

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERÍA MECÁNICA

Raquel Edith De la cruz Pimentel

NOMBRE DEL PROYECTO:

**“Diseño del sistema oleodinámico de obra
de toma”**

PERIODO DE REALIZACIÓN:

AGOSTO – DICIEMBRE 2014

Contenido

Objetivo principal	3
Justificación	3
Alcances y limitaciones	3
Problemas a resolver	3
Caracterización del área de trabajo	4
Nombre, datos históricos y ubicación.....	6
Casa de máquinas.....	10
Unidad auxiliar.....	20
Obra de toma.....	21
Mantenimiento de compuertas.....	26
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	30
Fundamento teórico.....	30
Conceptos importantes.....	32
Esquema del sistema oleodinámico (Borrador):.....	61
Funcionamiento del sistema oleodinámico.....	63
Simbología.....	68
Norma.....	68
Simbología empleada en el sistema oleodinámico:.....	68
Resultados, planos, gráficas, prototipos, maquetas, programas, entre otros	71
Cálculo de la capacidad de la Bomba.....	71
Calculo para la capacidad del cilindro de doble efecto.....	74
Diseño del sistema oleodinámico de obra de toma de la C.H Belisario Domínguez.....	78
Selección de componentes mecánicos.....	80
Conclusiones y recomendaciones	82
Referencias bibliográficas y virtuales	82
Apendice	83
1. Tipos de mantenimiento y su descripción.....	83
2. Fotos.....	87

Objetivo principal.

Identificar los elementos mecánicos para realizar la especificación de la modernización del sistema oleodinámico de obra de toma.

Objetivos.

1. Verificación de la actualización en un estudio en el mercado sobre cada elemento mecánico.
2. La orientación del funcionamiento de cada elemento mecánico automatizada.
3. Una visualización gráfica en cada compuerta de obra de toma con el programa fluidsim.

Justificación.

La central hidroeléctrica Belisario Domínguez tiene 5 unidades generadoras en casa de máquinas y en obra de toma hay 5 casetas para las 5 unidades generadoras, una para cada unidad. Estas contienen un par de compuertas para cada una y un par de compuertas auxiliares.

En cada caseta contiene un sistema oleodinámico que se requiere para su funcionamiento: válvulas, tuberías, compresores, filtros, etc.

Para ver el funcionamiento del sistema oleodinámico en menor escala se requiere una representación gráfica de cada componente el cual no hay y que es necesario ya que para una visualización rápida de lo que esté funcionando el personal tiene que ser rápido y eficaz.

Con el paso del tiempo algunos elementos mecánicos se van quedando obsoletos y la tecnología avanza lo cual implica actualizar los elementos mecánicos que se encuentren en el mercado y así obtener mayores ventajas en su funcionamiento.

Alcances y limitaciones.

El propósito es una vez verificando los componentes y actualizarlos realizar la representación gráfica. El seguir avanzando con el proyecto podría ser reconstruir todo el sistema oleodinámico y hacer todo los componentes automatizados que puedan ser manejados por medio de un programa teniendo una visualización en tiempo real de cada elemento mecánico.

El tiempo para un proyecto así sería mucho más que el que tengo. La autorización para ello y un presupuesto para adquirir componentes como plc's y el programa.

Problemas a resolver.

1. Encontrar un catálogo de la empresa que venda cada elemento mecánico del sistema oleodinámico.
2. Si hay que cambiar algún componente hacer la modificación en su instalación.

3. La ubicación de cada elemento en la representación gráfica.

Caracterización del área de trabajo.

La Comisión Federal de Electricidad (cfe) es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para más de 35.6 millones de clientes al mes de marzo del 2012, lo que representa a más de 100 millones de habitantes, e incorpora anualmente más de un millón de clientes nuevos.

La infraestructura para generar la energía eléctrica está compuesta por 211 centrales generadoras, con una capacidad instalada de 52,862 megawatts (MW), incluyendo productores independientes con 23 centrales (22 ciclo combinado y una eoloelectrica) y 32 centrales de la extinta Luz y Fuerza.

Central hidroelectrica Belisario Dominguez tiene como:

Misión:

Prestar el servicio publico de energia electrica con criterios de suficiencia, competitividad y sustentabilidad. comprometidos con la satisfaccion de los clientes con el desarrollo del pais y con la preservacion del medio ambiente.

Vision al 2030:

Ser una empresa de energia, de las mejores en el sector electrico a nivel mundial, con presencia internacional,fortaleza financiera e ingresos adicionales por servicios relacionados con su capital intelectual e infraestructura fisica y comercial.

una empresa reconocida por su atencion al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio,capacidad de su personal, vanguardia tecnologica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable.

Política:

Proporcionar el servicio público de energía eléctrica y otros servicios relacionados de acuerdo a los requerimientos de la sociedad, con base en el desempeño competitivo de los procesos de la dirección de operación y la mejora continua de la eficacia del sistema integral de gestión con el compromiso de:

1. Formar y desarrollar el capital humano, incluyendo la cultura de equidad de género.
2. Controlar los riesgos, para prevenir lesiones y enfermedades al personal y daños a las instalaciones.
3. Cumplir con la legislación, reglamentación y otros requisitos aplicables.
4. Prevenir la contaminación y aprovechar de manera responsable los recursos naturales y
5. Realizar acciones sociales.

Organigrama de la empresa.

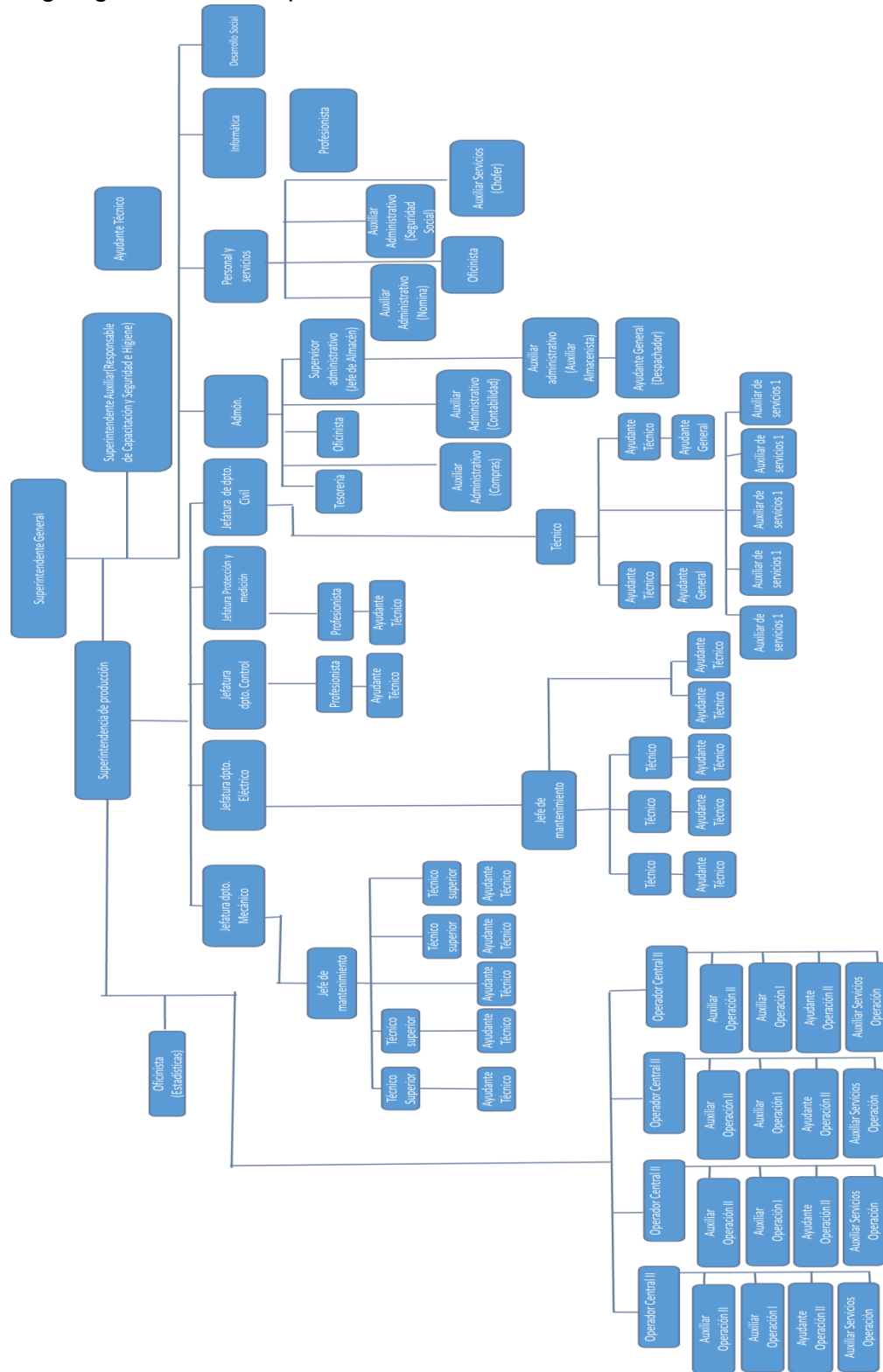


Imagen 1.

Fuente: CFE CH Belisario dominguez.

Nombre, datos históricos y ubicación.

1. Belisario Domínguez.

La C.F.E. rinde un homenaje al héroe chiapaneco ordenando que tanto la presa de la central hidroeléctrica lleve su nombre, cambiando así el de "la Angostura", con el que se conoció la obra desde su proyecto hasta la entrada en operación.

Como datos de gran valor histórico para el estado de Chiapas y para la nación, enseguida se anotan sus datos biográficos.

Nació el 25 de abril de 1863 en Comitán, Chiapas. En 1893, junto con sus hermanos Evaristo marchó a París a hacer sus estudios preparatorianos y profesionales, donde se tituló como médico cirujano, partero y oculista (1903)

En 1904 regreso a su ciudad natal, ejerciendo su profesión. Fue promotor de la construcción de un gran hospital en la parte sur de Comitán. En 1911 fue electo presidente municipal de Comitán, iniciando así su carrera política que lo llevaría a la muerte. En 1912 fue electo senador suplente por Chiapas, siendo propietario de dicha plaza el Dr. Leopoldo Cout.

En 1913, a la muerte del Senador Propietario, toma posesión de dicho cargo en el mes de marzo. En este puesto defendió siempre la justicia con viril actitud. En la sesión del 23 de septiembre de 1913 fundamento serios cargos al usurpador del gobierno legal de la Republica, Don Victoriano Huerta. En la amplia requisitoria de su discurso reproboó la conducta disoluta y arbitraria de Huerta. Por ese discurso y otros posteriores de la misma índole, el Gral. Huerta le mandaría dar muerte, sucediendo su asesinato la noche del 7 de octubre de 1913 en el panteón de Coyoacán. Es así como Don Belisario Domínguez pasa a nuestra historia como un mártir de la Revolución Mexicana. En tributo a la memoria de su gesta heroica fue creada la condecoración "Belisario Domínguez", por decreto del Senado de la república, el 7 de octubre de 1952.

2. Datos históricos.

El 15 de diciembre de 1968, durante una mesa redonda con las autoridades y sectores populares de Chiapas, el director de la C.F.E. declaró:

"El señor presidente Días Ordaz autoriza a la C.F.E. llevar adelante los trabajos de este extraordinario proyecto que es la construcción de la central hidroeléctrica de la angostura, pensando que es una forma de vigorizar el desarrollo de Chiapas.

La obra de la angostura es una parte de este programa. Después estaremos en condiciones de construir Chicoasén, Peñitas y completar el desarrollo de Malpaso en los próximos doce años de trabajo continuo". Desde 1950 la Secretaria de Recurso Hidráulicos y la Comisión federal de Electricidad iniciaron los estudios del sistema hidrológico Grijalva – Usumacinta, que aporta el 30% de los recursos hidráulicos del país y en particular, se avocaron al estudio de la cuenca del río Grijalva.

En 1964 se terminó de construir la presa Netzahualcóyotl, de usos múltiples, en el bajo Grijalva, que alimenta el aprovechamiento hidroeléctrico más grande del país (Malpaso, con 1,080 MW) y

"2014, Año de Octavio Paz"

controla las avenidas. La construcción de la presa Netzahualcóyotl, inicio la realización de la primera etapa del desarrollo Grijalva. La segunda etapa fue el aprovechamiento hidroeléctrico de la angostura. Para la tercera etapa se terminó el aprovechamiento de Chicoasén y finalmente al de Peñitas. Para la realización del plan integral del Grijalva, fue necesario construir el aprovechamiento de la angostura, que reúne un conjunto de características que lo sitúan como elemento básico para el desarrollo del río Grijalva y que se puede emplear ventajosamente en la generación de energía, dado que dentro del territorio mexicano es el primer aprovechamiento que cuenta con un vaso de almacenamiento que regularizara el escurrimiento de 9, 700 millones de m³ anuales.

3. Hidrología.

Un resumen de los datos hidrológicos y meteorológicos hasta la estación angostura, es el siguiente:

Vaso:

Área de la cuenca	18 099 km ² .
Longitud del embalse	100 Km.
Elevación máxima del parte aguas	3 200m
Elevación media de la cuenca	1 100 a 1 300 m.
Elevación mínima de la cuenca	413 m.
Precipitación media anual	1 379 mm.
Escurrecimiento medio anual	9.7 x 10 ⁹ m ³
Escurrecimiento mínimo registrado.	59 m ³ /seg.

Tabla 1. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Avenidas

Registrada	3 820 m ³ /seg.
Diseño para el desvío	5 000 m ³ /seg.
Máxima extraordinaria (calculada)	23 000 m ³ /seg.
Temperatura Media máxima / mínima mayo	39.5 °c - 18.6 °c.
Temperatura Media máxima / mínima enero	34.1 °c – 9.2 °c.
Elevación desfogue	417.50 m.s.n.m
Almacenamiento total	18.2 x 10 ⁹ m ³
Almacenamiento útil	9.2 x 10 ⁹ m ³
N. A. M. E.	539.50 m.s.n.m
N. A. M. O.	528.10 m.s.n.m
N. A. Min.	500.00 m.s.n.m

Tabla 2. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

4. Geología.

Tanto el vaso como la boquilla están en el flanco del sinclinal que forma la depresión de Chiapas; se localizan totalmente en calizas del cretácico que buzcan de 3° a 12° hacia NE. Con rumbo general de N.45° E: Las calizas que forman el vaso y boquilla se dividen en dos formaciones denominadas II y 1.

La formación II yace bajo la I, y está constituida por dolomitas, calizas arrecifales y calizas estratificadas puras.

Todas estas rocas se observan fuertemente atacadas por la disolución, presentan numerosos karsticos y se consideran altamente permeables.

A 21 Km. Al oeste del río Grijalva corre el río Santo Domingo casi al mismo nivel, quedando separadas ambas cuencas por un macizo formado principalmente por calizas permeables de la formación II.

5. Desvío.

Existen dos túneles de desvío que se localizan uno en cada margen, diseñados para desviar una avenida de 5 00 m³/seg. Con el nivel del embalse un metro debajo de la ataguía. Los datos básicos se indican en la tabla siguiente:

Datos	Margen derecha	Margen izquierda
Diámetro interior.	13 m y herradura (13.0 x 16.80)	13 m.
Longitud	654 m	603 m.
Pendiente	0.001 y 0.000529	0.001
Altura estructura de entrada	30 m	31.5 m
Altura estructura de salida.	17.5 m	14.1 m
Capacidades máximas	Con ataguías 5 000 m ³ /seg.	Con cortina 7 000 m ³ /seg.

Tabla 3. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Los dos túneles tienen 13 m de diámetro interior y están totalmente revestidas de concreto con una longitud aproximada de 645 m. Cada uno.

El túnel, tiene sección circular pendiente de 0.001 y la plantilla de entrada está a la elevación 417.00 m. El túnel número 2 tiene su plantilla de entrada a la elevación 423.00 m; es de sección circular en 340 m de longitud y de herradura en su tramo final el cual, se usa como desfogue de las unidades 1, 2 y 3 de la primera etapa.

6. Cortina

La cortina se desplaza sobre caliza blanda a la elevación 396.00 m formada de enrocamiento con núcleo central de arcilla compactada y paramento vertical aguas abajo, de filtros y dos zonas de transición grava - arena.

"2014, Año de Octavio Paz"

El corazón de la cortina está formado de arcilla con un índice de plasticidad entre 15 y 60 y contenido de agua cercano al óptimo.

Datos técnicos.

Elevación desplante	396.00 m
Elevación de corona	543.00 m
Altura	147.00 m
Ancho máximo base	550.00 m
Longitud corona	10.00 m
Ancho corona	10.00 m
Volumen de materiales	4.19 x 10 ³ m ³

Tabla 4. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

7. Vertedor.

Datos básicos en la tabla siguiente:

Gasto máximo	4,500 m ³ / Seg
Gasto a la elevación 537.50 (3 compuertas)	3,250 m ³ / Seg
Número de compuertas	6
Ancho de las compuertas	8.333 m
Altura de las compuertas	18.00 m
Elevación del canal de acceso	516.60 m.s.n.m.
Ancho	VARIABLE

Tabla 5.

Canales de Descarga

Longitud promedio	875 m
Ancho	25 m
Espesor mínimo del revestimiento	0.45 m
Elevación estructura de descarga	± 445.0 m.s.n.m.
Deflexiones de la estructura	27° 35'
De descarga	22° 35'

Tabla 6. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Construir dos vertedores con salto de esquí, con una capacidad máxima de descarga de 3,250 m³/seg. Cada uno.

Aun cuando al entrar en operación la Central Hidroeléctrica el vertedor no opera frecuentemente, por razones de flexibilidad y seguridad en la operación se mantiene un vertedor de servicio y uno de emergencia.

8. Tubería de presión

El agua que se encuentra almacenada en la presa se conduce hasta las turbinas a través de un conducto de concreto armado y de un ducto metálico de sección circular llamado Tubería de Presión.

Esta conducción consta de una bocatoma de sección rectangular de 27 X 12 m abocinada, de concreto armado, con un ángulo de inclinación con respecto a eje de la conducción de 52°, siguiendo el perfil del talud del cerro donde se encuentra alojada y un espesor de pared (concreto armado) de 1 m.

Una vez iniciada la sección circular, continúa con una longitud de 96.20 m, iniciándose otra zona de transición (sección circular a cuadrada) con un espesor de concreto armado de 60 cm, de 12 m de longitud. En esta zona se encuentra una pila de concreto armado con el objeto de alojar las compuertas de obra de toma y compuertas auxiliares, mediante sus guías correspondientes; habiendo sido diseñada la pila con un perfil siendo sus características las siguientes:

Longitud 15.50 m, ancho 1.80 m con sus extremos en forma semielíptica (en el mismo sentido del flujo, a la entrada con una longitud de 2.00 m y a la salida con longitud de 3.00 m). Las longitudes de las semielipses están contenidas en las zonas de transición, cuya longitud a la salida es de 12 m ahora de sección cuadrada a circular con diámetro interno de 8.70 m y espesor de concreto armado de 60 cm para continuar con una longitud de 7.80 m, donde se inicia la reducción de diámetro interior hasta 6.50 m, en una longitud de 6 m.

Resumen:

Conducción de concreto armado	191.321 m.
Conducción metálica	125.000 m.
Total de conducción	616.321 m.

Tabla 7. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Desde bocatoma hasta entrada caracol de la turbina.

Cada unidad consta de una conducción similar a la descrita, es decir se tiene cinco conducciones instaladas en el Central.

Casa de máquinas

De tipo subterráneo, la casa de máquinas se construyó en el interior de la roca montañosa de la margen derecha y su acceso es a través de un túnel de 640 m de longitud. Su construcción se

"2014, Año de Octavio Paz"

efectuó en dos etapas, alojando en la primera de ellas a las unidades 1,2 y 3 y en la segunda a las unidades 4 y 5. Las dimensiones de ambas construcciones son las siguientes:

	1ª Etapa	2ª Etapa
Longitud	113.50 m	99.00 m
Ancho	19.30 m	19.30 m
Altura	46.40 m	46.40 m

Tabla 8. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Las principales elevaciones se indican enseguida y otras se muestran en el esquema del corte transversal.

Bóveda	443.40 m.s.n.m.
Aire acondicionado	436.07 m.s.n.m.
Piso generadores	427.00 m.s.n.m.
Piso de barras	423.50 m.s.n.m.
Piso de tableros	422.50 m.s.n.m.
Piso de turbinas	420.30 m.s.n.m.
Línea de centros turbina	417.00 m.s.n.m.
Puerta inspección rodete	411.50 m.s.n.m.
Galería de inspección	410.50 m.s.n.m.
Asiento tubo de succión	398.69 m.s.n.m.
Galería de drenaje	397.0 .s.n.m.

Tabla 9. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

1. Túnel de acceso

El acceso a la Central desde el exterior se logra mediante un túnel excavado en la roca, de sección portal, permaneciendo sus paredes en estado natural, es decir, sin muros de concreto.

En el interior de la montaña, el túnel se bifurca para dar acceso a casa de máquinas 1ª etapa (unidades 1, 2 y 3) y casa de máquinas 2ª etapa (unidades 4 y 5).

Las dimensiones de este túnel son:

Longitud (desde el exterior a 1ª etapa)	640.00 m
Longitud (bifurcación a 2ª etapa)	200.00 m
Ancho	7.80 m
Altura	6.40 m

Tabla 10. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

2. Turbinas.

Las cinco turbinas de la central son del tipo Francis vertical y se encuentran alojadas en la caverna que forma la Casa de Máquinas, localizadas a la elevación 420.30.

Los principales datos técnicos son los siguientes:

Marca	Escher Wyss.
Tipo	Francis vertical.
Potencia	184 000 kw
Frecuencia	60 c.p.s.
asto	218 m3/seg
Caída neta	91.5 m
Velocidad	128.6 r.p.m.
Velocidad embalamiento	245 r.p.m.
Diámetro entrada espiral	5.70 m
Diámetro entrada rodete	4.65 m
Diámetro salida rodete	5.28 m
Diámetro flecha	1.20 m
Diámetro chumacera guía	1.60 m
Material rodete	Acero inoxidable.
Numero alabes rodete	14
Rotación	En sentido de las manecillas del reloj, vista desde arriba.

Tabla 11. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

A continuación se describen las partes más importantes que integran una turbina hidráulica:

- Espiral.

La carcaza espiral empotrada es de construcción completamente soldada de acero de construcción de grano fino.

La prueba hidrostática con una presión de 20 kg/cm². Para acceso y control, la carcaza espiral tiene una entrada para hombre localizada a la elevación 420.30, del mismo piso de turbinas, sobre la parte superior de la tubería de presión.

- Distribuidor:

Después de la espiral el agua fluye por el distribuidor que está compuesto de 26 alabes directrices. Tiene la misión de regular el caudal de la turbina y/o cerrarlo. Los alabes son de acero inoxidable al 13% cr. Fundidos en una pieza y se apoyan con sus vástagos en tres cojinetes auto lubricados. Los bujes de cojinete de bronce con teflón asientan en los porta cojinetes del distribuidor de hierro fundido que están colocados desde afuera en las tapas de turbina.

Cada alabe directriz es accionada por un servomotor individual, cuyo vástago actúa sobre la palanca del distribuidor que está colocado en el vástago de alabe directriz lado generador.

Como la carga axial del cojinete de carga es transmitida a través de la tapa superior al ante distribuidor y desde allí al cimiento, esta tapa es de construcción sumamente rígida, tipo cajón.

"2014, Año de Octavio Paz"

Para disminución del empuje axial hidráulico hay en la tapa lado generador cuatro tubos de descarga DN 200, a las que se conectan las tuberías que condicen al tubo de succión.

- Rodete:

El rodete esta fundido en una sola pieza de acero cromo al 13%, tiene un diámetro de entrada de 4 650 mm y 14 alabes. Mediante 16 bulones de acoplamiento esta atornillado a la flecha de la turbina y el momento de torsión es transmitida a través de 16 bujes de acoplamiento.

Para la formación del intersticio de laberinto de 2.5 mm con respecto a las tapas de turbina, hay atornillados anillos de desgaste de 4 segmentos, de material inoxidable recambiables. La tapa de rodete es de construcción soldada y forma adaptada al flujo.

- Tubo de succión.

Cuando el agua de servicio ha entregado su energía al rodete fluye a través del tubo de succión hacia la galería de desfogue. El tubo de succión este previsto, hasta una velocidad aproximadamente de 5 m/seg. Con un blindaje de chapa de 10 mm. De espesor.

Inmediatamente después del rodete hay un anillo de protección de tubo de succión de cuatro partes, cambiabile, con un blindaje de chapa inoxidable.

- Flecha de turbina.

La flecha de turbina esta forjada en una sola pieza y su diámetro es de 1.2 m está suficientemente diseñado para la transmisión del máximo momento de torsión. Las pistas para las chumaceras de guía son de forma de campana. El acoplamiento al generador se efectúa con 16 bulones y 16 pernos radiales. El anillo portante para la chumacera de carga esta colocado con asiento deslizado sobre el extremo de la flecha.

- Sello de flecha.

El sello de flecha de la turbina se realiza mediante una junta axial de anillo deslizante lleva un blindaje inoxidable sobre el cual deslizan los segmentos de anillos de carbón que están colocados en el porta – anillo de sello, bipartido, que puede moverse de cierres y para refrigeración de las superficies de deslizamiento se inyecta agua de cierre en la ranura circundante del anillo de carbón.

