

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 INTRODUCCIÓN

El principal problema que se ha venido presentando por la poca disponibilidad de los elementos y herramientas en los laboratorios para el mejoramiento del aprendizaje de la neumática, electroneumática y su programación se debe básicamente por ser una carrera nueva, y que por ende el grado de materiales para realizar las prácticas y secuencias van a ser muy pocas, requiriéndose una implementación continua de herramientas, maquinarias entre otras.

Las industrias actuales requieren profesionales con sólidos conocimientos en la manipulación de elementos de neumática y electroneumática para desarrollar procesos alternativos de programación sin alterar los ambientes idóneos, para llevar a efecto un proceso de elaboración de un producto (proceso industrial) con la garantía que cumpla las necesidades requeridas y no causar alteración alguna al producto; las industrias cuidan este detalle muy minuciosamente sobre todo en las florícolas, industrias alimentarias y procesos de productos lácteos.

Esta investigación se halla distribuida de la siguiente manera:

En el Capítulo I se da a conocer las bases teóricas de la electroneumática, la interacción de la electrónica y los elementos de trabajo a utilizar en el banco de pruebas. En el Capítulo II se realiza un diagnóstico dentro de la institución y en las distintas empresas tanto en Cotopaxi como en Orellana, con lo cual se determinara el grado de conocimiento del tema propuesto se interpretara la información recopilada por medio de las encuestas. En el Capítulo III se implementa y construye paso a paso

el banco electroneumático demostrando el montaje de los equipos y elementos utilizados en dicho proyecto el mismo que cubre las necesidades y expectativas de los docentes para impartir clases satisfaciendo una de las necesidades de la Universidad en cuanto a laboratorios y equipamiento de los talleres.

1.2 Antecedentes

En tiempos antiguos los griegos fueron impresionados por las características de los cuatro elementos principales que se encuentran en nuestro universo con cierta abundancia, estos eran el agua, la tierra, el fuego y el aire. De estos elementos el aire en particular poseía ciertas propiedades, por su naturaleza volátil y presencia transparente indicaban la más fina expresión de la materia. Así según los griegos el aire se presentaba como alma de los elementos y el vocablo que significa alma en griego es **Pneuma**, de esta forma la técnica que utiliza el aire como fuente de energía se llama **Neumática**.

La neumática es una técnica moderna que tiene sus inicios en Europa a partir del siglo XX debido a la apremiante necesidad de una automatización racional del trabajo, desde entonces la neumática ha ido evolucionando y lo seguirá haciendo según las necesidades de la industria. Además tiene como fin aumentar la competitividad de la industria y requiere la utilización de nuevos avances tecnológicos; por esta razón, cada vez es más necesario que toda persona relacionada con la producción industrial tenga conocimiento de ellas. La extensión de la automatización de forma sencilla en cuanto a mecanismo y además a bajo coste, se ha logrado utilizando técnicas relacionadas con la neumática; la cual se basa en la utilización del aire comprimido y es empleada en la mayor parte de máquinas modernas.

La automatización industrial a través de componentes neumáticos es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria,

la combinación de la electrónica con la neumática es un nuevo paso para mejorar la flexibilidad y la fiabilidad de los automatismos dentro de la industria.

1.2.1 Antecedentes de la Institución

La Universidad Técnica de Cotopaxi, es una institución de Educación Superior Pública, Laica y Gratuita, creada mediante ley promulgada en el Registro Oficial N.- 618 del 24 de enero de 1995, y que forma parte del Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Superiores. Se rige por la Constitución Política del Estado, la Ley de Educación Superior y otras leyes conexas. Es una institución Universitaria sin fines de lucro que orienta su trabajo hacia los sectores urbanos, marginales y campesinos; que busca la verdad y la afirmación de la identidad nacional, y que asume con responsabilidad el aseguramiento de la libertad en la producción y difusión de los conocimientos y del pensamiento democrático y progresista para el desarrollo de la conciencia antiimperialista del pueblo.

La Universidad tiene como misión contribuir en la satisfacción de las demandas de formación y superación profesional, en el avance científico-tecnológico y en el desarrollo cultural, universal y ancestral de la población ecuatoriana para lograr una sociedad solidaria, justa, equitativa y humanística.

Se vincula con todos los sectores de la sociedad y especialmente, con aquellos de escasos recursos económicos, respetando todas las corrientes de pensamiento humano.

La Universidad Técnica de Cotopaxi orienta sus esfuerzos hacia la búsqueda de mayores niveles de calidad, pertinencia y cooperación nacional e internacional, tratando de lograr niveles adecuados de eficiencia, eficacia y efectividad en su gestión, se distingue de otras instituciones de Educación Superior de la Provincia al ser una universidad alternativa vinculada fuertemente al pueblo en todas sus actividades.

1.3 Neumática

SALVADOR, Millán. (2001) señala que neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos (Pág. 5).

El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

<http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19htm>. indican que neumática es la rama técnica que se ocupa del estudio de las aplicaciones del aire comprimido, para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento.

La tecnología neumática puede realizar muchas funciones de mejor manera y forma más eficaz, de forma más regular y sobre todo durante mayor tiempo sin sufrir los daños de la fatiga en sus elementos; comparando el trabajo humano con el de un elemento neumático se comprueba la inferioridad del primero referente a la capacidad de trabajo del otro. Si a esto añadimos que los costos de trabajo están en la proporción aproximada de 1:50 (neumática - humana) quedan justificados los continuos esfuerzos de la industria por reemplazar total o parcialmente al hombre por la maquina en las actividades manuales a lo que se refiere.

La energía neumática no es utilizable en todos los casos de la automatización, las posibles técnicas de la neumática están sometidas a ciertas limitaciones en lo que se refiere a fuerza, espacio, tiempo y velocidad en el proceso de la información. Pero esta tecnología tiene su ventaja más importante en la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi todas las ramas de la producción industrial, saber identificar los principios, leyes y simbología que rigen a los circuitos de tipo neumático, en forma rápida y precisa determinaran el tipo de aplicación que se le puede dar.

1.3.1 Aplicaciones de la neumática.

El aire comprimido presenta muchas aplicaciones, que van desde muy finas y precisas, tal como el aire a baja presión para comprobar la presión del fluido en el ojo humano, además de la multiplicidad de movimientos lineales y rotativos en máquinas con procesos robóticos, puede generar grandes velocidades e incluso en la aplicación de tecnología espacial en los transbordadores de la nasa. A continuación se muestra una breve lista de la versatilidad y variedad del control neumático en la industria.

- Accionamiento de válvulas para aire o agua.
- Accionamiento de puertas pesadas o calientes.
- Elevación y movimiento en máquinas de moldeo.
- Sujeción para soldadura fuerte y normal.
- Accionamiento de cuchillas de guillotina.
- Transportadores de componentes y materiales.
- Manipuladores neumáticos.
- Tornos de dentista etc.

1.3.2. Ventajas e Inconvenientes de la Neumática.

En la actualidad el campo de la aplicación de la neumática es muy amplio; ya que dicha técnica presenta características interesantes en el manejo de robots, manipulación de autómatas programables y otras aplicaciones en la que es posible realizar elevados ciclos de trabajo con una vida larga de estos componentes.

Ventajas

Algunas ventajas que esta tecnología ofrece a las industrias se enlistan a continuación:

- No posee características explosivas, aún comprimiéndolo.
- Sus prestaciones no se ven afectadas por los cambios de temperatura.
- Presenta un bajo costo.
- Es una técnica limpia.
- Simplifica la mecánica.
- Fácil conducción de la energía a través de mangueras y tuberías.
- Alto grado de facilidad del control de la velocidad ,presión, fuerza y velocidad
- Mantenimiento relativamente sencillo.
- Incremento de la productividad.

Inconvenientes

Los inconvenientes que presenta esta técnica son las siguientes:

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Produce altos niveles sonoros generados por la producción de aire comprimido y por la descarga de aire hacia la atmósfera.

1.4 El Aire en la Industria.

Generalidades

SALVADOR, Millán. (2001) Automatización Neumática y electroneumática. España: Pág. 55.

El aire comprimido es el fluido que utiliza la neumática y es una de las formas de energía más antiguas utilizadas por el hombre, su utilización se remonta cuando aparecen los primeros fuelles de mano para avivar el fuego de fundiciones o para airear minas de extracción de minerales. A partir del siglo XVII se comienza el estudio sistemático de los gases y con ello comienza el desarrollo tecnológico de sus diferentes aplicaciones, así en el siglo XVIII se construye el primer compresor alternativo, en el XIX se utiliza como fuente energética para perforadoras de percusión, para sistemas de correos, para frenos de trenes, ascensores etc. No obstante a finales del siglo XIX se lo deja de utilizar debido a la competencia de otros tipos de energía (máquinas de vapor, motores y electricidad); pero a finales de la Segunda Guerra Mundial nuevamente se le da uso a gran escala como fuente de energía, debido sobre todo a las nuevas exigencias de la época en la automatización, racionalización y la uniformidad de la producción en las industrias.

1.4.1 Características del aire comprimido.

El aire es un gas incoloro, inodoro e insípido compuesto de una mezcla de varios gases, el peso de la masa de aire es una millonésima de la masa de la tierra, y su composición es constante hasta la altura de 25 km. El mismo se compone de 16 elementos diferentes Los principales son:

- Oxígeno 21%
- Nitrógeno 78%

Peso específico (γ) 1.293 kg. / m³.

Es la masa en kilogramos de un m³ de gas a 0 y a una presión de 760 mm.de mercurio.

Volumen específico (Vo) 0,773 m³/ kg.

Es el volumen en m³de un kilogramo de aire a 0 y a la presión atmosférica de referencia de 760mm.de mercurio

Masa molecular (M) 28,96 mol/ kg.

Es la relación entre la masa de una molécula de aire y una de hidrogeno es también el volumen de masa en kg. De 22,4 m³a 0 °C y la presión de 760 mm.de mercurio.

El aire siendo una mezcla de gases no tiene masa molecular propia sin embargo es posible calcular el peso molecular como un promedio relativo de sus componentes.

Temperatura de condensación (a)

Esta entre -196 °C y -183 . A la presión de 760 mm.de mercurio.

Calor específico a volumen constante (cv) = 715 j /kg. = 0,171 kcal. / kg.

Es el número de calorías que se necesita para incrementar la temperatura de 1 kg. De aire en 1 . Manteniendo constante el volumen y aumento la presión.

Velocidad de reacción

Teóricamente la velocidad de propagación de la presión del aire es igual a la velocidad del sonido, que es de 343m/seg. A 20 °C.

Cualidades del aire comprimido.

La utilización del aire comprimido ha tenido una rápida expansión por el amplio abanico de ventajas que este posee dentro de la industria; así podemos destacar que el aire es:

- **Abundante.-** está disponible para compresión prácticamente de manera ilimitada.
- **Transportable.-** puede ser fácilmente transportable por tuberías, incluso a grandes distancias no es necesario disponer de los conductos de retorno.
- **Almacenable.-** no es preciso que el compresor permanezca continuamente en servicio, pues permite el almacenamiento en depósitos y utilizarlo de ahí, además se lo puede transportar en botellas.
- **Resistente a las variaciones de temperatura.-** el aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas
- **Antideflagrante.-** no existe peligro de explosión ni incendio por lo tanto es innecesario disponer de instalaciones antideflagrantes que son muy costosas.
- **Limpio.-** Una maquina operada por aire comprimido es limpia y mantiene limpios los productos, por lo que con un tratamiento adecuado se puede instalar según las normas de “sala limpia” lo que es importante para industrias como las químicas, alimentarias, textiles, etc.

Las mayores desventajas que posee el aire comprimido frente a otros tipos de fuente de energía son:

- **Preparación.-** el aire comprimido debe ser preparado antes de su utilización, es preciso eliminar las impurezas y humedad del medio ambiente; con el objetivo de evitar un desgaste prematuro de los componentes.
- **Compresibilidad.-** con el aire comprimido no es posible obtener velocidades de los elementos de trabajos que sean regulares y constantes.
- **Fuerza.-** este es económico solo hasta determinada fuerza, ya que es condicionado por la presión de servicio que usualmente es de 700 kPa.(7 bar), el limite también en función de la carrera y la velocidad es de 20.000 a 30000 N.(2000 a 3000Kp.)
- **Ruido.-** debido a la generación y escape de aire después de su utilización.
- **Costo.-** Es una energía cara, que en cierto punto es compensada por el buen rendimiento y la facilidad de implantación.

Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión debido a las siguientes cualidades:

- **Simplicidad de diseño y control.-** Los componentes neumáticos poseen una configuración sencilla y mediante un control relativamente sencillo pueden proporcionar sistemas automatizados extensos y precisos.
- **Elección del movimiento.-** Es posible elegir entre un movimiento lineal y un movimiento rotatorio con velocidad fija o variable y regularse con facilidad dicha velocidad alcanzando velocidades de trabajo altas.
- **Economía.-** Los componentes tienen un bajo costo, así mismo su mantenimiento es poco costoso debido a su duración sin presentar averías.
- **Confiabilidad.-** al presentar una larga duración los componentes neumáticos, tienen como consecuencia una elevada confiabilidad del sistema.
- **Resistencia al entorno.-** los sistemas neumáticos no le afectan factores externos como temperatura, polvo o atmósferas corrosivas.

- **Aguanta bien las sobrecargas.-** no existen riesgos de sobrecarga, ya que cuando ésta existe, el elemento de trabajo simplemente para sin daño alguno.

1.4.2 Fundamentos físicos

Para la aplicación práctica de los accesorios neumáticos, es necesario estudiar las leyes naturales relacionadas con el comportamiento del aire como gas comprimido, las magnitudes que más frecuentemente se utilizan son presión y caudal, aunque también conviene hacer referencia a los conceptos fundamentales de la teoría de los gases perfectos, por ser el aire un fluido que puede considerarse como tal.

Presión.- La presión se define como la fuerza aplicada por unidad de superficie es decir la presión ejercida por un fluido sobre una superficie y viceversa es el cociente entre la fuerza y la superficie que recibe su acción.

$$P= F/S$$

También si esta fuerza no fuera uniforme, para cada punto

$$P=dF/dS$$

Unidades.- La presión es medida en diferentes sistemas de unidades en unidades métricas, la presión se mide en atmosferas es decir en kg/cm^3 , en el S.I. la presión es medida en pascales (Pa) que son iguales a un newton por metro cuadrado (N/m^2) en unidades británicas la presión es medida en libras por pulgadas cuadradas $PSI= 1lb/pulg^2$ en la industria se acostumbra medir la presión en Bares. Un bar es de 2% mayor que una atmosfera en la tabla se indica los sistemas en que se mide la presión y sus unidades.

La relación entre diferentes unidades de presión es:

$$1 \text{ BAR} = 1.02 \text{ AT} = 14.5 \text{ PSI} = 100.000 \text{ N/M}^2$$

Tabla 1. Unidades de medidas de la presión en los 3 sistemas

SIS. METRICO.	SIS. INTERNACIONAL	SIS. BRITANICO
Kg./cm ³ = Atmosfera (At)	Newton /m ²) = Pascal (Pa)	Libras/pulg ² = PSI

Fuente: Salvador, Millán. Automatización neumática y electroneumática

En todo punto de la atmósfera terrestre existe una determinada presión que varia con la altura y las condiciones meteorológicas y se conoce como presión atmosférica, esta presión es igual al peso por unidad de superficie de la columna de aire comprendida entre esta superficie y la ultima capa de la atmosfera; normalmente se la mide con un barómetro, la presión resultante al dividir la fuerza ejercida por la sección sobre la que actúa se llama presión absoluta; en cambio una presión se la considera como relativa, a la cual está por encima de la presión atmosférica y se denomina comúnmente presión manométrica, esta presión es expresada en atmosferas (AT) O PSI.

Caudal.- Se define el caudal como la cantidad de fluido que atraviesa una sección determinada por unidad de tiempo, esta cantidad de fluido se puede expresar de dos formas, ya sea en masa o volumen evidentemente, el caudal másico y el caudal volumétrico están relacionados a través de la densidad del fluido, que en caso de los gases es variable con la presión y la temperatura, es una magnitud compuesta que relaciona el cociente entre unidades de volumen y unidades de tiempo.

A veces se da el caudal volumétrico referido a la atmosfera normal de referencia, en tal caso damos en realidad un caudal másico ya que en condiciones normales la densidad es constante; se lo expresa en Kg/s mientras la unidad S.I. de caudal volumétrico es el m³/s seguido de la referencia normal en la actualidad se emplea el

l/min o el m^3 /hora pero estas unidades presentan dificultades para el cálculo a causa del factor 60 de transformación.

Potencia neumática.- Para los estudios de rendimiento indispensables en los análisis económicos de las instalaciones, es imprescindible introducir el concepto de potencia de un fluido en movimiento. El aire comprimido en la neumática, como el aceite en la oleohidráulica, son vehículos a través de los cuales se transmite potencia de una fuente exterior de energía, en general un motor eléctrico o de combustión interna, a unos receptores. La potencia instantánea consumida por receptores es igual al producto de la fuerza por la velocidad; por ejemplo supongamos que este receptor es un cilindro, entonces la fuerza ejercida por el cilindro es igual al producto de la presión por la sección útil del cilindro, el volumen que se crea por unidad de tiempo, al avanzar el cilindro este espacio es ocupado por el caudal.

De donde la expresión de potencia neumática es:

$$N = f.v = (P.S).(Q/S) = P.Q$$

1.4.3 Leyes de compresión

INTERNATIONAL, Training. (2004) Neumática. España: Pág. 25.

Los procesos de compresión son procedimientos con flujo es decir aquellos en los que el fluido se comprime y se desplaza, los fluidos se comprimen en un compresor y pueden ser de naturaleza diversa ya sean: gas puro, mezcla de gases, vapor recalentado o saturado y otros. En determinadas ocasiones el fluido que se comprime puede equipararse a un gas perfecto; la certeza de esta asimilación está supeditada no solo a la naturaleza del fluido sino igualmente del margen de las presiones abordadas por ejemplo si un compresor aspira 10 bar, las propiedades del fluido no se

diferencian esencialmente de las de un gas perfecto, el aire meramente no es un gas perfecto pero dadas las pequeñas variaciones que en él ocurren y para un estudio de los principios de funcionamiento de los compresores, podemos considerarlo como tal.

Las leyes de los gases perfectos enlazan íntimamente las tres magnitudes: presión, volumen y temperatura, las cuales están implicadas en la compresión y expansión del aire, entonces se puede decir que en los gases el volumen V es función de la presión P y de la temperatura T , lo cual nos lleva a escribir implícitamente que $f(P, V, T) = 0$.

Para una masa dada o sistema de un gas a presión, la temperatura y el volumen que ocupa se relacionan por medio de la ley de los gases o dicho de otra forma por la ecuación apropiada para el gas. Las características esenciales del estado gaseoso son:

- La presión de un gas en equilibrio es la misma en todos los puntos de la masa.
- La densidad de un gas depende de su presión y temperatura.
- La masa de un gas presenta una resistencia prácticamente nula a los esfuerzos de corte.

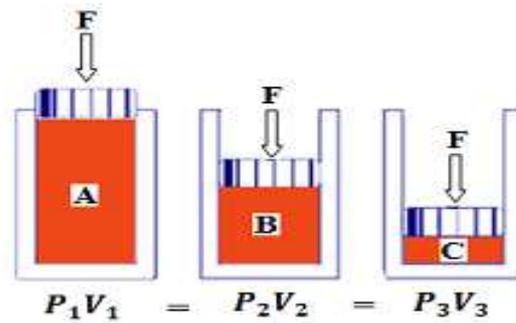
Las leyes que rigen el comportamiento de los gases perfectos, aunque no son cumplidas exactamente por los gases reales, son muy sencillas y estas son:

Ley de Boyle Mariotte.

Fue descubierta por Robert Boyle en 1662, Edme Mariotte también llegó a la misma conclusión que Boyle, pero no publicó sus trabajos hasta 1676 es por esa razón que se la conoce la ley de Boyle Mariotte y describe que; a temperatura constante el producto de la presión a que está sometido un gas por el volumen que ocupa se mantiene constante, o lo que es igual la presión y el volumen son inversamente proporcionales.

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_3}{V_3} = \text{Cte.}$$

Figura 1. Ilustración de la ley de Boyle.



Fuente: www.techniforum.com

Si el volumen $V_1 = 1\text{m}^3$ a una presión absoluta de 100 Kpa. (1 bar ABS) se comprime a temperatura constante a un volumen $V_2 = 0,5\text{m}^3$, entonces:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad P_2 = \frac{P_1V_1}{P_2V_2}$$

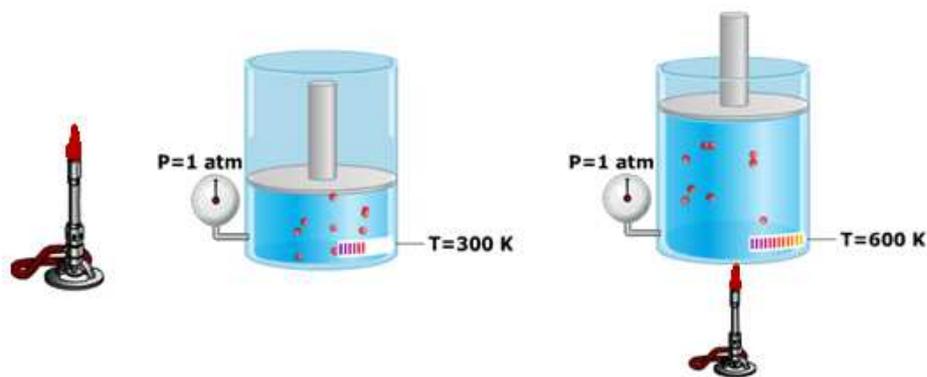
Entonces:

$$P_2 = \frac{100\text{Kpa} \times 1\text{m}^3}{0.5\text{m}^3} = 200\text{Kpa. (2 bares)}$$

Ley de Charles.

