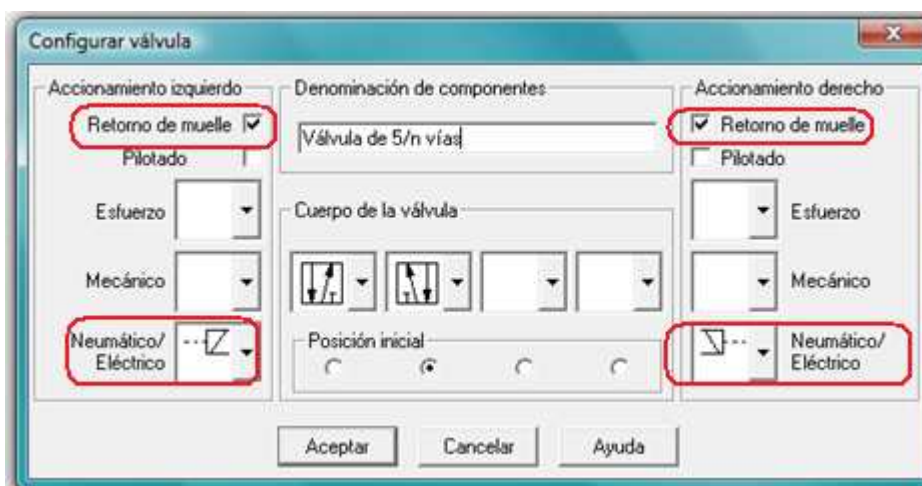


Figura 54: ejemplo de selección de accionamientos válvula 5/2

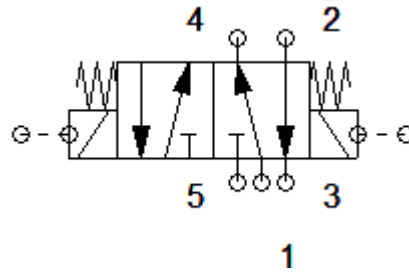


Figura 55: válvula configurada según ejemplo de elección

2.9.4 CONFIGURACIÓN DE VÁLVULAS DE MANDO 3/2

Después de arrastrar de la biblioteca de elementos una válvula 3/2 (ver Figura 56) damos doble clic sobre la misma y obtendremos un recuadro (observar Figura 57).

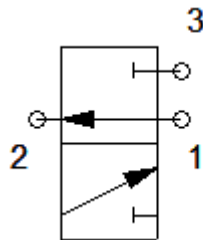


Figura 56: válvula 3/2 de la biblioteca de componentes



Figura 57: recuadro de válvula de mando 3/2

Luego en este recuadro procedemos a la elección de accionamientos que se lo puede hacer en la parte izquierda y derecha de la válvula, recurriendo al accionamiento que el circuito necesite dando otro clic en el indicado o llegando y señalando en el accionamiento deseado. Como ejemplo de elección

(observar Figura 58) escogemos un accionamiento por esfuerzo manual de la válvula 3/2 con retorno por muelle, al dar clic en aceptar la válvula queda configurada en el plano de trabajo (ver Figura 59).

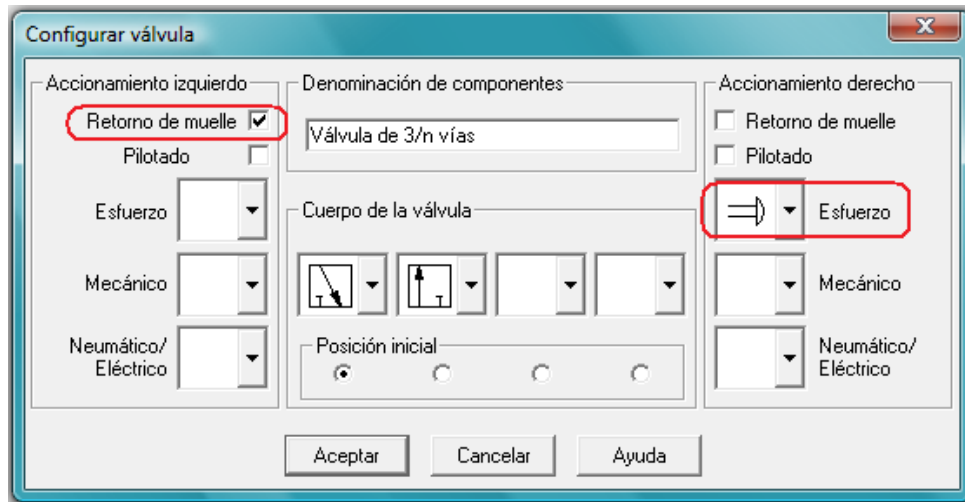


Figura 58: ejemplo de selección de accionamientos en válvula 3/2

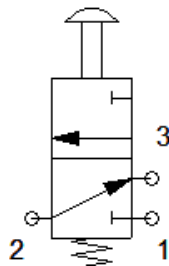


Figura 59: válvula 3/2 configurada con accionamiento manual

Otro caso de configuración de válvulas de mando que se presenta seguido en el diseño de un circuito en el software fluidSIM es la configuración de válvulas de mando 3/2 con accionamiento por rodillo, para su configuración se procede con los mismos pasos del ejemplo anterior con la diferencia que en el ejemplo de elección de la Figura 58, seleccionamos según la Figura 60, eligiendo un accionamiento mecánico por rodillo y con retorno por muelle quedando la válvula configurada así como se muestra en la Figura 61a.

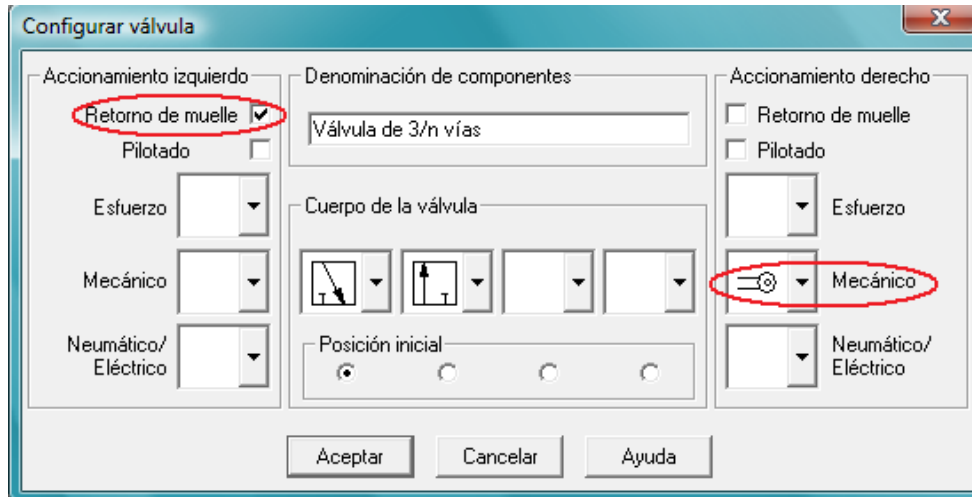


Figura 60: selección de accionamiento por rodillo y retorno por muelle en válvula de mando 3/2

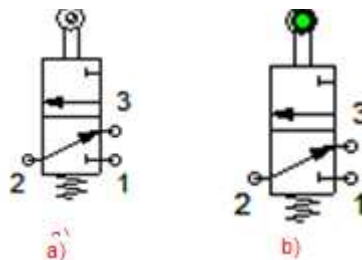


Figura 61: válvula con accionamiento por rodillo

Para configurar el rodillo de la válvula acercamos el cursor hasta el rodillo hasta que se pinte una luz verde y damos doble clic (ver Figura 61b), entonces nos aparece un recuadro (ver Figura 62), en el cual introducimos la marca del emisor de señal en este caso A0 damos clic en aceptar y la válvula queda configurada con el rodillo y la marca (ver Figura 63).

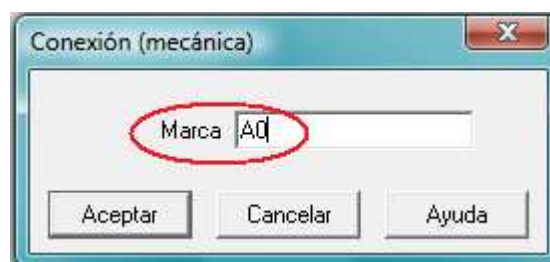


Figura 62: recuadro de rodillo con marca asignada

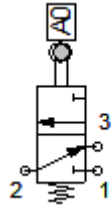


Figura 63: válvula de mando 3/2 configurada con rodillo con marca asignada y retorno por muelle

2.9.5 CONFIGURACIÓN DE VÁLVULAS ANTIRRETORNO ESTRANGULADORA

Luego de arrastrar de la biblioteca de componentes al plano de trabajo la válvula antirretorno (ver Figura 64). Damos doble clic sobre la misma y aparecerá un recuadro (ver Figura 65) en el cual podemos variar el grado de apertura arrastrando la barra de nivel con el mouse, después damos clic en aceptar y el cambio se guarda en la válvula (ver Figura 66).