El agua de fugas que sale hacia la flecha es juntada en una cámara colectora de agua y enviada por una tubería a la galería de drenaje de la casa de máquinas.

Por medio de la presión de agua de cierre graduable a través de una válvula de reducción de presión, puede variarse el intersticio (aproximadamente 0.05 a 0.1 mm) entre ambas superficies de deslizamiento y controlarse con el medidor de gasto, cuando la maquina esta en servicio.

Como supervisión del sello se tiene un termostato que emite alarma a temperatura demasiado elevada en la sala de tableros.

"2014, Año de Octavio Paz"

A fin de que durante trabajos de revisiones en el sello a plena presión de tubo de succión no pueda salir agua, está prevista una junta de parada radial que mediante agua a presión es empujada contra el anillo de sello inferior que lleva un blindaje inoxidable. Se tiene un seguro contra una puesta en marcha involuntaria con la junta de parada colocada.

- Servomotores individuales.

La regulación de los alabes directrices se efectúa por medio de veintiséis servomotores individuales que están fijados en forma móvil en el apoyo inferior cilíndrico de la chumacera de carga.

El cilindro con un diámetro de 200 mm está formado por un tubo bruñido y placas frontales, que están unidas por medio de bulones de tracción. El pistón está bajo la acción de presión de aceite a ambos lados, en sentido de cierre y apertura y tiene una carrera de 260 mm.

El movimiento de mando del regulador es transmitido a través de un varillaje de mando que está apoyado en forma girable en la tapa de turbina a cada una de las válvulas de mando.

El aceite de presión es llevado a cada uno de los servomotores por medio de una tubería anular de colección, de la misma forma se efectúa la conducción de aceite de retorno.

- Chumacera guía turbina:

La turbina está equipada con una chumacera de guía inferior y una chumacera de guía superior. La chumacera de guía superior esta combinada con la chumacera de carga. Como otro lugar de apoyo se tiene una chumacera guía en la parte superior del generador, denominada chumacera guía generador.

Ambas chumaceras de guía fueron diseñadas como chumaceras de segmento y consisten de ocho segmentos revestidos con metal antifricción, que se apoyan a través de pernos de apoyo bombeados y la carcaza de chumacera. Las fuerzas radiales que se presentan en la chumacera guía inferior se transmiten a través de la carcaza de chumacera a la tapa de turbina superior y en la chumacera de guía superior al apoyo de la chumacera de carga superior. El apoyo de la chumacera de carga esta forzado con ocho vigas radiales en el pozo de la turbina. Para la supervisión de las chumaceras se cuentan con los siguientes instrumentos:

Para cada chumacera de guía superior e inferior:

- 1.- termómetro de distancia a mercurio en el aceite con un contacto de alarma.
- 2.- termómetro de distancia a mercurio en metal de chumacera con un contacto de alarma y un contacto de disparo.

Para control del nivel de aceite están colocados en la carcaza de la chumacera superior un flotador y en la carcaza de la chumacera inferior dos flotadores. El gasto de aceite y el de agua de refrigeración es controlado con supervisores de flujo y /o medidores de gasto electrónicos.

- Chumacera de carga y alimentación de aceite.

Los componentes principales de la chumacera de carga, son el anillo portante que está colocado sobre la brida de la flecha, los catorce segmentos basculantes, los pernos de apoyo y los apoyos de hierro blando. La carga axial de 800 Tm, que se genera durante el servicio, es transmitida a la tapa de turbina a través del apoyo de chumacera de carga superior e inferior.

La alimentación de aceite de chumacera para ambas chumaceras de guía y chumacera de carga se efectúa por un sistema cerrado. El aceite es aspirado desde el recipiente de aceite de la chumacera de guía inferior con una bomba vertical accionada por un motor eléctrico y empujado por el refrigerador de aceite. Luego el flujo de aceite es distribuido a cada chumacera por diafragmas.

En caso de falla de la bomba eléctrica vertical, una bomba de accionamiento eléctrico horizontal, se puede encargar de la alimentación de aceite como respaldo. Durante la puesta en marcha de la maquina se produce la presión necesaria de elevación entre los segmentos de chumaceras de carga y el anillo portante con una bomba de aceite independiente (bomba de pre lubricación).

Cada carcasa de chumacera tiene el pasaje de la flecha una cámara de aire de cierre, a fin de evitar la salida de vapores de aceite. Además también hay instalada una extracción de los mismos vapores.

Para supervisión de la chumacera de carga hay los siguientes instrumentos:

- 1.- termómetro de distancia a mercurio en el aceite con un contacto de alarma.
- 2.- termómetro de distancia a mercurio en el metal de chumacera con un contacto de alarma y un contacto de disparo.
3. Generadores.

Se cuenta con 5 generadores marca ASE, acoplado a lo flecha vertical de cada una de las turbinas hidráulicas y se localizan a la elevación 427.00 dentro de la caverna de casa de máquinas.

Las características principales de los generadores y sus equipos auxiliares, son los siguientes:

- Alternador síncrono de eje vertical, trifásico, tipo sombrilla GGS 6500 EK.
- Capacidades
- Continua a FP = 0.95 atrasado, con un 60°C máximos de sobre calentamiento en el estator y en el rotor = 191000 KVA.
- Continua a fp= 0.95 atrasado, con 30°C máximos de sobre calentamiento en el estator y en el rotor = 225000 KVA.

Factor de potencia	0.95 intensidad atrasada.
Tensión	13 800 V.
Frecuencia	60 Hz.
Velocidad nominal	128 r.p.m.

"2014, Año de Octavio Paz"

Velocidad de desboque.	245 r.p.m.
Numero de polos.	56
Momento volante.	33000 ton – m2.
Relación de corto circuito	120%
Corriente de campo a plena carga	1100 A.
Corriente de campo a máxima.	1370 A.

Tabla 12. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

- Excitación.

La excitación de los campos del generador se hace a base de un conjunto estático que se compone de los siguientes equipos:

- I. Gabinete "transformador de excitación "
 - transformador trifásico tipo seco de 1400 KVA.
 - 13.8 / 0730 KV.
 - 60 Hz.
- II. Gabinete "rectificador"
 - 1 rectificador enfriado con aire forzado de 700 V.
 - 60 Hz.
 - 1,370 A.C.D. Corriente de salida.
 - 800 V.C.D. Voltaje de salida.
- III. Gabinete "interruptor de campo".
 - Contiene un interruptor de campo (quebradora de campo) operado con motor 600 v, 1600^a, con un mecanismo de disparo libre y cerrojo.
 - Una resistencia de descarga del tipo no lineal.
 - Un derivador (Shunta) para medición de la corriente directa de4l campo del generador.
- IV. Gabinete "regulador de voltaje".
 - Contiene una unida compensadora.
 - Unidad de medida para la comparación del voltaje terminal de la unidad.
 - Regulador de corriente de campo para control de excitación "manual".
 - Equipo automático / manual.
 - Reóstato de ajuste operado a motor.
 - Limitador instantáneo de corriente máxima de campo.
 - Limitador de corriente e campo de tiempo retardado.
 - Amplificadores transistorizados.
 - Unidad de poder.

- V. Gabinete "excitación inicial".
 - Equipo para levantar el voltaje en el arranque de la unidad.
- VI. Gabinete 2proteccion de sobrevoltaje del campo".
 - Equipo de protección contra sobre voltaje en el campo construido de resistencias de tipo lineal y rectificadores controlados (THYRISTORES).
- VII. Gabinete "dispositivos auxiliares".
 - Transformador trifásico tipo seco para voltaje auxiliar de control.
 - Cuadro de alarma tipo RRSH.
- VIII. Gabinete "plc".
 - Equipo que contiene el control del generador para arranque y paro de la unidad, registro de temperatura del generador, alarma y disparo.

3.1 Características generales de construcción del generador.

El diseño, fabricación y métodos de pruebas del equipo se rigen conforme a las estipulaciones más recientes de las Normas de la USASI antes ASA, (NEMA) Y (AIEE) que les conciernan.

- Estator.

Está dividido en seis partes que se conectaron en el lugar de instalación.

Cada parte está completamente armada y devanada en la fábrica, dejando solo para la instalación en el sitio, las bobinas de conexión entre ellas.

La estructura se fabricó de placa de acero soldada. El núcleo del estator se fabricó con láminas de acero al silicio tratado para evitar envejecimiento, aisladas con barniz resistente al calor en ambos lados y sujetas a la carcasa por medio del sistema de "cola de milano"

- Devanados y su conexión.

El devanado del estator fue diseñado con bobinas del tipo de diamante. Cada bobina con aislamiento clase F. (tipo MICAPACT de la ASEA está compuesta por varios conductores elementales también independientemente aislados y colocados adecuadamente.

Su conexión es en estrella; por lo tanto las seis puntas del devanado se sacan en forma accesible para permitir la instalación de los transformadores de corriente para la medición y protección diferencial de la maquina hasta 100 cm. Por lo menos al exterior de la cimentación.

- Rotor.

El rotor tiene un eje, un tambor, una llanta y los polos.

El eje es cónico y hueco, bridado en el extremo inferior para conectarse a la flecha. En el extremo superior constituye el manguito para la chumacera guía superior.

El tambor se forma con dos discos de lámina de acero soldados a placas y estas placas soldadas a vigas verticales. Los discos también están soldados al eje.

"2014, Año de Octavio Paz"

La llanta e construyo con láminas de acero traslapadas de modo de obtener la mayor área y sujetas entre sí por pernos. Dispone de una llanta de frenado con segmentos de desgaste de fácil reposición. Los polos son de láminas de acero taladradas y prensada en las pulseras extremos por medio de pernos. Se sujetan a la llanta por el sistema de cola de milano. El rotor dispone de devanados para el campo y devanados.

- Sistema de ventilación.

Del tipo de ventilación cerrada, con veinticuatro enfriadores y de diseño tal, que puede desmontarse un enfriador sin que haya necesidad de para la unidad ni se disminuya la capacidad normal de la misma. Los enfriadores están diseñados para una presión de prueba de 20 k/cm². Se diseñaron los enfriadores para una presión de servicio que varía entre 10 kg/cm² y 6.5 kg/cm² sin que por esa variación se modifiquen las capacidades y temperatura garantizadas.

- Enfriadores de aire del generador.

Las perdidas debidas al hierro, al cobre y al aire bajo condiciones normales de operación suman aproximadamente 2563 KW:

Esta perdidas, en forma de calor, son disipadas por los enfriadores de aire/ agua del estator.

La circulación forzada del aire en el circuito cerrado de enfriamiento es mantenida por el flujo axial de aspas de ventilador montadas en la parte superior e inferior del borde del rotor.

El diagrama del flujo del aire se muestra en la siguiente hoja y las principales características de los enfriadores del aire se dan enseguida:

Marca	AB SVENSKA FLAKTFABRIKEN SUECIA.
TIPO	VBDK – 20 – 6 – 5 – 2 – 5 – 1 – 4
No. De enfriadores por unidad.	24.
Capacidad total de enfriamiento	2995 KW
Flujo de aire total.	132 m ³ /seg.
Flujo de agua total.	459 m ³ /Hr. / 7650 l/m
Caída de temperatura del aire.	57 a 37 °C.
Elevación de temperatura del agua.	27 a 33 °C.
Caída de presión del aire.	22 MM WG:
Caída de presión del agua.	1300 MM WG:
Presión de prueba.	20 kg/cm ² .

Tabla 13. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

El agua para enfriamiento se toma del sistema general a través de una tubería de 12" y se alimenta cada enfriador con un cabezal de alimentación que circunda el foso del generador, variando el diámetro de esta tubería de acero inoxidable a medida que va llenando los veinticuatro radiadores, teniendo su diámetro menor a la entrada del radiador número 24.

- Transformador del neutro de alternador.

Las terminales de salida del generador están formadas por una conexión estrella con neutro a tierra. Este neutro tiene un transformador de distribución de las siguientes características.

Tipo	SECO.
Capacidad	120 KVA.
Fases	1.
Relación	13 800 / 240 V.
Aislamiento	15 KV
Enfriamiento	Natural.

Tabla 14. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Transformador de corriente del neutro del alternador.

Características	
Marca	Alsthom
Tipo	Irm1 /500.
Frecuencia	60 c.p.s.
Relación	10 000/5 – 5 A.
Aislamiento	15 KV.

Tabla 15.

- Generador de imanes permanentes. gip.

Este generador, localizado en la parte superior del alternador, envía señales de voltaje al regulador eléctrico de velocidad para mantener la frecuencia constante de 60 ciclos por segundo, la cual es reflejada en el tacómetro de sala de tableros con la indicación 100 %.

Sus características son los siguientes:

Tipo	GUS 550 RY
Capacidad	0.5 KVA.
Tensión	110 V:

"2014, Año de Octavio Paz"

Corriente	2.6 A.
Frecuencia	60 c.p.s.
Marca	ASEA.

Tabla 16. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Unidad auxiliar.

Descripción y guía para el rodado, excitado, toma de carga y paro de la unidad auxiliar hidráulica. Esta central cuenta con un grupo turbo - generador auxiliar instalado a la elevación 419.00 m.s.n.m. Que se utiliza para la alimentación de los servicios propios de la misma, para alimentación de los servicios auxiliares de máquina, de alumbrado y fuerza, cuando las necesidades de operación de las unidades principales requieren de la entrada en servicio de este grupo.

Datos técnicos de la turbina:

Marca: Escher Wyss.

Velocidad: 900 r.p.m.

Tipo: Francis.

Eje: horizontal.

Potencia: 1472 kw.

Altura de caída: 100 m.

Gasto: 1706 lts/seg.
Velocidad de desboque: 1440 r.p.m.
Diámetro de entrada rodete: 749 mm.
Numero de alabes directrices: 20.
Sentido de giro: contrario a las manecillas
Del reloj.
Diámetro entrada tubo aspiración: 490 mm.
Diámetro entrada espiral: 590 mm.
Ancho del distribuidor: 75 mm
Diámetro interior de alabes
Directrices abiertos: 780 mm.
Circulo de gorriones de
Alabes directrices: 876 mm.

Datos técnicos del generador:

Marca: Garbe Lahmeyer.
Potencia: 2000 kva.
Tensión: 440 volts.
Corriente: 2625 a.
Factor de potencia: 0.8
Velocidad: 1440 r.p.m.
Fases: 3.
Conexión: estrella.
Frecuencia: 60 Hz.
Numero de polos: 8.
Flecha: horizontal.
Excitación: 60 VCD – 140 ACD.
Tipo: smb/129-74/60.

Obra de toma.

La obra de toma comprende 10 compuertas accionadas cada una por un servomotor óleo dinámico a pistón. Cada servomotor está alimentado por una central independiente compuesta por una electro bomba de eje vertical con sus dispositivos de seguridad y control, con las señales en al PC. De compuerta abierta, en recuperación y cerrada.

Cuando la compuerta está arriba (abierta) el pistón está sostenido por el aceite a presión contenido en la cámara inferior del cilindro, mientras un microswitch automático recobra la bajada (12 cm) de la compuerta debido a la pérdida de aceite a través de los empaques.

Si el dispositivo de recuperación no opera, se tiene indicación en la pantalla de la P.C. de cambio de estado (verde a rojo) de que la compuerta no recupera.

“2014, Año de Octavio Paz”

El cierre de la compuerta se produce en un tiempo total de 20 segundos y ocurre al quitar la presión del lado de apertura, cayendo por su propio peso, amortiguando la velocidad de descenso en tres etapas consecutivas.

La apertura se produce al inyectar aceite a presión al cilindro inferior manteniendo una sola velocidad de subida, el tiempo total de izaje es de 15 minutos una vez cumplido el permiso de “tubería llena”.

Las casetas de control se localizan sobre la margen derecha, a la elevación 543.00 y contienen cada una la central óleo dinámica que hace funcionar las dos compuertas de cada tubería de presión.

La estructura exterior sobre el vaso es basado en rejillas metálicas de 12 x 27 m cada una y dan paso al agua mediante túneles revestidos de concreto de 8.70 m de diámetro por 195.00 m de longitud.

Cada compuerta mide 4.30 m de ancho por 8.90 m de alto y pesa 30,0410 kg.

La central óleo dinámica es marca CALZONI y los motores para elevar las compuertas son de las siguientes características:

Marca	AEG
Tipo	AM 180
Tensión	440 V
Corriente	38 A
Capacidad	22 KW
Factor de Potencia	0.85
Velocidad	1,740 rpm
Frecuencia	60 Hz

Tabla 17. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010.

- Tipo de aceite hidráulico.

El aceite que se usa en el sistema hidráulico es Mobil DTE™ 25 con la siguiente descripción.

La serie Mobil DTE™ 20 es una línea de aceites hidráulicos anti-desgaste de rendimiento supremo que están diseñados para satisfacer un amplio rango de requerimientos de los equipos hidráulicos. Han sido desarrollados en conjunto con los principales fabricantes de equipos hidráulicos con el fin de cumplir con las más estrictas exigencias de los sistemas hidráulicos severos que usan bombas de alta presión y alta potencia, así como para cumplir con los requerimientos de otros componentes de sistemas hidráulicos, como las servo-válvulas y las herramientas de control numérico (NC).

Los aceites de la serie DTE 20 están formulados con aceites base de alta calidad y un sistema de

aditivos cuidadosamente elegido que neutraliza la formación de materiales corrosivos. Están diseñados para trabajar con sistemas que operan bajo condiciones severas donde se necesitan altos niveles de anti-desgaste y una película de protección fuerte, incluso han sido formulados para trabajar en aquellos sistemas donde se recomiendan aceites hidráulicos sin anti-desgaste.

Propiedades y Beneficios

Los lubricantes hidráulicos Mobil DTE 20 Series proporcionan una insuperable resistencia a la oxidación que permite mayores intervalos entre cambios de aceite y filtro. Su alto nivel de propiedades anti-desgaste y su excelente resistencia de película dan como resultado un rendimiento excepcional de los equipos, que no solamente repercuten en menos averías sino que además ayudan a mejorar la capacidad de producción. Su detergencia y sus propiedades para mantenerse limpios les permiten prestar servicio en un amplio rango de grados de limpieza, mientras que la demulsibilidad controlada permite que estos aceites trabajen bien en sistemas contaminados con pequeñas cantidades de agua y, a la vez, separen con facilidad grandes cantidades de agua.

Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Anti-desgaste	Ayuda a reducir el desgaste. Protege los sistemas que usan diferentes aleaciones.
Reserva de calidad	Mantiene un alto nivel de rendimiento incluso bajo condiciones severas de operación e intervalos largos entre cambios de aceite. Ayuda a mejorar la limpieza del sistema.
Estabilidad a la oxidación	Proporciona una larga vida útil del aceite y de los equipos. Ayuda a prolongar la vida útil del filtro.
Protección contra la corrosión	Previene contra la corrosión interna de los sistemas hidráulicos. Ayuda a reducir los efectos negativos de la humedad en los sistemas. Protege contra la corrosión a componentes diseñados con diferentes metales.
Cumple un amplio rango de las exigencias de los sistemas	Un producto puede sustituir a varios, minimizando así los requerimientos de inventario. Ayuda a reducir las posibilidades del uso equivocado del producto.
Propiedades de	Reduce la posibilidad de formación de espuma y sus efectos negativos.

Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
separación del aire	
Separación del agua	Protege los sistemas donde hay una pequeña presencia de humedad. Separa con facilidad cantidades mayores de agua.
Propiedades de mantenimiento de limpieza	de Ayuda a reducir los depósitos y lodos en el sistema, lo cual a su vez ayuda a reducir los costos de mantenimiento. Protege componentes críticos, como las servo-válvulas, ayudando así a prolongar la vida útil de los equipos. Ayuda a mejorar el rendimiento total del sistema.

Tabla 21. Fuente: pagina web oficial <http://www.mobil.com/>

Aplicaciones

- Sistemas hidráulicos donde la formación de depósitos sería crítica, como las máquinas de control numérico (NC), y particularmente aquellos sistemas donde se utilizan servo-válvulas
- Sistemas donde la presencia de pequeñas cantidades de agua es inevitable
- En sistemas con engranajes y cojinetes
- Sistemas que requieren un alto nivel de protección anti-desgaste y de capacidad para soportar cargas
- Aplicaciones donde se requiere una película de protección contra la corrosión, como en sistemas donde pequeñas cantidades de agua son inevitables
- Maquinaria que emplea un amplio rango de componentes que utilizan varios metales
- Aplicaciones donde se forman depósitos y lodos con los aceites convencionales

Especificaciones y Aprobaciones

La serie Mobil DTE	21	22	24	25	26	27	28
20 atiende o excede los requerimientos de:							
DIN 51524-2 2006-09		X	X	X	X		

Tabla 22. Fuente: pagina web oficial <http://www.mobil.com/>

"2014, Año de Octavio Paz"

La serie Mobil DTE 20 posee las siguientes aprobaciones	24	25	26
Vickers I-286-S	X	X	X
Vickers M-2950-S	X	X	X
Denison HF-0	X	X	X
Husky HS 207		X	

Tabla 23 Fuente: pagina web oficial <http://www.mobil.com/>

Características típicas

Mobil DTE 20 Series	21	22	24	25	26	27	28
Grado ISO	10	22	32	46	68	100	150
Viscosidad, ASTM D 445							
cSt @ 40°C	10.0	21.0	31.5	44.2	71.2	95.3	142.8
cSt @ 100°C	2.74	4.5	5.29	6.65	8.53	10.9	14.28
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	98	98	98	98	98	98	98
Densidad @ 15.6°C/15.6°C, ASTM D 1298	0.845	0.860	0.871	0.876	0.881	0.887	0.895
Corrosión al cobre, ASTM D 130, 3 hrs @ 100°C	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B
Características de herrumbre Proc B, ASTM D 665	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-30	-30	-27	-27	-21	-21	-15
Punto de inflamación, °C	174	200	220	232	236	248	276

"2014, Año de Octavio Paz"

Mobil DTE 20 Series	21	22	24	25	26	27	28
ASTM D 92							
FZG 4-Square Load Support, - DIN 51354, Etapa de fallo	-	-	12	12	12	12	12
Secuencia de espuma I, II, III, 20/0 ASTM D 892 , ml	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0

Tabla 24. Fuente: pagina web oficial <http://www.mobil.com/>.

Seguridad e Higiene

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.

Copyright © 2001-2014 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.



Mantenimiento de compuertas

- ❖ Tiempo de apertura y cierre de las compuertas de obra de toma y válvulas de admisión a la turbina.

Es conveniente tener la referencia de los tiempos de apertura y cierre normal de compuertas de obra de toma y válvulas de admisión en las centrales donde aplique. En el caso de las válvulas de admisión, el incremento del tiempo de apertura puede ser por las siguientes causas:

- a. Fugas en el distribuidor dificultándose la igualación de presiones.
- b. Atoramiento en bujes de válvula por falla o falta de lubricación.
- c. Problemas en el sistema oleodinámico de operación de la válvula (falla de válvulas de control, filtros o tuberías obstruidas o fugas).
- d. Taponamientos de by-pass.
- e. Falla en el equipo de control y/o transductor de presión diferencial de válvula de admisión.

El incremento en el tiempo de cierre puede ser por:

- a. Atoramiento en bujes de válvula.
- b. Falta de lubricación.
- c. Deficiente alineación de dispositivo de cierre de válvula.

Para las compuertas de obra de toma, el incremento en el tiempo de apertura normal puede ser motivado por:

- a. Falla en el equipo de control.
- b. Fugas en distribuidor.
- c. Problemas en el equipo oleodinámico (filtros obstruidos, válvulas dañadas, mal ajuste de válvulas limitadoras o fugas).
- d. Atoramiento de compuerta.

En el caso de incremento en el tiempo de cierre puede ser por:

- a. Taponamientos de sistema oleodinámico.
 - b. Atoramiento de compuerta.
 - c. Mal ajuste de válvulas de retorno.
- ❖ Verificación de recubrimientos y estructura.

Durante la inspección visual de las compuertas, se deberá poner especial énfasis en el estado del recubrimiento anticorrosivo, localizando aquellas zonas en las cuales se ha perdido la película o presenta indicios de disminución o daño incipiente así como de aquellas zonas en las cuales haya sido impactada por algunos objetos sólidos o por alguna reacción química.

- ❖ Estado de sellos.

Se deberán revisar los sellos para detectar alguna anomalía en los mismos, los daños en sellos pueden ser por:

- a. Desgaste
- b. Daño por impacto
- c. Falla del elemento de sujeción
- d. Deficiencia o mala especificación en las propiedades mecánicas
- e. Mala operación

Para la revisión de los sellos fijos y algunos sellos de compuertas sumergidas, se debe prever el apoyo de la brigada subacuática (personal de buceo) y contar con elementos para captar las imágenes de los mismos (cámara), documentando las imágenes con la fecha y ubicación precisa de cada sección.

Se deberá tener presente el valor permisible de fugas por los sellos, de acuerdo al diseño y/o especificación, conforme a cada caso.

- a) Estado de rodamientos (donde aplique), guías y pistas.

Es muy importante verificar el estado de los rodamientos, guías y pistas; ya que de estos elementos depende el desplazamiento uniforme y sin esfuerzos adicionales, considerando que la mayoría de las compuertas son del tipo rodante. Una condición anormal de estos equipos, pudiera detectarse cuando se incrementan los tiempos de apertura/cierre, la presión del sistema oleodinámico, aumento de la corriente en motores o ruidos extraños.

Los defectos o fallas se pueden presentar por:

- a. Desgaste
- b. Reaccion química entre materiales
- c. Incrustacion de sales minerales debido a la calidad del agua
- d. Impacto de objeto solidos

b) Estado de eslabones, cables, servomotores y articulaciones.