En 1787 Jack Charles investigó la relación existente entre el volumen y la temperatura de un gas a presión constante por lo tanto determino que; a presión constante el volumen aumenta y cuando la temperatura disminuye el volumen también disminuye, entonces a volumen constante la presión absoluta de una masa de gas determinada es directamente proporcional a la temperatura.

Figura 2. Ilustración de la ley de Charles



Fuente: www.parkertransair.com

Entonces podemos expresarlo así: $\frac{V}{T} = \text{Cte.}$ el cociente entre el volumen y la temperatura es constante, por ejemplo tenemos un cierto volumen de gas V_1 que se encuentra a una temperatura T_1 al principio; si variamos la temperatura T_1 hasta T_2 .

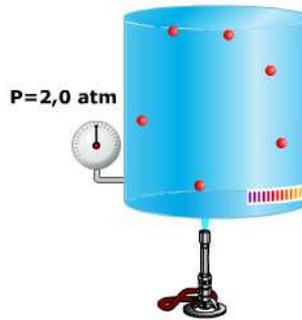
Entonces el volumen de gas cambiará a un valor V_2 y se cumplirá con lo antes descrito:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{Cte.}$$

Ley de Gay Lussac.

Fue enunciada por Joseph Louis Gay Lussac a principios de 1800 establece que; a presión constante la razón entre el volumen y la temperatura absoluta de un gas se mantiene constante o lo que es lo mismo el volumen es directamente proporcional a la temperatura.

Figura 3. Ilustración de la ley de Gay Lussac



Fuente: www.parkertransair.com

Gay Lussac descubrió que en cualquier momento de este proceso, el cociente entre la presión y la temperatura siempre tenía el mismo valor:

$$\frac{P}{T} = \text{Cte.}$$

Dichas transformaciones se denominan “isobáricas” y se puede deducir que entre más se comprime un gas más aumenta su temperatura.

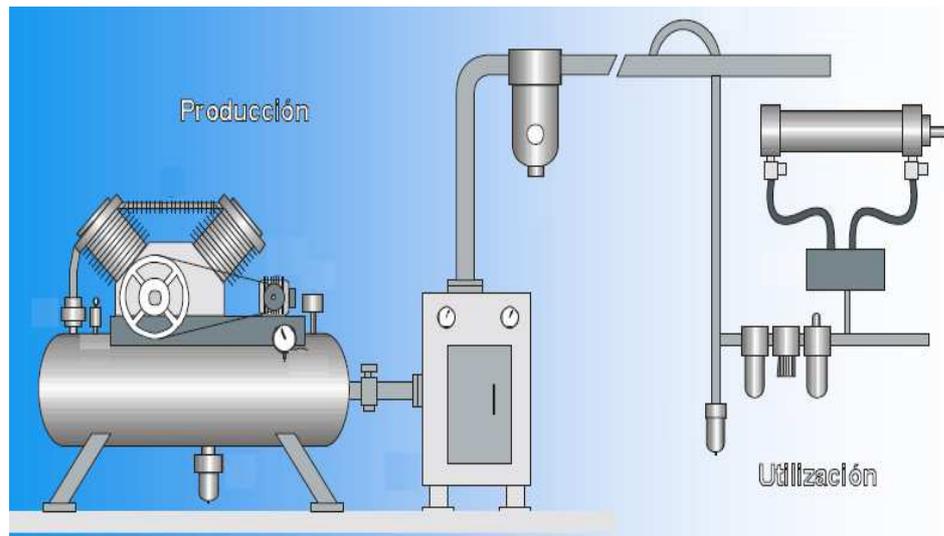
1.4.4 Producción y distribución de aire comprimido.

El suministro de aire comprimido para instalaciones neumáticas comprende:

- Producción de aire comprimido
- Acondicionamiento del aire comprimido para instalaciones neumáticas

- Conducción del aire comprimido hasta los puntos de utilización.

Figura 4. Gráfica de elementos de producción de aire comprimido

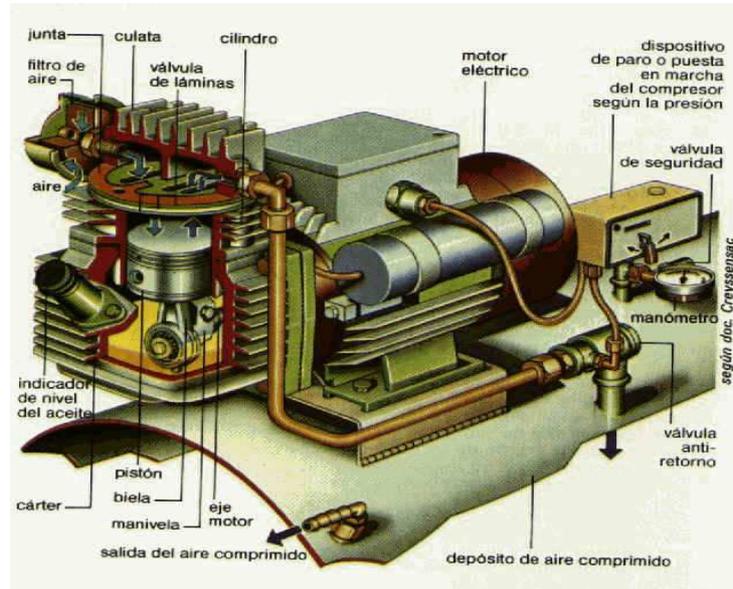


Fuente: Deppert W. Aplicaciones de neumática

Compresores.- Es el elemento principal de una instalación productora de aire comprimido, 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 substancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. La capacidad real de un compresor es menor que el volumen desplazado del mismo debido a razones tales como:

- Caída de presión en la succión.
- Calentamiento del aire de entrada.
- Expansión del gas retenido en el volumen muerto.
- Fugas internas y externas.

Figura 5. Elementos de un compresor



Fuente: www.parkertransair.com

Las características técnicas a valorar en los compresores son: el caudal suministrado en Nm^3/min . Por la relación de compresión, siendo esta última la presión alcanzada en bares de presión.

Compresor de pistón o émbolo. Eran los más utilizados en la industria ya que son relativamente baratos y aportan gran flexibilidad de funcionamiento con un amplio rango de caudales, desde los más pequeños a los más grandes; su funcionamiento es muy similar al de un motor de combustión interna, pero hoy en día han sido reemplazados por los compresores de tornillo los cuales utilizan un par de lóbulos en forma de espiral los cuales atrapan y comprimen el gas a medida que giran dentro de un cilindro de compresor maquinado con precisión. En la primera carrera del émbolo, el aire es aspirado a una presión p_1 y el volumen aspirado varía de 0 a V_1 al retroceder el émbolo, este aire es comprimido pasando de la presión p_1 a la presión p_2 y su volumen varía de V_1 a V_2 ; en la segunda parte o fase de la carrera el aire es expelido a

presión p_2 , pero debido al trabajo de compresión el mismo, desprende gran cantidad de calor por lo cual debe refrigerarse.

1.4.5 Redes de aire comprimido.

SALVADOR, Guillen.(2004) sugiere que la red de aire comprimido es el conjunto de todas las tuberías que parten del depósito, colocadas de modo que estén fijamente unidas entre sí, y que conducen el aire comprimido a los puntos de conexión para los consumidores individuales (Pág. 27).

Posee las siguientes características:

- Mínima pérdida de presión de aire por fugas
- Mínima cantidad de agua en la red y los puntos de utilización

Para determinar el diámetro correcto de las redes de aire es necesario considerar diversos factores los cuales son:

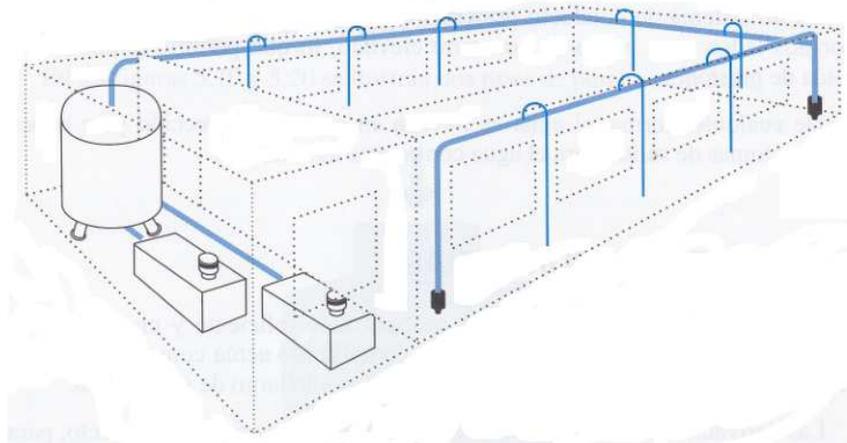
- El caudal de aire y presión de trabajo
- La caída de presión admisible
- La longitud de la tubería

El caudal de aire es una magnitud que se determina según el planteamiento, este puede ser igual a la capacidad del compresor, puede ser incrementado y debe ser suficientemente holgado, teniendo en cuenta futuras expansiones en la planta; la caída de presión y la velocidad de circulación se hallan relacionados estrechamente cuanto mayor es la velocidad de circulación, mayor es la caída de presión, pero en la caída de presión también influyen otros factores como la rugosidad de la pared interior de la tubería, la longitud y el número de accesorios instalados. La velocidad de circulación de aire en las tuberías debe estar comprendida entre $6y10$ m/s, y la caída

de presión no debe superar en lo posible el valor de $0,1\text{Kpa}/\text{cm}^2$, además se suelen instalar con una ligera inclinación de $(1,5^\circ)$ para facilitar que el vapor de agua condensado se deslice y no se acumule en ningún punto. Se representan normalmente mediante líneas continuas que unen los distintos elementos del circuito, existen dos configuraciones de trazado básicas que son:

Final en línea muerta.- Es aquella que se instala para favorecer el drenaje, las tuberías de trabajo tienen una pendiente de cerca del 1% en la dirección del fluido y deberán ser adecuadamente purgadas, a intervalos ajustables, la línea principal puede ser devuelta a su altura original mediante dos largos tubos curvados en ángulo recto y disponiendo una derivación de purga en el punto más bajo.

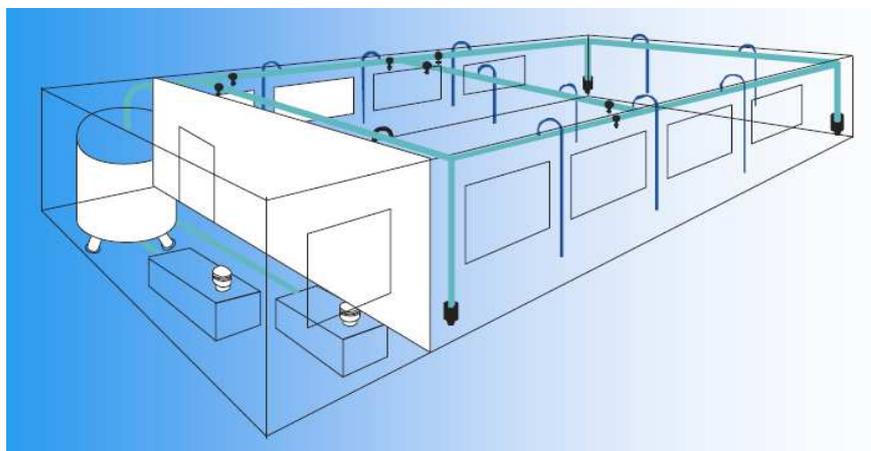
Figura 6. Configuración de línea principal con final en línea muerta



Fuente: Neumática de international training.

Conducto principal o en anillo.- Normalmente se prefiere este sistema circular porque no tiene extremos muertos, el suministro de aire comprimido es equilibrado y las fluctuaciones de la presión se reducen considerablemente, se lo puede alimentar por dos lados a un punto de consumo lo que permite minimizar la caída de presión en el mismo. Además con la ayuda de válvulas de cierre situadas estratégicamente, parte de este circuito puede ser desconectado, manteniendo en servicio la parte restante.

Figura 7. Conducto principal en anillo.



Fuente: Neumática de International training.

La red de tuberías se instala preferentemente con tubos de acero y uniones soldadas, la ventaja de la unión de tubos por soldadura es la buena estanqueidad y el precio, el inconveniente de las uniones soldadas es la producción de partículas de oxido; no obstante con la inclusión de unidad de mantenimiento delante del consumidor, las partículas son arrastradas por la corriente de aire y se depositan en el colector de condensación.

Unidad de mantenimiento.- El aire comprimido contiene no solo vapor de agua sino que también partículas solidas en suspensión que pueden llegar a deteriorar la instalación neumática. A fin de eliminar dichas impurezas, se agrega un filtro o estación de filtrado adicionando un regulador con el fin de establecer la presión de trabajo; completando el acondicionamiento del aire en ciertos casos (por ejemplo herramientas neumáticas), se instala un lubricador con el fin de agregar cantidades adecuadas de lubricante pulverizado al aire comprimido, de esta manera es posible hacer llegar lubricación a los diferentes componentes de la instalación, facilitando también de esta manera la circulación del aire a través de las cañerías.

Figura 8. Gráfico de unidad de mantenimiento con regulador de presión.



Fuente: www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm.

Filtro- unidad de limpieza.- El aire suministrado a un sistema neumático debe ser limpio, sin cuerpos extraños, las partículas de teflón, metal, etc. Causarán el goteo de las juntas, el desgaste de las partes móviles. En muchos casos pueden bloquear las válvulas y/o deteriorarlas; la unidad de filtrado recolecta también cierta cantidad de agua, que luego es extraída por el drenaje manual o automático.

Figura 9. Gráfico de filtro o unidad de limpieza.



Fuente: www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm.

Unidad de control de presión -regulador de presión.- La función del regulador de presión es proporcionar presión constante a la red, y de esta manera a las máquinas

y/o herramientas que utilizan aire comprimido, dado que la presión en la línea del suministro es variada debido a los usuarios que consumen el aire, como por ejemplo pulverizadores neumáticos, cilindros, etc., es necesario controlar la presión de manera que el cilindro y/o las maquinas recibirán una presión constante e independiente de las variaciones de la presión en la líneas.

Figura 10. Gráfico de regulador de presión.



Fuente: www.festo.com/argentina/104.htm

1.5 Electroneumática.

ELS, A. (2005) sostiene que electroneumática se define como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas, de esta definición original se desprende la definición de la electroneumática como la aplicación de la electrónica y la neumática al control de procesos industriales (Pág. 11).

La neumática básica o pura produce la fuerza mediante los actuadores o motores neumáticos lineales o rotativos, pero el control de éstos junto a la introducción de señales, finales de carrera, sensores y captadores, se las efectúa mediante válvulas

exclusivamente electroneumáticas, es decir el mando, la regulación y la automatización se realiza de manera totalmente electroneumática. Esta posee un gran campo en la programación de la robótica, en procesos industriales y con gran impulso en el ensamblaje de armas de combate en países de primer mundo, pero también en la industria de la construcción en la creación de sistemas de fácil operación en la automatización de las puertas de centros comerciales, garajes incluso dando apertura a la programación de ascensores privados de condominios.

1.5.1 Aplicaciones de la electroneumática.

Los procesos productivos en diversas ramas de la industria utilizan cada vez con más frecuencia, equipos complejos compuestos por sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos, los cuales, interactúan entre sí para lograr que los sistemas productivos trabajen con mayor flexibilidad, versatilidad, seguridad y confiabilidad a un bajo consumo de energía. Por esta razón, existe la necesidad de especializar a profesionales de las áreas afines, dándoles un alto nivel de conocimientos y competencias tecnológicas, que les permita hacerse cargo de la supervisión, operación y mantenimiento de dichos sistemas.

GUILLEN, Salvador. (2001) Introducción a la Neumática. España. Pág. 56.

Años atrás el control de procesos industriales se hacía de forma cableada por medio de contactores y relés, el operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas; además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico. Pero con la introducción del computador y los controladores lógicos programables han reducido de forma considerable los elementos en este tipo de instalaciones, además la introducción de nuevas formas de automatización han hecho que el control sea más

eficiente y se puedan actualizar los mismos sin realizar mayores cambios e inversiones. La electroneumática es una de las tecnologías hoy en día utilizada en la automatización industrial por la gran variedad de procesos que se pueda realizar.

1.5.2 Distribuidores electroneumáticos.

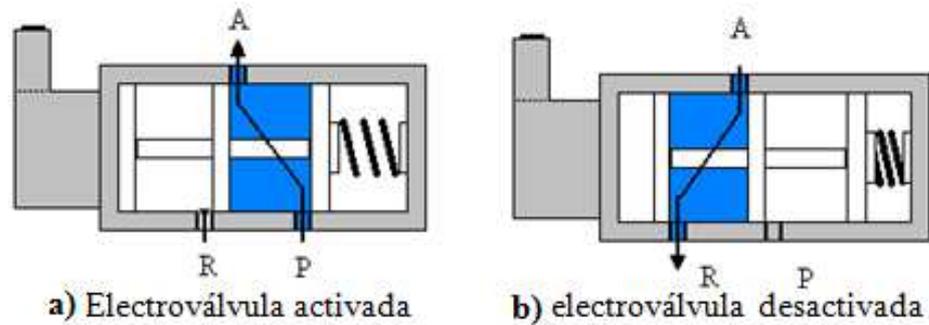
CEMBRANOS, Nistal. (2001) manifiesta que distribuidores electroneumáticos son elementos que traducen señales eléctricas para realizar cambios en la distribución de aire comprimido, las cuales funcionan en sistemas de control como dispositivos para traducir señales eléctricas a neumáticas (Pág. 142).

Este tipo de señales se utilizan cuando provienen de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, un presostato o mandos electrónicos.

En general se las elige de accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión, la parte eléctrica de estos mandos trabajan normalmente con voltaje continuo de 12 VCC o 24VCC y voltajes alternos de 120 VAC.

Las electroválvulas reúnen las ventajas de la electricidad y de la neumática y pueden ser consideradas convertidores electroneumáticos, constan de una válvula neumática como medio de generar una señal de salida, y de un accionamiento eléctrico denominado solenoide; la aplicación de una corriente al solenoide genera una fuerza electromagnética que mueve la armadura conectada a la leva de la válvula.

Figura 11. Diagrama interno de una electroválvula.



Fuente: Serrano, Nicolás. Introducción a la neumática básica.

Las electroválvulas pueden ser monoestables o biestables, las primeras tienen una sola bobina también llamada solenoide y se reposicionan automáticamente mediante un muelle en el momento en que se deja de actuar eléctricamente sobre el solenoide; las electroválvulas biestables disponen dos bobinas una a cada lado, cuando se deja de actuar sobre una de ellas la válvula queda en la misma posición, siendo necesaria la actuación sobre la bobina contraria para que la válvula regrese a la posición inicial.

Figura 12. Electroválvulas 5/2 biestable y 5/2 monoestable



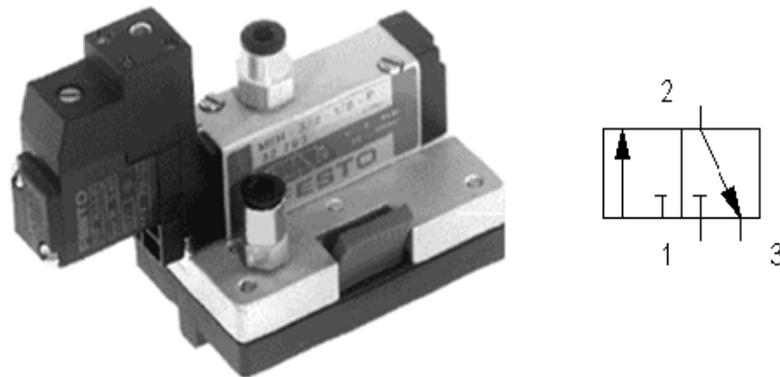
Fuente: www.camozi.com.

Las bobinas pueden maniobrarse mediante corriente alterna o mediante corriente continua, siendo esto lo más frecuente.

Distribuidor 3/2 vías electroneumático.

Esta válvula NC es actuada directamente por un solenoide y devuelta a su posición de reposo por un muelle, en esta válvula la armadura del solenoide y la leva de la válvula forman una sola pieza que se denomina cabezal; la abertura del cabezal está conectada a escapes. Cuando una corriente eléctrica se aplica a la bobina, se genera una fuerza electromotriz (FEM) que levanta la leva del asiento de la válvula cerrando el escape, entonces el aire comprimido fluye desde 1 hacia 2 ya que 3 se halla cerrado por la parte superior de la leva, la leva está forzada contra el asiento de escape, en estado de reposo tiene la posibilidad de accionamiento manual.

Figura 13. Electroválvula 3/2 monoestable y simbología correspondiente.



Fuente: software festo fluidsims.

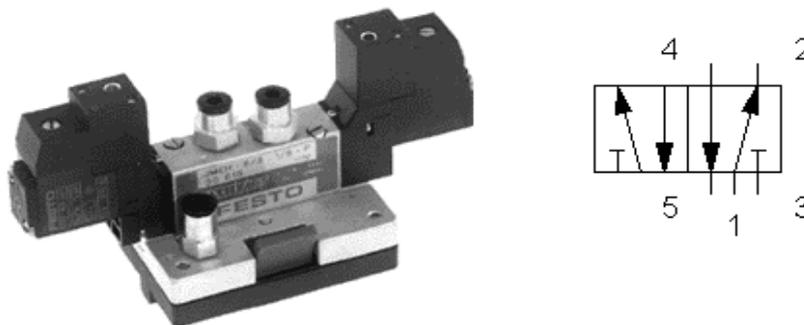
Las aplicaciones típicas para este tipo de válvulas incluyen el control directo de pequeños cilindros de simple efecto, el pilotaje indirecto de otras válvulas mayores y la interrupción y descarga de líneas de aire en sistemas de control.

Distribuidor 5/2 vías electropneumático.