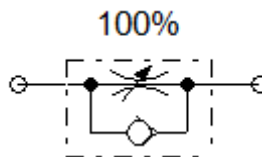


Figura 64: válvula antirretorno estranguladora en el plano de trabajo



Figura 65: recuadro de válvula antirretorno estranguladora

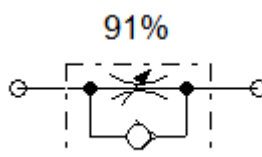


Figura 66: válvula antirretorno configurada

2.9.6 CONFIGURACIÓN DE VÁLVULAS DE DECELERACIÓN NORMALMENTE CERRADA Y NORMALMENTE ABIERTA (TEMPORIZADOR NEUMÁTICO)

Una vez arrastradas de la biblioteca de componentes al plano de trabajo cualquiera de estas dos válvulas, damos doble clic sobre la válvula indicada (ver Figura 67), al igual que las anteriores se abre un recuadro en el que podemos elegir el grado de retardo para la activación o desactivación (ver Figura 68) de la válvula respectivamente, al dar clic en aceptar el cambio del grado de apertura se guarda.

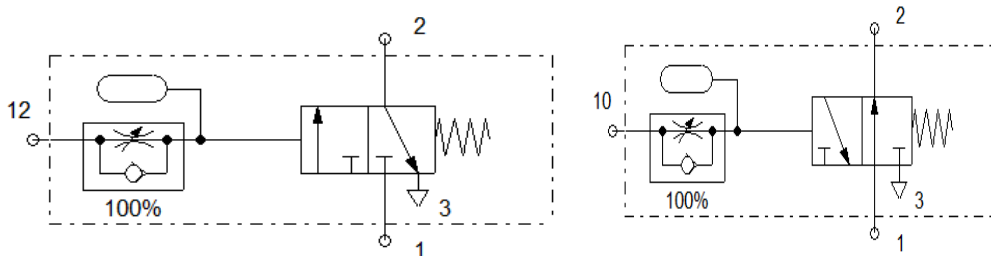


Figura 67: válvula de deceleración NC y NA

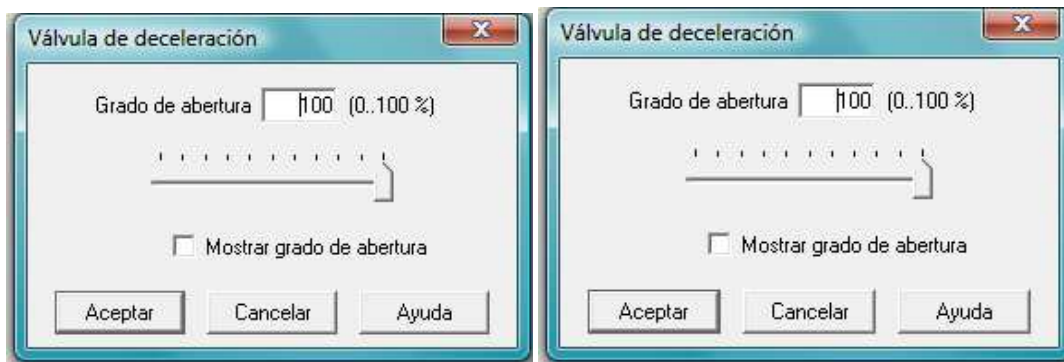


Figura 68: recuadro de regulación de una válvula de deceleración

2.10 CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS

La configuración de los elementos eléctricos se la inicia arrastrando los mismos de la biblioteca de componentes (ver Figura 37) situada en la parte izquierda de la pantalla del software al plano de trabajo en parte derecha de la pantalla (ver Figura 38). Para la explicación de la siguientes configuraciones de elementos eléctricos se cuenta por hecho de que el elemento eléctrico del que se hable ya esta arrastrado de la biblioteca de componentes al plano de trabajo. A

continuación se describe la configuración de marcas en los elementos eléctricos más importantes que intervienen en un circuito electroneumático

2.10.1 CONFIGURACIÓN DE UN OBTURADOR

Al dar clic sobre un obturador (ver Figura 69) aparece un recuadro en donde elegimos el tipo de accionamiento eléctrico, y escribimos la marca como se muestra en la Figura 70. En el ejemplo elegimos un rodillo interruptor de fin de curso, escribimos la marca S2 ó la que correspondiera y damos clic en aceptar configurando el elemento (ver Figura 71).



Figura 69: obturador de la biblioteca de componentes

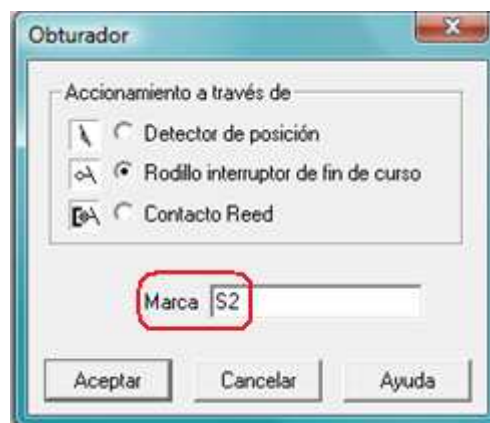


Figura 70: recuadro de configuración de un obturador

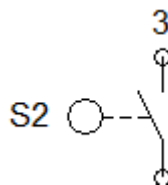


Figura 71: obturador configurado

2.10.2 CONFIGURACIÓN DE UN FRANQUEADOR

El mismo procedimiento aplicado en el elemento anterior lo realizamos con el franqueador, escribiendo su respectiva marca y aceptando (ver Figura 74).

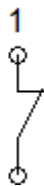


Figura 72: franqueador de la biblioteca de componentes



Figura 73: recuadro de configuración de un franqueador con marca escrita

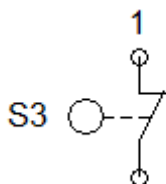


Figura 74: franqueador configurado

2.10.3 CONFIGURACIÓN DE UN RELÉ

Damos doble clic sobre el elemento (ver Figura 75) e introducimos la marca en el recuadro (ver Figura 76) como ejemplo K1 es la marca, y damos clic en aceptar guardándose la configuración en el elemento (ver Figura 77).

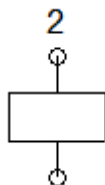


Figura 75: relé de la biblioteca de componentes

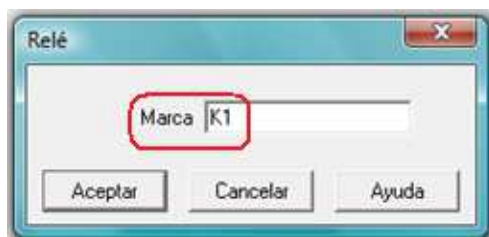


Figura 76: recuadro de configuración de un relé

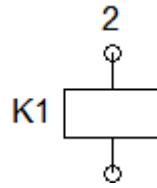


Figura 77: relé configurado

2.10.4 CONFIGURACIÓN DE UN PULSADOR OBTURADOR

Al dar doble clic sobre el pulsador obturador (ver Figura 78) aparece un recuadro en donde escribimos la marca correspondiente (S1) (ver Figura 79) y damos clic en aceptar quedando configurado el elemento (ver Figura 80).

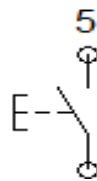


Figura 78: pulsador obturador de la biblioteca de elementos

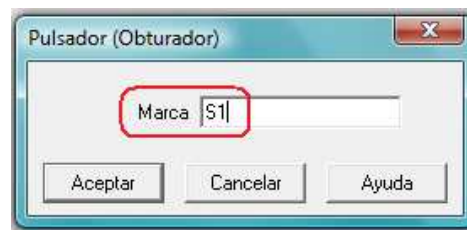


Figura 79: recuadro de configuración de un pulsador obturador

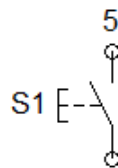


Figura 80: pulsador obturador con marca

2.10.5 CONFIGURACIÓN DE UN SOLENOIDE

Damos un doble clic sobre el elemento (ver Figura 81), escribimos la marca en el recuadro que aparece en la Figura 82 y damos clic en aceptar quedando configurado el elemento según la Figura 83.

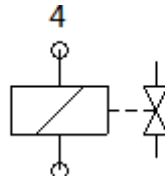


Figura 81: solenoide de la biblioteca de componentes

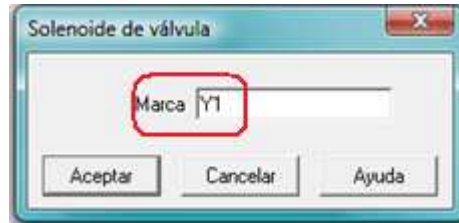


Figura 82: recuadro de configuración de un solenoide

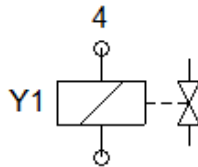



Figura 83: solenoide configurado

La configuración para los demás elementos eléctricos es similar a los anteriores con su respectivo razonamiento y correcta aplicación.

2.11 INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN

Posterior al diseño del circuito viene la comprobación y simulación del mismo a través de la ejecución del mando, y la puesta en marcha del simulador.

Esta simulación se la pone en ambiente de la Figura 85 y Figura 86 dando clic en el icono marcado en rojo de la Figura 84.

