

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA AUTOMOTRIZ

TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ

Diseño y construcción de un equipo neumático para el
montaje de ruedas en vehículos de hasta 2500 kg en la línea
de ensamblaje.

PABLO AUGUSTO PARREÑO ARCOS

Director: Ing. Miguel Granja.

2009

Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

Yo, Pablo Augusto Parreño Arcos, declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.



Firma del graduando

Pablo A. Parreño Arcos

CI: 1711466373

Yo, Miguel Granja, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Pablo Augusto Parreño Arcos, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.



Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

Miguel Granja

Director

RESUMEN

En un proceso de manufactura, en la cual existen procesos de elevación de peso, esta operación repetitiva en el día a día genera dolores de espalda y un deterioro prematuro de los discos que se encuentran en las vértebras, estos discos tienen la función de amortiguar los movimientos vertebrales. Cuando el operador realiza movimientos con elevación de peso estos discos pierden sus características esenciales, es decir disminuye la cantidad de agua que se encuentra en el centro de los discos, esta pérdida provoca una disminución de la elasticidad y capacidad para soportar tensiones del disco llegando a la pérdida de la forma del disco ocasionando que exista más presión en la parte ensanchada del disco provocando dolores fuertes de espalda, dando como resultado hernias discales.

La lumbalgia aguda es un dolor de espalda provocado por malas posturas ocasionadas en la vida diaria y en el trabajo, pero estas dolencias son más fáciles de recuperar mejorando la postura y con reposo.

Todos estos problemas causados por levantamientos de pesos pueden ser evitados mejorando el área de trabajo, colocando el material cerca del operador, disminuyendo las distancias de transporte de material.

Estas mejoras se las puede utilizar para ciertos materiales y para algunas operaciones, pero cuando pese a estas modificaciones no se puede mejorar el trabajo de elevación de peso es necesario tomar en cuenta la implementación de equipos de ayuda ergonómica.

Con todas las opciones descartadas, se tomó la decisión de fabricar el dispositivo ergonómico para colocación de neumáticos.

Los dispositivos ergonómicos pueden ser de varias formas y para diferentes usos, así tenemos algunos tipos que en su mayoría el funcionamiento se lo realiza con la ayuda de la neumática.

El uso de la neumática en los últimos años ha ido en incremento ya que los circuitos, accesorios neumáticos brindan facilidades para procesos y aplicaciones que requieren ser automatizadas.

El uso de la neumática brinda estas características:

a.- Detección de estados mediante sensores.

- b.- Procesamiento de informaciones mediante procesadores.
- c.- Accionamiento de actuadores mediante elementos de control.
- d.- Ejecución de trabajos mediante actuadores.

Esto ayuda a que el diseño, desarrollo, costo e implementación del equipo sea en menor tiempo.

El equipo fabricado está construido en base a perfiles estructurales rectangulares, cuadrados y en G. Platinas y bloques de acero.

Todos los perfiles fueron soldados con suelda mig, ya que la característica de esta suelda nos garantiza el acabado y profundidad para evitar daños del material.

El mando de control y movimiento esta comandado por cuatro componentes esenciales que son:

- a. Unidad de mantenimiento (FESTO)
- b. Válvula 3/2 paro de emergencia (FESTO)
- c. Válvula 5/2 de control (FESTO)
- d. Cilindro DNC32 – 500 (FESTO)

Todos estos componentes fueron conectados a través de racores rápidos y tubos de poliuretano, además para el funcionamiento correcto se colocaron accesorios al circuito neumático para evitar ruidos (silenciadores) y reguladores de caudal para controlar la velocidad del pistón.

El equipo posee un dispositivo el cual tiene como objetivo detener automáticamente el funcionamiento del cilindro, este dispositivo se lo conoce como paro de emergencia y se lo utilizará cuando se tenga un problema en el ensamblaje el cual ponga en riesgo la seguridad del operador o daño a la unidad que se encuentra en el ensamble.

El dispositivo fue diseñado para poder ser desarmado todos los componentes que requieren de mantenimiento.

Este dispositivo ergonómico se encarga de elevar neumáticos con un peso máximo de 12 Kg.

El uso del dispositivo logra mejorar el área de trabajo y sobre todo disminuye la posibilidad de sufrir daños en la zona lumbar.

Este dispositivo ergonómico debe ser usado únicamente para elevar neumáticos.

SUMMARY

In a manufacture process, in which processes of elevation of weight exist this repetitive operation in the day generates backaches and a premature deterioration of the discs that are in the vertebrae, these discs have the function to cushion the vertebral's movements.

When the operator to make movements with elevation of weight these discs lose their essential characteristics, that is to say diminishes the amount of water that is in center of discs, it is lost brings about a diminution of the elasticity and capacity to support tension of the disc arriving at lost from the form of the disc causing that exists the more pressure in the widened part of the disc causing strong pains back, giving like result discal hernia's.

The acute lumbalgia is a backache brought about by bad positions caused in the daily life and the work, but these ailments are easier to recover improving the position and with rest.

All these problems caused by rises of weights can be avoided improving the work area, placing the material near the operator, falling the haul distances of material.

These improvements can be used for certain materials and some operations, but when in spite of these modifications it is not possible to be improved the work of elevation of weight is necessary to take into account the implementation from equipment from ergonomic aid.

With all the discarded options, volume the decision to make the ergonomic device for positioning of tires.

The ergonomic devices can be of several forms and for different uses, thus we have some types that in its majority the operation is to make it with the aid of the pneumatic one.

The use of pneumatic in the last the years has gone in increase since the circuits, pneumatic accessories offer to facilities for processes and applications that they require to be automated.

The use of the pneumatic one offers these characteristics:

- a. - Detection of states by means of sensors.
- b. - Processing of information by means of processors.
- c. - Drive of actuators by means of control elements.
- d. - Execution of works by means of actuators.

This aid to that the design, development, cost and implementation of the equipment are in smaller time.

The made equipment is constructed on the basis of rectangular structural profiles, squared and in G. Plate and steel blocks.

All the profiles were welded with welds mig, since the characteristic of these welds guarantees the finished one to us and depth of welds this to avoid damages of the material.

The sistem of control and movement this commanded by made is four essential components that are:

- a. Unit of maintenance (FESTO)
- b. Valve 3/2 emergency shut-down (FESTO)
- c. Valve 5/2 of control (FESTO)
- d. Cylinder DNC32 - 500 (FESTO)

All these components were connected through racors expresses and tubes of polyurethane; in addition for the correct operation accessories to the pneumatic circuit were placed to avoid noises, regulators of volume to control the speed of the piston.

I am placed an emergency shut-down to stop the operation of the equipment if a problem or incident in the operation appeared.

The device was designed to be able to be disarmed all the components that they require of maintenance.

This ergonomic device is in charge to lift tires with a maximum weight of 12 kg.

The use of the device manages to improve the work area and mainly the possibility falls of suffering damages in the lumbar zone.

The use of the device manages to improve the work area and mainly the possibility falls of suffering damages in the lumbar zone.

CAPITULO 1

1.1. PROBLEMAS FÍSICOS DEL SISTEMA ACTUAL

En una línea de ensamblaje para obtener resultados positivos, se enfoca en tres puntos básicos que son:

- Tiempos cortos de respuesta
- Tiempos muertos
- Paras de línea

1.1.1. Tiempos cortos de respuesta

En las plantas ensambladoras se requiere de materiales que el 20% son productos de manufactura nacional, por lo que es necesario que los proveedores tengan un sistema de justo a tiempo óptimos, para evitar paras de línea por retrasos en sus entregas, es por ello que los tiempos cortos de respuesta es el tiempo total que se puede demorar un proveedor en actuar (dar solución al atraso).

Los tiempos cortos de respuesta no solo aplica a los proveedores, también aplica a la reparaciones de daños de maquinaria y a solución de problemas.

1.1.2. Tiempos muertos

Los tiempos muertos son todos los tiempos que en la línea de ensamble no agregan valor a la unidad, estos tiempos son aquellos que el operador realiza acciones fuera de línea es decir movimientos no estandarizados y bajo criterios del propio operador.

1.1.3. Paras de línea

Uno de los mayores problemas que hay en una planta de ensamblaje con línea automática son las paras de línea que no es más que la suspensión de las actividades de ensamble por actividades ajenas a la producción. Aquí es cuando la para puede ser provocada por un operador golpeado, fatigado, o con presencia ya de alguna lesión por cansancio muscular.

Por eso es muy importante implementar ayudas con equipos que pueden ser a base de la neumática o hidráulica, para mejorar el área de trabajo, garantizando la seguridad física y mental ya que un operador que siente seguridad en su área de trabajo su productividad se incrementa y mejora con el paso del tiempo.

1.2. PROBLEMAS ERGONÓMICOS DEL SISTEMA ACTUAL

El levantamiento de materiales en el ensamblaje de vehículos es muy común, por lo que en los últimos años se ha decidido incrementar la inversión en sistemas de montaje que puedan ayudar al operador en su trabajo diario.

Los dolores que son más frecuentes y que los operadores recurren al centro médico o a casas de salud, son los dolores en la zona de la espalda, estos dolores son provocados por operaciones de carga que son repetitivos en la estación de trabajo, las operaciones son levantamiento de:

- Parabrisas.
- Cardanes.
- Sistema de escape.
- Amortiguadores.
- Asientos.
- Ballestas.
- Cajas de Dirección.
- Diferenciales delanteros y posteriores.
- Neumáticos.
- Neumáticos de emergencia.
- Cajas de cambio.
- Transfers.
- Motores.

Todas estas operaciones al no ser asistidas por un equipo ergonómico provoca al operador dolor.

1.2.1. Tipos de dolores frecuentes

La atención en las casas de salud se divide en dos dolores que son los más frecuentes:

- **Hernia discal**
- **Lumbalgia aguda**

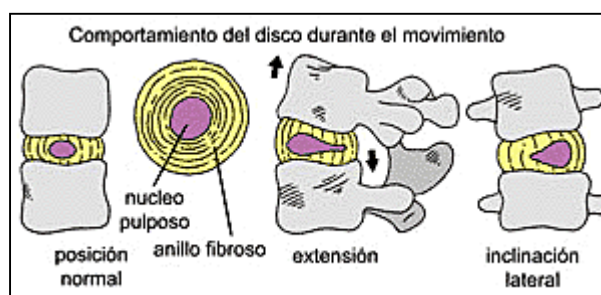
1.2.1.1. Hernia discal

Entre la parte anterior y posterior de las vértebras se forma un conducto, el canal medular, en cuyo interior se sitúa la médula espinal. También entre las vértebras se forman unos agujeros, llamados de conjunción, uno a cada lado de la vértebra, por donde salen las raíces nerviosas desde la médula.

Durante los movimientos vertebrales el disco se comporta como un amortiguador.

Entre las vértebras existe una estructura, el disco intervertebral, que tiene una función de amortiguación.

El disco está formado por el núcleo pulposo y el anillo fibroso. El núcleo pulposo ocupa la parte central y tiene un alto contenido en agua, que va disminuyendo con la edad, lo que hace que con los años pierda elasticidad y capacidad para soportar tensiones. El anillo fibroso recubre el núcleo pulposo y está formado por láminas dispuestas en distintos ángulos, lo que facilita la transmisión de presiones.

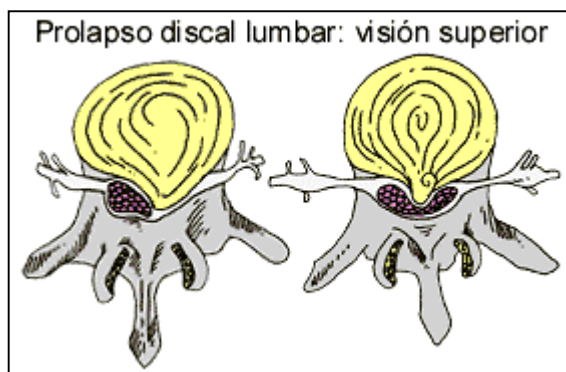


En el movimiento de extensión la vértebra superior se desplaza hacia atrás con lo que el núcleo se encuentra en la parte posterior del disco, aumentando de presiones en las fibras anteriores del anillo que cuando alcanzan su umbral de tolerancia hacen que dicha vértebra recupere la posición previa.

* Figura 1.1 tomada de la página de Internet www.salud.com

En flexión ocurre lo contrario y en los movimientos de inclinación lateral, el núcleo se engrosa por el lado contrario a la inclinación.

A partir de los 30 años se producen cambios degenerativos en el disco que conducen a una pérdida de resistencia del mismo. El anillo fibroso puede hacerse incompetente y el núcleo puede desplazarse posteriormente (protrusión discal) e incluso romperse, de forma que el núcleo se desplace más. Esto es lo que se conoce como hernia de disco y puede producir síntomas por compresión de raíces nerviosas o incluso por compresión medular, en casos severos.



***Figura 1.2 Daño en vértebras**

Las hernias de disco son más frecuentes a nivel cervical y lumbar, por ser estos los segmentos con mayor movilidad de la columna.

Puede producirse por traumatismo, pero lo más frecuente es que sea degenerativa.

1.2.1.2. Lumbalgia aguda

* Figura 1.2 tomada de la página de Internet
www.salud.com

Dolor en la región lumbar de duración menor de 2 semanas. Es extremadamente común y se estima que afecta del 65% al 80% de la población del Ecuador, en alguna etapa de su vida.

El dolor puede ser causado por espasmo muscular (postural, tensional) o por trastorno propiamente espinal, sea de origen radicular (hernia discal) o localizado en la columna (espondiloartrosis, fractura vertebral por osteoporosis, infección, neoplasia). Ciertas condiciones abdominales o pélvicas pueden causar dolor referido a la región lumbar; en estos casos el dolor no se incrementa por movimientos de la columna.

1.2.2. Evaluación y Diagnóstico del dolor de lumbalgia

1.2.2.1. Historia clínica

Se debe enfatizar que un adecuado examen físico es importante para evitar exámenes auxiliares innecesarios.

- Dolor en la región lumbar menor de dos semanas: Puede o no estar referido a los glúteos o miembros inferiores.
- Dolor radicular: Referido a la cara anterior o posterior del miembro inferior, con o sin parestesias asociadas, pudiendo ser este cuadro recurrente.
- Puede haber limitación marcada de la motilidad espinal y la deambulación.
- La lumbalgia puede ser mecánica (cede con el reposo y se incrementa con el movimiento) como en casos de contractura muscular o inflamatoria (no cede con el reposo) como en casos de colapso vertebral o espondilitis.

1.2.2.2. Examen Físico

- Dolor y limitación funcional al flexionar la columna lumbar.
- Contractura muscular regional de grado variable.
- Signo de Lasegue.
- Hipoestesia o compromiso motor (en caso de compromiso radicular).
- Disminución de fuerza muscular en miembros inferiores.
- Evaluar el volumen de masa muscular comparativamente.
- Alteración de los reflejos osteotendinosos.

1.2.2.3. Exámenes Auxiliares

- Radiografía de columna lumbo–sacra, frontal y lateral: Indicada en pacientes cuando se sospecha lesión ósea, como espondiloartrosis, infección, neoplasia o colapso vertebral (especialmente si el paciente es geriátrico).
- Los siguientes exámenes se solicitarán previa evaluación y decisión del especialista respectivo:
 - a.- Electromiografía: si el paciente presenta parestesias en miembros inferiores, para confirmar una radiculopatía.
 - b.- Tomografía computada: Si se sospecha infección o neoplasia, para evaluar mejor la lesión ósea.
 - c.- Resonancia magnética: En casos de sospecha de hernia discal para evaluar mejor el compromiso ante la posibilidad de cirugía.
- Los exámenes bioquímicos (hematológicos o urinarios) usualmente no son de ayuda, sobre todo si el problema es muscular.

1.2.2.4. Diagnóstico Diferencial

- a.- El problema principal consiste en diferenciar si el cuadro es de origen muscular (postural, tensional) o tiene una etiología propiamente espinal (ósea).
- b.- Espondiloartrosis: El estudio radiográfico muestra osteofitos y disminución del espacio intervertebral con esclerosis subcondral.
- c.- Osteoporosis con fractura vertebral por compresión: Estos pacientes deben tener una evaluación completa para descartar causas de osteoporosis secundaria (p. ej., mieloma).
- d.- Infección: Puede ser piógena (Gram positivos y Gram negativos), tuberculosa (Mal de Pott) o brucelar; la lesión ósea se asocia a disminución del espacio intervertebral, debido a daño del cartílago.
- e.- Espondiloartropatías seronegativas (p. ej., espondilitis anquilosante o Síndrome de Reiter). En estos casos los hallazgos radiológicos característicos como el signo

de la "caña de bambú" o las manifestaciones extraesqueléticas (uveítis, artritis periférica) ayudan al diagnóstico.

f.- Neoplasia: Sospechar neoplasia metastásica si en la radiografía se observan lesiones líticas o blásticas sin disminución del espacio intervertebral (que sí se ve en las infecciones).