La válvula de 5/2 realiza una función parecida a la de 4/2, la diferencia es que tiene dos escapes independientes, mientras que la 4/2 tiene un único escape. En posición inicial el muelle fuerza a la corredera de tal manera que conecta 1 con 2 y 4 con 5, mientras que 3 queda aislado; al activar el solenoide se abre la válvula auxiliar pasando aire al lado izquierdo de la corredera desplazando a ésta resultando que:

- El aire escapa de 2 hacia 3
- El escape 5 se bloquea
- El aire fluye ahora de 1 hacia 4

Figura 14. Electroválvula 5/2 biestable y su simbología correspondiente.



Fuente: software festo fluidsims.

Válvula reguladora de caudal

Este tipo de válvulas, permite inyectar mayor o menor cantidad de aire a algún componente de un circuito neumático, esto se logra mediante una estrangulación variable en un alojamiento; por éste circula el aire comprimido que se desea regular posee además un camino de retorno, en el cual el aire circula libremente, es decir es una válvula bidireccional en la que se regula el aire en un solo sentido.

Figura 15. Válvula reguladora de caudal (CHEK).



Fuente: manual [festo.com/argentina/104.htm](http://manual.festo.com/argentina/104.htm)

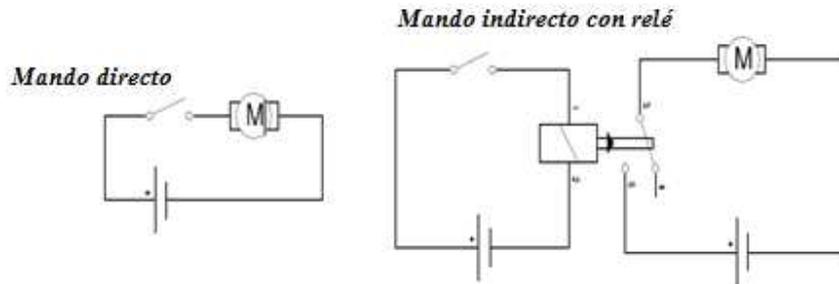
1.6 El Relé.

Es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes; el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada puede considerarse en un amplio sentido una forma de amplificador eléctrico. Hoy en día se recurre a los relés para cometidos de mando o regulación en máquinas e instalaciones debido a que satisfacen determinadas exigencias como:

- Fácil mantenimiento.
- Alta frecuencia de conexiones.
- Conexión tanto de muy pequeñas, como también de relativamente altas intensidades y tensiones.

Es un componente eléctrico de maniobra que se utiliza en automatismos y para mandos indirectos como barrera de seguridad, el relé se puede contemplar como un interruptor accionado electromagnéticamente para determinadas potencias de ruptura

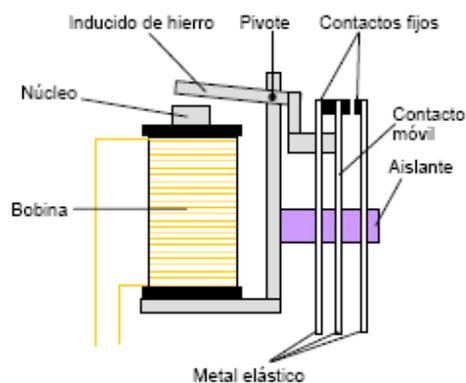
Figura 16. Mandos del relé.



Fuente: Manual del IES Santa Teresa de Jesús.

Un relé consta de dos partes: una bobina o electroimán y contactos auxiliares, ambas partes se relacionan por interacción magnética; generalmente la bobina se conectará a un circuito (circuito de excitación) y los contactos auxiliares formarán parte de otro. Pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo (contacto móvil) y dos contactos fijos.

Figura 17. Partes del Relé.



Fuente: Manual del IES Santa Teresa de Jesús.

Al pasar una corriente eléctrica por la bobina esta se convierte en un electroimán y su efecto de atracción magnética hace que los contactos auxiliares cambien de posición.

1.6.1 Tipos de Relés.

En el mercado existe gran cantidad de tipos y modelos, adaptados a los diferentes usos a los que se aplican. Pueden clasificarse por diferentes criterios, tensiones, contactos, sectores o ámbitos de aplicación, etc.

Relé conmutador.- Es aquel que cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos, en ese momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo. Por tanto, funciona como un conmutador.

Relé de dos polos: Tiene el mismo principio pero la diferencia es que este relé es capaz de conmutar 2 circuitos en la misma acción tomada.

Relés de cuatro polos: Siendo este muy interesantes para los proyectos de Tecnología los relés conmutadores de cuatro polos son utilizados en sistemas de programación.

1.6.2 Ventajas y desventajas de la electroneumática.

DEPPERT W. (2002) define que las ventajas de la electroneumática sobre la neumática pura son obvias y se concretan en la capacidad que tienen la electricidad y la electrónica para emitir, combinar, transportar y secuenciar señales, que las hacen extraordinariamente idóneas para cumplir tales fines (Pág. 123).

Se suele decir que la neumática es la fuerza y la electricidad los nervios del sistema, teniendo en cuenta lo anterior se puede describir a la electroneumática como la tecnología que trata sobre la producción y transmisión de movimientos y esfuerzos mediante el aire comprimido y su control por medios eléctricos y electrónicos

La electroneumática es un paso intermedio entre la neumática básica y los autómatas programables que se estudian más adelante, donde éstos por sí solos controlan el sistema con las ventajas singulares que conllevan.

- Menores costos que la hidráulica o la electricidad neta.
- Ocupa menor espacio que uno completamente neumático, mayor facilidad de control y cambios en el programa.
- Control de sistemas de producción a distancias considerables
- Se puede ejecutar tareas complejas y de precisión
- Repetitividad en secuencias sin realizar accionamientos constantes.

Desventajas de la electroneumática.

- Alto nivel sonoro.
- El uso del aire comprimido, si no es utilizado correctamente, puede generar ciertos riesgos para el ser humano.
- Altos costos de producción del aire comprimido.
- Complejidad si se cuenta con sincronías dentro del proceso, es decir un mismo tipo de movimientos o situaciones en diferentes partes del proceso.

1.7 Elementos actuadores o de Trabajo

GUILLEN, Salvador (2004) define que la automatización de una máquina no termina con el esquema del automatismo a realizar, sino con la adecuada elección del receptor a utilizar y la perfecta unión entre este y la máquina a la cual sirve (Pág. 140).

En un sistema neumático los receptores son llamados actuadores o cilindros neumáticos, cuya función es la de transformar la energía del aire comprimido en trabajo mecánico; los actuadores neumáticos se clasifican en dos grandes grupos:

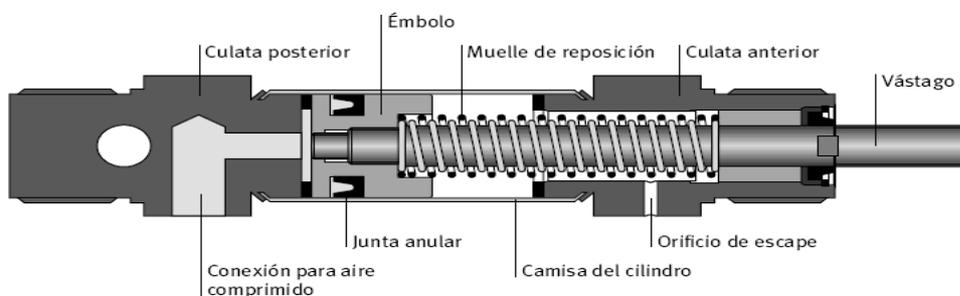
1.7.1 Tipos de cilindros.

Generalmente el cilindro neumático está constituido por un tubo circular cerrado en los extremos por dos tapas, entre las cuales se desliza un émbolo que separa dos cámaras al émbolo va unido un vástago que saliendo, a través de una o ambas tapas permite utilizar la fuerza desarrollada por el cilindro en virtud de la presión del fluido al actuar sobre las superficies del émbolo. Los dos volúmenes de aire que queda dividido en el cilindro por el émbolo reciben el nombre de cámaras, si la presión de aire que se aplica en la cámara posterior de un cilindro, el émbolo y el vástago se desplazan hacia adelante (carrera de avance), en cambio si la presión de aire se aplica en la cámaras anterior del cilindro, el desplazamiento se realiza en sentido inverso (carrera de retroceso). Existen diferentes tipos de cilindros neumáticos, según la forma en que realiza el retroceso del vástago estos se pueden dividir en dos grupos:

- Cilindros de simple efecto
- Cilindros de doble efecto

Cilindros de simple efecto.- El cilindro de simple efecto solo puede realizar trabajo en único sentido, es decir el desplazamiento del émbolo por la presión del aire comprimido, pues el retorno a su posición inicial se realiza por medio de un muelle recuperador que lleva el cilindro incorporado mediante la acción de fuerzas.

Figura 19. Partes de un cilindro de simple efecto.

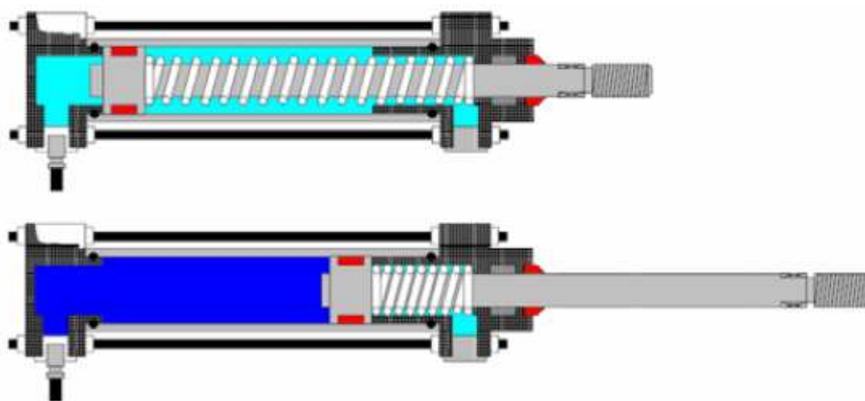


Fuente: Manual Festo fundamentos de la electrneumática.

En la práctica existen varios tipos, los más empleados son los cilindros de émbolo. El movimiento de trabajo es efectuado por el aire a presión que obliga a desplazarse el émbolo comprimiendo el muelle y al desaparecer la presión el muelle hace que regrese a su posición original de reposo, por esa razón los cilindros de simple efecto se utilizan cuando el trabajo debe realizarse en una sola dirección. Según la disposición del muelle estos cilindros pueden aplicarse para trabajar a compresión (vástago recogido) o para trabajar en tracción (vástago desplazado) , mediante el resorte recuperador incorporado queda limitada la carrera de los cilindros de simple efecto; por regla general la longitud de la carrera no supera los 100 mm. Y su fuerza generalmente oscila alrededor del 15% de la fuerza normal del cilindro cuando funciona a 6 bares, además los resortes no tienen la misma fuerza cuando están extendidos que cuando están comprimidos, la fuerza va creciendo según la disminución de la longitud siguiendo una ley lineal en sus límites prácticos.

Por razones prácticas estos son de diámetro pequeño y la única ventaja es su reducido consumo de aire, por lo que suelen aplicarse como elementos auxiliares en las automatizaciones.

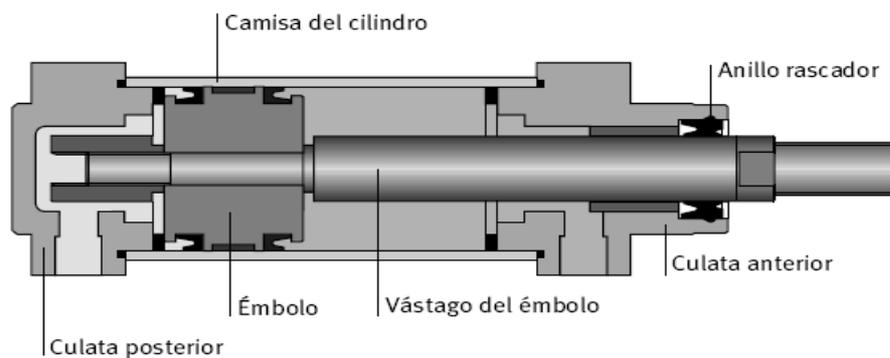
Figura 20. Gráfico cilindro de simple efecto.



Fuente: Manual festo fundamentos de la electrneumática.

Cilindro de doble efecto.- Al referirnos a cilindros de doble efecto, estos tienen dos conexiones de aire comprimido, la fuerza ejercida por el aire comprimido hace que salga el émbolo y también que se retraiga; es decir se dispone de fuerza útil tanto a la ida como a la vuelta debido a que el aire comprimido ejerce su acción en las dos cámaras del cilindro.

Figura 21. Partes de un cilindro de doble efecto.



Fuente: Manual festo fundamentos de la electroneumática

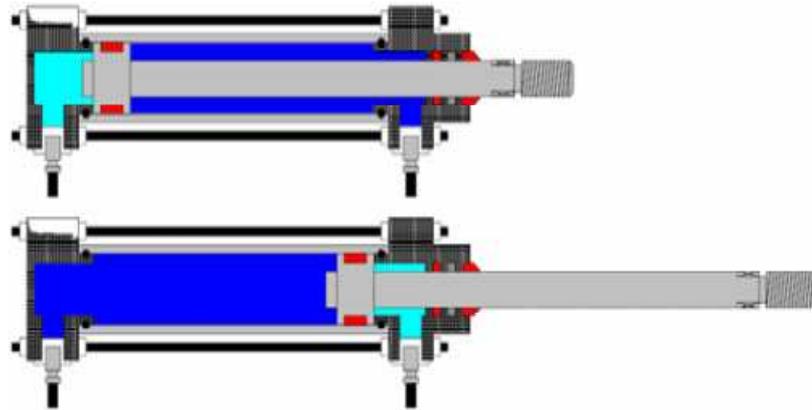
El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más amplio que los de simple efecto, incluso si no es necesario ejercer una fuerza en los dos sentidos, el cilindro de doble efecto se construye siempre en forma de cilindro de émbolo y posee dos tomas para el aire comprimido situadas a ambos lados, al aplicar aire a presión en la cámara posterior y comunicar la cámara anterior con la atmósfera a través de una válvula, el cilindro realiza la carrera de avance.

La carrera de retroceso se efectúa introduciendo aire a presión en la cámara anterior y comunicando la cámara posterior con la atmósfera, igualmente a través de una válvula para la evacuación del aire contenido en esa cámara del cilindro.

Para una presión determinada en el circuito, el movimiento de retroceso en un cilindro de doble efecto desarrolla menos fuerza que el movimiento de avance ya que la superficie del émbolo se ve ahora reducida por la sección transversal del vástago,

normalmente en la práctica no se requieren fuerzas iguales en los dos movimientos opuestos.

Figura 22. Gráfico cilindro de doble efecto.



Fuente: Manual Festo fundamentos de la electropneumática.

Los cilindros de doble efecto pueden ser:

- Sin amortiguación
- Con amortiguación

Además los cilindros de doble efecto presentan las siguientes ventajas frente a los cilindros de simple efecto:

- Posibilidad de realizar trabajo en los dos sentidos
- No se pierde fuerza para comprimir el muelle.
- No se aprovecha toda la longitud del cuerpo del cilindro como carrera útil.

Pero por el contrario, tienen el inconveniente de que consumen doble cantidad de aire comprimido que un cilindro de simple efecto.

1.7.2 Parámetros básicos y funcionales.

Son actuadores de acción lineal; aquellos que transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico definido por lo siguiente:

$$T = F \cdot e = P \cdot S \cdot L$$

Donde:

P= presión

S= superficie

L= carrera

Por su morfología los cilindros tienen dos constantes principales sección y carrera, la sección activa del cilindro, al ser este generalmente circular viene dada por la siguiente formula

$$S = \pi \cdot R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

Empleamos la segunda expresión, puesto que un cilindro es muy fácil medir el diámetro y muy difícil medir el radio

Fuerza del cilindro.

La transmisión de potencia mediante aire comprimido se basa en el principio de pascal, que describe que toda presión ejercida sobre un fluido se transmite íntegramente en todas las direcciones, por tanto la fuerza ejercida por un émbolo es igual al producto de presión por la superficie, y depende principalmente de la presión del aire, del diámetro del cilindro y del rozamiento de las juntas. La fuerza teórica del émbolo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_t = P \cdot A$$

Donde:

F_t : Fuerza teórica del vástago

P: Presión relativa

A: Superficie del émbolo

En la práctica es necesario conocer la fuerza real que ejercen los actuadores, para determinarla también hay que tener en cuenta los rozamientos en condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 kPa. / 4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza real calculada.

Además en los cilindros de simple efecto debe reducirse la fuerza del muelle recuperador, y en los cilindros de doble efecto debe reducirse en la carrera de retroceso el área del vástago del área total del émbolo, para el rozamiento o bien para el momento de arranque se descuenta de un 3 a 10% de la fuerza calculada, la fuerza teórica que es capaz de ejercer un cilindro

Velocidad del émbolo.

La velocidad del émbolo, en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista, de la presión del aire, de la longitud y sección de la tubería, entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además influye en la velocidad la amortiguación de final de carrera cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula antirretorno y de estrangulación y produce un aumento de la velocidad.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 m/s. y con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales las válvulas de estrangulación, las antirretorno, de estrangulación y las de escape rápido, proporcionan velocidades mayores o menores, dependiendo de su regulación y el trabajo a ejecutar, la obtención de una velocidad uniforme a lo largo de toda la carrera es un problema muy complejo, ya que no debemos olvidar que estamos tratando con un fluido compresible.

Longitud de la carrera.

La carrera de un cilindro viene definida por la diferencia de posición entre las dos situaciones extremas del émbolo, al efectuar los cálculos de esfuerzos debe tenerse en cuenta que en el sentido de la salida del vástago, se ha tomado la superficie total del tubo; pero en el sentido de entrada del vástago la superficie es más pequeña, puesto que es preciso descontar la superficie del vástago, siendo D el diámetro interior del tubo y d el diámetro del vástago, la superficie activa viene dada por

$$S_1 = \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

Y la fuerza, por tanto que efectúa el cilindro en el sentido de entrada es:

$$F_1 = p \cdot \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

Por lo tanto si $F > F_1$ y si se conectan las dos entradas del cilindro a una misma fuente de presión, el vástago tenderá a salir, además la longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. con émbolos de gran tamaño y carrera larga, pues el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire y precio de los actuadores, cuando la carrera es muy larga el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía, es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a

lo normal, debido que al prolongar la carrera, la distancia entre cojinetes aumenta y con ello mejora la guía del vástago.

Otra solución la aportan los cilindros de vástago guiado, mucho más resistentes a los esfuerzos mecánicos, pero en comparación con los cilindros de simple efecto con muelle de retorno, la carrera de los cilindros de doble efecto esta considerablemente menos limitada las principales razones para la limitación de las carreras son:

- La disponibilidad comercial de los materiales para la fabricación de piezas largas
- La proporción entre la longitud del vástago y su diámetro.

Como consecuencia de la carrera escogida si la longitud del vástago es excesivamente larga en proporción a su diámetro existe el riesgo de que en compresión se produzca el pandeo, por esta razón es necesario calcular el valor del pandeo para el vástago y consecuentemente, la longitud máxima permisible del vástago, para el cálculo de la carga por pandeo permitida debe tomarse por base la fórmula de Euler.

$$P = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

Es decir, con esta carga el vástago se pandea.

Máxima carga de servicio $F = P/n$

L_k : Longitud libre de pandeo (cm^2)

E: módulo de elasticidad (Kp/cm^2)

I: momento de inercia (cm^4)

n: Seguridad (aproximadamente 2,5 3,5)

Consumo de aire.

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación, cálculo que comenzará por los actuadores (potencia). Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolos determinados, el consumo de aire por ciclo se calcula con esta fórmula:

$$Q = 2 (S \cdot n \cdot q)$$

Donde:

Q: Caudal nominal

S: Carrera

n: Carreras por minuto

q: Consumo por carrera.

La energía de aire comprimido que alimenta a los cilindros se consume transformándose en trabajo y una vez utilizado se expulsa a la atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso; se entiende por consumo teórico de aire en un cilindro, al volumen de aire consumido en cada ciclo de trabajo.

Además, se entiende por ciclo de trabajo al desplazamiento del émbolo desde su posición inicial hasta el final de su carrera de trabajo, más el retorno a su posición inicial.

El volumen del cilindro en el sentido de la salida del vástago para la carrera C:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot C$$

El volumen del cilindro en el sentido de entrada del vástago

$$V_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot C$$

La suma de $V+V_1$ representa el volumen del cilindro en una carrera de ida y vuelta, como el cilindro se llena de aire a presión, es preciso corregir este volumen por medio de la aplicación de la ley de Boyle, multiplicando el volumen por la presión absoluta (presión manométrica +1). Por tanto, el volumen de aire consumido por el cilindro en cada ciclo viene dado por:

$$\text{Consumo} = (V+V_1) \cdot (P+1)$$

Valor que multiplicado por el número de ciclos que efectúa el cilindro en la unidad de tiempo nos proporcionará el consumo del mismo.

1.8 Logo módulo lógico.

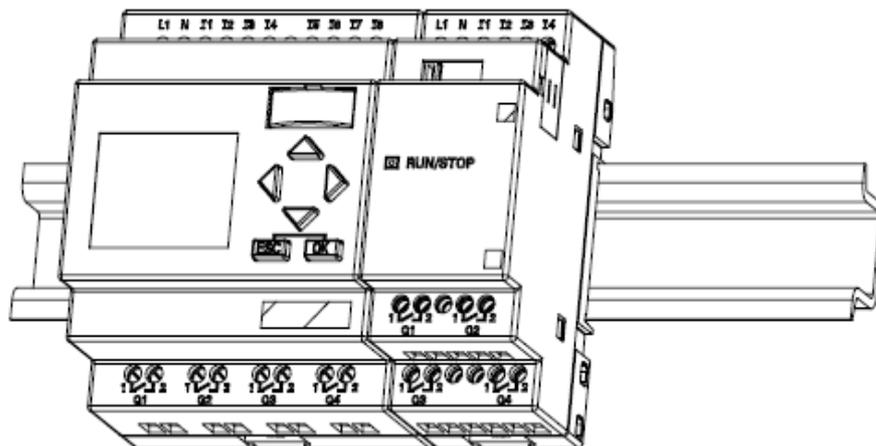
En la industria de procesos, tener ventaja significa hacer las operaciones más rápidas, flexibles, eficientes y sobre todo rentables las cuales únicamente se logra con el uso de los controladores lógicos programables.