Es decir que al dar clic en el icono de simulación  ubicado en la parte superior, el circuito cambia de ambiente, luego el usuario activa el accionamiento manual en el caso de la Figura 84, dando un clic sobre el mismo, a continuación el cilindro realizan los movimientos de trabajo según la secuencia de trabajo preestablecida (ver manual), comprobando el diseño correcto del circuito.

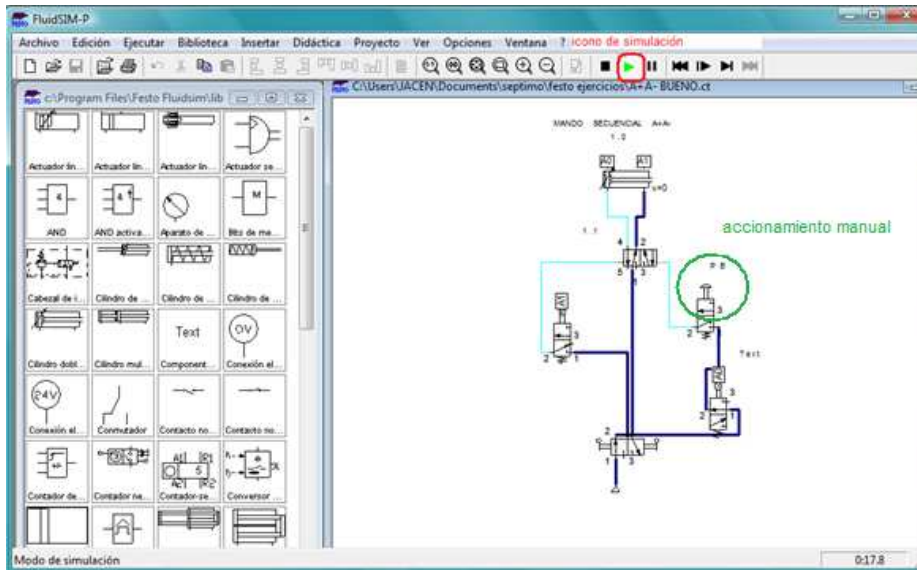



Figura 84: ambiente de simulación neumática e icono de simulación

En el caso de una simulación electroneumática se procede de la misma forma anterior, es decir dando un clic en el icono de cambio a ambiente de simulación , y luego dando un clic sobre el accionamiento en el circuito, en el caso presentado de la Figura 85 es un pulsador obturador.

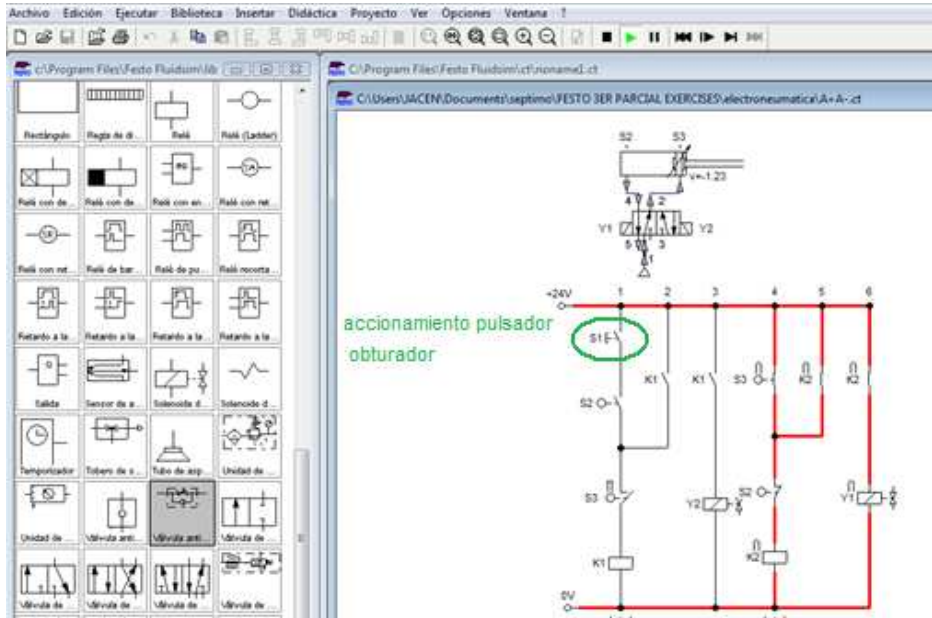


Figura 85: ambiente de simulación electroneumática

Nota: al dar clic en el icono de simulación (ver Figura 84) el software en caso de un error de diseño dará un aviso de conexiones abiertas, superpuestas componentes en mala ubicación, etc. (ver Figura 86). En caso de que esto fuera así es necesario buscar los errores y rectificar, para poner de nuevo en marcha

el programa de tal forma que la secuencia de trabajo sea la deseada.

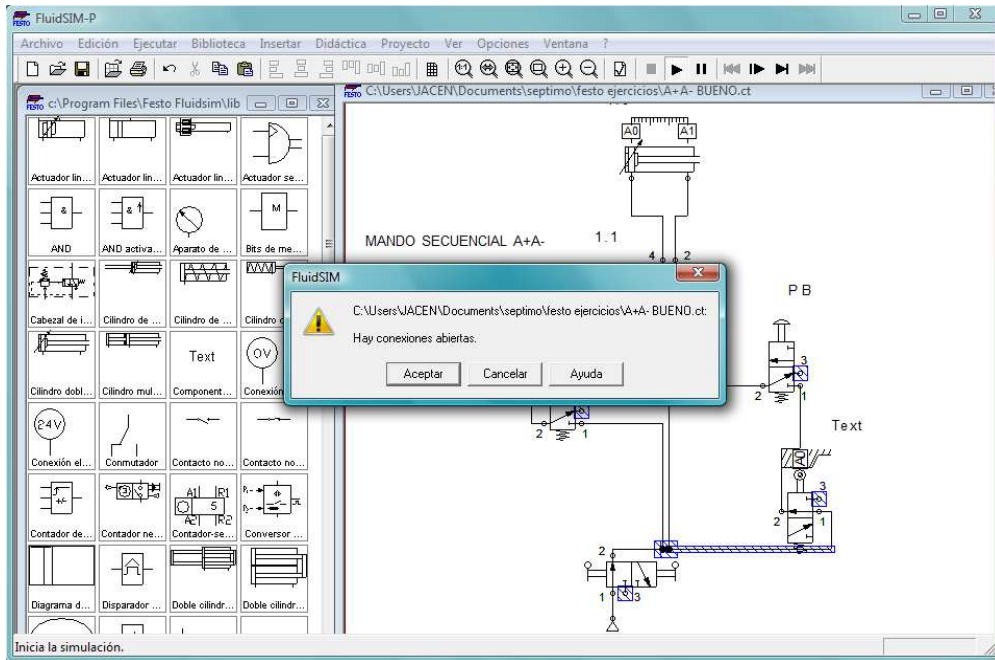


Figura 86: aviso de errores de diseño en el circuito

CAPÍTULO III

3 MANUAL DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO UTILIZANDO EL SOFTWARE fluidSIM

3.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día son numerosas las aplicaciones que tiene la neumática como medio generador de fuerza de trabajo tanto desde operaciones sencillas hasta automatismos robóticos, en cuyos campos es muy importante y necesario aprender a conocer, diseñar y controlar aquellos sistemas sean estos neumáticos o electroneumáticos, partiendo desde esta situación de arte para el estudio y comprensión de la neumática hemos encontrado necesario plantear la elaboración de un manual que contribuya y ayude a la formación del usuario que requiera de él pudiendo considerarse como personas a las que va dirigido el trabajo, tanto a técnicos, como estudiantes de ingeniería, ya que uno de los motivos fundamentales para la elaboración de este proyecto es la falta de didáctica en la bibliografía acerca de neumática y electroneumática que asocie la resolución de problemas de diseño neumático y electroneumática con un software simulador de una manera didáctica y de un aprendizaje no muy complicado para el usuario de tal forma que sus conocimientos al utilizar el manual partan desde definiciones básicas para luego resolver secuencias de trabajo en situaciones reales.

El valor teórico que presenta el trabajo es la ayuda bibliográfica con la que cuenta, además de la forma didáctica que presenta al mostrar diagramas con circuitos. El valor práctico radica en la capacidad que tiene el usuario de crear habilidades y diseñar un circuito utilizando aleatoriamente el software fluidSIM para su comprobación.

A lo largo de la tesis se han abordado una serie de conocimientos y *ejemplos prácticos* que ayudan al usuario a elevar el nivel de conocimientos en la materia de control neumático y electroneumático.

Se presenta un manual que explicará cómo llegar a la solución de un circuito, como deben conectarse los diagramas y pasos a seguir para concretarlos correctamente en el software fluidSIM.

Este proyecto consiste en la realización de un manual de neumática y electroneumática tratando de encontrar formas de control y solución de distintas secuencias de trabajo que se pueden presentar en la práctica estudiantil o en la realidad, basándose en los conocimientos adquiridos durante las clases o el estudio y las prácticas de los temas antes mencionados.

El manual está desarrollado de un modo práctico para darle la facilidad al usuario o alumno para *desarrollar y consolidar* sus conocimientos en análisis y realización de circuitos neumáticos y electroneumáticos.