Como estos son los elementos que sirven para el izaje y accionamiento de la compuerta, se deben revisar durante los mantenimientos rutinarios. Se buscará detectar posibles defectos como:

- a. Falla en las articulaciones de apoyo de compuertas (radiales)
- b. Fallas de los eslabonamientos de cadenas
- c. Fugas en los servomotores, internas o externas.
- d. Corrosion de elementos
- e. Fugas en conexiones
- f. Defectos en los cables
- g. Lubricacion deficiente
- h. Daños en mecanismos

c) Estado de la estación oleodinámica, mecanismos y operación de los interruptores de posición.

Durante los mantenimientos de rutina, se verificará:

- I. Para la estación oleodinámica.- Revisión de niveles, presiones, corrientes en motores, válvulas, filtros, estado de aceite hidráulico, grado de contaminación de los equipos, interruptores de posición y caseta (donde aplique)
 - II. Para mecanismos.- Inspección de motorreductores, cadenas, catarinas, cables, tambores, frenos, vigas pescadoras, interruptores de posición y caseta (donde aplique). Lo anterior es con la finalidad de identificar anomalías que puedan afectar la operación normal de los equipos
- d) Tiempos de sustentación y recuperación de posición de compuerta abierta (para estaciones oleodinámicas).

"2014, Año de Octavio Paz"

En los casos de compuertas con sistema de sustentación, se deberá llevar un seguimiento continuo de los tiempos de recuperación del sistema oleodinámico, tomando como referencia los tiempos de puesta en servicio. La disminución del tiempo de sustentación (tiempo en el que disminuye su apertura la compuerta de un punto máximo a uno permisible de operación) dará indicios de que pueden existir:

- a. Irregularidades en elementos del servomotor
- b. Fugas por válvulas del circuito hidráulico
- c. Averías en acumulador
- d. Desajuste o bloqueo de interruptores de posición

El incremento en el tiempo de recuperación puede ser motivado por:

- a. Fugas o recirculación de aceite
- b. Desgaste en componentes de la(s) bomba(s)
- c. Filtros obstruidos
- d. Desajuste de pilotaje del bloque principal de válvulas

- e) Revisión de by-pass y mecanismo de accionamiento (donde pueda aplicar y no existan, ver la posibilidad de implementarlos).

Para las compuertas de obra de toma y desfogue, es conveniente que se disponga de by-pass y de que éstos funcionen correctamente y el gasto aportado no debe superar el 10% del caudal nominal para la obra de toma y para desfogue, llenándose máximo en 4 horas. Con este dispositivo se minimizan las probabilidades de riesgo durante las maniobras de restablecimiento de la operación.

Las posibilidades de mal funcionamiento de los by-pass pueden ser:

- a. Atoramiento de mecanismos por corrosión de componentes
- b. Defectos en el mecanismo de izaje
- c. Obstrucción con objetos sólidos

- f) Verificación de ductos o válvulas de aireación para obra de toma y desfogue (donde aplique).

Este elemento es muy importante durante las maniobras de achique y restablecimiento (llenado), ya que sirve para evitar la formación de cámaras de vacío en el tubo de aspiración de la turbina y para aireación de la zona detrás de las compuertas de obra de toma durante el cierre de emergencia. Durante el proceso de llenado del tubo de aspiración o tuberías a presión, este elemento sirve para desalojar el aire que requiere salir mientras ingresa el agua, debiéndose asegurar que se encuentren en buen estado y libres de obstrucciones que limiten el flujo de aire. Las revisiones se deben hacer previo a las maniobras de achique y llenado. Para el caso de válvulas de aireación, debe verificarse que una vez llena la tubería no se fugue agua al exterior.

- g) Verificación de mecanismos manuales de emergencia para apertura y cierre (donde aplique).

En donde se disponga de mecanismos de cierre o apertura manual, se deberá programar la utilización o prueba de los mismos, durante los paros programados para asegurar su operación cuando sea requerida.

- h) Verificación de arranque y operación de la unidad de emergencia (donde aplique).

Es un arreglo común que, en los casos de compuertas de vertedores, se disponga de una unidad de emergencia accionada con motor de combustión interna, para alimentar los motores eléctricos en caso de pérdida de alimentación de energía. Se deben programar inspecciones de rutina para garantizar la disponibilidad de dicha unidad, así como pruebas con carga para verificar la capacidad y condiciones de operación. Las posibles deficiencias que se pueden presentar son:

- a. Combustible insuficiente
- b. Falla del sistema de precalentamiento del motor
- c. Deficiencia del motor de arranque
- d. Falla alimentación de c.d. (batería)
- e. Falla mecánica del motor.

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Fundamento teórico.

Obra de toma.

Uno de los elementos más importantes para la protección y/o control de una turbina hidráulica y de la correspondiente tubería a presión, es la compuerta de obra de toma, teniendo como función primordial el efectuar un sello al paso del agua del embalse al conducto a presión y la turbina, facilitando la inspección o mantenimiento a las partes internas de las mismas.

Por ello se debe tener una inspección minuciosa de ello y en este caso hacer una revisión del sistema oleodinámico y sus componentes. El estado de la misma por lo cual nos internamos a realizar un análisis de ella.

Las compuertas comúnmente instaladas en las centrales hidroeléctricas son del tipo rodante, con operación en forma inclinadas o totalmente verticales, utilizando para su rodado una pista anclada en el concreto.

Las partes constituyentes de una compuerta se pueden resumir en:

- Tambor de la compuerta
- Dispositivos para izaje
- Sellos de neopreno
- Ruedas By-pass
- Guías de desplazamiento.

Un arreglo de compuerta deslizante accionada con servomotor hidráulico está constituido principalmente por:

- el servomotor
- sistema oleodinámico
- sistema de freno de la compuerta
- by-pass
- eslabones (astas)
- dispositivos de maniobra para izaje

Estas compuertas están normalmente abiertas, en posición de espera, listas para cerrar por gravedad en agua muerta o bajo cualquier condición de flujo por emergencia. El mando y control de las compuertas puede efectuarse localmente desde las casetas de mando de la obra de toma o a distancia desde la sala de control de la central. El mando y el control de las compuertas son:

1. Mando de apertura.
2. Mando automático de sustentación de la compuerta.
3. Mando de cierre.
4. Mando de By-pass

Funcionamiento.

El cierre se efectúa en tres fases distintas:

1. Fase de cierre veloz hasta poco arriba de la altura crítica y es regulada por la válvula de freno de la compuerta.
2. Fase de cierre intermedio hasta el cierre casi completo y es regulada también por la válvula de freno de la compuerta.
3. Fase de cierre lento o amortiguamiento, correspondiente al último tramo de cierre de la compuerta y al cierre del sistema de by-pass.

Estas compuertas pueden ser accionadas desde la obra de toma a través de controles locales para fines de mantenimiento, así como los periodos de recuperación a la posición de apertura total. Para compuertas con accionamiento a base de servomotor, se recomienda de ser posible, verificar en forma trimestral tanto los tiempos de cierre y apertura de la compuerta, así como los periodos de recuperación a la posición de apertura total, con la finalidad de confirmar que los valores obtenidos están conforme a los de puesta en servicio, con lo cual se puede diagnosticar que los elementos no tienen desgastes y que operan correctamente.

"2014, Año de Octavio Paz"

Así mismo si el tiempo de apertura de la compuerta aumenta puede ser una señal de que existen fugas a través de las válvulas, tuberías o accesorios integrantes del sistema oleodinámico o existen desgastes en las partes internas de las bombas de aceite, impidiendo que la compuerta abra en los tiempos establecidos.

Para el caso de centrales hidroeléctricas que tengan incluidos acumuladores hidráulicos en el sistema oleodinámico de la compuerta, se deberá tomar los tiempos en que tarda la recuperación de la presión de aceite para continuar la sustentación de la compuerta en su posición completamente abierta. Con lo anterior se diagnosticará el estado de las bombas, posibilidad de fugas internas a través de las válvulas y el estado de los acumuladores hidráulicos.

En caso de efectuar un mantenimiento mayor a las compuertas que implique sustitución de empaquetaduras y mantenimiento a ruedas, bujes o chumaceras de bronce y otros elementos, se recomienda exista coordinación entre las áreas que intervendrán en el mantenimiento con la finalidad de tomar todas las lecturas posibles de referencia de las partes, antes y después del mantenimiento, con la finalidad de que la compuerta no tenga problemas durante su prueba de funcionamiento. Se hace hincapié de que las compuertas deben operarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante o instructivo de operación de la central, por lo que no debe forzarse la apertura de la misma con el fin de reducir los tiempos de llenado de los conductos a presión, estableciéndose que el gasto para llenado de la tubería a presión a través del by-pass de la compuerta no debe superar el 10 % del gasto nominal de la turbina, evitando con ello una sobrepresión del aire que provoque una súbita expulsión del agua en el conducto de aireación, la cual puede provocar daños a la estructura de la compuerta u otras estructuras libres, que incluso puedan poner en riesgo la integridad física del personal que eventualmente se encuentre cerca de la obra de toma correspondiente.

Conceptos importantes.

❖ Oleohidráulica.

El nombre correcto es oleohidráulica al ser el aceite el fluido que generalmente circula por las tuberías (en el lenguaje práctico se nombra como hidráulica). Su definición sería: "la técnica hidráulica tiene por objeto el estudio de las leyes de equilibrio y movimiento del aceite hidráulico con miras a su aplicación práctica".

Principios y leyes fundamentales de la hidráulica.

- Los aceites no son comprensibles pero sí elásticos
- Los aceites transmiten en todas las direcciones la presión que se les aplica (principio de pascal)
- Los aceites toman la forma de la tubería o aparato por los que circulan en cualquier dirección

- Los aceites permiten multiplicar la fuerza aplicada "prensa hidráulica" las fuerzas aplicadas y transmitidas son directamente proporcionales a sus superficies

❖ oleodinámica.

En las aplicaciones industriales, la utilización de la potencia Hidráulica, es mejor conocida con el nombre de Oleohidráulica, pero para nuestro entender este es un nombre no muy exacto para esta aplicación pues hace referencia al agua y al aceite. Por tal razón consideramos que la mejor forma de llamar a esta ciencia es la Oleodinámica, ya que hace referencia directa al movimiento de un flujo pero en este caso un aceite.

Los sistemas oleodinámicos están conformados por los siguientes elementos principales:

1. Unidad oleodinámica
2. Válvulas
3. Actuadores
4. Líneas de conducción del fluido

1. La unidad oleodinámica.

Está compuesta por todos aquellos elementos mecánicos encargados de llevar a cabo una función requerida entre esos elementos se encuentra la válvula reguladora de presión, filtros, motor eléctrico, bomba etc.

1.1 Servomotor.

Los servomotores pueden ser neumáticos, eléctricos, hidráulicos y digitales si bien se emplean generalmente los dos primeros por ser más simples, de actuación rápida y de tener una gran capacidad de esfuerzo. Puede afirmarse que el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente.

Los servomotores hidráulicos consisten en una bomba de accionamiento eléctrico que suministra fluido hidráulico a una servoválvula. La señal del instrumento de control actúa sobre la servoválvula que dirige el fluido hidráulico hacia los dos lados del pistón actuador hasta conseguir, mediante una retroalimentación, la posición exacta de la válvula. Se caracterizan por ser extremadamente rápidos, potentes y suaves, si bien su costo es elevado, por lo que sólo se emplean cuando los servomotores neumáticos no pueden cumplir con las especificaciones de servicio.

1.2 Filtros

Es muy importante para la duración de los aparatos hidráulicos el trabajar con un aceite limpio y no contaminado; esto se logra reteniendo las partículas nocivas y cambiando el aceite, según la instalación (2.000 a 5.000 horas), todos los años o cada tres o seis meses en el caso de servoválvulas.

Contaminan el aceite:

- el agua y los ácidos.

- partículas metálicas.
- hilos y fibras.
- polvo, partículas de juntas y pintura.
- El aparato que evita esta contaminación es el filtro.
- Grado de filtración.

Nos indican cual es la partícula más pequeña que es capaz de retener el filtro. Se expresa en micras y los hay de 1 micra a 270 micras.

Factores que determinan el tipo y emplazamiento de los filtros:

- niveles de filtración.
- Presión de trabajo.
- caudal.
- perdida de carga en el filtro.
- frecuencia en las operaciones de mantenimiento.
- superficie filtrante
- accesibilidad del circuito.
- coste
- caracterización del fluido
- tipo de ambiente (temperatura, suciedad, vibraciones, etc.).
- material del que está constituido.

Datos técnicos de los filtros

- grado de filtración (eficacia).
- caudal filtrante.
- presión máxima.
- tipo de fijación.
- tipo de elemento filtrante
- presión diferencial.
- colocación en el circuito.

Filtros:

- de superficie
- de profundidad.
- Sistemas de filtración.
- de paso total.
- en derivación.

Tipos filtros.

- ambiente 25 micras (papel celulósico).

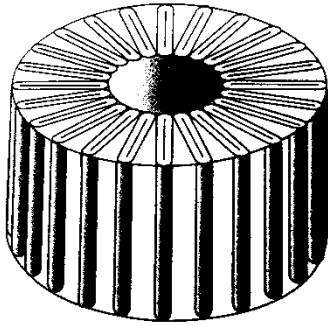


Imagen 2. Filtro ambiente. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobles.

- aspiración 100,160 y 270 micras (superficie, malla bronce fosforoso, espiral magnética y captadores magnéticos).

1.3 Aparatos auxiliares.

1,3,1 Presostatos.

Los presostatos, también llamados interruptores de presión, abren o cierran circuitos eléctricos cuando se alcanza una cierta presión preseleccionada de antemano; esta señal eléctrica manda bombas hidráulicas, electroválvulas o cualquier otro aparato de mando eléctrico del circuito. En la imagen 3 vemos este aparato. El aceite entra y empuja a un pistón que abre y cierra contactos eléctricos (cerrado, abierto y común). Habrá ó no paso de corriente según la presión que regulemos con la manilla (girando en sentido horario aumentamos la compresión del muelle y aumenta la presión para abrir y cerrar contactos).

Con el presostato descrito solo funcionan a una presión establecida. Existe un tipo de presostato que da una señal cuando la presión prefijada es baja y otra señal cuando la presión prefijada es alta. A ese tipo de presostato se le denomina de alta y baja, o bien de diferenciales. Se aplican en circuitos con varias bombas, con bomba acumulador, en máquinas de inyección y en máquinas-herramientas.

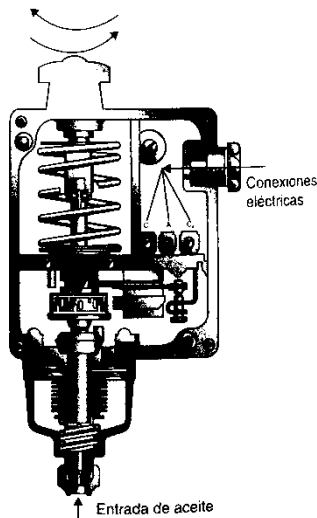


Imagen 3. Presostatos. Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrolles

1.3.2 Manómetro.

El instrumento para medir la presión se denomina manómetro y puede ser de dos clases:

1. los que equilibran la presión desconocida con otra que se conoce. A este tipo pertenece el manómetro de tubo de vidrio en "u", en el que la presión se determina midiendo la diferencia en el nivel del líquido de las dos ramas.
2. los que la presión desconocida actúa sobre un material elástico que produce el movimiento utilizado para medir la presión. A este tipo de manómetro pertenece el manómetro de tubo elástico (bourdon).

1.3.3 Vacuometro.

Los manómetros como hemos visto, marcan presiones superiores a la atmosférica, que son las empleadas en hidráulica, pero también es necesario medir presiones inferiores a la atmosférica; por ejemplo, a la entrada de la bomba donde la presión es inferior a la atmosférica y la depresión debe ser mínima, los aparatos que miden este vacío se llaman vacuómetros, están calibrados en milímetros de mercurio o pulgadas de mercurio: 30 pulgadas de mercurio (Hg)=760 mm de hg.

Treinta pulgadas de mercurio es el vacío perfecto. En la imagen 4 vemos un vacuometro.

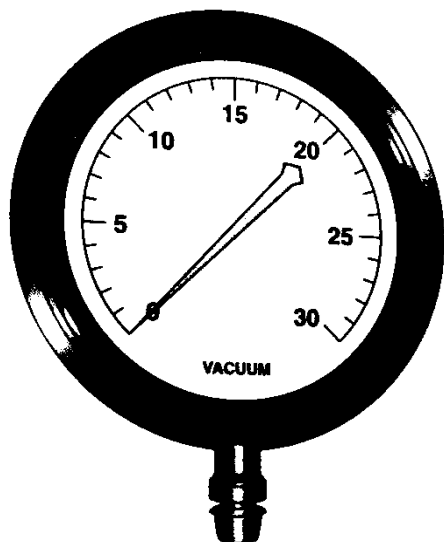


Imagen 4. Vacuometro. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobles

1.3.4 Depósito o tanque.

El depósito de aceite o tanque actúa como reserva de aceite separa el aceite del aire, evacua el calor, lleva dentro o encima la bomba, soporta el motor hidráulico y montajes modulares. Es muy importante que el aire salga y entre libremente. Existen depósitos presurizados la presión que se emplean en aviación. Importante también el tabique separador o placa deflectora que impide que la bomba aspire el aceite directamente de la línea de retorno (debe tranquilizarse). El depósito, además de enfriar el aceite, tiene que permitir que la bomba aspire el suficiente caudal. La regla general para calcular el tamaño del depósito es la siguiente: el tamaño debe ser tres veces aproximadamente el caudal que da la bomba, de esta forma si la bomba da 20 l/min, el depósito debe ser de unos sesenta litros. En la figura 135 a) vemos un deposito con todos sus accesorios; en la figura 135b) vemos otra sección del depósito.

En esta figura 135 vemos que las tuberías están debajo del nivel de aceite y cortadas chaflán, esto se hace así para evitar que se absorban los lodos. La placa registro (tapa) debe permitir la limpieza del tanque por dentro. El tapón de llenado debe ser grande para permitir llenar el tanque en poco tiempo, pero filtrando instalación

1.3.5 El plano hidráulico.

Proporciona información sobre las conexiones del circuito. Contiene la denominación y la forma en que es accionado cada elemento.

Los distribuidores están representados de forma tal que se vean las comunicaciones que se establecen en su interior, para cada posición distinta que adquiere la corredera interior. Para controlar las presiones de las válvulas de presión se ha anotado, junto a cada válvula, el valor de

su taraje de su reporte. Cada elemento se identifica con un número que corresponde al anotado en el plano hidráulico y en la lista de piezas del mismo.

Con relación a la parte eléctrica se encuentran dibujados todos aquellos finales de carrera y presostatos que tienen alguna relación con el plano hidráulico. Válvulas, etcétera diferencia entre: elementos completos, como bombas y motores hidráulicos, o sea elementos sujetos a grandes esfuerzos de los cuales pueden parar por completo una máquina en caso de un fallo en la mayoría de los casos es casi imposible que el cliente pueda, él mismo, repararse estos elementos. Piezas de desgaste: como por ejemplo. Muelles, juntas de estanqueidad, bobinas, rodamientos, etcétera; estos elementos pueden tenerse en almacén.

2. Válvula.

Una válvula es un Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema. Sin embargo las tres acepciones siguientes se refieren a mecanismo que dejan pasar un fluido en un sentido y lo impiden en el contrario (incluido el llamado fluido eléctrico). De este modo, podría definirse una válvula como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

2.1 Válvula hidráulica

Es un mecanismo que sirve para regular el flujo de fluidos.

El control de una instalación hidráulica se realiza mediante válvulas. Es misión de las mismas regular la presión, regular el caudal, distribuir el aceite o cerrar cierta parte del circuito, o sea, regular la potencia que debe transmitir la instalación procurando que sus pérdidas sean mínimas. En las válvulas las pérdidas de carga no deben ser superiores al 4%. Para controlar una instalación necesitamos:

Tipos de válvulas.

a) Válvulas distribuidoras

- 2 vías / 2 posiciones.
- 3 vías / 2 o tres posiciones.
- 4 vías / 2 o tres posiciones.
- 5 vías / 2 o tres posiciones.
- 6 vías / 2, 3 ó 4 posiciones.

b) Válvulas reguladoras de presión.

- válvulas de seguridad
- válvulas de descarga.
- válvulas limitadoras.
- válvulas reductoras.

- válvulas de secuencia.
 - válvulas de alta y baja bombas.
 - válvulas de descarga de acumuladores.
- c) Válvulas reguladoras de caudal.
- válvulas de estrangulación.
 - válvulas reguladoras de caudal.
 - válvulas limitadoras de caudal.
- d) Válvulas de cierre o bloqueo.
- válvulas de retención.
 - válvulas de retención pilotadas.
 - válvulas de prellenado.

Datos que nos definen a una válvula y que debe facilitar el fabricante.

1. tipo
2. pérdidas de carga a diferentes caudales.
3. presión máxima y mínima de trabajo.
4. drenaje
5. sistemas de drenaje.

Algunas válvulas que contiene el sistema oleodinámico:

Válvula de seguridad.

Existe un verdadero confucionismo con la válvula de seguridad, de descarga de alivio, limitadoras, máxima, sobrepresión, etc. Esto es debido a que cada fabricante la nombra de una manera y, aunque en realidad las válvulas tienen diferente nombre, estas son las mismas.

La válvula de seguridad es el elemento indispensable en las instalaciones hidráulicas y es el aparato que más cerca se debe poner de las bombas: su misión es limitar la presión máxima del circuito para proteger a los elementos de la instalación.

Es una válvula N/C y solo se abre y vierte parte o todo el caudal de la bomba al depósito cuando llega a alcanzar el taraje previamente preestablecido. En inglés al conocen con el nombre de safety valve (Imagen 5). Estas válvulas se ponen en derivación en el circuito. Son de dos vías.

La presión a partir de la cual la válvula comienza a abrir, o sea dejar pasar aceite, se llama presión de apertura. La presión a la cual una válvula deja pasar todo el caudal se llama presión de pleno caudal; ahora bien, debido a la elasticidad de los muelles, la presión de pleno caudal es superior a la de apertura.

"2014, Año de Octavio Paz"

Esta condición se llama margen de sobrepresión. El inconveniente de estas válvulas simples de seguridad es que, para un taraje dado, este margen de sobrepresión es elevado. Se pueden abrir esporádicamente.

El taraje en estas calculas, como casi en todas, es girando el tornillo en el sentido de las agujas del reloj (aumentamos el taraje).

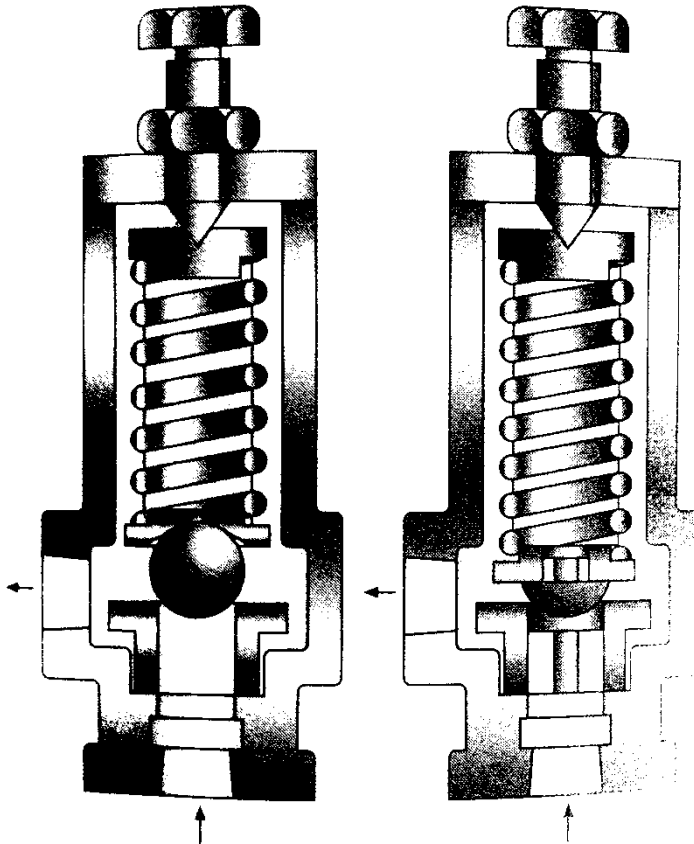


Imagen 5. Válvula de seguridad.

Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Válvulas de alivio (seguridad de tres vías)

En inglés se llaman relief valve. Tienen como misión limitar la presión en el circuito hidráulico y se diferencian de las válvulas de seguridad en que permanecen abiertas durante el funcionamiento del sistema hidráulico, manteniendo la presión constante en el circuito y evacuando el exceso de aceite a depósito. Son de tres vías N/A.

La válvula de alivio, o la de seguridad, nunca deben ajustarse al mismo valor que la presión de trabajo, ya que esto acarrearía pérdidas de aceite con el consiguiente calentamiento del mismo. Se abre parcialmente casi de continuo.

En la imagen 6 a) la presión del sistema actúa sobre el pistón de pilotaje y como es más baja que el taraje del muelle, la válvula se mantiene cerrada. En la imagen 6 b) la presión sube el carrete y la válvula abre parcialmente el tanque.

