



**SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACION
SUPERIOR TECNOLÓGICA**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ.

DEPARTAMENTO DE METAL-MECANICA.

INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

TITULO:

**REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VÁLVULA DE
AEREAÇÃO DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE
LA C.H.M.M.T.**

PRESENTADO POR:

CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ

N. CONTROL:

09270194

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

PERIODO:

AGOSTO-DICIEMBRE/2013

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS; A 26 DE DICIEMBRE DEL 2013



CACEI



Contenido

CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	4
1.1 Introducción.	4
1.2 Historia de Comisión Federal de Electricidad.	4
1.3 Macro-Localización.....	6
1.4 Micro-Localización.....	7
1.5 Misión.....	8
1.6 Visión.	9
1.7 Política De Calidad.....	9
1.7.1 Objetivo De calidad.....	10
1.8 Organigrama de la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres.	11
1.9 Proceso productivo de la planta.....	12
1.9.1 Enfoque del Proceso.	13
CAPITULO 2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.	14
2.1 Justificación.	14
2.2 Objetivos.....	15
2.2.1 Objetivo general.	15
2.2.2 Objetivos específicos.	15
2.3 Descripción de las principales actividades que se realizaron en el área del Departamento Mecánico.	15
2.3.1 Caracterización del área de trabajo.....	17
2.3.2 Organigrama del departamento mecánico.....	19
2.4 Problemas a resolver.....	20
2.5 Alcances y limitaciones.....	22
CAPITULO 3. FUNDAMENTO TEORICO.....	23
3.1 Presas.	23
3.1.1 Altura de una presa.....	23
3.1.2 Generación de energía eléctrica.	23
3.1.3 Una Central Hidroeléctrica.	24
3.1.4 Sistema de admisión de aire.....	26
3.1.5 Operación de la válvula de aireación.	28

3.2 Neumática.....	28
3.2.1 Propiedades del aire.	28
3.2.2 Conceptos básicos.	28
3.2.3 Leyes de los gases perfectos.	29
3.2.4 Producción de aire comprimido. Pre-conocimiento.	31
3.2.4.1 Compresor.....	32
3.2.5 Acondicionamiento del aire.	32
3.2.6 Acumulador.	35
3.2.7 Distribución de aire comprimido.	36
3.2.8 Actuadores neumáticos.	38
3.2.9 Actuadores de movimiento rotativo.	40
3.2.10 Elementos de control, mando y regulación.....	42
CAPITULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO.	50
4.1 Análisis de fuerzas.....	50
4.2 Selección del actuador neumático.	52
4.3 Determinación de la fuente de alimentación.	53
4.4 Selección de válvula reguladora de presión.....	55
4.5 Unidad de mantenimiento.	55
4.6 Comprobación a pandeo.	57
4.7 Cálculo de esfuerzos:	58
4.8 Conclusión y recomendaciones.	60
4.9 Fuentes de información.....	62
4.10 Anexos.	63
Anexo 1-A compresor de aire.	63
Anexo 1-B Tanque Intermedio.	63
Anexo 1-C Cilindro compacto ADN-125- -.....	64
Anexo 1-D Unidad de mantenimiento FRC-M5-D-7-O-5M-MICRO	66
Anexo 2-A Diagrama del sistema neumático.....	67
Anexo 3 Mecanismo de apertura y cierre de la válvula de aereación.	678

CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.

1.1 Introducción.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), dependencia institucional de México, es la responsable de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica que produce en sus múltiples centrales o complejos eléctricos.

Una forma de generación es del tipo hidroeléctrica, esta se realiza por la conversión de la energía estática a energía cinética del agua a través de un mecanismo y posteriormente a energía eléctrica. En este trabajo, se pretende mejorar de una manera eficiente el sistema que controla el accionamiento de la válvula de aireación. Los sistemas neumáticos forman una parte muy importante en las aplicaciones industriales, estas comprenden la transmisión y regulación de fuerzas y movimientos. A lo largo de los últimos 150 años el ser humano ha sentido la necesidad de utilizar el aire para construir objetos y máquinas capaces de contribuir a mejorar su calidad de vida.

La neumática se dedica al estudio y a las aplicaciones prácticas del aire comprimido, mediante circuitos e instalaciones. Estas instalaciones abarcan desde las propias máquinas generadoras de aire hasta los aparatos o elementos que transforman la energía que les proporciona el aire en trabajo útil.

Entre las ventajas que presenta la neumática se puede destacar la que se trata de un tipo de energía abundante, ya que prácticamente se encuentra en cualquier lugar y se puede disponer cantidades ilimitadas de aire, lo cual hace fácil su transporte y su almacenamiento, así como el mantenimiento, manejo y utilización de los componentes. Entre sus desventajas, quizás las más importantes son la necesidad de tratamiento de aire comprimido (limpiar y secar) antes de su utilización y el coste de las instalaciones.

1.2 Historia de Comisión Federal de Electricidad.

En 1937, México tenía 18.3 millones de habitantes, de los cuales únicamente siete millones (el 18%) contaban con servicio de energía eléctrica, proporcionado con serias dificultades por tres empresas privadas. La oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones de luz eran constantes y las tarifas muy elevadas; además, esas empresas se enfocaban a los mercados urbanos más redituables, sin contemplar en sus planes de expansión a las poblaciones rurales, donde habitaba más del 62% de la población.

Para dar respuesta a esas situaciones que no permitían el desarrollo económico del país, el gobierno federal decidió crear, el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad, que en una primera etapa se dio a la tarea de construir plantas generadoras para satisfacer la demanda, y con ello beneficiar a más mexicanos mediante el bombeo de agua de riego, el arrastre y la molienda; pero sobre todo con alumbrado público y energía eléctrica para casas habitación.

Los primeros proyectos de CFE se emprendieron en Teloloapan, Guerrero, Pátzcuaro, Michoacán, Suchiate, en Oaxaca y en Sonora. En 1938, la empresa tenía apenas una capacidad de 64 KW, misma que, en 8 años aumento hasta alcanzar 45,594 KW. Entonces las compañías privadas dejaron de invertir y nuestra empresa se vio obligada a generar energía para que estas la revendieran.

En 1960, de los 2,308 MW de capacidad instalada en el país, CFE aportaba el 54%, la Mexican Light un 25%, la American And Foreign un 12% y el resto de las compañías un 9%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de generación y electrificación, para esas fechas apenas 44% de la población contaba con electricidad; Tal situación del Sector Eléctrico Mexicano motivo al presidente Adolfo López Mateos a nacionalizar la industria eléctrica, el 27 de septiembre de 1960.

A partir de entonces se comenzó a integrar el Sistema Eléctrico Nacional, extendiendo la cobertura del suministro y acelerando la industrialización del país. Para ello el estado mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías privadas, mismas que operaban con serias deficiencias por la falta de inversión y problemas laborales.

Para 1961, la capacidad total instalada en el país ascendía a 3,250 MW. CFE vendía 25% de la energía que producía y su participación en la propiedad de centrales generadoras de electricidad paso de cero a 54%. En poco más de 20 años nuestra empresa había cumplido uno de sus más importantes cometidos: ser la entidad rectora en la generación de energía eléctrica. En esa década, la inversión pública se destinó en más de 50% a obras de infraestructura, con parte de estos recursos se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los del Infiernillo y Temascal. En esos años se instalaron plantas generadoras por el equivalente a 1.4 veces lo hecho hasta entonces, alcanzando en 1971 una capacidad instalada de 7,874 MW.

Al finalizar los 70, se superó el reto de sostener el mismo ritmo de crecimiento, al instalarse entre 1970 y 1980 centrales generadoras por el equivalente a 1.6 veces, para llegar a una capacidad instala de 17,360 MW.

En la década de los 80, el crecimiento fue menos espectacular, principalmente por la disminución en la asignación de recursos; no obstante en 1991 la capacidad instalada ascendía a 26,797 MW.

Actualmente la capacidad instalada en el país es de 49,834 MW, de los cuales 44.79% corresponde a generación termoeléctrica de CFE.

El Chiapas se encuentra el aprovechamiento energético del río Grijalva que lleva por nombre “ingeniero Manuel Moreno Torres” en honor a quien siendo director de la CFE en el periodo, generó la idea de realizar, aprovechando las condiciones geológicas naturales de la zona del “Cañón de Chicoasén”, al sur del famoso “Cañón del Sumidero”, llamándolo: proyecto hidroeléctrico Chicoasén.

El mismo después de ser subdirector de generación hidroeléctrica de la CFE se hizo cargo de la supervisión del proyecto hasta casi su terminación, la cual se vio interrumpida por su deceso personal.

La Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (Chicoasén), consta de ocho unidades generadoras, cada una de 300 MW de capacidad, con un total de 2400 MW de generación, tiene una caída aproximada de 185 m, con una descarga de $186.7 \text{ m}^3/\text{seg}$. Para esta central hidroeléctrica y por la altura de la cortina y el gasto de descarga, el tipo de turbina que se utiliza es Francis; tiene una unidad auxiliar cuya función es la de generar la energía necesaria para arrancar una unidad generadora grande en un colapso general, esta función es conocida como “arranque negro”.

1.3 Macro-Localización.

La Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres se encuentra ubicada en el estado de Chiapas, México; cuenta con alrededor de 32 plantas de la misma compañía dedicada a la creación de energía eléctrica, ubicados estratégicamente a lo largo de la república y forma parte de uno de los complejos más grandes del mundo (Fig. 1).

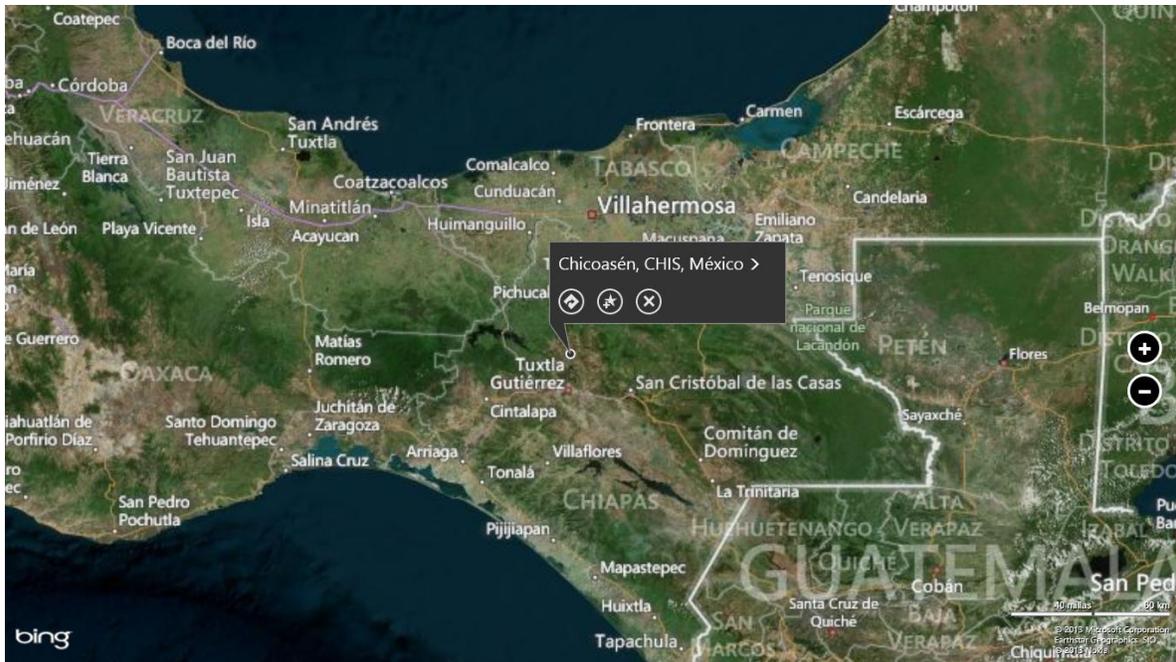


Fig. 1.1 Ubicación de la central hidroeléctrica Chicoasén.

1.4 Micro-Localización.

La central está ubicada sobre el río Grijalva en el municipio de Chicoasén, Chiapas, en la parte central del estado, en las estribaciones de las montañas del norte, se localiza a $16^{\circ}11''$ N y $96^{\circ}03''$ W y a una altitud de 220 m sobre el nivel del mar. El acceso a la central hidroeléctrica es por la carretera de Tuxtla Gutiérrez-Chicoasén (Fig. 2).

Esta central hidroeléctrica lleva también el nombre del Ing. Manuel Moreno Torres, quien fue Director General de CFE. Durante el sexenio del presidente Adolfo López Mateos (1959-1964) y fue uno de los principales impulsores del proyecto nucleoelectrico de Laguna Verde.



Fig.1.2 Casa de máquinas C.H. Manuel Moreno Torres.

1.5 Misión.

Asegurar, dentro de un marco de competencia y actualizando tecnológicamente el servicio de energía eléctrica en condiciones de cantidad, calidad y precio, con la adecuada diversificación de fuentes de energía.

Optimizar la utilización de su infraestructura física, comercial y de recursos humanos.

Proporcionar una atención de excelencia a nuestros clientes.

Proteger el ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las obras de electrificación.

Para el cumplimiento de esta misión, la SDG participa, al generar la energía eléctrica con calidad, oportunidad, seguridad y costos competitivos, promoviendo el desarrollo integral y profesional de las personas, en armonía con el ambiente y el entorno social para contribuir al desarrollo sustentable del país.

1.6 Visión.

Una empresa de clase mundial que participa competitivamente en la satisfacción de la demanda de energía eléctrica nacional e internacional, que optimiza el uso de su infraestructura física y comercial, a la vanguardia en tecnología, rentable, con imagen de excelencia, industria limpia y recursos humanos altamente calificados.

Para alcanzar esta visión la SDG se compromete a ser líder a nivel nacional en la generación de energía eléctrica, con estándares de desempeño de clase mundial, que se distinga por el compromiso y profesionalismo de su personal, por su autonomía de gestión, uso de tecnología de vanguardia y de fuentes de energía diversificada.

1.7 Política De Calidad.

Generar energía eléctrica para satisfacer los requisitos de nuestro cliente: el Centro Nacional de Control de Energía y partes interesadas, con el compromiso de:

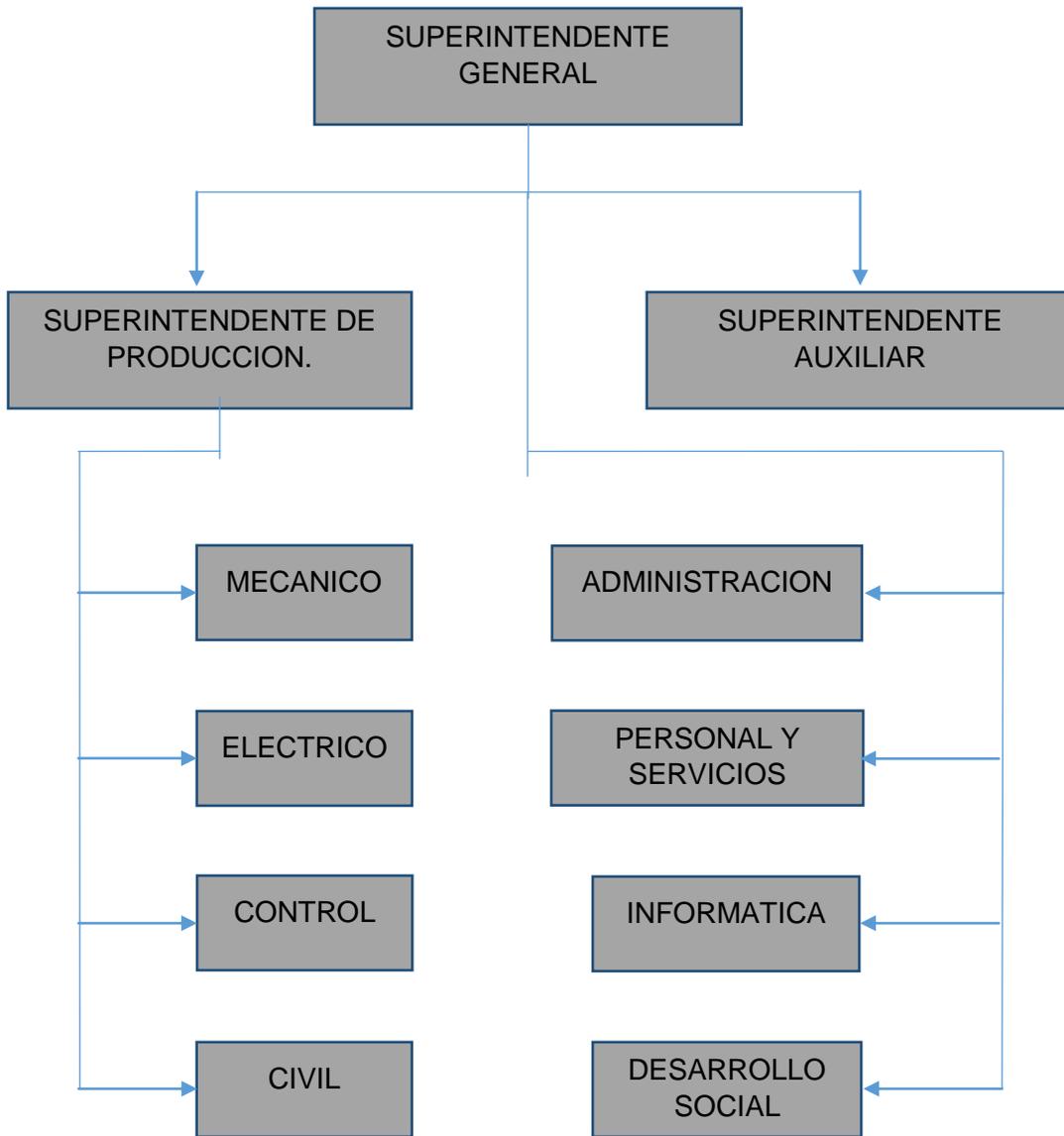
- Desarrollar el capital humano.
- Cumplir la legislación ambiental, de seguridad, salud y otros requisitos aplicables.
- Prevenir la contaminación.
- Prevenir los riesgos para la seguridad y salud del personal.
- Preservar la integridad física de la propiedad, y mejorar continuamente la eficacia del sistema integral de gestión.