Este trabajo es una guía para el diseño de circuitos neumáticos y electroneumáticos y la resolución de necesidades o problemas cotidianos de una empresa; el cual también se encuentra dividido en otros temas fundamentales y de valor importante para el usuario.

La descripción de secuencia, el tipo de resolución, los elementos a utilizar y su descripción, el posible circuito a seguir o con el cual comparar son algunas de las herramientas que se mencionan en el desarrollo de los ejemplos en este manual.

3.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS

El presente manual trata de abarcar diversos temas y puntos referentes al control y diseño de sistemas neumáticos y electroneumáticos de la manera más sencilla, a través de gráficos e ilustraciones que permiten al usuario identificar los componentes de un circuito neumático determinado. El manual está dividido en seis partes y se los enuncia a continuación.

Parte 1: muestra a manera de preámbulo la simbología, descripción y parámetros de elementos que comprenden componentes neumáticos, principales símbolos, y definiciones básicas utilizados para el diseño de circuitos neumáticos y electroneumáticos.

Parte 2: enuncia los principales componentes eléctricos, especificando los más importantes y utilizados, al momento de diseñar un circuito neumático. Se incluye al tema los sistemas neumáticos, numeración de válvulas de acuerdo con la norma DIN ISO 5599-3, normalización para diagramas neumáticos según DIN ISO 1219, exponiéndolos de manera gráfica paso a paso que permitirán la fácil comprensión al momento de leer y diseñar un circuito, incluyendo la simbología de cada componente.

Parte 3: se centra en el análisis de los diferentes tipos de mando neumático, circuitos neumáticos simples, mando secuencial, control doble utilizando gráficos explicativos efectuados en el software Festo fluidSIM, incluyendo el funcionamiento de cada circuito y un listado de componentes utilizados en el diseño. Se incluyen métodos alternativos de resolución de circuitos neumáticos utilizando temporizadores, Circuito neumático con regulación de velocidad en los cilindros, Mejoramiento de la seguridad en los circuitos en cascada, Diagrama de tiempo movimiento, compuertas lógicas neumáticas.

Parte 4: se mencionan los sistemas electroneumáticos, exponiendo las diferentes ventajas y desventajas de la neumática frente a la electricidad, se representa a manera de ejemplos diferentes circuitos electroneumáticos, con su respectivo listado de componentes y su funcionamiento.

Parte 5: se desarrollan diversos ejemplos de aplicación, que permitan visualizar y reafirmar los conocimientos, confirmando secuencias reales a través de diagramas.

Parte 6: se exponen diferentes ejercicios propuestos de modo que al final se puedan resolver permitiendo la ejercitación de los contenidos del manual. Presenta además, la solución a estos problemas; facilitando la autoevaluación del usuario.

3.3 DISEÑO EN EL SOFTWARE fluidSIM DE CIRCUITOS EXISTENTES Y COMPARACIÓN CON CIRCUITOS REALES EN EL COMBINADO DE LACTEOS DE PINAR DEL RÍO

En esta validación realizada se plantea los siguientes problemas neumáticos reales en dicha empresa:

3.3.1 ENVASADORA DE LÍQUIDOS EN FUNDA

Ejemplo de aplicación en el combinado de lácteos Pinar del Río (envasadora de leche en funda)

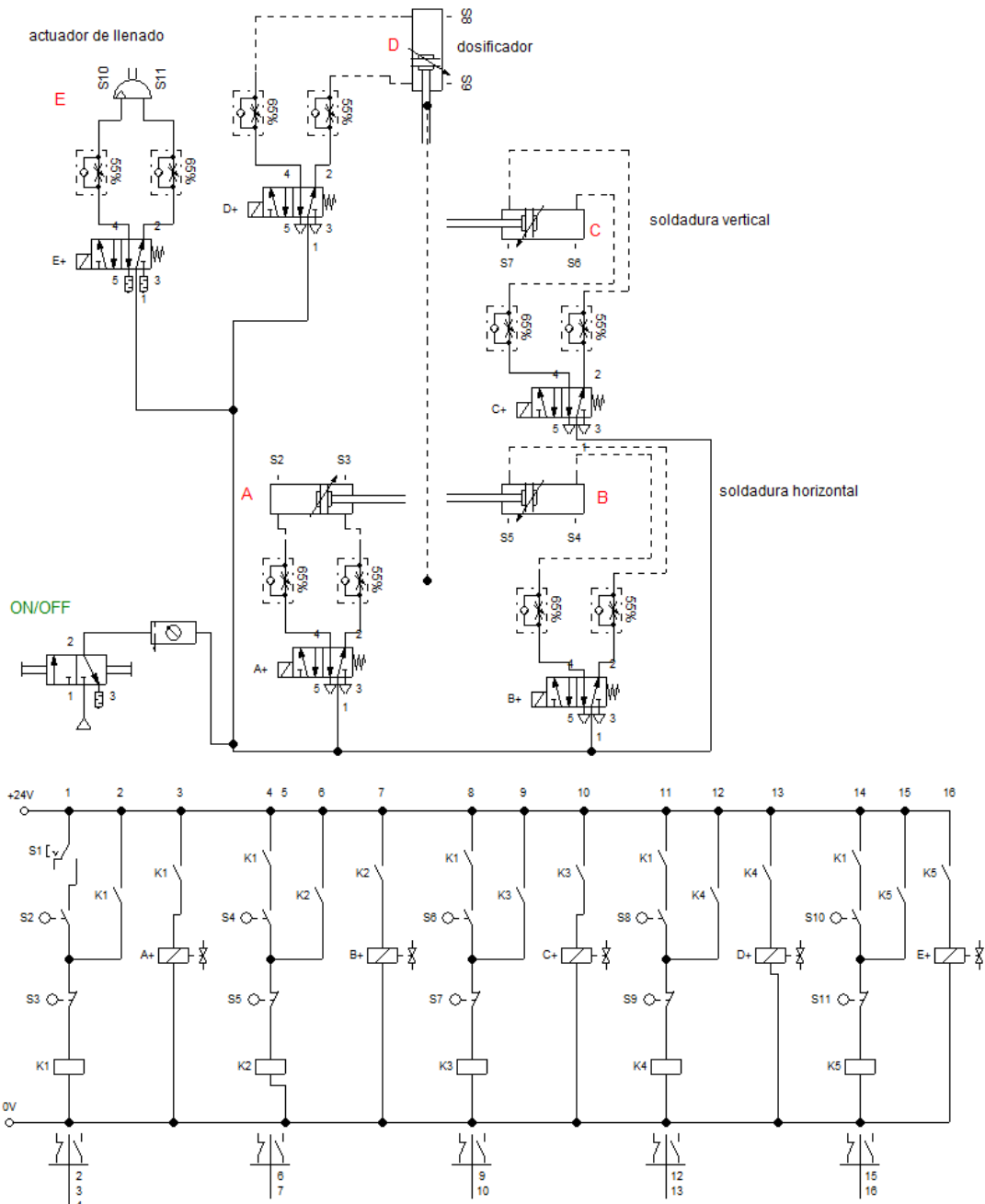
En la empresa de lácteos ya mencionada para aplicar estos elementos se supone que hay que resolver un problema de diseño en el que se requiere crear un sistema neumático para una envasadora de leche en funda (el circuito ya existe) con la siguiente secuencia de trabajo:

Se necesita concebir movimientos sincrónicos de 4 mandos:

- El primero lo constituye el sistema de soldadura horizontal en el que dos cilindros A y B, dispuestos en una posición tal que los émbolos de ambos se unan, deben realizar un avance y un retroceso juntos para realizar la soldadura.
- Un cilindro C debe realizar un avance y un retroceso en la operación de trabajo el avance realiza la soldadura.
- Un cilindro D debe activar un dosificador con un dispositivo de apertura y cierre.

Todos los movimiento deben ser simultáneos, además cada avance y retroceso debe ser controlado con un mando general de arranque. (nota: el problema formulado está en función de un circuito ya existente)

Solución:



Circuito electropneumático 1: envasadora de funda en el combinado de lácteos de Pinar Del Río, rediseñada

Comparación:

El circuito neumático antiguo de la envasadora de funda presenta muchos elementos que no se utilizan o están desconectados como son 3 actuadores, dicho sistema fue sometido a un rediseño anterior el cual no coincide con el plano neumático de fábrica, sin embargo las secuencias de trabajo en ambas situaciones son similares.

Diseño:

El diseño llevado a la simulación se lo realizó con la ayuda del software fluidSIM en el que se utilizaron:

- 4 cilindros doble efecto
- 10 válvulas reguladoras antirretorno
- 1 actuador neumático
- 4 electroválvulas 5/2
- 1 válvula 3/2 on-off
- 1 unidad de mantenimiento

Según se lo muestra en el Circuito electroneumático 1

La parte eléctrica del circuito se la puede programar en un autómata siguiendo los elementos y secuencias del diagrama.

Funcionamiento:

Al pulsar el accionamiento on los cilindros A, B; C, D realizan movimientos simultáneos que se detallan en el enunciado del problema pudiendo controlarse la velocidad de avance y retroceso de los mismos.