1.3. ANÁLISIS DE ESFUERZO

En 1981 el instituto para la seguridad ocupacional y salud del departamento y servicios humanos se publica la primera ecuación NIOSH.

En 1991 hizo pública una segunda versión en la que se recogían los nuevos avances en la materia, permitiendo evaluar levantamientos asimétricos, con agarres de la carga no óptimos y con un mayor rango de tiempos y frecuencias de levantamiento.

“NIOSH.- The National Institute For Occupational Safety and Health. Esta es una herramienta de ayuda para evaluar situaciones de riesgo ergonómico cuando se realiza manejo manual de cargas.”¹

El NIOSH se ha encargado de realizar investigaciones para desarrollar tablas y métodos de análisis de levantamiento de cargas de forma manual, para poder dar soluciones y mejorar las áreas de trabajo.

Es por esto que para cualquier tipo de trabajo de elevación de carga de forma repetitiva es recomendable utilizar el análisis NIOSH para poder tener un claro enfoque de la situación que vamos a tener por el trabajo de levantamiento de cargas.

Para este análisis es necesario tener claro el peso que se va levantar, la distancia

1 Esta nota fue tomada del la pagina de Internet www.cdc/NIOSH origen hasta el destino.

Después de realizar he ingresar los datos a la tabla de cálculos de la ecuación NIOSH se tiene tres tipos de resultados:

- VERDE: Riesgo mínimo de lesión
- AMARILLO: Riesgo moderado de lesión.
- ROJO: Riesgo elevado de lesión de columna

PASO 1 Medidas y variables de la tarea

Peso Objeto		Ubicación de la mano (cm)				Distancia Vertical (cm)	Angulo de Asimetría(deg)		Frecuencia (lev/min) F		Duración(seg)	Acople
Lvag	Lmáx	Origen		Destino			Origen	Destino	veces	min	10	
		H	V	H	V	D	A	A	1	7	Duración(hs)	Bue
	12	50	15	55	110	95	0,81	0,81	0,14		0,003	0,95

PASO 2:Determine(Límite de peso recomendado) LPR

LPR= LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM =

ORIGEN LPR= 23 x 0,50 x 0,82 x 0,87 x 0,9 x 0,85 x 0,95 = 5,944

DESTINO LPR= 23 x 0,45 x 0,895 x 0,87 x 0,9 x 0,85 x 0,95 = 5,898

PASO 3:Complete el INDICE DE LEVANTAMIENTO

ORIGEN IL = $\frac{\text{PESO OBJETO(Kg)}}{\text{LPR}}$ = $\frac{12}{5,94}$ = 2,02

DESTINO IL = $\frac{\text{PESO OBJETO(Kg)}}{\text{LPR}}$ = $\frac{12}{5,898}$ = 2,03

***Tabla 1.1 Ecuación NIOSH**

1.4. SISTEMAS DE MONTAJE NEUMÁTICO

Tipos de sistemas de montajes:

- Sistema de montaje con cilindro de doble acción para cardanes. (fig. 1.3)
- Sistemas de montaje con cilindros de doble acción para semiejes. (fig. 1.4)
- Sistemas de montaje con cilindros de doble acción para cigüeñales. (fig. 1.5)
- Sistema de montaje con cilindro de doble acción de pinzas para toma e

* Tabla 1.1 tomada de la página de Internet
www.cdc/hiosh.com

6)

- Sistema de montaje con cilindro de doble acción tipo gancho con columna para manipulación de bloques de motor. (fig. 1.7)

- Sistema de montaje con cilindro de doble acción tipo ventosa para manipulación de planchas de acero y parabrisas. (fig. 1.8)
- Sistema de montaje con cilindro de doble acción para manipulación de tableros. (fig.1.9)

1.4.1. Manipuladores de cilindro y balancines neumáticos



***Figura 1.3 Manipulador de ejes (cardanes)**

* Figura 1.3 tomada de la página de Internet
www.delmac.com



***Figura 1.4 Manipulador de semiejes**



or cigüeñales

*Figura 1.4 tomada de la página de Internet www.delmac.com
 *Figura 1.5 tomada de la página de Internet www.delmac.com



***Figura 1.6 Manipulador tipo pinza para transmisiones.**



***Figura 1.7 Manipulador tipo gancho para bloques de motor**

*Figura 1.6 tomada de la página de Internet www.delmac.com

*Figura 1.7 tomada de la página de Internet www.delmac.com



***Figura 1.8 Manipulador tipo ventosa para manipular planchas de acero**



***Figura 1.9 Manipulador para tableros**

*Figura 1.8 tomada de la página de Internet www.delmac.com

*Figura 1.9 tomada de la página de Internet www.delmac.com

1.5. ANÁLISIS DE MECANISMOS DE MONTAJE

Los equipos de montaje a base de la neumática tienen como objetivo principal la ayuda al personal para evitar lesiones, como también la mejora de productividad ya que con estos equipos el tiempo de operación se reduce.

Los equipos están provistos de un proveedor de energía que en este caso es el compresor o acumulador de aire, que se encargará de distribuir aire al equipo, a través de tuberías.

Este aire que ingresa al equipo debe ser comandado o controlado por sensores o unidades de introducción, que son las encargadas de permitir o no el paso del aire a las válvulas de vías que son estas las que se encargaran de dar el movimiento que necesitamos.

El equipo debe tener también una válvula de seguridad que es la encargada de mantener el trabajo seguro al operador, esta válvula se encarga de validar las posiciones seguras para el trabajo, esta válvula es la de tipo rodillo o detector de proximidad.

Por último tenemos el actuador o cilindro neumático que es el encargado de realizar el trabajo de movimiento lineal.

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento en un patrón deseable, y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia. Una máquina, en general, contiene mecanismos que están diseñados para producir y transmitir fuerzas significativas. Algunos ejemplos comunes de mecanismos pueden ser un sacapuntas, un obturador de cámara fotográfica, un reloj análogo, una silla plegable, una lámpara de escritorio ajustable y un paraguas. Algunos ejemplos de máquinas que poseen movimientos similares a los mecanismos antes mencionados son un procesador de alimentos, la puerta de la bóveda de un banco, la transmisión de un automóvil, una niveladora, un robot y un juego mecánico de un parque de diversiones. No existe una clara línea divisoria entre mecanismo y máquina. Difieren en su grado y no en su clase. Si las fuerzas o niveles de energía en el dispositivo son significativos, se considerará como una máquina; si no es así,

será considerada como un mecanismo. Una definición útil de trabajo de un mecanismo es un sistema de elementos acomodados para transmitir movimiento de una forma predeterminada. Ésta puede ser convertida en una definición de una máquina si se le agregan las palabras y energía después de la palabra movimiento.

Los mecanismos, si se cargan en exceso y funcionan a bajas velocidades, en ocasiones se pueden tratar de manera estricta como dispositivos cinemáticos; es decir, se puede analizar cinemáticamente sin considerar las fuerzas. Las máquinas (y mecanismos que funcionan a altas velocidades), por otra parte, primero deben tratarse como mecanismos, sus velocidades y aceleraciones analizadas cinemáticamente y, posteriormente, como sistemas dinámicos en lo que sus fuerzas estáticas y dinámicas producidas por esas aceleraciones son analizadas mediante principios de cinética.

1.5.1. Tipos de movimiento

Un cuerpo rígido libre de moverse dentro de un marco de referencia, en el caso general, tendrá movimiento complejo, el cual es una combinación simultánea de rotación y traslación. En el espacio tridimensional, puede haber rotación alrededor de un eje y también traslación simultánea que se puede resolver en elementos a lo largo de tres ejes. En un plano, o espacio bidimensional, el movimiento complejo se vuelve una combinación de rotación simultánea alrededor de un eje así como traslación descompuesta en elementos a lo largo de dos ejes en el plano. Para simplificar, se limitará este análisis al caso de sistemas cinemáticos plano. Para este propósito, se definirán estos términos en movimiento plano como sigue:

1.5.1.1. Rotación pura

El cuerpo posee un punto (centro de rotación) que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia “estacionario”. Todos los demás puntos del cuerpo describen arcos alrededor del centro. Una línea de referencia trazada en el cuerpo a través del centro cambia sólo su orientación angular.

1.5.1.2. Traslación pura

Todos los puntos del cuerpo describen trayectorias paralelas (curvilíneas o rectilíneas). Una línea de referencia trazada en el cuerpo cambia su posición lineal pero no su orientación angular.

1.5.1.3. Movimiento complejo

Una combinación simultánea de rotación y traslación. Cualquier línea de referencia trazada en el cuerpo cambiará tanto su posición lineal como su orientación angular. Los puntos en el cuerpo recorrerán trayectorias paralelas, y habrá, en todo instante, un centro de rotación, el cual cambiará continuamente de ubicación.

La traslación y rotación representan movimientos independientes del cuerpo. Cada uno puede presentarse sin el otro.

“1.6. SÍNTESIS DE MECANISMOS DE MONTAJE”²

1.6.1. Introducción

Con los fundamentos del análisis de posición establecidos, ahora se pueden utilizar estas técnicas para sintetizar mecanismos de manera analítica para posiciones de salida especificadas. El procedimiento de síntesis analítica es algebraico, en lugar de gráfico, y es menos intuitivo. Sin embargo, su naturaleza algebraica lo hace bastante adecuado para computarización. Estos métodos de síntesis analítica fueron originados por Sador y desarrollados aún más por sus estudiantes Erdman, Kaufman y Loerch.

1.6.2. Tipos de síntesis cinemática

Erdman y Sandor definen tipos de síntesis cinemática, generación de función, trayectoria y movimiento, aquí se coloca definiciones breves para su comprensión.

² Tomado del libro Diseño de maquinaria de Robert Norton Página 185

Se define como la correlación de una función de entrada con una función de salida en un mecanismo. El resultado, por lo general, es un mecanismo de doble balancín o un mecanismo manivela-balancín, con entrada y salida rotación pura. Un mecanismo manivela-corredora también puede ser un generador de función, impulsado por ambos extremos, es decir, rotación de entrada y traslación de salida o viceversa.

1.6.2.2. Generación de trayectoria

Se define como el control de un punto en el plano de modo que siga alguna trayectoria prescrita. Esto por lo general se logra con un mecanismo de cuatro barras manivela-balancín o uno de doble balancín, en donde un punto en el acoplador traza la trayectoria de salida deseada. En la generación de trayectoria no se hace ningún intento de controlar la orientación del eslabón que contiene el punto de interés. La curva del acoplador se hace pasar por una serie de puntos de salida deseados. Sin embargo, es común que se defina la temporización del arribo del punto del acoplador hacia las locaciones particulares definidas a través del recorrido. Este caso es llamado generación del recorrido con temporización prescrita y es análoga a la generación de función en esta salida de función específica.

1.6.2.3. Generación de movimiento

Se define como el control de una línea en el plano cuando ésta asume algún conjunto de posiciones prescritas. Esta orientación del eslabón a la línea es importante. Éste se acompaña con un mecanismo de cuatro barras manivela-balancín o uno de doble balancín, en donde el punto del acoplador traza la trayectoria de salida deseada y el mecanismo también controla la orientación angular del eslabón acoplador que contiene la línea de salida de interés.

1.6.3. Puntos de precisión

Los puntos o posiciones prescritas por ubicaciones sucesivas del eslabón de salida (acoplador o balancín) en el plano, se conocen como puntos de precisión o posiciones de precisión. El número de puntos de precisión que pueden sintetizarse está limitado por el número de ecuaciones disponibles para su solución. El mecanismo de cuatro barras puede sintetizarse por medio de métodos de forma cerrada, para hasta cinco puntos de precisión para generación de movimiento o trayectoria con temporización prescrita (salida de acoplador), y hasta siete puntos para generación de función (salida de balancín). La síntesis de dos o tres puntos de precisión es relativamente directa, y en cada uno de estos casos puede reducirse a un sistema de ecuaciones lineales simultáneas fáciles de resolver con una calculadora. Los problemas de síntesis de cuatro o más posiciones implican la solución de sistemas de ecuaciones no lineales y, por lo tanto, son más complicadas por lo que se requiere una computadora para resolverlos.

Observe que estos procedimientos de síntesis analítica proporcionan una solución que será capaz de encontrarse en los puntos de precisión especificados, pero sin ninguna garantía en cuanto al comportamiento de mecanismo entre esos puntos de precisión. Es posible que el mecanismo resultante sea incapaz de moverse de un punto de precisión a otro debido a la presencia de una posición de agarrotamiento u otra restricción. Estos métodos de síntesis analítica simplemente son un modo alternativo de resolver los mismos problemas de síntesis de posiciones múltiples. Aun así, se debe construir un modelo de cartón simple del mecanismo sintetizado para observar su comportamiento y verificar la presencia de complicaciones, incluso cuando la síntesis haya sido realizada por un método analítico esotérico.

“1.7. SISTEMAS NEUMÁTICOS”³

Los sistemas neumáticos implica la adopción de varios pasos. En consecuencia, es sumamente importante preparar una documentación detallada para que conste en ella la versión definitiva. Al preparar dicha documentación deberían considerarse debidamente todas las normas y denominaciones vigentes. Concretamente, la

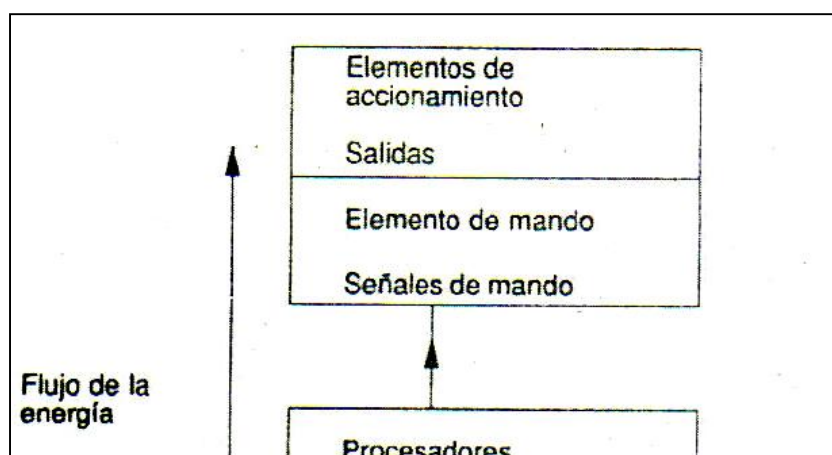
³ Texto tomado del libro de “Neumática” de las siguientes partes:
Manual de estudio pagina 52

- Diagrama de bloques

- Diagrama de flujo
- Esquema de distribución
- Lista de todas las piezas utilizadas en el sistema
- Manual de instrucciones de servicio
- Información para el mantenimiento y la reparación o solución de fallos
- Lista de piezas de repuestos
- Fichas técnicas de los componentes

1.7.1. Esquema de distribución

El esquema de distribución debería estar concebido de tal manera que corresponda al diagrama estructurado, debiéndose indicar el flujo de las señales desde abajo hacia arriba. Al preparar el esquema de distribución pueden utilizarse símbolos simplificados o, si se prefiere, símbolos detallados. Tratándose de circuitos complicados, los elementos de abastecimiento de energía (unidad de mantenimiento, válvula de cierre, diversas conexiones de distribución) son incluidos al margen del esquema propiamente dicho.



***Figura 1.10 Flujo de distribución**

Si el esquema de distribución es preparado de esta forma esquematizada, se trata de un esquema del sistema. Los esquemas de sistema siempre tienen la misma estructura, sin importar la configuración real de las conexiones de los tubos flexibles.

“1.7.1.1. Confección del esquema de distribución”⁴

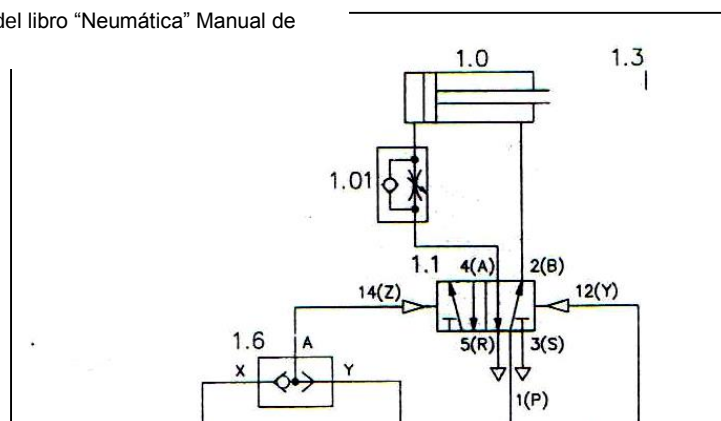
1.7.1.1.1. Planeamiento

El vástago de un cilindro de doble efecto avanza al activar manualmente un pulsador o un pedal.