"2014, Año de Octavio Paz"

Estas válvulas no están exentas de defectos, así dan diferencias de presión importantes al cierre y a la elevación máxima del pistón buzo. Además, los resortes vibran y si estas vibraciones están en resonancia con las pulsaciones de la bomba se producirán vibraciones en la máquina. Por todo esto se han impuesto las válvulas de pistón equilibrado.

En algunos tipos se separa perfectamente el aceite empleado en producir el compensado del pistón (que es una pequeña parte del total) del aceite que atraviesa la válvula, con lo que se evita el fenómeno del laminado, produciéndose este en una parte pequeña del aceite que circula. El laminado del aceite disminuye mucho en los reguladores compensados, incluso en los que utilizan el mismo aceite circulante para producir el esfuerzo (imagen 7).

El aceite entra por P, a través del orificio 4 del pistón 3, y equilibra hidráulicamente el pistón, presiona el tapón 16, y el cono 14, tarado por el muelle 13; si la presión del aceite abre el cono 14, descarga una pequeña porción de aceite a través del orificio central del pistón al tanque, desequilibra el pistón y parte del aceite pasa de P a T (tanque).

Con esta válvula podemos poner a descarga una bomba; para ello basta con sacar el tapón 16 y conectar mediante una tubería esta salida a una válvula 2/2 ó 4/2 con dos tapones la salida de esta válvula al tanque. Si la 2/2 está cerrada, la válvula se comporta normalmente; a lo visto se llama hacer el venting (puesta a descarga de una bomba). Figura 15.

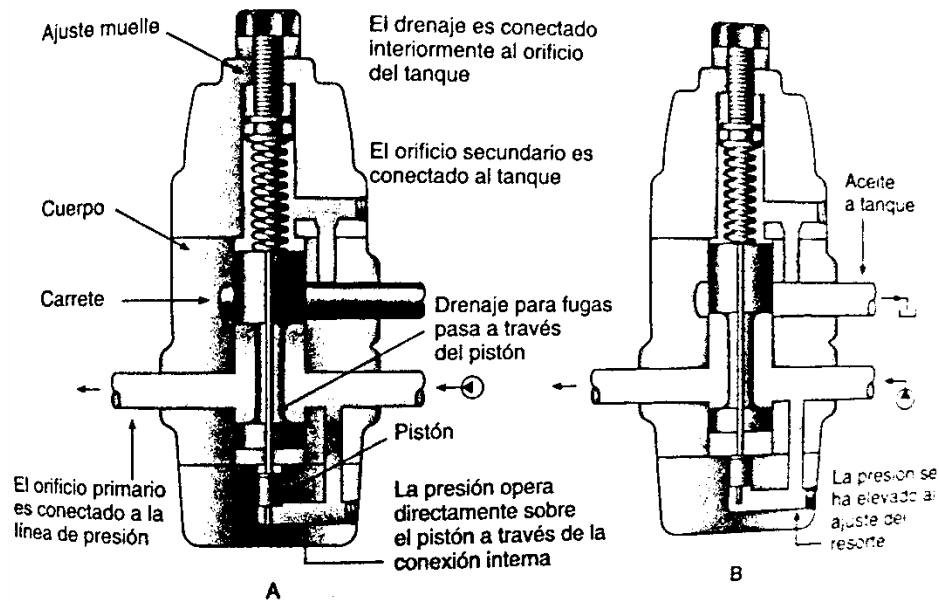


Imagen 6. Válvula

de alivio. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobes

"2014, Año de Octavio Paz"

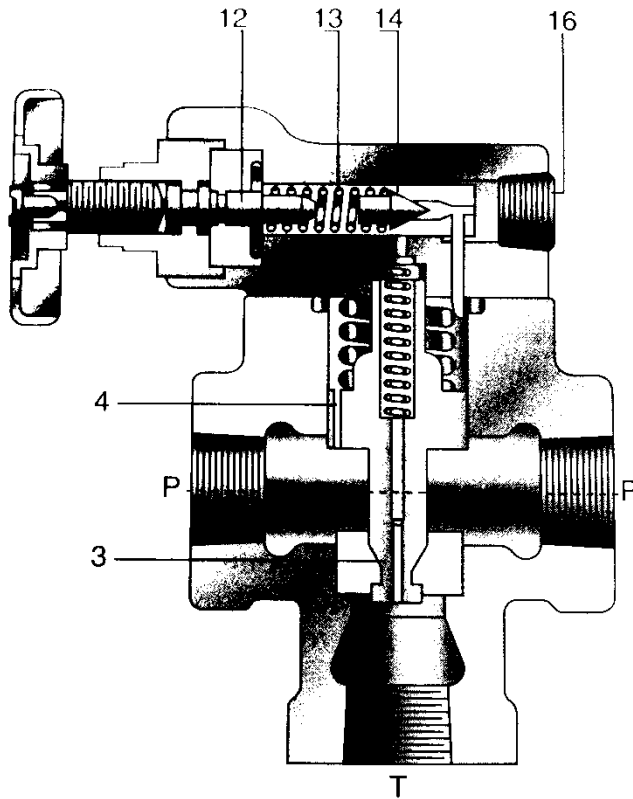


Imagen 7. Válvula pistón equilibrado.

Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

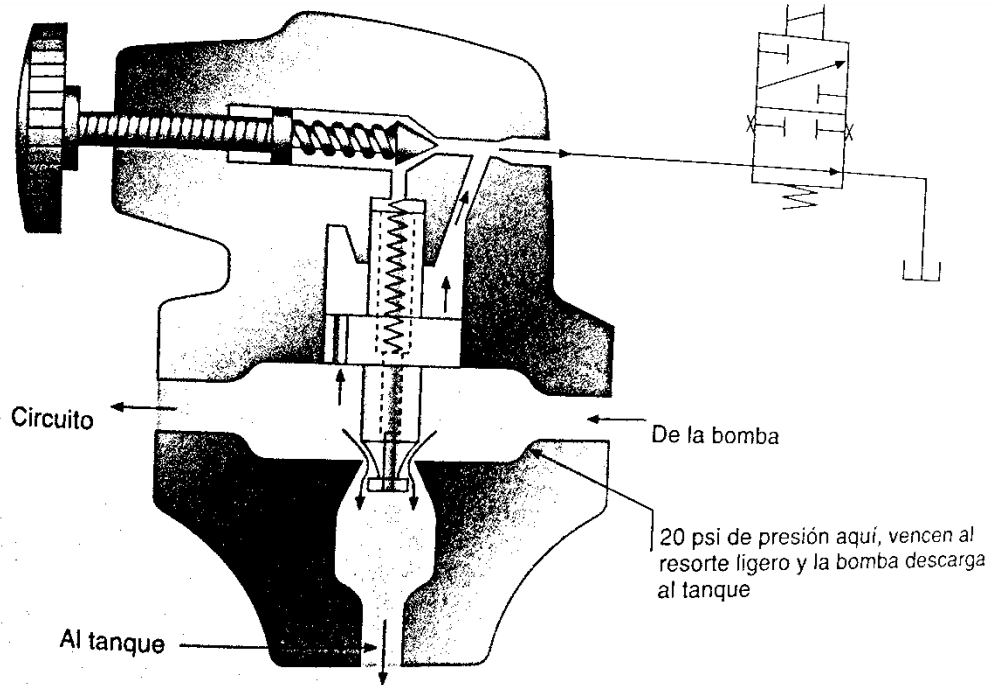


Imagen 8. Venting . Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Válvulas limitadoras.

Ya se ha dicho que muchos constructores acostumbran a llamar a la válvula de seguridad limitadora de presión. Las válvulas limitadoras de presión son válvulas que se accionan cuando la presión alcanza un cierto valor. Normalmente se las suele colocar en derivación en el circuito. Suelen limitar la presión a cilindros y motores. (Figura 16).

El aceite entra por C y, a través del calibre h, ataca al cono; si su taraje cede, descarga poco aceite por A, desequilibra el pistón y C y B se comunican.

Es toma de manómetro para regular la válvula, D es un taladro roscado con un tapón y si se quita el tapón se puede mandar a distancia.

Nota:

La válvula de seguridad se coloca en derivación, la de alivio en serie, las reductoras y de secuencia en serie. Pueden o llevar antirretorno.

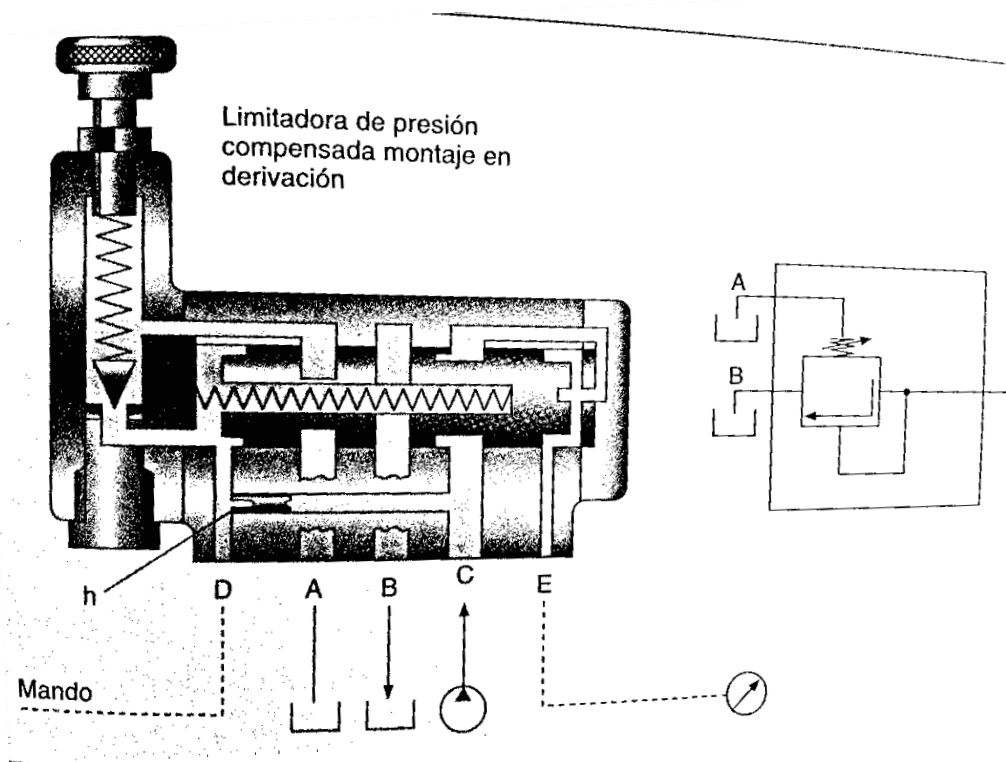


Imagen 9. Válvula limitadora. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrolles

Válvulas reductoras de presión

Se emplean para alimentar subcircuitos que deban trabajar a presión menor que la fijada por la válvula de seguridad, manteniendo constante la presión reducida circule o no circule aceite.

Se las suele emplear algunas veces delante de los restrictores asegurando con ello el caudal constante del aceite restringido. Son válvulas normalmente abiertas N/A de dos vías trabajando en serie.

Ya hemos dicho que las válvulas anteriores mandan al depósito una parte del aceite cuando llegan a su trabe, las válvulas reductoras cierran el paso de aceite, pilotándose a la salida y manteniendo la presión <<aguas abajo>>, aumente o disminuya la presión <<aguas arriba>>, siempre que sea superior a la de taraje la válvula.

Cuando la válvula reductora deba instalarse en un circuito (tubería) por la que circula el aceite en los dos sentidos (entre un distribuidor y un cilindro), la válvula debe llevar antirretorno. Se interesa reducir la presión en los dos sentidos deben dos reductoras de este tipo (Figs. 17 y 18).

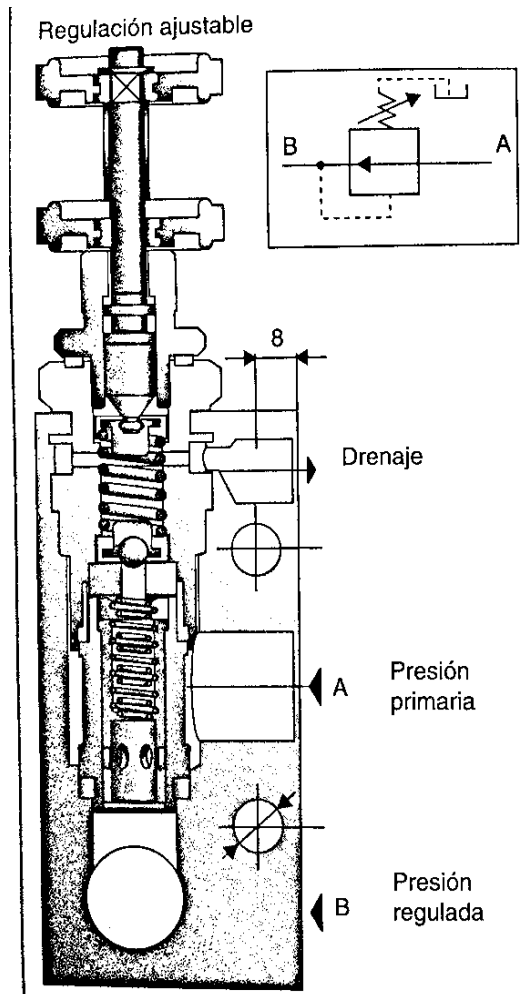


Imagen 10. Válvula reductora de presión.

Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

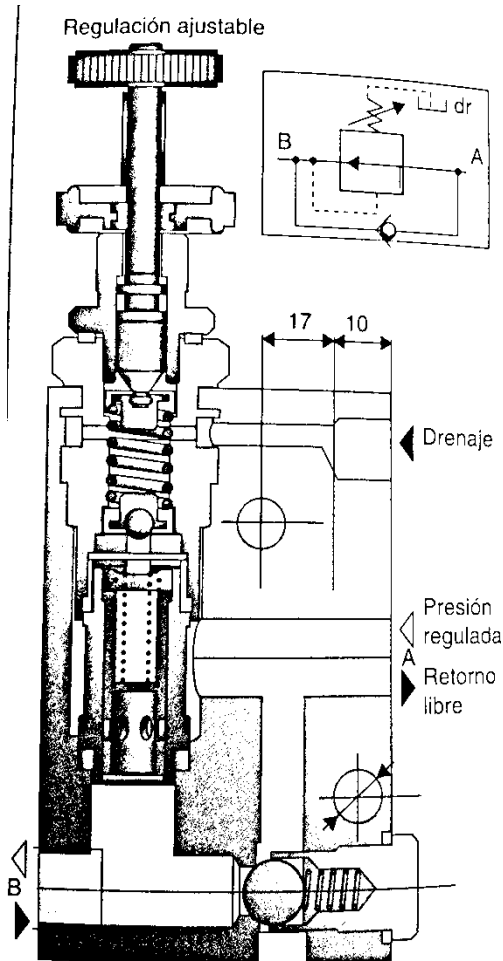


Imagen 11. Válvula reductora con antirretorno. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Válvulas de secuencia.

Ciertos circuitos requieren la apertura o cierre de un paso cuando la presión alcanza determinado valor. Esta función es realizada por la válvula de secuencia.

Otra función de esta válvula es la de garantizar cierta presión en la rama <<aguas arriba>>, aunque el circuito <<aguas abajo>> se encuentre completamente descargado. Así, si tenemos un distribuidor gobernado con centro abierto en reposo: al no existir presión alguna en la rama de entrada no se podía gobernar el distribuidor tomando el aceite del mismo circuito; con intercalar antes del distribuidor una válvula de secuencia y unir el conducto de presión <<agua arriba>> de esta.

Nota:

<< aguas arriba>> es la dirección del aceite hacia la bomba; <<aguas abajo>> va del aparato hacia los motores.

"2014, Año de Octavio Paz"

En la figura 19 el aceite pasa A a B cuando vencemos el taraje de la válvula. En la figura 20 el aceite pasa de B a A libremente levantando el antirretorno.

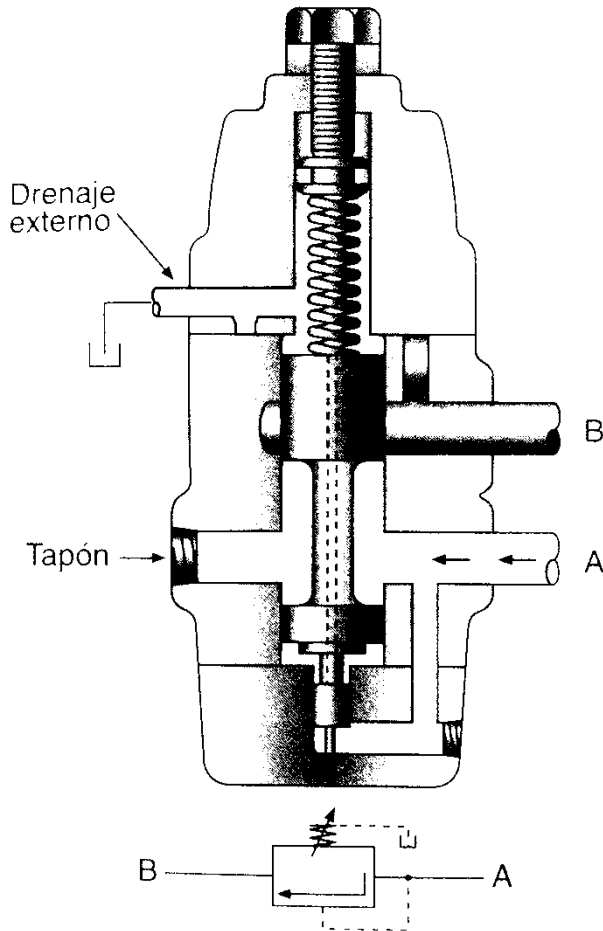


Imagen 11. Válvula de secuencia. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobles

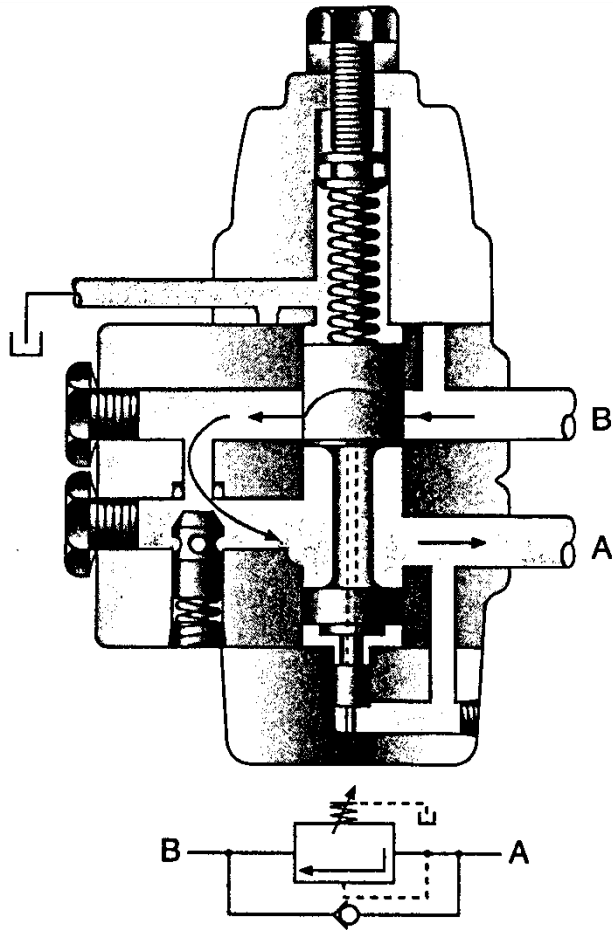


Imagen 12. Válvula de secuencia con antirretorno. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Válvulas de regulación de caudal:

- restrictores, estranguladores o reguladores no compensados.
- reguladores de caudal compensados.
- divisores de caudal o repartidores de caudal.

Restrictores, estranguladores o reguladores de caudal no compensados.

Su característica fundamental es la de que el caudal de paso depende de las diferencias de presión antes y después de estrangulamiento y de la viscosidad del aceite (figura 23).

De a a b el caudal entre regulado de b a a libre, se regula con la manilla p.

Nota:

No confundir el restricto o regulador de caudal compensado con un regulador de caudal compensado. En el primero la regulación depende de la presión, en el último no.

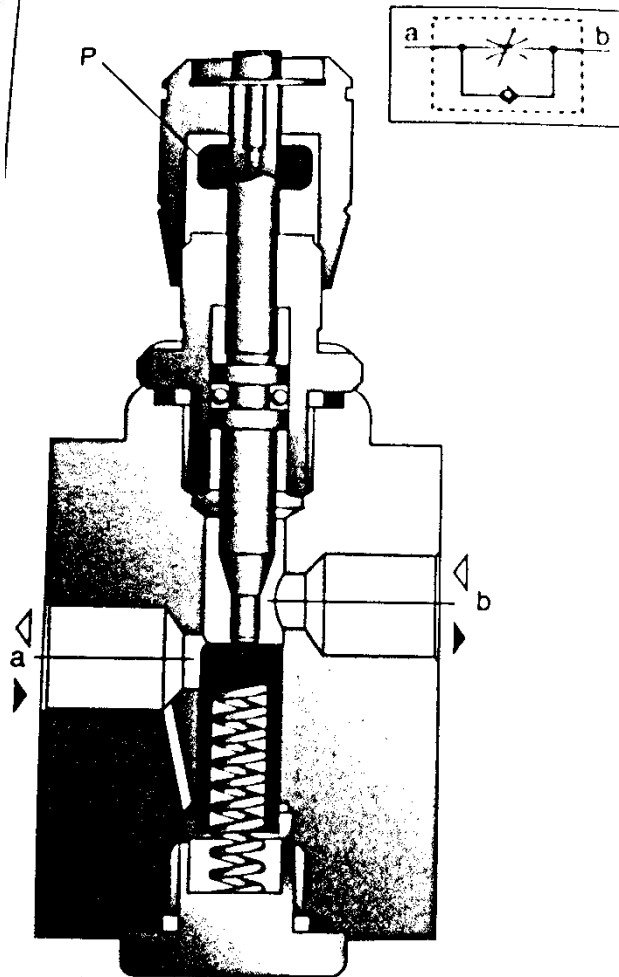


Imagen 13. Regulador unidireccional. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobles

Reguladores de caudal compensados

Los reguladores de caudal compensados existen en el mercado se basan en el mantenimiento constante de la caída de presión y la regulación a través de un restrictor de caudal de paso que mantiene constante el caudal. El esquema de funcionamiento se ve en la figura 24.

El aceite entra por P0 y pasa por el estrangulamiento Z; el aceite ataca al pistón en Pc, tendiendo a desplazarlo a la izquierda; el aceite también pasa por el estrangulador E; a la salida el aceite, además de ir a la utilización, ayuda al muelle y tiende a desplazar el pistón hacia la derecha, equilibrando y manteniendo constante la pérdida de carga en E, con lo cual el caudal de salida permanece constante.

"2014, Año de Octavio Paz"

Si aumenta la presión en la salida del estrangulador porque lo requiere el cilindro o el motor aumenta la fuerza del aceite sobre la superficie donde está el muelle, se abre el paso Z y se regula automáticamente la pérdida de carga en E, con lo que el caudal también se regula.

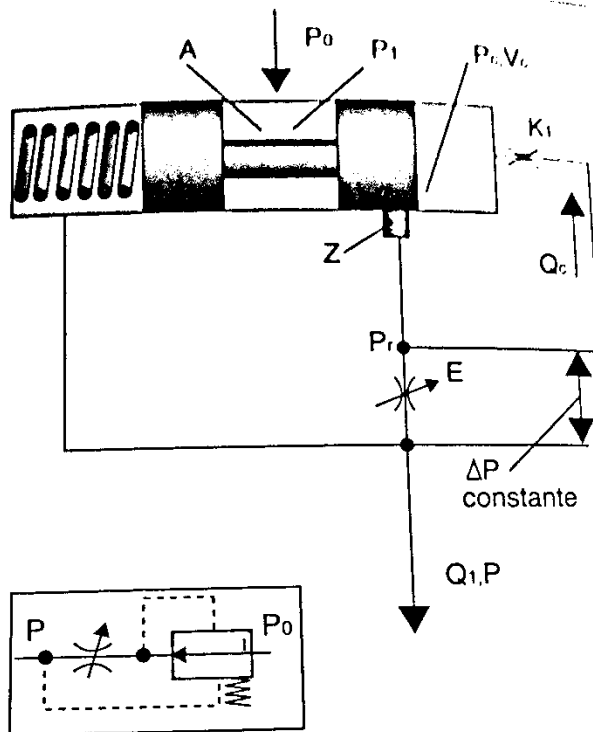


Imagen 14. Regulador de caudal

compensado (en serie). Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Regulador de caudal variable de tres vías o en derivación.

El aceite entra a presión por P_0 saliendo después de atravesar el estrangulador A variable. La corredera 1 está equilibrada, por un lado, por la presión de entrada P_0 actuando sobre toda su sección, a través B que permita la corredera. Del principio que a cada caudal a través de A corresponde una caída de presión $P_0 - P_1$. De modo que la apertura B se modificaría para eliminar el caudal sobrante para las nuevas condiciones.

La ventaja del regulador del caudal de tres vías sobre el de dos vías o en serie es que esta diferencia de presiones mínimas, con un ligero incremento, es también la caída de presión máxima entre la entrada y la salida.

La salida a tanque R no admite contra aperturas superiores a la suma de la presión de salida más la caída de presión a través de A (que es la presión de entrada P_0 en condiciones formales de funcionamiento).

En los reguladores de caudal variable debe pedirse el regulador para el caudal máximo, no para uno intermedio. Ver fig. 25

Divisores de caudal

Permiten dividir el caudal procedente de una bomba en dos partes iguales. Se utilizan normalmente para sincronismos de dos o más cilindros. Véase figura 30.