Ventajas:

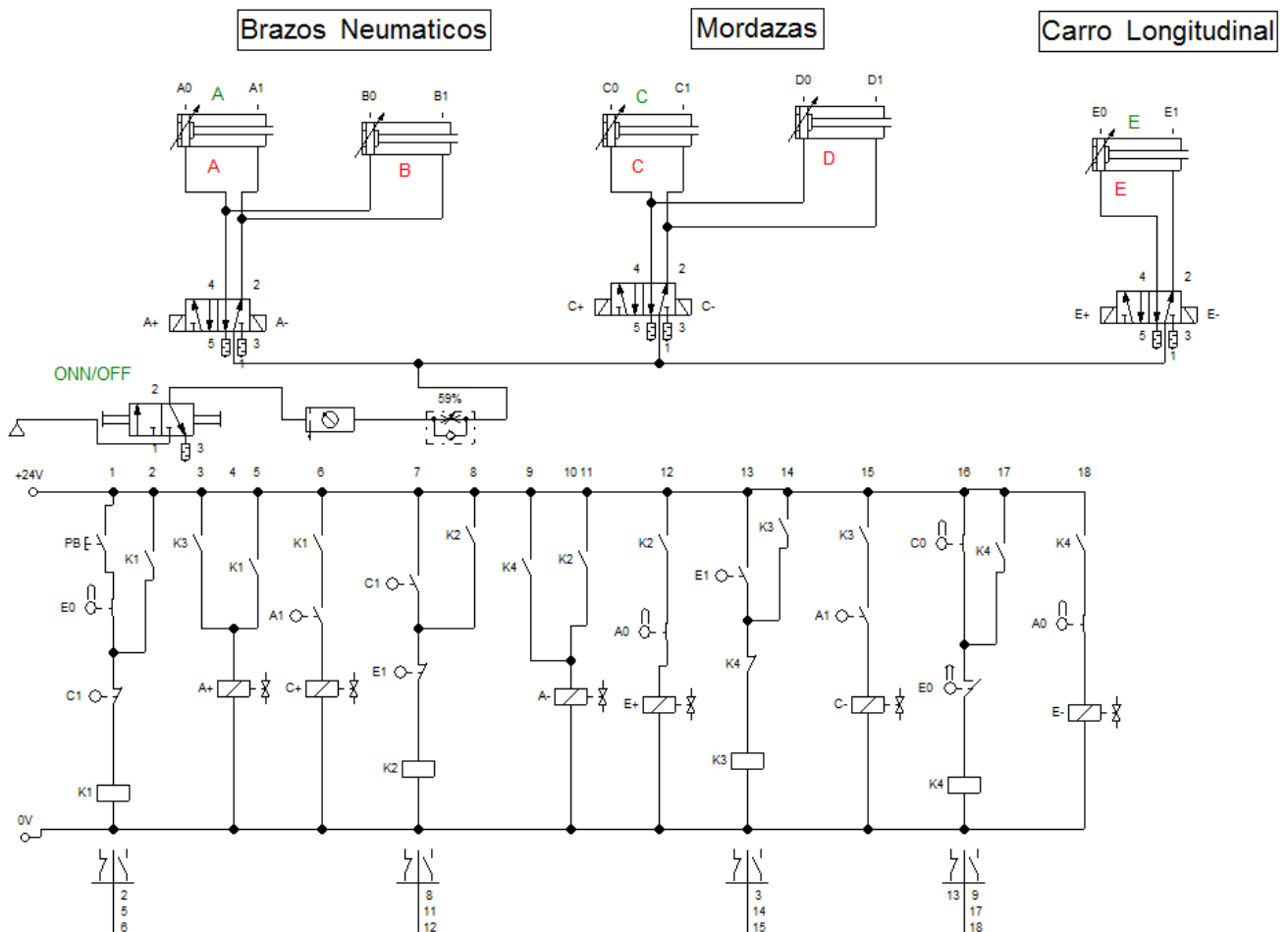
El ejemplo como el que se presenta con la ayuda del manual y del software fluidSIM proporciona seguridad al sistema a través de controles de velocidad en cada uno de los cilindros de trabajo, para correcciones paso a paso cuando exista una avería además el control por un autómata a través de válvulas electroneumáticas proporciona un trabajo exacto sin paros por fallos neumáticos.

3.3.2 BRAZO NEUMÁTICO PARA PALETERA DE HELADOS

En el combinado de lácteos se necesita dar solución a un proyecto de diseño para la automatización de una paleta, en la operación de movimientos de brazos neumáticos teniendo las siguientes condiciones:

- Dos cilindros A y B provistos de dos mordazas neumáticas C y D avanzan desde una posición de retroceso hasta un deposito de moldes, al tomar contacto con los mismos cierran sus mordazas C y D, por último en esta fase A y B retornan a su posición inicial.
- Entonces el grupo de cilindros A y B son trasladados longitudinalmente por un cilindro E, 400mm, al llegar a esta posición los A y B descienden de nuevo, entonces las mordazas C y D se abren dejando libre en un plano el molde.
- Al final A y B ascienden a su posición inicial y el cilindro longitudinal E retrocede a la posición de origen para un nuevo ciclo.

Solución:



Circuito electropneumático 2: diseño de brazo neumático para paleta de helados

Diseño:

El diseño de la secuencia de trabajo se lo realizó con la ayuda del software fluidSIM en el que se utilizaron. :

- 5 cilindros doble efecto (A, B, C, D, E)
- 1 válvulas reguladoras antirretorno
- 4 electroválvulas 5/2
- 1 válvula 3/2 on-off
- 1 unidad de mantenimiento

Según se muestra en el Circuito electroneumático 2

La parte eléctrica del circuito se la puede programar en un autómata siguiendo los elementos y secuencias del diagrama.

comparación:

El presente diseño de circuito es nuevo ya que se pretende automatizar la paleta de helados utilizando como parte del proceso un brazo neumático.

Funcionamiento:

El funcionamiento de los cilindros es el siguiente predominando 6 movimientos en paralelo y dos individuales en un ciclo de trabajo.

A+ C+ A- E+ A+ C- A- E-
B+ D+ B- B+ D- B-

Ventajas:

Este diseño es simple sin muchos elementos ya que trata de automatizar una serie de movimientos de trabajo a través de combinaciones de movimientos de cilindros de doble efecto.

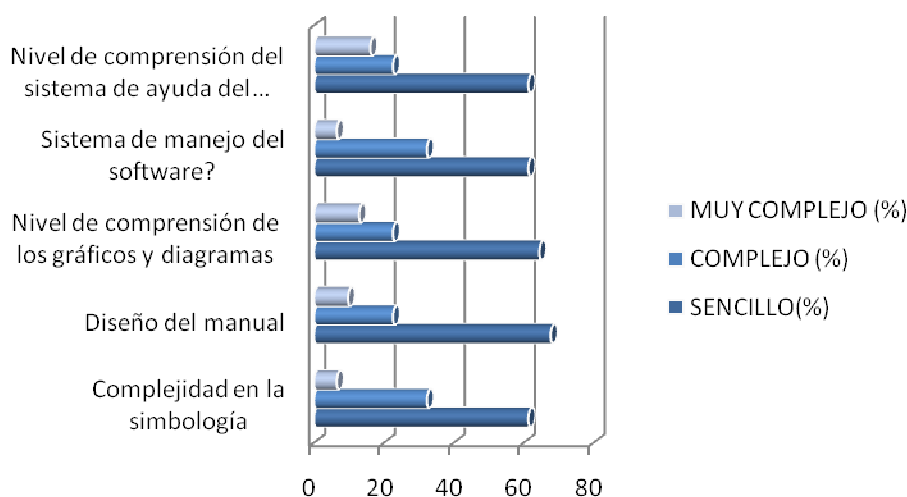
3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para realizar la validación del valor didáctico del manual de manera aleatoria 26 estudiantes de la carrera de Electromecánica en Ecuador, pertenecientes a la UTC (Universidad Técnica de Cotopaxi) y 5 profesionales en el combinado de Lácteos de Pinar Del Río, incluyendo en este grupo también a 2 docentes que cumplen las funciones de profesores en la UPR (Universidad de Pinar del Río), recibieron una copia del manual y software los mismos que respondieron una encuesta acerca de la necesidad y didáctica que presenta el manual teniendo como respuesta los siguientes resultados para las preguntas planteadas las mismas que se pueden apreciar en el anexo 5.