Una vez alcanzado el final de carrera y si el operario deja de activar el pulsador o el pedal, el vástago vuelve a su posición normal, estrangulándose el aire de escape.

⁴Figura 1.10 tomada del libro “Neumática” Manual de estudio, página 52.

4 Ejemplo tomado del libro “Neumática” Manual de estudio, página 53.



***Figura 1.11 Esquema de distribución**

1.7.1.1.2. Solución

La válvula 1.3 de la figura 1.11, está instalada en la zona de final de carrera delantera del cilindro y hace las veces de sensor. En el esquema de distribución, este elemento está incluido en el nivel de entrada de señales, sin especificarse su ubicación ni orientación. La marca correspondiente, incluida en el esquema de distribución en la zona de avance del cilindro, indica la situación de la válvula 1.3 para que sea activada.

Si el mando es muy complicado y si contiene varios elementos de trabajo, es recomendable efectuar un desglose en varias cadenas de mando, conformando una cadena por grupo.

De ser posible, estas cadenas deberían dibujarse una al lado de la otra, en el mismo orden en el que se produce la secuencia de movimientos.

1.7.2. Denominación de los componentes

*Figura 1.11 tomada del libro "Neumática"
Manual de estudio, página 53.

Todos los elementos incluidos en el sistema de distribución deberían estar representados en su posición normal. Si las válvulas estuviesen activadas en posición normal, deberá hacerse la indicación correspondiente mediante una flecha. Si esta circunstancia es válida para un interruptor de final de carrera, deberá hacerse la indicación correspondiente dibujando la leva en la posición respectiva.

1.7.3. Desarrollo de sistemas neumáticos



***Figura 1.12 Flujo del sistema**

*Figura 1.12 tomada del libro "Neumática" manual de estudio, página 55.

; debería efectuarse en concordancia con un método sistemático.

El esquema secuencial muestra el ciclo completo, desde el planteamiento del problema hasta la ejecución mejorada del sistema.

CAPITULO 2

2.1. CIRCUITOS NEUMÁTICOS

Los circuitos neumáticos son sistemas que a base de ciertos componentes se forman equipos que la utilización puede ser variada.

La tecnología de la neumática juega un papel importante en la mecánica desde hace mucho tiempo. Entre tanto es incluida cada vez más en el desarrollo de aplicaciones automatizadas.

En ese sentido, es utilizada para la ejecución de las siguientes funciones:

- Detección de estados mediante sensores.
- Procesamiento de informaciones mediante procesadores.
- Accionamiento de actuadores mediante elementos de control.
- Ejecución de trabajos mediante actuadores.

Para controlar máquinas y equipos suele ser necesario efectuar una concatenación lógica y compleja de estados y conexiones. Ello se logra mediante la actuación conjunta de sensores, procesadores, elementos de accionamientos y actuadores incluidos en un sistema neumático o parcialmente neumático.

El proceso experimentado en relación con materiales y métodos de montaje y fabricación ha tenido como consecuencia una mejora de calidad y diversidad de elementos neumáticos, contribuyendo así a una mayor difusión de la neumática en el sector de la automatización.

Los cilindros neumáticos son utilizados con frecuencia como elementos de accionamiento lineal, porque, entre otras razones, se trata de unidades de precio relativamente bajo, de fácil instalación, simples y robustas y, además, están disponibles en los tamaños más diversos.

La lista que se incluye a continuación ofrece una noción general sobre los datos característicos de los cilindros neumáticos:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| • Diámetro | desde 6 hasta 320 mm |
| • Carrera | desde 1 hasta 2000 mm |
| • Fuerza | desde 2 hasta 50000 N |
| • Velocidad del émbolo | desde 0.02 hasta 1 m/s |

Los elementos neumáticos de accionamiento permiten realizar los siguientes tipos de movimientos:

- Movimiento lineal
- Movimiento giratorio
- Movimiento rotativo

A continuación se ofrece una lista de algunas aplicaciones de la neumática:

2.1.1. Aplicaciones generales en la técnica de manipulación

- Sujeción de piezas
- Desplazamiento de piezas
- Posicionamiento de piezas
- Orientación de piezas
- Bifurcación de flujo de materiales

2.1.2. Aplicaciones generales en diversas técnicas especializadas

- Embalar
- Llenar
- Dosificar
- Bloquear
- Accionar ejes
- Abrir y cerrar puertas
- Transportar materiales
- Girar piezas
- Separar piezas
- Apilar piezas
- Estampar y prensar piezas

2.1.3. Características y ventajas de la neumática:

2.1.3.1. Cantidad

En prácticamente cualquier lugar se dispone de cantidades ilimitadas de aire.

2.1.3.2. Transporte

Facilidad de transportar aire a grandes distancias a través de tuberías.

2.1.3.3. Almacenamiento

Posibilidad de almacenar aire comprimido en acumuladores, desde lo que se puede abastecer el sistema. Además, el acumulador (botella) puede ser transportado.

2.1.3.4. Temperatura

El aire comprimido es prácticamente indiferente a oscilaciones de la temperatura. De este modo es posible obtener un funcionamiento fiable, incluso bajo condiciones extremas.

2.1.3.5. Seguridad

El aire comprimido no alberga riesgos en relación con fuego o explosión.

2.1.3.6. Limpieza

El aire comprimido no lubricado no contamina el ambiente.

2.1.3.7. Composición

Los elementos de trabajo son de composición sencilla y, por lo tanto, su precio es relativamente bajo.

2.1.3.8. Velocidad

El aire comprimido es un medio de trabajo rápido, puesto que permite obtener elevadas velocidades del movimiento del émbolo y los tiempos de conmutación son cortos.

2.1.3.9. Sobrecarga

Las herramientas y los elementos neumáticos pueden funcionar hasta que estén totalmente detenidos, por lo que no son sobrecargados.

2.1.4. Desventajas

No obstante, para evaluar correctamente los campos de aplicación de la neumática, también es necesario conocer sus desventajas:

2.1.4.1. Acondicionamiento

El aire comprimido tiene que ser acondicionado, ya que de lo contrario puede producirse un desgaste precoz de los elementos neumáticos por efecto de partículas de suciedad y agua condensada.

2.1.4.2. Compresión

El aire comprimido no permite obtener velocidades homogéneas y constantes de los émbolos.

2.1.4.3. Fuerza

El aire comprimido es económico solamente hasta determinados niveles de fuerza. Este límite se ubica entre 20000 y 30000 Newton según la carrera y la velocidad y suponiendo el uso de las presiones comunes que oscilan entre 6 y 7 bar (600 y 700 kPa).

2.1.4.4. Aire de escape

El escape del aire produce mucho ruido. Sin embargo, este problema puede ser resuelto de modo bastante satisfactorio utilizando materiales que atenúan el ruido y silenciadores.

Antes de optar por el uso de sistemas neumáticos de mando y de trabajo es oportuno efectuar una comparación de la neumática con energías de otra índole. La evolución correspondiente deberá referirse al sistema completo, empezando por las señales de entrada (sensores), pasando por la parte de mando (procesadores) y llegando hasta los órganos de maniobra y los actuadores. Además deberán tomarse en cuenta los siguientes factores:

- Medios de control preferidos
- Equipos ya instalados
- Conocimientos técnicos disponibles
- Sistemas ya instalados

2.1.5. Los medios de trabajo

- Electricidad
- Hidráulica
- Neumática
- Combinación de estos medios

Criterios de selección y características de los sistemas, a tomar en cuenta al elegir los medios de trabajo:

- Fuerza
- Carrera
- Tipos de movimiento (lineal, giratorio, rotativo)
- Velocidad
- Vida útil
- Seguridad y fiabilidad
- Costos de energía
- Operabilidad
- Capacidad de acumulación

2.1.6. Medios de control

- Mecánica

- Electricidad
- Electrónica
- Neumática
- Neumática de baja presión
- Hidráulica

Criterios de selección y propiedades de sistema, a tomar en cuenta al elegir los medios de control:

- Fiabilidad de los componentes
- Sensibilidad frente a factores externos
- Facilidad de mantenimiento y reparación
- Tiempo de respuesta de los elementos
- Velocidad de la transmisión de señales
- Espacio necesario
- Vida útil
- Posibilidad de modificar el sistema
- Necesidad de ofrecer cursos

2.2. SISTEMAS DE CONTROL NEUMÁTICOS

Para que los circuitos neumáticos funcionen correctamente, es necesario que contengan sistemas de control para poderlos manejar correctamente.

2.2.1. Productos en la neumática:

- Actuadores
- Sensores y unidades de introducción
- Procesadores
- Accesorios
- Sistemas de mando completos

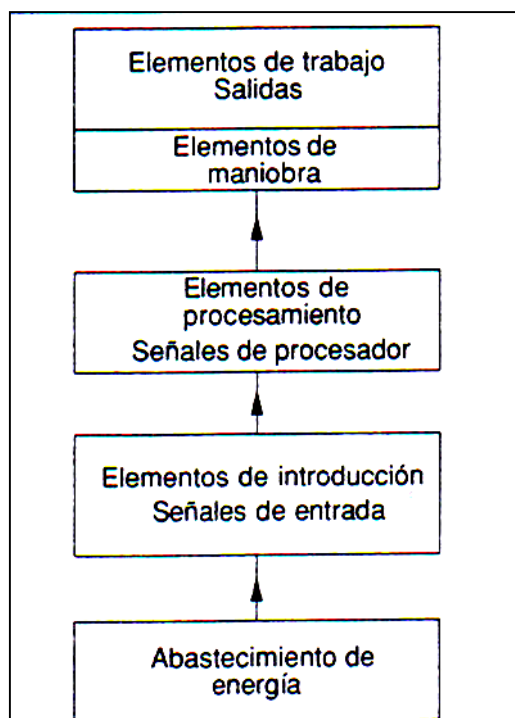
Al desarrollar sistemas de mando neumáticos deberán tomarse en cuenta los aspectos que se indican a continuación:

- Fiabilidad
- Coste y tiempo del mantenimiento
- Costos de piezas de repuesto
- Montaje y puesta en servicio
- Costos de reparación
- Capacidad de modificación y adaptación
- Espacio disponible
- Economía
- Documentación disponible

Los sistemas están compuestos de una concatenación de diversos grupos de elementos.

Estos grupos de elementos conforman una vía para la transmisión de las señales de mando desde el lado de emisión de señales (entrada) hasta el lado de la ejecución del trabajo (salida).

Los órganos de maniobra se encargan de controlar los elementos de trabajo o de accionamiento en función de las señales recibidas por los elementos procesadores.



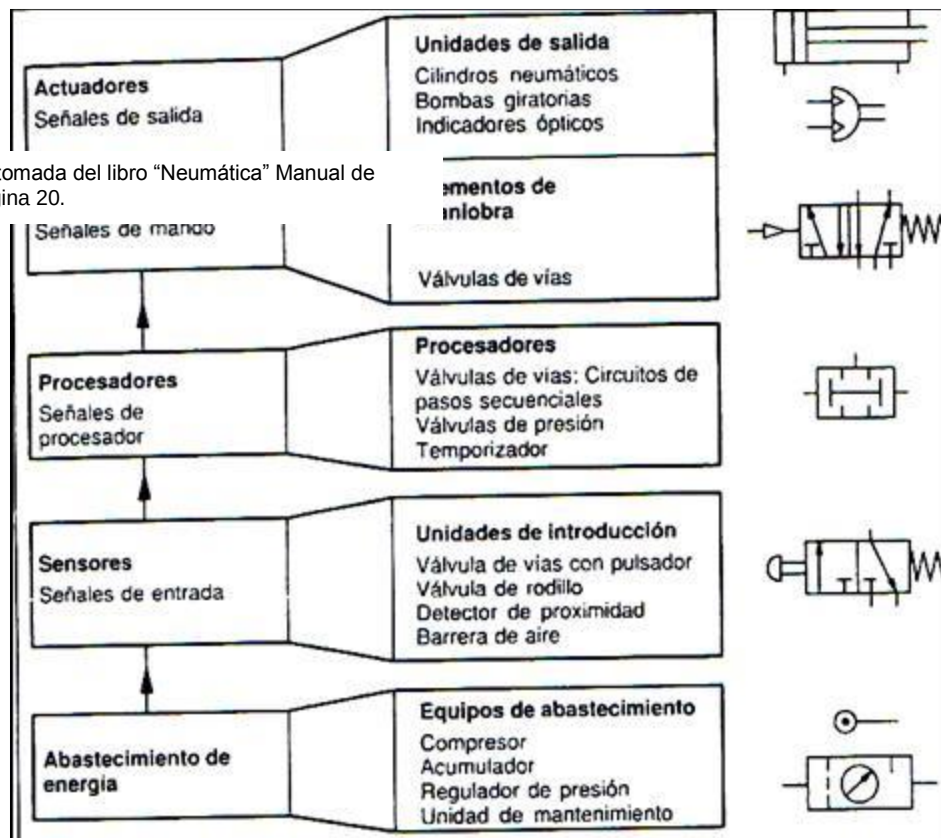
***Figura 2.1 Flujo de señales**

Un sistema de control del neumático esta compuesto de los siguientes grupos de elementos:

- Abastecimiento de energía
- Elementos de entrada (sensores)
- Elementos de procesamiento (procesadores)
- Órganos de maniobra y de accionamiento (actuadores)

Los elementos de un sistema son representados mediante símbolos que, por su diseño, explican la función que asume un elemento en un esquema de distribución.

*Figura 2.1 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 20.



***Figura 2.2 Mando Neumático**

La válvula de vías puede ser utilizada como elemento de emisión de señales, como elemento procesador o como elemento actuador. El criterio que se aplica para atribuir un elemento a un grupo es el lugar de su inclusión en el sistema neumático.

2.2.2. Abastecimiento de aire a presión

El sistema de abastecimiento de aire comprimido para un sistema neumático debería tener dimensiones suficientemente grande y, además, el aire comprimido debería tener la calidad necesaria.

El aire es comprimido con el compresor y, a continuación, es guiado hacia el sistema de distribución de aire. Para tener la seguridad que el aire tiene la calidad requerida, se recurre a una unidad de mantenimiento.

Con el fin de evitar que surjan problemas en el sistema, deberían tomarse en cuenta los siguientes aspectos relacionados al acondicionamiento del aire:

- Consumo de aire

*Figura 2.2 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 21.

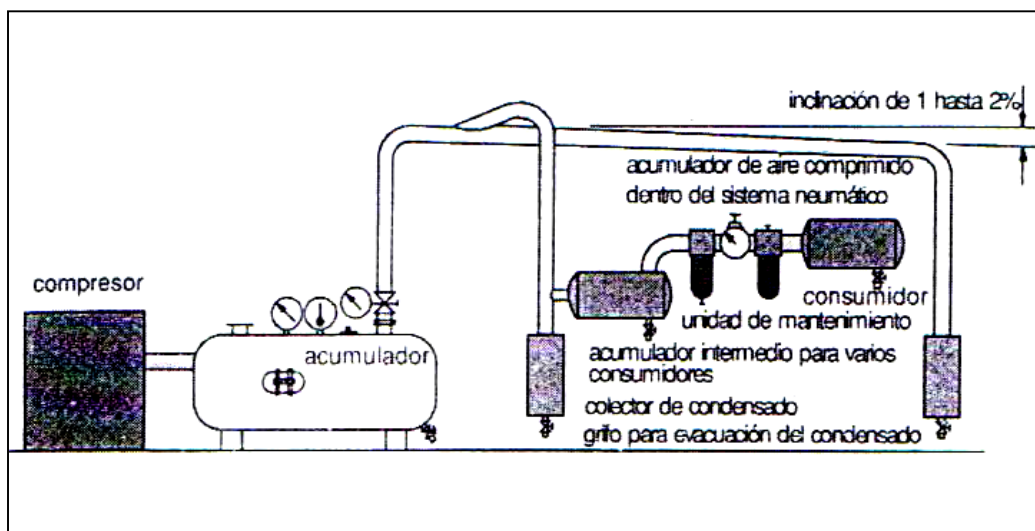
- Presión necesaria en el sistema
- Cantidad acumulada necesaria
- Grado necesario de pureza del aire
- Mínima humedad ambiental
- Requisitos de lubricación
- Temperatura del aire y su incidencia en el sistema
- Tamaño de las tuberías y de las válvulas
- Selección de los materiales utilizados en el equipo y en los periféricos
- Puntos de escape y de purga
- Disposición del sistema de distribución

Los elementos de sistemas neumáticos suelen ser concebidos para presiones de servicio de 8 hasta 10 bar (800 hasta 1000 kPa). No obstante, es recomendable que, por razones económicas, se trabaje en la práctica con presiones entre 5 y 6

bar (500 y 600 kPa). El compresor debería suministrar una presión de 6,5 hasta 7 bar (650 hasta 700 kPa) para poder compensar cualquier fuga en el sistema de distribución.