"Nema" (National Electrical Manufacturers Association) (2000) sostiene que un controlador lógico programable es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1.5 VDC, 4-20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos (Pag. 20).

CRIADO, Alejandro (2002) manifiesta que un controlador lógico programable (PLC), es toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales (Pag.10).

El PLC es un componente electrónico que permite realizar diagramas lógicos para reemplazar contactores, temporizadores, contadores y relés, disminuyendo así el cableado, el tiempo de instalación que debe ser manejado por personas que tengan un conocimiento amplio sobre electricidad y electrónica.

Figura 23. Gráfico de un controlador lógico programable.



Fuente: Manual de programación de logo soft.

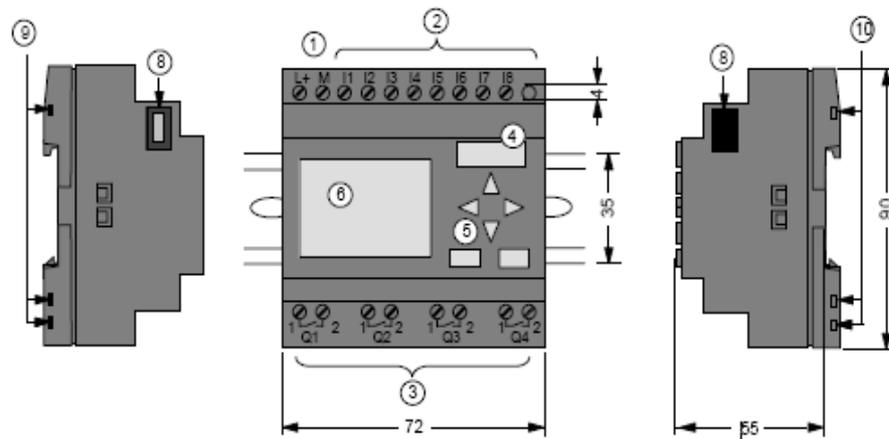
1.8.1 Estructura del logo.

Los Logos Programables se hallan constituidos de las siguientes partes.

1. Alimentación de tensión.
2. Entradas.
3. Salidas.

4. Receptáculo de módulo con revestimiento.
5. Panel de manejo (no en RCo)
6. Pantalla LCD (no en RCo)
7. Interfaz de ampliación
8. Codificación mecánica– pernos
9. Codificación mecánica– conectores

Figura 24. Estructura interna del logo.



Fuente: manual de logo 2005.

Figura 25. Arquitectura interna de un Plc´s.

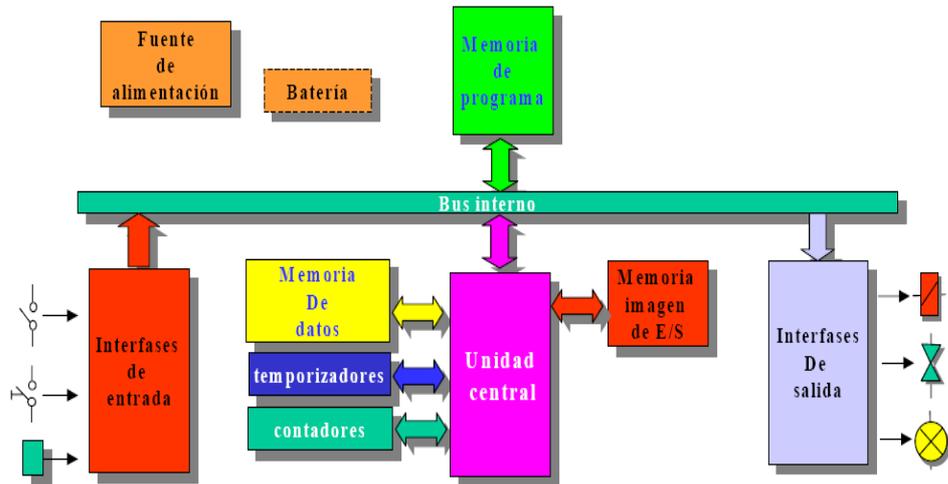


Diagrama de bloques de la arquitectura de un PLC

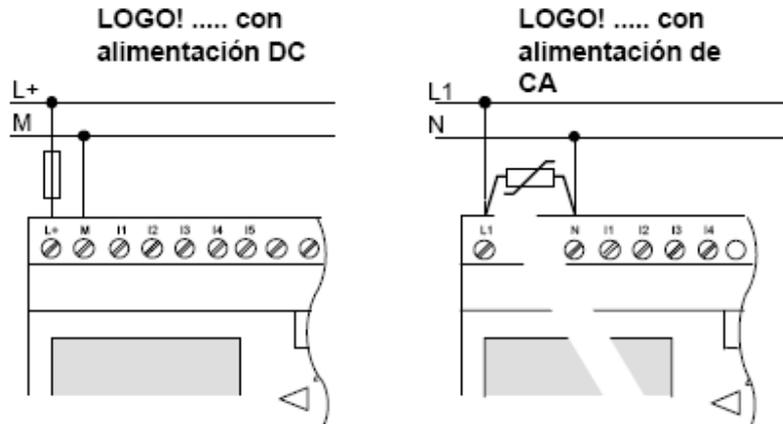
Fuente: manual de programación de Logo Soft.

1.8.2 Conexión de la alimentación

Las conexiones de LOGO están indicadas para tensiones eléctricas con un valor nominal de 115 V CA/CC y 240 V CA/CC. Las variantes 24 y las variantes de 12 son adecuadas para 24 V DC, 24 V AC o bien 12 V DC de tensión de alimentación.

Deben observarse al respecto las instrucciones de conexión descritas en la información técnica del **ANEXO 18** referentes a las tolerancias de tensión permitidas, frecuencias de red y consumo de corriente que ha sido diseñado como módulo de comunicación para el controlador y debe recibir una alimentación de 12/24 V AC/DC.

Figura 26. Conexión Eléctrica del logo.



Fuente: manual de logo 2005.

Unidad de memoria de programa.- En el LOGO Se utiliza un número limitado de bloques para el programa.

La segunda limitación resulta del número máximo de bytes disponibles que puede contener un programa. El número de bytes ocupados puede calcularse sumando los bytes de las funciones utilizadas.

Memoria remanente (Rem). Área en que el LOGO guarda los valores reales actuales que se deben mantener de forma remanente, por ejemplo, el valor de contaje de un contador de horas de funcionamiento. En bloques con utilización selectiva de la función de remanencia, esta área de memoria sólo se ocupa si se ha activado la remanencia.

Recursos disponibles en el LOGO. Un programa de LOGO puede ocupar, como máximo, los siguientes recursos.

Tabla 2. Capacidad de bytes en el logo.

Bytes	Bloques	REM
2000	130	60

Fuente: Manual logo 2005.

Módulos de entrada y salida.- El módulo Entrada/Salida funciona como los ojos, oídos y manos de un Controlador Lógico Programable, es decir cumplen con la función de recibir los datos y a la vez cumple con la función de ser las salidas físicas del microprocesador, de tal manera que puede leer una orden y escribir al programa.

Las señales más comunes de entradas y de salidas son del tipo discreto, las cuales utilizan "bits", cada "bit" representa una señal separada y distinta, tal como "ON/OFF", cerrado o abierto, energizado o desenergizado. El procesador lee estas señales y las interpreta como la presencia o ausencia de una variable, además todas las entradas se encuentran separadas para evitar que cualquier sobretensión en la entrada pueda afectar a todo el circuito electrónico y sobre todo para la sustitución de la señal de 24 voltios por 5 voltios que es el voltaje con el que trabaja el circuito electrónico, el número de entradas y salidas se define desde 6 en los Plc's de "caja de zapatos" tipo micro, a varios miles en Plc's modulares.

En cuanto al tipo de señal de entrada que reciben, éstas pueden ser: analógicas y digitales.

Analógicas.- Una magnitud es analógica cuando varía en el tiempo como puede ser señales de presión, temperatura, velocidad, etc. Es necesario disponer de un módulo de entrada análogo. Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario mediante un convertidor analógico-digital. Los valores estandarizados de tensión e intensidad que trabajan estos módulos son: 0...10 V, 4... 20 ma.

Digitales.- Una señal digital es un valor de entrada todo o nada (0 - 1), son las más utilizadas esto es a un nivel de tensión o a la ausencia de la misma, los elementos que emiten este tipo de señal son los finales de carrera, interruptores, pulsadores, relés, etc.

En cuanto al tipo de señal de salida estas pueden ser:

Salidas a relés. (C.A. o C.C.). Este tipo de salida suele utilizarse cuando el consumo tiene cierto valor (del orden de amperios) y donde las conmutaciones no son demasiado rápidas. Son empleadas en cargas de contactores, electroválvulas, etc.

Ventajas de LOGO.

- Ahorro de costos.
- Ahorro en costos de equipos
- Ahorro de espacio
- Fácil programación y puesta en marcha.
- Fácil expansión.
- Es un producto estándar de fácil expansión.
- Mayor flexibilidad.
- Diversidad en voltajes.
- Entradas (DC12V, AC/DC24V, AC/DC115/230V).
- Salidas (contactos de libre potencial).
- Entradas analógicas (0, 10V, 0, 20mA, PT 100).
- Funcionalidad modificable directamente en el equipo.
- Vía módulo de memoria o vía PC.

1.8.3 Lenguajes de programación.

El logo necesita ser programado exactamente con instrucciones que debe ejecutar paso a paso. Esto incluye comunicar al procesador cosas tales como carga, borrado, entrada, tiempo de arranque, etc.

Programar un controlador involucra dos componentes, el primero es el dispositivo de programación que permite el acceso al procesador y el segundo componente es el lenguaje de programación que permite al operador comunicarse con la sección del procesador.

Al referirnos acerca de los lenguajes de programación, hablamos de las diferentes funciones que posee el logo.

- Editor KOP (Esquema de contactos)
- Editor FUP (Esquema funcional)

Editor KOP Esquema de contactos

El editor KOP (Esquema de contactos) permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. Además es el lenguaje predilecto de numerosos programadores y encargados del mantenimiento de sistemas de automatización, básicamente los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez habilitan condiciones lógicas de salida. Por lo general la lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas “segmentos” o “net Works”. El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba hacia abajo. Este editor contiene elementos conocidos por los programadores como:

- **Contactos** - representan condiciones lógicas de “entrada” tales como interruptores, botones, condiciones internas.
- **Bobinas** - representan condiciones lógicas de “salida” tales como lámparas, arrancadores de motor, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.
- **Cuadros** - representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contadores u operaciones aritméticas. A continuación se indican los aspectos principales a considerar cuando se desee utilizar el editor KOP:

Este tipo de lenguaje es ideal para la enseñanza y aprendizaje de la programación de secuencias de los plcs, debido a que la representación gráfica es a menudo más fácil de comprender, siendo este editor el más popular en el mundo entero.

Figura 27. Diagrama de editor KOP.

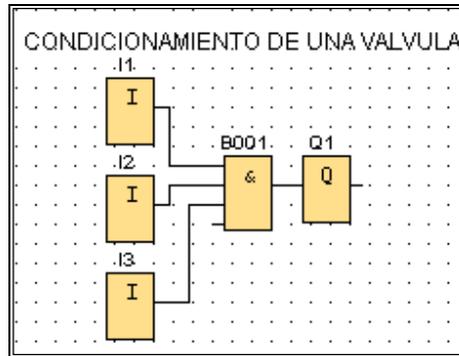


Fuente: Sistemas de LOGO Soft Confort.

Editor Fup (diagrama de funciones).

El editor FUP (Diagrama de funciones) permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los circuitos de puertas lógicas ANEXO 18 y 19. En este editor no existen contactos ni bobinas como en el editor KOP, pero sí hay operaciones equivalentes que se representan en forma de cuadros, la lógica del programa se deriva de las conexiones entre las operaciones de cuadro.

Figura 28. Diagrama de editor FUP



Fuente: Sistemas de LOGO Soft Confort.

La lógica del programa se deriva de las conexiones entre dichas operaciones de cuadro. Ello significa que la salida de una operación (por ejemplo un cuadro AND) se puede utilizar para habilitar otra operación (por ejemplo un temporizador) para crear la lógica de control necesaria, dichas conexiones permiten solucionar numerosos problemas lógicos.

1.8.4 Modos de operación del logo.

El Logo posee dos modos de operación los mismos que se dan a conocer a continuación:

Modo STOP 

En el modo STOP (parar el programa usuario) se puede crear y/o editar el programa, como también el usuario puede cargar el programa desde el computador hacia la CPU del autómatas programable, del mismo modo se puede extraer el programa desde la CPU del PLC hacia el computador, así como también borrar el programa de la memoria y realizar correcciones de programación.

En modo STOP, la CPU se encuentra en un estado semiactivo. El programa del usuario no se ejecuta, pero las entradas se actualizan. Las condiciones de interrupción se inhiben.

Modo RUN



En modo RUN (Correr programa), la unidad central de proceso (CPU) lee las entradas, ejecuta el programa, escribe en las salidas, procesa las peticiones de comunicación, actualiza los módulos inteligentes, ejecuta tareas auxiliares internas y gestiona las condiciones de interrupción.

La Unidad Central no soporta tiempos de ciclos fijos de ejecución en modo RUN.

Estas acciones (con excepción de las interrupciones de usuario) se gestionan conforme a su prioridad en el orden en que van ocurriendo. Al principio de cada ciclo se leen los valores actuales de los bits de entrada, dichos valores se escriben luego en la imagen del proceso de las entradas; los bits de entrada que no tengan una entrada física correspondiente, pero que se encuentren en el mismo byte que otras entradas físicas, se ponen a 0 en la imagen del proceso cada vez que se actualicen las entradas, a menos que se hayan forzado.

1.8.5 Campos de aplicación

Los controladores lógicos programables por sus especiales características de diseño tienen un campo de aplicación muy extenso, la constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales por ejemplo:

- Maniobra de máquinas industriales en procesos variables.
- Maniobra de instalaciones: calefacción, neumática, hidráulica, etc.
- Señalización y control de estados de procesos.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos e intercambio de datos entre autómatas en tiempo real.
- Permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial, mediante una red LAN o una red WAN
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento.

Inconvenientes

- El coste inicial, de implementación de los módulos y su estructura
- Susceptibilidad a ambientes húmedos y corrosivos, etc.

1.9 Sistema de posicionamiento lineal

Actualmente sería impensable realizar maniobras más o menos complicadas, dentro del mundo industrial, sin dos elementos ampliamente extendidos en nuestros días, por una parte los autómatas programables y por otra los sensores, que permiten controlar las variables que afectarán al proceso industrial.

Los autómatas por precio, versatilidad y facilidad de programación se han convertido en los sustitutos de las maniobras en los entornos industriales, y debido a las crecientes necesidades de los procesos industriales modernos, cada vez hay que controlar más variables que afectan a estos procesos, por lo que los sensores han entrado de lleno en estas maniobras. Hoy sería difícil encontrar procesos automáticos que no estén gobernados por sensores y autómatas, procesos como contadores, detectores de presencia, detectores de objetos, control de niveles, medidas de

seguridad, chequeo de contenidos, inspecciones de calidad automáticas, posicionamiento y verificación y muchos más serían impensables sin esta combinación de elementos.

1.9.1 Clasificación de sensores y elementos de gobierno

Elementos de gobierno: Son elementos mecánicos cuya función es la de actuar como interruptores o pulsadores para arrancar, parar y determinar posiciones en procesos industriales.

Atendiendo a la forma y su función podemos clasificarlos como, microrruptores, interruptores y finales de carrera, otra forma sería atendiendo a las características eléctricas de cada elemento es decir, tensión máxima, intensidad máxima de ruptura etc.

MARTÍN, Ricardo (2000) deduce que **sensor** es todo dispositivo que detecta manifestaciones cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, se puede decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro elemento, es decir es aquel que es capaz de transformar señales físicas en señales eléctricas (Pág. 125).

Se los Puede clasificar según el parámetro físico que miden: temperatura, presión, posición, longitud, nivel, etc. También podemos clasificarlos atendiendo a el tipo de salida ya sea salida analógica (V ó I) o sea una salida digital (0 / 1).

1.9.2 Selección de los sensores.

La selección se basa en la decisión sobre cuál es el sensor más adecuado, esto depende del material del objeto al cual debe detectarse.

- Si el objeto es metálico, se requiere un sensor inductivo.
- Si el objeto es de plástico, papel, o si es líquido (basado en aceite o agua), granulado o en polvo, se requiere un sensor capacitivo
- Si el objeto puede llevar un imán, es apropiado un sensor magnético.

Dentro de la selección de un sensor, se deben considerar diferentes factores, tales como la forma de la carcasa, distancia operativa, datos eléctricos y conexiones.

1.9.2.1 Forma de la carcasa.

Material de la carcasa.- Acero inoxidable, latón, niquelado o cubierta con teflón, son particularmente resistentes a los cambios de forma, resistente a la abrasión, al calor al frío, y resiste a los hidrocarburos.

Material del cable.- Estos pueden ser de:

- PVC (cloruro de polivinilo). Calidad estándar de la industria eléctrica condicionalmente resistente a todos los aceites y grasas.
- PUR (poliuretano). Resistente a todos los aceites y grasas, disolventes, y con una elevada resistencia a la abrasión.
- SILICONA. Ideal para temperaturas elevadas o bajas (-50 °C hasta + 180°C), moderadamente resistente a la corrosión, ya todos los aceites, grasas y disolventes.

Para evitar roturas de los cables no se deben desplazar o manipular los cables en temperaturas por debajo de -5 °C.

Distancia Operativa.- La distancia es la característica más importante de un sensor, depende básicamente del diámetro del sensor (bobina o condensador) una influencia

adicional tiene las dimensiones y la composición del material; como también la temperatura ambiente.

1.9.3 Clasificación de los sensores

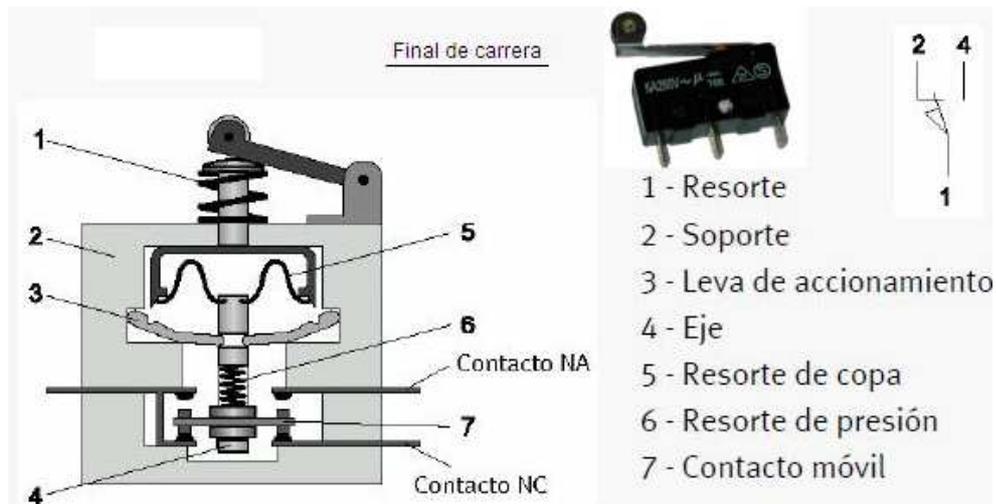
En los sensores se encuentran en una infinidad de procesos de acuerdo al uso que se lo requiera dar, pero se detalla a continuación el principio de funcionamiento de algunos de ellos y los son comúnmente más utilizados dentro de la industria.

Sensor capacitivo.- La función del sensor capacitivo consiste en señalar un cambio de estado basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico, estos detectan objetos metálicos, o no metálicos midiendo el cambio de la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño y distancia hasta la superficie sensible del detector, los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador R_c . debido a la influencia del objeto a detectar y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador. El punto exacto de esta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador y la distancia de actuación en determinados materiales, por lo cual pueden regularse por ello mediante un potenciómetro.

Sensores de contacto o final de carrera.- Son también conocidos como interruptor de limite o limit switch, son los más simples ya que son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto al final del recorrido de un elemento móvil, pueden ser eléctricos, neumáticos o mecánicos. El objetivo de estos es de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito, internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA) y cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados; su uso es muy diverso empleándose en general en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y de vuelta o sigan una trayectoria fija además su

simplicidad de construcción añadido a su robustez, los hacen muy empleados en la industria.

FIGURA 29. Partes de un sensor final de carrera



Fuente: http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm

Sensores por ultrasonidos.- Este tipo de sensores se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico ya que se emite una señal, esta vez de tipo ultrasónica esta señal es recibida por un receptor de la misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión.

Sensores de proximidad inductivos.- Son dispositivos que han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo al introducirse en el los objetos de detección férricos y no férricos, este sensor detecta señales para actuar en un determinado proceso u operación, teniendo las siguientes características:

- Son dispositivos que actúan por inducción al acercarlos un objeto.
- No requieren contacto directo con el material a censar.
- Son los más comunes y utilizados en la industria
- Se encuentran encapsulados en plástico para proveer una mayor
- Facilidad de montaje y protección ante posibles golpes.

Sensores de posición.- Su función es medir o detectar la posición de un determinado objeto en el espacio.

Sensores magnéticos.- Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de realizar distancias grandes de conmutación, pueden detectar los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación. Debido a que los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede realizar sin la necesidad de la exposición directa al objeto usando los conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias.