1.7.1 Objetivo De calidad.

OBJETIVO		INDICADOR
1. Satisfacer los requisitos y expectativas del cliente (CONACE)		<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de requisitos del contrato. • Satisfacción del cliente.
2. Desarrollar el capital humano.		<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo. • Porcentaje de trabajadores evaluados en competencia laboral.
3. Preservar la integridad física, salud y bienestar del personal.		<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia. • Gravedad. • Condiciones físicas de instalaciones.
4. Optimizar la aplicación de los recursos materiales y financieros.		<ul style="list-style-type: none"> • Costo por capacidad efectiva. • Costo unitario de producción.
5. Mejorar el desempeño ambiental.		<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental. • Cumplimiento de objetivos y metas. • Cumplimiento de programas de gestión ambiental. • Cumplimiento de solicitudes de partes interesadas.
6. Lograr la eficacia y mejora continua del Sistema Integral de Gestión.		<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento del SIG.

Fig. 1.3 Descripción de calidad.

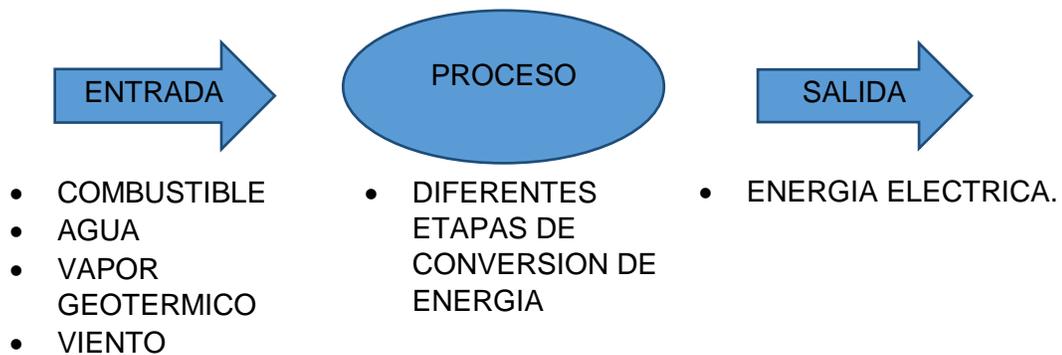
1.8 Organigrama de la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres.



1.9 Proceso productivo de la planta.

Para la producción de energía eléctrica y las actividades relacionadas, bajo condiciones controladas, se permite demostrar la capacidad de cumplir con los requerimientos del cliente y de las partes interesadas, la SDG realiza su planeación mediante el proceso de producción L-2000-060 y el Subproceso de suministro de Vapor L-2000-061, donde se establecen las actividades necesarias para el control del proceso de producción.

Descripción General de los Procesos de Generación de Energía Eléctrica:



En la SDG se identifican los diferentes tipos de generación:

- Termoeléctrico Convencional.
- Carboeléctrico.
- Geo termoeléctrico.
- Ciclo combinado.
- Turbo gas.
- Combustión interna.
- Hidroeléctrico.
- Eolo eléctrica.

Una parte del total de energía eléctrica que el CENACE requiere, se compra a generadoras que operan bajo el esquema de:

Productor Externo de Energía (PEE).

La SDG a través de la Gerencia de la División para la Administración de Contratos con Productores Externos de Energía (DACPPE), instrumenta las acciones técnicas y administrativas que permitan la interacción entre los Productores Externos de Energía (PEE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de acuerdo con los contratos de compromiso de capacidad de generación de energía eléctrica y compra-venta de energía eléctrica asociada.

1.9.1 Enfoque del Proceso.

- La SDG tiene identificados los procesos necesarios para la generación de energía eléctrica, así como su secuencia e interacción, con el objetivo de satisfacer los requisitos del cliente y de las partes interesadas, estas son:

- Alta dirección, atención al cliente y partes interesadas.
- Desarrollo del capital humano.
- Suministro de bienes, obras y servicios.
- Producción y mantenimiento.
- Comunicación y finanzas.
- Medición, análisis y mejora.

- Se determina la secuencia e interacción de estos procesos.

- Se han descrito, en cada proceso, los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control de estos, sean eficaces.

- Se asegura la disponibilidad de recursos e información requeridos para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos de la SDG.

- Para medir el desempeño de cada uno de los procesos, se definen las variables adecuadas y un método de seguimiento y medición.

- Se han implementado las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua. Con la información obtenida acerca del desempeño de cada uno de los procesos, se analizan y determinan las relaciones causales con el desempeño global de la SDG, y así tener información para tomar decisiones que nos permitan lograr la satisfacción del cliente.

CAPITULO 2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.

2.1 Justificación.

El proyecto está planeado para remover el problema del accionamiento de la válvula de aereación de las turbinas hidráulicas correspondientes a la primera etapa, con un costo bajo de instalación y mantenimiento así como facilidad de operación para mantener la disponibilidad y una buena conservación de los alabes de la turbina.

El cambio del sistema hidráulico de la válvula de aereación por un sistema neumático es la solución para eliminar el problema de fugas en el actuador ocasionada por las altas presiones que maneja, además permite la innovación, ya que los sistemas neumáticos tienen muchas ventajas sobre los hidráulicos en cierto rango de presiones.

El diseño óptimo del sistema neumático de la válvula de aereación traerá beneficios en los costos de mantenimiento ya que la vida útil de los elementos será prolongada. Por lo tanto solo necesitara mantenimiento preventivo cuando el departamento mecánico lo programe.

La comisión federal de electricidad tiene como misión “generar energía eléctrica para el desarrollo de México a menor costo, cuidando el medio ambiente” por lo tanto, para la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres es importante la conservación del medio ambiente. El uso de tecnología limpia, en este caso la neumática, disminuye el uso de aceites minerales o sintéticos los cuales al ser desechados son considerados como contaminantes, por lo tanto, tienen que ser tratados de manera especial y esto implica un costo, así mismo se evita el derramamiento de aceites en el área de producción debido al deterioro de los elementos de trabajo de los sistemas hidráulicos. Todo esto contribuye a que esta central sea considerada como una industria limpia que contribuye a favor del medio ambiente.

En el diseño se hará un análisis de las condiciones en las que se requiere que actúe el sistema para garantizar el trabajo en las condiciones que la válvula necesita ser operada, para poder prolongar la vida de los elementos de trabajo del sistema neumático.

Por todas estas ventajas y la versatilidad de los sistemas neumáticos se piensa en el rediseño de todo el conjunto que opera la válvula de aereación de las turbinas en la primera etapa.

2.2 Objetivos.

2.2.1 Objetivo general.

Elaborar diseño para propuesta de cambio de sistema hidráulico a un sistema neumático de actuador de la válvula de aereación para las unidades de la primera etapa de la C.H. Manuel Moreno Torres.

2.2.2 Objetivos específicos.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran los siguientes:

- Identificación de los equipos utilizados en el actual diseño.
- Investigación bibliográfica en catálogos, manuales, planos y reportes históricos de la planta.
- Realizar el diseño del circuito neumático.
- Selección de accesorios, de acuerdo a existencias en el mercado, para el sistema neumático.

2.3 Descripción de las principales actividades que se realizaron en el área del Departamento Mecánico.

Entre las actividades realizadas en un inicio del periodo de la residencia profesional en la C.H. Manuel Moreno Torres comenzando el día 26 de agosto de 2013 se encuentran con: el reconocimiento del Área de Trabajo, esta consistió en recorrer detenidamente las instalaciones de la central, acompañados por el ingeniero encargado de la seguridad industrial para una buena explicación del funcionamiento de los equipos y maquinas, con el fin de familiarizarse y tener el mayor cuidado al estar frente a alguna maquina en movimiento o en algún lugar de alto riesgo. Debido a la antigüedad de la central se encontraron pocos datos del sistema de aereación, lo cual indujo a investigar y encontrar las variables desconocidas por medio de lecturas bibliográficas, y por medio de los pocos datos encontrados se pudo encontrar una fuerza necesaria para hacer mover la válvula.

Después de haber encontrado los factores involucrados necesarios para el inicio del nuevo diseño se comenzó con el análisis y la "lluvia de ideas" para ir seleccionando las formas y propuestas más convincentes para resolver cada uno de los problemas

encontrados con el cálculo y diseño tanto del sistema neumático como el mecanismo que accionará la válvula de aereación.

El proyecto denominado "rediseño del sistema hidráulico para la operación de la válvula de aereación de las turbinas correspondientes a la primera etapa de la C.H. Manuel Moreno Torres" es realizado en la empresa CFE la cual tiene como misión la generación y distribución de la energía eléctrica para el desarrollo de México.

Durante el periodo de residencia las actividades primordiales fueron las relacionadas con el proyecto, pero también hubo participación en actividades que pueden clasificarse como secundarias, tales como:

1. Cumplir con los lineamientos establecidos por la Superintendencia General para el desarrollo de los programas de mantenimiento, inversión y gastos de explotación, con el objetivo de garantizar la operación y continuidad de la central.
2. Coordinar las labores de su área para que sean productivas y eficientes.
3. Establecer normas de seguridad para todo el personal de su área.
4. Establecer normas de operación y mantenimiento en todo el equipo mecánico para obtener la mejor eficiencia y continuidad de servicio.
5. Vigilar los parámetros de operación más importantes con el objetivo de detectar en tiempo y forma alguna anomalía, que, mediante su corrección, evite paros prolongados.
6. Llevar un historial del equipo con todos sus parámetros de operación, graficas, pruebas, ajustes, fotos, etc.
7. Planear, organizar, programar y supervisar los mantenimientos rutinarios, preventivos y correctivos de todo el equipo mecánico para reducir fallas y asegurar continuidad del servicio.
8. Detectar, presupuestar, requerir y vigilar la adquisición de equipo o herramientas necesarias para poder desarrollar los mantenimientos preventivos y correctivos.
9. Dar apoyo al área Eléctrica, de Control y Civil, en lo que se refiere a actividades de mantenimiento mecánico.

10. Estar pendiente e intervenir en los casos de fallas y emergencias en operaciones de la central generadora.
11. Vigilar el cumplimiento de los programas de mantenimiento mecánico y ajustarse a lo presupuestado, como metas fijadas en el área mecánica.
12. Vigilar la formulación y análisis del reporte de actividades, fallas y libranzas mensualmente.
13. Coordinar con las diferentes áreas, las actividades a realizar para garantizar la correcta operación y mantenimiento oportuno de todo el equipo mecánico instalado.
14. Mantener comunicación con fabricantes y talleres de servicios respecto de los equipos que se tienen que sustituir o reparar, con objeto de abatir costos en la reparación y adquisiciones.

2.3.1 Caracterización del área de trabajo.

El río Grijalva-Usumacinta, localizado en el sureste de México, aporta el 30% de los recursos hidráulicos del país y abarca un área de 131,157 Km^2 de los cuales 52,600 Km^2 corresponden al río Grijalva.

CFE inicio estudios en el año 1958, encaminados a determinar el potencial hidroeléctrico del río Grijalva con la finalidad de lograr el aprovechamiento de sus recursos, a lo que se conoce hoy en día como "sub-gerencia regional de generación hidroeléctrica Grijalva" (SRGHG).

La SRGHG se localiza en el sureste de la república mexicana en los estados de Chiapas y Oaxaca. Y cuenta con 8 centrales hidroeléctricas y una central eólica las cuales en total tienen una capacidad instalada de: 4,830.96 MW. Las cuatro principales plantas hidroeléctricas se encuentran sobre el río Grijalva que nace en la sierra norte de Chiapas, atraviesa el estado de tabasco de sur a norte y desemboca en el golfo de México en la barra de frontera, municipio de Centla. Este río es el mayor productor de hidroeléctricas de México.

El primer aprovechamiento construido por la CFE sobre el río Grijalva es la C.H. Netzahualcóyotl conocida también como "Malpaso" con capacidad instalada de: 1,080

MW. Obra que realizo entre los años de 1959 y 1964, y representa el tercer aprovechamiento de la cuenca a partir de su nacimiento.

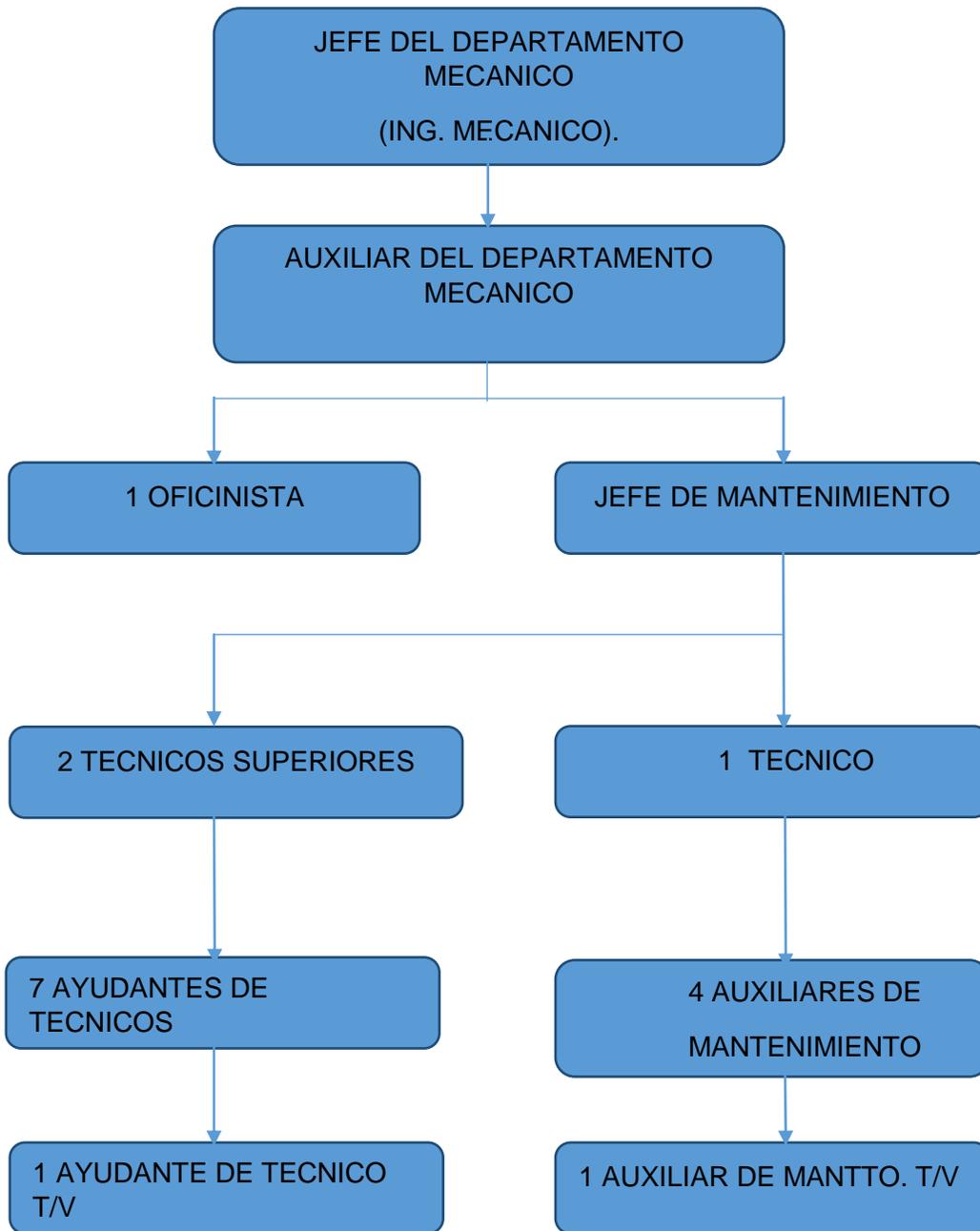
El segundo aprovechamiento hidroeléctrico construido por CFE sobre el rio Grijalva, durante los años de 1969 y 1977 es la C.H. Belisario Domínguez también conocida como la "Angostura", esta representa el primer aprovechamiento a partir del nacimiento del rio. El embalse de esta presa cuenta con una capacidad de almacenamiento aproximada de 18 millones de m^3 con lo cual se regulariza casi el total de los caudales del rio aguas abajo, lo cual favoreció el desarrollo de proyectos tales como Chicoasén y peñitas.

El tercer aprovechamiento construido por CFE y segundo sobre la cuenca del rio Grijalva es la C.H. Manuel Moreno Torres igualmente conocida como "Chicoasén" esta fue construida en el año de 1974.

El cuarto y último aprovechamiento hidroeléctrico construido por CFE es la C.H. Ángel Albino Corzo también llamada "Peñitas". Es la última sobre la cuenca del rio Grijalva y la que tiene menor altura y tiene como característica principal el usar turbinas tipo Kaplan, todas las demás hidroeléctricas alojadas sobre la cuenca del rio Grijalva utilizan turbinas tipo Francis.

Para la realización del plan integral del rio Grijalva, fue necesario construir la Central Hidroeléctrica "Chicoasén", que reúne un buen conjunto de características que los sitúan como elemento básico para el desarrollo del rio Grijalva y que se puede emplear ventajosamente en la generación de energía, ya que cuenta con una caída de 180 m y por tal motivo es la mayor generadora de energía en nuestro estado de Chiapas con un total de 2400 MW.

2.3.2 Organigrama del departamento mecánico.



2.4 Problemas a resolver.

Como se sabe todo proyecto de investigación o desarrollo, inicia con un planteamiento para la resolución de uno o más problemas, ya que aparte de los objetivos y las metas son el mejor motor para realizar diferentes tipos de análisis para identificar si el resultado que se tendrá es el deseado. Para resolver el problema debemos tener presente el método a utilizar ya que de esto depende el éxito del proyecto. Los problemas principales a resolver que se detectaron y analizaron durante el periodo de residencia profesional comprenden los siguientes:

1. Existen perdidas de aceite a través del orificio de salida del vástago y de los racores en el cilindro de doble efecto utilizado actualmente.



Fig. 2.1 Cilindro hidráulico utilizado en la apertura y cierre de la válvula de aereación.

2. El mecanismo utilizado para el accionamiento de la válvula de aereación no soporta la fuerza del vástago y por lo tanto sufre un desacoplamiento.



Fig. 2.2 Mecanismo de apertura y cierre de la válvula.

3. La falta de lubricación en los elementos que conforman el mecanismo que acciona la válvula de aireación provoca que exista oxidación y provoca rozamiento excesivo entre las articulaciones.
4. La información técnica de los equipos que componen el sistema es muy escaso.
5. No se posee una lista de refacciones necesaria para cada equipo, estos se tienen que agregar en cuanto la orden de trabajo sea lanzada, lo que no permite tener el material en existencia para el momento que se requiera.

2.5 Alcances y limitaciones.

El alcance de éste proyecto de Residencia Profesional, consiste en realizar una propuesta con un circuito neumático para el accionamiento de la válvula de mariposa de la tubería de aireación. En la actualidad el sistema de interés no cuenta con un sistema de tecnología limpia ya que es un sistema hidráulico, el cual tiene como principal problema la fuga de aceite y por lo tanto, la contaminación ambiental, el uso de este innovador sistema nos llevaría a construir un sistema de tuberías para el mismo, evitando tener fallas por altas presiones que manejan los sistemas hidráulicos.