Para evitar el surgimiento de oscilaciones de presión, deberá instalarse un acumulador.

El compresor se encarga de llenar el acumulador, el cual puede suministrar en todo momento aire comprimido.



***Figura 2.3 Sistema distribución de aire**

El aceite necesario en el sistema neumático debería ser suministrado a través de la unidad de mantenimiento. En el sistema de mando deberán utilizarse normalmente elementos que no precisen de lubricación.



***Figura 2.4 Accesorios del circuito**

Si diversos conductos del sistema de distribución de aire tienen un consumo considerable, es recomendable configurar un circuito principal con conexiones transversales para evitar oscilaciones de presión. El circuito principal debería tener una inclinación de 1 hasta 2% con el fin de poder instalar puntos de purga de agua condensada a cierta distancia del compresor. Si el volumen de agua condensada fuese relativamente grande, es recomendable instalar unidades secadoras del aire con el fin de limitar la unidad del mismo a los niveles deseados. Con frecuencia, el condensado es causa de problemas en sistemas neumáticos.

*Figura 2.3 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 23.

*Figura 2.4 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 23

2.2.3. Elementos de la unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento combina los siguientes elementos:

- Filtro para aire comprimido
- Regulador de aire comprimido

- Lubricador de aire comprimido

La combinación correcta, el tamaño y el tipo de estos elementos es determinado por la aplicación correcta y por las exigencias que se planteen al sistema. Para garantizar la calidad de aire necesaria en cada aplicación, se instalan unidades de mantenimiento en todos los sistemas de control de la red neumática.

2.2.3.1. Filtro para aire a presión

El filtro para aire comprimido tiene la función de eliminar impurezas y condensado del aire a presión que pasa por él. El aire comprimido fluye hacia el vaso del filtro guiado a través de ranuras de entrada. En el vaso se produce la separación de partículas de líquido y de suciedad mediante fuerza centrífuga. Las partículas de suciedad se depositan en el fondo del vaso. El condensado tiene que ser evacuado antes de que llegue al nivel máximo, ya que de lo contrario sería alimentado otra vez al flujo de aire.

2.2.3.2. Regulador de aire a presión

El regulador de aire a presión tiene la función de mantener constante la presión de servicio (presión secundaria), independientemente de las oscilaciones que se produzcan en la presión de potencia (presión primaria) y del consumo del aire.

2.2.3.3. Lubricador del aire a presión

El lubricador del aire a presión tiene la función de agregar aceite al aire en determinado tramo del sistema de distribución de aire, en caso de que el funcionamiento del sistema neumático así lo requiera.

2.2.4. Válvulas

Las válvulas tienen la función de controlar la presión o el paso del aire a presión. Según su tipo, las válvulas pueden clasificarse del siguiente modo:

- Válvulas de vías: Sensores, procesadores y actuadores
- Válvulas de cierre (válvulas de antirretorno)
- Válvulas reguladoras de flujo (válvulas de estrangulación)
- Válvulas de presión
- Combinación de estas válvulas

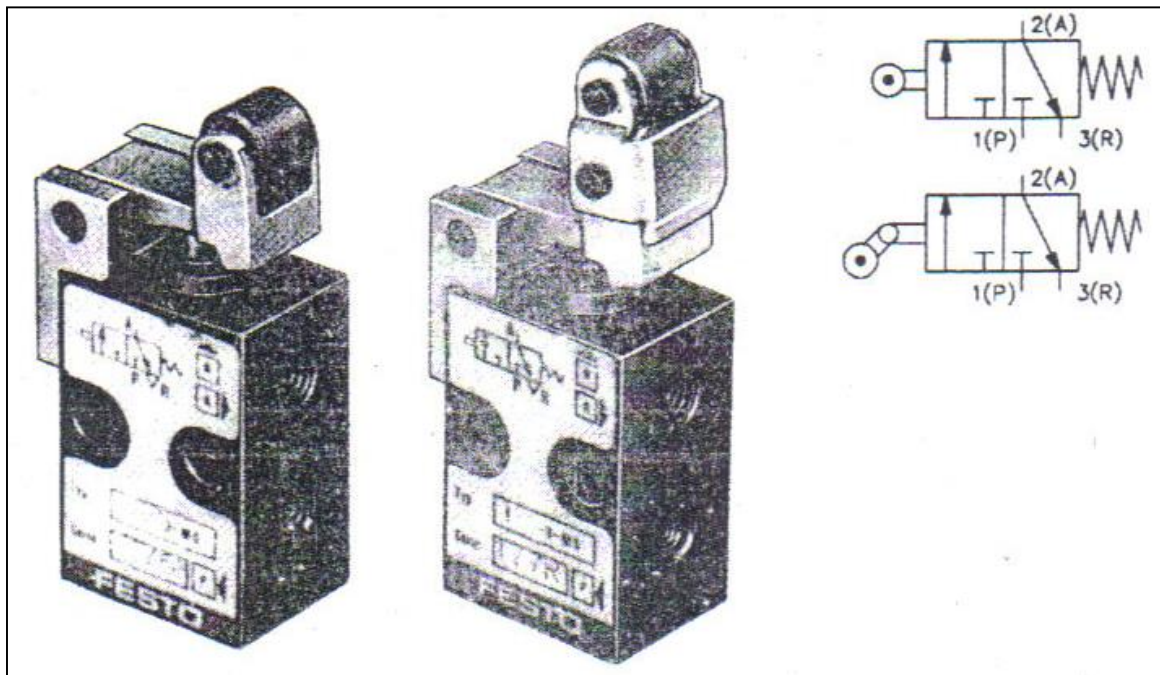
2.2.4.1. Válvulas de vías

Las válvulas de vías controlan el paso de señales neumáticas o de flujo de aire. Estas válvulas abren, cierran o modifican la dirección del paso del aire a presión.

2.2.4.1.1. Parámetros de una válvula de vías:

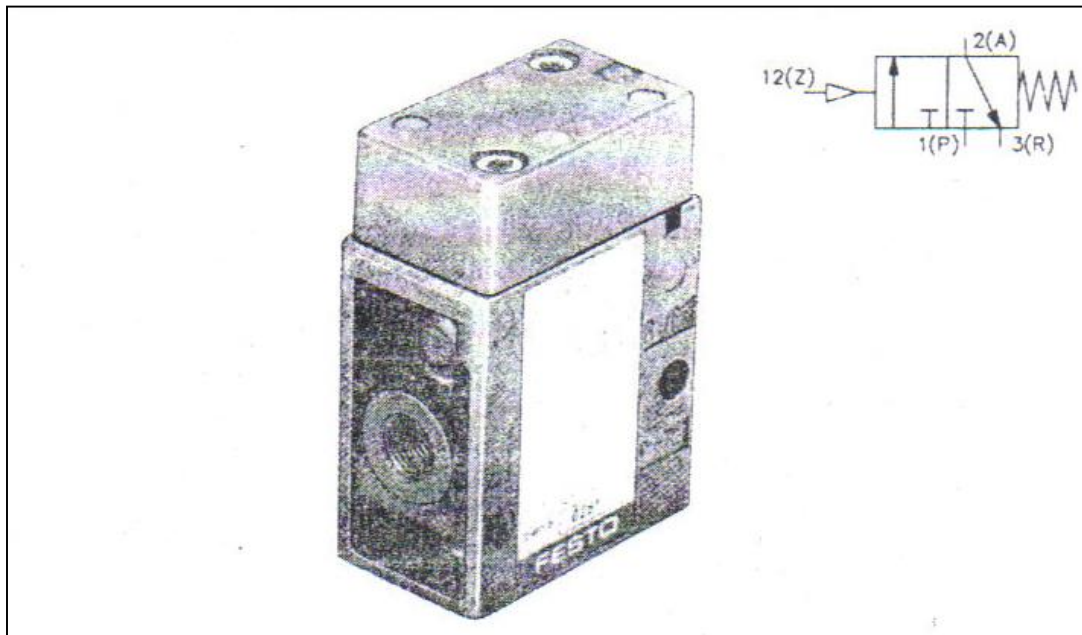
- Cantidad de conexiones (vías): 2 vías, 3 vías, 4 vías, etc.
- Cantidad de posiciones de conmutación: 2 posiciones, 3 posiciones, etc.
- Tipo de accionamiento: mecánico, neumático, eléctrico, manual.
- Tipo de reposición: por muelle, por presión.

La válvula puede actuar como sensor, por ejemplo, mediante un rodillo con leva para detectar la posición del vástago de un cilindro.



***Figura 2.5 Válvulas de 3/2v vías de rodillo con leva normal y escamoteable**

La válvula puede actuar como procesador, en cuyo caso se encarga de fijar o cancelar señales o de desviarlas, según sea la señal de mando.

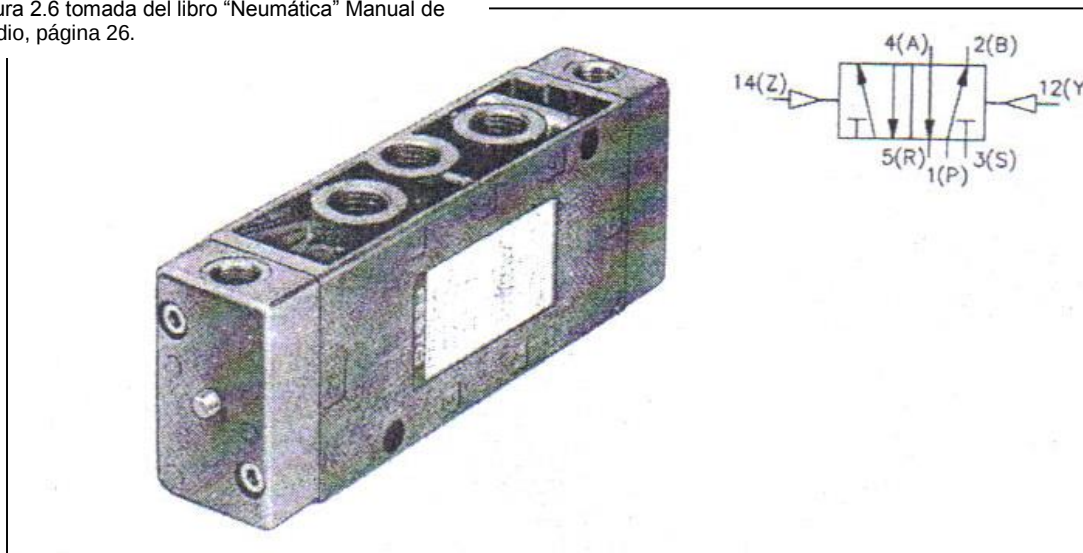


***Figura 2.6 Válvulas de 3/2 vías de accionamiento neumático simple**

Si la válvula es utilizada como actuador, su función es la de ofrecer un caudal

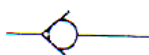
*Figura 2.5 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 26.

*Figura 2.6 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 26.



***Figura 2.7 Válvulas de 5/2 vías de accionamiento neumático doble**

Válvula de antirretorno ⇒ Variantes



Válvula de antirretorno

***Figura 2.8 Válvulas antirretorno**

*Figura 2.7 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 27.

*Figura 2.8 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 27.

), permiten que el flujo de aire pase en una sola dirección. Este tipo de válvulas es utilizado, entre otros, en válvulas selectoras o, en combinación con una válvula reguladora de caudal, en válvulas de estrangulamiento y antirretorno (válvulas reguladoras de caudal unidireccionales).

2.2.4.3. Válvulas reguladoras de flujo

Las válvulas reguladoras de flujo (o de estrangulación) bloquean o estrangulan el caudal y, en consecuencia, regulan el paso del aire. En el caso ideal, es factible regular sin escalonamientos desde paso totalmente abierto hasta paso totalmente bloqueado. De ser posible, las válvulas reguladoras de flujo deberían instalarse en las inmediaciones del elemento de trabajo, debiéndose efectuar su ajuste en concordancia con las condiciones dictadas por la aplicación respectiva. Si en paralelo funciona, además, una válvula de antirretorno, entonces el paso es limitado en una dirección y, en la dirección contraria, el paso de aire es máximo.



***Figura 2.9 Válvula de estrangulación**

2.2.4.4. Válvulas de presión

Las válvulas de presión se clasifican según tres grupos principales:

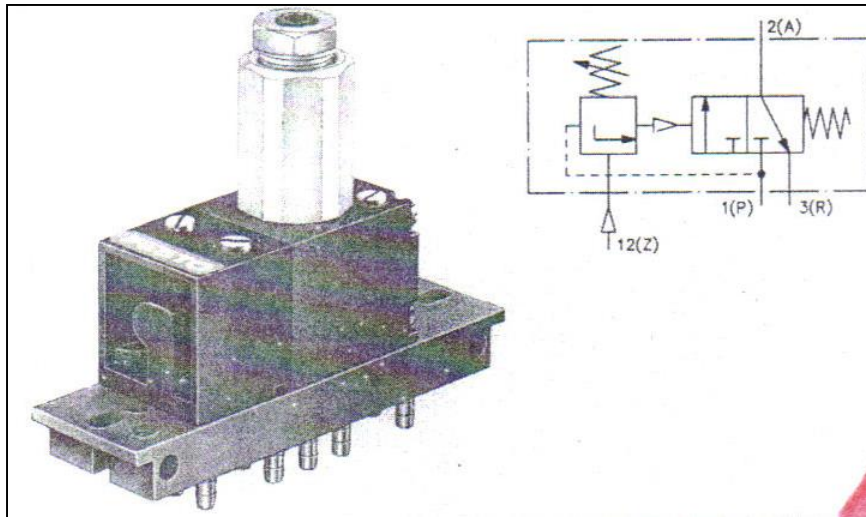
- Válvulas reguladoras de presión
- Válvulas de secuencia

*Figura 2.9 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 28.

Las válvulas limitadoras de presión son instaladas detrás del compresor con el fin de limitar, por razones de seguridad, la presión en el acumulador y, además, para que pueda ajustarse correctamente la presión de alimentación. Las válvulas reguladoras de presión se encargan de mantener constante la presión de trabajo, independientemente de las oscilaciones de presión que pueda haber en la red.

Las válvulas de secuencia son utilizadas en aquellos casos en los que se necesite una señal de presión para activar un mando.

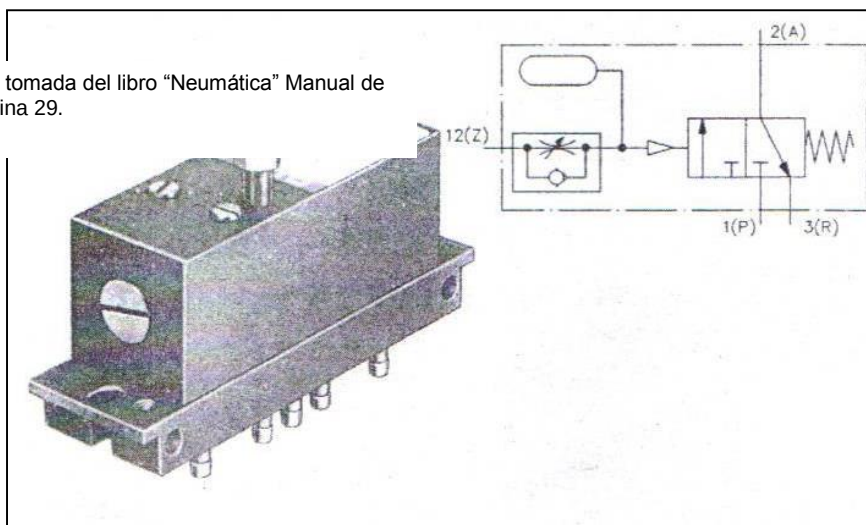
Si la señal de mando alcanza la presión previamente ajustada, responde la válvula de 3/2 vías instalada en este caso. La válvula vuelve a su posición normal cuando la señal de mando corresponde a una presión menor a la que se haya ajustado.



***Figura 2.10 Válvula de secuencia**

Unidades compactas: La combinación de varios elementos permite ejecutar otras funciones secuenciales. A modo de ejemplo podría mencionarse la válvula de estrangulación y antirretorno, acumulador y válvula de 3/2 vías es utilizada como elemento temporizador.

*Figura 2.10 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 29.



***Figura 2.11 Válvula temporizadora**

Una vez transcurrido el tiempo ajustado, la válvula abre el paso. Esta posición es mantenida mientras que esté presente la señal de mando. Otra combinación posible sería de una válvula de estrangulación y antirretorno y una unidad de mando bisanual.

2.2.5. Sistemas neumáticos

Un cilindro es accionado por lo general mediante una válvula de vías. La selección de la válvula de vías (cantidad de conexiones, cantidad de posiciones, tipo de accionamiento) depende en cada caso de la aplicación concreta.