Adicionalmente estos sensores tienen una amplia gama de usos, por ejemplo son frecuentemente utilizados en la industria para detectar la posición exacta de los vástagos en cilindros neumáticos además de muchas otras aplicaciones tecnológicas de automatización como:

- Monitorización y detección de la posición exacta de la carrera del vástago en movimientos de cilindros neumáticos
- Detección de objetos a través del plástico
- Detección de objetos en medios agresivos o a través de las paredes protectoras del teflón
- Detección de objetos en áreas de alta temperatura
- Reconocimiento de la codificación usando los imanes

Figura 30. Sensor magnético



Fuente: http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm

CAPITULO 2

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 Introducción

En el desarrollo del presente capítulo, se procede a realizar el análisis partiendo de los datos obtenidos en las diferentes industrias y estudiantes del 8^{vo} ciclo de la carrera de Ingeniería Electromecánica, con el cual se espera corroborar nuestra hipótesis de trabajo y determinar la factibilidad de diseñar e implementar un banco electroneumático con un sistema de posicionamiento lineal aplicado en pruebas electroneumáticas para el laboratorio de la “Universidad Técnica de Cotopaxi”.

El mismo que se utilizara como elemento de aprendizaje entre el alumno y el docente, para la adquisición de nuevos conocimientos prácticos, generando destreza y aptitudes en los alumnos, obteniendo profesionales de calidad.

Se describe de manera detallada el estudio, como el proceso de compilación y construcción del mismo y conocer algunos detalles más acerca de las deficiencias que poseen en la actualidad los nuevos profesionales en el campo laboral, demostrando su desconocimiento total o parcial en el manejo de la electroneumática en sus actividades diarias.

Por ello y teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente, sólo resta proceder al análisis e interpretación de resultados, lo cual conforma el contenido de los siguientes apartados y subapartados del presente capítulo.

Llegamos a este punto del estudio en el que se presenta la incertidumbre acerca de cómo presentar los resultados de nuestra investigación: ¿Es conveniente representar

gráficamente los resultados con una descripción detallada? Es evidente la utilidad de poder comparar los datos, puesto que nuestro estudio se compone de varios resultados de análisis, con la consecuencia de que estos conllevan en cuanto a similitudes y diferencias en el resultado que nos arroje la encuesta ya que las preguntas tienen un propósito específico mismo que es el objeto de nuestro estudio. Sin embargo, a pesar de que el estudio permitirá observar y determinar las causas del problema y cual será nuestro principal objetivo con la presente investigación, nos permitirá la verificación o refutación de la hipótesis planteada. El hecho de incluir como parte integrante de nuestra investigación a la encuesta como una herramienta y a la estadística descriptiva nos garantizara la obtención de datos reales de las industrias de Cotopaxi y Orellana, como también a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que con ello se podrá conocer la calidad de profesionales que se obtienen en dicha institución y observar los sistemas, aplicaciones y elementos más utilizados en las empresas del medio, el cual abarca la carrera de Ingeniería en Electromecánica.

En cualquier caso, se ha optado en la presente investigación en dedicar un solo capítulo al análisis e interpretación de resultados de modo general, en el transcurso del cual podrán observarse diferencias en lo que a resultados se trata. Así el presente capítulo se divide en cinco bloques principales:

- a) El primer bloque (literal 2.2) contiene la metodología utilizada como es el método científico con la técnica de investigación de campo y aplicando la encuesta como herramienta para la recolección de datos para nuestro proyecto de estudio con la respectiva caracterización de la Universidad y empresas encuestadas.
- b) El segundo bloque (literal 2.3) está relacionado con el análisis concreto y especificado de los datos que arrojen los estudios concernientes a nuestra hipótesis de trabajo, entendiendo por datos preliminares cuestiones estadísticas tales como la contestaciones de las preguntas, forma que se

entiende la pregunta, enfoque directo hacia el área correspondiente, lugar de la encuesta y tipos de personas a las cuales se realiza la encuesta y el número total de preguntas aplicando la alternativa adecuada con la utilización de la escala de Likert.

- c) El tercer bloque (literal 2.4) abarca la comprobación de la hipótesis con los datos finales del estudio que previamente hemos obtenido, este tercer bloque nos arrojará una respuesta favorable o negativa a nuestras premisas. Los datos procedentes del segundo bloque contribuirán a la interpretación de resultados de este bloque.
- d) El cuarto bloque (literal 2.5) acoge las conclusiones finales del estudio relacionado con la hipótesis y las variables favorables de la tesis.
- e) El quinto bloque (literal 2.6) interrelaciona las recomendaciones finales del estudio que nos facilitó los resultados para la aplicación o la adecuación de los beneficios que implica el desarrollo de la hipótesis en dicho proyecto y datos reales previamente justificados.

En el análisis e interpretación de datos de nuestro proyecto se aplicó con la ayuda de Microsoft Excel la interpretación gráfica de los resultados y una mejor ilustración y explicación en el contenido del proyecto de tesis.

2.2 Metodología utilizada

En este capítulo se describe el desarrollo del proyecto de tesis, por ende se procedió a utilizar el método científico el cual describe que es el conjunto de actividades sistemáticas que el investigador utiliza para descubrir la verdad y enriquecer la ciencia.

En la aplicación de esta investigación el método científico sirvió para detectar errores, llenar vacíos del conocimiento, realizar aplicaciones y descartar errores; para ello, se utilizó los siguientes procedimientos:

- Se partió de una necesidad sentida.
- Se formuló un problema
- Se planteo una hipótesis
- Se recolecto los datos
- Se extrajo conclusiones

Para poder precisar el trabajo de obtención de datos se decidió aplicar la técnica de investigación de campo la cual nos permite estar en el lugar en que se desarrolla o producen los acontecimientos, en contacto directo con quien o quienes son los gestores del problema que se investiga. Aquí se obtiene la información de primera mano en forma directa, con la ayuda de la herramienta estadística llamada encuesta la cual fue aplicada a las diferentes industrias y a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante el uso del cuestionario que se encuentra en el **ANEXO 1**, con esta información se contribuirá a obtener pautas e información de los problemas y necesidades que tienen los profesionales de dicha carrera en el área de la Electroneumática y buscar las posibles soluciones.

Una vez que se tiene definido los datos con la aplicación de la escala de Likert en la encuesta se precede a diseñarlos y representarlos gráficamente con la ayuda del programa Microsoft Excel de acuerdo con el proceso diseñado, obteniendo así la validación de la hipótesis planteada aplicando así las variables de dicho proyecto.

Caracterización de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, se crea con la necesidad de contar con un centro de estudios superiores, con las cuales se pueda satisfacer las expectativas de la juventud estudiosa de nuestra provincia. Actualmente dentro de su oferta académica se encuentra formando profesionales en distintas especialidades como: Ingeniería Electromecánica, Eléctrica, Industrial, Sistemas, Diseño Gráfico, etc.

La U.T.C como centros de estudios superiores brinda profesionales de calidad a la sociedad, la misma que lleva implementada en su pensum académico procesos innovadores de estudio, inclusive posee convenios inter institucionales con algunas universidades del extranjero con los cuales se ha obtenido un reconocimiento a la excelencia educativa.

Se distingue de otras instituciones de educación superior de la provincia por ser una Universidad alternativa vinculada fuertemente al pueblo en todas sus actividades, donde se forman futuros líderes empresariales y haciendo realidad **“LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”**

Caracterización de la Empresa Grupo Familia.

En 1958 fue fundada en Medellín una empresa llamada URIGO, por los señores Jhon Gómez Restrepo y Mario Uribe, dedicada a la importación de papel higiénico.

En la década de los sesenta, la compañía se modernizó tecnológicamente y montó una completa fábrica dedicándose a la fabricación y no a la importación como a sus principios. El papel Familia apareció en 1965 por la fusión de dos empresas colombianas Familia y Sancela las cuales en la actualidad tienen operaciones en Perú Bolivia, Chile, República Dominicana, Puerto Rico así como una planta en el Ecuador.

Hoy, después de 45 años de continuo crecimiento, Productos Familia ha evolucionado hasta dar vida a nuevas empresas, como la sociedad de productos sanitarios Sancela, la compañía Familia del Pacífico y la empresa de reciclaje Soresa, quienes se encargan en desarrollar para el grupo labores muy especializadas y complejas. Con la participación de la compañía sueca SCA Molnlycke y con la adquisición de una de las papeleras más grandes del Ecuador, Familia comprueba que su evolución seguirá siendo constante... para beneficio de todos sus trabajadores.

Caracterización de la Empresa MI-SWACO.

Con sede principal en Houston, Texas, Estados Unidos de América, M-I SWACO es una compañía multinacional involucrada en la prestación de servicios para la industria petrolera sus principales servicios son:

Fluidos de perforación (DS); provee un amplio rango de fluidos de perforación, aditivos, servicios de ingeniería asociados además de una extensa línea de fluidos y aditivos para la completación y work over de pozos.

Procesos y Soluciones Ambientales (ES); provee equipos de control de sólidos (zarandas, hidrociclones y centrífugas), mallas y servicios de manejo de desechos de perforación.

Completación y productividad de pozos (WP); provee una amplia gama de herramientas de completación y limpieza de pozos para una mejor forma de producción y extracción de crudo.

M-I SWACO está estratégicamente ubicada en alrededor de 210 locaciones en más de 70 países, para servir a nuestros clientes a través de compañías afiliadas, localmente operadas en cada país.

M-I Overseas Limited Ecuador Branch fue establecida en Ecuador el 18 de Junio de 1990 para prestar sus servicios a la industria petrolera ecuatoriana.

Caracterización de la Empresa Halliburton.

Halliburton Company provee una variedad de servicios y productos a clientes de la industria energética para la exploración, desarrollo y producción de propiedades de petróleo y gas a nivel mundial. Opera en dos segmentos de negocios, perforación, evaluación, acabado y producción. El segmento de la perforación y evaluación provee soluciones de yacimiento y modelado de reservorios, perforación, evaluación y clasificación de pozos, mientras el segmento de acabado y producción provee mayor producción, herramientas y servicios en cementado y acabado. Halliburton atiende compañías de petróleo y gas a niveles internacionales tanto estatales como independientes.

Luego de trabajar en Ecuador, desde 1972 hasta 1999, la empresa Halliburton solicitó en junio del 2002 obtener nuevamente la calificación como empresa proveedora hasta la actualidad.

Caracterización de la Empresa Terrígeno.

Dicha empresa con sede en Colombia, en 2004 abrió sus puertas en Ecuador especialmente en la Provincia de Orellana, dedicada al alquiler de equipos pesado y de generación.

En la actualidad la compañía se modernizó tecnológicamente y presta el servicio de arreglo y reparación de equipo pesado y el alquiler de generadores eléctricos, compresores, retroexcavadoras, etc.

Todo esto para el uso en plataformas petroleras con garantía y permisos para su transportación y mantenimiento de responsabilidad de la empresa, los miembros y trabajadores de dicha empresa pueden garantizar sus trabajos ya que ellos en la actualidad están actualizados con los permisos requeridos.

Caracterización de la Empresa Insepeca cia. Ltda.

Es una empresa dedicada a la inspección, reparación, fabricación, mantenimiento y comercialización de herramientas usadas en la industria petrolera. Su actividad empezó en el año de 1993 y ahora cuenta con una oficina matriz en la ciudad de Quito y un campamento base ubicado en la ciudad del Coca, actualmente cuenta con 110 personas las mismas que se encuentran distribuidas en diversas áreas; administrativa, inspección, taller y reparación.

Insepeca cuenta con un sistema de calidad ISO 9001: 2000 y un sistema de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001: 1999; manifiesta su compromiso de alcanzar con eficiencia y eficacia la satisfacción de sus clientes basado en el cumplimiento de los requerimientos establecidos por dichos sistemas, lo cual le permite cumplir sus objetivos aplicando conocimientos tecnológicos modernos y garantizando la S&SO de todos sus colaboradores.

2.3 Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de octavo nivel de Ingeniería Electromecánica y trabajadores de las empresas de Cotopaxi y Orellana.

Pregunta 1.

¿Conoce acerca de la electroneumática y sus aplicaciones?

a) Suficiente b) Poco c) Nada

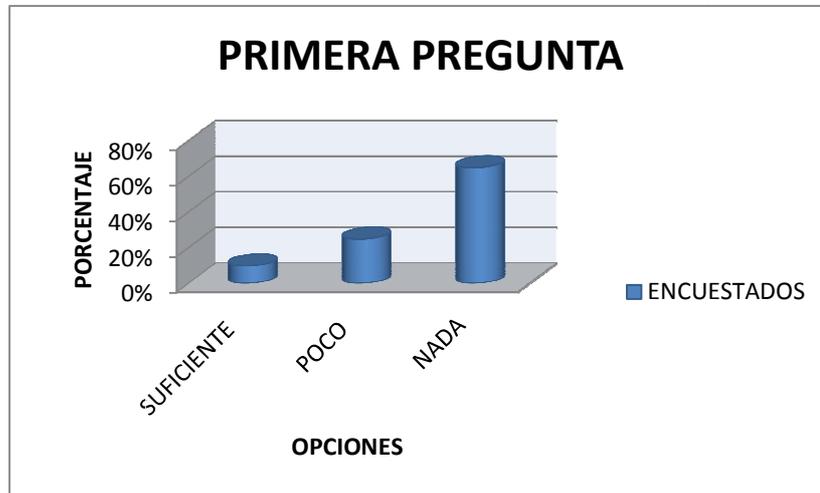
Tabla 3. Tabla de datos de la 1^{ra} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN			ENCUESTADOS
	a)	b)	c)	
OCTAVO UTC	1	5	30	36
FAMILIA SANCELA	0	2	8	10
MI SWACO	2	4	9	15
HALLIBURTON	5	10	15	30
TERRÍGENO	2	2	6	10
INSEPECA	1	3	1	5
TOTAL	11	26	69	106
<i>Porcentaje</i>	<i>10%</i>	<i>25%</i>	<i>65%</i>	<i>100%</i>

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 31. Representación gráfica de la 1^{ra} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 65% (69 personas) manifiestan que no conocen nada acerca de la electroneumática y sus aplicaciones, el 25% (26 personas) dicen que saben poco sobre la electroneumática y como aplicarlo, mientras que el 10% (11 personas) opinan que han aprendido lo suficiente de la electroneumática y como aplicarlos.

Pregunta 2.

¿Ha escuchado de los beneficios de la electroneumática dentro de la industria?

- a) Si
- b) No

Cuales:.....

Tabla 4. Tabla de datos de la 2^{da} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	5	31	36
FAMILIA SANCELA	3	7	10
MI SWACO	7	8	15
HALLIBURTON	10	20	30
TERRÍGENO	5	5	10
INSEPECA	2	3	5
TOTAL	32	74	106
Porcentaje	30%	70%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 32. Representación gráfica de la 2^{da} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 70% (74 personas) opinan que no conocen de los beneficios de la electroneumática dentro de la industria, el 30% (32 personas) dicen que si saben de los beneficios de la electroneumática dentro de la industria.

Pregunta 3.

¿Usa usted elementos electroneumáticos como válvulas, cilindros y demás?

a) Si b) No

En donde:.....

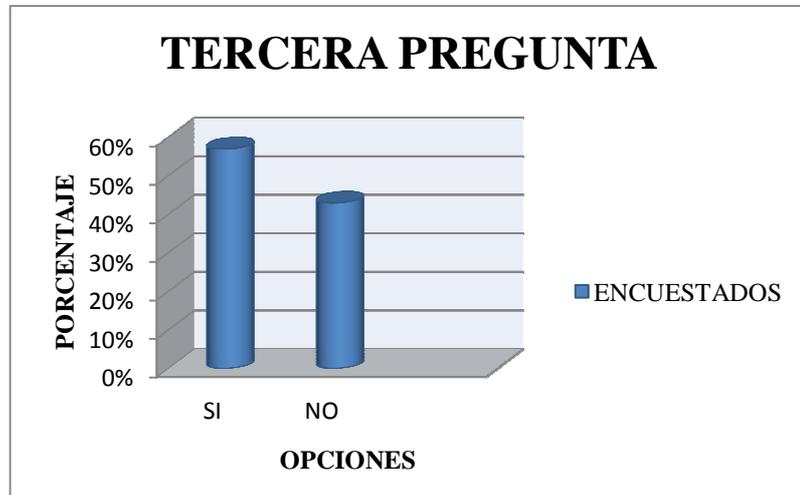
Tabla 5. Tabla de datos de la 3^{ra} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	30	6	36
FAMILIA SANCELA	5	5	10
MI SWACO	5	10	15
HALLIBURTON	10	20	30
TERRÍGENO	7	3	10
INSEPECA	3	2	5
TOTAL	60	46	106
Porcentaje	57%	43%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 33. Representación gráfica de la 3^{ra} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 57% (60 personas) opinan que si han visto o han manipulado elementos electroneumáticos en su lugar de estudio o dentro de la industria, el 43% (46 personas) dicen que no han visto o han manipulado elementos electroneumáticos.

Pregunta 4.

¿Conoce de las ventajas y desventajas del aire comprimido en la industria?

- a) Si
- b) No

Cuales:.....

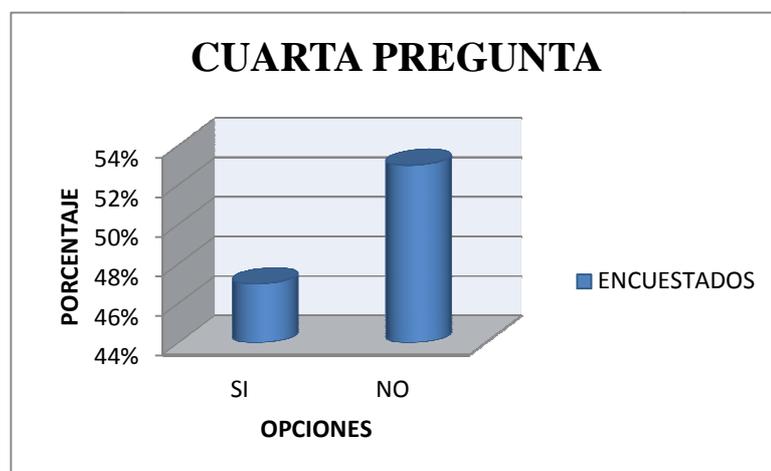
Tabla 6. Tabla de datos de la 4^{ta} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	30	6	36
FAMILIA SANCELA	3	7	10
MI SWACO	3	12	15
HALLIBURTON	10	20	30
TERRÍGENO	3	7	10
INSEPECA	1	4	5
TOTAL	50	56	106
Porcentaje	47%	53%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 34. Representación gráfica de la 4^{ta} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 53% (56 personas) opinan que no conocen las ventajas y desventajas del aire comprimido en la industria, el 47% (50 personas) dicen que si conocen las ventajas y desventajas del aire comprimido en la industria.

Pregunta 5.

¿Ha utilizado sensores aplicados en el posicionamiento lineal de actuadores neumáticos?

a) Si b) No

Cual:.....

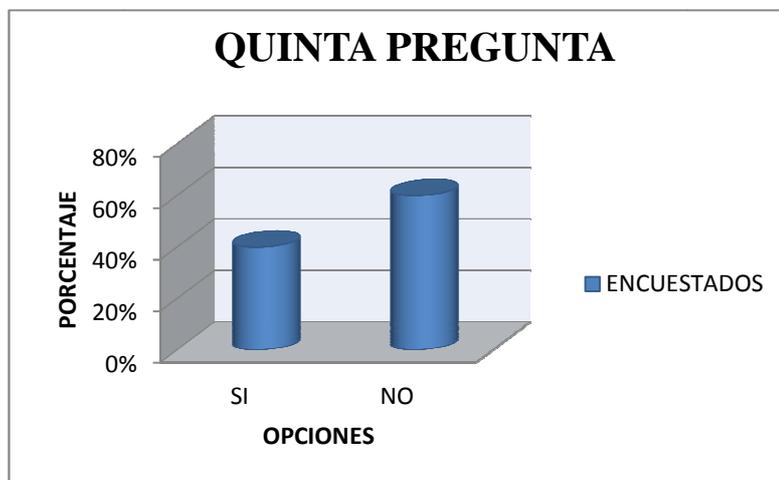
Tabla 7. Tabla de datos de la 5^{ta} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	33	3	36
FAMILIA SANCELA	1	9	10
MI SWACO	1	14	15
HALLIBURTON	4	26	30
TERRÍGENO	2	8	10
INSEPECA	1	4	5
TOTAL	42	64	106
Porcentaje	40%	60%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 35. Representación gráfica de la 5^{ta} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 60% (64 personas) opinan que no conocen como realizar el posicionamiento lineal de los actuadores neumáticos, dentro de un proceso aplicado en su sitio de estudio o trabajo, el restante 40% (42 personas) dicen que si conocen como realizar el posicionamiento lineal de los actuadores neumáticos, dentro de un proceso aplicado en su sitio de estudio o trabajo.

Pregunta 6.

¿Ha programado algún logo o controlador lógico programable (Plc's) en cualquier lenguaje de programación disponible?

- a) Si
- b) No

Cual:.....

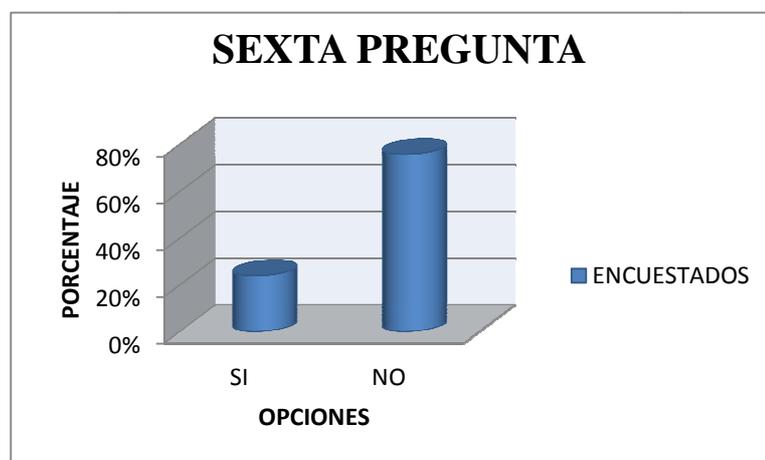
Tabla 8. Tabla de datos de la 6^{ta} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	15	21	36
FAMILIA SANCELA	2	8	10
MI SWACO	1	14	15
HALLIBURTON	4	26	30
TERRÍGENO	2	8	10
INSEPECA	1	4	5
TOTAL	25	81	106
Porcentaje	24%	76%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 36. Representación gráfica de la 6^{ta} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 76% (81 personas) opinan que no conocen y no han programado algún logo o controlador lógico programable (Plc's) en cualquier de los tres editores de programación disponibles, el 24% (25 personas) dicen que si conocen y han programado en cualquier de los 3 lenguajes de editor de programación KOP (Esquema de contactos), FUP (Esquema funcional) y el AWL (Lista de instrucciones) disponibles.