ENCUESTA REALIZADA SOBRE EL MANUAL DE NEUMÁTICA Y ELECTRONEUMÁTICA

PREGUNTAS	OPCIONES		
	SENCILLO (%)	COMPLEJO (%)	MUY COMPLEJO (%)
Complejidad en la simbología	61,3	32,3	6,5
Diseño del manual	67,7	22,6	9,7
Nivel de comprensión de los gráficos y diagramas	64,5	22,6	12,9
Sistema de manejo del software	61,3	32,3	6,5
Nivel de comprensión del sistema de ayuda del software	61,3	22,6	16,1

Resultados de la encuesta 1

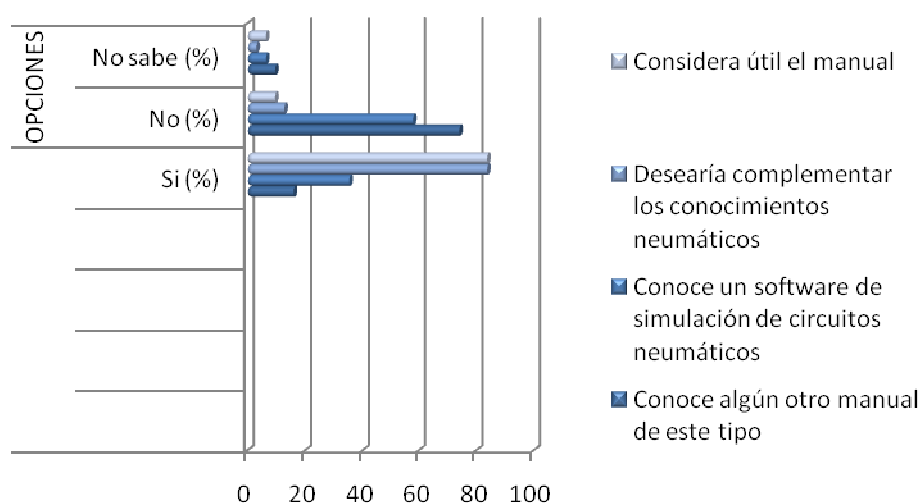


Representación de porcentajes de la encuesta Parte 1

ENCUESTA REALIZADA SOBRE EL MANUAL DE NEUMÁTICA Y ELECTRONEUMÁTICA

PREGUNTAS	OPCIONES		
	Si (%)	No (%)	No sabe (%)
<i>Conoce algún otro manual de este tipo</i>	16,1	74,2	9,7
<i>Conoce un software de simulación de circuitos neumáticos</i>	35,5	58,1	6,5
<i>Desearía complementar los conocimientos neumáticos</i>	83,9	12,9	3,2
<i>Considera útil el manual</i>	83,9	9,7	6,5

Resultados de la encuesta Parte 2



Representación de porcentajes de la encuesta Parte 2

Por medio de este estudio podemos decir que son pocos los medios que asocian los conocimientos de mando neumático con el software fluidSIM con ejercicios prácticos reales, a través de la aplicación de mandos y métodos de resolución de secuencias utilizando los elementos neumáticos de acuerdo a sus características y trabajo para el que están destinados. Además se puede decir que el manual está hecho de una forma didáctica utilizando herramientas y elementos sencillos para el conocimiento del usuario.

3.5 ANÁLISIS DAFO DEL MANUAL

De los resultados anteriores podemos deducir el siguiente análisis DAFO:

3.5.1 Fortalezas

- Se utiliza una simbología sencilla que es la más utilizada en el campo de la neumática, ya que en este trabajo se utiliza tanto símbolos para

elementos neumáticos como eléctricos según la norma DIN ISO 5599-3, la cual es una de la más utilizada en la representación de planos neumáticos como electroneumáticos, debido a su simplicidad y fácil representación, además se respalda en la norma DIN ISO 1219 en lo que a numeración de válvulas se refiere.

- Está diseñado de una forma sencilla y de comprobación visual mediante diagramas. Es decir que el manual trae una disposición de ejemplos establecidos mas su respectivo diagrama de solución el cual orienta al usuario cuando tenga alguna duda o problema al momento de diseñar correctamente cualquier tipo de secuencia de trabajo.
- Es didáctico para el aprendizaje, ya que consta de una primera parte en donde se pueden conocer a los elementos de trabajo a utilizarse en el diseño, con su respectiva función y característica principal es decir que el usuario puede conocer que trabajo cumple determinado elemento y en qué situación de aplicación o diseño puede utilizarse acomodándose y cumpliendo una función específica en el circuito
- Se apoya en un software fácil de utilizar, por ende el usuario podrá luego de diseñar el circuito neumático que se presente, comprobarlo y simularlo con la ayuda del software fluidSIM que puede trabajar a la par y asociado con el manual.
- Se presenta junto a él un manual sencillo y simplificado del software fluidSIM. Independientemente se trae una recopilación de las principales funciones básicas y usos que tiene el fluidSIM para operaciones tales como poner elementos en el plano configurar, unir conexiones, poner marcas, simular, encontrar errores, etc. Guiándose para métodos y resolución de secuencias con el manual de control que es motivo de este trabajo de tesis.

3.5.2 Oportunidades

- No existe bibliografía de forma didáctica que compile de esta manera los conocimientos básicos de control neumático y electroneumático asociando una guía de material bibliográfico (manual) con un software existente, ya que son varios los materiales referentes el tema que se

pueden encontrar en libros o en la web pero ninguna se apega a una conocimiento didáctico con una guía importante que oriente al usuario a utilizar y comprobar conocimientos de diseño asociando el manual con un software de comprobación.

- Los usuarios necesitan de una herramienta entendible para el estudio de la neumática y electroneumática y es así que a través de descripciones de elementos y métodos de resolución se ayuda y facilita al usuario en la posibilidad de diseñar circuitos tanto neumáticos como electroneumáticos.

3.5.3 Debilidades

- La falta de elementos físicos neumáticos para complementar el uso del manual con prácticas reales. Refiriéndonos a lo complejo que puede ser por distintos motivos de adquisición de elementos reales debido a altos costos o carencia de los mismos en el mercado.

3.5.4 Amenazas

- Que exista bajo interés del usuario por desarrollarse través del manual debido a la indisponibilidad de equipos y elementos destinados a prácticas reales. Ya que el usuario podría adquirir una tendencia de desinterés por la inexistencia de medios reales como tableros neumáticos o elementos reales.

3.6 POSIBILIDADES

El manual ayuda al usuario a iniciarse en conocimientos básicos de la neumática y electroneumática para luego instruirlo en fundamentos y posibilidades que se pueden dar en el diseño y control de circuitos.

Por ende impartiendo los primeros pasos en el campo de la resolución de circuitos ya que depende de la creatividad y el ingenio del usuario a través de los conocimientos previos para que pueda desenvolverse en la solución de problemas avanzados.

3.7 LIMITACIONES

- La no comprensión de temas básicos para el diseño, como pueden ser la falta de conocimiento en lo que son elementos de trabajo con su respectiva función, o el tener dificultades para desarrollar los tipos de mandos y métodos usados en el manual.
- El desconocimiento de circuitos eléctricos, ya que al diseñar circuitos electroneumáticos es imprescindible tener conocimientos básicos de circuitos eléctricos y capacidad de razonamiento para poder resolver creando condiciones para que se cumpla la secuencia de trabajo.
- Falencias en el manejo del software, pese a ser sencillo el manejo del software puede presentar vacíos en el usuario por falta de preparación o manipulación del software fluidSIM.

3.8 APORTES TEÓRICO PRÁCTICOS DEL MANUAL

Refiriéndonos al aporte teórico que brinda el presente manual se debe hacer referencia a los conocimientos que imparte al usuario, acerca de componentes eléctricos y neumáticos, además de tipos de mando y métodos usados para la resolución de circuitos siendo muy importante la didáctica con la que se presentan los ejemplos de diseño valiéndose de diagramas y tablas de elementos para mejor comprensión de quién se informe y se entrene con el manual.

Por otro lado el aporte práctico que proporciona el manual al usuario que lo utiliza se relaciona con las habilidades que adquiere este último como son las capacidades en razonar, plantear, analizar, identificar, diseñar, leer diagramas neumáticos y electroneumáticos. Además el presente trabajo es auto evaluativo ya que a través de una sección de ejercicios propuestos pretende que el usuario ponga en práctica los conocimientos que adquiera y resuelva los problemas de diseño que se citan en dicha parte, pudiendo evaluarse los mismos con la ayuda del software fluidSIM.

4 CONCLUSIONES

- Este manual constituye una herramienta eficaz en la consolidación de los conocimientos en el tema de la neumática y electroneumática para los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la UTC.
- El manual de control neumático y electroneumático es una herramienta eficiente en la auto preparación del usuario ya que este presenta los contenidos básicos de manera sencilla, correcta, y con una adecuada secuencia en sus contenidos.
- El presente trabajo describe de forma sencilla y clara los elementos neumáticos y electroneumáticos que se utilizan en el diseño de circuitos.
- Los ejercicios propios planteados en el manual permiten al usuario resolver diversos tipos de mando y métodos para solucionar problemas de diseño neumático y electroneumático.
- A través de la simbología estandarizada podemos diseñar planos neumáticos debido a la versatilidad y sencillez de la misma.
- El manual y el software fluidSIM son herramientas eficientes en el, diseño, y simulación de circuitos ya existentes que ayudan a crear y mejorar el aprendizaje del usuario.
- Por medio de las guías de autocontrol el usuario podrá utilizar las mismas como ayuda ya que a través de ella podrá apoyarse para la resolución de los problemas propuestos, además podrá seguir el circuito en la guía e identificar algún posible error que pueda tener en el diseño propio.
- A través del manual y software pudimos comparar secuencias de trabajo de circuitos existentes con la de circuitos diseñados en el software fluidSIM.

5 RECOMENDACIONES

- Incorporar a el manual dentro de la bibliografía utilizada en el contenido de estudio de las respectivas materias (neumática y electroneumática).
- Desarrollar las habilidades creativas a través de la práctica para el desarrollo de circuitos tanto neumáticos como electroneumático, ya que



TRABAJO DE TESIS DE DIPLOMA



la creatividad suele ser de gran importancia en la resolución de problemas y así darle una habilidad más ó realimentarla dentro de nuestro desarrollo profesional y personal.