Su funcionamiento es el siguiente: el caudal de entrada circula a través de dos orificios iguales, hacia las salidas. Si el caudal tiende a aumentar en un orificio, el aumento de la pérdida de carga a través del pistón provoca el desplazamiento del juego de pistones, restringiendo la salida e igualando los dos caudales.

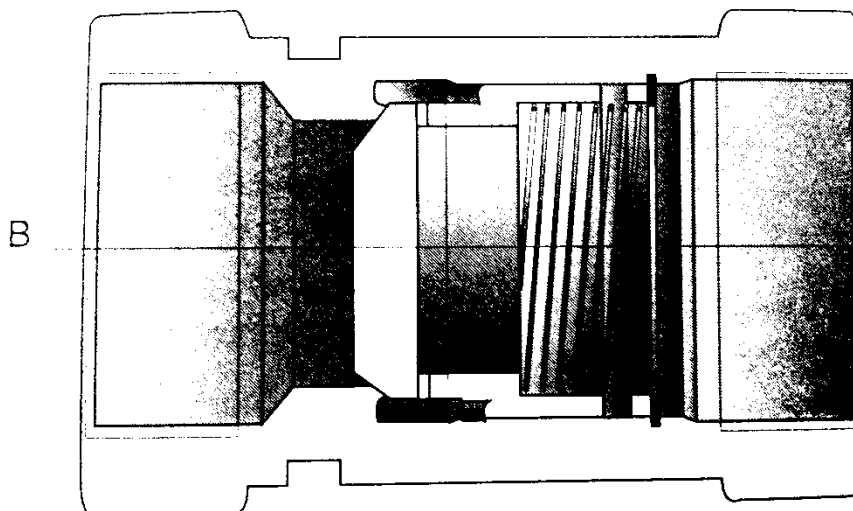
Válvula de cierre o direccionales

También llamadas antirretorno, de retención, check, clapet o de bloqueo. Permite el paso de fluido en una dirección obstruyéndolo en la contraria.

Válvulas antirretorno en línea

Se les llama así porque esta conectadas en serie en la tubería de aceite. Normalmente llevan un muelle ligero que mantiene el pistón cerrado, lo cual permite montar la válvula en cualquier posición.

En la dirección de fluido libre el muelle será movido y la válvula se abrirá a una presión aproximada de 5 psi. Los muelles no son ajustables, aunque si los hay de varios tarajes para distintas



Si nos fijamos en la figura 31 el aceite de A a B no pueden pasar, de B a A pasa libre.

Imagen 15.
Válvula antirretorno.
Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e

Válvulas antirretorno pilotadas

Las válvulas antirretorno de función-piloto se diseñan para que permitan que fluya libremente el fluido en una dirección y que obstruyan el flujo de regreso, hasta que se abran por medio de una señal por presión (piloto). Se usan para detener pistones verticales, las cuales de otro modo se resbalarían hacia abajo por el paso de fuga que tiene el carrete direccional de la válvula. En la figura 32 vemos que el aceite no puede pasar de A a B, de B a A pasa libre. Si pilotamos por el pilotaje (presión de pilotaje el aceite puede pasar de A a B).

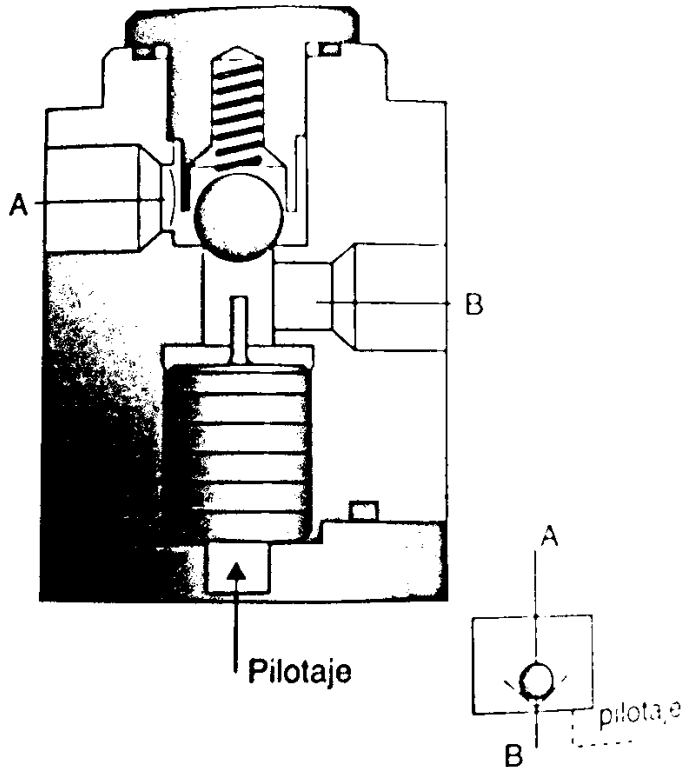


Imagen 16. Antirretorno pilotado. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Distribuidores o controladores direccionales.

Los distribuidores oleohidráulicos son aparatos que dirigen el flujo de aceite seleccionando los conductos por lo que debe circular y los órganos que debe circular y que debe alimentar. Su funcionamiento es del tipo todo o nada. Es decir, son órganos de mando que abren o cierran el paso de aceite a su través, adoptando en su funcionamiento correcto dos estados: apertura total o cierre total. Son necesarios en todos los puntos en los que, por exigencias de funcionamiento, el aceite deba circular por una tubería en dos direcciones. Este es el caso de un cilindro de doble efecto, cuando se desee que el cilindro realice su carrera de salida, debe conectarse su carrera de salida, debe conectarse su cara posterior a presión y la anterior a retorno, al revés ocurrirá en su

"2014, Año de Octavio Paz"

carrera de retorno. Esto puede efectuarse con los distribuidores. Los distribuidores pueden presentar dos o tres estados estables en los que realizan ciertas conexiones entre los conductos a ellos conectados.

El cierre de los distintos orificios que interconectan las conducciones puede realizarse por asiento cónico o por pistón deslizante en sentido perpendicular al derrame del fluido. Los distribuidores de asiento cónico cierran completamente y se utilizan para aplicaciones en las que no pueda tolerarse fugas de aceite, ya sea precisión del posicionado de los cilindros o por el tiempo que estos deben permanecer en posición.

De una manera general podemos clasificar a los distribuidores según:

- a) tipo de elemento interno del distribuidor (giratorio, carrete o asiento).
- b) accionamiento del distribuidor (levas, manuales, mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos y electrohidráulicos).
- c) número de vías y posiciones:
 - vías 2-3-4-5-6.
 - posiciones 2-3-4.
- d) tamaño de rosca de las conexiones de la tubería al distribuidor o placa normalizada o caudal l/min de paso.
- e) conexiones: tubería roscada, rosca a derecha, brida y montaje reforzado.
- f) caída de presión a diferentes caudales.
- g) montajes modulares.

Válvulas distribuidoras (distribuidores).

En estas válvulas un carrete cilíndrico con una serie de ranuras se desplaza axialmente dentro de un cuerpo con taladros convenientemente distribuidos.

En la figura 36 vemos que el aceite entra por P y sale por B, en el retorno A comunica con T (tanque); si desplazamos el carrete P comunica con A y B con T.

Los distribuidores pueden ser: posicionados por enclavamiento, posicionados por muelles centrados por muelle (ver fig. 37 se comprende fácil). Como ya vimos, las válvulas y distribuidores tenían vías y posiciones. En hidráulica las válvulas (distribuidores) tienen tres o cuatro posiciones; es muy importante determinar el tipo de posición central que tiene el distribuidor. En la fig. 38 vemos algunos tipos. En los distribuidores a partir de caudales de 50 l/min tienen que pilotarse con otra válvula, generalmente encima del distribuidor; a este conjunto se llama hidroválvula.

"2014, Año de Octavio Paz"

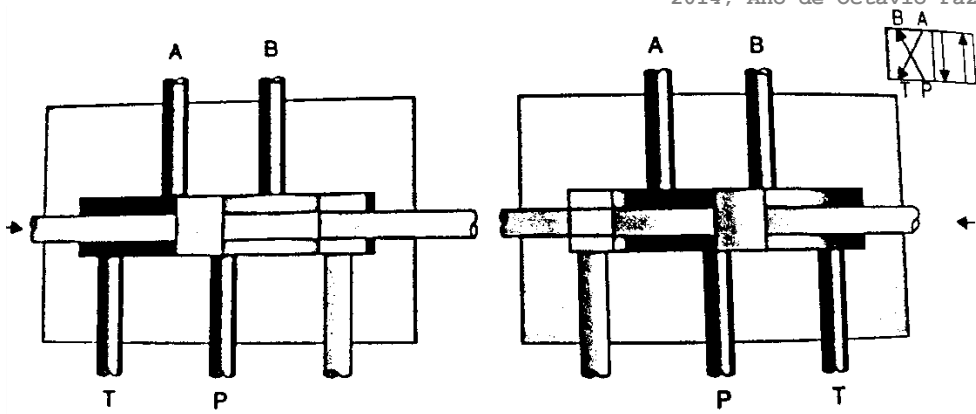


Imagen 17. Distribuidor 4/2. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

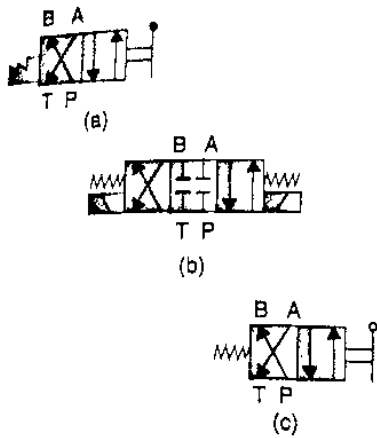


Imagen 18. Posicionamiento de válvulas distribuidoras.

Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

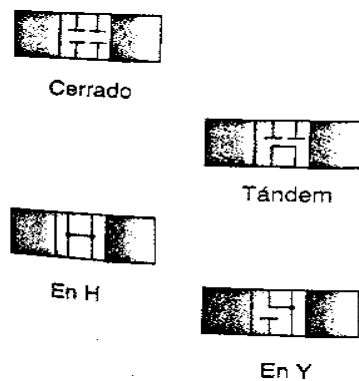


Imagen 19. Tipos de centro (posición central) de las válvulas. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

3. Actuador.

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicas. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

3.1 Actuadores hidráulicos

Los actuadores hidráulicos, que son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, funcionan en base a fluidos a presión. Existen tres grandes grupos:

- cilindro hidráulico
- motor hidráulico
- motor hidráulico de oscilación

3.1.1 Cilindros hidráulicos.

Cuando la energía hidráulica debe convertir en un desplazamiento lineal de una fuerza (trabajo lineal), deben utilizarse como elementos transformadores los cilindros hidráulicos. En la fig. 77 vemos un cilindro hidráulico.

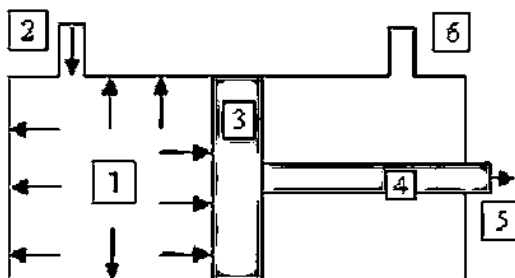


Imagen 20. Cilindro hidráulico. Fuente: Manual de

Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrolles

Imagen 20. El flujo de aceite generado por la bomba entre por un lado del cilindro actuador y este a su vez posee un embolo el cual puede accionar cualquier aditamento, es este caso simplemente se le llamará carga.

En la imagen tenemos los siguientes componentes.

- 1-. Cámara de presión del actuador
- 2-. Entrada de flujo hidráulico (Oleodinámico) proveniente de la Bomba, o de la unidad hidráulica.
- 3-. Pistón dentro del cilindro de un solo vástago, también llamado cilindro diferencial.
- 4-. Vástago del pistón
- 5-. La salida del cilindro, que es la parte donde acoplamos para mover una carga.
- 6-. El retorno al tanque en la unidad hidráulica (oleodinámica)

Descripción y elementos que componen los cilindros hidráulicos.

Los cilindros hidráulicos constan de un cuerpo, un cabezal posterior y otro anterior que presenta un agujero para permitir que en el vástago se deslice a través del cabezal anterior. La parte móvil del cilindro consta del embolo y el vástago que transmite la posición del embolo al exterior. La cámara posterior no presenta problemas, pero en la anterior existe el agujero de salida de vástago, por lo que esta debe equiparse con las correspondientes juntas. En una palabra, los cilindros hidráulicos son los brazos de los sistemas hidráulicos.

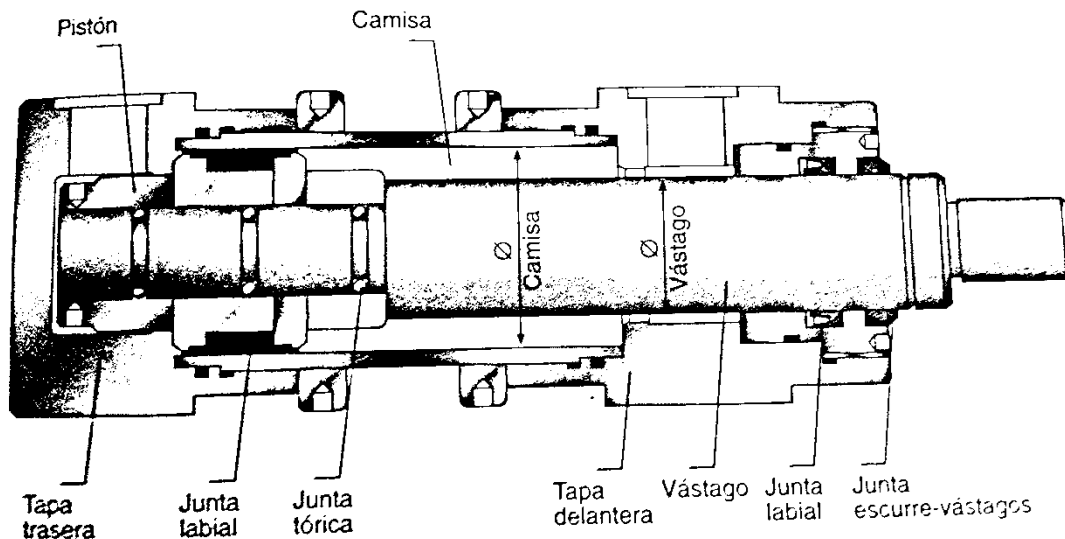


Imagen 21. Partes de un cilindro hidráulico. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carroles

1. camisa o tubo. Es un acero estirado sin soldaduras rectificadas y lapeadas 12 micras.
2. vástagos. pueden ser normales o reforzados, son de acero cromado y rectificado de gran precisión. Normalmente roscados al final.

"2014, Año de Octavio Paz"

3. tapas. son de acero soldadas, atornilladas o roscadas.
4. pistón o embolo. Son de aleación de aluminio, acero o fundición al cromo-níquel.
5. bocas de aceite. Por donde entra y sale el aceite.
6. amortiguación fin de carrera. Para frenar al pistón y que no golpee en las tapas.
7. evacuación de fugas de aire. En los cilindros de simple efecto.
8. empaquetaduras y retenes. Para estanqueidad de los vástagos (guarniciones metálicas de alma de caucho, metal blanco-plomo, caucho sintético retenes con labio sellado cargado con un muelle, retén acopado.
9. juntas metálicas. Para estanqueidad entre el pistón y la camisa. Cuero embutido, segmentos, doble segmento en una sola pieza, juntas metálicas expansivas y juntas labiales.

Características técnicas de los cilindros.

- Diámetro de la camisa en mm
- carrera del vástago en mm
- presión de trabajo en bar-kg/cm² –atmosferas.
- Diámetro de vástago en mm
- tipo de cilindro.
- sistema de fijación.
- rosca de conexión.
- Juego entre pistón y camisa
- diámetro menor de 60 mm: -0.07 mm
- diámetro de 90 a 120 mm: -0.1 mm
- diámetro de: 0.15mm
- diámetro de más de 165 mm, según fabricante.

El área tanto del pistón como del vástago se obtiene por la siguiente relación.

$$A_{\text{Cilindro}} = \pi \times r^2 = \frac{\pi}{4} D^2 \text{ (Ecuación 1)}$$

Entonces si queremos encontrar la fuerza de salida del sistema, aplicamos la ecuación (A)

Fuerza hidráulica en un cilindro:

$$F = P \cdot S \text{ (Ecuación 2)}$$

Velocidad de un cilindro:

Es el movimiento que se da al vástago en avance o retroceso en una unidad de tiempo.

$$V = \frac{10 \cdot Q}{S} \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde,

V=velocidad en metros/minuto.

Q=caudal en litros/minuto.

S=sección cilindro en cm².

Tiempo en efectuar una carrera.

$$T_{\text{seg}} = \frac{S \cdot h}{Q_e} \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde,

S=superficie camisa cm²

h=carrera en cm

Q_e =Caudal efectivo que le llega es cm³/seg.

Consumo de aceite

$$\text{Consumo aceite (dm}^3\text{)} = \frac{\pi \times D^2 \times Xh}{4 \times 1.000} \text{ (Ecuación 5)}$$

Clasificación de acuerdo con su función

Efecto simple y de acción doble. En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer. El segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones. El control de dirección se lleva a cabo mediante un solenoide. En el interior poseen un resorte que cambia su constante elástica con el paso de la corriente. Es decir, si circula corriente por el pistón eléctrico este puede ser extendido fácilmente.

3.1.1.1 Cilindro de doble efecto

La carga puede colocarse en cualquiera de los lados del cilindro. Se genera un impulso horizontal debido a la diferencia de presión entre los extremos del pistón

Se caracterizan porque el aceite actúa sobre las dos caras del pistón: por una actúa y por otra vuelve al depósito. Debe hacer casi hermeticidad completa entre el vástago pistón y la tapa.

Hay dos tipos de estos cilindros: el diferencial (corriente) en la extensión el movimiento es mas lento, pero actúa con más fuerza. El otro tipo es el equilibrado o de doble vástago, muy apropiado para direcciones, rectificadoras, etc.

D₂= diámetro camisa en cm.

4. Tuberías, racores y juntas.

La selección o instalación de tubos y empalmes en un circuito hidráulico revisten una importancia primordial. Una tubería incorrecta puede dar lugar una gran pérdida de potencia o a una polucion nociva del aceite.

Clasificación.

"2014, Año de Octavio Paz"

Con el fin de utilizar los tubos y los empalmes de acuerdo al estándar europeo, la tabla adjunta (tabla xv) indica el tubo milimétrico recomendado. La composición del acero sin soldadura es del 93% ó 97% de hierro, manganeso, cromo, níquel y carbono. Este acero puede ser duro ó acero revenido.

Diámetro nominal	Espesor de pared	Diámetro exterior
1/8"	2 mm.	10,2 mm.
1/4"	2,35 "	13,5 "
3/8"	2,35 "	17,2 "
1/2"	2,65 "	21,3 "
3/4"	2,65 "	26,9 "
1"	3,25 "	33,7 "
1-1/4"	3,25 "	42,4 "
1-1/2"	3,25 "	48,3 "
2"	3,65 "	60,3 "
2-1/2"	3,65 "	76,1 "
3"	4,05 "	88,9 "
3-1/2"	4,05 "	101,6 "
4"	4,50 "	114,3 "
4-1/2"	4,50 "	127,0 "
5"	4,85 "	139,7 "
6"	4,85 "	165,1 "

Imagen 22. Tubo milimétrico

recomendado. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrolles

Elección.

Los tres puntos esenciales que hay que tener en cuenta para escoger los tubos y empalmes son el material, el diámetro interior y el espesor de la pared más conveniente para el circuito. Es posible obtener tubos y empalmes hidráulicos de materiales y metales diversos, tales como el acero, la fundición, el bronce o el cobre. Todos tienen sus ventajas y sus propios inconvenientes. Las normas recomiendan el empleo de tubos de acero blanco laminado en frío, sin soldadura, o bien acero de características equivalentes. Los empalmes están previstos en acero. Se aconseja recubrir la superficie exterior de los tubos y empalmes de acero de una pintura antioxidación con el objeto de aumentar su resistencia a la corrosión. El diámetro interior de una tubería y de sus empalmes es importante porque determina el valor del caudal que puede circular sin desprendimiento excesivo de calor y pérdida anormal de potencia. La velocidad de un caudal dado será tanto menor cuanto mayor sea el orificio interior de canalización.

4.1 Tubería.

Es el término general que abarca las varias clases de líneas conductoras que llevan el fluido hidráulico entre los componentes. Los sistemas hidráulicos de hoy usan principalmente tres tipos de líneas conductoras: tubería de acero, tubing de acero y manguera flexible.

4.2 Racores.

Las tuberías hidráulicas no pueden unirse directamente a los aparatos hidráulicos, se necesitan racores o bridas. En los tubos roscados la coincidencia normalizada es del 6.25%; el corte y el roscado de los tubos debe efectuarse con herramienta y terrajes en buen estado. Las herramientas mal afiladas tienen tendencia a arrancar más bien que a cortar el metal, lo cual provoca frecuentemente una fuga en el racord. El roscado son: rosca métrica o cónica, o normal NPT y la rosca gas cónica o normal BSP. En la figura 109 vemos las dimensiones de los tubos. En la unión de las tuberías con racores hay principalmente dos tipos: uno en el que la tubería está abocardada a 37° y otro, denominado de anillo cortante o de compresión. En la figura 110 vemos la unión abocardada a 37°.

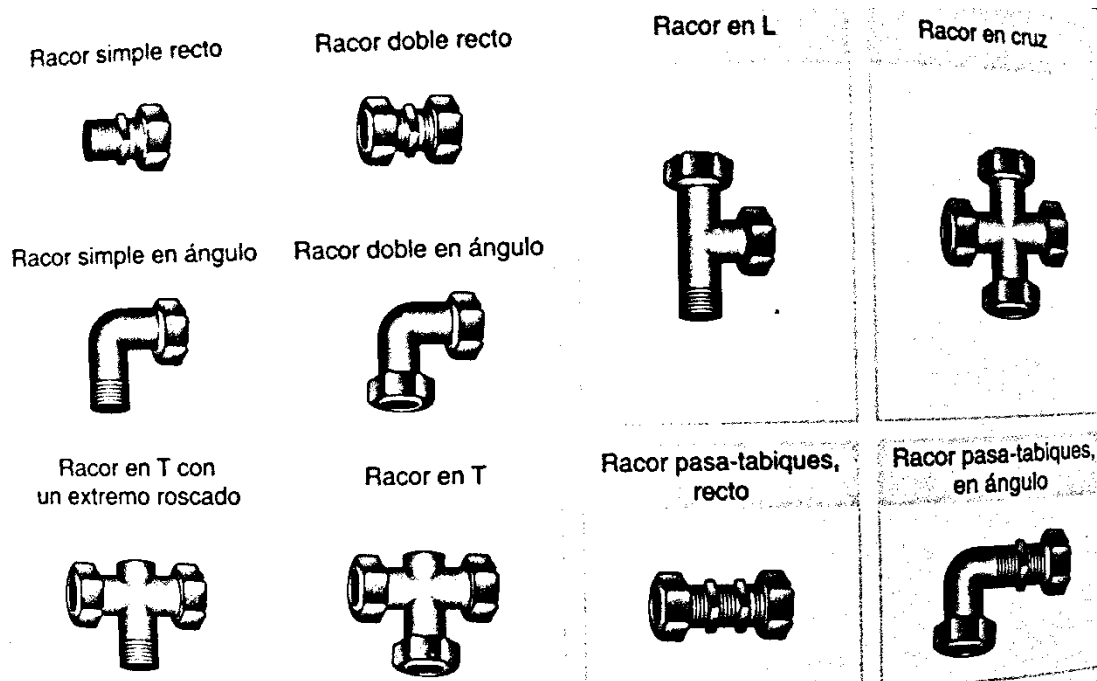


Imagen 23. Racores. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobles

5. Conceptos importantes en oleohidráulica.

5.1 Presión.

Generalmente los ingenieros definimos a la presión como la fuerza que actúa sobre una determinada área.

$$PRESIÓN = \frac{FUERZA}{AREA}$$

$$FUERZA = F = P \times A$$

$$F_{Newton} = P_{kPa} \times A_{cm^2} \text{ (Sistema internacional) (Ecuación 6)}$$

$$F_{Lb} = P_{Psi} \times A_{In^2} \text{ (Sistema ingles) (Ecuación 7)}$$

En un sistema oleodinámico podemos observar, según la figura No. 7 que la presión es la misma en todas las direcciones, obteniéndose la siguiente relación

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

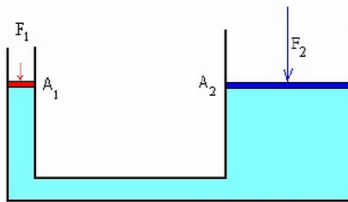


Imagen 24. Presión en diferente área. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Sabiendo que el fluido oleodinámico es incompresible y siguiendo el principio de pascal de las presiones.

5.2 Ley de pascal

La presión que ejerce un líquido en un recipiente cerrado, se transmite en todas direcciones y de forma perpendicular a la superficie independientemente de la forma del recipiente.