Al poner en funcionamiento óptimo a esta válvula se logra asegurar que las turbinas en la primera atapa cumplan con su función y que se evite la cavitación dentro de las turbinas con nueva tecnología y con la mejor selección de accesorios necesarios para el nuevo diseño en el mercado y los más adecuados de acuerdo a las especificaciones que se requieran.

Las limitaciones para el nuevo diseño neumático son la falta de información técnica de los equipos utilizados, al término de este proyecto de residencia profesional toda la información se almacenara como una propuesta de cambio para el actual sistema hidráulico.

CAPITULO 3. FUNDAMENTO TEORICO.

3.1 Presas.

Una presa es una barrera artificial que se construye en algunos ríos para embalsarlos y retener su caudal. Los motivos principales para la construcción de presas son, concentrar el agua de un río en un sentido determinado, lo que permite generar energía hidráulica, regular el agua y dirigirla hacia canales y sistemas de abastecimiento, aumentar la profundidad de los ríos para hacerlos navegables, controlar el caudal del agua durante los periodos de inundaciones y sequía, y crear pantanos para actividades recreativas, muchas presas desempeñan varias funciones de estas.

3.1.1 Altura de una presa.

La altura de una presa está delimitada por la topografía de su emplazamiento, aunque otros factores pueden determinar la altura máxima menor. Si la función principal de la presa es la obtención de energía, la altura es un factor crítico, ya que la energía potencial del agua embalsada es mayor cuanto mayor es la altura a la que se encuentra. Si la presa es de contención entonces el factor más importante es la capacidad de almacenamiento. Otros factores son la utilidad y el valor de las tierras que quedaron sumergidas, además que las aguas afectan a importantes vías de comunicación.

3.1.2 Generación de energía eléctrica.

Existen muchas maneras de obtener energía y una de estas formas es aprovechar los recursos naturales con los que contamos, en nuestro caso hablaremos de la energía disponible por parte del agua.

Una corriente de agua contiene dos formas básicas de energía:

- Energía cinética. Es aquella que es creada en virtud de la velocidad que lleva el agua.
- Energía potencial. Es aquella creada en función de la caída del agua de una posición situada a mayor altura que otra.

El rendimiento de una gran turbina hidráulica excede de 90%. El 10% restante calienta ligeramente (décimas de grado a lo sumo) el flujo de agua que la atraviesa. Y existe una ventaja adicional: la energía obtenida del fluir del agua se recarga automáticamente cuando llueve.

La energía potencial del agua es una de las formas más puras de energía con que contamos, no es contaminante ya que se puede suministrar trabajo sin producir ningún tipo de residuo. Esta es además, relativamente fácil de controlar y su rendimiento suele ser alto. La energía hidráulica resulta ser útil ya que utiliza un recurso renovable, por lo que es rentable, este tipo de energía produce directamente energía mecánica, la cual será transformada en energía eléctrica.



Fig. 3.1 Vista panorámica de la C.H. Manuel Moreno Torres.

3.1.3 Una Central Hidroeléctrica.

Se puede definir como el conjunto de elementos destinados a utilizar la energía potencial del agua, para transformarla en energía eléctrica. Por medio de una cortina construida en el cauce del río Grijalva se almacenan grandes cantidades de agua (energía cinética), cuya caída por tuberías de presión, mueven ruedas provistas de aspas (Fig. 3.2). El embalse permite graduar la cantidad de agua que pasa por las turbinas. Del volumen embalsado depende la cantidad que puede hacerse pasar por las turbinas.

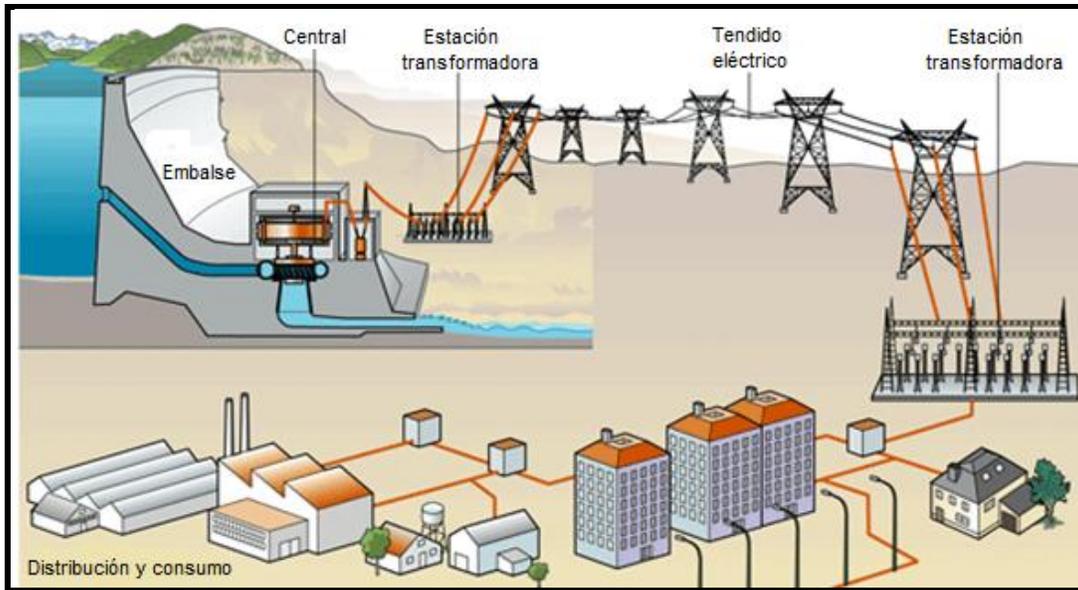


Fig. 3.2 Diagrama esquemático de distribución eléctrica.

Uno de los problemas más graves en una central hidroeléctrica es la cavitación. La cavitación es un fenómeno que se produce siempre que la presión en algún punto o zona de la corriente de un líquido desciende por debajo de un cierto valor mínimo admisible. El fenómeno puede producirse lo mismo en estructuras hidráulicas estáticas (tuberías, venturis, etc.) que en máquinas hidráulicas (bombas, hélices, turbinas). Por los efectos destructivos que en las estructuras y máquinas hidráulicas mal proyectadas o mal instaladas produce la cavitación, los lugares más importantes donde se puede producir la cavitación son: en la garganta de un venturi, a la entrada del rodete de una bomba centrífuga y a la salida del rodete de una turbina hidráulica de reacción.

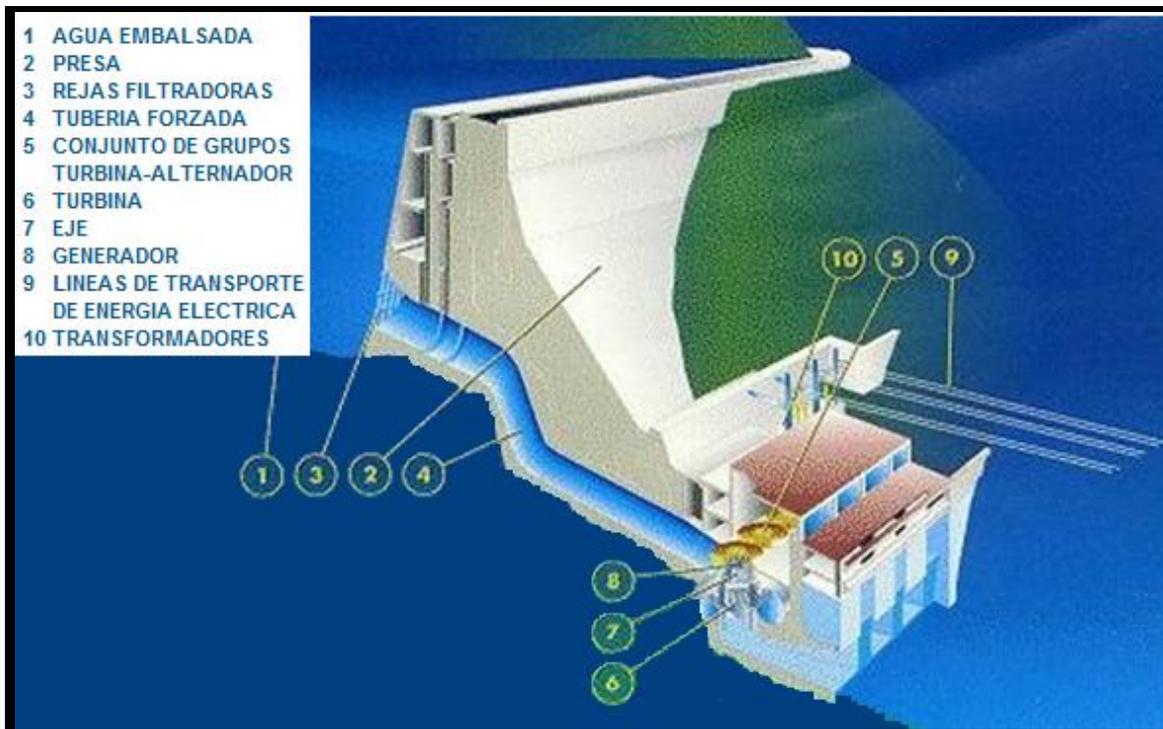


Fig. 3.3 Esquema hidráulico de una central hidroeléctrica.

3.1.4 Sistema de admisión de aire.

Con el objeto de disminuir o evitar que se presente en el interior de la tubería y parte baja de la turbina el llamado efecto de cavitación, se efectúa una inyección de aire atmosférico hacia el tubo de succión a través del cono del rodete.

El tubo de admisión de aire se ubica y conecta a través de la tapa superior para abastecer el aire atmosférico al tubo de succión a través del cono del rodete o rueda motriz.

La cavitación no es más que la formación de burbujas de aire en el interior del líquido (en este caso agua) que está circulando a través de las paletas móviles y alabes del rodete. Las burbujas se forman debido a que en determinados momentos la velocidad del agua es sumamente alta y la presión en el interior del tubo de aspiración disminuye. Sin embargo cuando se recupera esa presión las burbujas de aire explotan produciéndose ondas que alcanzan valores de hasta 25.000 C.P.S.

Como estos cambios son frecuentes, van dañando considerablemente la superficie interna de la tubería de succión, alabes y rodete.

Para las unidades de la C.H. Manuel Moreno Torres, el aire se toma de la atmosfera por medio de un tubo que tiene su boquilla de succión en la elevación 209.50 M.S.N.M.

En la elevación 204.50 se localiza un filtro de aire que tiene como finalidad evitar la entrada de impurezas o basura que pudieran dañar a la válvula de admisión 115 y luego continua su circulación hacia el interior de la tubería de succión donde es inyectado por medio de dos tubos que van montados sobre la tapa superior del escudo al lado izquierdo del foso de la turbina.

De la tapa superior el aire pasa al espacio que existe por debajo del prensa estopa y de ahí a los agujeros de aspiración localizados en la parte inferior de la flecha con lo cual llega al cono donde es exhalado a la zona de turbulencias de la tubería de succión.

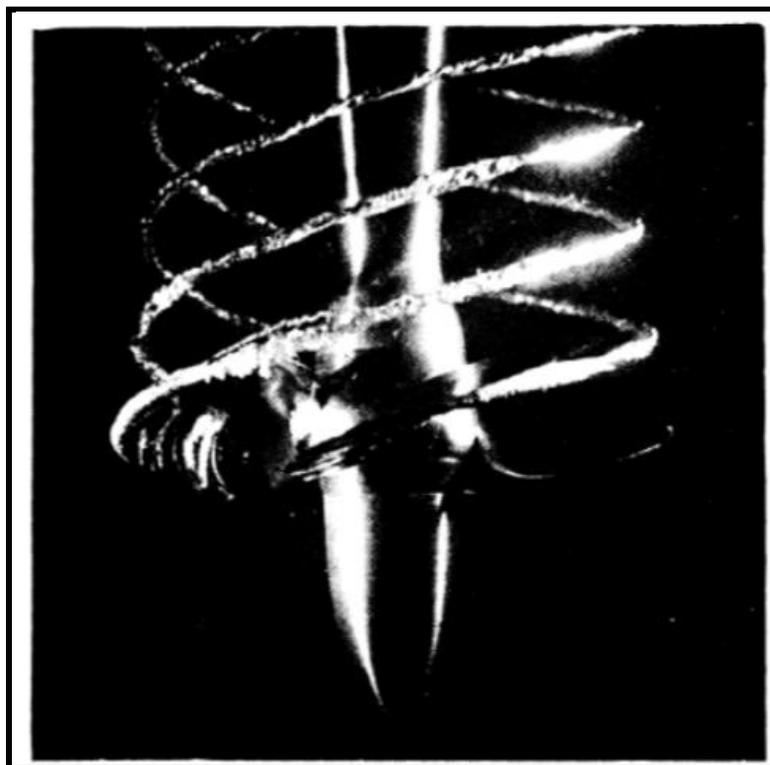


Fig. 3.4 Fotografía estroboscópica de una hélice en la cual se está produciendo la cavitación.

3.1.5 Operación de la válvula de aireación.

Cuando la unidad inicia el rodado en vacío los servomotores gobernadores de los alabes se abren (163.64 RPM= 13% de apertura), enviándose una señal que energiza un contacto del interruptor limite 33G, lo cual, permite que la válvula de solenoide (20 AD), también sea energizada, permitiendo así, el paso de aceite a presión hacia el servomotor (116) mismo que actúa accionando la válvula de admisión 115 (válvula de aireación). De tal manera que se permite el paso de aire atmosférico hacia el interior de la tubería de succión.

3.2 Neumática.

3.2.1 Propiedades del aire.

El aire tiene una serie de propiedades y características que se deben analizar para su correcta aplicación en instalaciones neumáticas.

Es capaz de reducir su volumen cuando es sometido a esfuerzos externos de compresión, igualmente cuando ocupa un recipiente elástico, se reparte uniformemente dentro de él y presenta un coeficiente de viscosidad muy reducido por lo que tiene una gran facilidad de fluir por las conducciones adecuadas.

3.2.2 Conceptos básicos.

1. Caudal.- Es la cantidad de aire comprimido que atraviesa una sección de la conducción en la unidad de tiempo.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S * l}{t} = S * v$$

Donde:

Q=caudal (m³/s)

S=sección (m²)

t =tiempo (s)

V=volumen (m³)

l =longitud (m)

v=velocidad (m/s)

2. Presión.- Se define como el cociente entre una fuerza aplicada perpendicularmente a una superficie y el valor de la superficie.

$$P = \frac{F}{S}$$

La presión se expresa de distinto modo, según el sistema de unidades utilizado:

- En el Sistema Internacional la unidad es: Pascal = N/m²
- En el *Sistema Técnico* la unidad es: kp/cm².

En las aplicaciones neumáticas, según sean los autores de los textos, se emplean indistintamente cualquiera de las unidades, admitiéndose las siguientes equivalencias:

$$1\text{bar}=1\text{atm}=1\text{kp}/\text{cm}^2=100\text{KPa}=10^5\text{Pa}.$$

La presión en la superficie de la Tierra es la presión atmosférica que es la que suele tomarse como referencia y que suele denominarse presión relativa, por ejemplo si el aire comprimido de una instalación neumática está a 6 bares, quiere decir que tiene una presión superior a la atmosférica en 6 bares, se mide con unos instrumentos llamados manómetros que se muestra en la Fig. 3.5.

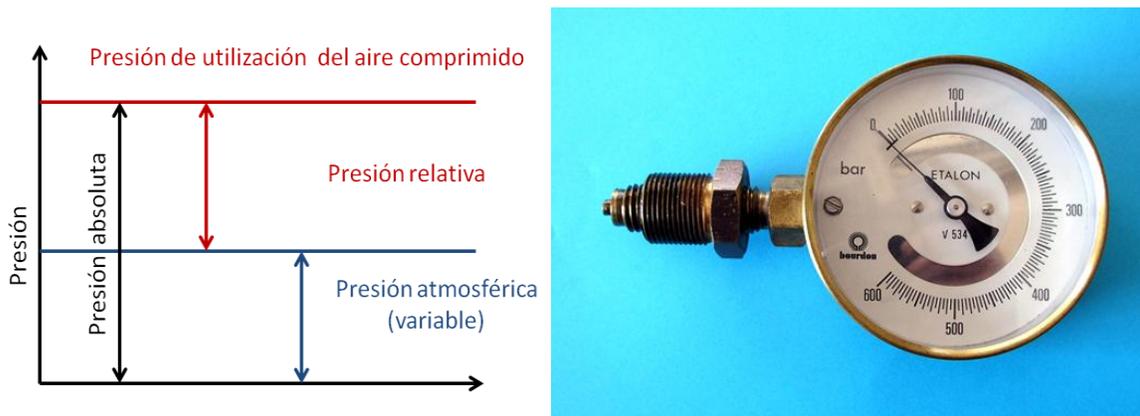


Fig. 3.5 Medición de presión “manómetro.”

3.2.3 Leyes de los gases perfectos.

En el campo de la neumática las leyes que tienen más aplicación son las siguientes, para lo cual es necesario interpretar que el aire se comporta como un gas perfecto.

- El Principio de Pascal
- Ley de Boyle-Mariott
- Ley de Gay-Lussac
- Ley de Charles

Principio de Pascal.- La presión ejercida en un punto cualquiera de una masa gaseosa, se transmite por igual y en todas las direcciones. Es decir en dos puntos distintos de un circuito neumático se debe cumplir:

$$P_1 = P_2 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

En esta ley se basa el principio de las prensas hidráulicas.

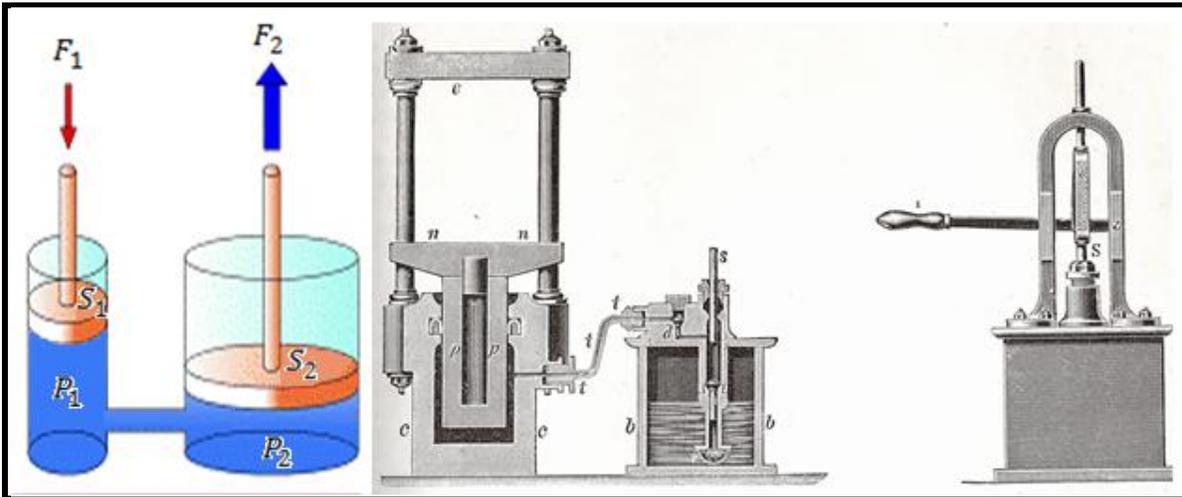


Fig. 3.6 Prensa hidráulica.