Pregunta 7.

¿Sería capaz de realizar secuencias electroneumáticas con la ayuda de un logo o un Plc's?

a) Si b) No

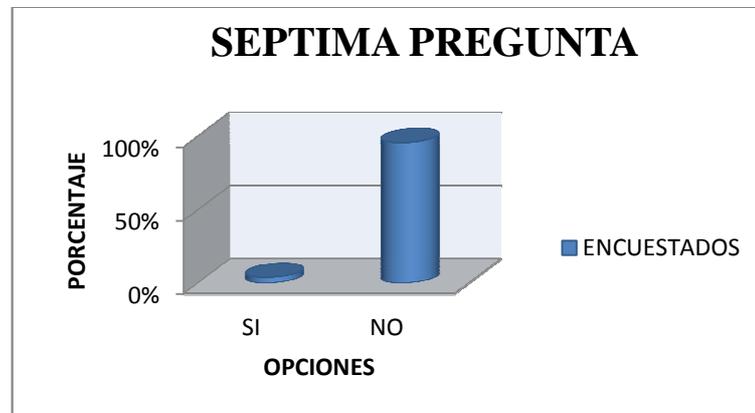
Tabla 9. Tabla de datos de la 7^{ma} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	1	35	36
FAMILIA SANCELA	1	9	10
MI SWACO	0	15	15
HALLIBURTON	0	30	30
TERRÍGENO	1	9	10
INSEPECA	1	4	5
TOTAL	4	102	106
Porcentaje	4%	96%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 37. Representación gráfica de la 7^{ma} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis

De 106 encuestados, el 96% (102 personas) opinan que no están en la capacidad de realizar secuencias electroneumáticas con la ayuda de un logo o de un Plc's, mientras que el 4% (4 personas) dicen que si están en la capacidad de realizar secuencias electroneumáticas con la ayuda de un logo o de un Plc's los cuales ejercen en su profesión.

Pregunta 8.

¿Ha escuchado de alguna otra forma de cómo realizar secuencias electroneumáticas?

- a) Si b) No

Cual:.....

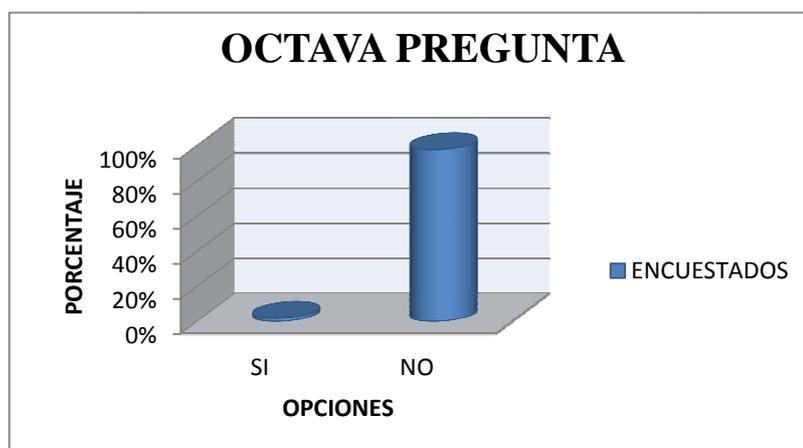
Tabla 10. Tabla de datos de la 8^{va} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	1	35	36
FAMILIA SANCELA	0	10	10
MI SWACO	0	15	15
HALLIBURTON	0	30	30
TERRÍGENO	0	10	10
INSEPECA	1	4	5
TOTAL	2	104	106
Porcentaje	2%	98%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 38. Representación gráfica de la 8^{va} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis:

De 106 encuestados, el 98% (104 personas) opinan que no saben de alguna otra forma de cómo realizar secuencias electroneumáticas, mientras que el 2% (2 personas) dicen que si saben de alguna otra forma de cómo realizar secuencias electroneumáticas su profesión.

Pregunta 9.

¿Ha manipulado algún banco electroneumático con sistema posicionamiento lineal aplicado en pruebas electroneumáticas?

- a) Si b) No

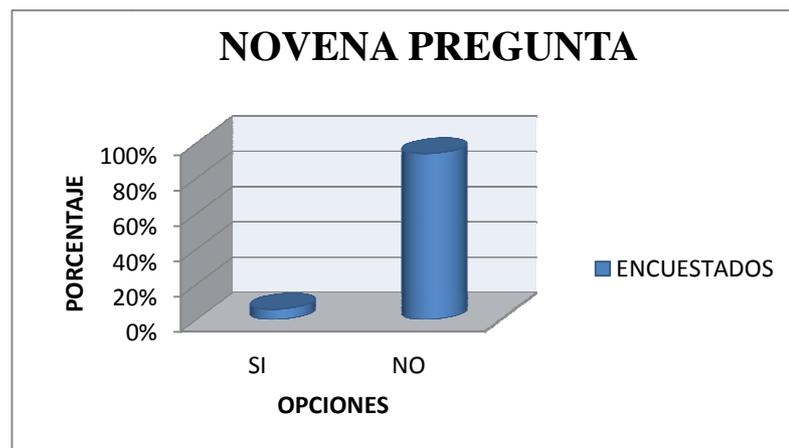
Tabla 11. Tabla de datos de la 9^{na} pregunta de la encuesta.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	OPCIÓN		ENCUESTADOS
	a)	b)	
OCTAVO UTC	0	36	36
FAMILIA SANCELA	1	9	10
MI SWACO	2	13	15
HALLIBURTON	2	28	30
TERRÍGENO	1	9	10
INSEPECA	0	5	5
TOTAL	6	100	106
Porcentaje	6%	94%	100%

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes y trabajadores en 2010-05- 12.

Elaboración: Grupo investigador.

Figura 39. Representación gráfica de la 9^{na} pregunta.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis:

De 106 encuestados, el 94% (100 personas) opinan que no conoce de algún banco electroneumático con sistema posicionamiento lineal aplicado en pruebas electroneumáticas, mientras que el 6% (6 personas) opinan que si conoce de algún banco electroneumático con sistema posicionamiento lineal aplicado en pruebas electroneumáticas.

La interpretación de las preguntas de la encuesta se describe en el **ANEXO 2**

2.4 Verificación de la hipótesis.

Enunciado

Al diseñar e implementar un banco electroneumático con sistema de posicionamiento lineal para el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el mismo podrá ser utilizado para realizar prácticas de electroneumática.

Resultados de la verificación

Para la verificación de Hipótesis, se utilizó la técnica de investigación de campo y la herramienta estadística la encuesta las cuales fueron de gran ayuda para desarrollar la presente investigación.

Además la población en este caso es la Universidad Técnica de Cotopaxi y los empleados de las empresas tanto de Cotopaxi como Orellana, en un número que se detalla a continuación:

Tabla 12. Tabla de población y muestra.

UNIVERSIDAD Y EMPRESAS	POBLACIÓN	MUESTRA
OCTAVO UTC	36	36
FAMILIA SANCELA	300	10
MI SWACO	350	15
HALLIBURTON	450	30
TERRÍGENO	190	10
INSEPECA	200	5
TOTAL	1526	106

Fuente: Investigación del grupo investigador.

Elaboración: Grupo investigador.

Decisión

A través de los resultados obtenidos en los diferentes sectores donde se aplicó las encuestas, se puede concluir que, la construcción e implementación de un banco electroneumático con sistema de posicionamiento lineal, si es factible ya que servirá como módulo didáctico de prácticas con el cual los estudiantes podrán mejorar sus conocimientos en la manipulación de estos equipos con lo cual se aportara de gran manera a los laboratorios de la Universidad, mejorando el nivel de preparación académica de los estudiantes, así como los docentes tendrán a su disposición una herramienta necesaria al momento de impartir clases derivadas de esta rama.

Tomando en cuenta que la mayoría de encuestados manifiestan que la falta de equipos neumáticos y electroneumáticos en el lugar de estudio dificulta la adquisición de nociones prácticas de los mismos, entonces se concluye que se tiene gran deficiencia de conocimiento acerca de esta tecnología y su correcta aplicación dentro del campo laboral, por lo cual el grupo investigador manifiesta que la ejecución de este proyecto será de gran utilidad para los futuros profesionales.

2.5 Conclusiones.

Al graficar los resultados de las encuestas muestran un gran falta de conocimientos prácticos en los temas de la electroneumática y neumática, los mismos que son base fundamental en la carrera de Ingeniería en Electromecánica.

Al implementar el banco electroneumático para realizar pruebas en el laboratorio de electromecánica, los estudiantes tendrán la facilidad de entender y manipular los procedimientos de la electroneumática para poder aplicarlos en sus actividades profesionales.

Al diseñar y construir el banco electroneumático se tomara de base las propuestas planteadas para mejorar en completo su diseño en beneficio de los estudiantes ya que se podrá utilizar como material didáctico.

Para mejorar la propuesta planteada se evaluó correctamente los procesos y diseños del sistema que se utilizara para la construcción y prueba del banco Electroneumático.

2.6 Recomendaciones.

Es fundamental utilizar una adecuada técnica de investigación al momento de ejecutar un estudio pues de esta dependerán los resultados y la correcta verificación de la problemática planteada y dar factibilidad a una solución posible.

Se plantea que la autopreparación por parte de los profesionales es necesaria día a día pues todos los conocimientos no se los adquiere dentro del aula de clase, además que la tecnología neumática en el ámbito industrial es renovada constantemente.

Debe existir mayor interés por parte de las autoridades en cuanto al equipamiento de los laboratorios técnicos y buscar los medios necesarios para que el docente y sus alumnos puedan desenvolverse correctamente en estas ramas.

Realizar una continua capacitación a los docentes para que transmitan conocimientos actuales de acuerdo a las necesidades sentidas en el las diferentes industrias, con lo cual se obtendrá profesionales de calidad que cumplan con las expectativas requeridas por la sociedad.

Al plantear correctamente una encuesta podemos obtener datos precisos y reales de los requerimientos y necesidades por lo cual las preguntas deberán ser objetivas para la recolección de datos y confirmación de resultados.

Se debe despertar el interés a los estudiantes para la realización de investigaciones en los diferentes aspectos técnicos, con lo cual se podrá desarrollar nuevas técnicas y conocimientos dentro del área profesional en la que se desenvuelvan.

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

3.1 Propuesta Factible.

El presente capítulo trata sobre los procedimientos de adquisición, construcción, ubicación, funcionamiento de los equipos y materiales tanto electroneumáticos, eléctricos y neumáticos que fueron necesarios para la construcción de un banco electroneumático con sistema de posicionamiento lineal.

La construcción se realizó tomando en cuenta las presentes necesidades de los estudiantes y los sitios en los cuales ellos ejercerán su profesión, tanto en el aspecto neumático, electroneumático y eléctrico tratando así de realizar prácticas con elementos funcionales y comúnmente utilizados en la industria con lo cual se podrá solucionar problemas de carácter técnicos.

3.2 Presentación

El proyecto de investigación está dirigido al correcto aprendizaje, centrado en la actividad del alumno es así que se aprecia una fuerte tendencia en la toma de conciencia respecto a la necesidad de solucionar las carencias educativas y técnicas para garantizar una educación de calidad para todos.

Este proyecto de tesis tendrá mucha importancia ya que permitirá a los alumnos de las especializaciones técnicas realizar prácticas de laboratorio y a su vez conocer las estrategias metodológicas más adecuadas que se deben utilizar en el aprendizaje de control neumático, electroneumático y realizar secuencias con elementos reales y

conocer su correcto funcionamiento y no solo mediante un software en el cual no se puede diferenciar un elemento de otro, pues de esta manera todas las inquietudes y dudas que tenga el estudiante las podrá superar fácilmente por que contara con el apoyo del docente que tendrá a su disposición este banco y podrá explicar de mejor manera su clase e interactuar entre la enseñanza mediante un software y llevándolo a la práctica de manera sencilla y conocer como interactúa este tipo de tecnología , utilizando los pasos y métodos correctos y bajo las normas elementales de seguridad que se debe seguir, para realizar este tipo prácticas de laboratorio.

El alumno como principal sujeto de transformación en el proceso docente educativo debe enfrentar un conjunto de problemas para lograr los niveles esperados en su aprendizaje como eslabón esencial de la formación integral a que se aspira en la educación a nivel superior. Cabe destacar que al poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula permitirán mejorar el aprendizaje en los estudiantes.

El proyecto de tesis está enfocado hacia las necesidades que tienen los estudiantes y su vez se plantea una solución práctica, al diseñar y construir un banco de pruebas neumático con elementos utilizados comúnmente en la industria y que son de fácil montaje y desmontaje, de fácil manejo y con tecnología actual que harán del mismo un elemento útil para poder entender de manera más profunda y real la tecnología neumática.

Los fundamentos metodológicos, dependen del conjunto de vías, procedimientos, enfoques y modelos en que se apoye el investigador para alcanzar los resultados científicos y prácticos propuestos. El investigador puede auxiliarse de la perspectiva de análisis de los objetos investigados.

Los fundamentos tecnológicos que constituyen esta investigación son aquellos referidos al desarrollo de las nuevas tecnologías y fundamentalmente a su introducción en el proceso de enseñanza y educación, con sus múltiples utilidades que

el estudiante y docente puedan dar al proyecto de tesis, Para un mejor aprendizaje, en el desarrollo de habilidades prácticas mediante el entrenamiento con elementos de módulos didáctico.

El empleo de nuevas tecnologías como el manejo de Plc's, electroválvulas y sensores de posicionamiento lineal son de vital importancia en la formación del estudiante por la demanda de las empresas de hoy en día que requieren profesionales de calidad

El estudio de las tecnologías ya mencionadas y requeridas en el proceso de enseñanza y educación de los alumnos, al ser estudiado desde el ángulo de la Pedagogía supone plantear el problema de la asimilación de estas tecnologías en dicho proyecto, es decir, con la enseñanza de estas tecnologías el alumno puede desarrollar sus conocimientos y habilidades prácticas.

La teoría constituye un determinado modelo de la realidad educativa objeto de estudio. Por tal razón el modelo teórico de partida determina el método para comprender la realidad que refleja de forma transformada, al mismo tiempo que posibilita la transformación de la práctica educativa al constituir una guía para la educación, basada en la propia práctica.

La educación superior y especialmente en nuestra especialidad de Electromecánica asume la responsabilidad de formar profesionales que sepan desenvolverse en la industria no solo en lo que concierne a los adelantos científicos y tecnológicos, sino también en lo que corresponde al orden social. La búsqueda del conocimiento científico, expresable a través de teorías, metodologías y parte de la práctica, pero está mediada por la utilización de una estrategia general reflexiva, inteligente y rigurosa, conducida por el método científico. Pues estos adquieren una significación esencial en la formación de los alumnos.

3.3 Justificación

Las grandes innovaciones tecnológicas en los países desarrollados genera un aumento en el sector industrial, en la actualidad la producción se realiza en forma automática disminuyendo así los procesos manuales, todos los sistemas y procesos que se aplican en la industria moderna utilizan sistemas neumáticos donde lo requieren debido a que el aire comprimido es un tipo de energía limpia, de fácil obtención y de fácil almacenamiento, capaz de hacer mover mecanismos a muy altas velocidades y realizar con la ayuda de controladores lógicos programables secuencias repetitivas donde no se requiere la intervención del hombre y garantizar en los procesos continuidad y de esta forma tener el funcionamiento adecuado para obtener productos y servicios con un nivel de calidad satisfactoria, por lo que hace necesario contar con profesionales capacitados en la manipulación de este tipo de equipos.

El poseer este tipo de tecnología a través de bancos didácticos de pruebas permitirá realizar simulaciones de procesos industriales en tiempo real, siendo esto una gran ventaja pues a través de las prácticas se van observando posibles fallas que se puedan presentar en un sistema de cualquier industria. El módulo no está limitado únicamente para el posicionamiento lineal de cilindros sino que además podrán plantearse circuitos neumáticos puros en prácticas que se requieran los elementos que se tienen en el banco.

No obstante, el hecho de poder utilizar un logo y/o válvulas neumáticas y electroneumáticas en una práctica es un aporte tanto para el estudiante que requiere plasmar su conocimiento teórico en un proceso práctico de la industria, como para el docente que tiene mayor facilidad de que la información expuesta sea aplicada con los instrumentos.

3.4 Objetivos.

Objetivo General.

Construir e implementar un banco electroneumático con posicionamiento lineal utilizando tecnologías de acorde a las necesidades de los estudiantes, para realizar prácticas en el laboratorio de electromecánica.

Objetivos Específicos

- Investigar y aplicar las bases teóricas necesarias para la elaboración del proyecto de investigación, en base a un problema planteado dentro de la institución. Conociendo las necesidades que poseen los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi y los estudiantes que los utilizan.
- Realizar el análisis e interpretación de las encuestas aplicadas a los estudiantes y trabajadores de las empresas de Cotopaxi y Orellana aplicando las técnicas de investigación para la obtener resultados que beneficien nuestra investigación.
- Construir un módulo didáctico de pruebas utilizando tecnología neumática, electroneumatica y que posea un sistema de posicionamiento lineal, para que el estudiante pueda realizar prácticas de laboratorio, para adquirir nuevos conocimientos y habilidades dentro de esta área tan importante en la industria.

3.5 Marco teórico.

En la presente investigación se propone la construcción de un módulo electroneumático con posicionamiento lineal, utilizando sensores magnéticos, finales de carrera eléctricos y neumáticos los cuales podrán determinar una posición definida

y exacta de los cilindros neumáticos de manera lineal, esto se logrará con la asistencia de un controlador lógico programable el cual está inmiscuido en el proyecto. Con lo cual se contribuirá en el adelanto y modernización de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, debido a que no han podido ser equipados con este tipo de elementos, por la falta de presupuesto hacia los mismos. La tecnología electroneumática es capaz interactuar con la electrónica al momento de realizar tareas complejas y de precisión dentro de la industria, por lo que se evidencia la necesidad de implementar el módulo utilizando este tipo de sistemas y equipos de posicionamiento lineal los cuales son utilizados ampliamente en la industria en los diferentes procesos que manejan.

El módulo contará con los equipos necesarios para el control y mando además de todos los accesorios indispensables para la ejecución de cualquier práctica planteada por lo que se detalla en los **ANEXOS 20, 21 Y 22** algunos ejemplos propuestos y la manera correcta de realizarlos, entonces estos podrán servir al estudiante como guía para futuras prácticas que pueden ser circuitos sencillos, hasta otros de difícil complejidad, para adquirir nuevos conocimientos y destrezas de acorde a las exigencias actuales dentro de las diferentes industrias. No se debe dejar de resaltar el desarrollo tecnológico de los últimos años que ha ayudado a la neumática a abrirse a nuevos y diferentes campos de aplicación con el fin de optimizar cada más su utilización en todo tipo de procesos industriales, además los autómatas programables PLC'S, han abierto un amplio abanico de posibilidades y ha permitido la unión de ambas tecnologías neumática y electrónica; pero esta unión no está exenta de dificultades y obliga a sus aplicadores a tener un mejor conocimiento de ambas y de sus conceptos fundamentales para así en el futuro no cometer errores al momento de su aplicación.

La estructura del módulo será diseñado en aluminio por motivos ergonómicos y de estética, los accesorios a disposición tendrán toda la simbología necesaria para su correcta identificación, serán desmontables totalmente didácticos y de última

tecnología; por ende la ejecución de prácticas en el mismo serán de fácil comprensión, para los estudiantes demostrando así la factibilidad de ejecución de este proyecto.

3.6 Marco Administrativo.

A continuación se procederá a detallar los gastos inmersos en la ejecución del proyecto planteado, los mismos que han sido financiados totalmente por los tesisistas en cuanto al desarrollo tanto de la tesis, la construcción del módulo y la adquisición de todos los accesorios ya sean eléctricos, neumáticos, electroneumáticos y de control; con lo cual se cumple el objetivo planteado anteriormente.

Tabla 13. Detalles de costos de los accesorios adquiridos por los tesisistas

Accesorios del banco neumático adquiridos por los tesisistas.			
Cant.	Elementos.	P. Unitario \$.	Sub. Total \$.
1	Estructura de aluminio	150	150
1	Plancha de mica plástica transparente de 1m x 2m.	230	230
5	Rieles Din de 1m	1,59	7,95
2	Placas de referencia de tesis.	10	20
35	Vinchas de sujeción para riel Din.	6	210
TOTAL:			617,95

Fuente: Decor glass, metal work, mundo del trofeo, mercurio electricidad.

Elaboración: Grupo de investigación.

Tabla 14. Detalles de costos de los elementos neumáticos y electroneumáticos adquiridos por los tesistas

Elementos neumáticos adquiridos por el grupo investigador			
Cant.	Elemento	P. Unitario \$.	Sub. Total \$.
2	Electroválvulas 5/2 de 1/8 biestable.	142.00	284
1	Electroválvulas 3/2 de 1/8 biestable.	142.00	142
1	Microcilindro de doble efecto de carrera de 100mm.	53.27	53,27
1	Microcilindro de doble efecto de carrera de 200mm.	64.40	64,4
1	Microcilindro de simple efecto de carrera de 50mm.	62.79	62,79
1	Tee de bronce de 1/8 hembra.	2.45	2,45
2	Neplo de bronce niquelado de 1/8.	0.82	1,64
2	Cruz de bronce de 1/8 hembra.	2.77	5,54
2	Válvula Check de 1/8.	6.20	12,4
1	Unidad de filtrado manual de 1/4.	67.79	67,79
1	Tubo de poliuretano 6,50 m.	0.44	2,86
36	Conectores rectos instantáneos de 1/8.	1,3	46,8
4	Conector T instantáneo de 1/8.	1,9	7,6
10	Silenciador de bronce de 1/8.	1,32	13,2
2	Sensor magnético.	7,54	15,08
2	Válvulas 3/2 NC MDO/Rodillo de 1/8.	26,8	53,6
2	Regulador de caudal instantáneo.	8,5	17
1	Válvula de escape rápido de 1/8.	15,75	15,75
1	Válvula 5/2 de 1/8 biestable neumática.	38,95	38,95
1	Válvula 3/2 NC MDO/pulsador de 1/8 negro.	32,2	32,2
1	Neplo de bronce niquelado de 1/8 x 1/4.	0,95	0,95
1	Válvula 3/2 de 1/4 colizante.	10,52	10,52
TOTAL:			950,79

Fuente: Unitech.