2.2.6. Accionamiento de un cilindro de simple efecto

2.2.6.1. Planeamiento

El vástago de un cilindro de simple efecto deberá avanzar para recibir presión y volver automáticamente a la posición normal cuando está bloqueada la alimentación de aire a presión.

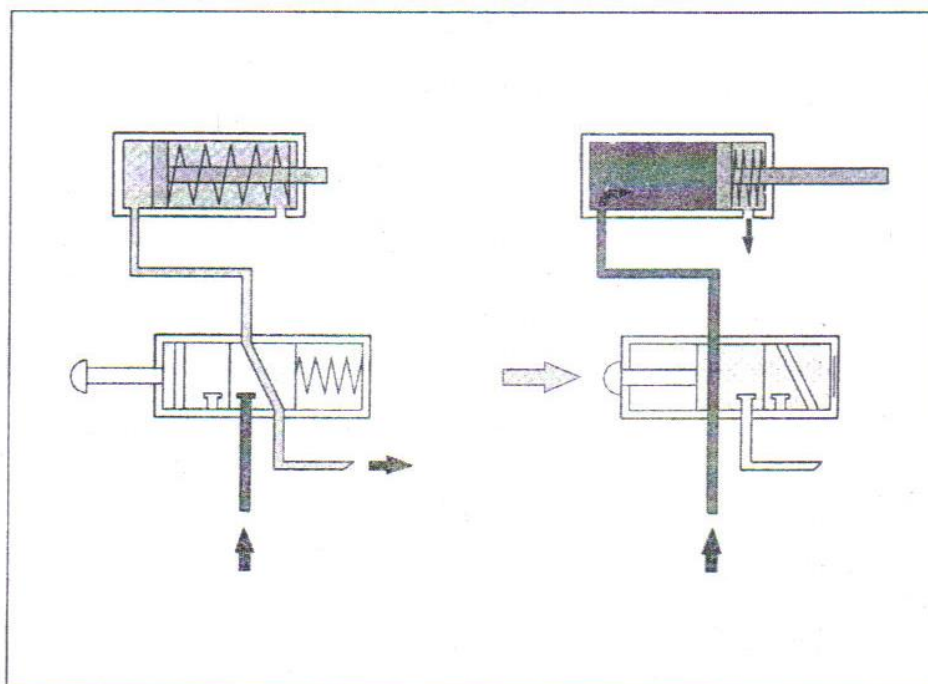
2.2.6.2. Solución

Accionamiento del cilindro de simple efecto mediante una válvula de 3/2 vías manual. La válvula cambia de posición normal a posición de paso al accionarse el pulsador. El esquema de distribución incluye los siguientes elementos:

*Figura 2.11 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 29.

posición por muelle

- Válvula manual de 3/2 vías, de reposición por muelle
- Alimentación de aire a presión conectado a la válvula de 3/2 vías
- Conexión de aire a presión entre la válvula y el cilindro



***Figura 2.12 Accionamiento de un cilindro de simple efecto**

El conexionado de la válvula de 3/2 vías consta de la conexión de aire a presión, de la tubería de trabajo y la de salida y, además de la conexión de evacuación de aire. Estas conexiones están unidas en función de la posición de la válvula. En la figura 2.12 se muestra las conexiones posibles.

2.2.6.3. Posición normal

La posición normal (esquema izquierdo) es el estado en el que están ocupadas todas las conexiones sin que se haya producido un accionamiento manual por el usuario. En este estado inactivo, la conexión de aire a presión está bloqueada en la válvula y el cilindro está en posición retraída (reposición por muelle). Si la válvula se encuentra en esta posición, la cámara de presión del cilindro está vacía.

2.2.6.4. Accionamiento del pulsador

Al accionar el pulsador, la válvula de 3/2 vías actúa contra la fuerza del muelle de reposición y muestra la válvula en posición de trabajo. En este estado, la conexión de aire a presión está unida a la cámara del lado del émbolo del cilindro. De esta manera se genera una presión en dicha cámara, con lo que el vástago del cilindro avanza en contra de la fuerza del muelle de reposición. Una vez que el cilindro llega a la posición anterior de final de carrera, la presión en la cámara del lado del émbolo es máxima.

2.2.6.5. Pulsador sin accionar

En el momento en que se deja de accionar el pulsador, el muelle de reposición se encarga de recuperar la posición normal de la válvula, con lo que el cilindro retrocede.

La velocidad de avance y la de retroceso del vástago del cilindro suelen ser diferentes:

- El muelle ejerce una contra fuerza cuando avanza el cilindro
- Al retroceder el cilindro, el aire desplazado es evacuado a través de la válvula. En consecuencia, el aire debe superar una fuerza de fricción del flujo.

Los cilindros de simple efecto suelen estar contruidos de tal modo que la velocidad de avance es mayor que la de retroceso.

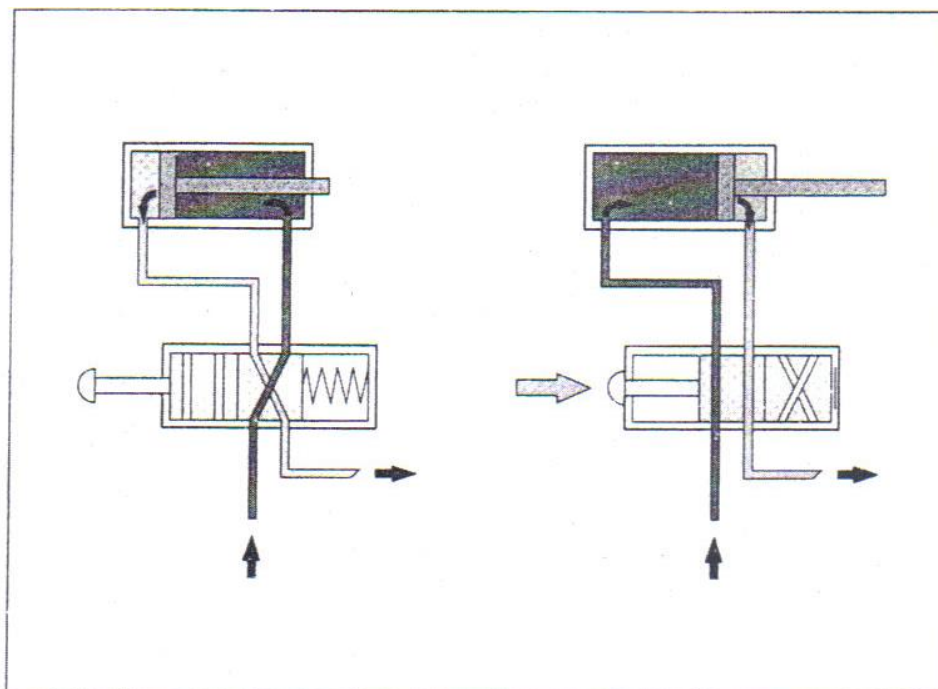
2.2.7. Accionamiento de un cilindro de doble efecto

2.2.7.1. Planeamiento

El vástago de un cilindro de doble efecto deberá avanzar al accionarse un pulsador y deberá retroceder cuando se suelte. El cilindro de doble efecto puede trabajar en ambas direcciones ya que ambos lados del émbolo pueden recibir presión del sistema para efectuar las operaciones de avance y de retroceso.

“2.2.7.2. Solución”⁵

Accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una válvula manual de 4/2 vías. Pulsando y dejando de pulsar, la válvula genera y, respectivamente, cancela una señal.



***Figura 2.13 Accionamiento de un cilindro de doble efecto**

2.2.7.3. Posición normal

La posición normal (esquema izquierdo) es aquella en la que se encuentra el sistema sin que el usuario accione el pulsador. En este estado inactivo, el lado del vástago recibe presión mientras se evacua el aire en el lado del émbolo.

2.2.7.4. Pulsador activado

Al activarse el pulsador, la válvula de 4/2 vías actúa en contra de la fuerza del muelle de reposición. En el esquema derecho se muestra la válvula en posición de trabajo. En este estado, el aire a presión está conectado al lado del émbolo del cilindro a través de la válvula, mientras que en el lado del vástago se evacua el aire. La presión que se forma en el lado del émbolo provoca que el vástago avance. Una vez que el vástago llega a la posición delantera de final de carrera, se genera la presión máxima del sistema en el lado del émbolo del cilindro.

*Figura 2.13 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 34.
5 Tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 34.

e activar el pulsador, el muelle de reposición posición normal. El lado del vástago recibe presión y el cilindro retrocede. El aire del lado del émbolo es evacuado hacia afuera de la válvula.

2.2.8. Observación

La velocidad de retroceso y la de avance suelen ser diferentes, circunstancia que se explica por las siguientes razones: En el lado correspondiente a la operación de avance, el vástago ocupa parte del volumen del cilindro. En consecuencia, al retroceder, el cilindro tiene que llenarse con menos aire que al avanzar. Por lo tanto, la velocidad del retroceso es mayor que la del avance.

2.2.9. Elementos de accionamiento

El grupo de los elementos de accionamiento incluye diversas variantes de movimiento lineal y giratorio de diversos tamaños y ejecuciones. Los elementos de accionamiento son accionados mediante válvulas que dejan pasar la cantidad de

aire necesaria para el trabajo en cuestión. Estas válvulas normalmente están instaladas directamente al conducto principal de aire a presión con la finalidad de mantener en niveles mínimos la pérdida del caudal del aire.

***Figura 2.14 Actuador y elemento de maniobra**

LOS *Figura 2.14 tomada del libro "Neumática" Manual de estudio, página 31. den clasificarse de la siguiente manera:

- Elementos de accionamiento lineal:
 - Cilindros de simple efecto
 - Cilindros de doble efecto
- Elementos de accionamiento giratorio:
 - Accionamiento giratorio
 - Motor neumático

2.3. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

2.3.1. Necesidades

Este primer paso es realizado por alguien, jefe o cliente, al decir: “lo que se necesita es...” Por lo general este enunciado será breve y sin detalles. Estará muy lejos de proporcionarle un planteamiento estructurado del problema. Por ejemplo, el enunciado del problema podría ser: “Se necesita mejor podadora de pasto”

En nuestro caso la necesidad es mejorar la operación de montaje de ruedas en vehículos.

Para esta necesidad primero se evalúa la situación del área de trabajo, para esto tomamos en cuenta varios factores que son:

- Peso del neumático.
- Movimientos verticales y horizontales en el rack.
- Movimientos verticales y horizontales en el transporte hacia el vehículo.
- Movimiento vertical y horizontal en el montaje al vehículo.

Teniendo como resultado que la operación es antiergonómica con un riesgo alto de daño lumbar.

2.3.2. Investigación preliminar

Ésta es la fase más importante del proceso, y desafortunadamente con mucha frecuencia la más ignorada. El término investigación, utilizado en este proyecto, no debe conjurar visiones de científicos mezclando sustancias en probetas. Más bien es una investigación más artesanal, que reúne información de fondo sobre la física, química u otros aspectos pertinentes del problema. Además, es pertinente indagar si éste, o un problema similar, ya han sido resuelto con anterioridad. No tiene caso reinventar la rueda. Si tiene suerte suficiente de encontrar en el mercado una solución ya obtenida, sin duda será más económica de adquirir que crear una solución propia. Es muy probable que éste no sea el caso, pero puede aprender mucho sobre el problema investigando el arte existente asociado con tecnologías y productos similares. Muchas compañías adquieren, desarmen y analizan los productos de sus competidores, un proceso en ocasiones conocido como “benchmarking”.

La literatura de patentes y las publicaciones técnicas en la materia son fuentes obvias de información y son vía accesible a la web. La U.S. Patent and Trademark Office mantiene un sitio web en www.uspto.gov donde se pueden encontrar patentes emitidas desde 1976 por palabra clave, inventor, título, número de patente u otros datos. Se puede imprimir una copia de la patente desde el mismo sitio. Un sitio comercial en www.delphion.com, también proporciona copias de patentes existentes, incluidas las publicadas en países europeos. Se requiere la sección de “revelación” o “especificación” de una patente para describir la invención con tal detalle que cualquier “versado en la materia”, pueda hacer la invención. A cambio de esta revelación total el gobierno otorga al inventor un monopolio durante 20 años sobre la invención. Una vez que ese plazo expira, cualquiera puede usarla. Es claro que, si se encuentra que existe la solución y esta amparada por una patente en vigor, se tiene solo algunas opciones éticas:

- Adquirir la solución existente con el dueño de la patente.
- Diseñar algo que no cree un conflicto con la patente
- Desechar el proyecto.

Las publicaciones técnicas en ingeniería son numerosas y variadas y son provistas por un gran número de organizaciones profesionales.

La red mundial (INTERNET), es un recurso increíblemente útil para el estudiante en busca de información sobre cualquier tema. Los muchos motores de búsqueda disponibles proporcionan un caudal de información en respuesta a las palabras claves seleccionadas. En la web es fácil de encontrar fuentes de partes adquiridas tales como engranes, cojinetes y motores para diseñar máquinas. Además, mucha información de diseño de máquinas para ayuda ergonómica esta disponible en la web.

Es muy importante dedicar tiempo y energía suficientes para esta fase de investigación y preparación del proceso para evitar la turbación de encontrar una gran solución al problema equivocado. La mayoría de los estudiantes prestan poca atención a esta fase y pasan con demasiada rapidez a la etapa de ideación e

invención del proceso. Esto debe evitarse, hay que disciplinarse y no tratar de resolver el problema antes de estar perfectamente preparado para hacerlo.

2.3.3. Planteamiento de objetivos

Una vez que se entiende por completo el antecedente del problema como originalmente se planteó, se estará listo para replantearlo en forma de enunciado de objetivos más coherentes. Este nuevo enunciado del problema deberá tener tres características:

Deberá ser conciso, general e inoloro en cuanto a expresiones que predigan una solución. Deber ser expresado en términos de visualización funcional, lo que significa visualizar su función, en lugar de cualquier incorporación particular.

Por ejemplo, si el enunciado original de la necesidad fue “diseñar una mejor podadora de pasto”, después de que por años se han investigado mil formas de cortar el pasto, el ingeniero podría replantear el objetivo, “Diseñar un medio de cortar el pasto”.

El enunciado original del problema contiene una trampa incorporada en la forma de las palabras “podadora de césped”.

Para la mayoría de las personas, esta frase les creará una visión de algo con aspas zumbantes y un motor ruidoso. Para que la fase ideación sea más exitosa es necesario evitar tales imágenes y plantear el problema de manera clara y concisa.

Una vez que se ha estructurado el problema por lo menos temporalmente, ahora se puede aplicar técnicas más complejas para examinar el desempeño del diseño en la fase de análisis del proceso del diseño.

Se requerirá más interacción conforme el análisis ponga de manifiesto algunos problemas.

2.4. MATRIZ DE DECISIÓN

Cuando se ha realizado los análisis de aplicación y se han obtenido varios modelos potencialmente factibles se debe seleccionar el mejor diseño disponible para un diseño detallado, creación de prototipo y pruebas. El proceso de selección casi siempre implica un análisis comparativo de las soluciones de diseño disponible, para esto la matriz de decisión ayuda a identificar la mejor solución al forzarlo a considerar varios factores de manera sistemática.

	COSTO	SEGURIDAD	DESEMPEÑO	CONFIABILIDAD	RANGO
Factor de ponderación	0,35	0,3	0,15	0,2	1
Diseño 1	3	2	4	5	3,25
TOTAL	1,05	0,6	0,6	1	
Diseño 2	6	4	8	8	6,1
TOTAL	2,1	1,2	1,2	1,6	
Diseño 3	4	3	5	6	4,25
TOTAL	1,4	0,9	0,75	1,2	

Tabla 2.1 Matriz de decisión

CAPITULO 3

3.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPÓSITO

El diseño del equipo propuesto esta realizado en base a las necesidades tanto ergonómicas como funcionales para el operador, tomando en cuenta el tamaño, facilidad de funcionamiento y comportamiento de la máquina puesta en marcha.

Para| esto se diseño el sistema de movimiento vertical del equipo el cual se encarga de mover de un punto A a un punto B de forma vertical. Este movimiento debe ser libre y sin ningún tipo de obstáculos para garantizar que la operación sea agradable para el operador y el equipo no sufra desperfectos en la operación. Este movimiento vertical del punto A al punto B se lo va a realizar mediante un vehículo de transporte que va a garantizar el movimiento vertical manteniendo estabilidad y uniformidad en el desplazamiento.

Este vehículo esta construido por:

- Rodamientos: Los rodamientos se encargaran de mantener la estabilidad en el movimiento.
- Placa de Acero: Este va a ser el chasis del vehículo, donde se colocaran los ejes y rodamientos.
- Anillo seeguer: El anillo seeguer se encarga de asegurar los rodamientos al eje.

A este vehículo de transporte se realiza una perforación donde se colocará y ajustará el vástago del cilindro que tiene una medida de 12 mm de diámetro por $\frac{1}{2}$ de paso.