Ley de Boyle-Mariott.- A temperatura constante, el volumen de un gas confinado en el interior de un recipiente rígido, es inversamente proporcional a la presión absoluta.

Es decir para una determinada cantidad de gas, el producto de la presión absoluta y el volumen, es una cantidad constante.

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \dots = \text{Constante}$$

Ley de Gay-Lussac.- Si se mantiene la presión constante, el volumen ocupado por una determinada cantidad de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta, expresada en grados Kelvin, lo que se representa por la expresión:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Ley de Charles.- A volumen constante, la presión de una determinada cantidad de masa gaseosa es directamente proporcional a su temperatura absoluta, expresada en grados Kelvin, lo que se representa por la expresión:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Todas las leyes anteriores se pueden resumir en la ecuación general de los gases perfectos:

$$\frac{P_1 * V_1}{T_1} = \frac{P_2 * V_2}{T_2}$$

3.2.4 Producción de aire comprimido. Pre-conocimiento.

Los circuitos neumáticos están constituidos fundamentalmente por los siguientes equipos: Compresor, que capta el aire de la atmósfera y le confiere la presión adecuada, acondicionador de aire, depósito acumulador, redes de distribución y aplicaciones neumáticas, constituidas por elementos de control, y actuadores.

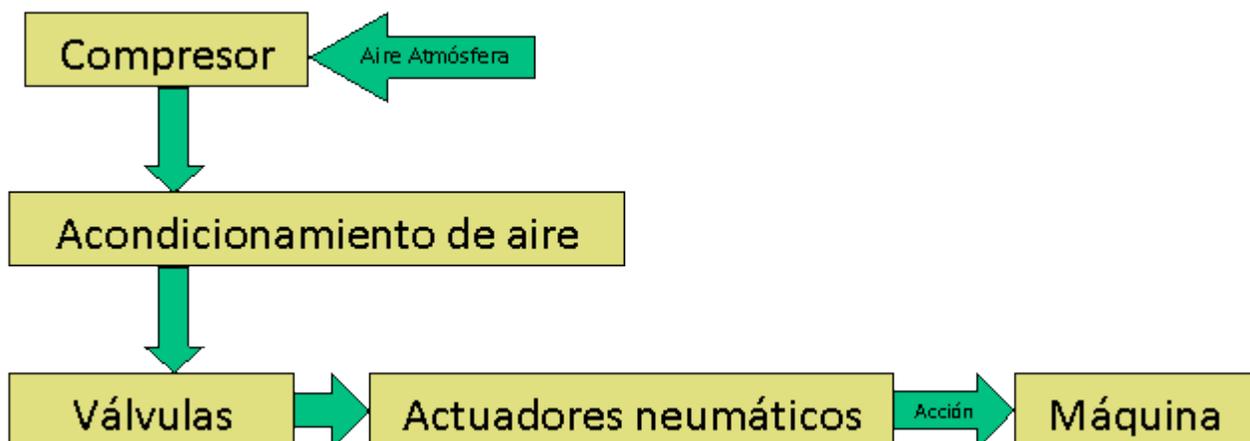


Fig. 3.7 Arreglo general de un sistema neumático.

Se debe procurar que la captación de aire para alimentar al compresor sea de aire lo más fresco, seco y limpio posible, para procurar alargar la vida de los equipos, por lo que se deben eliminar todas aquellas partículas de productos indeseables, polvo, humedad, óxidos metálicos, etc.

Es muy importante elegir el compresor idóneo para el tipo de aplicación a que se va a destinar.

3.2.4.1 Compresor.

Son máquinas rotativas, movidas por motores, generalmente eléctricos, aunque también pueden ser térmicos (de gasolina o diesel), destinadas a captar aire atmosférico y elevar su presión, existen dos tipos básicos de compresores:

1.- Volumétricos. En éstos es aire se introduce en una cámara y su volúmenes reduce aumentando la presión, es el principio en que se basan los compresores de émbolo.

2.- Dinámicos. En éstos el aire aspirado va aumentando la velocidad de trasiego según avanza a través de distintas cámaras, transformando su energía cinética en energía de presión.

Los compresores más comúnmente empleados son:

- Compresor de émbolo.
- Compresor de émbolo de dos etapas.
- Compresor de émbolo con membrana.
- Compresor de Roots.
- Compresor radial de paletas.
- Compresor de tornillo.
- Turbocompresor radial.
- Turbocompresor axial.

3.2.5 Acondicionamiento del aire.

Las instalaciones de aire comprimido aspiran suciedad, aceite, agua. Un mal acondicionamiento del aire provoca en las instalaciones fallos del tipo: Válvulas agarrotadas por el aceite depositado, silenciadores taponados, exceso de agua

condensada en el filtro de aire, desgaste rápido de juntas, envejecimiento prematuro de los equipos.

Para que el aire comprimido llegue en condiciones óptimas de limpieza, presión y lubricación al circuito; este se hace pasar por una serie de elementos que constituyen el equipo de acondicionamiento del aire, formado por:

- Filtro
- Regulador de presión
- Lubricador

Filtro. Impide que el polvo y las partículas más pesadas, provenientes de restos sólidos arrancados de las conducciones, circulen por la instalación. También condensa el vapor de agua existente en el aire, que es recogido en la parte inferior y debe ser evacuado a través del tornillo de purga, cuando se haya alcanzado la cota del nivel adecuado tal como se observa en la figura 3.8.

Las partículas más finas son retenidas por el cartucho filtrante, por el cual debe circular el aire comprimido en su fluir hacia la utilización. El cartucho de filtro se debe limpiar o sustituir con la frecuencia necesaria.

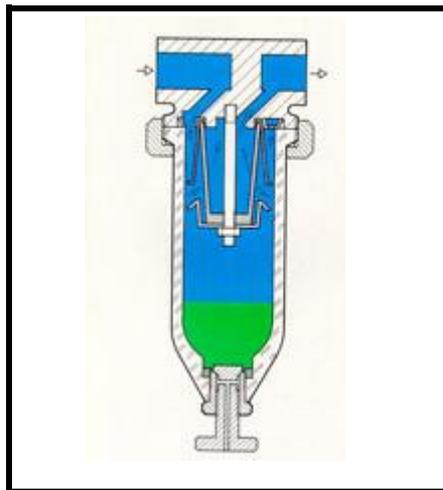


Fig. 3.8 Filtro de un sistema neumático.

Regulador de presión. Ajusta la presión en el circuito a un valor deseado. Cuando el aire comprimido supera la presión establecida se produce un escape de aire a la atmósfera para limitarla. En la figura 3.9 se puede apreciar tanto el símbolo neumático como una vista seccionada de una válvula de regulación.

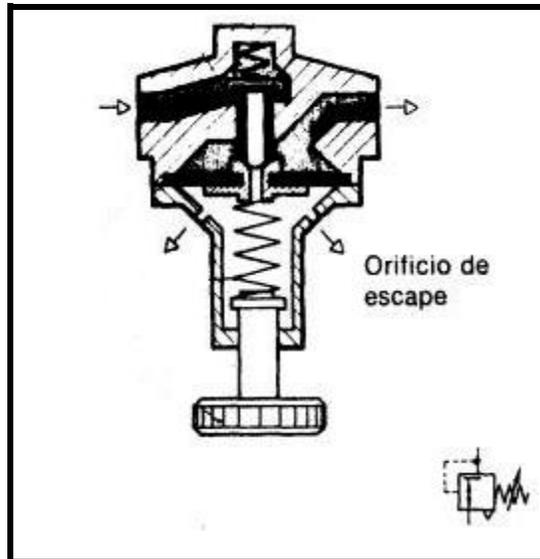


Fig. 3.9 Regulador de presión de un sistema neumático.

Lubricador. El aire es dotado de una fina neblina de aceite, de este modo las piezas móviles de los elementos neumáticos se proveen de lubricante, disminuyéndose el rozamiento y el desgaste. A continuación se observa una vista de sección en la figura 3.10 y su símbolo neumático.

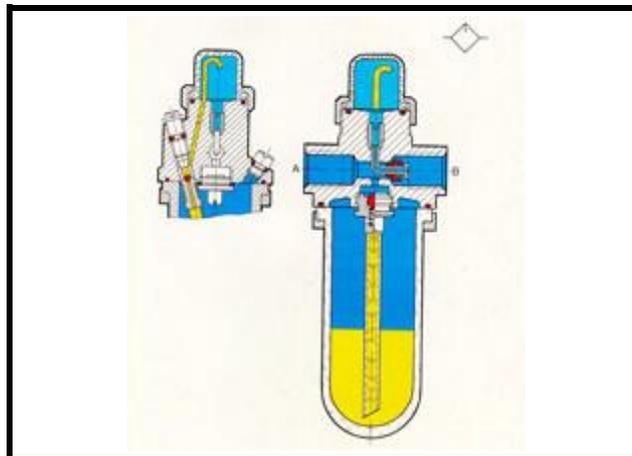


Fig. 3.10 Lubricador de una sistema neumático.

El símbolo que representa la unidad de acondicionamiento o mantenimiento de aire es cualquiera de los mostrados en las Imágenes de la figura 3.11, en el primero se observan claramente cada uno de los elementos del equipo, aunque por simplicidad se suele emplear el segundo símbolo. La foto de la figura 3.11 muestra el aspecto real de la unidad de acondicionamiento.

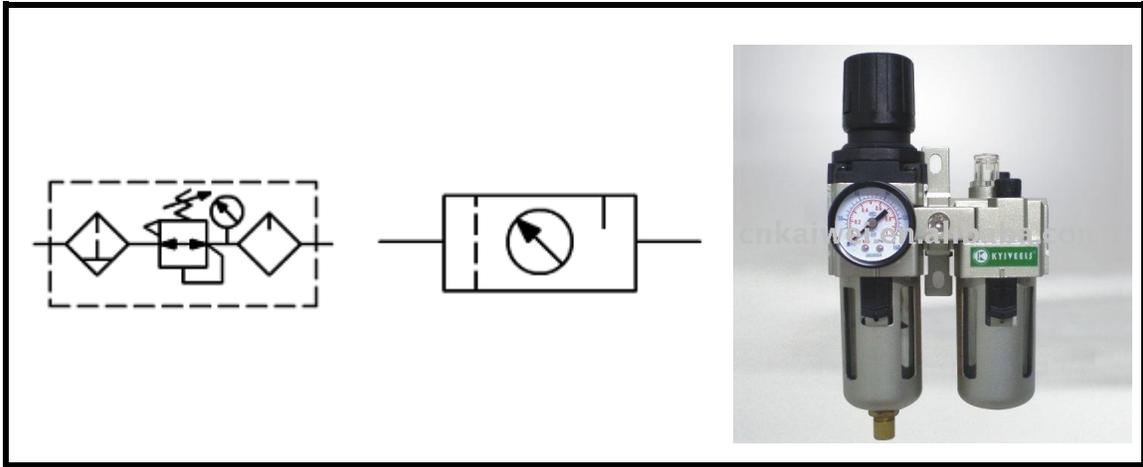


Fig. 3.11 Unidad de mantenimiento de un sistema neumático norma ISO 1219.

Además de la unidad de acondicionamiento, es necesario disponer de suficiente cantidad de aire para operar. Para ello se une un acumulador.

3.2.6 Acumulador.

Su función es almacenar el aire comprimido que proporciona el compresor una vez acondicionado. Pero principalmente consiste en adaptar el caudal del compresor al consumo de la red de distribución.

Debe cumplir varios requisitos; entre ellos: disponer de una puerta para inspección interior, un grifo de purga, un manómetro, válvula de seguridad, válvula de cierre, e indicador de temperatura. Puede colocarse horizontal o verticalmente, pero a ser posible alejado de toda fuente calorífica, para facilitar la condensación del vapor de agua procedente del compresor.

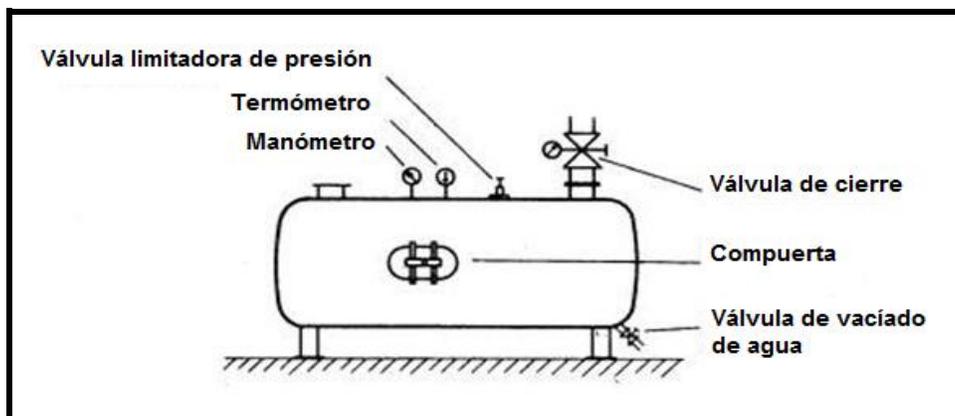


Fig. 3.12 Unidad de almacenamiento de aire comprimido con elementos principales.

3.2.7 Distribución de aire comprimido.

Las redes de distribución de aire comprimido surgen para poder abastecer de aire a todas las máquinas y equipos que lo precisen, por lo que se debe tender una red de conductos desde el compresor y después de haber pasado por el acondicionamiento de aire, es necesario un depósito acumulador, donde se almacene aire comprimido entre unos valores mínimos y máximos de presión, para garantizar el suministro uniforme incluso en los momentos de mayor demanda.

El diámetro de las tuberías se debe elegir para que si aumenta el consumo, la pérdida de presión entre el depósito y el punto de consumo no exceda de 0,1 bares. Cuando se planifica una red de distribución de aire comprimido hay que pensar en posibles ampliaciones de las instalaciones con un incremento en la demanda de aire, por lo que las tuberías deben dimensionarse holgadamente.

Las conducciones requieren un mantenimiento periódico, por lo que no deben instalarse empotradas; para favorecer la condensación deben tenderse con una pendiente de entre el 1 y el 2% en el sentido de circulación del aire, y estar dotadas a intervalos regulares de tomas por su parte inferior, con las purgas correspondientes para facilitar la evacuación del condensado.

Las tomas para enlazar con los puntos de consumo siempre deben producirse por la parte superior de las tuberías, para evitar el arrastre de agua condensada en las tomas de aire, que lógicamente, debido a su mayor densidad, circulará por la generatriz inferior de la conducción.

En general las redes de distribución suelen montarse en anillo, con conexiones transversales que permitan trabajar en cualquier punto de la red, instalándose válvulas de paso estratégicamente, para poder aislar una zona de la red de distribución en caso de producirse alguna avería, y que puede continuar trabajándose en el resto de la instalación. A continuación se muestran tres diferentes sistemas de tubería en aplicación neumática:

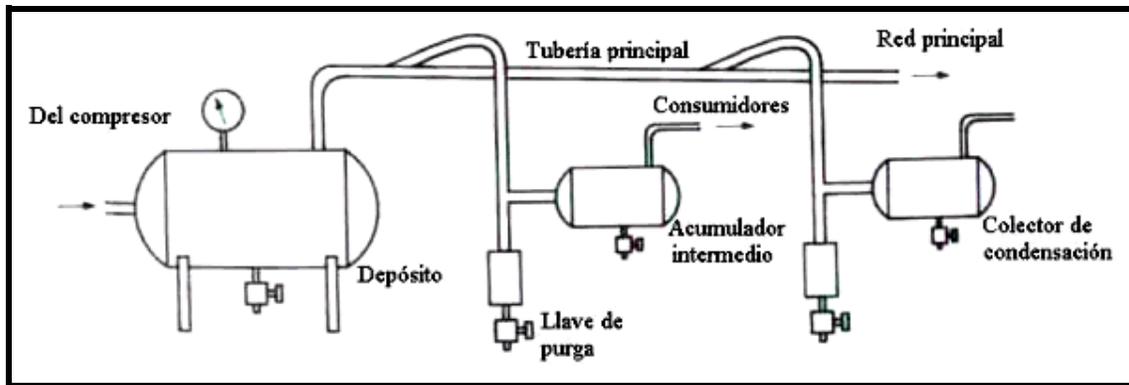


Fig. 3.13 Red de distribución esquema 1.

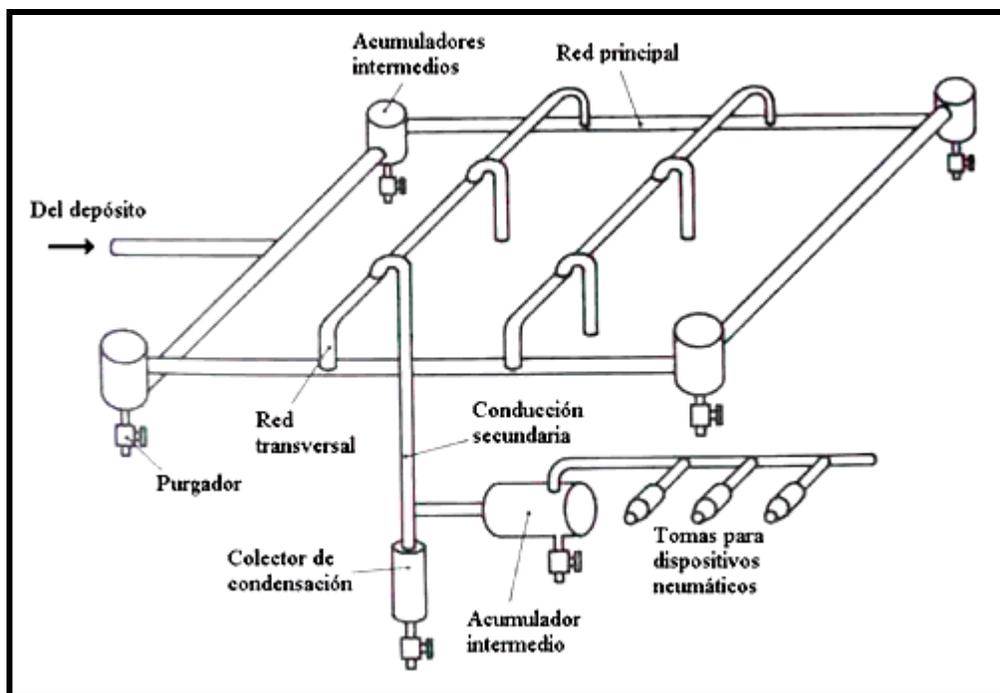


Fig. 3.14 Red de distribución esquema 2.