Elaboración: Grupo de investigación

Tabla 15. Detalles de costos de elementos eléctricos adquiridos por los tesisas

Elementos eléctricos adquiridos por los tesisas.			
Cant.	Elementos	P. Unitario \$	Sub. Total \$
6	Interruptor eléctrico rodillo 15A/250V.	8,07	48,42
32	Tomas de corrientes para bananas.	1,5	48
69	Bananas para conexión.	1,3	89,7
79	Terminales eléctricos.	0,1	7,9
4	Selectores eléctricos de 2 posiciones.	2,3	9,2
1	Selectores eléctricos de 3 posiciones.	3,2	3,2
2	Pulsadores eléctricos.	1,5	3
2	Borneras de terminales.	0,7	1,4
50	Cable de conexión flexible N.- 16.	1,3	65
1	Logo 12/24 Vcc (RC).	254	254
1	Pantalla TD.	100	100
1	Cable de interferencia de datos	94	94
1	Cable de enlace pantalla TD logo.	59	59
TOTAL:			782,82

Fuente: Mercurio electricidad.

Elaboración: Grupo de investigación

Tabla 16. Detalles de costos de los accesorios adquiridos por los tesisistas

Gastos de elaboración de la tesis teórica.			
Cant.	Procesos	P. Unitario \$	Sub. Total \$
40	Investigación en internet.	0,6	24
90	Horas de uso de computadoras	0,4	36
1000	Impresiones para presentar las tesis.	0,1	100
1200	Copias de Tesis para presentar para las correcciones de la misma	0,02	24
1000	Copias de libros de investigación	0,02	20
5	Anillados de las copias de las tesis	1	5
2	Empastados de las tesis.	13	26
220	Copias de las preguntas de las encuestas.	0,02	4,4
TOTAL:			239,4

Fuente: Centro de computo y copiado "El Veci.com".

Elaboración: Grupo de investigación

Tabla 17. Detalles de costo total de la tesis.

Gastos totales en la implementación de la tesis.		
N.	Descripción.	Sub. Total \$
1	Elementos neumáticos del banco neumático.	950,79
2	Elementos eléctricos de banco neumático	782,82
3	Accesorios del banco neumático	617,95
4	Gastos de elaboración de la tesis teórica.	239,4
TOTAL DE GASTOS:		2590,96

Fuente: Detalle de costos de las tablas 11, 12, 13,14.

Elaboración: Grupo de investigación

3.7 Factibilidad.

Esta propuesta es factible porque existe amplia información y la experiencia de los docentes ya que muchos de ellos ejercen su profesión en industrias que utilizan los sistemas referentes al tema de investigación por tal razón tienen el conocimiento en la manipulación de estos equipos. Mientras que el grupo investigador cuenta con las bases académicas necesarias para poder implementar el mismo sin cometer errores de diseño, al momento de la ejecución del proyecto, en cuanto a los recursos económicos es financiado por el grupo investigador para su ejecución; con el firme propósito de que este proyecto sea un aporte beneficioso, para el desarrollo tecnológico de la universidad y poder aportar con profesionales de calidad a la sociedad.

Para la utilización de este módulo, cada uno de los equipos cuenta con manuales específicos, para la instalación, parámetros para la puesta en funcionamiento y mantenimiento; y de ésta manera el estudiante tendrá la suficiente información para realizar las prácticas.

3.8 Impacto.

La realización de este proyecto es un aporte importante para los laboratorios de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en especial para el área de Electromecánica por lo que tiene una gran acogida por parte de los docentes y estudiantes, quienes contarán con equipos de alta tecnología para la realización de varias prácticas en las cuales podrán comprobar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula de clase. También se considera de gran importancia la implementación de este banco, que permitirá conocer el funcionamiento, programación e instalación de equipos que en la actualidad presentan gran acogida, en la aplicación en las industrias para automatizar sus procesos y controlar el funcionamiento de una gran variedad de maquinaria.

El presente proyecto genera una gran expectativa por parte de las autoridades en la actualización, e implementación de los laboratorios de prácticas con bancos de pruebas que contengan equipos que están utilizando tecnología de punta.

Este trabajo investigativo despierta un gran interés ya que amplía el conocimiento teórico-práctico en las personas que lo realizan, al igual que en los estudiantes que realizarán prácticas sobre el manejo de circuitos electroneumáticos, neumáticos puro y posicionamiento lineal mediante controladores lógicos programables.

3.9 Descripción de los equipos a utilizar

El diseño de ingeniería se puede definir como “El proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objetivo de alcanzar un fin y determinar un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su correcto funcionamiento. Por lo cual a continuación se procederá a realizar el dimensionamiento de todos los equipos a utilizar en el banco, se detallará todos los equipos electroneumáticos, neumáticos y eléctricos usados en el banco de pruebas.

Los equipos neumáticos y electroneumáticos con sus respectivos accesorios que hemos utilizado en el proyecto de tesis se los adquirió en la Empresa UNITECH de la ciudad de Quito y fue financiado totalmente por los postulantes dichos accesorios son:

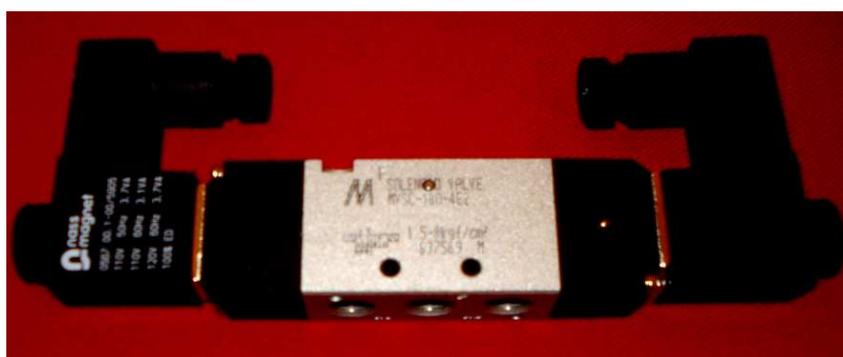
- Dos electroválvulas 5/2 biestable de 1/8 marca MINDMAN las cuales se pueden apreciar en el plano N.- 001 **ANEXO 3** que consta de las siguientes características.

Tabla 18. Características de las electroválvulas 5/2 biestable.

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Bornes.	6 ^a
Tamaño del puerto	1/8
N. de puntos de aire	5
N. de posiciones.	2
Fluido.	Aire
Rango de operación de presión.	1,5 – 8 Kgf/cm ²
Resistencia de presión	10 Kgf/cm ²
Diámetro del orificio	12 mm ²
Tiempo de acción	30 ms
Temperatura ambiente	-5 a +50°c
Voltaje	AC 110–220v (50, 60)HZ
Rango valides del voltaje	±10%
Peso	125g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 40. Electroválvulas 5/2.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Una electroválvula 3/2 biestable de 1/8 marca MINDMAN la cual se puede apreciar en el plano N.- 002, **ANEXO 4** que consta de las siguientes características.

Tabla 19. Características de las electroválvulas 3/2 biestable.

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Bornes.	6 ^a
Tamaño del puerto	1/8
N. de puntos de aire	3
N. de posiciones.	2
Fluido.	Aire
Rango de operación de presión.	1,5 – 8 Kgf/cm ²
Resistencia de presión	10 Kgf/cm ²
Diámetro del orificio	12 mm ²
Tiempo de acción	30 ms
Temperatura ambiente	-5 a +50°c
Voltaje	AC 110–220v (50, 60)HZ
Rango valides del voltaje	±10%
Peso	125g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 41. Electroválvulas 3/2.



Elaborado por: Grupo investigador.

Para la elección y compra de este tipo de válvulas se lo realizó mediante el análisis de las diferentes secuencias que se procederá a realizar en el banco de pruebas, porque deben presentar las facilidades didácticas para un correcto aprendizaje y utilización de estos equipos y son las que normalmente se utilizan en la industria.

- Un micro cilindro de doble efecto marca MINDMAN la cual se puede apreciar en el plano N.- 003, **ANEXO 5** que consta de las siguientes características.

Tabla 20. Características del micro cilindro de doble efecto.

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Diámetro del cilindro	25 mm
Distancia de la carrera	100 mm
Tamaño del puerto	1/8
Fluido.	Aire
Máximo de operación de presión.	7 Kgf/cm ²
Mínimo de operación de presión.	0.6 Kgf/cm ²
Resistencia de presión	10 Kgf/cm ²
Tiempo de acción	50-500 mm/sec
Temperatura ambiente	-5 a +60°c
Lubricación	No requiere

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 42. Micro cilindro de doble efecto.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Un micro cilindro de doble efecto marca MINDMAN la cual se puede apreciar en el plano N.- 004, **ANEXO 6** que consta de las siguientes características.

Tabla 21. Características del micro cilindro de doble efecto.

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Diámetro del cilindro	25 mm
Distancia de la carrera	200 mm
Tamaño del puerto	1/8
Fluido.	Aire
Máximo de operación de presión.	7 Kgf/cm ²
Mínimo de operación de presión.	0.6 Kgf/cm ²
Resistencia de presión	10 Kgf/cm ²
Tiempo de acción	50-500 mm/sec
Temperatura ambiente	-5 a +60°c
Lubricación	No requiere

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 43. Micro cilindro de doble efecto.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Un micro cilindro de simple efecto de retorno por muelle marca MINDMAN la cual se puede apreciar en el plano N.- 005, **ANEXO 7** que consta de las siguientes características.

Tabla 22. Características del micro cilindro de simple efecto.

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Diámetro del cilindro	25 mm
Distancia de la carrera	50 mm
Tamaño del puerto	1/8
Fluido.	Aire
Máximo de operación de presión.	7 Kgf/cm ²
Mínimo de operación de presión.	0.6 Kgf/cm ²
Resistencia de presión	10 Kgf/cm ²
Tiempo de acción	50-500 mm/sec
Temperatura ambiente	-5 a +60°c
Lubricación	No requiere

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 44. Micro cilindro de simple efecto.



Elaborado por: Grupo investigador.

Los cilindros que se adquirió son los que se utiliza comúnmente en la mayor parte procesos que manejan las industrias, por lo que se vio la necesidad de que el banco conste con este tipo de accesorios.

- Un distribuidor de cobre para aire de 6 salidas de diámetro de 1/8.

Figura 45. Distribuidor de aire.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Dos válvulas antiretorno (CHECK) marca MINDMAN de acero la cual se puede apreciar en el **ANEXO 8**.

Figura 46. Válvula CHECK.



Elaborado por: Grupo investigador

- Una unidad de mantenimiento de tres cuerpos con manómetro marca MINDMAN la cual se puede apreciar en el plano N.- 006, 007 y 008 y **ANEXOS 9, 10, 11**. que consta de las siguientes características.

Figura 47. Unidad de mantenimiento de tres cuerpos con manómetro.



Elaborado por: Grupo investigador

A continuación se detalla las características de cada una de las partes con las consta esta unidad como son:

Tabla 23. Características de la unidad de drenado.

UNIDAD DE DRENADO	DATOS
Tamaño del puerto	1/4
Fluido.	Aire
Rango de presión para operar.	0 - 9,9 Kgf/cm ² (0-0,99 MPa)
Presión de prueba.	15 Kgf/cm ² (1,5 MPa)
Temperatura ambiente	-5 a +60°C
Filtración	Estándar: 5µm Opcional: 40µm
Peso	300g

Fuente: www.unitech.com.ec.

Figura 48. Unidad de drenado.



Elaborado por: Grupo investigador.

Tabla 24. Características de la unidad de caudal.

UNIDAD DE DRENADO	DATOS
Tamaño del puerto	1/4
Fluido.	Aire
Rango de presión para operar.	0 - 9,9 Kgf/cm ² (0-0,99 MPa)
Presión de prueba.	15 Kgf/cm ² (1,5 MPa)
Temperatura ambiente	-5 a +60°c
Rango de regulador de presión.	0,5-8,5Kgf/cm ² (0.05-0.85 MPa)
Peso	250g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 49. Unidad de caudal.



Elaborado por: Grupo investigador.

Tabla 25. Características de la unidad de lubricación.

UNIDAD DE DRENADO	DATOS
Tamaño del puerto	1/4
Fluido.	Aire
Rango de presión para operar.	0 - 9,9 Kg/cm ² (0-0,99 MPa)
Presión de prueba.	15 Kg/cm ² (1,5 MPa)
Temperatura ambiente	-5 a +60°c
Capacidad de lubricación de aceite.	55c.c
Peso	300g
Mínimo flujo goteo de aceite	55l/min.
Recomendación de lubricación de aceite.	Para la turbina del ISO-VG32

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 50. Unidad de lubricación.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Seis finales de carrera eléctricos de rodillo marca MOUJEN ELECTRIC el cual se podrá apreciar en el plano N.- 009 anexo número el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 26. Características de los finales de carrera eléctricos.

FINALES DE CARRERA	DATOS
Voltaje de alimentación.	110/250V
Corriente máxima	15 ^a
Terminales	Cerrados (NC) y abiertos (NO)
Sistema de acción	Rodillo

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 51. Final de carrera eléctrico.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Un sensor de detección marca MINDMAN el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 27. Características del sensor de detección.

SENSORES DE DETECCIÓN.	DATOS
Voltaje de alimentación.	5/220V AC
Terminal	Abiertos (NA)
Sistema de acción	Posición

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 52. Sensor de detección.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Dos válvulas de neumáticas 3/2 de acción por rodillo marca MINDMAN el cual se podrá apreciar en el plano N.- 010 y el **ANEXO 11** el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 28. Características de la válvula neumática de acción por rodillo.

VÁLVULA NEUMÁTICA	DATOS
Numero de posiciones.	3
Diámetro de alimentación.	1/8
Alimentación	Aire
Rango de presión para operar.	0-9 Kgf/cm ²
Temperatura de trabajo.	-5 +60°C
Peso	68g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 53. Válvula de neumática por rodillo.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Dos válvulas reguladoras de caudal unidireccionales marca MINDMAN el cual se podrá apreciar en el plano N.- 011, **ANEXO 13** el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 29. Características de la válvula reguladora de caudal.

VÁLVULA REGULADORA	DATOS
Diámetro de alimentación.	1/8
Alimentación	Aire
Rango de presión para operar.	0-9,9 Kgf/cm ²
Máximo rango de presión.	15 Kgf/cm ²
Temperatura de trabajo.	-5 +60°C
Peso	72g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 54. Válvula reguladora de caudal.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Una válvula de escape rápido marca MINDMAN el cual se podrá apreciar en el ANEXO 14 el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 30. Características de la válvula de escape rápido.

VÁLVULA DE ESCAPE RAPIDO.	DATOS
Diámetro de alimentación.	1/8
Alimentación	Aire
Rango de presión para operar.	1-9,9 Kgf/cm ²
Máximo rango de presión.	15 Kgf/cm ²
Temperatura de trabajo.	-15 +60°C
Peso	43g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 55. Válvula de escape rápido.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Una válvula 5/2 de 1/8 biestable neumática marca MINDMAN el cual se podrá apreciar en el plano N.- 013, **ANEXO 15** el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 31. Características de la válvula 5/2 neumática.

VÁLVULA 5/2 NEUMÁTICA.	DATOS
Numero de posiciones.	3
Diámetro de alimentación.	1/8
Alimentación	Aire
Rango de presión para operar.	0 - 8 Kgf/cm ²
Máximo rango de presión.	10 Kgf/cm ²
Temperatura de trabajo.	-5 +60°C
Peso	74g

Fuente: www.unitech.com.ec.

Figura 56. Válvula 5/2 neumática.



Elaborado por: Grupo investigador.

- Una válvula 3/2 de 1/8 de acción por pulsador marca MINDMAN el cual se podrá apreciar en el plano N.- 010, **ANEXO 16** el mismo que consta de las siguientes características.

Tabla 32. Características de la válvula 3/2 de acción por pulsador.

VÁLVULA 3/2 DE ACCION POR PULSADOR.	DATOS
Numero de posiciones.	3
Diámetro de alimentación.	1/8
Alimentación	Aire
Rango de presión para operar.	0 - 9 Kgf/cm ²
Máximo rango de presión.	10 Kgf/cm ²
Temperatura de trabajo.	-5 +60°C
Peso	100g

Fuente: www.unitech.com.ec

Figura 57. Válvula 3/2 de acción por pulsador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Adicionalmente para la conexión neumática entre todos los elementos se dispuso de racores instantáneos los cuales se han ido imponiendo en el mercado debido a que su montaje es rápido y sencillo además de que no se requiere ningún tipo de herramienta para conectarlo al tubo; estos accesorios además de ser de mucha utilidad nos representan versatilidad, durabilidad y mantendrá la presión requerida al momento de ejecutar cualquier ejemplo propuesto. Los mismos son de bronce con una recubierta plástica en uno de sus extremos, el montaje del tubo es muy sencillo basta con introducirlo hasta el tope final y después tirar de él manualmente. La pinza se cierra y muerde ligeramente el tubo evitando la salida accidental de este mientras discurre el fluido, para el desmontaje bastara con empujar ligeramente con el dedo desde el exterior de la pinza para desbloquear el tubo y después tirar de este hacia afuera; todo esto como se ha indicado sin ningún tipo de herramienta y de forma rápida, también tendremos acoples en forma de T que nos servirán para dividir el flujo de aire de ser necesario en el momento de controlar los cilindros.

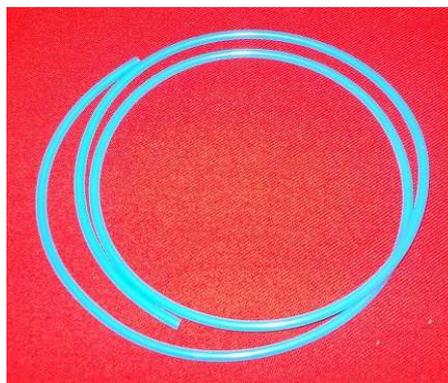
Figura 58. Racores instantáneos rectos y en forma de T.



Elaborado por: Grupo investigador.

La manera de transferir el flujo de aire comprimido necesario hacia los elementos para su correcto desempeño se lo realizará por medio de tubo de poliuretano de 4mm de diámetro exterior y 2,5 mm de diámetro interior que puede soportar temperaturas desde los -20 hasta los + 70 °C aproximadamente son ideales para el montaje en racores instantáneos , además poseen una buena resistencia a la abrasión y a distintos productos químicos son muy flexibles y a temperatura ambiente pueden soportar presiones de hasta 10 bar de trabajo con un radio mínimo de curvatura de 10 mm. Que será la presión necesaria de trabajo requerida por el modulo.

Figura 59. Tubo de poliuretano de 4mm.



Elaborado por: Grupo investigador.

Otro de los elementos con los que contará el banco es una válvula de seguridad pasa y no pasa que permitirá el paso de flujo de aire hacia los elementos una vez que el estudiante este completamente seguro de que todos este completamente conectados de forma correcta, con ello evitar cualquier accidente por la presión de flujo de aire y evitar daños a futuro por manipulación errónea de los mismos.

Figura 60. Válvula de seguridad neumática.



Elaborado por: Grupo investigador.

3.10. Procedimiento de construcción.

De acuerdo a lo planteado, se procederá a buscar la mejor estructura mecánica, con un esquema que incluya criterios ergonómicos y estéticos, de tal manera que responda funcionalmente a los objetivos trazados. El diseño de la estructura del módulo se la realizó tomando en cuenta las medidas de cada uno de los elementos a soportar y el trabajo que este va a realizar sin descuidar ningún detalle para lo cual en el **ANEXO 17** se muestra el plano 014 que contiene sus respectivas dimensiones y el plano 012 en el que consta el diagrama eléctrico implementado en el módulo. Para su construcción se elige tubo cuadrado de aluminio de 1 pulgada de área, por ser un

material, liviano de fácil transportación y más resistente a la corrosión que nos garantizará durabilidad y estética en el módulo.

Figura 61. Estructura del módulo.



Elaborado por: Grupo investigador

Los cortes de este material se lo hacen a 90° en los extremos, con el único objetivo que al momento de unir los ángulos cortados, se podrán acoplar con facilidad a los accesorios esquineros y dar forma a la mesa de trabajo. Para formar la base donde se instalara los rieles Din, que servirán de soporte de todos los elementos del banco, se realizó cortes a 60° con el fin facilitar el montaje y desmontaje de los circuitos neumáticos y tener una mejor visibilidad de todas las conexiones y accesorios.

Figura 62. Montaje de los rieles Din en el banco.



Elaborado por: Grupo investigador.

3.10.1. Montaje de los elementos eléctricos, neumáticos y electroneumáticos en las micas de sujeción.

Para realizar el montaje de todos los elementos en el banco se realizó un análisis de cuál sería la forma correcta y didáctica, de fácil montaje y desmontaje para que el alumno pueda realizar sus prácticas sin mayores complicaciones, por lo que se optó por hacerlo con unas vinchas de sujeción en acero inoxidable de la marca metal work, mismas que son de fácil adaptación porque son diseñadas para acoplarse de forma instantánea en los rieles Din que están sujetos en la mesa de trabajo y que se muestran a continuación.

Figura 63. Vinchas de sujeción.



Elaborado por: Grupo investigador.