Este vehículo va a ser el encargado del deslizamiento del punto A al punto B, a este se le coloca el cuerpo de transporte que va a tener la función de base para el soporte del eleva neumático. Para la facilidad en la colocación del neumático al vehículo se realizo el diseño de unas ruedas a base de rodamientos que va a tener la función del movimiento giratorio del neumático para facilidad del ensamblaje del vehículo. Este tiene anillos de acero que tienen la función de guiar a los neumáticos para evitar un exceso de movimiento horizontal del neumático estos anillos fueron alivianados para garantizar el uso del cilindro.

3.1.1. Proceso de corte de perfiles y tubos

Para el proceso de corte de perfiles, primeramente se realizo la toma de medidas en base a los planos estructurales previamente realizados, para lo cual se utilizo en corte la herramienta cortadora de perfiles. Los perfiles para la base del equipo tienen una longitud de 500 mm por 500 mm, con un tubo de refuerzo de 440 mm ubicado 250 mm al borde interno del perfil, esto para lograr equilibrar la máquina evitando que esta por el peso no tenga estabilidad. A esta se le sumo un perfil G el cual tiene una longitud de 40 mm, el cual sirve de soporte para el perfil en forma de C que nos servirá de guía para el pistón. Para dar rigidez a los perfiles se colocaron tubos de 3 pulgadas de una longitud de 900 mm en tres puntos de la guía, lado izquierdo, lado derecho y lado posterior del perfil guía. Para el desarrollo del

vehículo guía del soporte del neumático se realizó el corte de una placa de acero de 100 mm por 40 mm.

3.1.2. Proceso de soldadura de perfiles

Todos los perfiles después de ser cortados, fueron soldados con suelda mig, utilizamos esta suelda ya que tanto el acabado y la resistencia a movimientos y esfuerzos son garantizados.

3.1.3. Proceso de montaje del sistema neumático

Para el proceso de ensamblaje del sistema neumático, se realizaron diferentes pruebas de posicionamiento en el equipo ya que al momento de diseñar la máquina se lo realizó de tal manera que todos los componentes móviles puedan ser desarmados, esto para dar facilidad en el caso de que el equipo deba ser reparado por algún inconveniente presentado en su funcionamiento.

El sistema neumático consta de cuatro componentes esenciales que son:

- a.- Unidad de mantenimiento
- b.- Válvula de paro de emergencia
- c.- Válvula de control del cilindro
- d.- Cilindro neumático de doble efecto

A través de una cañería de poliuretano estos componentes principales se unen con otros accesorios para dar el funcionamiento requerido del equipo, estos accesorios son las partes que ayudan a construir el circuito neumático de forma fácil y a que el sistema cumpla con su funcionamiento de forma normal con accionamientos fáciles del sistema, evitando ruidos fuertes por el accionamiento de los sistemas neumáticos.

El circuito neumático fue armado en base a las necesidades del sistema, implementando ayudas como reguladores de caudal para manejar velocidades

adecuadas para la operación y un paro de emergencia para garantizar la seguridad de la operación por si ocurriera algún inconveniente en el trabajo.

3.2. ANÁLISIS Y FUNCIONAMIENTO DE CALIBRACIONES

El manipulador ergonómico de llantas es un equipo que funciona por medio de la neumática a través de válvulas que van a ser las encargadas de realizar los diferentes movimientos del equipo.

Para el funcionamiento correcto de la máquina, es fundamental que el sistema de aire se encuentre en óptimas condiciones, es importante que el circuito de aire posea una unidad de mantenimiento para garantizar la calidad de aire.

El equipo tiene como función principal el movimiento vertical del vástago del cilindro, para este movimiento es necesario que las válvulas o pulsadores se encuentren en un lugar de fácil manipulación.

El manejo del equipo es muy sencillo ya que posee dos pulsadores que nos va a facilitar el trabajo, ya que un pulsador sirve para subir el soporte de la llanta y el otro pulsador nos ayuda a bajar el cilindro.

La máquina funciona con un caudal de aire de entre 60-100 PSI en condiciones normales, es decir a 18 grados centígrados de temperatura con una humedad normal y en lugar bajo techo.

El funcionamiento de la máquina nos da bastante seguridad en el uso ya que nos proporciona libertad en el movimiento, el equipo no es pesado y se puede posicionar en el lugar de trabajo. La máquina nos brinda mucha facilidad en el manejo ya que solo posee el mando de control el cual nos ayuda a controlar de una manera muy fácil el movimiento vertical de la máquina. De igual manera el equipo posee un lugar para la colocación de las tuercas de la llanta, para mayor facilidad del operador al momento de ubicarlas en la rueda para el ajuste en el vehículo, las ruedas de soporte nos ayuda a que al momento de colocar las ruedas no se tiendan a mover y provoquen dificultad en el montaje de la rueda.

Para mayor seguridad del operador se corrigió colocando una válvula de tres posiciones para lograr y evitar confusiones en el manejo del equipo, también se eliminó uno de los cilindros de posición horizontal ya que esto podía provocar que la llanta saliera del soporte de la llanta y pueda provocar daños al operador por su caída intempestiva, para solucionar esto se colocó unas guías de ayuda al cilindro principal para evitar el movimiento pendular que podría darse.

Se colocaron unas garruchas de 6 pulgadas para mejorar la altura que existe entre el rack y la máquina como también para poder colocar las ruedas a una altura mayor a la que se colocaba normalmente, ayudando con esto a que el operador no tenga que inclinar su espalda para este trabajo.

Se adecuó también una pistola de impulso para el ajuste de las tuercas de la rueda, esta pistola es de uso muy común en las ensambladoras ya que brindan seguridad al operador ya que evita dar el latigazo al terminar el ajuste. La operación de ajustar la rueda en el aire nos da mayor tiempo de producción ya que la operación de ajuste y torque en el piso se pierde segundos que se los puede utilizar en otras operaciones.

Con estas modificaciones que se hicieron al equipo inicial, ayudamos para que los operadores se sientan más seguros y su área de trabajo sea mejor utilizado, optimizando operaciones, eliminando exceso de movimientos, seguridad en el trabajo, eliminando el alzar y posicionar en la manzana y en el tambor de la llanta posterior, calidad en la operación, realizando toda la operación en la misma estación de trabajo, aminoramos tiempo de operación realizando el ajuste y torque de las tuercas en el mismo lugar de trabajo.

3.3. REDACCIÓN DE MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO

3.3.1. Descripción general y datos técnicos

El manipulador neumático es una máquina de accionamiento manual que permite el movimiento vertical del soporte de las ruedas de manera rápida y con poco esfuerzo.

Los movimientos pueden ser en cualquier dirección dentro de los límites definidos por el área de trabajo, facilitando al operador trabajar sin fatigas y en condiciones de máxima seguridad.

El movimiento vertical con o sin carga se obtiene mediante la acción de un cilindro de doble efecto.

3.3.2. Finalidad del equipo

El manipulador está proyectado para mover un solo tipo rueda para vehículos de hasta 2500 Kg, rápidamente desde el rack hasta el vehículo donde va a ser colocado el neumático.

No debe ser empleado para otros usos ya que puede causar un mal funcionamiento o el daño permanente del equipo.

3.3.3. Principio de funcionamiento

El manipulador tiene un cilindro neumático de doble efecto, acoplado a un brazo donde se encuentran un soporte para la rueda, permitiendo el movimiento vertical y radial de la carga.

El brazo donde se encuentra el soporte permite el movimiento circular del neumático, ayudando al posicionamiento de la rueda en el vehículo, en el área debe estar los racks y el vehículo.

El cilindro equilibra la carga y adopta su acción de ascenso y descenso esto se logra con el accionamiento de una válvula de control con selector de posición para moverlo de un punto a otro. Este sistema está alimentado con aire comprimido, piloteado por válvulas de control a través de varios circuitos neumáticos oportunamente predispuerto y previamente regulado.

3.3.4. Características ambientales de utilización

El manipulador debe ser utilizado en lugares protegidos contra la lluvia, el polvo y ambientes húmedos.

El equipo debe trabajar de 0 a 45 grados centígrados.

3.3.5. Características neumáticas

El manipulador esta alimentado a través de un filtro coalescente con purga automática un regulador de presión y una válvula de seguridad de conmutación manual, con conexiones de 3/4, dando un aire limpio, seco y no lubricado a una presión de 60 PSI.

3.3.6. Ciclo de trabajo

- Seleccionar hacia abajo con la válvula de control.
- Retirar del rack el neumático y colocar en la máquina.
- Asegurar la colocación del neumático sin que este tenga movimiento horizontal.
- Trasladar desde el rack hacia el vehículo al montar.
- Elevar el neumático colocando la válvula selectora en posición subir.
- Girar el neumático alineando con los espárragos de la manzana el tambor del vehículo.
- Posicionar el neumático en el vehículo.
- Colocar tuercas, ajustar y apretar.
- Seleccionar con la válvula de control bajar y repetir el proceso.

3.3.7. Manutención y búsqueda de desperfectos

3.3.7.1. Unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento es la base para el correcto funcionamiento del manipulador, esta formado por un filtro coalescente, un regulador de presión y una válvula de descarga.

Los cartuchos de los filtros coalescentes se deberán cambiar cada año.

Para el regulador de presión, se debe fijar siempre que este no se encuentre trabado y que el aumento de presión este acorde con el movimiento que se realiza en el botón regulador.

Para el nivel de aceite, verificar continuamente que la unidad de mantenimiento se encuentre siempre con aceite, si se encuentra en un nivel bajo rellenarlo con aceite especial de festo (o su equivalente), para esto se debe retirar el vaso reservorio girándolo hacia la derecha, rellenar el aceite hasta el limite que indica el recipiente y colocarlo nuevamente.

3.3.7.2. Revisión de la instalación neumática

Efectuar un control general de las diversas uniones de los tubos con los racores verificando que no hay pérdidas de aire, si se encuentran uniones con racores defectuosos debe ser cambiado por un nuevo racor o tubo.

Estas revisiones se sugiere realizarlas cada seis meses.

3.3.7.3. Búsqueda de desperfectos

El manipulador no sube el soporte de los neumáticos.

- La presión de alimentación es inferior a la necesaria
- Verificar las conexiones y tubos que no estén rotos
- Revisar el cartucho del filtro separador de agua y reemplazarlo

3.3.8. Características técnicas

El equipo se encuentra estructurado por el siguiente material:

- Cilindro de doble efecto
- Válvula antirretorno
- Válvula panel
- Conmutador
- Pulsador con enclavamiento
- Regulador de caudal
- Racor recto
- Racor rápido
- Tubo de poliuretano
- Unidad de mantenimiento

3.3.9. Recomendaciones

- Cambiar los cartuchos de filtraje en el filtro coalescente cada año.
- Si existirá algún racor defectuoso, vasos rotos de los filtros, silenciadores rotos cambiarlo inmediatamente por un nuevo.
- Eliminar cualquier tipo de fuga que existiere ya que produce pérdidas de aire y causa el mal funcionamiento del equipo.

3.3.10. Seguridad

Hasta la actualidad aún no existe norma que establezca el nivel de seguridad exigido para sistemas neumáticos. Para que, no obstante, los sistemas neumáticos sean seguros, es necesario recurrir a normas y reglamentos válidos para otras especialidades.

3.3.11. Inactivación del mando

En el caso de producirse una activación del mando o al desconectarlo, los operadores no deberán correr peligro alguno.

3.3.12. Interruptor de paro de emergencia

Los sistemas neumáticos equipados con cilindros deberán llevar un interruptor de emergencia. Según las características de construcción y de servicio, deberá establecerse si la función de paro de emergencia.

- Provoca que el sistema pase a presión cero
- Si todos los cilindros pasan a posición normal cero
- Si todos los cilindros quedan bloqueados en su posición instantánea

Estas tres posibilidades también pueden combinarse entre sí.

3.3.13. Criterios de seguridad para sistemas neumáticos de sujeción

Al usar sistemas neumáticos de sujeción es recomendable acatar las siguientes directivas:

Los elementos de mando de sistemas neumáticos de sujeción deberían estar concebidos de tal manera que no puedan ser activados involuntariamente. Con ese fin, pueden adoptarse las siguientes medidas:

- Unidades de conmutación manual recubiertas o bloqueadas.
- Bloqueos para el mando.

Para evitar accidentes en las manos, causados por sistemas de sujeción, deben adoptarse diversas medidas de precaución. Estas pueden ser, concretamente las siguientes:

- Ubicar cilindros de sujeción fuera de la zona de avance,
- Utilizar cilindros de seguridad que aplican la fuerza máxima una vez que han sujetado la pieza.
- Utilizar sistemas de mando bimanuales.

Las máquinas equipadas de sistemas neumáticos de sujeción tienen que estar concebidas de tal manera que el husillo o la unidad de avance puedan ser activados

solo cuando concluye la operación de sujeción. Estas condiciones se obtienen refiriendo a los siguientes elementos:

- Convertidores de presión.
- Válvulas de secuencia.

3.3.14. Contaminación del medio ambiente

Los sistemas neumáticos pueden contaminar el medio ambiente de dos maneras:

- Ruidos ocasionados por los escapes de aire.
- Nieblas de aceite: se trata de nieblas ocasionadas por aceite en el compresor o por aceite agregado al aire en la unidad de mantenimiento. Esta niebla de aceite contamina al medio ambiente al descargarse el aire.

3.3.15. Ruidos

En consecuencia, es necesario adoptar las medidas apropiadas para evitar un nivel de ruido demasiado elevado en los puntos de escape de aire. Con este fin, puede recurrirse a los siguientes elementos:

Silenciadores para escape de aire: Los silenciadores disminuyen el nivel de ruidos en los puntos de descarga de aire de las válvulas. Su función consiste en disminuir la velocidad del aire. Esta característica puede significar una disminución de la velocidad del vástago de un cilindro.

Otra solución es la de regular la resistencia al flujo de aire en los silenciadores de estrangulación. De este modo es posible regular la velocidad de los cilindros y los tiempos de conmutación de las válvulas.

Otra posibilidad de reducir el nivel de ruidos consiste en guiar el aire de escape a través de un colector de escapes.

3.3.16. Contaminación en el sistema de lubricación (Niebla de aceite)

El aire de escape de sistemas neumáticos contiene una niebla de aceite que suele permanecer en el medio ambiente finamente pulverizado durante un tiempo prolongado, con lo que puede afectar las vías respiratorias. El daño ocasionado al medio ambiente es tanto mayor, cuantos más motores neumáticos y cilindros de grandes dimensiones se utilicen.

3.3.17. Seguridad de servicio

Cuando se efectúen trabajos de mantenimiento o, en general, cuando se utilicen sistemas neumáticos, deberá procederse con sumo cuidado al desconectar y volver a conectar las tuberías que conducen aire a presión. La energía de la presión contenida en los tubos flexibles y rígidos es liberada velozmente. La presión es tan grande, que las tuberías se mueven incontroladamente, poniendo en peligro a los operadores.

Si el aire de escape contiene partículas de suciedad, puede dañarse la vista de las personas expuestas a dichas partículas.

3.3.18. Localización de fallos en sistemas neumáticos

3.3.18.1. Diagnóstico

La localización sistemática de fallos y su correspondiente solución permiten reducir el tiempo necesario para la puesta en servicio de sistemas neumáticos y disminuye también su tiempo de inactivación.

En un sistema neumático, los fallos pueden surgir en los siguientes lugares:

- Inactivación de componentes de la máquina controlada por el sistema neumático.
- Inactivación de componentes del sistema neumático mismo.

Por experiencia se sabe que las inactivaciones de elementos del sistema neumático son menos frecuentes que aquellas que afectan a las máquinas controladas por dicho sistema.

3.3.18.2. Canalización de errores

Si surge un fallo, éste provoca un funcionamiento deficiente de la máquina o su inactivación total. El problema ocasionado por un fallo puede ser solucionado por las siguientes personas:

- Los operarios encargados de atender el sistema y los técnicos que realizan los servicios de mantenimiento.
- Los técnicos del servicio de post-venta.

Los fallos de las máquinas y muchos de los fallos de los sistemas neumáticos pueden ser reparados por operarios que cuenten con la debida experiencia. A continuación, el operario puede controlar el funcionamiento del sistema mediante un control visual.

Los técnicos encargados del servicio de mantenimiento efectúan un análisis sistemático y, si procede, recurren a las observaciones hechas por los operarios para localizar y resolver los fallos.

Es recomendable realizar el diagnóstico de fallos inmediatamente después de surgir el primero de ellos; una vez localizado, deberán adoptarse las medidas pertinentes para la reparación. De este modo puede reducirse a un mínimo el tiempo de paralización de la máquina.