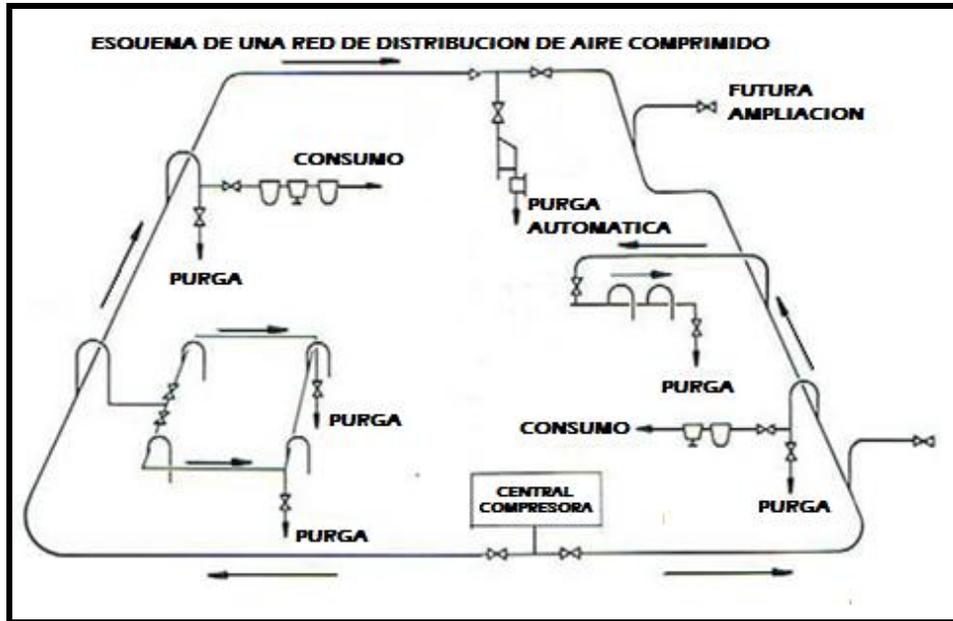


Fig. 3.15 Red de distribución esquema 3.

Los materiales adecuados para construir una red de distribución deben cumplir una serie de condiciones: deben asegurar bajas pérdidas de presión, limitación de fugas, ser resistentes a la corrosión, permitir posibles ampliaciones y tener un precio reducido. Por todo ello y para los distintos tipos de instalación, las conducciones pueden ser de: cobre, latón, acero galvanizado, polietileno o poliamida.

3.2.8 Actuadores neumáticos.

Hay dos tipos de actuadores; los que producen movimiento lineal (cilindros) y los que producen movimiento rotativo (motores). La energía inherente del aire comprimido alimenta a los actuadores neumáticos donde se transforma en movimientos de vaivén, en los cilindros, o en movimiento de giro en los motores.

En los Actuadores lineales encontramos dos tipos fundamentales:

- **Cilindro de simple efecto:** sólo pueden efectuar trabajo en una dirección
- **Cilindro de doble efecto:** efectúan trabajo en ambas direcciones

Cilindro de simple efecto de émbolo. El vástago puede estar replegado o extendido inicialmente, tienen un resorte de recuperación de posición, al suministrarle aire comprimido el émbolo modifica su posición y cuando se purga el aire, el muelle recupera la posición inicial del émbolo. Debido a la longitud del muelle se utilizan cilindros de simple efecto con carreras de hasta 100 mm.

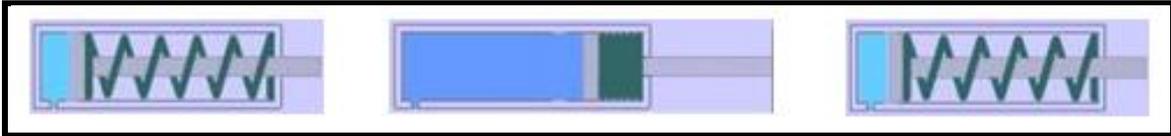


Fig. 3.16 Secuencia ilustrativa de un cilindro de simple efecto con regreso por resorte.

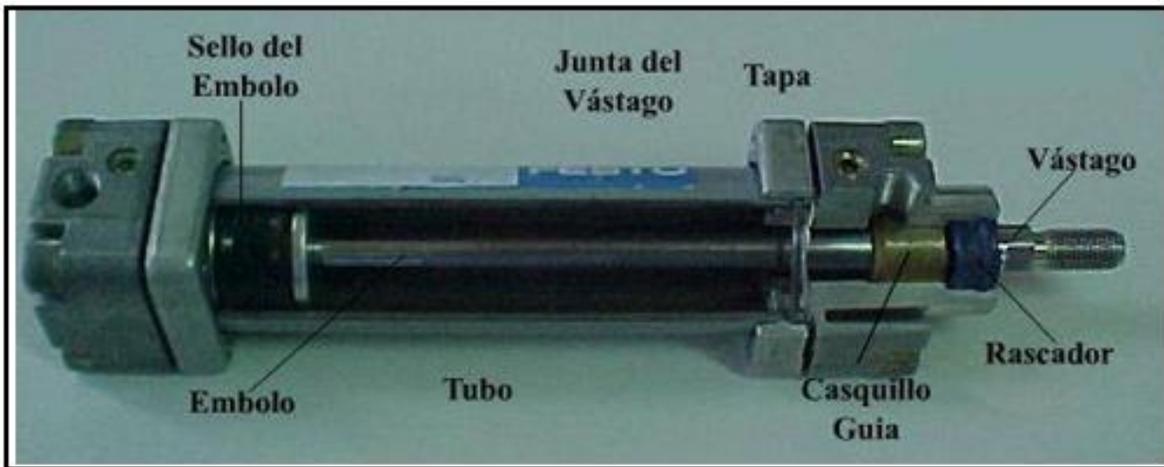


Fig. 3.17 Elementos principales de un actuador.

Estos cilindros (ver figura 3.18) sólo pueden efectuar trabajo en una dirección, el que realiza el aire comprimido, mientras que el movimiento debido al muelle solamente sirve para recuperar la posición inicial, por ello es apropiado para tensar, expulsar, introducir, sujetar, etc.

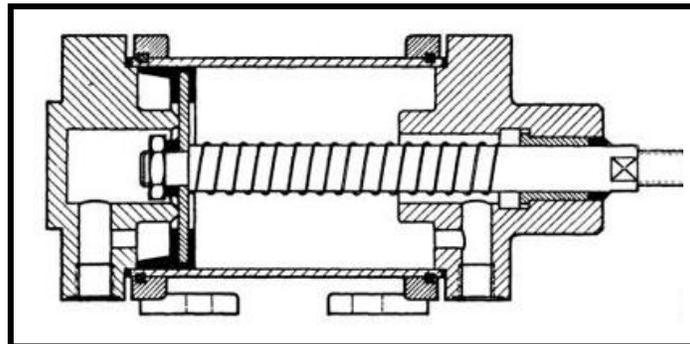


Fig. 3.18 Corte transversal de un cilindro de simple efecto.

Cilindro de doble efecto. Recibe aire comprimido por una cámara, purgándose el lado contrario, con lo que el vástago cambia de posición. Cuando el aire cambia de dirección y se intercambian las cámaras de llenado y de evacuación el vástago recupera la posición primitiva.

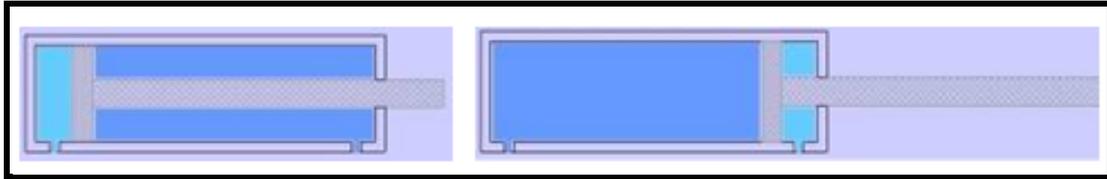


Fig. 3.19 Principio y final de carrera de un cilindro de doble efecto.

La fuerza del émbolo es mayor en el avance que en el retroceso debido a la mayor sección sobre la que presiona el aire, ya que en la otra cámara se tiene que descontar la superficie del vástago.

Estos cilindros pueden desarrollar trabajo en las dos direcciones y además pueden presentar carreras significativamente mayores a las de los cilindros de simple efecto. En la figura 3.20 se observan la cámara y los orificios de entrada y purga de aire.

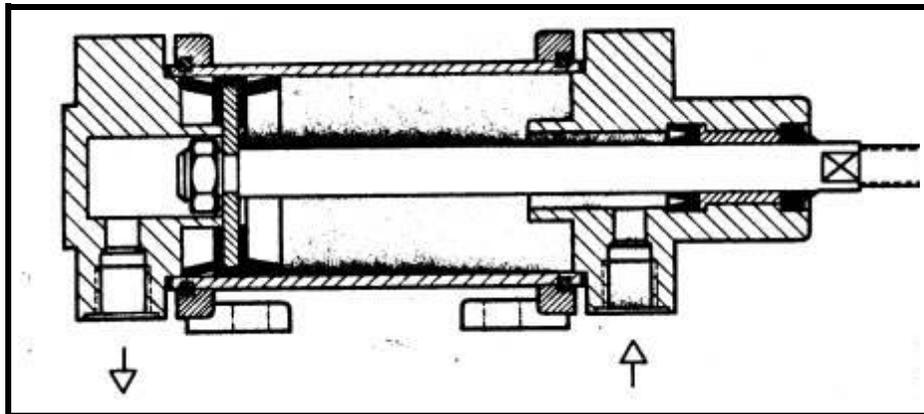


Fig. 3.20 Corte transversal de un cilindro de doble efecto.

3.2.9 Actuadores de movimiento rotativo.

Los actuadores de movimiento rotativo (motores), se usan menos que los lineales ya que en general los motores eléctricos hacen esta función de forma más eficaz. A pesar de esto en determinadas situaciones (de exigencia de más limpieza o de peligrosidad por peligro de explosión, etc.) también son utilizados en muchos procesos productivos.

Motor de émbolo radial. Por medio de cilindros de movimiento alternativo, el aire comprimido acciona a través de una excéntrica o de una biela, el cigüeñal del motor, su potencia depende de la presión de alimentación, del número de émbolos y de la superficie y la velocidad de movimiento de estos.

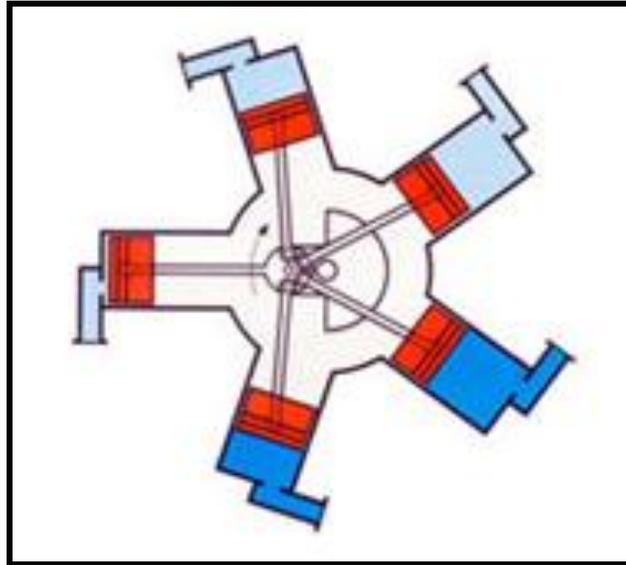


Fig. 3.21 Dibujo representativo de un motor de embolo radial

Motor de paletas. Consta de un rotor excéntrico provisto de unas ranuras homogéneamente repartidas, en ellas se deslizan unas aletas abatibles que son empujadas contra la pared interior del motor. Estos motores tienen una gama de velocidad de entre 3000 y 9000 r.p.m. para potencias de hasta 25 CV.

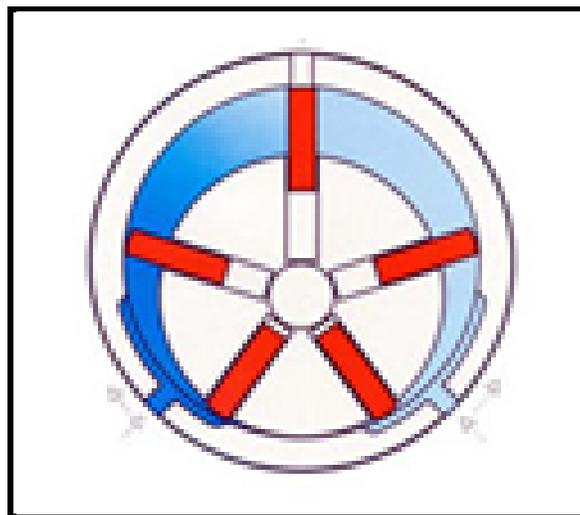


Fig. 3.22 Dibujo representativo de un motor de paletas.

3.2.10 Elementos de control, mando y regulación.

Para poder controlar los distintos actuadores neumáticos, es preciso emplear otros elementos que desarrollan funciones de mando, a estos elementos se les llama válvulas; las encargadas de distribuir el aire para gobernar el avance y retroceso de los cilindros se denominan válvulas distribuidoras, aunque también hay válvulas de regulación y control.

Representación esquemática de las válvulas. Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas neumáticos se emplean símbolos, que solamente indican la función que cumplen las válvulas, sin informar acerca de sus aspectos constructivos, en ellas se distinguen:

Las vías, que es el número de orificios de entrada y salida del aire a través de la válvula.

Las posiciones, son las que puede adoptar la válvula distribuidora para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

Los accionamientos, son los métodos por los que provocamos que la válvula esté en una u otra posición.

Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados. El número de cuadrados adyacentes indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora. Las vías (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos al cuadro que representa la posición de reposo o inicial.

Para identificar a una válvula se emplea el método de indicar: n° vías/ n° posiciones. En el caso de la figura 3.23 sería: 3/2

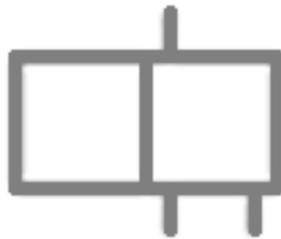


Fig. 3.23 Esquema representativo de una válvula 3/2 según la norma DIN 24300.

El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de los cuadros.

Los conductos que unen las distintas vías se representan mediante líneas rectas. Las flechas indican el sentido de circulación del fluido.

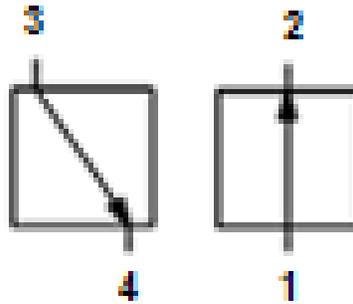


Fig. 3.24 Esquema representativo de vías entre conductos según la norma DIN 24300.

Los conductos obturados se representan mediante líneas transversales y la unión de conductos se representa mediante un punto rellenado.

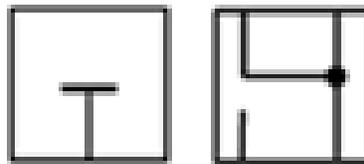


Fig. 3.25 Esquema representativo de unión y conductos obturados según la norma DIN 24300.

La posición de reposo es aquella que corresponde a cuando la válvula no está excitada, por ejemplo la determinada por un muelle.

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, es la posición a partir de la que comienza el programa preestablecido.

Conductos de escape sin empalme de tubo (cuando el aire es evacuado a la atmósfera), se representa por un triángulo directamente unido al símbolo. Conductos de escape con empalme de tubo (cuando el aire es evacuado a un punto), por un triángulo ligeramente separado del símbolo (ver Figura 3.26).

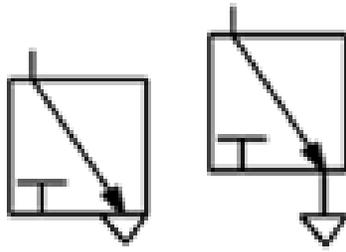


Fig. 3.26 Conductos de escape sin y con empalme de tubo según la norma DIN 24300.

Para facilitar las conexiones durante el montaje de los circuitos, los empalmes y racores se identifican; según el tipo de normas que se sigan, se emplean los siguientes códigos:

ISO	Tipo de vía	CETOP
A,B,C,...	Conducto de trabajo	2, 4, 6,...
P	Alimentación de presión	1
R,S,T	Escapes	3, 5, 7,...
L	Fuga	9
Z,Y,X,...	Conductos de pilotaje	12, 14, 16,...

Fig. 3.27 Códigos según norma ISO 5519 para el montaje de Circuitos Neumáticos.

Según el accionamiento o elemento de pilotaje, las válvulas se pueden gobernar por:

- Medios manuales: por pulsador, por palanca o por pedal.
- Por medios mecánicos: por palpador o leva, por rodillo o final de carrera.

- Por medios eléctricos, por un electroimán.
- Por medios neumáticos: por pilotaje neumático con presión, o con depresión.

	Por mando manual		Por pulsador		Por final de carrera
	Por palanca		Por llave		Por rodillo escamoteable
	Por pedal		Por enclavamiento		Pilotaje por presión
	Por leva		Por resorte		Pilotaje eléctrico.

Fig. 3.28 Tipos de accionamiento para válvulas de pilotaje según la norma DIN 24300.

	Válvula 2/2 normalmente cerrada		Válvula 3/3 con posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 2/2 normalmente abierta		Válvula 4/3 con posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 3/2 normalmente cerrada		Válvula 4/3 con posición neutra a escape
	Válvula 3/2 normalmente abierta		Válvula 5/2
	Válvula 4/2		Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada
	Válvula 4/2 normalmente cerrada		Válvula 5/3 en posición normalmente abierta

Fig. 3.29 Representación de válvulas de distribución según la norma DIN 24300.