5.3 Caudal

Es un fluido en movimiento, que generalmente lo expresamos en función del tiempo:

$$Q(\text{caudal}) = \frac{\text{Litros}}{\text{Minutos}} \text{ (Ecuación 8)}$$

También lo podemos expresar en GPM (galones por minuto)

Importante: La fuerza y el par dependen de la presión. El movimiento o desplazamiento dependen del caudal.

5.4 Trabajo

El trabajo en el sistema oleodinámico sería la fuerza por una distancia, en este caso la distancia que recorre el cilindro Es la medida de lo que hemos obtenido, y para que se produzca debe existir un movimiento. Por lo tanto.

$$TRABAJO (J) = FUERZA (N) \times DISTANCIA(m) \text{ (Sistema internacional) (Ecuación 9)}$$

$$TRABAJO (pie - lb) = FUERZA (lb) \times DISTANCIA (pie) \text{ (Sistema Ingles) (Ecuación 10)}$$

5.5 Potencia

La potencia por su parte es el trabajo aplicado por unidad de tiempo.

$$W(\text{potencia}) = \frac{\text{trabajo}}{\text{tiempo}} \text{ (Ecuación 11)}$$

$$W(\text{potencia}) = \frac{F(\text{Newton}) \times D(\text{metros})}{T(\text{segundos})} \text{ (Sistema internacional) (Ecuación 11)}$$

$$W(\text{potencia}) = \frac{F(\text{libras}) \times D(\text{pies})}{T(\text{segundos}) \times 550} \text{ (Sistema inglés) (Ecuación 12)}$$

$$1 \text{ hp} = 550 \frac{\text{pies-libras}}{\text{segundos}} \text{ (Sistema ingles) (Ecuación 13)}$$

Potencia hidráulica.

En el caso de la potencia hidráulica tomamos en consideración el flujo o caudal de la bomba y el proceso de conversión de la energía. Incluye la transformación de energía eléctrica en energía mecánica rotacional en el motor; transformación de energía rotacional de la bomba a energía hidráulica; o potencia hidráulica y por último el actuador convierte la potencia hidráulica en potencia mecánica al realizar un trabajo sobre la carga.

Podemos apreciar de mejor forma esta secuencia de transformación de la energía en la siguiente secuencia gráfica.



Imagen 24. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

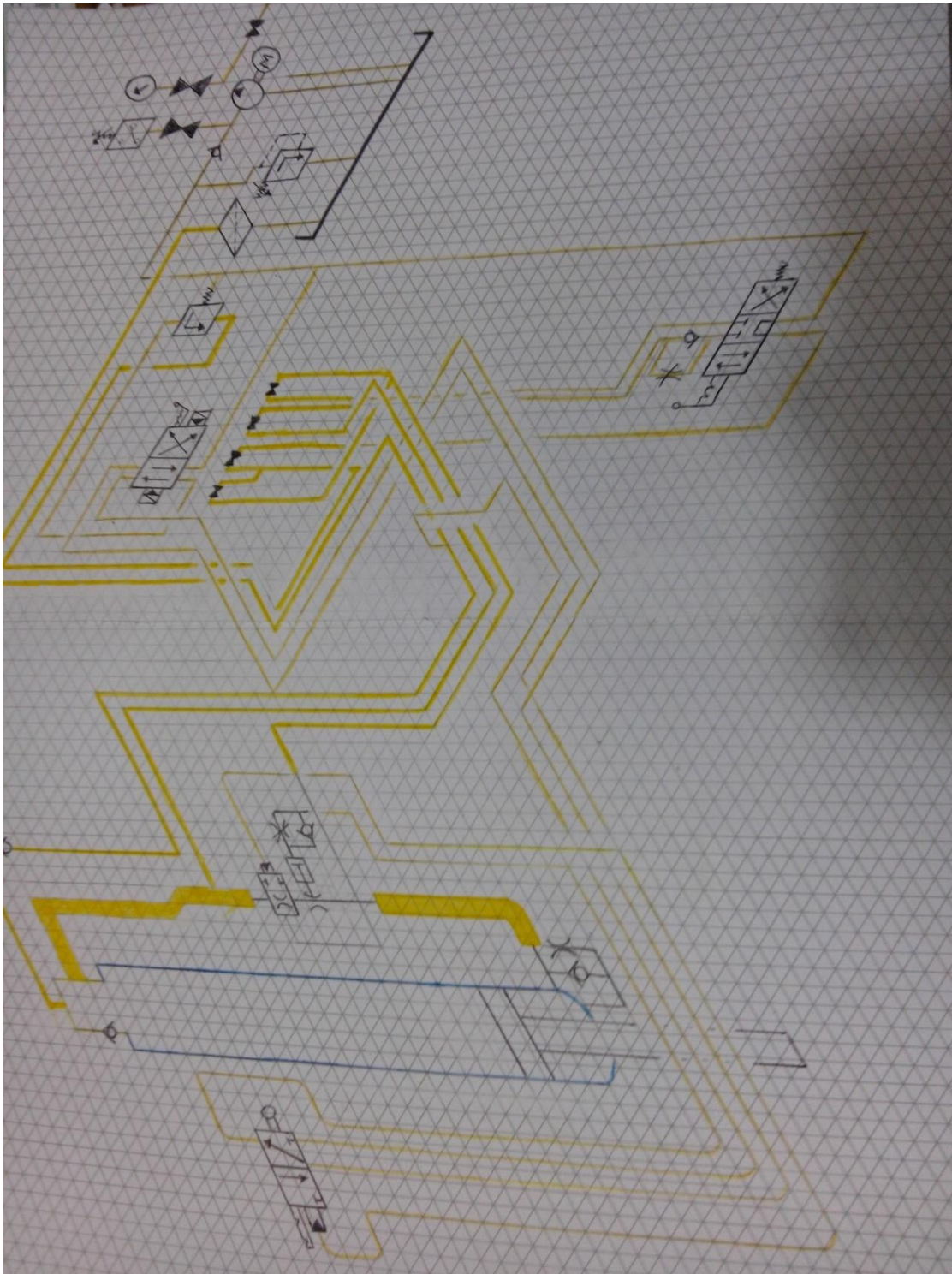
La siguiente formula nos indica la relación que podemos encontrar entre la potencia hidráulica, el flujo y la presión generada.

$$P_{(\text{watts})} = \frac{\text{Flujo} \left(\frac{\text{l}}{\text{min}} \right) \times P(\text{kPa})}{60} \text{ (Sistema internacional) (Ecuación 14)}$$

$$P_{(\text{hp})} = \frac{\text{Flujo} \left(\frac{\text{US gal}}{\text{min}} \right) \times P(\text{psi})}{1714} \text{ (Sistema inglés) (Ecuación 15)}$$

De estas relaciones también podemos deducir que si incrementamos la presión o el flujo de la bomba del sistema, también estamos incrementando la potencia disponible.

Esquema del sistema oleodinámico (Borrador):



Plano 1.

Imagen 25.

Funcionamiento del sistema oleodinámico

Maniobra de apertura

1. Preliminares

- Las válvulas 16/1, 16/2, 16/3, 16/5 y 17 (del sistema óleo dinámico), deben estar cerradas y la válvula 16/4 abierta.
- El conmutador general S en posición "automático".

2. En la posición de fin de carrera de cierre (compuerta cerrada), la leva del asta de señales acciona los contactos Fcac, FCcc, CSc. Estos desarrollan las siguientes funciones:

- Cierra FCcc.

Que predispone la excitación de la bobina de apertura EA del electrodistribuidor.

- Abre FCac.

Que desexcita la bobina del relé principal de cierre RC.

- Cierra CSc.

Que provoca el encendido de las lámparas de señales "compuerta cerrada" LCp y LCd, en el tablero de obra de toma en el tablero de la Sala de Control, la señalización se tiene en la P.C.

Mando de apertura.

El mando de apertura puede ser efectuado a distancia oprimiendo el botón PAd, o también en el lugar oprimiendo el botón PAd el cual se activa solo si se ha dado el consentimiento mediante el conmutador CB existente en la Sala de Tableros.

El mando de apertura se efectúa a distancia, está en la PC, pantalla turbogenerador.

Cerrando los botones arriba mencionados se provoca la excitación del relé RA que cierra los siguientes contactos.

RA1	Que mantiene excitado RA.
RA2	Que excita la bobina del relé de rebase RTSO.
RA3	Que predispone la excitación de la bobina del interruptor BM de arranque de la electrobomba.

Tabla 18. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

El relé by-pass RTSO, excitado, consigue el cierre de los siguientes contactos:

RTSO1	Que excita la bobina del interruptor de arranque BM poniendo en marcha la electrobomba (2).
RTSO2	Que, llegando su tiempo (unos quince segundos), introduciendo

	<p>para el arranque en "by-pass" de la bomba excitada EA del electro-distribuidor (9) accionando el telemando, hidráulico de apertura.</p> <p>A su vez, el presostato 63PQ insertado en la tubería de alimentación de la bomba, por medio de sus contactos elimina los dispositivos de alarma.</p>
--	--

Tabla 19. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

Puesta en marcha la electrobomba (2), el aceite a presión atraviesa la válvula de secuencia (7) que mantiene en el tubo una presión siempre mayor de un valor prefijado (15 kg / cm^2) suficiente para asegurar en cualquier caso el comando hidráulico de los distribuidores.

Habiendo excitado la bobina de apertura EA del electrodistribuidor (9), el aceite a presión llega a la caja freno (10/1), provoca su deslizamiento hacia la izquierda e intercepta la comunicación entre la cámara superior descarga el aceite directamente en el tanque (18) por la válvula de retén (12) y el filtro (3).

Después de una corta carrera desde el inicio del levantamiento, la leva del asta de señales libra los contactos FCac, FCcc, CSc, accionándolos en sentido opuesto al que se ha descrito anteriormente, es decir:

- Cierre FCac.

Que predispone a la excitación de la bobina del relé de cierre RC.

- Abre FCcc.

Que desexcita la bobina de apertura EA del electrodistribuidor (9). Sin embargo, no obstante esto, la caja de distribución permanece en posición de apertura porque está retenida por seguros apropiados.

- Abre CSc.

Que apaga las lámparas de señales "compuerta cerrada" LCp, LCd, en el lugar y a distancia.

Después de una carrera de apertura registrable, la leva de asta de señales acciona los contactos CSso y FCaSo, ocasionando:

- Cierra CSso.

Que determina el encendido de las lámparas de señales LSOp, LSOD en el lugar y a distancia de compuerta en posición de by-pass.

- Abre FCaSo.

Que desexcita el relé de by-pass RTSO que acciona los siguientes contactos:

- Abre RTSO2.

Que en este caso no provoca ningún efecto ya que la bobina EA ha sido desexcitada por el contacto FCcc.

- Abre RTSO1.

Que siendo un contacto temporizado, después de un cierto tiempo pone en reposo la bobina del interruptor BM parando la bomba.

Este retraso permitirá a la leva rebasar de unos centímetros la posición de activación del interruptor FCaSo, evitando así la posibilidad de frecuentes puestas en marcha de la electrobomba.

El paro de la compuerta en posición de by-pass, tiene el objeto de permitir el llenado gradual de la tubería.

Terminando el llenado de la tubería, el presostato PS se cierra y permite la continuación de la apertura, determinando el encendido de las lámparas de señales "apertura" LSp, LSd, en el lugar y a distancia. La apertura puede ser efectuada oprimiendo el botón a distancia PRAd o en el lugar PRAp.

Con estos botones se excita el relé RTS0 y se logra la puesta en marcha de la bomba al cerrar RTS01. Es necesario mantener oprimido el botón de mando hasta que se apaguen las lámparas LSo, lo que indica que la leva ha librado el contacto de paro FCaSo.

Alcanzada la posición de fin de carrera de apertura FCaa y de señalización de apertura CSA particularmente:

- Abre FCaa.

Que desexcita el relé RA el cual manda la apertura de los siguientes contactos:

RA1	Que interrumpe la autoexcitación.
RA2	Que desexcita el relé RTS0.
RA3	Que desexcita la bobina BM del interruptor, parando así la electrobomba.

Tabla 20. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010

- Energiza CSa.

Que enciende las lámparas de señales de "Compuerta abierta" LAp, LAd, en el lugar y a distancia y apaga las lámparas LSp, LSd.

Tener en cuenta que el contacto de fin de carrera FCaa está situado unos 10 cm. más arriba del contacto de señales CSa, este último permanece por lo tanto activado para toda la sobre carrera de 10 cm.

Apertura de emergencia.

En caso de que el grupo electro-bomba, que manda la compuerta número 1, tuviera averías, es posible efectuar la apertura de la misma compuerta utilizando el grupo electro-bomba contiguo, con el mando de la compuerta número 2.

Se opera como sigue:

- Cerrar la válvula 16/4 de la compuerta 2 (sólo si la compuerta está cerrada).

- Abrir la válvula 16/5.
- Desplazar el conmutador SQ de la bomba "1" en posición de emergencia.

Recuperación automática de la bajada.

En posición de fin de carrera apertura, el pistón queda sostenido por el aceite que se encuentra encerrado en la cámara inferior del cilindro, estando cerrados los distribuidores y las válvulas insertadas en el colector de compresión.

Progresivamente las pequeñas pérdidas a través de los empaques del pistón y de los otros órganos hidráulicos bajo presión provocan la bajada del pistón, la cual se recupera automáticamente en la siguiente forma:

La leva del asta de señales abandona el contacto de fin de carrera FCaa que se cierra predisponiendo el circuito de alimentación del relé de apertura. Después de aproximadamente 10 cm. De bajada la leva cierra el contacto de recuperación CAR que determina la excitación de RA y vuelve a ponerse en marcha la electro-bomba y la subida de la compuerta hasta la posición extrema.

Si la compuerta continuara descendiendo por falta de funcionamiento del dispositivo de recuperación, después de otra carrera de 1 cm. abriría el contacto de señales CSa y después de otra carrera de 4 cm. la leva cerraría el contacto bipolar CALL que acciona dos dispositivos de alarma independientes, uno en corriente alterna y otro en continua a través de dos relés RALLca y RALLcc y otro relé RAM, en dos contactos temporizados, que después de un poco de tiempo se cierran provocando la bajada de la compuerta.

El paro de la turbina se realiza solamente cuando empieza a cerrar también la segunda compuerta puesto que las conexiones "temporizadas" de los relés RAM1 y RAM2 están conectadas en serie.

Paro de la maniobra de apertura

La maniobra de apertura puede ser interrumpida en cualquier posición oprimiendo los botones de aro a distancia ALTd o en el lugar ALTp que provocan la desexcitación del relé RA.

Para reanudar la maniobra de apertura se puede mandar a distancia o en el lugar oprimiendo PAd ó también PAp.

Maniobra de cierre

"2014, Año de Octavio Paz"

El mando de cierre puede ser efectuado por corte de corriente continua, oprimiendo el botón PCd a distancia o el botón PCp en el lugar, o también a través de un dispositivo de seguridad de la turbina esquematizado por el contacto CCA.

El cierre de los contactos arriba mencionados provoca la excitación del relé de cierre RC que opera en la siguiente forma:

- Cierre RC1.

Que autoexcita el relé mismo

- Cierre RC2.

Que excita la bobina de cierre EC del electrodistribuidor (9)

- Abre RC3.

Que corta el circuito de apertura de la bobina EA del electrodistribuidor (9), impidiendo de tal modo que se realice la apertura de la compuerta. Se hace notar que el mando de cierre no puede ser parado una vez ocurrido.

- Abre RC4 y RC5.

Que desexcita el circuito de alarmas.

- Abre RC6.

Que corta el circuito del relé de apertura RA.

La excitación de la bobina de cierre EC vence la resistencia de los seguros de retén y desplaza la caja de distribución del electrodistribuidor (9) hacia la derecha, provocando a la vez el desplazamiento hacia la derecha, provocando a la vez el desplazamiento hacia la derecha de la válvula freno (10/1).

Luego la válvula freno (10/1) pone en comunicación la cámara inferior del cilindro servomotor (11) con la superior y en esta forma, se inicia el cierre de la compuerta por efecto de su propio peso.

La velocidad de bajada de la compuerta, durante la primera fase de la carrera, está limitada por la apertura de paso de la válvula freno (10/1), regulable entre amplios límites. Esto permite efectuar ocho décimas de la carrera total en un tiempo de 12". A este punto de la carrera la leva del asta de señales desplaza la caja del distribuidor (13) hacia la izquierda y el aceite a presión va a telecomandar la sección (10/2) de la válvula freno reduciendo ulteriormente la sección de paso del aceite. Esta reducción hace bajar la velocidad a un valor que permite al pistón realizar los faltantes dos décimas de la carrera en 8" aproximadamente.

También esta segunda velocidad puede ser regulada desde el exterior, ya sea en intensidad como en instante de intervención.

Un segundo dispositivo frenante interviene durante los últimos centímetros de carrera para impedir los choques violentos en la fase de paro. En efecto, el pistón al final de la carrera cierra el agujero principal de salida del aceite, obligando el mismo a salir por el circuito de la válvula de ahorcamiento (11/1) registrable que acaba con la velocidad residual del pistón.

Alcanzada la posición de fin de carrera de cierre, la leva del asta de señalización restablece las condiciones indicadas inicialmente.

Simbología.

Norma.

Norma UNE-101 149 86 (ISO 1219 1 y ISO 1219 2).

A nivel internacional la norma ISO 1219 1 y ISO 1219 2, que se ha adoptado en España como la norma UNE-101 149 86, se encarga de representar los símbolos que se deben utilizar en los esquemas neumáticos e hidráulicos.

Estas son:

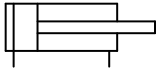
Norma	Descripción
UNE 101-101-85	Gama de presiones.
UNE 101-149-86	Símbolos gráficos.
UNE 101-360-86	Diámetros de los cilindros y de los vástagos de pistón.
UNE 101-362-86	Cilindros gama básica de presiones normales.
UNE 101-363-86	Serie básica de carreras de pistón.
UNE 101-365-86	Cilindros. Medidas y tipos de roscas de los vástagos de pistón.

Tabla 25. Fuente: <http://www.portaleso.com/>

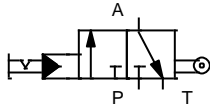
ANEXO 1. CARPETA

Simbología empleada en el sistema oleodinámico:

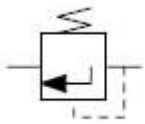
1. Cilindro de doble efecto



2. Válvula de 3/2 vías con enclavamiento mecánico pilotado y rodillo control mecánico.



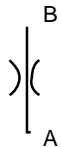
Válvula reguladora de presión ajustable



Válvula antirretorno



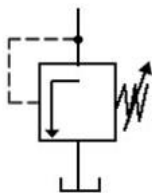
Tobera



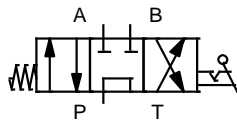
Válvula antirretorno estranguladora



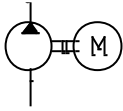
Válvula limitadora de presión



Válvula direccional cuádruple de 3 vías de palanca manual con posición de silla con retorno de muelle



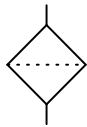
Electrobomba de eje vertical con motor eléctrico.



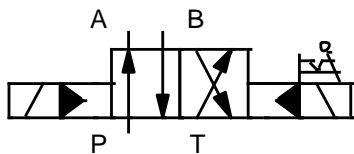
Manómetro.



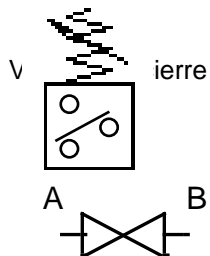
Filtro



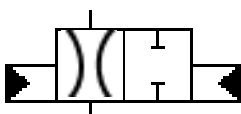
Válvula de 4/n vías de palanca manual con posición de silla y una electroválvula con una bobina, pilotadas



Presostato.



Válvula de 2/n vías pilotado.



Resultados, planos, gráficas, prototipos, maquetas, programas, entre otros.

Cálculo de la capacidad de la Bomba.

Usaremos las ecuaciones del libro Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas - Claudio Mataix segunda edición

Como datos únicamente tenemos:

1. El diámetro de la tubería exterior $\phi_{ext} = 1\frac{3}{8} in$

2. La presión de la bomba $P = 20 \frac{Kg}{cm^2}$

Conversión

$$\therefore P = 20 \frac{kg}{cm^2} \left(\frac{9.806 N}{1 kgf} \right) \left(\frac{100 cm}{1 m} \right)^2$$

$$\therefore P = 1,961.330 kPa$$

El diámetro de la tubería interior $\phi_{int} = 1 \frac{1}{4} in$

Conversión

$$1 in = 0.0254 m$$

$$\therefore \phi_{int} = 1 \frac{1}{4} in \left(\frac{0.0254 m}{1 in} \right)$$

$$\phi_{int} = 0.03175 m$$

El área del diámetro del tubo.

$$A_p = \frac{\pi}{4} \times \phi_{int}^2 \text{ (Ecuación 1)}$$

$$A_p = \frac{\pi}{4} \times (0.03175 m)^2$$

$$A_p = 0.00079173 m^2$$

Para calcular la fuerza.

$$F = P \times A$$

$$F = 1,961.330 kPa \times 0.79173 m^2$$

$$F = 1,552.8438 kN$$

El aceite del sistema oleodinámico es mobil dte 25 y su Densidad @ 15.6°C/15.6°C, ASTM D 1298 es de 0.876

$$p_{relativa} = 0.876$$

$$p_{relativa} = \frac{p}{p_o}$$

$$\therefore p = p_{relativa} \times p_o$$

$$p = 0.876 \times 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\therefore p = 876 \frac{kg}{m^3}$$

Para calcular el caudal de la bomba se requiere la carga denominada H.

$$H = \frac{P}{p \times g}$$

$$H = \frac{1,961,330 Pa}{876 \frac{kg}{m^3} \times 9.806 \frac{m}{s^2}}$$

$$H = 228.32563 m$$

Con la ecuación de la potencia encontramos el caudal.

$$P_{OT} = Q \times p \times g \times H$$

Pero estamos buscando el caudal de la bomba.

$$\therefore Q = \frac{P_{OT}}{p \times g \times H}$$

Tenemos los datos del motor (página 21) :

La $P_{ot} = 22 \text{ kW}$ que son transmitidos a la bomba.

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ W} = 1 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3} \right)$$

$$Q = \frac{22\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}}{876 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.806 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 228.32563 \text{ m}}$$

$$Q = 0.011216878 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$Q = 0.011216878 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \left(\frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

Lo cual tenemos un caudal de la bomba de $Q = 11.21687 \frac{\text{L}}{\text{s}}$

"2014, Año de Octavio Paz"

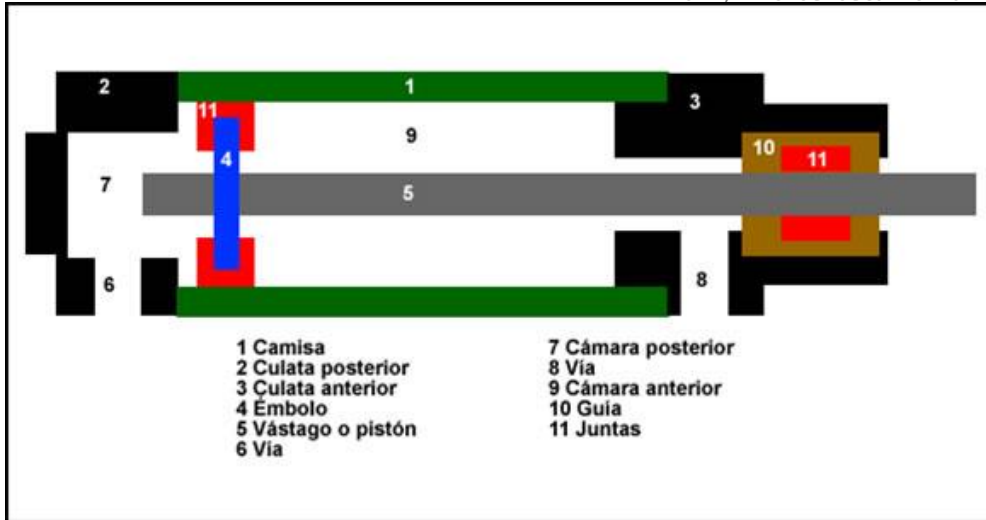


Imagen 26.

Partes de un cilindro de doble efecto. Fuente: Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobbles

Calculo para la capacidad del cilindro de doble efecto.

Para los datos del cilindro de doble efecto tenemos como únicos datos:

La presión del cilindro por fabrica es de:

$$1. P = 140 \frac{kg}{cm^2}$$

$$P = 140 \frac{kg}{cm^2} \left(\frac{9.806 N}{1 kgf} \right) \left(\frac{100 cm}{1 m} \right)^2$$

$$P = 13,728.400 kPa$$

La carrera del pistón.

$$2. s = 10.880 m$$

Diámetro del pistón.

$$3. \phi_{ext} = 30 cm$$

$$4. \phi_{int} = 25 cm = 0.25 m$$

En la tabla 22 trae una relación para el diámetro interior de 250 mm con un trabajo pesado.

Diámetro del vástago.

$$5. \phi_{vast} = 18 cm$$

Área del pistón.

De la tabla 22.

$$6. A_{pist} = 0.049063 m^2$$

Área anular sabiendo que en la tabla 23 esa columna es de área anular como para el área del vástago.

$$7. A_{anul} = 254.34 cm^2$$

$$8. A_{vast} = 236.29 \text{ cm}^2$$

Las fuerzas serán diferentes ya que es otro tipo de uso este pistón.

Tenemos los tiempos de retroceso del pistón

$$9. t_{retroceso} = 15 \text{ min}$$

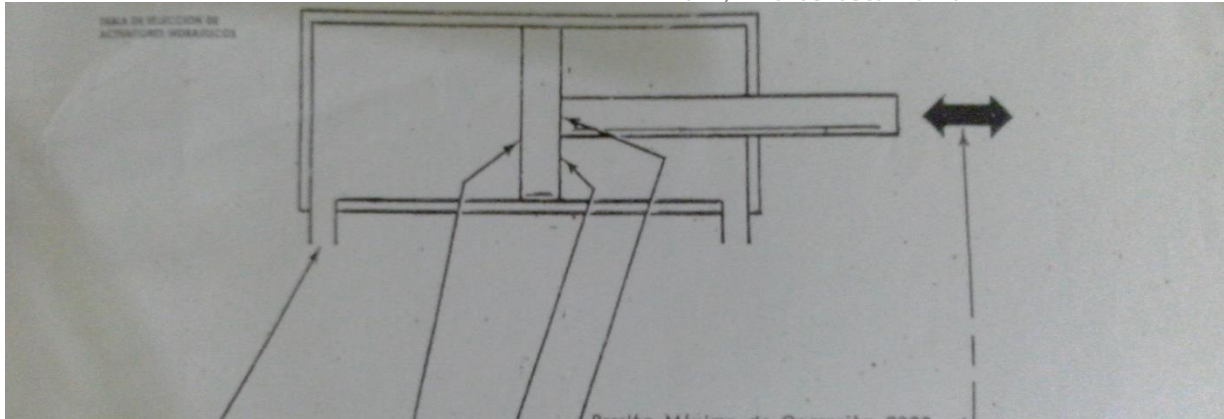
El tiempo de avance del pistón.

$$10. t_{avance} = 20 \text{ seg}$$

Piston	Vástago	AREAS			Empuje Min	Empuje Max	Fuerza Diferencial	Fuerza Tracción	Caudal Salida	Caudal Diferencial	Caudal Entrada
Bore	Rod				Push Min	Push Max	Force Regen.	Force Pull	Flow Out	Flow Regen.	Flow In
Δ PISTÓN	Δ VTGO	S_1	S_2	S_3	F_1 (MIN)	F_1 (MAX)	F_2	F_3	Q_1	Q_2	Q_3
mm	mm	cm ²	cm ²	cm ²	kN	kN	kN	kN	l/min	l/min	l/min
25	14	4,91	1,54	3,37	0,74	7,85	2,46	5,39	2,9	0,92	2,0
	18		2,54	2,36			4,07	3,78		1,53	1,4
32	18	8,04	2,54	5,50	1,21	12,86144	4,07	8,79	4,8	1,53	3,3
	22		3,80	4,24			6,08	6,78		2,28	2,5
40	22	12,56	3,80	8,76	1,88	20,096	6,08	14,02	7,5	2,28	5,3
	28		6,15	6,41			9,85	10,25		3,69	3,8
50	28	19,63	6,15	13,47	2,94	31,4	9,85	21,55	11,8	3,69	8,1
	36		10,17	9,45			16,28	15,12		6,10	5,7
63	36	31,16	10,17	20,98	4,67	49,85064	16,28	33,57	18,7	6,10	12,6
	45		15,90	15,26			25,43	24,42		9,54	9,2
80	45	50,24	15,90	34,34	7,54	80,384	25,43	54,95	30,1	9,54	20,6
	56		24,62	25,62			39,39	41,00		14,77	15,4
100	56	78,50	24,62	53,88	11,78	125,6	39,39	86,21	47,1	14,77	32,3
	70		38,47	40,04			61,54	64,06		23,08	24,0
125	70	122,66	38,47	84,19	18,40	196,25	61,54	134,71	73,6	23,08	50,5
	90		63,59	59,07			101,74	94,51		38,15	35,4
160	90	200,96	63,59	137,38	30,14	321,536	101,74	219,80	120,6	38,15	82,4
	110		94,99	105,98			151,98	169,56		56,99	63,6
200	110	314,00	94,99	219,02	47,10	502,4	151,98	350,42	188,4	56,99	131,4
	140		153,86	160,14			246,18	256,22		92,32	96,1
250	140	490,63	153,86	336,77	73,59	785	246,18	538,82	294,4	92,32	202,1
	180		254,34	236,29			406,94	378,06		152,60	141,8
320	180	803,84	254,34	549,50	120,58	1286,144	406,94	879,20	482,3	152,60	329,7
	220		379,94	423,90			607,90	678,24		227,96	254,3

Tabla 26. Relación de diámetros de pistón. Fuente: página web (<http://www.cilcoil.com>)

"2014, Año de Octavio Paz"



Presión Máxima de Operación 2000 psi

DIÁMETRO INTERIOR DE CILINDRO	TAMBIERO DEL DRIFTADO		VARIADO S.D.	ÁREA DEL PISTÓN (PULGADAS CUADRADAS)			RELACION AREA DEL PISTÓN AL AREA ANULAR	FUERZA APROXIMADA DE SALIDA LIBRAS									
	ROSCA N.P.T.	ROSCA DIRECCION		AREA DEL PISTÓN	ANULAR	VARIADO		500 PSI		1000 PSI		1500 PSI		2000 PSI			
								EMPUJE	JALAR	EMPUJE	JALAR	EMPUJE	JALAR	EMPUJE	JALAR		
1 1/2"	1/2"	TUBO DE 3/8" O.D. ROSCA DE 1/8-1/8	1 1/8" ESTANDAR	1.767	1.460	.307	1.31/1.00	884	730	1767	1460	2631	2190	3534	2920		
			1" PESADO	.982	.785	1.80/1.00	491	411	982	812	1472	1194					
2"	1/2"	TUBO DE 3/8" O.D. ROSCA DE 1/8-1/8	1 1/8" ESTANDAR	3.142	2.357	.785	1.33/1.00	1571	1178	3142	2357	4713	3535	6284	4714		
			1 1/4" PESADO	1.657	1.485	1.95/1.00	828	728	1657	1485	2485	2214					
2 1/2"	1/2"	TUBO DE 3/8" O.D. ROSCA DE 1/8-1/8	1 1/8" ESTANDAR	4.909	4.124	.785	1.19/1.00	2455	1712	4909	3424	7364	6186	9818	8248		
			1 1/2" INTERMEDIO		2.424	1.485	1.42/1.00						2504		2504	3758	3008
			1 3/4" PESADO		2.504	2.405	1.96/1.00						1252		2504	3758	3008
		TUBO DE 3/4" O.D.	1 3/4" ESTANDAR	6.811	1.485	1.22/1.00	3405		6811		10216		13622	13622			

1. Tabla 27. Relación de diámetros de pistón. Fuente: Fluid Power with Applications - Anthony Esposito 4th edition

Calculamos el caudal de retroceso con la sustitución de la ecuación de la velocidad en el caudal.

$$V = \frac{s}{t}$$

$$Q_{ret} = A_p \times V$$

$$Q_{ret} = \frac{A_p \times s}{t_{ret}}$$

$$Q_{ret} = \frac{(10.88 \text{ m})(0.049063 \text{ m}^2)}{900 \text{ seg}}$$

$$Q_{ret} = 0.593117 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} (1000 \text{ L})$$

El cual tenemos un caudal de retroceso $Q_{ret} = 0.593117 \frac{\text{L}}{\text{s}}$

Por lo tanto podremos obtener la velocidad de retroceso.

$$V_{ret} = \frac{Q_{ret}}{A_p}$$

$$V_{ret} = \frac{0.593117 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.049063 \text{ m}^2}$$

$$V_{ret} = 0.012088 \frac{m}{s}$$

Para la fuerza de retroceso.

$$F_{ret} = (13,728.400 \times 10^3 Pa)(0.049063 m^2)$$

$$F_{ret} = 673.556 kN$$

Encontraremos la potencia de retroceso con la ecuación siguiente.

$$POT_{ret} = Q_A \times P_T$$

$$POT_{ret} = (0.593117 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s})(13,728.400 \times 10^3 Pa)$$

Tenemos una potencia del pistón en retroceso de $POT_{ret} = 8.142547 kW$

El cual se multiplica por dos que son dos pistones que suben dos compuertas.

$$POT_{ret} = (8.142547 kW) \cdot (2)$$

La potencia que requieren los dos cilindros para retroceder las dos compuertas.

$$\therefore POT_{ret} = 16.285 kW$$

El caudal de avance del pistón con la ecuación siguiente.

$$Q_a = \frac{A_p \times s}{t_{av}}$$

$$Q_a = \frac{(10.880 m)(0.025434 m^2)}{20 seg}$$

$$Q_a = 0.013836 \frac{m^3}{s} (1000 L)$$

El cual da un caudal de avance. $Q_a = 13.836 \frac{L}{s}$

Para la fuerza de avance del pistón.

$$F_a = (13,728.400 \times 10^3 kPa)(0.025434 m^2)$$

$$F_a = 349.168 kN$$

Para la velocidad de avance del pistón.

$$V_a = \frac{Q_a}{A_p}$$

$$V_a = \frac{0.013836 \frac{m^3}{s}}{0.025434 m^2}$$

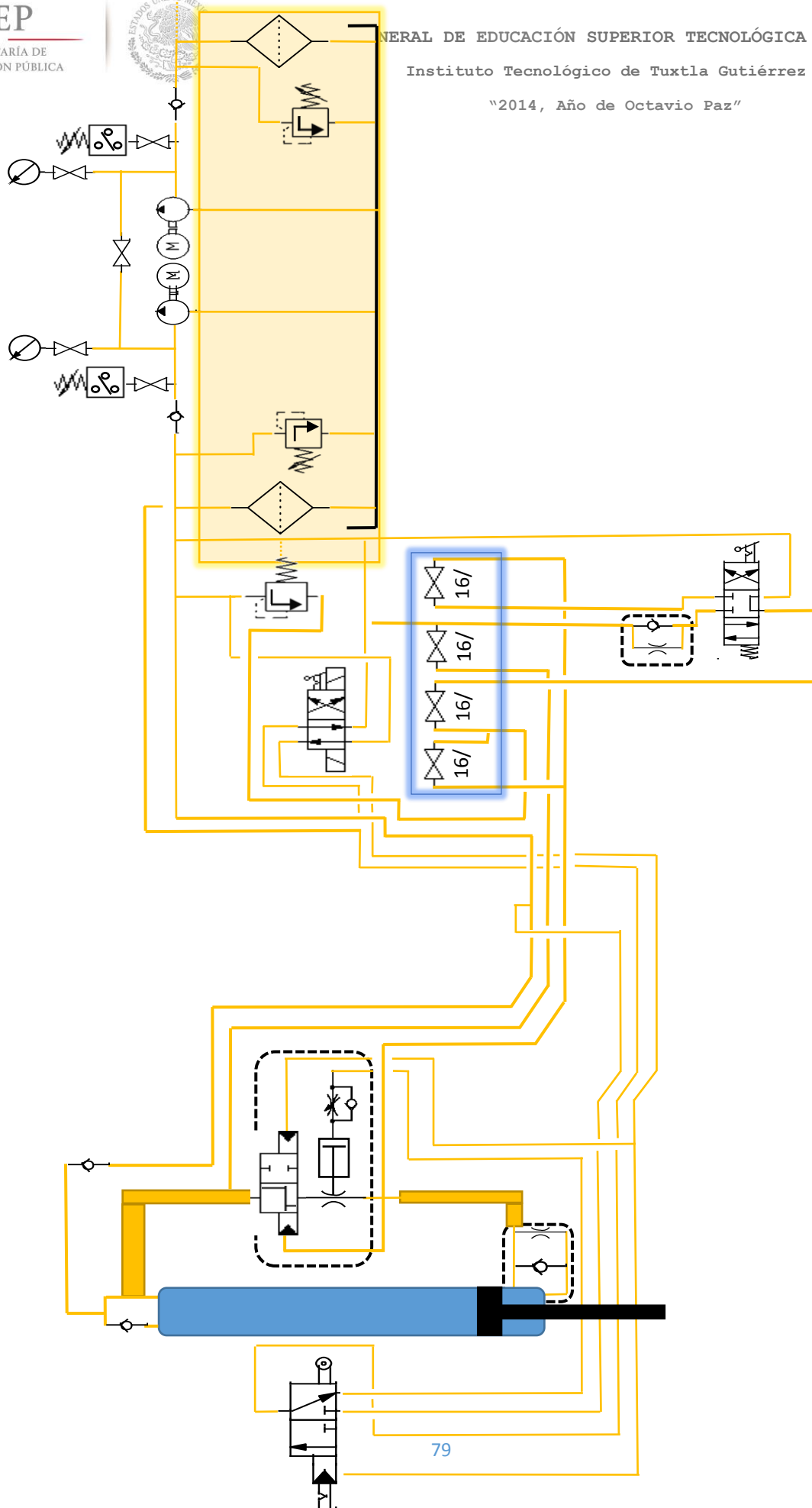
$$V_a = 0.5440 \frac{m}{s}$$

$$POT_a = Q_a \times P_T$$

No hay potencia de retroceso porque el pistón es de bajada impulsado por el peso de la compuerta.

Diseño del sistema oleodinámico de obra de toma de la C.H Belisario Domínguez.

Imagen 27. Fuente: propio

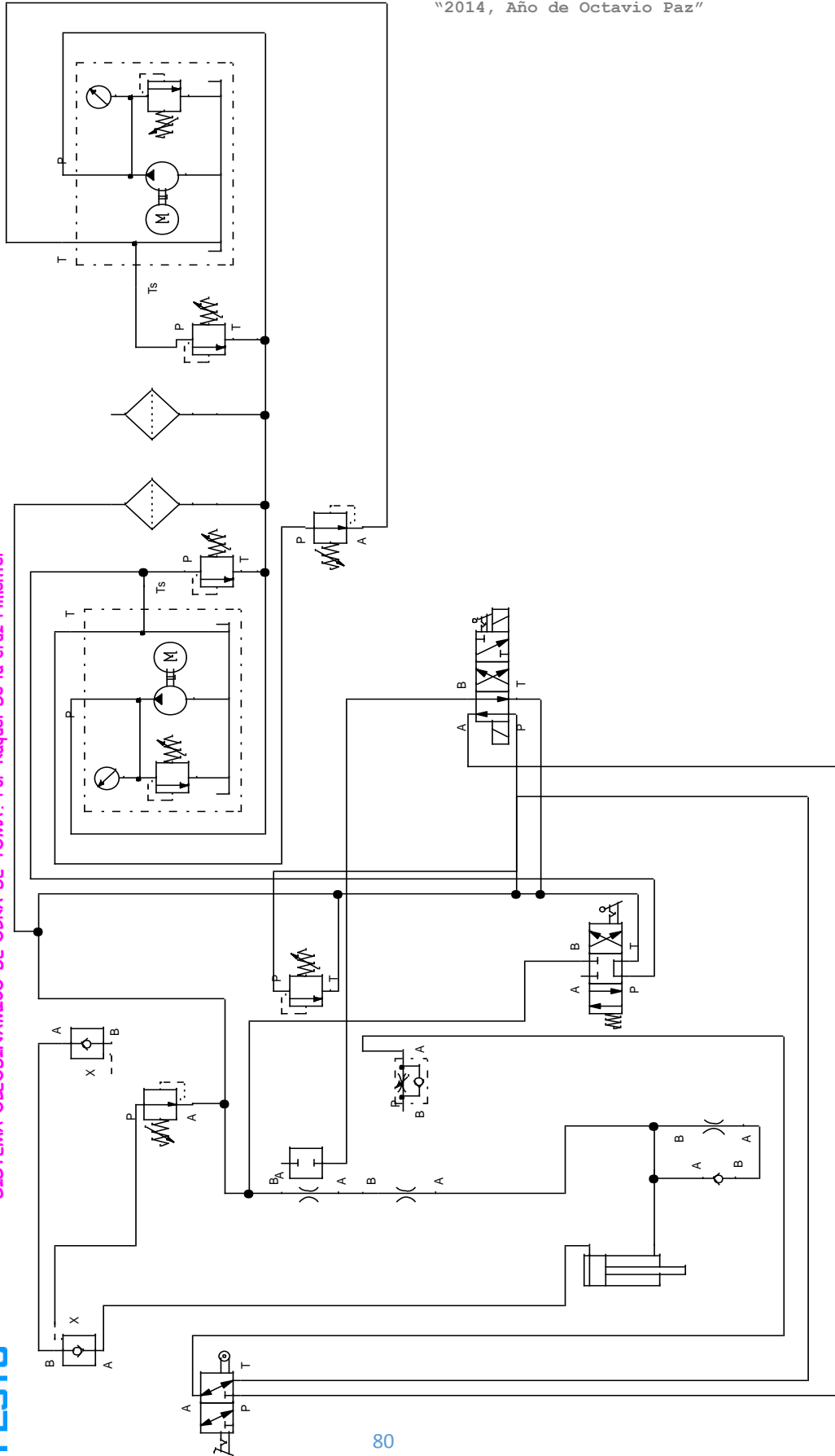


"2014, Año de Octavio Paz"

Selección de componentes mecánicos de la empresa rexro

SISTEMA OLEODINÁMICO DE OBRA DE TOMA. Por Raquel De la cruz Pimentel

FESTO



"2014, Año de Octavio Paz"

th bosch group, tomado de su catálogo de productos en su página oficial. Las siguientes válvulas
-Anexo al documento la carpeta 2-

Del catálogo se toma la siguiente electroválvula:

Rexroth
Bosch Group

www.boschrexroth.com

Buscar Contacto Sitemap Cesto de productos Ingresar

Catálogo de productos de hidráulica industrial

- Bombas
- Motores
- Cilindros
- Válvulas de conmutación
 - Válvulas de bloqueo
 - Válvulas direccionales
 - Válvulas direccionales de asiento
 - Válvulas direccionales a corredera
 - de mando directo
 - WE 6...E
 - WE 6...J.B...XD
 - WE 6...J.E...XE
 - WE 6...J.B...X
 - WE 6...J.E...XN
 - WE 10...C
 - WE 10...E
 - WE 6...H
 - WE 6...73...A12
 - 6...WE 10-5X
 - VEDS-10A-43
 - VEDS-10A-63
 - KKDEN8 N/P
 - KKDER8 C/G/U
 - KKDER1 N/P
 - KKDER1 C/G/U
 - KKDER1 D/E/F
 - KKDER8 N/P
 - KKDER8 C/G/U
 - WH 6
 - WH 6...XC

Válvulas direccionales a corredera
Válvulas direccionales de corredera, mando directo, accionamiento por solenoide WE 6...E

- Tamaño nominal 6
- Serie 6X
- Presión de servicio máxima 350 bar
- Caudal máximo 80 l/min
- En versión de 4/3, 4/2 o 3/2 vías
- Solenoides de alta potencia
- Posición de las conexiones según ISO 4401
- Solenoides de tensión continua o tensión alterna conmutable en aceite con bobina extraíble
- No es necesaria la apertura de la cámara hermética a presión para el cambio de bobina
- Supervisión de posición de conmutación

Búsqueda en catálogo

Buscar

Configurador

- Continuar hasta el configurador

Documentación

- Catálogo

Más informaciones

- Repuestos
- Buscar personas de contacto

Descripción del producto		Datos técnicos	
Tamaño nominal			6
Presión de servicio	P_{max}	bar	350
Caudal con CC	$q_{v max}$	l/min	80
Caudal con AC	$q_{v max}$	l/min	60

Catálogo de productos de hidráulica industrial, versión online, estado 2014-12-02
© Bosch Rexroth AG, Reservado el derecho a modificaciones



Conclusiones y recomendaciones

El sistema oleodinámico de obra de toma no contaba con una referencia sobre su funcionamiento por lo tanto se hizo un levantamiento de datos calculando los datos principales que hicieron falta para incluirlo en la representación del sistema oleodinámico. Con la simbología correcta de las válvulas en la norma q corresponde y la búsqueda del elemento mecánico en la empresa Bosch Rexroth México: Bosch Rexroth S.A. de C.V. se realizó el diseño del sistema oleodinámico. Adquiriendo una electroválvula por una más actual con las mismas especificaciones. Este funcionó sin ningún problema.

Referencias bibliográficas y virtuales.

1. Manual de Mecánica Industrial II - Neumática e Hidráulica - Marcial Carrobles Maeso - Félix Rodríguez García
2. Fluid Power with Applications - Anthony Esposito 4th edition
3. Mecánica de Fluidos e Hidráulica - Giles-Schaum
4. Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas - Claudio Mataix segunda edición
5. Mecánica de los fluidos - Streeter. Victor I (1971) mcgraw hill cuarta edición mexico.
6. Mecánica de los Fluidos - Irving Shames
7. Diccionario de la Real Academia
8. <http://www.binsa.es>
9. Manual de oleohidráulica móvil editorial blume mexico Vickers eaton fluid power training. (2003)
10. Manual de oleohidráulica industrial. Editorial blume mexico. Vickers eaton fluid power training (2003)
11. Festo (2003) hidráulica festo didactic tomo II
12. Labvolt (2000) fundamentos de hidráulica manual del estudiante.
13. Programa virtual de festo

Apendice

1. Tipos de mantenimiento y su descripción

a) mantenimiento preventivo

se subdivide en los siguientes grupos:

b) mantenimiento rutinario: es aquel que se efectúa en forma repetitiva en los equipos o instalaciones y que puede o no requerir licencia total de la unidad generadora. consiste principalmente en revisión y limpieza de: filtros para agua, aceite y aire; niveles de aceite; engrase; así como correcciones menores reportadas por los operadores.

c) mantenimiento menor: Es el que de acuerdo con los registros de comportamiento (parámetros de operación), diagnósticos (sintomatología), experiencia y/o recomendaciones del fabricante, se requiere dar a los equipos y/o instalaciones, lo anterior no implica desarmar y/o sustituir los componentes principales. Requiere de una licencia total cuya duración dependerá de la capacidad y de las condiciones de las unidades.

d) mantenimiento mayor: es el que se realiza bajo la misma premisa que el menor y requiere de mayor tiempo, dependiendo de la capacidad de la unidad generadora, debido a que en este tipo de mantenimiento se requiere desmontar, reparar y/o sustituir las partes principales de la unidad. rehabilitación: son aquellas actividades que se realizan en las unidades generadoras y/o en instalaciones y equipos auxiliares, que implica una modificación al diseño original, debido al avance tecnológico y/o al mejoramiento de la instalación. para su realización en las unidades generadoras se requiere desacoplar la turbina del generador, desmontar totalmente la unidad y se justifica con base al diagnóstico de la instalación y al correspondiente estudio de rentabilidad de la inversión. cuando la central ha concluido su vida útil y se mantienen las instalaciones civiles, y la concesión de agua vigente, es conveniente efectuar un análisis técnico-económico para modernizar la instalación, empleando tecnología actual.

e) mantenimiento correctivo o no programado

se subdivide en dos tipos:

- mantenimiento por falla: son las actividades que se realizan en las unidades generadoras y/o equipos e instalaciones, que implican el restablecimiento de la condición operativa que fue interrumpida por una falla.
- mantenimiento por emergencia: se efectúa tiempo después de que se presenta una alteración en el comportamiento operativo del equipo o instalación y que aún cuando pueda mantenerse en operación la unidad con su capacidad nominal o ligeramente menor, denota un riesgo potencial cuya causa debe ser corregida lo más pronto posible. cada vez que se presenten fallas o situaciones de emergencia, deberá realizarse un análisis de las

"2014, Año de Octavio Paz"

circunstancias o causas que las motivaron a fin de que la corrección a realizar evite su recurrencia.

"2014, Año de Octavio Paz"

ACTIVIDAD	
Nº	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
	TURBINA TIPO (FRANCIS)
	RODETE CARACOL
1	EFFECTUAR MANIOBRAS DE ACHIQUE
2	COLOCAR ANDAMIO EN TUBO DE ASPIRACION
3	INSPECCION Y REPARACION DE TUBERIA EN CASO NECESARIO
4	INSPECCION GENERAL DEL RODETE Y REPARACION EN CASO NECESARIO
5	INSPECCION GENERAL DE CONO DE RODETE APLICANDO RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN CASO NECESARIO
6	INSPECCION DE CRUCETAS Y EXTENSION DE AEREACION
7	RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO, EXTENSION DE AEREACION DE SER NECESARIO
8	INSPECCION INFERIOR DE LA TAPA SUPERIOR (A TRAVES DE LOS BARRENOS DE EQUILIBRIO DE RODETE)
9	INSPECCION GENERAL DE TAPA SUPERIOR, VERIFICANDO LA EXISTENCIA DE FISURAS EN COSTILLAS DE REFUERZO Y ESTADO DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO
10	VERIFICAR EFECTIVIDAD DE LAS VENTANAS DE DRENAJE DE LA TAPA SUPERIOR
11	INSPECCION Y MEDICION DE ESPESORES EN TUBERIA DE COMPENSACION, CAMBIAR EN CASO NECESARIO
12	INSPECCION DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO EN CARCASA ESPIRAL, REPARAR EN CASO NECESARIO
13	INSPECCION DE PALETAS FIJAS DEL ANTEDISTRIBUIDOR VERIFICANDO UNIDADES SOLDADAS CON LIQUIDOS PENETRANTES Y ESTADO DEL RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO
14	INSPECCION DE PALETAS REGULADORAS MOVILES, CUANTIFICANDO Y REGISTRANDO PERDIDAS DE MATERIAL POR CAVITACION O RAYADURAS, RELLENAR EN CASO NECESARIO
15	INSPECCION DE PLACAS DE DESGASTE SUPERIOR E INFERIOR, VERIFICANDO HOLGURAS ENTRE ESTAS Y LAS PALETAS, RELLENAR EN CASO NECESARIO
16	VERIFICAR Y REPARAR EMPAQUES ENTRE PALETA Y PLACA DE DESGASTE
17	VERIFICAR HOLGURAS ENTRE PALETAS REGULADORAS MOVILES, AJUSTAR EN CASO NECESARIO
18	MEDIR HOLGURAS ENTRE ANILLOS DE DESGASTE SUPERIOR E INFERIOR DEL RODETE
19	EFFECTUAR LIMPIEZA TUBERIAS DE ALIMENTACION Y DESCARGA AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL ESTOPERO
20	INSPECCION DE TORNILLERIA DE LA CAJA Y TAPA DEL ESTOPERO
21	EFFECTUAR CAMBIO DE ELEMENTOS DE CARBONES / TEFLON DEL ESTOPERO (EN FUNCION DEL HISTORIAL DE FUGAS)
22	EFFECTUAR LIMPIEZA Y PINTURA DE CAJA, TAPAS Y DEFLECTORES
23	VERIFICAR OPERACION DEL DETECTOR DE FLUJO DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO EN ESTOPERO
24	VERIFICAR APRIETE DE ESTOPEROS EN PALETAS MOVILES Y CAMBIAR LOS QUE SE TENGAN DETECTADOS CON PROBLEMAS
25	VERIFICAR SISTEMA DE ENGRASE, CHECANDO LA CORRECTA LUBRICACION DE TODOS LOS SISTEMAS
26	VERIFICAR SISTEMA DE ACHIQUE DE LA TAPA SUPERIOR VERIFICANDO EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS Y RANGOS DE OPERACION
27	VERIFICAR Y COMPROBAR LA CORRECTA OPERACION DE LAS VALVULAS DE AEREACION
28	VERIFICAR ESTADO DE LAS VALVULAS CHECK EN EL SISTEMA DE AEREACION, REPARAR EN CASO NECESARIO
	CHUMACERAS
	CHUMACERA COMBINADA
29	REVISION Y LIMPIEZA DE FILTROS DE ACEITE PRINCIPALES
30	REVISION Y LIMPIEZA DE FILTROS EN EL SISTEMA DE SELLO O EXTRACCION DE VAPORES DE ACEITE
31	EXTRACCION ACEITE DE LUBRICACION PARA CENTRIFUGAR Y FILTRADO
32	LIMPIEZA DE ENFRIADORES VERIFICANDO ESPESORES DE LAS TUBERIAS
33	VERIFICAR ALIMENTACION DE ACEITE DE PRELUBRICACION A CADA SEGMENTO DE LA CHUMACERA DE CARGA
34	VERIFICAR ESTADO DEL BABBIT EN CADA SEGMENTO CON LA MAGUINA IZADA 5 mm (DESMONTAR SEGMENTOS EN CASO DE DUDA
35	VERIFICAR ESTADO DE CANDADOS Y APRIETE DE TORNILLOS EN GENERAL
36	VERIFICAR ESTADO DE LABERINTOS O FILTROS EN TAPA DE LA CHUMACERA
37	CORREGIR FUGAS DE ACEITE EN EMPAQUES DE BRIDA Y TAPAS DE LA CUBA
38	VERIFICAR LA CORRECTA OPERACION DE R.T.D. Y BULBOS DE TEMPERATURA PARA ACEITE Y METAL DE LOS LOS SEGMENTOS DE CARGA Y GUIA
39	VERIFICAR HOLGURA DE LOS SEGMENTOS GUIA, CORREGIR EN CASO NECESARIO
40	VERIFICAR APRIETE DE LA TORNILLERIA DE AJUSTE DE HUELGO Y CANDADOS DE LOS SEGMENTOS GUIA
41	EFFECTUAR INSPECCION DEL METAL BABBIT EN CUATRO SEGMENTOS GUIA (CADA 90 GRADOS)
42	VERIFICAR LA CORRECTA OPERACION DE INDICADORES DE FLUJO DE ACEITE
43	MANTENIMIENTO Y REVISION DE BOMBAS DE ACEITE DE CIRCULACION
44	MANTENIMIENTO Y REVISION DE BOMBAS DE IZAJE
45	VERIFICAR LA CORRECTA OPERACION DEL EQUIPO DE MEDICION Y PROTECCION , RECALIBRAR EN CASO NECESARIO
46	CARGAR ACEITE CENTRIFUGADO O NUEVO
	CHUMACERA GUIA TURBINA
47	EXTRACCION DE ACEITE PARA CENTRIFUGADO
48	VERIFICAR ESTADO DE METAL BABBIT
49	VERIFICAR HUELGOS, AJUSTAR EN CASO NECESARIO
50	VERIFICAR APRIETE TORNILLERIA Y CANDADOS EN GENERAL
51	EFFECTUAR LIMPIEZA EXTERIOR E INTERIOR DE LA CUBA DE ACEITE
52	VERIFICAR SISTEMAS DE MEDICION Y PROTECCION , RECALIBRANDO EN CASO NECESARIO
53	EFFECTUAR LIMPIEZA DE ENFRIADOR O CAMARA DE ENFRIAMIENTO DE LOS SEGMENTOS
54	VERIFICAR ESTADO DE MANGUERAS MOVILES Y CODOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CAMBIAR EN CASO NECESARIO
55	LIMPIEZA DE FILTROS DE SISTEMA DE SELLO O EXTRACCION DE VAPORES DE ACEITE
56	CARGAR ACEITE CENTRIFUGADO O NUEVO

"2014, Año de Octavio Paz"

ACTIVIDAD	
Nº	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
CHUMACERA GUIA GENERADOR	
57	EXTRACION DE ACEITE PARA CENTRIFUGADO
58	VERIFICAR ESTADO DEL MATERIAL BABBIT EN 4 SEGMENTOS
59	VERIFICAR AISLAMIENTO DE LA CUBA DE ACEITE
60	VERIFICAR HUELGOS, AJUSTAR EN CASO NECESARIO
61	VERIFICAR APRIETE DE TORNILLARIA Y CANDADOS EN GENERAL
62	EFECTUAR LIMPIEZA INTERIOR Y EXTERIOR DE LA CUBA DE ACEITE
63	VERIFICAR SISTEMAS DE MEDICION Y PROTECCION, RECALIBRANDO EN CASO NECESARIO
64	EFECTUAR LIMPIEZA DE ENFRIADORES DE ACEITE
65	MEDICION DE DESGASTE DE TUBERIA DE LOS ENFRIADORES
66	LIMPIEZA DE FILTROS DE SISTEMA DE SELLO O EXTACCION DE VAPORES DE ACEITE
67	CARGAR ACEITE CENTRIFUGADO O NUEVO
REGULADOR DE VELOCIDAD	
68	RETIRAR ACEITE DEL SISTEMA DE REGULACION
69	REVISION Y LIMPIEZA DEL DEPOSITO DE ACEITE
70	REVISION Y LIMPIEZA DEL TANQUE ACUMULADOR
71	EFECTUAR PRUEBA HIDROSTATICA DEL TANQUE ACUMULADOR
72	VERIFICAR Y CALIBRAR EQUIPO DE MEDICION, PROTECCION Y OPERACION DEL SISTEMA OLEODINAMICO DEL ACUMULADOR
73	EFECTUAR LIMPIEZA DE FILTROS EN TANQUE DE ACEITE
74	VERIFICAR CALIBRACION DE INDICADORES DE NIVEL DEL TANQUE DE ACEITE
75	EFECTUAR CAMBIOS DE SILICA EN CUELLOS DE VENTILACION EN TANQUE DE ACEITE
76	REVISION Y LIMPIEZA DEL SISTEMA DE CONTROL DE LAS BOMBAS DE ACEITE DE REGULACION
77	REVISION Y LIMPIEZA DE BOMBAS DE ACEITE DE REGULACION
78	REVISION DE BALEROS EN MOTORES DE LAS BOMBAS DE ACEITE DE REGULACION
79	REVISION Y CALIBRACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD EN LAS BOMBAS DE ACEITE DE REGULACION
80	REVISION Y CALIBRACION DE VALVULAS DE ARRANQUE SIN PRESION
81	REVISION Y LUBRICACION EN ARTICULACIONES DE RETROALIMENTACIONES DE POSICION
82	LIMPIEZA DEL ENFRIADOR DE ACEITE DE REGULACION
83	REVISION Y LIMPIEZA DE VALVULAS DISTRIBUIDORAS
84	REVISION Y LIMPIEZA DEL ACTUADOR DEL REGULADOR
85	REVISION Y LIMPIEZA DEL TRANSDUCTOR DEL REGULADOR
86	REVISION Y LIMPIEZA VALVULA PILOTO DE LA DISTRIBUIDORA
87	REVISION Y LIMPIEZA FILTROS DE ACEITE DE CONTROL
88	CORREGIR FUGAS DE ACEITE DE ESTOPEROS
89	VERIFICAR ESTANQUEIDAD SISTEMA DE AIRE DE REGULACION
90	VERIFICAR VALVULAS DE SEGURIDAD SISTEMA AIRE DE REGULACION
91	VERIFICAR SISTEMA AUTOMATICO DE INYECCION DE AIRE AL TANQUE ACUMULADOR
92	CENTRIFUGAR ACEITE DE REGULACION
93	LIMPIAR Y VERIFICAR RELES DE VELOCIDAD
94	LIMPIAR, SOPLETEAR CABEZAL ELECTRONICO DEL REGULADOR Y RELES AUXILIARES (INCLUYE 65P, 65F, 65ML)
95	VERIFICAR DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MEDICION DE LA TURBINA (CREEP DETECTOR, POSICION DE ALABES)
96	VERIFICAR CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL REGULADOR DE VELOCIDAD
97	VERIFICAR AUTOMATISMO DE ARRANQUE Y SINCRONIZACION
98	REALIZAR PRUEBAS SINTOMATICAS AL REGULADOR DE VELOCIDAD
SISTEMA AGUA DE ENFRIAMIENTO	
99	REVISION VALVULA PRINCIPAL DE AGUA DE ENFRIAMIENTO, REPARAR EN CASO NECESARIO
100	VERIFICAR CONDICIONES Y AJUSTES DE VALVULAS REDUCTORAS
101	VERIFICAR ESTADO Y LIMPIEZA DE FILTROS PRINCIPALES
102	VERIFICAR ESTOPEROS DE LAS VALVULAS
103	VERIFICAR ESTADO DE LAS VALVULAS, REPARAR EN CASO NECESARIO
104	VERIFICAR ABRAZADERAS, SOPORTES Y TORNILLERIA EN TUBERIAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
105	VERIFICAR CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION Y PROTECCION DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
SISTEMA DE EXCITACION	
106	REVISION Y LIMPIEZA DE VENTILADORES DE TRISTORES, DESMONTAR TARJETAS Y RELES DEL A V R
107	CAMBIAR FILTROS DE PUERTAS DE GABINETE
108	LIMPIAR Y SOPLETEAR GABINETE DEL AVR Y CONVERTIDOR DE TRISTORES
109	INSPECCIONAR Y LIMPIAR MOTORES Y SENSORES DE VENTILACION
110	LIMPIAR Y SOPLETEAR TARJETAS Y RELES DEL AVR
111	LIMPIAR Y SOPLETEAR TRISTORES
112	CAMBIAR LOS BALEROS DE MOTORES DE VENTILACION
113	INSTALAR TARJETAS Y RELES MONTAR TRISTORES Y REAPRETAR TERMINALES
114	VERIFICAR Y COMPROBAR DISPAROS Y ALARMAS DE EXCITACION
115	VERIFICAR Y COMPROBAR VOLTAJES DE ALIMENTACION
116	VERIFICAR CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL AVR Y DEMAS DISPOSITIVOS (ESTABILIZADORES, LIMITADORES, ETC)
117	VERIFICAR PULSOS Y DISPAROS
TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
118	REVISION Y LIMPIEZA DE ENFRIADORES DE AGUA
119	MEDICION DE DESGASTE EN TUBERIAS DE ENFRIADORES
120	REVISION Y LIMPIEZA DE BOMBAS DE AGUA Y ACEITE
121	VERIFICAR OPERACION EQUIPO DE CONTROL
122	VERIFICAR Y CORREGIR FUGAS DE AGUA Y ACEITE EN SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO
ESTACION O LEODINAMICA OBRA DE TOMA	
123	CENTRIFUGADO DE ACEITE
124	CORREGIR FUGAS EN SERVOMOTORES SI SE REQUIERE
125	VERIFICAR CALIBRACION DE APARATOS DE MEDICION Y PROTECCION
126	CAMBIAR FILTROS DE ACEITE Y VERIFICAR BOMBAS DE ACEITE

"2014, Año de Octavio Paz"

ACTIVIDAD	
Nº	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES
127	VERIFICAR TIEMPO DE CIERRE
128	VERIFICAR MICROS DE SEÑALIZACION
129	REVISAR VALVULAS DE AMORTIGUAMIENTO
	G E N E R A D O R
	E S T A T O R
130	REVISION Y LIMPIEZA DE ENFRIADORES DE AIRE
131	REVISION Y LIBRICACION EN PUNTOS DE APOYO DEL ESTATOR
132	REVISION Y LIMPIEZA DE ASPAS FIJAS DE VENTILACION
	R O T O R
133	CAMBIO DE BALATAS Y REVISION DE GATOS DE FRENADO
134	INSPECCION DE PISTA, DE FRENADO
135	VERIFICACION DE CUÑAS O TRANSMISORES DE PAR
136	VERIFICACION Y LIMPIEZA DE ASPAS MOVILES DE VENTILACION
137	VERIFICACION DE LA ESTRUCTURA DEL RÓTOR
138	VERIFICACION TORNILLERIA DE APILAMIENTO DE LAMINADO
139	VERIFICACION DE ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE CARGA DEL LAMINADO
	P U E S T A E N S E R V I C I O
140	DESMONTAR ANDAMIO TUBERIA DE ASPIRACION
141	RETIRAR REGISTROS DE INSPECCION EN TUBERIA Y GENERADOR
142	RETIRAR COMPUERTAS DE DESFOGUE
143	LLENAR TUBERIA Y ABRIR COMPUERTAS DE OBRA DE TOMA
144	EFFECTUAR RODADO PARA SATURACION DE TEMPERATURAS
145	EFFECTUAR PRUEBAS PREOPERACIONALES
	V A L V U L A S P R I N C I P A L E S
146	VERIFICAR HERMETICIDAD AL CIERRE
147	VERIFICAR ESTADO DE ELEMENTO OBTURADOR (CORROSION POR CAVITACION O EROSION)
148	MANTENIMIENTO SISTEMA ACTUADORES DE LA VALVULA
149	LIMPIEZA DE TUBERIA DE CONTROL Y FUERZA
150	MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE BY-PASS
151	CAMBIO DE EMPAQUES EN MUÑONES Y LENTEJA
152	REPARACION DEL OBTURADOR Y CUERPO DE LA VALVULA

Imagen 28. Mantenimientos. Fuente: Guía Mantto. Mecánico 2010



2. Fotos.

IMAGEN 2.1 OBRA DE TOMA ,CASETA DE CONTROL, CILINDRO DE DOBLE EFECTO.

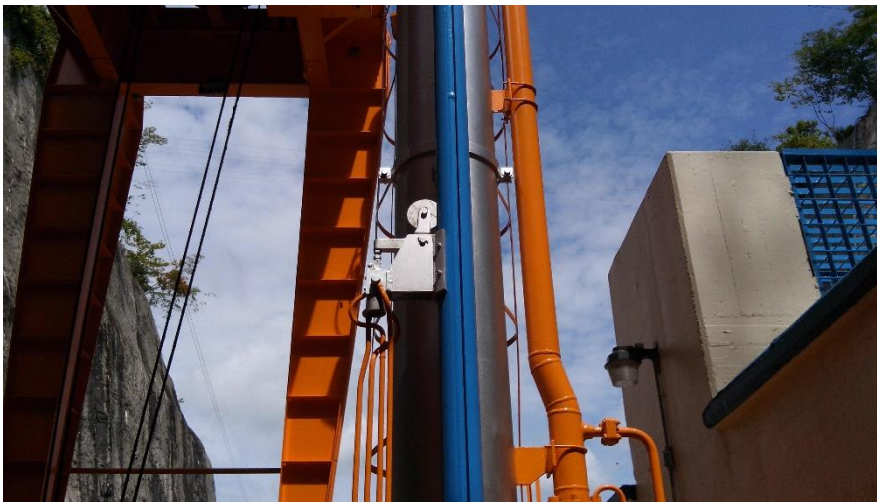


IMAGEN 2.2
DISTRIBUIDOR
TELEMANDO.



IMAGEN 2.3, 2.4 y 2.5 Válvula de cierre,
16/1, 16/2, 16/3, 16/4

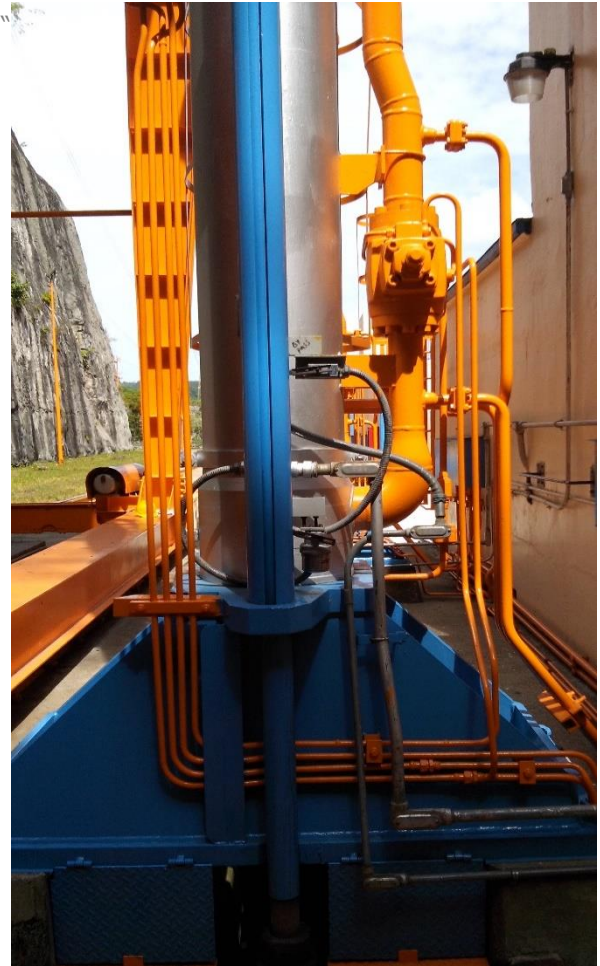


IMAGEN 2.4

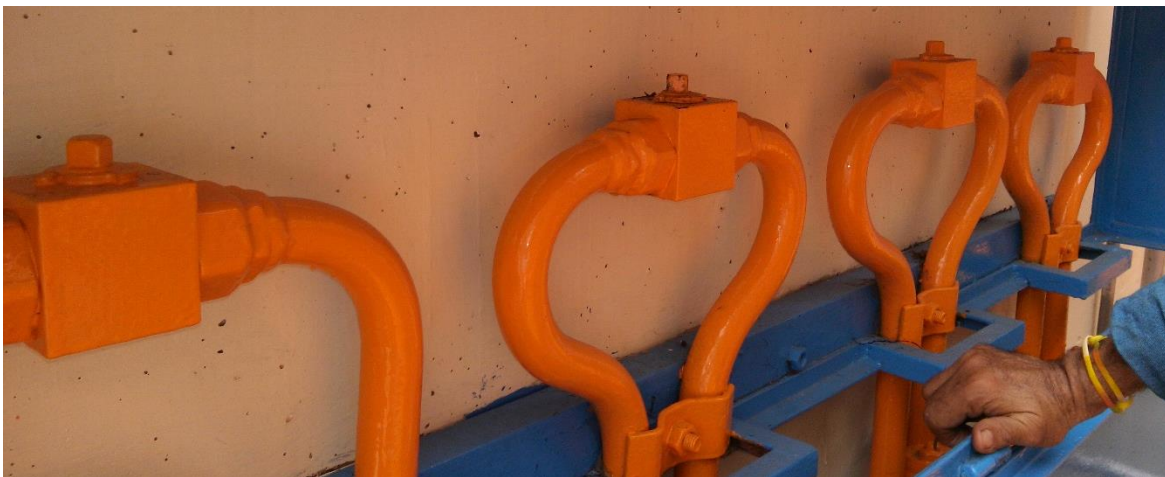


IMAGEN 2.5

"2014, Año de Octavio Paz"



IMAGEN 2.6 VALVULA DE CIERRE
FRENO



IMAGEN 2.7 VALVULA ANTIRETORNO Y ESTRANGULADORA.



IMAGEN 2.9
TANQUE



IMAGEN 2.10 MANOMETRO, VALVULA DE SECUENCIA

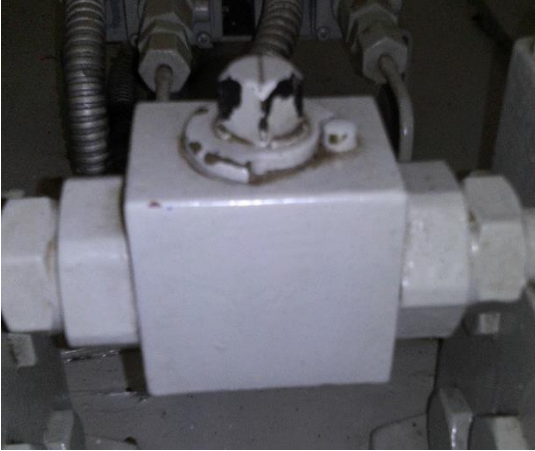


IMAGEN 2.11 VALVULA DE CIERRE



IMAGEN 2.12 PRESOSTATO.



IMAGEN 2.14 FILTRO



ELECTRICO.

IMAGEN 2.15 BOMBA Y MOTOR

E Unit Conversion Factors

ENGLISH GRAVITATIONAL UNIT SYSTEM TO INTERNATIONAL SYSTEM OF UNITS (SI)

<i>Quantity</i>	<i>English Unit</i>	<i>SI Unit</i>	<i>Metric Symbol</i>	<i>Equivalent Unit</i>
Length	1 foot (ft)	0.3048 meter	m	—
Mass	1 slug	14.59 kilograms	kg	—
Time	1 second (s)	1.0 second	s	—
Force	1 pound (lb)	4.448 newtons	N	kg·m/s ²
Pressure	1 lb/in. ² (psi)	6895 pascals	Pa	N/m ² or kg/m·s ²
Temperature	Fahrenheit (°F)	Celsius (°C)	°C	—
	°F = 1.8°C + 32	°C = (°F - 32)/1.8		
Absolute Temperature	Rankine (°R)	Kelvins	K	—
	°R = °F + 460	K = °C + 273		
	°R = 1.8 K	K = °R/1.8		
Energy	1 ft·lb	1.356 joules	J	kg·m ² /s ² or N·m
Power	1 ft·lb/s	1.356 watts	W	J/s or N·m/s

628

Unit Conversion Factors App. E

ADDITIONAL CONVENIENT CONVERSION FACTORS

<i>Parameter</i>	<i>English Unit</i>	<i>SI Unit</i>	<i>SI Symbol</i>
Length	1 inch (in.)	2.540 centimeters	cm
	1 foot (ft)	0.3048 meter	m
	1 yard (yd)	0.9144 meter	m
	1 mile (mi)	1.609 kilometers	km
Area	1 in. ²	6.452 square centimeters	cm ²
	1 ft ²	0.0929 square meter	m ²
Volume	1 in. ³	16.39 cubic centimeters	cm ³
	1 ft ³	0.0283 cubic meter	m ³
Velocity	1 ft/s	30.48 centimeters/second	cm/s
	1 ft/s	0.3048 meter/second	m/s
	1 mi/hr	1.609 kilometers/hour	km/h
Volumetric flow rate	1 in. ³ /s	16.39 cubic centimeters/second	cm ³ /s
	1 in. ³ /min	0.2731 cubic centimeters/second	cm ³ /s
	1 ft ³ /s	28.32 liters/second	L/s
	1 ft ³ /min	1699 liters/second	L/s
	1 gal/s	3.785 liters/second	L/s
	1 gal/min (gpm)	0.0631 liter/second	L/s
	<i>Note:</i> 1000 L =	1 m ³	
Mass	1 lb	453.6 grams	g
	1 lb	0.4536 kilogram	kg
Pressure	1 standard atmosphere (14.7 psi)	101.3 kilopascals	kPa
	1 in. of water (at 39.2°F)	249.1 pascals	kPa
	1 lb force/square inch (psi)	6.894 kilopascals	kPa
Energy	1 foot pound (ft·lb)	1.356 joules	J
Force	1 lb (lb _f)	4.448 newtons	N
Torque	1 lb force-inch (lb·in.)	0.1130 newton-meter	N·m
	1 lb force-foot (lb·ft)	1.356 newton-meters	N·m
Power	1 ft·lb/s	1.356 watts	W
	1 ft·lb/min	0.0226 watt	W
	1 hp	745.7 watts	W
Absolute viscosity	1 pound force- sec/foot squared (lb·s/ft ²)	47.88 pascal-seconds <i>Note:</i> 1 pascal-second = 10 poise	Pa·s or N·s/m ²
	Kinematic viscosity	1 ft squared/second (ft ² /s)	0.0929 square meter/second <i>Note:</i> 1 square meter/second = 10,000 stokes

del libro Fluid Power with Applications - Anthony Esposito 4th edition