Estas vinchas garantizarán una sujeción firme de los diferentes accesorios ya que estos van a estar en constante movimiento al momento de arrancar con las secuencias establecidas y además colocarlos en el lugar que los necesitemos para realizar cualquier ejercicio que el Docente proponga ejecutar, evitando así confusiones por parte del estudiante al momento de seleccionar los accesorios necesarios y realizar correctamente las conexiones neumáticas y eléctricas.

Estas vinchas a su vez estarán sujetas a unas micas plásticas las cuales nos servirán de base de todos las partes neumáticas, eléctricas y electrónicas que utilizara el banco, se elige este tipo de material por su gran durabilidad, su color transparente y para los elementos eléctricos son de gran utilidad por el aislamiento eléctrico que nos presentan.

Figura 64. Cortes de micas listas para el montaje de elementos.



Elaborado por: Grupo investigador.

Estas micas tienen un espesor de 6mm que proveen una total resistencia al momento que los cilindros neumáticos realicen su trabajo, de esta manera quedan sujetas las dos piezas listas para recibir los distintos elementos de trabajo para el uso correspondiente al que se va someter.

Figura 65. Vincha de sujeción acoplada en mica plástica.



Elaborado por: Grupo investigador.

La sujeción de todas las partes en las diferentes micas se lo realiza de acuerdo a la forma y al tamaño de cada uno, rigiéndose en las medidas establecidas en los diferentes planos para evitar errores en el corte del material; estableciendo la manera

correcta e idónea para la manipulación y visibilidad de todos los detalles que tiene cada accesorio. Mismos que se sujetaran con tornillos en acero inoxidable los diámetros y longitud de los mismos varían de acuerdo a cada accesorio, pero nos garantizan una sujeción firme y la posibilidad de extraer cualquiera de ellos para realizar mantenimiento o reemplazarlo en caso de alguna avería.

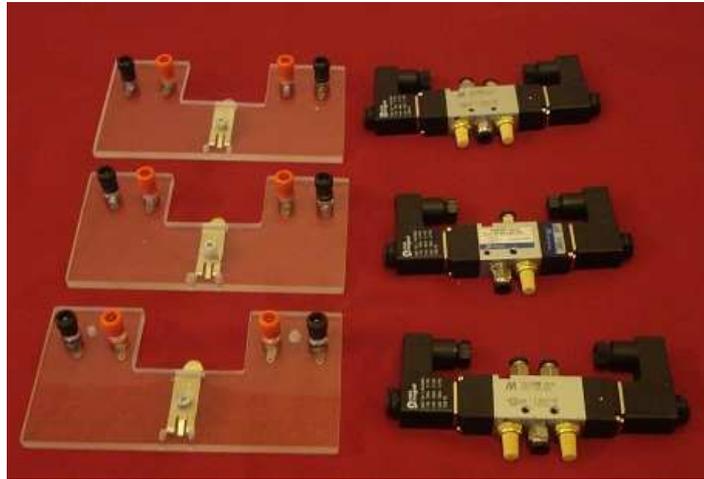
Figura 66. Tornillos de sujeción para los accesorios del banco.



Elaborado por: Grupo investigador.

Todas las partes con las que contara el banco quedan totalmente garantizadas y probadas, ergonómicamente fáciles de manipular totalmente didácticas todas ellas se pueden apreciar en algunos ejemplos.

Figura 67. Montaje de las electroválvulas en las micas de soporte.



Elaborado por: Grupo investigador.

Figura 68. Montaje de los cilindros neumáticos en las micas de soporte



Elaborado por: Grupo investigador.

Figura 69. Montaje de los finales de carrera eléctricos en las micas de soporte.



Elaborado por: Grupo investigador.

Figura 70. Montaje de las válvulas neumáticas en las micas de soporte



Elaborado por: Grupo investigador.

3.10.2. Montaje de los accesorios eléctricos y electrónicos en el tablero de control.

La construcción del tablero de control se lo realizó teniendo en cuenta la forma en la que se requería controlar los distintos accesorios adquiridos y mencionados anteriormente para garantizar que el estudiante pueda realizar las prácticas de laboratorio con toda seguridad y teniendo todos los instrumentos necesarios para ejecutar cualquier secuencia requerida .

El tablero estará ubicado en la parte inferior del módulo que contará con todas las conexiones eléctricas necesarias y con la señalización correspondiente para evitar equivocaciones en las conexiones, para evitar daños en el equipo las prácticas que se podrán realizar en el banco podrán ser de manera manual y también automáticamente con la ayuda de controladores lógicos programables, los cuales nos garantizan una conexión entre el modulo y un computador por que se podrá diseñar secuencias en el programa del controlador y ejecutarlo con la ayuda del cable de interface con el que contará el módulo ; entonces el estudiante podrá aplicar todos los conocimientos adquiridos en el aula de clase, ponerlos en práctica y despejar cualquier duda adquirida durante el aprendizaje de la materia.

La base del tablero utilizado es una mica plástica de 6mm. De espesor el mismo material que fue utilizado como base de los elementos del banco el cual tiene dimensiones de 93 cm de largo x 23 cm de alto que nos proveerá de un correcto aislamiento eléctrico que será de gran ayuda para el uso que se lo requiere dar ; en la parte de control manual del tablero tendremos :

1. Luz piloto
2. Conectores hembras
3. Selectores de dos y tres posiciones.
4. Alimentación 110 voltios ac.

Figura 71. Tablero de mando manual.



Elaborado por: Grupo investigador.

Con todos los accesorios descritos se procede a realizar el control de las diferentes secuencias propuestas, la luz piloto de color verde que indicara cuando la parte del mando manual esta activa o inactiva con lo que se tendrá a nuestra disposición una fuente de 110 voltios AC necesaria para energizar las electroválvulas y finales de carrera dispuestos en el modulo.

Figura 72. Luz piloto de señalización.



Elaborado por: Grupo investigador.

Los conectores hembras dispuestos en el tablero servirán para tomar energía de la fuente con la ayuda de unos cables con conectores machos y realizar la conexión eléctrica necesaria de acuerdo a cada ejercicio propuesto, los colores de los mismos

son tomados de acuerdo a las normas eléctricas en donde se recomienda que el color negro sea el negativo y el color rojo sea el positivo de la fuente, se debe tener mucho cuidado y tomar las respectivas normas de seguridad al momento de manipular esta parte del modulo porque se puede sufrir una descarga eléctrica y producir un cortocircuito entre los accesorios del módulo.

Figura 73. Conectores hembras con fuente de 110voltios AC.



Elaborado por: Grupo investigador.

Los tres selectores ubicados en el tablero son de dos posiciones OFF, ON y cumplirán con la función de iniciar la secuencia de control en cualquier elemento eléctrico conectado en ellos, de igual manera contarán con dos conectores hembra cada uno los mismos se energizarán de la fuente de 110 voltios AC una vez que pasen a la posición ON; se debe tener en cuenta todas las normas de seguridad.

Figura 74. Selectores de dos posiciones.



Elaborado por: Grupo investigador.

Se optó por colocar un selector de tres posiciones ON, OFF, ON el cuál en la primera posición la parte manual estará activa y todos los componentes de la parte automática se encontraran inactivos, en la posición dos el modulo estará apagado y en la posición

tres la parte automática se encontrara activa y todos los componentes de la parte manual estarán inactivos; con lo cual se garantiza que no exista una manipulación errónea y exista peligro de cortocircuitos.

Figura 75. Selector de tres posiciones.



Elaborado por: Grupo investigador.

En la parte automática del tablero se podrá diseñar secuencias con la ayuda de los siguientes elementos:

1. Controlador lógico programable (logo versión 6)
2. Pantalla siemens (logo TD)
3. Cable usb de transferencia de datos desde el computador hacia el controlador.
4. Software de programación del controlador.
5. Dos borneras de 12 salidas para conexión externa.
6. Dos luces piloto (rojo y verde).
7. Fusible de protección de 2 A.
8. Pulsador de marcha
9. Pulsador de paro
10. Interruptor de paro de emergencia.
11. Selector de dos posiciones.
12. Fuente de 24 Voltios DC.

La selección de todos los componentes del tablero se lo realizó tomando en cuenta que exista una correcta interacción entre todos los accesorios del banco a comandar y el alumno el cual conoce los mismos ya que en ciclos anteriores recibe materias como control industrial y con ello tiene las bases académicas necesarias para la manipulación y programación de los accesorios.

El controlador lógico programable (Logo) es de la marca siemens versión 6 que es la más actual dentro del mercado en este tipo de controladores, contiene todo lo necesario para la programación desde compuertas lógicas hasta funciones especiales las cuales permiten crear el programa adecuado para las prácticas que se desee realizar.

Su entrada de alimentación es de 24 voltios DC contiene ocho entradas y cuatro salidas de 10 A. ya sean a relé, transistor o triac todo dependerá de la necesidad del proceso a manejar que en este caso será salidas directas por que los elementos a gobernar manejan corrientes pequeñas.

Figura 76. Controlador lógico programable (logo)



Elaborado por: Grupo investigador.

La programación de este controlador se la puede realizar directamente desde su pantalla con el display que se encuentra en la parte frontal o a su vez se lo puede hacer mediante el software que nos provee el fabricante y con el que contará el banco, en donde el estudiante podrá visualizar de mejor manera sus funciones y programarlo de acuerdo a la práctica planteada por el docente, la manipulación del programa no será desconocida pues el estudiante tiene los conocimientos necesarios acerca de esto pues en anteriores ciclos reciben programación en donde el docente de aquella materia imparte los conocimientos adecuados para la manipulación y programación de este tipo de equipos; con lo cual se podrá complementar las dos materias al realizar las prácticas necesarias en el banco.

Adicionalmente se tendrá el apoyo del docente que imparte la materia pues conoce acerca de la programación de este tipo de controladores, también existe la información necesaria de los mismos si así fuera el caso en libros o en el internet; se recomienda tener todas las precauciones de uso y verificar si todas las conexiones eléctricas están bien realizadas antes de energizarlo pues este tipo de equipos son delicados y costosos. En el **ANEXO 18** se muestra la pantalla de programación y sus respectivas funciones la transferencia de datos (la programación hacia el controlador), se lo podrá realizar por medio de un cable USB que posee el logo que proveerá una correcta interface entre el controlador y el computador.

Figura 77. Cable de transferencia de datos USB



Elaborado por: Grupo investigador.

Adicionalmente a esto, se tendrá una pantalla de 10cm la cual se enlazará con el controlador y entrara en funcionamiento una vez que se cargue el programa a ejecutar consta de cuatro teclas de funciones numeradas desde F1 hasta F4 las cuales a su vez sirven como interruptores para iniciar un determinada practica. La razón de colocar este tipo de accesorio surge en la necesidad de poder visualizar de mejor manera la secuencia en ejecución, debido a que en el software se puede programar y detallar lo que se pretende realizar en incluso ver de forma real cuando el cilindro este realizando su trabajo ; como se detallara en las prácticas de ejemplo.

Figura 78. Pantalla siemens logo TD



Elaborado por: Grupo investigador.

En cuanto a las borneras se las colocó de acuerdo al número de entradas y salidas que posee el logo y además para que el alumno realice las conexiones eléctricas en ellas y no directamente en el controlador, por protección y evitar daños en las mismas por el continuo uso que se le dará.

Figura 79. Borneras de conexión eléctricas del controlador.



Elaborado por: Grupo investigador.

De la misma manera se tendrá una luz piloto de color verde la cual mostrará cuando la parte automática y todos sus elementos estarán activos, también una luz piloto de color rojo que se encenderá únicamente cuando el pulsador de paro de emergencia sea pulsado y se apagará cuando el mismo pulsador sea desactivado.

Figura 80. Luces piloto señalización.



Elaborado por: Grupo investigador.

Para el inicio de una secuencia a ejecutar se tendrá a disposición un pulsador de marcha de color verde y para detención de la misma se tendrá un pulsador de paro de color rojo y en el caso de ser necesario se tiene un interruptor de paro de emergencia que al ser pulsado desenergizará todo el módulo y únicamente se encenderá la luz piloto roja esto se lo realiza como norma de seguridad para protección del alumno y de los elementos que se esté utilizando para evitar daños. Todos los colores ya sean de los pulsadores y de las luces piloto se los realizó tomando en cuenta las normas

eléctricas que nos recomiendan la utilización de ellos y por mayor facilidad de uso por los estudiantes. Los pulsadores de marcha y paro constaran con dos conectores hembras para la conexión eléctrica correspondiente.

Figura 81. Pulsador de marcha, paro y emergencia.



Elaborado por: Grupo investigador.

Se tendrá un fusible de protección de dos amperios que se colocará como protección en el controlador contra cualquier eventualidad que pueda suceder esto se lo hace de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y que se detallo anteriormente; en caso de daño el mismo puede ser fácilmente reemplazado.

Figura 82. Porta fusible de protección



Elaborado por: Grupo investigador.

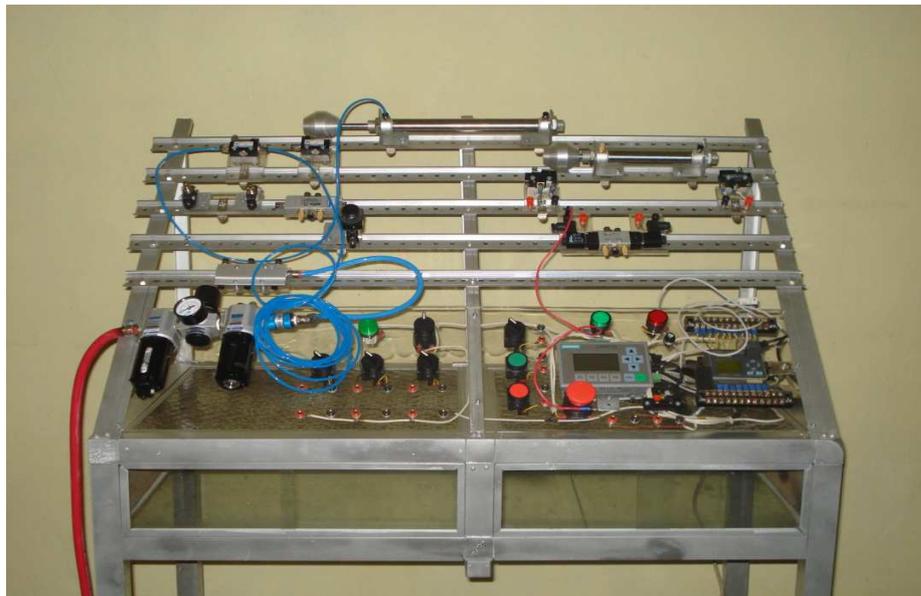
Se contará con un selector de dos posiciones que servirá para ejecución de algún ejercicio dependiendo de lo planteado por el docente, la fuente de alimentación de 24voltios DC. Se encontrará en la parte inferior del tablero y será la encargada de suministrar la tensión requerida por el controlador.

Figura 83. Tablero automático con todos sus accesorios



Elaborado por: Grupo investigador.

Figura 84. Módulo neumático en funcionamiento.



Elaborado por: Grupo investigador.

3.11. Conclusiones.

- El presente trabajo de investigación proporcionó al grupo investigador todos los conocimientos técnico-prácticos que constituyeron el desarrollo de la tesis, para alcanzar el objetivo planteado, adquiriendo nuevos conocimientos los cuales serán de gran ayuda en el ámbito profesional y personal.
- La aplicación correcta del método científico y la formulación adecuada de las encuestas a los estudiantes y las diferentes industrias, proyectó los resultados esperados a la problemática planteada, con lo cual los tesistas creamos una posible solución para evitar falencias en esta rama y así los futuros profesionales puedan tener un mejor nivel académico.
- Con la implementación del banco electroneumático con sistema de posicionamiento lineal la Universidad Técnica de Cotopaxi se beneficiará de mejor manera, pues con ello podrá aportar con profesionales hábiles y con los conocimientos necesarios en la rama de la neumática y la automatización industrial.
- Con la ejecución del presente proyecto al grupo investigador le deja grandes experiencias y nuevos conocimientos dentro del área neumática, electroneumática y del control industrial por lo cual se motiva a los estudiantes y docentes a utilizar el banco para mejorar y aplicar los conocimientos adquiridos en el aula de clases y a realizar investigación para crear nuevos proyectos que beneficien a la Universidad.
- El diseño del banco se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, utilizando normas y materiales que sean didácticos para un sencillo aprendizaje y los mismos que pueden ejecutar cualquier práctica requerida.

- Todos los accesorios eléctricos, neumáticos y electroneumáticos fueron adquiridos de acuerdo a las necesidades recogidas, de marcas que son reconocidas y utilizadas por la mayoría de industrias que manejan esta rama; el banco fue sometido a diferentes pruebas de funcionamiento garantizando al estudiantado un diseño funcional y de acorde a las expectativas planteadas.

3.12. Recomendaciones

- Antes de diseñar y ejecutar cualquier proyecto se debe tomar en cuenta los requerimientos necesarios para lograr el objetivo planteado, entonces es necesario recopilar la información adecuada y tener en cuenta que todos los elementos a utilizar sean de fácil adquisición dentro de nuestro medio.
- Incentivar a los estudiantes al desarrollo de este tipo de equipos a la investigación y a su auto preparación ya que son pilares fundamentales en la formación profesional y de esta forma superen cualquier obstáculo que se presente en el campo laboral o en la vida misma del día a día.
- En ejecución del proyecto fue necesario conocer acerca del tema y los dispositivos que comúnmente se utilizan en la industria como Controladores Lógicos, conexión de sensores, neumática, electroneumática etc.
- Que exista mayor interés por parte de las autoridades de la Universidad para que faciliten el espacio adecuado para el correcto funcionamiento de los laboratorios, además de que exista la apertura normal de los mismos por parte de las personas encargadas.

- Para la correcta ejecución de las prácticas en el laboratorio es necesario que el docente y los alumnos tengan una idea clara de lo que se pretende realizar y que conozcan el software de programación y las características de funcionamiento de los equipos utilizados.
- Antes proceder a elaborar una práctica determinada es factible que el docente le provea de las características y formas de manipulación de los elementos inmiscuidos, las cuales se pueden apreciar en los anexos de la tesis y tomando como referencia los ejemplos propuestos en la misma.
- Que exista el incentivo por parte de las autoridades de la Universidad hacia los estudiantes a desarrollar este tipo de proyectos, los cuales son de gran aporte para el mejoramiento del aprendizaje, logrando obtener a futuro profesionales con un alto nivel de conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BONILLA, Castro. Aproximaciones a la construcción del conocimiento científico, Editorial alfaomega 2009, Pág. 85.
- BAPTISTA, Pilar Lucio. Metodología de la Investigación, Editorial Mc Graw hill 1996, Pág. 105.
- CRIADO, Alejandro, Automatismos en aplicaciones industriales. Editorial Mc Graw Hill 2004, Pág. 70.
- DEPPERT W. y K. Stoll. Aplicaciones de neumática, Editorial Marcombo. España.2002, Pág.123.
- ENRIQUE. Carnicer, Teoría y cálculo de las instalaciones de Aire comprimido, Editorial paraninfo.1994, Pág. 19.
- GUILLEN, Salvador. Introducción a la Neumática. Editorial Alfaomega 2003, Pág.27, 56, 140.
- INTERNATIONAL.Training, Neumática, Editorial Paraninfo 2002, Pág. 25
- NISTAL, Cembranos. Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos. Editorial Paraninfo 2001, Pág. 142.
- SALVADOR, Millán. Automatización neumática y electroneumática, Editorial Marcombo España, 2001, Pág. 5, 55, 149.

- VILORIA. José, **Neumática, hidráulica y electricidad aplicada**, Editorial Paraninfo 2000, Pág.67

- WALLER, Werner, **Electroneumática nivel básico manual de trabajo festo didactic**, Editorial Esslingen 2001, Pág. 89.

- <http://www.schneider.es>
- <http://www.festo.com/argentina/104.htm>
- <http://www.techniforum.com> leyes de los gases .es
- <http://www.monografias.com/trabajo11/label.electronica.shtml>
- <http://www.iso.ch/iso/en/jmarti50/enlaces/neumatica-html>.
- http://es.wikipedia.org/wiki/controlador_1C3gico_programable.
- http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BERNAL, César. **Metodología de la Investigación para Administración Y Economía**, Editorial edición Universitaria, 2000
- BLANCH, Felipe. **Sistemas neumáticos; principios y mantenimiento**, Editorial Mc Graw Hill, 2000.
- DEL RAZO, Hernández. **Sistemas neumáticos e Hidráulicos apuntes de Teoría**, Editorial Marcombo 2003.
- FESTO DIDACTIC, **Introducción a la técnica de mando neumático**, Editorial Esslingen, 2002.
- MANUEL, Antony. **Control de bajo costo de cilindros neumáticos**, Editorial Parninfo, 2003.
- MINDNAN, **Catálogo de elementos neumáticos**, 2008.
- MARIANO, Moreno. **Automatización y micromecánica aplicada**. Editorial Alfaomega, 2002.
- NEMA, **Nacional Electrical Manufacturers Asociación**. Editorial Cultural,S.A, 2000.
- OMRON, **Catálogo de sensores**, 2007.
- SIEMENS, **Manual de uso de logo soft** , 2008.

- SERRANO, Nicolás. Introducción a la neumática básica, Editorial Paraninfo 2000.
- SALVADOR, Millán. Diseño de circuitos en aplicaciones neumáticas, Editorial Marcombo España, 2001.
- VILORIA, José. Neumática, hidráulica y electricidad aplicada, Editorial Marcombo, 2002.
- <http://www.automation direct.com>
- <http://www.infopl.net/documentacion>.
- <http://www.monografias.com/trabajos11/prindep/control.shtml>
- <http://olmo.pntic.mec.es/enlaces /electroneumática 50 .html>
- <http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/neumatica>.

NOTA: Además para la elaboración de este proyecto se recopiló toda la información proporcionada por la empresa **UNITECH** distribuidores de equipos neumáticos y electroneumáticos de la marca **MINDMAN**.

ANEXOS Y PLANOS