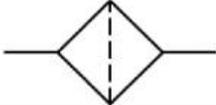
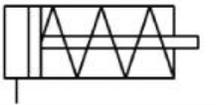
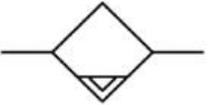
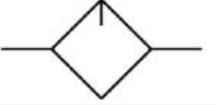
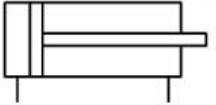
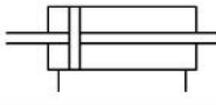
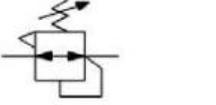
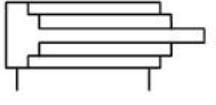
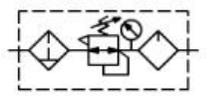
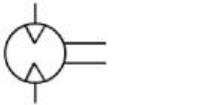
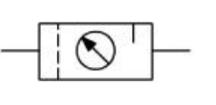
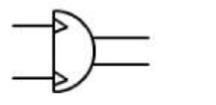
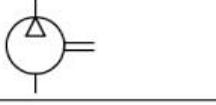
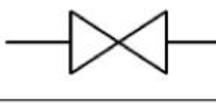
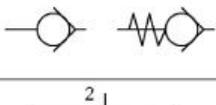
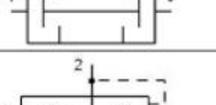
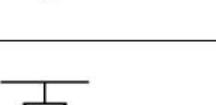
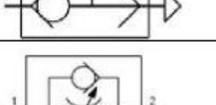
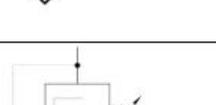
	Filtro		Cilindro de simple efecto, normalmente replegado
	Drenaje automático		Cilindro de simple efecto, normalmente extendido
	Lubricador		Cilindro de doble efecto
	Manómetro		Cilindro de doble efecto y de doble vástago
	Regulador de presión		Cilindro de doble efecto de vástago telescópico
	Acondicionador de aire (filtro, regulador y lubricador)		Motor neumático
	Acondicionador de aire (filtro, regulador y lubricador)		Cilindro basculante
	Compresor de aire comprimido		Válvula de cierre
	Depósito de aire		Válvula antirretorno
	Toma de aire a presión		Válvula selectora. OR.
	Escape con silenciador		Válvula de simultaneidad. AND.
	Escape libre		Válvula de escape rápido
	Escape roscado		Válvula reguladora de caudal unidireccional
	Válvula limitadora de presión		Válvula de secuencia

Fig. 3.30 Símbolos neumáticos de los elementos más comunes según DIN/ ISO 1219.

Válvulas reguladoras de presión: La función de estas válvulas es la de controlar la presión del aire que circula por el circuito, desde un valor nulo hasta el valor máximo de presión de alimentación. Tienen un aspecto constructivo muy similar, pero según su posición en el circuito, cumplen distintas funciones, con lo que se clasifican en:

- **Válvulas limitadoras de presión o de seguridad**, impiden que la presión de un circuito sobrepase un valor máximo prefijado de antemano mediante un tornillo. Cuando se sobrepasa ese valor de presión, la válvula abre un conducto a la atmósfera, con lo que la presión disminuye, volviendo a obturarse la vía.
- **Válvulas de secuencia**, el concepto es el mismo que en el caso anterior con la diferencia de que ahora en lugar de abrir una vía al escape atmosférico, se conecta a una vía de trabajo cuando se alcanza el valor de presión predeterminado.

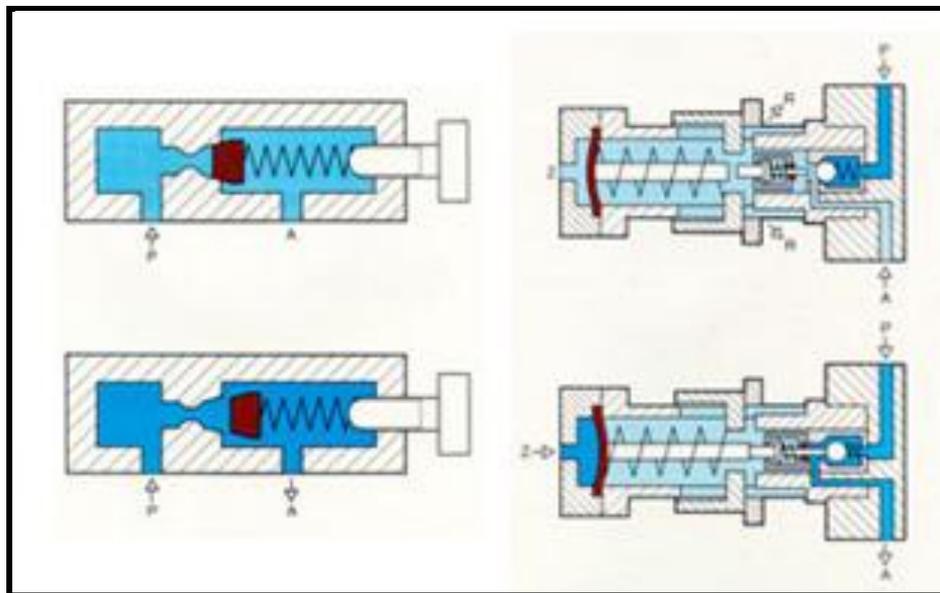


Fig. 3.31 Corte transversal de válvulas de secuencia.

Válvulas de mariposa. La válvula de mariposa es de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación.



Fig. 3.32 Válvula de mariposa.

Este tipo de válvula es muy usado en tuberías con un servicio de apertura total o cierre total, también es recomendable para:

- Servicio con estrangulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos.
- Cuando solo se permite un mínimo de fluido atrapado en la tubería.
- Para baja caída de presión a través de la válvula.

Aplicaciones: Servicio general, líquidos, gases, pastas semilíquidas, líquidos con sólidos en suspensión.

Ventajas: Ligera de peso, compacta, bajo costo, requiere poco mantenimiento, número mínimo de piezas móviles, no tiene bolas o cavidades, alta capacidad, circulación en línea recta, se limpia por sí sola.

Desventajas: Alta torsión (par) para accionarla, capacidad limitada para caída de presión, propensa a la cavitación.

Variaciones: Disco plano, disco realzado, con brida, atornillado, con camisa completa, alto rendimiento.

Materiales:

Cuerpo: hierro, hierro dúctil, aceros al carbono, acero forjado, aceros inoxidable, aleación 20, bronce.

Disco: todos los metales; revestimientos de elastómeros como TFE, Kynar, Buna-N, neopreno, Hypalon.

Asiento: Buna-N, viton, neopreno, caucho, butilo, poliuretano, Hypalon, Hycar, TFE.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento:

- Se puede accionar con palanca, volante o rueda para cadena.
- Dejar suficiente espacio para el movimiento de la manija, si se acciona con palanca.
- Las válvulas deben estar en posición cerrada durante el manejo y la instalación.

Especificaciones para el pedido:

- Tipo de cuerpo y tipo de asiento.
- Material del cuerpo y del disco.
- Material del asiento.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.

CAPITULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO.

4.1 Análisis de fuerzas.

Durante el desarrollo del proyecto, uno de los puntos fundamentales fue determinar la fuerza mínima requerida para el accionamiento de la válvula de admisión 115 (válvula de aireación), lo cual permite el paso de aire hacia el interior de la tubería de succión.



Fig. 4.1 Fotografía del actuador hidráulico que acciona el mecanismo actual.

Para el análisis de la fuerza necesaria para abrir y cerrar la válvula se utilizó los datos que se obtuvieron del actual sistema hidráulico, estas son: la presión de trabajo en el sistema que es de $54 \frac{kgf}{cm^2}$ y los datos técnicos del cilindro hidráulico de doble efecto.

Marca	Parker Hidraulics
Modelo n°	ACP04AD032R1KTB
Piston Diameter	1.57 in
Rod Diameter	0.78 in
Hidraulics Port	SAE #6 9/16-8 THD
Length Of Race	8 in

Tabla 4.1 Datos técnicos del actuador hidráulico.

Una vez conocidos estos datos de trabajo se puede determinar la fuerza necesaria para accionar la válvula. Entonces analizando el sistema tenemos:

- $D_{\text{pistón}} = 1.57 \text{ in} = 4 \text{ cm}$
- $D_{\text{vástago}} = 0.78 \text{ in} = 2 \text{ cm}$
- $P = 54 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Donde:

Diámetro del pistón del actuador hidráulico = $D_{\text{pistón}}$

Diámetro del vástago del actuador hidráulico = $D_{\text{vástago}}$

Presión de trabajo del actuador hidráulico = P

$$F = P \cdot A$$

$$F_{\text{avance}} = P \cdot A_p = 54 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 4^2$$

$$F_{\text{avance}} = 678.584 \text{ kgf}$$

$$F_{\text{retroceso}} = P \cdot (A_p - A_v) = 54 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \left[\frac{\pi}{4} (4^2 - 2^2) \right]$$

$$F_{\text{retroceso}} = 508.938 \text{ kgf}$$

Donde:

Fuerza de avance = F_{avance}

Fuerza de retroceso = $F_{\text{retroceso}}$

Área del pistón = $A_{\text{pistón}}$

Área del vástago = $A_{\text{vástago}}$

Considerando que la fuerza de avance es más grande, se obtiene la fuerza requerida para el nuevo sistema neumático.

$$F = 678.58 \text{ kgf}$$

Con el resultado de la fuerza obtenida podemos determinar las características necesarias del actuador neumático.

4.2 Selección del actuador neumático.

La selección del actuador neumático se hizo de acuerdo con la fuerza mínima que se necesita para abrir y cerrar la válvula, así mismo, tomando en consideración la presión que nos podría suministrar el sistema la cual es de 54 kg/cm^2 . Para esta selección se utilizó el catalogo de productos de FESTO ya que este nos proporciona toda la información necesaria para hacer la selección.

Tomando como dato característico la fuerza, procederemos a encontrar la presión que necesita el circuito neumático,

$$F = 678.58 \text{ kgf} = 6654 \text{ N} = 1495.9 \text{ Lb}$$

En el catalogo de FESTO se obtuvo un cilindro que satisface las necesidades requeridas por el sistema, el modelo es ADN – 125, según ISO 21287, con detección de posiciones, con rosca interior o exterior en el vástago, el numero del articulo es 536393 (para ver las características de este actuador ver **Anexo 1-C**). El actuador tiene un rango de trabajo de 0.6 a 10 bar, debemos analizar el área para calcular la presión requerida para una fuerza de 6654 N.

Las fuerzas teóricas de este actuador a 6 bares son las siguientes:

$$F_{\text{avance}} = 7363 \text{ N}$$

$$F_{\text{retroceso}} = 7069 \text{ N}$$

$$D_{\text{embolo}} = 125 \text{ mm}$$

Por lo tanto para conseguir las áreas se procede a lo siguiente:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} (0.125^2)$$

$$A = 0.0122718463 \text{ m}^2$$

Con el valor del área se obtiene el nuevo valor de presión con la que trabajara el actuador, esto es:

$$F = 6654 \text{ N}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = 6654 \text{ N} / 0.0122718463 \text{ m}^2$$

$$P = 542.2167 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{sistema}} = 5.422 \text{ bar}$$

Con estos cálculos queda especificada la presión a la que será sometido el sistema.

4.3 Determinación de la fuente de alimentación.

El aire comprimido será suministrado por los compresores de aire disponibles en cada una de las unidades de la primera etapa (para ver características ver **Anexo 1-A**), estas sirven para mantener la presión necesaria en el tanque acumulador, esta presión varía entre 51 y 54 kg/cm^2



Fig. 4.2 Fotografía del compresor del sistema neumático usado para el circuito de gatos de frenado.

Cada unidad de la primera etapa cuenta con dos compresores y un tanque acumulador de aire y aceite a presión, este tanque se encarga de alimentar al sistema de gatos de frenado por medio de un tanque intermedio, de este tanque intermedio se efectuará una salida para el nuevo sistema neumático. Para ver características del tanque intermedio ver **Anexo 1-B**.



Fig. 4.3 Fotografía del acumulador de aire-aceite y tanque intermedio de la CHMMT.

La determinación de la fuente, la cual suministrara aire comprimido al sistema se hizo haciendo las siguientes consideraciones:

- Cercanía del circuito neumático a diseñar, esto disminuirá las perdidas por tubería y disminuye el costo de la tubería.
- El sistema opera de forma intermitente, los cuales ocurren en largos periodos de tiempo para su cambio de posición, por este motivo se considera que la introducción de este sistema no traerá alteraciones al funcionamiento de los sistemas que dependen de la misma fuente de alimentación, como son el sistema de frenado.

4.4 Selección de válvula reguladora de presión.

Las unidades de la primera etapa cuentan con un tanque acumulador de aire-aceite a una presión de 54 kg/cm^2 . Con anterioridad se estableció la presión de trabajo de 5.422 bar que necesitamos en nuestro sistema, por lo tanto se necesita una válvula de regulación de presión que satisfaga estas especificaciones. En el sistema de frenado de las unidades de la primera y segunda etapa se utilizan válvulas con las siguientes características:

CARACTERISTICAS DE LA VALVULA REGULADORA DE PRESION	
MARCA	HALE HAMILTON VALVES LTD
TIPO	L15 MK1
PRESION MAX	3600 PSI (248.21 bars)
PRESION MIN	58 PSI(4 bars)

Tabla 4.2 Datos técnicos de la válvula de regulación de presión seleccionada.

Las características de esta válvula satisfacen las necesidades del sistema neumático por lo tanto esta válvula será la seleccionada para usar en el circuito.

4.5 Unidad de mantenimiento.

La preparación del aire comprimido que llegara al actuador es un factor importante para garantizar el buen funcionamiento de este y para ello debe elegirse en base al consumo.

En cilindros grandes puede tenerse en cuenta la deducción del volumen del vástago, pero en cilindros pequeños esta diferencia de consumo resulta despreciable.

Para calcular el caudal que consume un cilindro de doble efecto se necesitan las características del actuador.

$Q =$ (Consumo de aire comprimido en L /Min)

$V=$ (volumen)

$n = 1$ (Velocidad en ciclos / minuto).

$D= 12.5$ (Diámetro interno en cm)

$d= 2.5$ ((Diámetro del vástago en cm)

$C = 30$ (Carrera en cm).

$P = 5.422 \text{ bar} = 5.5289 \text{ kgf/cm}^2$

Calculo del volumen del cilindro en el sentido de salida del vástago:

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

$$V = \frac{\pi(12.5)^2}{4} (50)$$

$$V = 3681.55389 \text{ cm}^3$$

Calculo del volumen del cilindro en el sentido de entrada del vástago:

$$v1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} C$$

$$v1 = \frac{\pi(12.5^2 - 2.5^2)}{4} (30)$$

$$v1 = 3534.291735 \text{ cm}^3$$

La suma de $V + v1$ representa el volumen del cilindro en una carrera de ida y vuelta. Como el cilindro se llena de aire a presión, es preciso corregir este volumen por medio de la aplicación de la ley Boyle, multiplicando el volumen por la presión absoluta (presión manométrica + 1).

$$\text{consumo} = n(V + v1)(P + 1)$$

$$\text{consumo} = (1)(3681.55389 + 3534.291735)(5.5289 + 1)$$

$$\text{consumo} = 47111.5345 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \left(\frac{1000L}{100^3 \text{cm}^3} \right)$$

$$\text{consumo} = 47.11 \text{ L/min}$$

Este consumo nos ayudara a encontrar una unidad de mantenimiento adecuado. La selección de la unidad de mantenimiento se hizo de acuerdo a las necesidades de preparación de aire y caudal a manejar, con estos dos factores se hizo la selección de dicha unidad en el catalogo de FESTO.

Se obtuvo la unidad de mantenimiento que satisface las necesidades requeridas por el sistema, el modelo es FRC -1/8-D-5M-MINI, el numero del articulo es 162770 (para ver las características ver **anexo 1-D**).

4.6 Comprobación a pandeo.

Para operar la válvula de aereación se tiene que utilizar un mecanismo, este consta de dos articulaciones y una carrera igual a 300 mm, se desconfía si en algún momento habrá pandeo.

Según la fórmula de Euler para el pandeo:

$$F_p = \frac{\pi^2 EI}{L_p^2}$$

Donde:

F_p : Fuerza en N a la que se produce el pandeo.

E : Modulo de elasticidad del material con el que está construido el vástago. En el caso del acero tenemos:

$$E = 2.1 \times 10^{11} \frac{N}{m^2}$$

I : Momento de inercia en m^4 . Para secciones circulares equivale a:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \text{ Siendo } d \text{ el diámetro del vástago.}$$

L_p : Longitud libre al pandeo en m. Depende del tipo de fijación que lleve el cilindro. Su valor se indica en la tabla siguiente:

Un extremo libre, un extremo empotrado	Dos extremos articulados	Un extremo articulado y otro empotrado	Dos extremos empotrados
$L_p = 2 \cdot L$	$L_p = L$	$L_p = \frac{L}{\sqrt{2}}$	$L_p = \frac{L}{2}$

Tabla 4.3 Longitud de pandeo según el tipo de carga aplicada.

En nuestro caso tenemos dos articulaciones así que $L_p = L$ y esta es la longitud que tenemos cuando el vástago está en su final de carrera.

Con una fuerza $F = F_p$ se producirá pandeo, luego la fuerza de servicio deberá ser menor que F_p . Normalmente se toma como coeficiente de seguridad 3.5, de forma que:

$$F = \frac{F_p}{2.5}$$

Nuestros datos son:

$$6654 \text{ N} = \frac{F_p}{2.5}$$

$$F_p = 16635 \text{ N}$$

$$E = 2.1 \times 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$L = 0.833 \text{ m}$$

$$L_p = L$$

$$I = \frac{F_p L_p^2}{\pi^2 E} = \frac{(16635)(0.833^2)}{\pi^2 (2.1 \times 10^{11})}$$

$$I = 5.569212226 \times 10^{-9} \text{ m}^4$$

Despejando de la ecuación antes mencionada tenemos:

$$d \geq \left[\frac{64I}{\pi} \right]^{\frac{1}{4}} = \left[\frac{64(5.569212226 \times 10^{-9} \times 10^{-9})}{\pi} \right]^{\frac{1}{4}}$$

$$d \geq 18.35 \text{ mm}$$

Como $25 \text{ mm} = d \geq 18.35 \text{ mm}$ no hay problema de pandeo.