CAPITULO 4

4.1. DISEÑO Y CONSTRUCCION

“4.1.1. Acero Estructural”⁶

La mayor parte de los aceros estructurales reciben la designación de los números ASTM. Un grado frecuente es el ASTM A36, que tiene un punto de fluencia mínimo de 36 000 psi (248 MPa) y es muy dúctil. En resumen, es un acero con bajo carbón

y laminado en caliente, disponible en láminas, placas, barras y perfiles estructurales; por ejemplo, algunas vigas 1, vigas estándar estadounidenses, canales y ángulos. En el apéndice 16 aparecen las propiedades geométricas de algunas de esos perfiles.

La mayor parte de las vigas de patín ancho (perfiles W) se fabrican en la actualidad con acero estructural ASTM A992, cuyo punto de fluencia es de 50 a 65 ksi (345 a 448 MPa), con resistencia mínima a la tensión de 65 ksi (448 MPa). Una especificación adicional es que la relación máxima de punto de fluencia a resistencia a la tensión sea 0.85. Es un acero muy dúctil, que tiene un alargamiento mínimo de 21 % en 2.00 pulgadas de longitud calibrada. Al usar este acero en lugar del ASTM A36, de menor resistencia, se pueden emplear miembros estructurales más ligeros, a un costo adicional mínimo o sin costo alguno.

Los perfiles estructurales huecos (HSS, de hollow structural sections) se fabrican con acero ASTM A500, que se forma en frío y se suelda, o está sin costura. Están comprendidos los tubos redondos y cuadrados, así como los perfiles rectangulares. Observe que en el apéndice 7 hay distintos valores de resistencia para tubos redondos, en comparación con las formas moldeadas. También se pueden especificar varios grados de resistencia. Algunos de los productos HSS se fabrican con acero ASTM A501 moldeado en caliente, cuyas propiedades son parecidas a las de los perfiles de acero ASTM A36 laminado en caliente.

Muchos de los grados de acero estructural con mayor resistencia se emplean para la construcción, para vehículos y para máquinas. Tienen puntos de fluencia en el intervalo de 42000 a 100000 psi (290 a 700 MPa). Algunos de esos grados, que se llaman aceros de alta resistencia y baja aleación, son ASTM A242, A440, A514 y A588.

6 Tomada del libro "Diseño de elementos de maquinas"
pagina 54.

Es posible que el acero sea el material más usado en los elementos de máquinas por sus propiedades de gran resistencia, gran rigidez, durabilidad y facilidad relativa de fabricación. Hay diversos tipos de acero disponibles. En esta sección se describirán los métodos para designar los aceros y los tipos más frecuentes de éstos.

El término *acero* indica una aleación de hierro, carbono, manganeso y uno o más elementos importantes. El carbón tiene un gran efecto sobre la resistencia,

dureza y ductilidad de cualquier aleación de acero. Los demás elementos afectan la capacidad de templabilidad, tenacidad, resistencia a la corrosión, maquinabilidad y conservación de la resistencia a altas temperaturas. Los elementos de aleación principales contenidos en los diversos aceros son el azufre, fósforo, silicio níquel, cromo, molibdeno y vanadio.

4.1.2.1. Importancia del carbono

Aunque la mayor parte de las aleaciones de acero contienen menos de 1.0% de carbono, éste se incluye en la designación debido a sus efectos sobre las propiedades del acero.

A medida que aumenta el contenido de carbono, también aumentan la resistencia y la dureza, con las mismas condiciones de procesamiento y tratamiento térmico. Ya que la ductilidad disminuye al aumentar el contenido de carbono, la selección de un acero adecuado implica cierto compromiso entre resistencia y ductilidad.

Como un esquema burdo de clasificación, un *acero al bajo carbón* es aquel que tiene menos de 30 puntos de carbono (0.30%). Estos aceros tienen relativamente baja resistencia, pero buena capacidad para darles forma. En aplicaciones a elementos de máquinas, cuando no se requiera alta resistencia, se especifican con frecuencia aceros al bajo carbono. Si el desgaste es un problema potencial, se pueden carburizar los aceros al bajo carbono para aumentar su contenido de carbono en la superficie externa de la parte y mejorar la combinación de las propiedades.

Los aceros al medio carbono, o aceros medios, contienen de 30 a 50 puntos de carbono (0.30% a 0.50%). La mayoría de los elementos de máquina que tienen necesidad de una resistencia de moderada a alta, con requisitos de ductilidad

7 Tomada del libro "Diseño de elementos de maquina" proviene de este grupo.
 página 46.

Los aceros al alto carbono, contienen de 50 a 95 puntos de carbono (0.50% a 0.95%). El alto contenido de carbono proporciona mejores propiedades de desgaste adecuadas para aplicaciones donde se requiera filos cortantes duraderos, y para aplicaciones donde las superficies estén sometidas a una abrasión constante.

Número SAE/AISI	Condición	Resistencia a la cedencia a tensión (2% de deformación)		Resistencia a la última tensión		Alargamiento mayor de 2 pulg %	Dureza Brinell -HB
		kpsi	MPa	kpsi	MPa		
1010	Rolado en caliente	26	179	47	324	28	95
	Laminado en frío	44	303	53	365	20	105
1020	Rolado en caliente	30	207	55	379	25	111
	Laminado en frío	57	393	68	469	15	131
1030	Rolado en caliente	38	259	68	469	20	137
	Normalizado @ 1 650°F	50	345	75	517	32	149

***Tabla 4.1 Propiedades mecánicas de algunos aceros al carbón**

Número UNS	Número AISI	Aplicaciones
G10150	1015	Piezas moldeadas en lámina; partes maquinadas (se pueden cementar)
G10300	1030	Piezas de uso general, en forma de barra, palancas, eslabones, cufias
G10400	1040	Ejes, engranes
G10800	1080	Resortes; piezas para equipo agrícola sometidas a abrasión (dientes de rastrillo, discos, rejas de arado, dientes de cortacéspedes)
G11120	1112	Piezas de máquinas con tornillo
G12144	12L14	Piezas que requieran buena capacidad de maquinado
G41400	4140	Engranes, ejes, piezas forjadas
G43400	4340	Engranes, ejes, piezas que requieran buen endurecimiento en interior
G46400	4640	Engranes, ejes, levas
G51500	5150	Ejes para trabajo pesado, resortes, engranes
G51601	51B60	Ejes, resortes, engranes con mejor templabilidad
G52986	E52100	Pistas de rodamientos, bolas, rodillos (acero para rodamientos)
G61500	6150	Engranes, piezas forjadas, ejes, resortes
G86500	8650	Engranes, ejes
G92600	9260	Resortes

***Tabla 4.2 Usos de algunos aceros**

Para la construcción de la estructura de la máquina y discos del soporte, se utilizó el acero según sistema de numeración AISI (Instituto Estadounidense del Hierro y Acero) AISI 1010, como se muestra en la tabla 4.1 el acero AISI 1010 es un metal muy amigable para la soldadura y resistente para mantener y soportar pesos.

4.2. PROCESOS CONSTRUCTIVOS



Comienzo de la construcción del equipo. **Figura 4.1 Proceso de corte de material** máquina que se utilizó en el proceso de corte de los diferentes perfiles y tubos requeridos para la construcción del equipo.

* Tabla 4.2 tomada del libro "Diseño de elementos de máquina" página 49.



Figura 4.2 Proceso de corte (ajuste de perfiles)

El corte de los perfiles se lo realizo de manera lenta, para evitar daños en el material y en la máquina, así se garantiza la calidad de trabajo desde el inicio.



Figura 4.3 Proceso de pulido de material sobrante

El proceso de limpieza de material después del corte es muy importante, ya que con esto vamos a evitar cortes o daños al operador por la manipulación de este material, esto se realizo con una moladora.

Además de evitar retrabajos después de realizar el proceso de pintura.



Figura 4.4 Proceso de perforación para ejes de discos

Para la construcción del soporte del elevador neumático, se utilizó un tubo estructural rectangular de 3" de espesor para garantizar la resistencia. Esta operación se lo realizó con una fresadora y se utilizó caladrina para evitar recalentamientos de la fresa y del material a perforar.



Se realizó la **Figura 4.5 Proceso de perforación de discos** de alivianarlos para evitar daños al cilindro por peso. Para esta perforación se utiliza una fresa para desbaste y otra fresa para el terminado.



Figura 4.6 Discos perforados

Se realizaron un total de seis orificios a cada disco, así se logro alivianarlos sin perder la rigidez requerida para dar soporte a los neumáticos.



Figura 4.7 Maquinado de alojamiento rodamientos

Para el movimiento circular de los discos se colocaron rodamientos los cuales servirán para poder realizar los giros de los discos 360° . En la figura 4.7 nos muestra el uso del torno para lograr la cavidad perfecta para el rodamiento FAG con un diámetro interior 17mm diámetro exterior 35mm y espesor del rodamiento de 10 mm.



Figura 4.8 Desbaste de alojamientos

Para evitar daños y ralladuras del rodamiento, se realizó desbaste de los filos del alojamiento.



Para los ejes

Figura 4.9 Ubicación de eje disco

1m, este tubo

brinda gran espacio de soporte para ubicar a los neumáticos.



Figura 4.10 Ubicación de discos

La distancia entre discos es de 22.5 cm ya que es una medida estándar para neumáticos de hasta rin # 14.



Figura 4.11 Suelda de los discos al eje

Ya con las distancias entre discos definidas, se procede a realizar el proceso de suelda, este proceso se realizó con suelda mig para tener un buen acabado y además que la suelda mig tiene una excelente penetración a pesar de ser un tubo delgado. Para este proceso se utilizo perfiles para mantener las distancias requeridas.



Figura 4.12 Discos soldados

La suelda mig permite dar un acabado sin exceso de esquirlas y con muy buena adherencia.



Para eliminar rebabas de los discos soldados, se procede al desbaste de los filos de los discos, en el torno.

Figura 4.13 Desbaste de discos

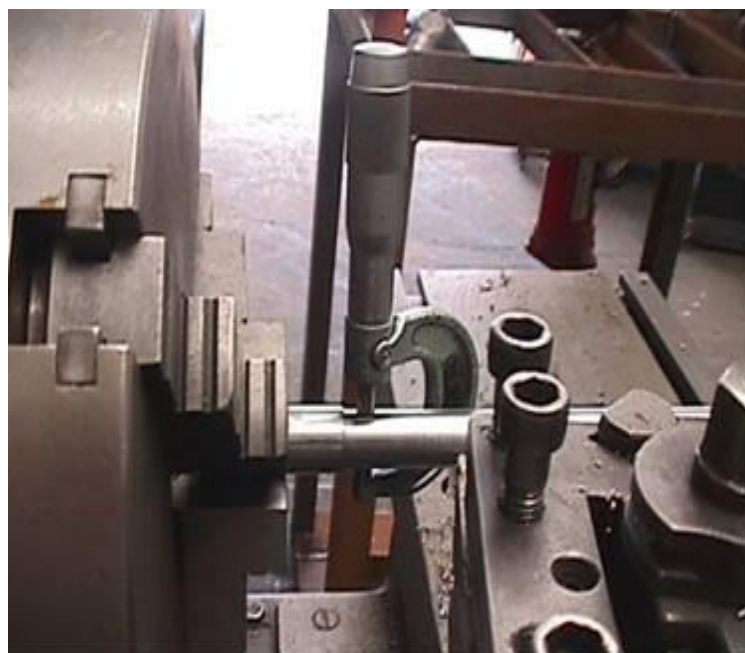


Figura 4.14 Maquinado de ejes para discos

Para el proceso de fabricación de ejes se utilizó el micrómetro para garantizar el diámetro del eje de 20 mm en todos los puntos.



Figura 4.15 Puntos de sujeción al disco

Se colocaron puntos de suelda en el disco con el alojamiento de los rodamientos para garantizar rigidez en el momento de la operación.



Figura 4.16 Colocación de discos en eje

El diseño del equipo se realizó para poder desmontar partes, esto para dar mantenimiento o para cambio de partes obsoletas.



Figura 4.17 Colocación de seguros

Los discos están asegurados por anillos seeguer, para evitar movimientos horizontales en el momento de la operación.



Figura 4.18 Eje rodamientos vehículo

La fabricación del eje para rodamientos del vehículo guía, se lo realizó utilizando el torno, este proceso de desbaste es de mucha paciencia ya que para que el eje se encuentre totalmente simétrico es necesario realizar el desbaste poco a poco, así también logramos mantener la cuchilla de desbaste en buenas condiciones.



Figura 4.19 Medidas de eje rodamientos vehículo

Para lograr el diámetro requerido de 20 mm de diámetro, se garantiza la medida de 20 mm de diámetro para la colocación de los rodamientos utilizados en el vehículo guía.



Figura 4.20 Perforación de bloque de acero

La perforación de la placa de acero se lo realizó con fresadora con una fresa # 20, este tipo de perforación se realiza con dos tipos de fresa, la fresa de desbaste y la fresa de acabado para eliminar imperfecciones en el orificio perforado.



La perforación de este bloque de acero permite el colocamiento de los ejes para los rodamientos, este eje se colocará por el perfil G.

Figura 4.21 Bloque perforado

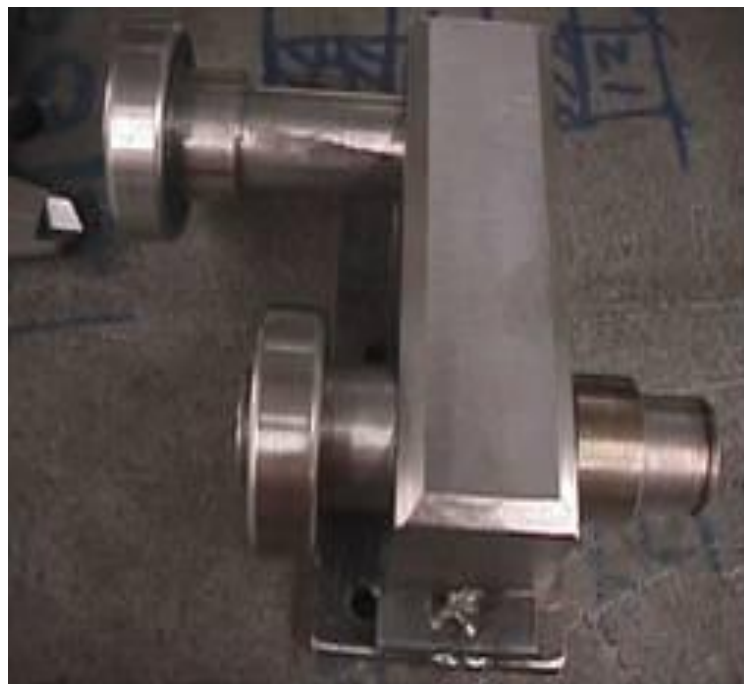


Figura 4.22 Colocación de ejes

Para la colocación de los ejes, se coloca inicialmente los rodamientos principales para mantener rigidez al momento de colocar los rodamientos del lado opuesto.



La ubicación de **Figura 4.23 Colocación de buje** métrica para evitar daños al diámetro interno del rodamiento y para asegurar el sistema es necesario ubicar un buje, este sirve de separador entre el bloque y el rodamiento.



Figura 4.24 Colocación de rodamientos

Para la colocación de los rodamientos en el eje se utiliza un tubo de bronce para evitar daño al material del rodamiento, esto es porque el material más débil en este caso es el bronce y todo el golpe le afecta directamente a este y no al rodamiento.



Figura 4.25 Colocación de anillo de seguridad

Para asegurar el eje con sus rodamientos se utiliza un anillo seeguer (la profundidad en el eje para el anillo seeguer según tabla 4.1)



Figura 4.26 Colocación de placa de acero

Para colocar el vehículo en el sistema se coloca esta placa de acero con perforaciones en el soporte de eleva neumático donde ira el vehículo con rodamientos.



Figura 4.27 Colocación de placa guía en perfil G

Para que el vehículo no tenga movimientos horizontales en el desplazamiento por el perfil G, se coloca placas de acero guías.



Figura 4.28 Deslizamiento de soporte

Movimiento del vehículo guía por el perfil G se logra evitar movimientos horizontales en el desplazamiento vertical.



Figura 4.29 Suelta de marco principal

Proceso de suelta del marco principal donde se colocarán todas las partes del equipo, utilizando suelta mig.



Figura 4.30 Marco de máquina

Con el marco de la máquina terminado se coloca el perfil G, trabajado anteriormente. La máquina comienza ya a tener forma.



Figura 4.31 Tablero de control

Colocación del tablero de control, se colocó una bisagra para facilidad de reparaciones o modificaciones en las válvulas de paro de emergencia y control.



Figura 4.32 Sistema neumático

Antes de montar el sistema neumático se montó el circuito a parte para realizar las pruebas de trabajo en una mesa para realizar calibraciones y verificar que el circuito se encuentra armado correctamente.