6 BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía consultada:

- Deppert W. APLICACIONES DE LA NEUMÁTICA 2001, Editorial Alfaomega
- Guillen Antonio, APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA NEUMÁTICA 1988, editorial Marcocombo
- SMC. International Training. *Neumática*. Segunda Edición. Ed. Paraninfo. 2002. ISBN: 84-283-2848-X
- García, E. "Automatización de Procesos Industriales". 2001 Alfaomega grupo editor.
- A. Serrano, Ed Paraninfo tomo1 (Diseño de circuitos neumáticos)
- Miguel Carulla y Vincent Lladonosa Circuitos neumáticos
- SMC. Internacional Training. *Neumática*. Segunda Edición. Ed. Paraninfo. 2002. ISBN: 84-283-2848-X
- Aguinaga A, Automatización Industrial, Maestría de Diseño Materiales y producción, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2005
- <http://www.festo.com/didactic> consultado en febrero 2010.

Bibliografía citada:

[1] Alejandro Iván Guillén Gómez, disponible en:

http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/Page347.htm, consultado en febrero 2010.

[2] M^a Amelia Tierno López, disponible en:

<http://www.sociedadelainformacion.com/20011204/neumatica/neumatica.htm> consultado en febrero 2010.

[3] _FAMIC TECHNOLOGIES INC, disponible en: www.automationstudio.com consultado en febrero 2010.

[4] PneuSim Pro, disponible en: <http://www.kellysearch.com/ca-company-900840385.html>, consultado en febrero 2010.

- [5] Festo, disponible en: http://www.fluidsim.de/fluidsim/index4_e.htm , consultado en febrero 2010.
- [6] *José Mari Fernández Bernal*, disponible en: <http://www.euskalnet.net/j.m.f.b./neumatica.htm> , consultado en febrero 2010.
- [7] Elizabeth Ruiz, disponible en: <http://www.slideshare.net/ELIZABETHR/neumatica-basica>, consultado en febrero 2010.
- [8] INACAP; disponible en: <http://www.scribd.com/doc/19023033/Manual-Hidraulica-y-Neumatica>, consultado en febrero 2010.
- [9] Ana María González, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/robap/robap.shtml>, consultado en febrero 2010.
- [10] Ing. Alonso Vélez Covo, disponible en: <http://www.cnpml.org/html/archivos/Ponencias/Ponencias-ID2.pdf> Consultado en febrero 2010.
- [11] Anónimo, disponible en: http://www.iesunibhi.com/ikasleak/FileStorage/view/profesores/teknologia/teknologia-ii/pneumatika/TEMA_02_-_GENERACI%C3%93N_Y_ALIMENTACI%C3%93N_DE_AIRE_COMPRIMIDO.pdf , consultado en febrero 2010.
- [12] Anónimo, disponible en: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica5.htm>, consultado en febrero 2010.
- [13] Resnick Halliday, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/genair/genair.shtml>, consultado en febrero 2010.
- [14] Curso de neumática, INSTITUTO BERLÍN 2002.
- [15] Anónimo, disponible en: <http://html.rincondelvago.com/neumatica.html> Consultado en febrero 2010.



TRABAJO DE TESIS DE DIPLOMA



- [16] Pedro Fernández Díez, disponible en:
<http://es.libros.redsauce.net/index.php?folderID=8> , consultado en febrero 2010.
- [17] Mavainsa, disponible en:
http://www.mavainsa.com/documentos/7_compresores.pdf, consultado en febrero 2010.
- [18] Velero Cárdenas, disponible en:
<http://Www.Scribd.Com/Doc/2261397/Neumatica-Pdf>, consultado en febrero 2010
- [19] *Transair*, disponible en: [http://www.transair-usa.com/SP/sistema de tuberias de aire comprimido.php](http://www.transair-usa.com/SP/sistema_de_tuberias_de_aire_comprimido.php), consultado en febrero 2010.
- [20] Christian Arley Medina Morales, disponible en:
<http://camedinam.blogspot.com/>, consultado en febrero 2010
- [21] Anónimo, disponible en:
<http://www.sergiosedas.com/imt/2008/10/03/cilindros-neumaticos/>, consultado en febrero 2010.
- [22] Ivan Escalona, disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos13/valvias/valvias.shtml>, consultado en febrero 2010.
- [23] Ing. Jose Manuel Romero Gonzales, disponible en:
<http://www.scribd.com/doc/4196749/Electroneumatica> Consultado en febrero 2010
- [24] Anónimo, disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>, consultado en febrero 2010.
- [25] Festo Didactic GmbH & Co.KG, D.73770 DenKendorf, 1996-2004

7 ANEXOS

ANEXO 1

Grados de impureza en el aire. FUENTE: CURSO DE NEUMÁTICA INSTITUTO BERLÍN

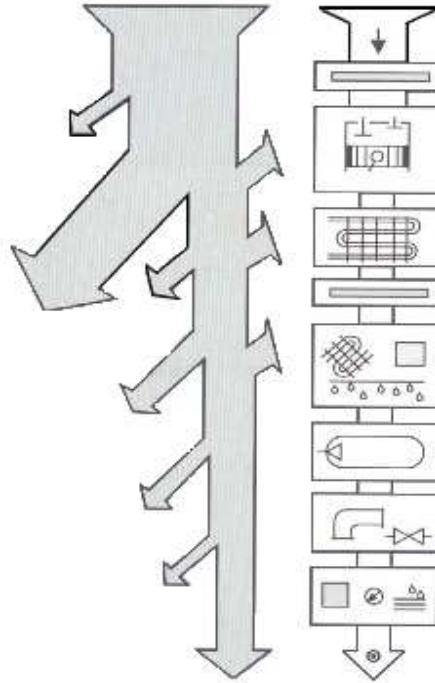
GRADO	IMPUREZAS SÓLIDAS		Contenido de agua	Contenido de aceite
	Tamaño de partícula μm	Concentración de partículas mg/m^3	Punto de condensación a presión en $^{\circ}\text{C}$	mg/m^3
1	0,1	0,1	-20	Sin lubricación
2	1	1	2	0,01
3	5	5	10	0,1
4	50	-	-	1
5	-	-	-	5
6	-	-	-	25

ANEXO 2

Grados de impurezas del aire según la aplicación. FUENTE: CURSO DE NEUMÁTICA INSTITUTO BERLÍN

Aplicación	Grado partículas sólidas	Grado de agua	Grado aceite
Aire para instrumentación	2	1	4
Equipamiento minero	3	2	6
Sopleteado de pintura	2	1	5
Industria alimenticia	3	3	3
Aire industrial	4	3	6
Herramientas neumáticas	3	3	6
Sistemas de control	4	2	5

ANEXO 3



Ciclo de obtención y distribución del aire comprimido. FUENTE: CURSO DE NEUMÁTICA INSTITUTO BERLÍN

Estaciones	Contaminación	Preparación
Aspiración	Polvo Suciedad Vapores	Filtro de aspir.
Compresión	Aceite Alcoholes Abrasivos	
Enfriamiento	Agua	Filtro separador
Secado	Vapor de agua	secador
Almacenado	Herrumbre Partículas de oxido	
Distribución	cascarilla	
Mantenimiento	Agua	Filtro Regulad.,lubric (según.,necesid)

Estaciones de obtención de aire comprimido CURSO DE NEUMÁTICA INSTITUTO BERLÍN

ANEXO 4

Aplicación de actuadores neumáticos en herramientas y equipos. FUENTE Curso neumática, Instituto Berlín

Movimientos	Herramientas manuales	equipos
<p>Movimientos rotativos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motor de paletas - Motor de pistones axiales - Motor de pistones radiales - Motor de ruedas dentadas - Turbina <p>Movimientos lineales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cilindros de simple efecto - Cilindros de membrana - Fuelle - Cilindros de doble efecto - Cilindros de doble efecto con vástago pasante - Cilindros de doble efecto sin vástago - Cilindros posicionadores - Cilindros en tándem - Cilindros de cable - Cilindros de giro - Cilindros de golpe 	<p>Movimiento giratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> - perforadoras - roscadoras - amoladoras - atornilladoras - guillotinas <p>movimientos de percusión</p> <ul style="list-style-type: none"> - martillos cinceladores - remachadoras - buriles - clavadoras <p>movimiento de percusión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Martillos - Cinceladores - Remachadoras - Buriles - clavadoras 	<ul style="list-style-type: none"> - unidades de envase - unidades de sujeción - unidades de avance de banda - mesas giratorias - unidades de perforación - unidad roscadora - destornilladores múltiples

ANEXO 5

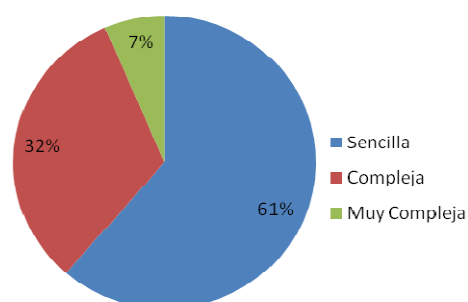
Encuesta de opinión del manual de control neumático y electroneumático con la ayuda del software festo fluidSIM

Parte 1

Haga una valoración según su opinión sobre el manual de neumática y electroneumática en comparación con otras bibliografías utilizadas en el aprendizaje de la materia.

¿La complejidad en la simbología utilizada es?

Alternativa	Frecuencia	%
Sencilla	19	61,3
Compleja	10	32,3
Muy Compleja	2	6,5
TOTAL	31	100



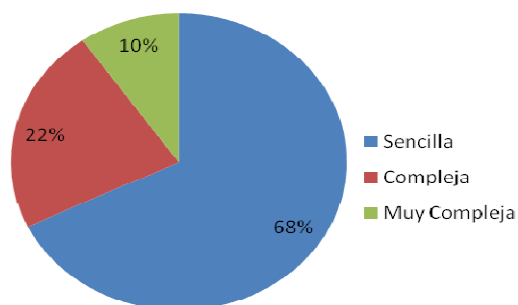
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 61% manifiesta que la complejidad de la simbología utilizada en el manual de neumática y electroneumática es sencilla, el 32% afirma que la simbología utilizada es compleja, el 7% dice la simbología empleada es muy compleja

Entonces la mayoría de encuestados consideran que la simbología empleada en el manual de neumática y electroneumática es sencillo.

¿El diseño del manual es?

Alternativa	Frecuencia	%
Sencilla	21	67,7
Compleja	7	22,6
Muy Compleja	3	9,7
TOTAL	31	100



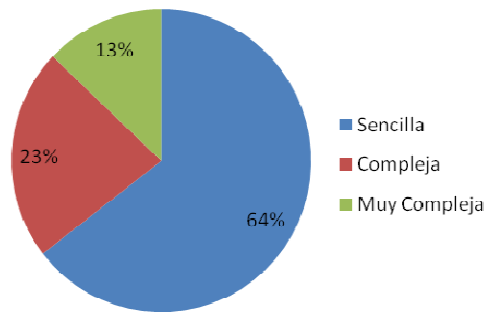
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 68% manifiesta que el diseño del manual de neumática y electroneumática es sencillo, el 22% afirma que el manual es complejo, el 10% restante dice que el diseño del manual es muy complejo.

Entonces la mayoría de encuestados considera que el diseño del manual de neumática y electroneumática es sencillo.

¿El nivel de comprensión de los gráficos y diagramas utilizada en el manual es?

Alternativa	Frecuencia	%
Sencilla	20	64,5
Compleja	7	22,6
Muy Compleja	4	12,9
TOTAL	31	100



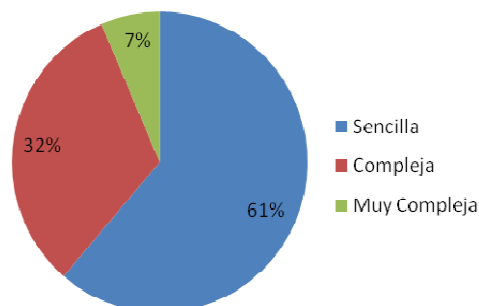
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 64% afirma que El nivel de comprensión de los gráficos y diagramas utilizada en el manual es sencillo. el 23% dice que la comprensión en los gráficos del manual es complejo. Mientras que el 13% restante de encuestados manifiesta que se muy complejo.

Entonces la mayoría de encuestados considera que el nivel de comprensión de los gráficos y diagramas utilizada en el manual es sencillo.

¿Considera usted que el software fluidSIM tiene un sistema de manejo?

Alternativa	Frecuencia	%
Sencilla	19	61,3
Compleja	10	32,3
Muy Compleja	2	6,5
TOTAL	31	100



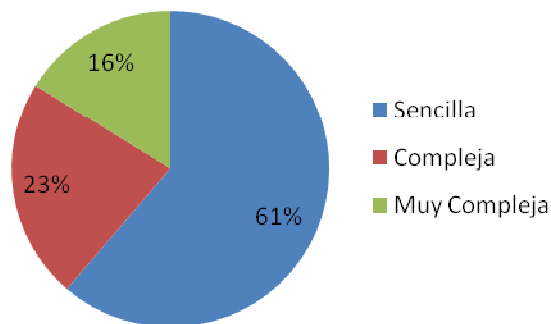
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 61% manifiesta que el software fluidSIM tiene un sistema de manejo sencillo, mientras que el 32% considera que el manejo del sistema del software es complejo. Y el 7% dice que el sistema de manejo es muy complejo

Entonces la mayoría de encuestados manifiestan que el software fluidSIM tiene un sistema de manejo sencillo.

¿El nivel de comprensión del sistema de ayuda del software puede considerarse cómo?

Alternativa	Sencillo	%
Sencilla	19	61,3
Compleja	7	22,6
Muy Compleja	5	16,1
TOTAL	31	100



Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 61% expresa que el nivel de comprensión del sistema de ayuda del software es sencillo, mientras que el 23% manifiesta que el nivel de comprensión del software es complejo, y el 27% dice que el nivel de comprensión del sistema del software es muy complejo.

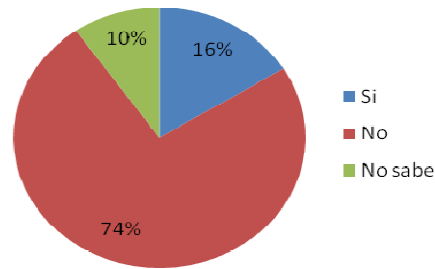
Entonces la mayoría de encuestados manifiestan que el nivel de comprensión del sistema de ayuda del software es sencillo.

Parte 2

Subraye SI o NO a las siguientes interrogaciones.

¿Conoce usted de algún otro manual o libro que asocie los conocimientos de control neumático y electroneumático con un software?

Alternativa	Frecuencia	%
Si	5	16,1
No	23	74,2
No sabe	3	9,7
TOTAL	31	100



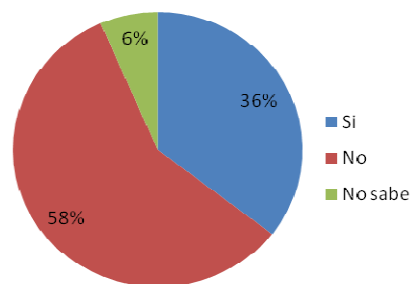
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 16% manifiesta que si conoce un libro que asocie los conocimientos neumáticos y electroneumáticos. El 74% menciona que no conoce otro manual o libro que asocie los conocimientos de control neumático y electroneumático con un software. Y el 10% restante no sabe.

Entonces la mayoría de encuestados consideran que no conocen otro manual o libro que asocie los conocimientos de control neumático y electroneumático con un software.

¿Conoce usted algún software que permita la simulación de circuitos neumáticos y electroneumáticos?

Alternativa	Frecuencia	%
Si	11	35,5
No	18	58,1
No sabe	2	6,5
TOTAL	31	100



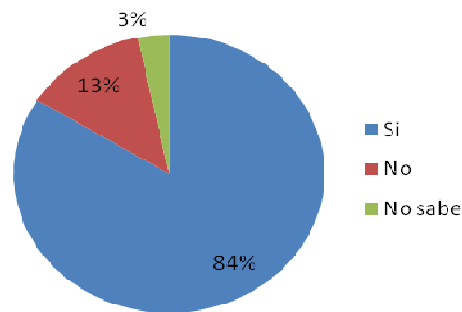
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 36% manifiesta que si conoce un software que permite la simulación de circuitos neumáticos y electroneumáticos. El 58% menciona que no conoce un software de simulacion de circuitos neumáticos. Y el 6% restante no sabe.

Entonces la mayoría de encuestados consideran que no conocen un software de simulación de circuitos neumáticos

¿Desearía complementar los conocimientos neumáticos y electroneumáticos mediante prácticas con elementos reales?

Alternativa	Frecuencia	%
Si	26	83,9
No	4	12,9
No sabe	1	3,2
TOTAL	31	100



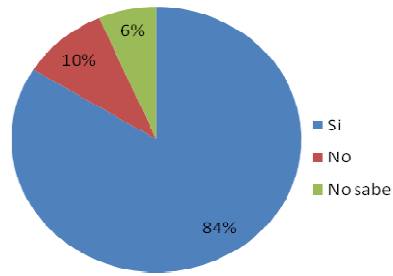
Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 84% expresa que desearía complementar los conocimientos neumáticos y electroneumáticos mediante prácticas con elementos reales. El 13% dice que no desearía complementar los conocimientos mediante prácticas reales. El 3% manifiesta que no sabe.

Entonces la mayoría de encuestados desearían complementar los conocimientos neumáticos y electroneumáticos mediante prácticas con elementos reales.

¿Considera útil el manual?

Alternativa	Frecuencia	%
Si	26	83,9
No	3	9,7
No sabe	2	6,5
TOTAL	31	100



Análisis e interpretación

De un total de 31 encuestados, el 84% considera que el manual de neumática y electropneumática es útil, el 10% expresa que el manual no es útil. Y el 6% restante considera que no sabe.

Entonces la mayoría de encuestados considera que el manual de neumática y electropneumática es útil en el estudio de la materia.