4. 7 Cálculo de esfuerzos:

Tomando en cuenta el nuevo diseño (véase figura 4.4) del mecanismo tenemos:

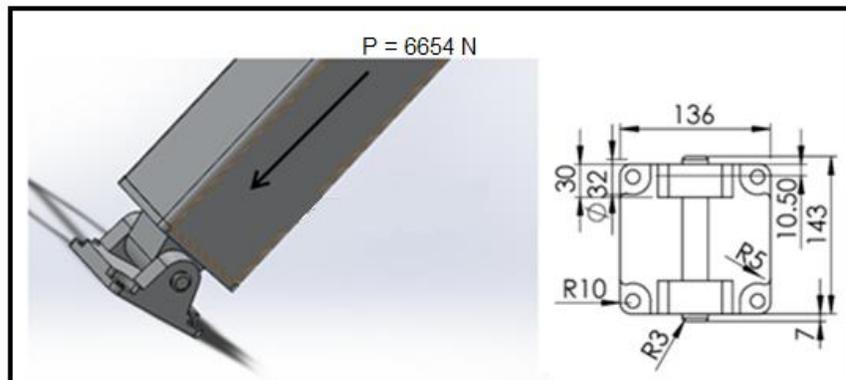


Fig. 4.4 Conexión de pasador entre charnelas y sección transversal del pasador.

1.- Esfuerzo de soporte entre la charnela y el pasador que soportan el cilindro de doble efecto:

El valor promedio del esfuerzo del soporte entre la charnela y el pasador se determina dividiendo la fuerza en la charnela entre el área total de soporte de la charnela contra el pasador. Esta última es igual al espesor de la charnela por el diámetro del pasador. Por lo tanto el esfuerzo de soporte es:

$$\sigma = \frac{P}{td}$$

Donde:

σ : Esfuerzo de soporte

P: Fuerza.

t: Espesor de la charnela macho.

d: Diámetro del pasador.

Sustituyendo los valores tenemos entonces:

$$\sigma = \frac{P}{td} = \frac{6654 \text{ N}}{(0.076)(0.023)} = 3.8066 \text{ Mpa}$$

Este esfuerzo de soporte no es excesivo para una charnela de acero estructural.

2.- Esfuerzo cortante en el pasador:

Como se observa el pasador tiende a cortarse en dos planos, que son los planos entre ambas charnelas. Por tanto, el esfuerzo cortante promedio en el pasador (que está en cortante doble) es igual a la carga total aplicada al pasador dividido entre dos veces el área de su sección transversal.

$$\tau = \frac{4P}{2\pi d^2} = \frac{4(6654)}{(2\pi)(.023^2)} = 8.00769 \text{ Mpa}$$

El pasador se fabricara de acero de alta resistencia y con mucha facilidad podrá soportar este esfuerzo cortante.

3.- Esfuerzo de soporte entre el pasador y las placas de unión de la charnela.

El pasador se apoya contra estas placas de unión en dos puntos, por tanto el área de soporte es el doble del espesor de las placas de unión por el diámetro del pasador, entonces:

$$\sigma = \frac{P}{2d(tp)} = \frac{6654}{2(0.023)(0.03)} = 4.8217 \text{ Mpa}$$

4.8 Conclusión y recomendaciones.

Durante el periodo de la residencia profesional, al recorrer continuamente las instalaciones de la central, pude observar y aprender muchas de las recomendaciones y técnicas de trabajo en campo, las cuales complementan lo que aprendí en el aula, esta enseñanza es la mayor aportación que tuve por parte de la empresa.

Lo cual me permitió ampliar mis conocimientos en este campo, para llegar a la conclusión de comprobar que, realmente estando en el centro de trabajo, se puede tener experiencias reales de problemáticas existentes y resolverlas con una actitud propositiva.

Un ejemplo de esto se manifiesta en los equipos mecánicos y su tecnología, su complejidad, es la principal causa para que el mantenimiento de estos, tenga que ser demasiado oportuno y necesario, asiendo mayor énfasis en la vigilancia estricta, para poder aprovechar su rendimiento optimo.

En cuanto a los sistemas oleodinámicos no es la excepción, en estos sistemas aun más estricta es la vigilancia debido a que se manejan presiones muy elevadas y cualquier falla puede provocar un daño total del equipo e incluso a la integridad física de los trabajadores.

En cuanto al proyecto, se concluye que al implementar un diseño neumático que reemplazara al sistema hidráulico actual para el accionamiento de la válvula de aereación, se está aportando una propuesta que ayuda y eleva el nivel en automatización de los equipos existentes en la central y mejorándola con tecnología moderna, ya que esta central se construyó hace mas de 30 años y es necesario que tenga una actualización en cuanto a sus equipos y técnicas de trabajo.

En base a la observación del sistema durante el periodo de residencia profesional se puede hacer las siguientes recomendaciones, el cambio del sistema hidráulico a neumático será la solución para los diversos problemas que presenta actualmente, tomar en cuenta los cálculos para la selección de los diversos componentes ya que solo de esta manera se puede garantizar el optimo funcionamiento del sistema neumático.

También se recomienda seguir al pie de la letra las instrucciones que se comentan en este reporte, ya que estas nos podrán garantizar el buen funcionamiento del equipo y aumentar su periodo de vida útil.

Así como también verificar que las piezas que cotizan los proveedores de la marca solicitante, sean las correctas y las adecuadas según la lista de materiales, antes de realizar cualquier maniobra de montaje y puesta en marcha.

4.9 Fuentes de información.

1. Automatización Neumática y Electroneumatica. Salvador Millán Teja. Editorial Alfa-Omega.
2. Circuitos Básicos De Neumática. Miguel Carulla, Vicent Iladonosa. Editorial Alfa-Omega.
3. Alfa-Omega.
4. Cálculo y Diseño de Circuitos en Aplicaciones Neumáticas. Salvador Millán Teja. Editorial Alfa-Omega
5. Mecánica de materiales. James M. Gere, Barry J. Goodno.
6. Manual del Ayudante Técnico. Comisión Federal de Electricidad.

4.10 Anexos.

Anexo 1-A compresor de aire.

DATOS TECNICOS	COMPRESOR DE AIRE
MARCA	KAJI IRON WORKS, LTD.
TYPE	WP3A-15L
CILINDER BORE	1st. 100 ^Ø X2 2nd. 50 ^Ø X2 3rd. 42 ^Ø X2
STROKE	600MM
SPOED	820 R.P.M.
DISPLACEMENT	0.77 M^3/MIN
WORKING PRESSURE	58 KG/CM^2
DRIVING MOTOR OUTPUT	11 KW

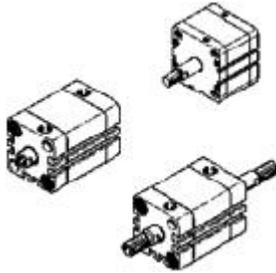
Anexo 1-B Tanque Intermedio.

DATOS TECNICOS	TANQUE INTERMEDIO
MARCA	KAJI IRON WORKS
CAPACIDAD	200 LITROS
PRESION	62 KG/CM^2
PRESION DE PRUEBA	116 KG/CM^2

Anexo 1-C Cilindro compacto ADN-125- -

Numero del artículo: 536393

Según ISO 21287, con detección de posiciones, con rosca interior o exterior en el vástago.



Hoja de datos

Ficha de datos técnicos completa: los valores parciales dependen de su configuración.

Característica	propiedades
Carrera	1 ... 500 mm
Diámetro del embolo	125 mm
Basado en la norma	ISO 21287
Amortiguación	P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados
Posición de montaje	Indistinto
Construcción	Embolo Vástago Tubo perfilado
Detección de la posición	Sensores de proximidad
Variantes	Homologación de protección antideflagrante (ATEX) Mayor duración Prolongación de la rosca exterior del vástago Rosca especial en el vástago Vástago prolongado con seguridad torsional Gran protección anticorrosiva Movimiento lento constante Mínima fricción Doble vástago Doble vástago hueco Juntas termo resistente hasta máx. 120 °C Placa de tipo grabada con láser vástago simple
Presión de funcionamiento	0.6 ... 10 bar
Modo de funcionamiento	De doble efecto
Categoría ATEX para gas	II 2G
Tipo de protección contra explosión de gas	c T4

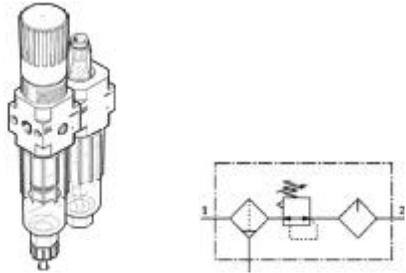
Categoría ATEX para polvo	II 2D
Tipo de protección contra explosión por polvo	c 120°C
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	-20°C ≤ Ta ≤ +60°C
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre protección contra explosión (ATEX)
Clase resistencia a la corrosión KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 120 °C
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	7,069 N
Fuerza teórica con 6 bar, avance	7,069 ... 7,363 N
Tipo de fijación	a elegir: con taladro pasante con rosca interior con accesorios
Conexión neumática	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Información sobre el material de la tapa	Aleación forjable de aluminio Anodizado
Información sobre el material del vástago	Acero de aleación fina
Información sobre el material de la camisa del cilindro	Aleación forjable de aluminio Anodizado deslizante

Anexo 1-D Unidad de mantenimiento FRC-M5-D-7-O-5M-MICRO

Número de artículo: 527862

Sin placa de conexión roscada, rosca de conexión en el cuerpo, sin

Manómetro, purga manual del condensado.

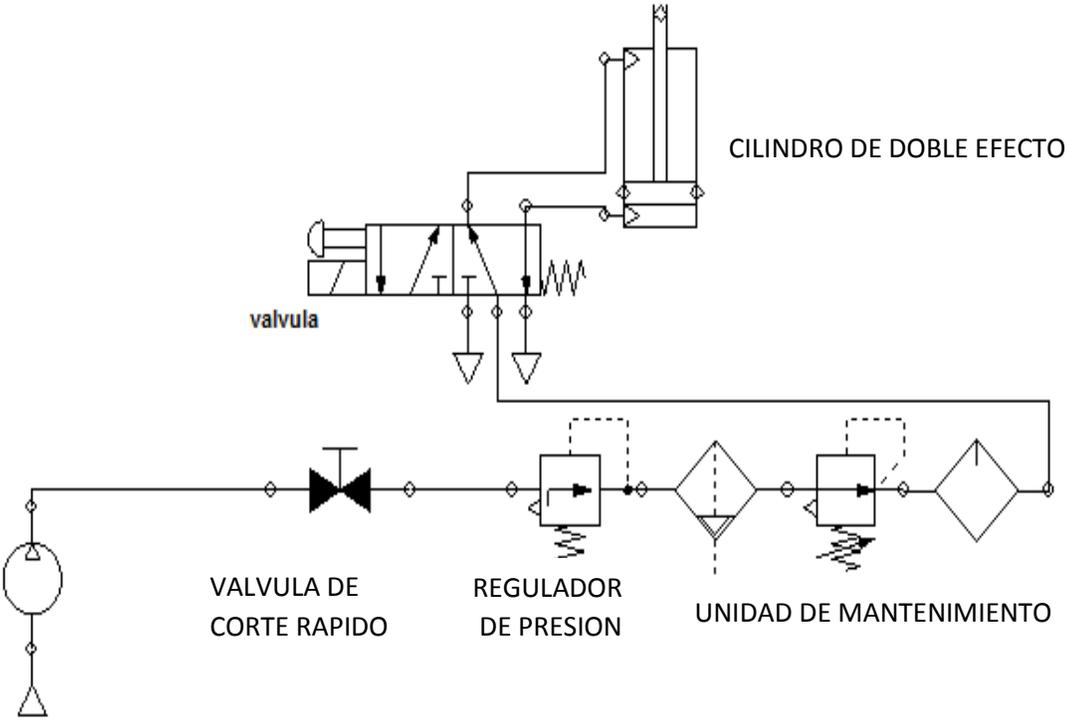


Características

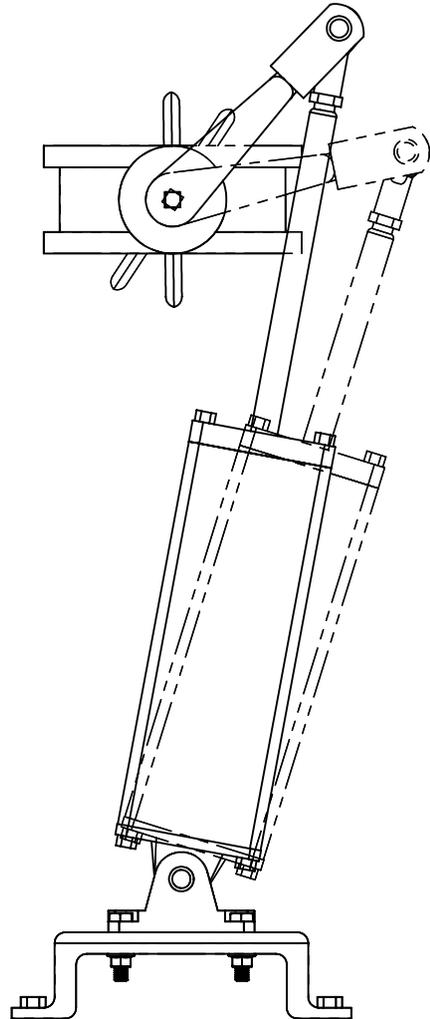
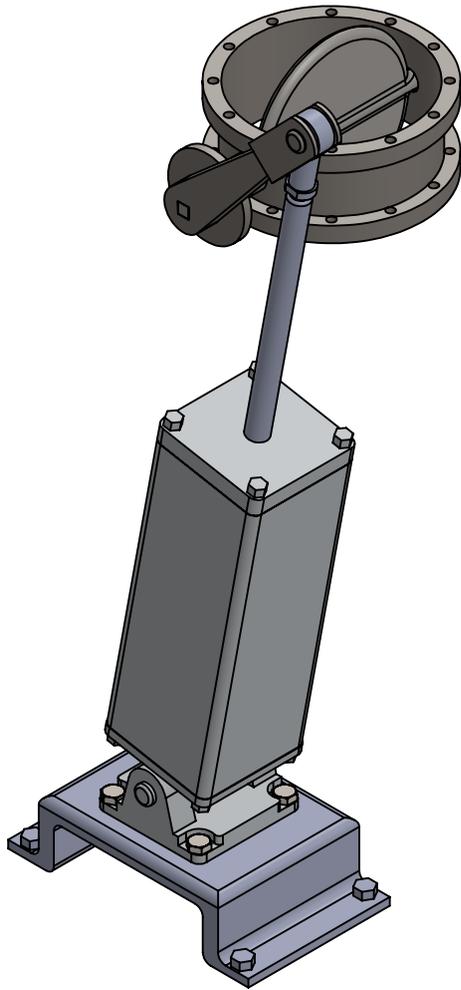
Propiedades

Tamaño	Micro
Serie	D
Asegurar el accionamiento	Botón giratorio con enclavamiento
Posición de montaje	Vertical +/-5°
Purga del condensado	Giro manual
Construcción	Filtro regulador sin manómetro Lubricador proporcional estándar
Cantidad máxima del condensado	3cm ³
Grado de filtración	5 μm
Indicación de la presión	Preparado para M5
Presión de funcionamiento	1... 10 bar
Margen de regulación de la presión	0.5... 7 bar
Histéresis máxima de la presión	0.3 bar
Caudal nominal normal	80 l/min
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010[-:9:-] Gases inertes
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Conexión neumática 1	M5
Conexión neumática 2	M5
Indicación sobre el material del cuerpo	Aleación forjable de aluminio
Indicación sobre el material del vaso del filtro	PC

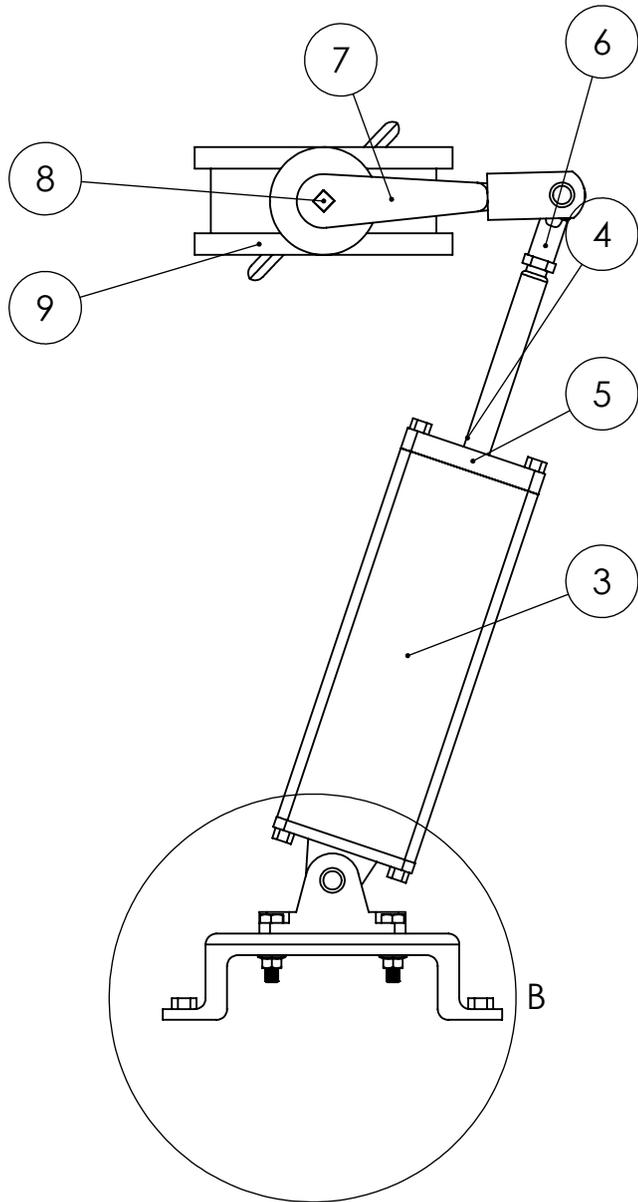
Anexo 2-A Diagrama del sistema neumático.



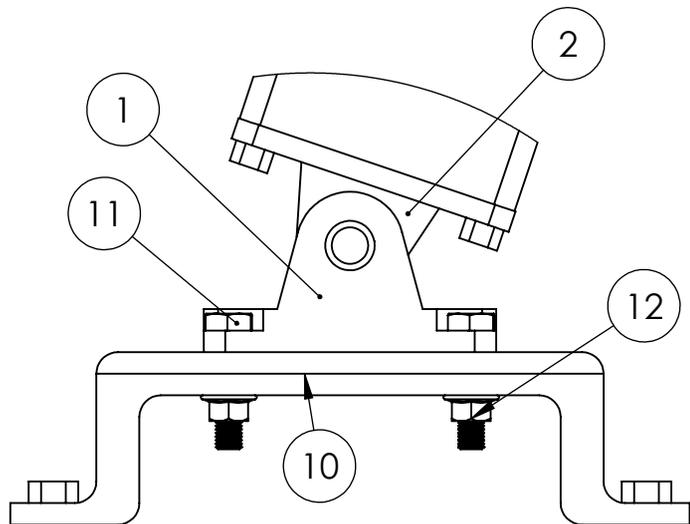
Anexo 3 Mecanismo de apertura y cierre de la válvula de aereación.



NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO: REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	
	PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013
	MATERIAL:	
NOMBRE DEL DIBUJO :	ENSAMBLE	
ESCALA: 1 : 7	HOJA 1 DE 12	



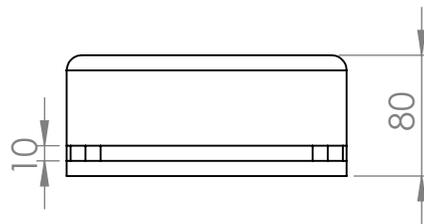
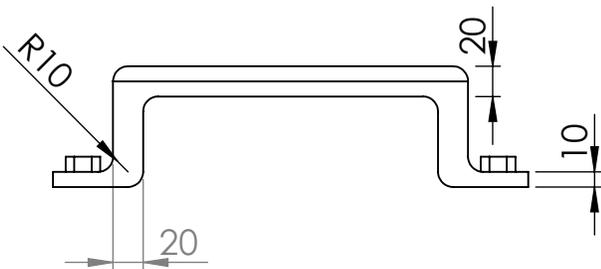
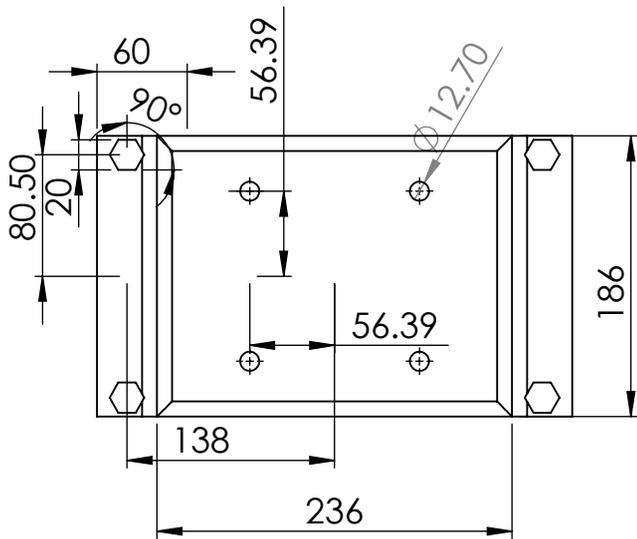
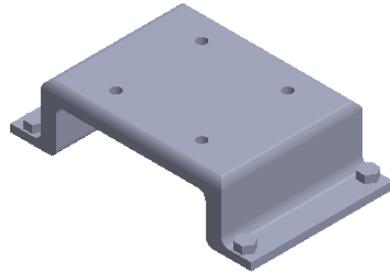
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	charnela-1	1
2	charnela-2	1
3	cilindro parte 1	1
4	vastago	1
5	cilindro parte 2	1
6	cabeza de rotula	1
7	manivela (brazo)	1
8	valvula de mariposa	1
9	tubo de valvula	1
10	soporte - base	1
11	B18.2.3.6M - Heavy hex bolt M12 x 1.75 x 55 --30S	4
12	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M12 x 1.75 --S	4



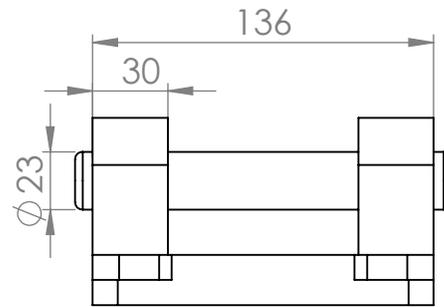
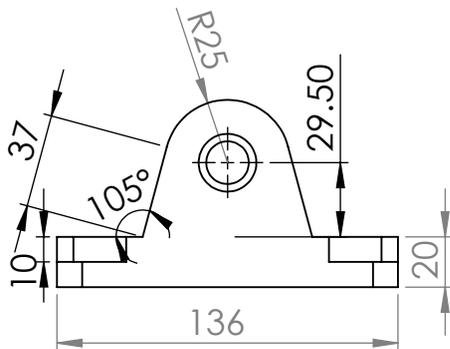
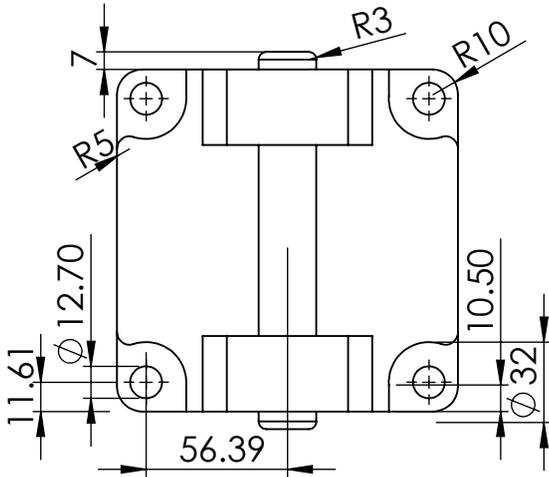
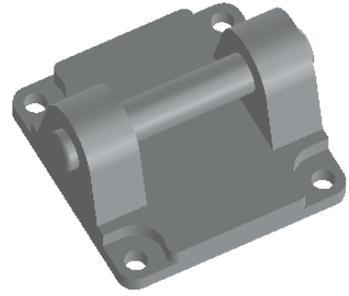
DETALLE B
ESCALA 2 : 7

NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	NOMBRE DEL DIBUJO :	ELEMENTOS DEL MECANISMO
PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013	ESCALA:	1 : 7
MATERIAL:		HOJA 2 DE 12	

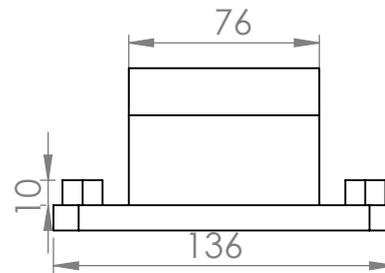
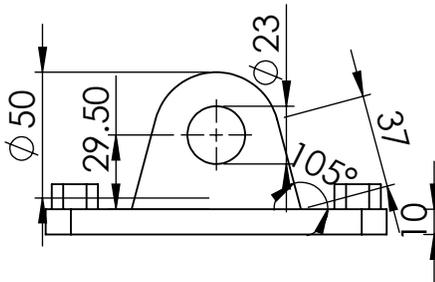
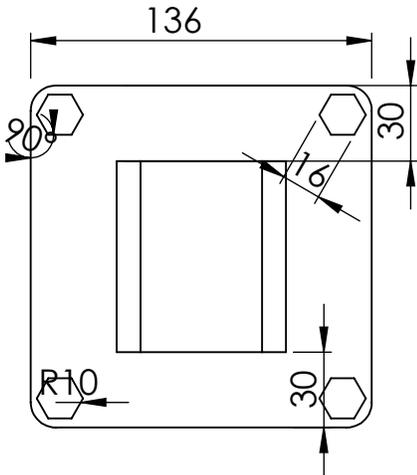
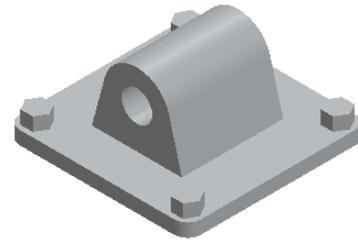




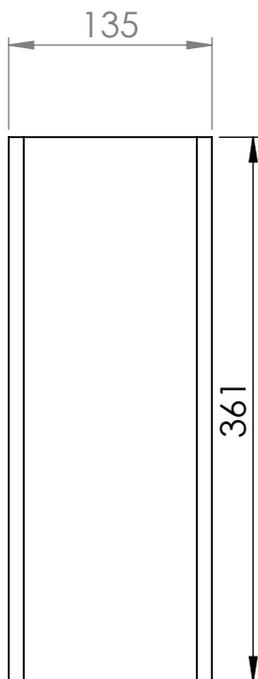
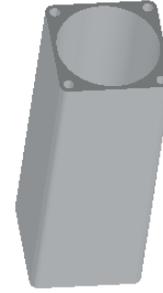
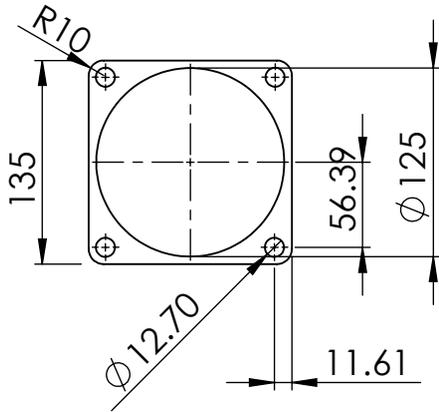
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	PERIODO	
	MATERIAL:		NOMBRE DEL DIBUJO : SOPORTE-BASE ESCALA: 1 : 5
			HOJA 3 DE 12



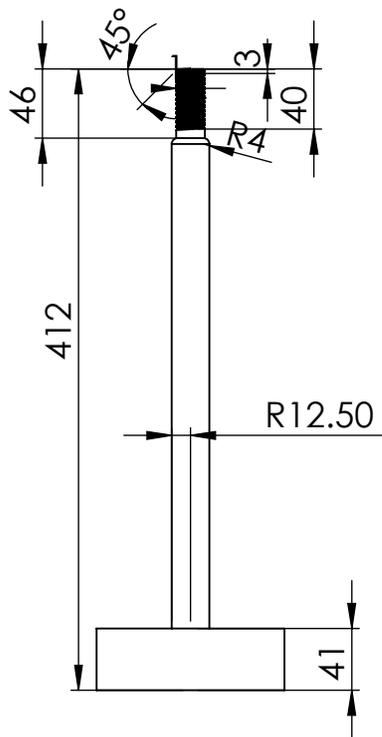
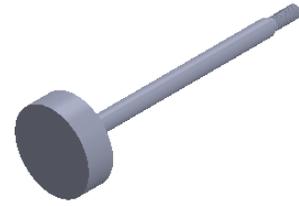
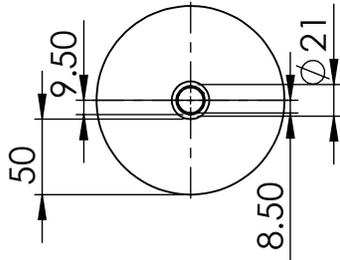
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AERACION DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	PERIODO	
	MATERIAL:		NOMBRE DEL DIBUJO : CHARNELA 1 ESCALA: 1 : 3
			HOJA 4 DE 12



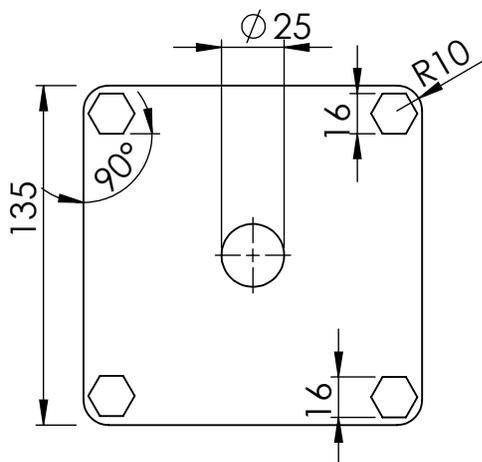
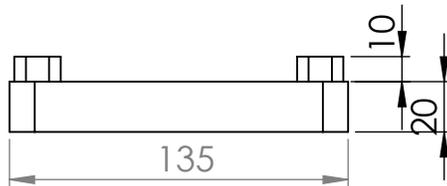
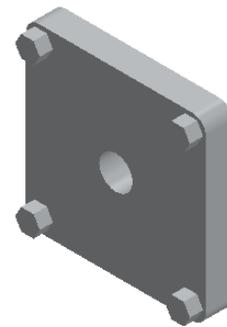
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	PERIODO	
	MATERIAL:	NOMBRE DEL DIBUJO:	CHARNELA 2 ESCALA: 1 : 3
		HOJA 5 DE 12	



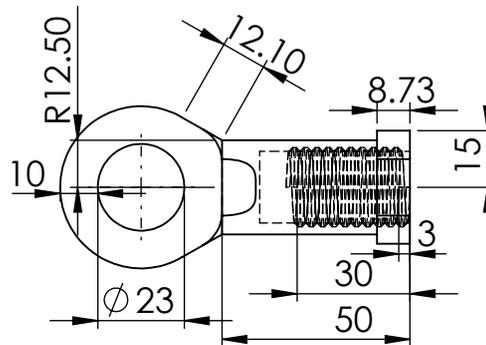
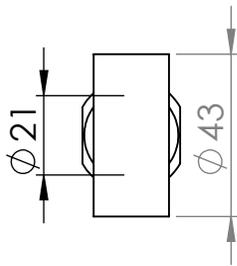
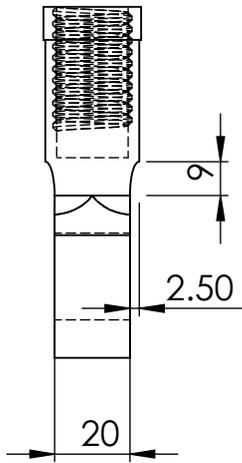
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	NOMBRE DEL DIBUJO:	
	PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013	CILINDRO PARTE 1
	MATERIAL:		ESCALA: 1 : 5
			HOJA 6 DE 12



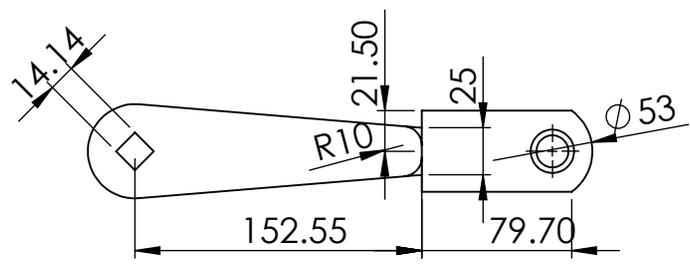
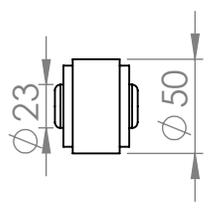
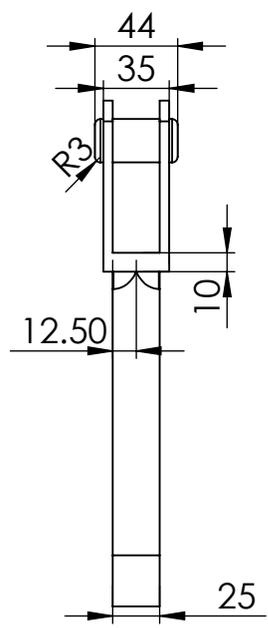
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	PERIODO	
		MATERIAL:	NOMBRE DEL DIBUJO:
		VASTAGO	
		ESCALA: 1 : 5	HOJA 7 DE 12



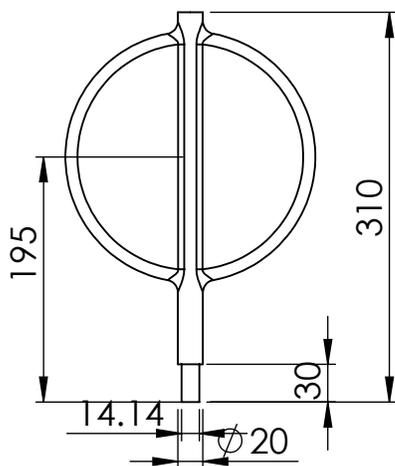
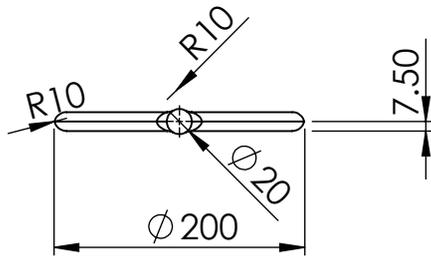
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREAÇÃO DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	NOMBRE DEL DIBUJO:	
	PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013	NOMBRE DEL DIBUJO:
	MATERIAL:		CILINDRO PARTE 2
			ESCALA: 1 : 3



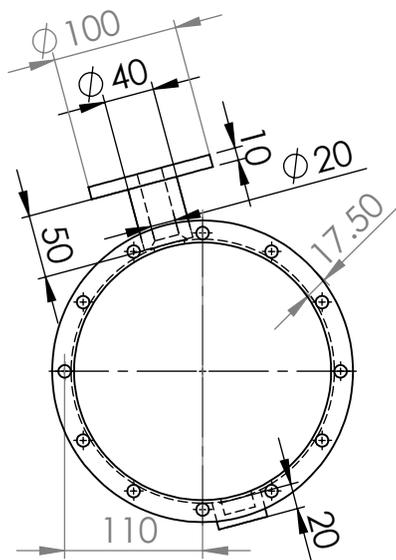
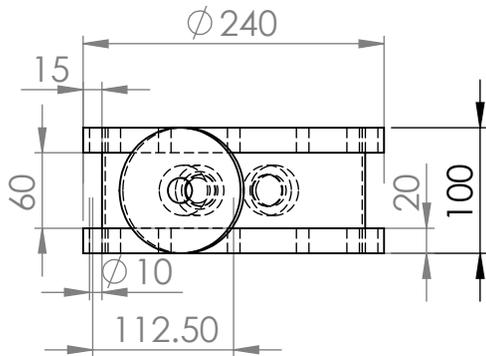
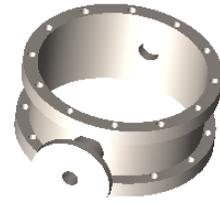
NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREAÇÃO DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES		
	PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013	NOMBRE DEL DIBUJO : CABEZA DE ROTULA
	MATERIAL:		
			ESCALA: 1 : 2



NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES	PERIODO	
	PERIODO	MATERIAL:	NOMBRE DEL DIBUJO :
			MANIVELA (BRAZO)
			ESCALA: 1 : 4



NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AERACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES		
	PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013	NOMBRE DEL DISEÑO:
		MATERIAL:	VALVULA DE MARIPOSA
			ESCALA: 1 : 6



NOMBRE	CARLOS URIEL ZENTENO VELAZQUEZ	TÍTULO:	REDISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO PARA LA OPERACIÓN DE LA VALVULA DE AEREACIÓN DE LAS TURBINAS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DE LA C.H.M.M.T.
APROB.	C.H. MANUEL MORENO TORRES		
	PERIODO	AGOSTO - DICIEMBRE 2013	NOMBRE DEL DIBUJO :
		MATERIAL:	
			ESCALA: 1 : 6