Figura 4.33 Unidad de mantenimiento

Proceso de colocación del circuito neumático en la máquina, este se colocó en una parte del donde se encuentre protegida de golpes.



Figura 4.34 Máquina

Máquina ensamblada con circuito neumático.



Vista de la máquina posterior al montaje del equipo.

Figura 4.35 Tablero de control

Z681/...	≤ g	≥ n	m	d ₁	d ₂	b	a	d ₃	d ₃	d ₄	s	Nr./No.	
Z681/1	0.5	0.6	1,1	3,1	10,4	1,4	3,2	1,2	10,8	10	1	Z68/10x1	
				3,9	11,4	1,5	3,3		11,8	11		11	
				0,8	4,7	12,5	1,7	3,4	1,5	13		12	12
					5,3	13,6	1,8	3,6		14,1		13	13
				0,9	6	14,6	2	3,7	1,7	15,1		14	14
	7				15,7	16,2		15		15			
	1	1,2	7,7	16,8	3,8	17,3	16	16					
			8,4	17,8	2,1	3,9	18,3	17	17				
		1,5	8,9	19	2,2	4,1	2	19,5	18	18			
			9,8	20	2,4	4,2		20,5	19	19			
			10,6	21				21,5	20	20			
			11,6	22				22,5	21	21			
			12,6	23				23,5	22	22			

***Tabla 4.3 Tabla de medidas para anillo seeguer**

4.3. SELECCIÓN DE CILINDRO

Tabla 4.3 Tabla de medidas libro Hasco
página 170

Cilindros normalizados
ISO 6431 y DIN 24 562

12

Velocidad [mm/s]		Diámetro del émbolo						
		32	40	50	63	80	100	125
Velocidad máxima	Tipo básico	Dependiendo de cada caso individual (posición de montaje, masa móvil, presión de funcionamiento, válvula de control, longitud del tubo flexible)						
	S10	100						-
Velocidad mínima	Tipo básico	≥ 50						
	S10 ¹⁾	8			5			-

1) Velocidad mínima con movimiento sin frenos, 6 bar y estrangulación del escape, posición horizontal, sin carga

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]		Diámetro del émbolo						
		32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica con 6 bar en avance		483	734	1 178	1 870	3 016	4 712	7 363
	S2/S20	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso		415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
	S2/S20	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881

***Tabla 4.4 Tabla cilindros normalizados DNC FESTO**

El cilindro utilizado en el sistema neumático es un cilindro FESTO DNC, el peso total que debe elevar el manipulador de neumáticos es de 30 Kg, según muestra la tabla 4.5 el cilindro que se necesita es el DNC 32, que indica que tiene una fuerza total de avance de 483 N y una fuerza total de retroceso de 415 N, esto es suficiente para elevar el neumático más el conjunto de soporte del neumático.

4.4. CÁLCULO DE ESTRUCTURA

Tabla 4.4 Tabla de mediadas cilindros
Festo

4.4.-----

$$46cm * \frac{1m}{100cm} = 0.46m$$

$$\sum MA = 0$$

$$Fb(0.46) - 12(0.23) = 0$$

$$Fb = \frac{2.76}{0.46}$$

$$Fb = 6Kg$$

$$\sum F = 0$$

$$FA + FB - Fb = 0$$

$$FA + FB = 12Kg$$

$$FA = 12Kg - 6Kg$$

$$FA = 6Kg$$

4.4.2. Vertical

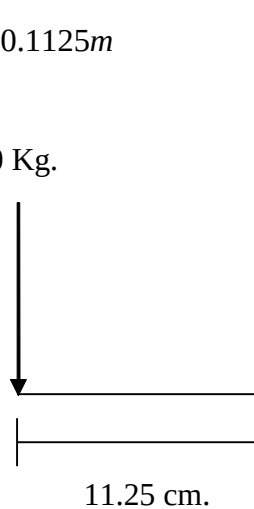
$$11.25cm * \frac{1m}{100cm} = 0.1125m$$

$$\sum F = 0$$

$$FA - F30 = 0 \quad 30 \text{ Kg.}$$

$$FA = F30$$

$$30 = 30$$



CAPITULO V

5.1. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Para la consecución de este proyecto se ha tomado en cuenta diferentes factores que influyen directa o indirectamente al costo de diseño y ejecución del dispositivo de ayuda ergonómico. Como factor económico, político y comportamiento del mercado.

5.1.1. Factores externos

Algunos de los materiales utilizados son de industria extranjera por no tener en el país fabricación estos componentes, por lo cual el costo de estos productos va a ser directo al proyecto.

5.1.2. Factores políticos

Lastimosamente hemos heredado un país con una economía con bastantes deficiencias y problemas, además, con el cambio propuesto en los últimos años a nuestro país, la variabilidad de los costos del barril de petróleo y la inestabilidad extranjera por la crisis mundial a provocado que la inversión de países económicamente fuertes a nuestro país sea de manera pequeña, esto afecta de manera importante al desarrollo de proyectos ya que la materia prima debe ser importada, lo que afecta directamente a los costos para el desarrollo de este proyecto.

Un país que se encuentra en un proceso de cambio, provoca nerviosismo a los países desarrollados y esto hace que las inversiones disminuyan, pero esto no puede ser un problema, esto es una oportunidad para desarrollar productos y procesos nuevos y más baratos para empresas que se encuentran en nuestro país.

5.1.3. Factores económicos

Como ya se menciona anteriormente la crisis mundial, la inestabilidad del costo del petróleo y principalmente la dirección tomada por el gobierno ecuatoriano con respecto a la importación de materia prima con el alza de los impuestos y otros aranceles para estos productos, provoca que los costos, desarrollo y ejecución de proyectos, tengan limitantes.

El desarrollo de este proyecto estuvo afectado por estas variantes, pero fueron solucionadas a través de la mano de obra y materiales encontrados a bajo costo.

5.1.4. Control de costo y ejecución

El desarrollo de este proyecto se han utilizado los siguientes materiales descritos a continuación con sus respectivos rubros, los mismos que se muestran sin la suma del 12% del IVA que equivale al costo del impuesto al valor agregado ecuatoriano.

La suma total se encuentra al final del listado.

5.1.5. Costo de materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
1	Cilindro de doble efecto	1	117,52	117,52
2	Válvula antirretorno	2	55,41	110,82
3	Válvula panel	1	81,66	81,66
4	Conmutador	1	20,46	20,46
5	Válvula panel	1	125,87	125,87
6	Regulador caudal	1	19,98	19,98
7	Racor recto	2	1,36	2,72
8	Racor rápido	3	3,24	9,72
9	Silenciador	2	3,67	7,34
10	Tubo poliuretano	10	1,05	10,5
11	Racor recto	1	1,58	1,58
12	Unidad de mantenimiento	1	79,81	79,81
13	Derivación en T	2	3,3	6,6
14	Racor rápido	2	3,24	6,48
15	Racor recto	1	1,36	1,36
16	Silenciador	1	4,83	4,83
17	Perfil G	2	20	40
18	Tubo de hierro de 1,5"	5	8,5	42,5
19	Perforaciones con plasma	12	6,8	81,6
20	Suelda mig	3	1,5	4,5
21	Placas de acero	1	30	30
22	Rodamientos	10	4,5	45
23	Neumáticos	4	40	160
24	Tubo de 3"	6	9	54
25	Pintura	3	4,5	13,5
	Sub total			1078,35
	IVA		12%	129,4

TOTAL		1207,75
-------	--	---------

5.1.6. Costo de mano de obra

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	VALOR
1	Proceso de corte del material	100
2	Proceso de suelda del material	90
3	Construcción del equipo	150
4	Instalación de garruchas	20
5	Instalación neumática	60
6	Proceso de pintura	30
	TOTAL	450

5.1.7. Costo total de proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	TOTAL MATERIALES	1207,75
2	TOTAL MANO DE OBRA	450
	TOTAL	1657,75

5.1.8. Costo de diseño

Para el costo de este proyecto se ha tomado como base la información de ingenieros activos que ejercen la construcción de este tipo de maquinaria, dando como resultado el 35% del valor total de la inversión del proyecto dando un valor aproximado de 580 USD.

5.1.9. Costo de diseño de ingeniería

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Diseño de ingeniería	580

Total	580
-------	-----

5.1.10. Costo total y final

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Materiales	1207,75
2	Mano de obra	450
3	Diseño de ingeniería	580
	Total	2237,75

5.1.11. Depreciación

Para el cálculo de la depreciación de la estructura se la ha dado una vida útil de 3 años con un proceso de trabajo de operación completa de 600 veces por semana.

$$DEPRECIACIÓN = \frac{TOTAL}{AÑOS} = \frac{2237.75}{3} = 745.9 \text{ USD / AÑO}$$

El equipo deberá permanecer en un sitio específico y sin tener el uso para otro tipo de actividades, a menos que la facultad de mecánica decida realizar prácticas con la máquina y con fines únicamente didácticos, ya que el mal uso de los instrumentos podría modificar el cálculo.

Si se realizan estos inconvenientes el cálculo de depreciación deberá tener modificaciones para que el resultado sea real.

El valor presentado en este párrafo es un ejemplo de uso a plena operabilidad del equipo.

CAPITULO VI

6.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.1. Conclusiones

Se ha logrado el objetivo de diseñar y construir un equipo neumático para el montaje de ruedas en vehículos de hasta 2500 kg en la línea de ensamble, lo que conseguirá mejorar el área de trabajo en una planta ensambladora de vehículos

livianos, como también permitirá dar un mejor enfoque del uso de la neumática para los estudiantes de la facultad de mecánica automotriz de la UIDE.

El uso de cilindros neumáticos de doble acción son cada vez más utilizados, esto para facilitar operaciones repetitivas y para disminuir el riesgo de falla, defecto y seguridad en operaciones.

El uso de la neumática en la actualidad facilita algunas operaciones en el ensamblaje de vehículos como manipuladores ergonómicos, Jig's en el proceso de suelda como también en talleres automotrices, para el uso de herramientas como pistolas de impacto, elevadores, limpieza de sistemas etc.

Mantendrá el área de trabajo segura y la calidad en la operación ya que tendrá operadores menos cansados con mayor capacidad de concentración.

El tiempo de operación será menor ya que los operadores eliminan esfuerzos innecesarios, al disminuir estos esfuerzos el tiempo de operación es más limpio, ya que no tenemos tiempos perdidos o tiempos muertos.

El equipo es eficiente y eficaz en la operación de ayuda ergonómica para levantamiento de neumáticos para el ensamblaje de vehículos livianos.

6.1.2. Recomendaciones

Para la construcción de este equipo se tuvo inconvenientes en la elección del material para el perfil G, ya que los materiales utilizados inicialmente no tenían la estabilidad necesaria para el camino que recorrería el vehículo de transporte del soporte del eleva neumáticos, lo cual lo solucionamos utilizando una placa de acero de 3mm de espesor y realizando doblado de la placa a nuestra necesidad.

Para el desarrollo del vehículo de transporte del soporte del eleva neumáticos es importante tomar en cuenta el peso, para esto se realizó perforaciones en los discos guía del soporte para alivianar el material para evitar posteriores daños al cilindro neumático.

Se colocó topes de caucho en la parte superior del perfil G guía, para aminorar el golpe entre el vehículo de transporte del soporte del eleva neumáticos y el fin de la carrera del perfil G.

Se recomienda utilizar garruchas con freno en el equipo para dar estabilidad en la operación.

Emplear el equipo con fines demostrativos y didácticos y con el uso de elevar neumáticos de hasta un peso máximo de 15 Kg.

El equipo debe ser operado y manipulado por personas que tengan el conocimiento suficiente del funcionamiento del equipo como de sus accesorios, en caso de ser utilizado por personas sin conocimiento del funcionamiento del equipo como de sus accesorios se deberá solicitar ayuda al tutor.

Para el uso de este equipo el operador deberá tener completo sus equipos de protección personal principalmente, gafas de seguridad, protectores auditivos y zapatos punta de acero.

Se recomienda realizar un listado de inspección antes de comenzar con la operación:

- a.- Inspección visual y auditiva de fugas.
- b.- Inspección de la entrada correcta de aire a la unidad de mantenimiento (entre 6 a 8 bar).
- c.- Inspección de la cantidad de aceite colocado en la unidad de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- FESTO DIDACTIC, Manual de estudio, nivel Básico.
- ROBERT L. NORTON, Mc. Graw Hill. Diseño de maquinaria, síntesis y análisis de máquinas y mecanismos, 3ra edición, Estados Unidos de América, The McGraw Hill 2004.
- ROBERT L. MOTT, Pearson. Diseño de elementos de máquinas, 4ta edición, Estados Unidos de América, Prentice – Hall 2004.

BIBLIOGRAFIA DE FIGURAS

Direcciones de Internet

www.saludalia.com

www.dmedicina.com

www.dalmec.com/Sector/Auto/ruoterid/industriales_ruedas-es.html

BIBLIOGRAFIA DE TABLAS

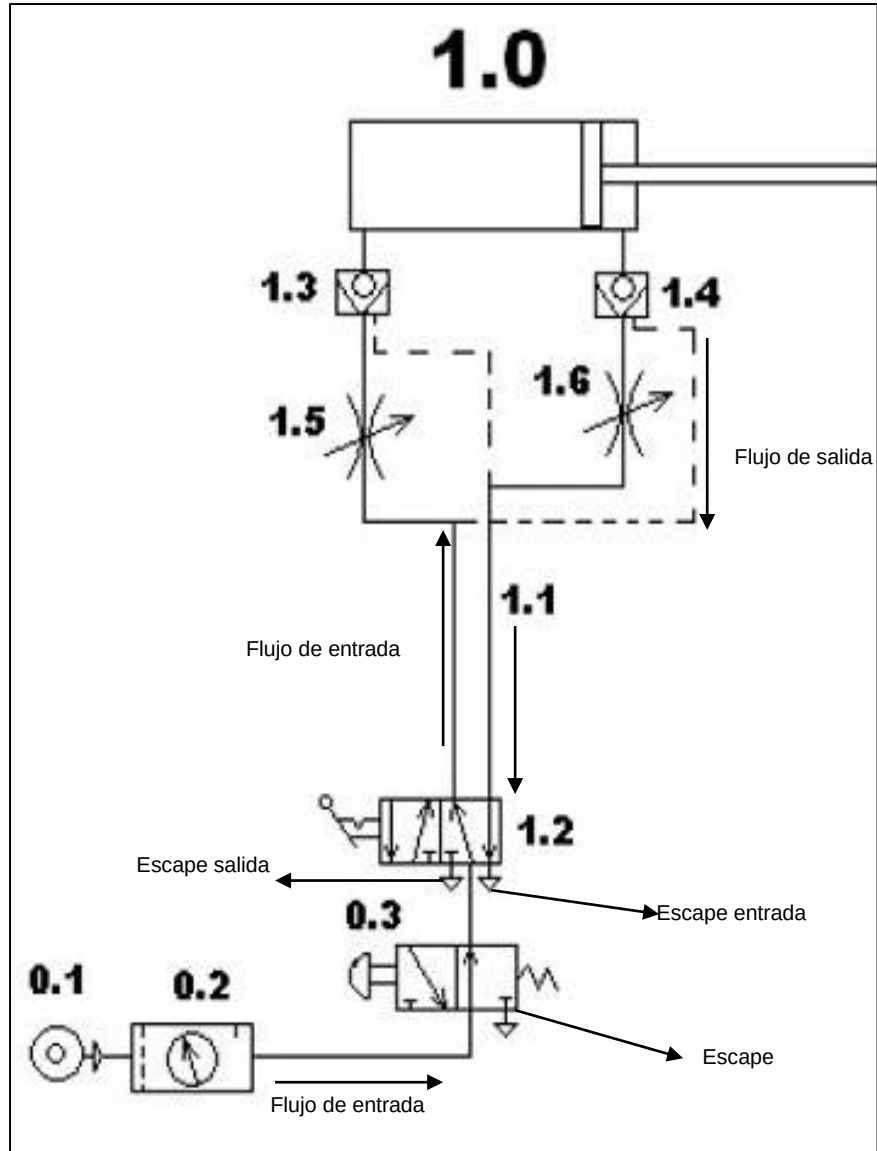
Dirección de Internet

www.cdc.gov/niosh/.

ANEXOS

ANEXO 1

DIAGRAMA SISTEMA NEUMÁTICO



ITEM	DESCRIPCIÓN
0,1	COMPRESOR
0,2	REGULADOR DE PRESIÓN (UDM)
0,3	PARO DE EMERGENCIA
1	CILINDRO DE DOBLE EFECTO
1,1	TUBO DE POLIURETANO
1,2	VALVULA DE CONTROL
1,3	VALVULA ANTIRRETORNO CON SEÑAL NEUMATICA DE PILOTAJE
1,4	VALVULA ANTIRRETORNO CON SEÑAL NEUMATICA DE PILOTAJE
1,5	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL