CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor

Módulo 3: “Conceptos básicos y sus aplicaciones en máquinas y equipos”

PFMME-2-01/v.1-[PE01-M03/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.
Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del documento 7

Módulo III: Conceptos básicos y sus aplicaciones en máquinas y equipo 8

1. Principios básicos de electricidad 9

1.1 Electricidad y sus efectos 9

1.2 Elementos de circuitos 12

1.3 Uso de multitester 19

1.4 Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias 25

1.5 Circuito con resistencias en serie y paralelo 33

1.6 Componentes principales de motores de inducción 38

Actividad N° 10 45

2. Nociones básicas de neumática 54

2.1 ¿Qué es el aire comprimido, cuáles son sus principales usos y cómo se almacena y genera? 54

2.2 Componentes principales de un sistema neumático 57

2.3 Sistemas neumáticos 74

Actividad N° 11 85

3. Nociones básicas de oleohidráulica 93

3.1 Conceptos básicos 93

3.2 Sistema oleohidráulico y sus equipos 99

Actividad N° 12 132

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de mantenedor mecánico base de equipos fijos de nivel 2.
El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.
El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final.

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos:
La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento “Instrumento de evaluación de proceso”.
Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10.La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

Módulo III: Conceptos básicos y sus aplicaciones en máquinas y equipo

1. Principios básicos de electricidad

1.1 Electricidad y sus efectos

¡La electricidad es peligrosa!

¡La electricidad es útil!

Al comparar las dos declaraciones anteriores y se puede dar cuenta que la electricidad, cuando es manejada de manera adecuada, es parte de nuestra vida. Aunque es extremadamente peligrosa, no se puede estar sin ella. Se necesita entender qué efecto tendrá un golpe eléctrico en un cuerpo cuando entra en contacto con un conductor energizado. Éstas pueden incluir, pero no se limitan a:

- Contracción muscular, causando que la víctima no pueda liberarse a sí misma.
- Quemaduras en el punto de contacto.
- Pérdida de conciencia y signos de shock.
- Falla cardíaca causada por el impulso de la sacudida alterando los latidos cardíacos.
- Muerte causada por falla respiratoria.

Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Un concepto erróneo es que grandes voltajes son más peligrosos que los más pequeños. Sin embargo, esto no es tan así. El peligro a los seres vivos no viene de la diferencia del potencial, sino que de la corriente que fluye entre dos puntos.

El golpe eléctrico no es el único malestar causado por los accidentes eléctricos. El calor generado por los arcos eléctricos puede ser cercano a 3000ºC y tener la energía suficiente para derretir paneles de control de metal. En la generación de tal calor dentro de un espacio cerrado, las explosiones de aire caliente y vapor de metal pueden reventar tableros de control como fuegos artificiales. Puede imaginarse los efectos que tendría en una persona.

Los golpes eléctricos ocurren sin advertencia y a menudo son graves. El trabajador promedio se involucra frecuentemente en una situación peligrosa al no darse cuenta que los voltajes tan bajos como 32 V_{CA} y114V_{CC} pueden ser tan letales como otros voltajes más altos.

Hay tres factores que determinan la gravedad de la corriente en el cuerpo humano.

- La cantidad de corriente eléctrica (CC, CA, forma de la onda. y Dirección del flujo de corriente).
- El camino que sigue la corriente (mano a mano, mano a pie, etc.) –resistencia del cuerpo.
- La duración del golpe eléctrico. (Mientras más tiempo fluya la corriente a través del cuerpo más grande será el efecto).

La siguiente tabla representa los efectos de la corriente eléctrica que pasa a través del cuerpo humano promedio.

Efectos de la corriente eléctrica

Nivel de corriente (aprox.)	Efecto sobre el cuerpo humano
0 – 2 mA	Leve sensación de cosquilleo, apenas perceptible
2 – 8 mA	Sensación se vuelve más intensa y dolorosa
8 – 12 mA	El dolor aumenta y comienzan a ocurrir espasmos musculares
12 – 20 mA	Los músculos se tensan mientras la víctima pierde el control de los mismos. La víctima es incapaz de soltar el conductor
20 – 50 mA	Si la corriente pasa a través del pecho, los músculos que rodean los pulmones comienzan a ponerse tensos, dificultando o imposibilitando la respiración La disminución de oxígeno se transfiere a los capilares sanguíneos, produciendo que sangre con insuficiente oxígeno llegue al cerebro. Dicha situación produce desvanecimientos severos y daño cerebral después de tres minutos.
50 – 100 mA	Si la corriente pasa a través del corazón ocurrirá fibrilación ventricular, ocasionando baja circulación o detención completa de esta. Como la sangre es la encargada de transportar sangre al cerebro, la falta de sangre rica en oxígeno después de tres minutos puede causar daño cerebral.
100 – 200 mA	El corazón deja de latir, la circulación sanguínea se detiene.
Más de 200 mA	Quemaduras severas específicamente en la zona en contacto con la corriente eléctrica.

Otros efectos

Cuando la corriente eléctrica fluye en un circuito, puede causar un número de efectos. Algunos de ellos pueden ser útiles mientras que otros pueden ser dañinos. Los cuatro efectos de la corriente eléctrica son:

- Calor /luz.
- Magnetismo.
- Químico.
- Fisiológico.

En la industria eléctrica el uso principal de la corriente eléctrica es para producir:

- Calor.
- Campos magnéticos.

Calor generado por la corriente eléctrica

Cuando una corriente fluye en un cable, algo de la energía eléctrica se convierte en calor. La cantidad de calor generado depende de la resistencia del cable y la corriente que fluye

Efectos útiles

El calor que se produce en un cable cuando la corriente fluye se usa en los calentadores eléctricos, sartenes, estufas, etc. Este efecto se logra al aumentar la resistencia del conductor que además aumenta la cantidad de calor que se produce.

Es posible también aumentar la resistencia de tal manera que el calor que se produce fluyendo a través de ese conductor proporciona luz. Una lámpara incandescente es un ejemplo de este efecto.

Efectos no deseados

Dos ejemplos de efectos peligrosos del calor se producen en cables y conectores. Si por los cables fluye una corriente máxima en un determinado periodo, éstos se calientan especialmente si están colocados muy juntos donde no hay espacio para que el calor se disipe, por ejemplo Al dejar un conductor enrollado. El calor daña la aislación y/o causa incendios.

Efectos magnéticos de la Corriente eléctrica

Cuando un electrón se mueve, crea un campo magnético. Toda corriente eléctrica creará un campo magnético alrededor de su conductor. Esto se llama inducción electromagnética. El efecto magnético causado por una corriente eléctrica es quizás la más útil de todas.

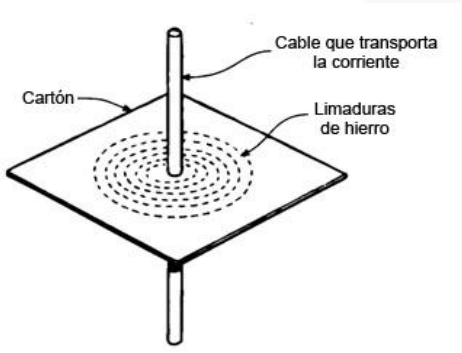


Figura 1: Campo magnético

1.2 Elementos de circuitos

Símbolos

Los símbolos eléctricos se utilizan para facilitar la elaboración de diagramas eléctricos.

Es importante que estos símbolos cumplan las normas internacionales para planos.

El uso de estos símbolos permite que las personas que hablan idiomas diferentes puedan dibujar y leer diagramas de circuitos eléctricos, que puedan ser entendidos por todos.

Diagramas de circuitos

Un diagrama de circuito utiliza símbolos de los componentes y sus interconexiones para ilustrar la operación de un circuito. El trazado de los componentes en este diagrama no representa necesariamente el trazado físico de aquellos componentes.

Todos los circuitos eléctricos tienen tres partes esenciales, la fuente del suministro, los conductores que conectan el suministro a la carga eléctrica y la carga eléctrica. Los diagramas de circuitos deberán ser siempre grandes y claros.

Los diagramas de circuitos siempre deberán usar los símbolos para planos adecuados según se muestra en la Tabla de abajo.

Dibujo de símbolos

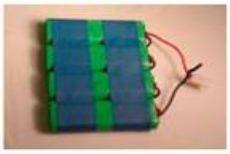
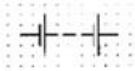
FOTO	NOMBRE DEL COMPONENTE	SÍMBOLO	USO/PROPÓSITO
	Conductor		
	Celda simple		
	Batería de tres celdas		
	Batería de 9V		
	Cruce de símbolos de conductor en un diagrama		

Figura 2

Unión de conductores

Unión doble de conectores

Figura 3

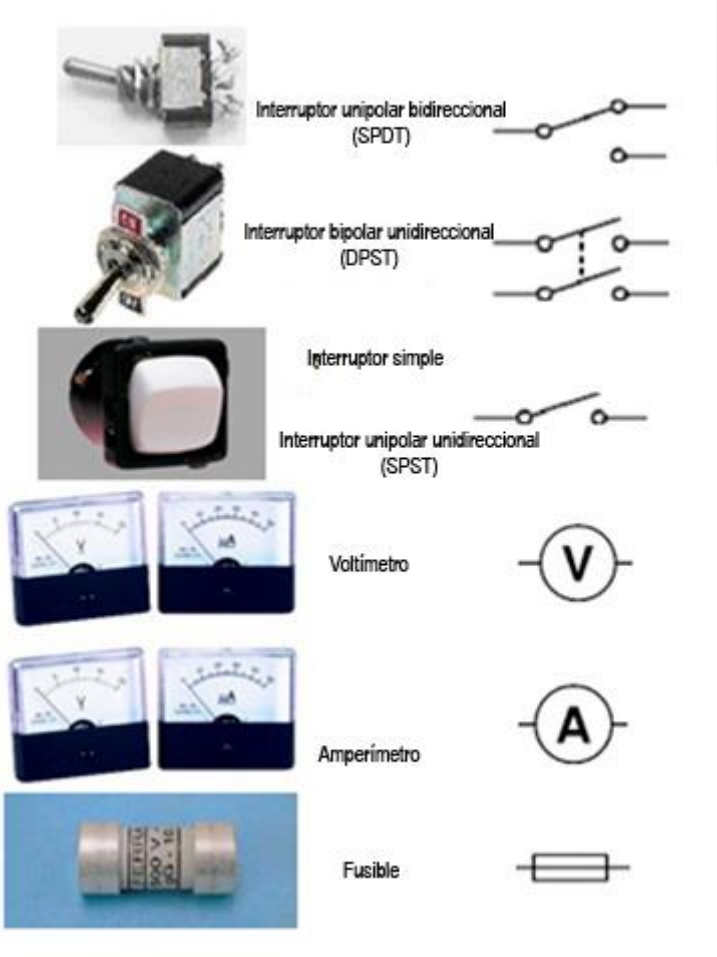


Figura 4

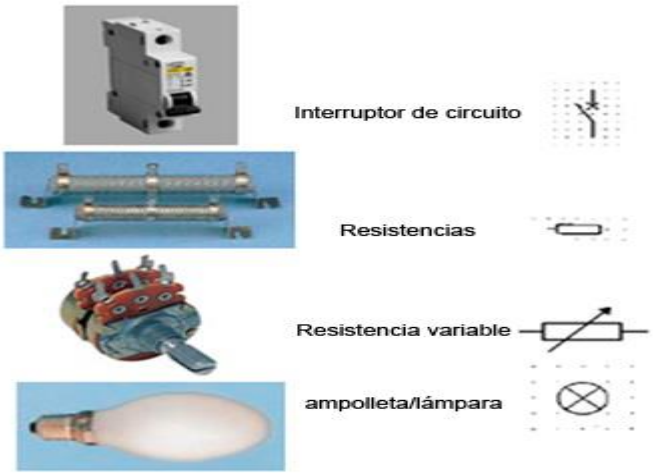


Figura 5

Condiciones del circuito

Circuito cerrado

Un circuito cerrado, como se muestra en la Figura 6, es un circuito que incluye un suministro, una carga eléctrica y los conductores asociados conectados en un circuito cerrado para que la corriente fluya desde un terminal del suministro, a través de la carga y de vuelta al otro terminal del suministro. Si hubiera algún interruptor o aislador en el circuito, deberán estar cerrados.

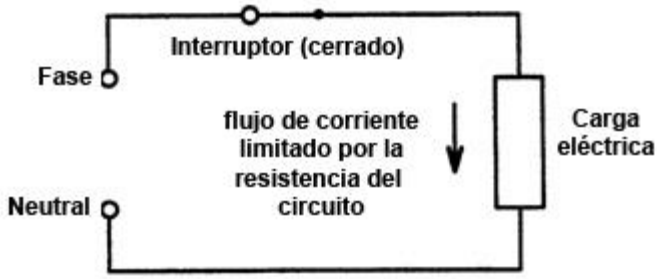


Figura 6

Circuito abierto

En un circuito abierto, la Figura 7 muestra que no hay un camino de retorno hacia el "otro" terminal del suministro para la corriente, es decir, es un circuito abierto. Esto puede ocurrir debido a un interruptor abierto, un cable cortado, o una carga eléctrica "quemada" o posiblemente sólo una terminación suelta.

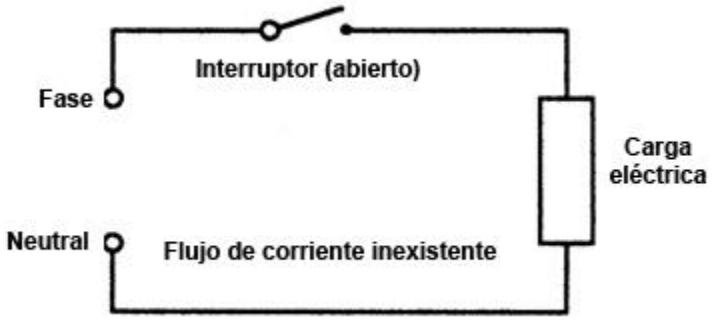


Figura 7

Corto circuito

En un corto circuito como se muestra en la Figura 8 la corriente evitará el paso por la carga y en muchos casos, se trata de una condición de falla.

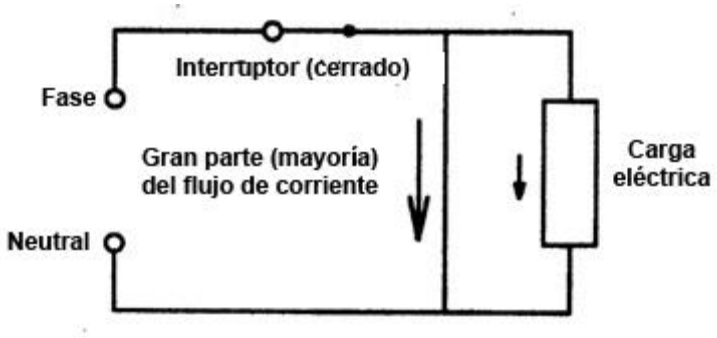


Figura 8

Efectos de un corto circuito

Las fallas producto de un corto circuito pueden causar un daño serio a los circuitos eléctricos/electrónicos. En una situación de corto circuito, existe una conexión directa o indirecta entre los conductores positivos y negativos en un circuito CC y una conexión directa o indirecta entre el conductor activo en un circuito CA y ya sea el conductor neutra a tierra. El resultado de dicha conexión es un flujo de corriente muy alta que da como resultado la generación de calor excesivo en el circuito eléctrico. Este calor puede causar que la aislación alrededor de los conductores se derrita y por ende la destrucción de los conductores. Los dispositivos de protección del circuito están diseñados para abrir el circuito muy rápidamente bajo estas condiciones. Existen dos dispositivos comúnmente usados para proteger en contra de corto circuitos: el fusible y el interruptor de circuito.

Voltaje, corriente y resistencia

Corriente

La corriente se refiere al flujo de electrones en un conductor. La corriente sólo fluirá cuando el circuito esté cerrado. El flujo de corriente puede compararse al flujo del agua en un canal o una cañería, mientras que el flujo de corriente eléctrica es el movimiento de electrones en un conductor. El flujo de corriente eléctrica se mide en Amperes(A) el símbolo para la corriente Eléctrica es (I)

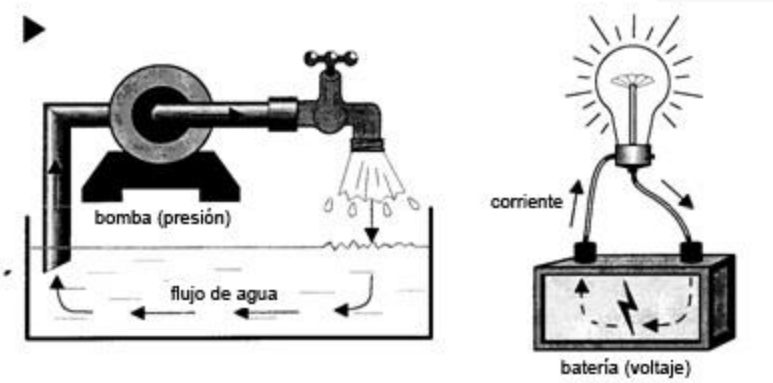


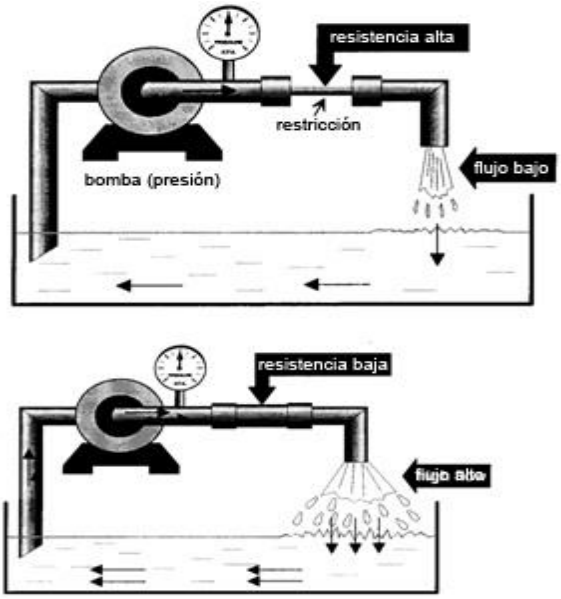
Figura 9: Flujo de corriente

Resistencia

Cuando algo se opone al flujo de corriente en un circuito (ejemplo: un aparato eléctrico) se dice que ese circuito tiene resistencia. La resistencia puede definirse como se indica a continuación:

- La oposición ofrecida al flujo de corriente eléctrica.
- La resistencia se mide en Ohms (Ω) y se puede comparar a una llave o válvula en una cañería que se usa para controlar el flujo de agua. El símbolo para la resistencia es (R).

Figura 10 Control del flujo



La Figura 9 y la Figura 10 muestran cómo se usa la llave para controlar el flujo del agua.

Voltaje (diferencia de potencial)

Tal como debe existir una diferencia en la presión de agua para que ésta fluya entre dos puntos, una diferencia en la presión eléctrica debe existir para hacer que la corriente eléctrica fluya. Mientras más grande la presión, más grande el flujo en ambos casos.

Definición de diferencia de potencial

Es la presión eléctrica que causa que la corriente fluya entre dos puntos en un circuito.

La Diferencia de Potencial se mide en Volts (V) y el Símbolo es (V).

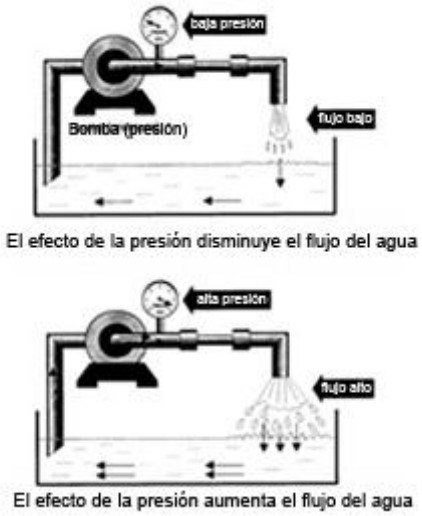


Figura 11

1.3 Uso de multitester

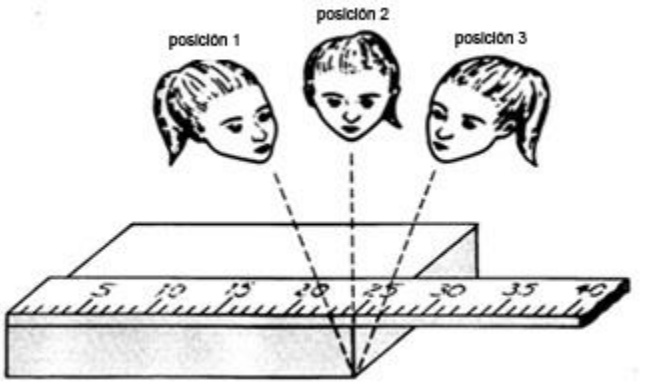
Un electricista debe ser capaz de medir la resistencia, la corriente y el voltaje para el funcionamiento adecuado de los circuitos eléctricos. Esto sólo se puede lograr mediante instrumentos adecuados y el uso correcto de estos instrumentos.

El uso del instrumento equivocado para la tarea no sólo lo demorará, sino que además puede ser muy peligroso para el instrumento y para quien la manipula.

Cuidado y uso de instrumentos de medición

Un instrumento de medición es un equipo delicado. Por lo tanto debe ser manipulado con cuidado y de acuerdo a las instrucciones del fabricante, y no debe ser colocado dentro de un campo magnético fuerte. La posición del tester también es importante porque el efecto de la gravedad sobre el movimiento puede alterar la calibración. Un tester deberá también ser operado en la posición para la cual fue diseñado, verticalmente, horizontalmente, inclinado o de otro modo, porque una fricción excesiva en los rodamientos puede causar lecturas erróneas.

Cuando se obtenga lecturas de un tester, se debe ver el indicador correctamente. El indicador está a una distancia corta de la escala y si se lee desde un lado, puede ocurrir un error de varias divisiones. Este fenómeno se llama paralaje. Para evitar este error, el tester debe leerse desde una posición directamente en frente del indicador como se muestra en la Figura 12. Algunos tester incorporan un espejo en la escala para que se pueda distinguir el error más fácilmente. Si se lee el tester de manera adecuada, el indicador y su imagen coinciden; si se lee el tester desde los costados, la imagen en el espejo aparece en un lado del indicador.



Desde las posiciones 1 y 3 se incurre en error de Paralaje. La posición 2 es la correcta

Figura 12

La mayoría de los tester están equipados con un tornillo de ajuste (también conocido como ajuste a cero), para ajustar el indicador a cero antes de conectar el instrumento en el circuito. Se debe tener cuidado de ajustar el indicador de manera adecuada antes de usar el tester.

Si un tester es un medidor de bobina móvil e imán permanente, se debe tener cuidado al conectarlo al circuito que se va a testear. El terminal negro o negativo (menos) debe ser conectado al lado negativo del circuito y el terminal rojo o positivo (+) al lado positivo. Si los terminales se conectan al revés, el tester puede resultar dañado.

Cuando se usa un instrumento multi-rango, se debe tener cuidado al seleccionar el rango correcto para el circuito en el cual se conectará el instrumento. Cuando se compruebe un circuito cuya corriente o voltaje se desconoce, es aconsejable empezar por el rango más alto e ir bajando hacia el correcto. El rango correcto es en el que una deflexión importante es evidente. Por ejemplo, obtener una lectura precisa de una corriente en la región de 1 miliampere en un rango de 1 ampere sería difícil. Generalmente, un rango donde la lectura aparece en la mitad alta de la escala es el mejor para usar o si la escala no es uniforme, se deberá escoger un rango donde la lectura aparece en la porción más separada de la escala. Cuando se transporte un multitester, el conmutador selector se deberá dejar en el rango de corriente más alto. Esto asegura que el movimiento del medidor se amortigüe.

Multitester digitales y análogos

- Multitester: un tester que pueda medir varios rangos de corriente, voltaje y resistencia.
- Multitester análogo: un multitester análogo es uno con un mecanismo de bobina móvil.
- Multitester digital: un multitester digital es uno que usa un conjunto de circuitos eléctricos y una pantalla de lectura digital.
- Conmutador de rango: el control que cambia los rangos de medición de un multitester.
- Deflexión de escala completa: voltaje o corriente necesarios para dar la indicación máxima en un tester.
- Precisión: del tester, que depende de cuán bien está fabricado, calibrado y mantenido.
- Resolución: unidad de medición mínima que puede medir el instrumento.
- Sensibilidad: del instrumento, o cuánta potencia toma del circuito al cual está conectado
- Los tester digital y el análogo son usados en la medición eléctrica, aunque el tester digital es más popular. El tester análogo tiene la ventaja de no necesitar una batería (salvo para la medición de la resistencia), y es mejor para mostrar un valor que cambia. Aunque funcionan de manera diferente, ambos instrumentos se conectan a un circuito del mismo modo. También se selecciona la función y el rango del mismo modo. Por lo tanto, salvo por las lecturas, desde el punto de vista del usuario el tester análogo y el digital tienen mucho en común.

El multitester

El multitester está diseñado para medir la corriente, el voltaje y la resistencia. Algunos multitester pueden también medir componentes tales como condensadores, diodos y transistores. Un multitester básico usa uno de dos sistemas indicadores:

- Un indicador mecánico y una escala graduada –el multitester análogo.
- Una pantalla numérica electrónica –el multitester digital.

El usuario de un multitester utiliza el conmutador de rango para configurar el tester al tipo de medición que necesita. El cambio del tipo de medición se llama “selección de

rangos". Los multitester análogos normalmente tienen un conmutador de rango para posiciones múltiples por debajo del movimiento del tester. Los multitester digitales pueden usar uno o dos conmutadores de rango rotatorios mientras que algunos también usan conmutadores de rango con botón para presionar. En la Figura 13 la ilustración a la izquierda muestra un multitester análogo típico mientras que a la izquierda muestra un multitester digital.

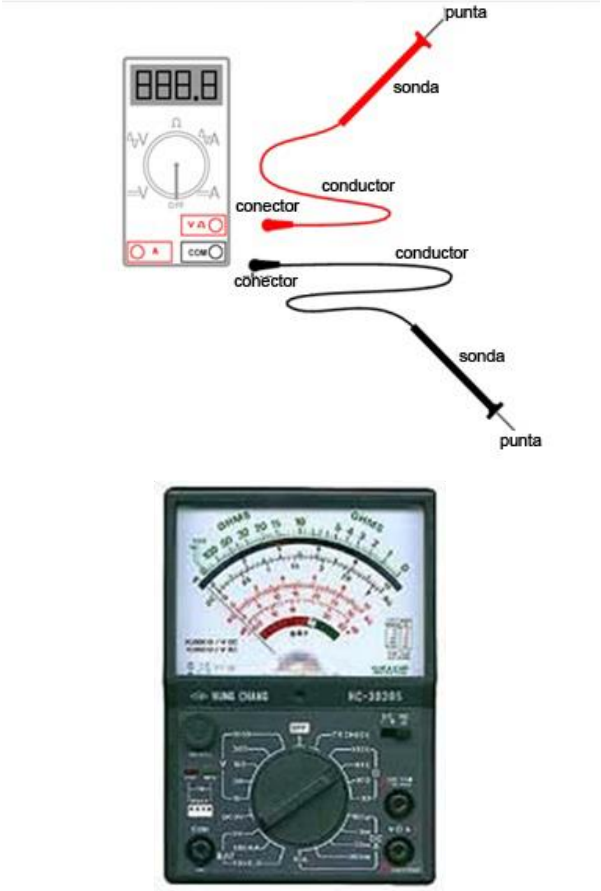


Figura 13: Multitester Digital y Análogo

Uso de voltímetros y amperímetros en los circuitos

Voltímetro

Al conmutar en diferentes valores de resistencia multiplicadora, se puede hacer que el medidor mida un rango amplio de voltaje desde menos que 1 a más de 1000 voltios.

Como muestra la Figura 14, un voltímetro está conectado en paralelo o a través de la parte de un circuito donde se necesita la medición del voltaje.

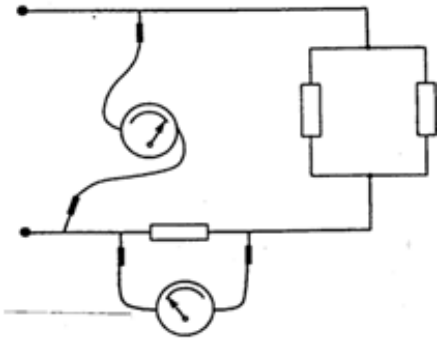


Figura 14: El **voltímetro en un circuito en paralelo**

Amperímetro

La Figura 15 muestra cómo medir la corriente que fluye en un circuito. Debemos abrir el circuito en el punto que será medido y conectar el amperímetro. En otras palabras, para medir la corriente, usted debe conectar el amperímetro en serie con el circuito. Para asegurar la integridad del conductor neutral, el amperímetro siempre debe estar conectado en el lado activo del circuito.

Con un amperímetro llamado amperímetro con pinza o mordaza, se puede medir la corriente sin abrir el circuito.

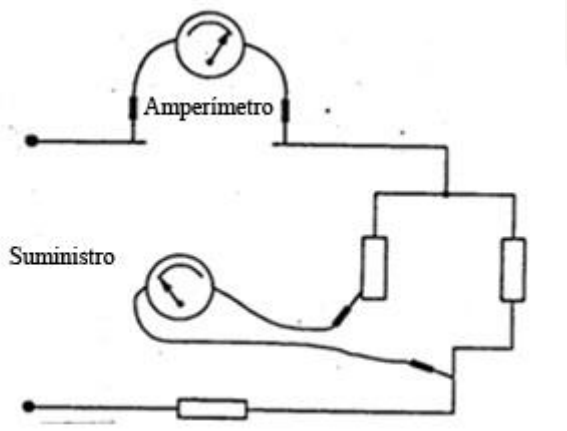


Figura 15: Flujo de corriente

El ohmmetro

La Figura 16 muestra un circuito básico. El ohmmetro mide las resistencias en ohmios, y el movimiento de su indicador es del tipo bobina móvil. Este instrumento tiene una batería incluida y, nuevamente, no debe ser utilizado con circuitos energizados

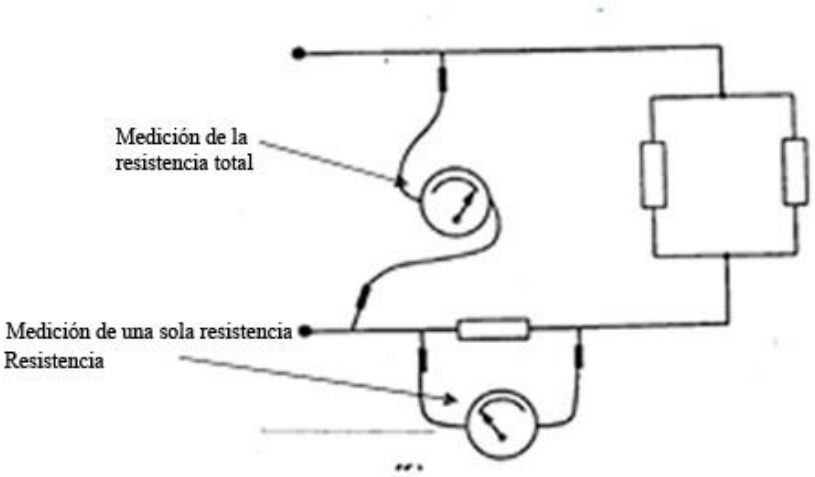


Figura 16: Medición de la resistencia

1.4 Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias

Ley de Ohm

Existe una proporción fija (relación) entre el voltaje, corriente y resistencia. Esta proporción es la base de la Ley de Ohm y puede definirse del siguiente modo:

La corriente que fluye en un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito, a una temperatura constante.

De esto se puede derivar la siguiente fórmula:

Donde: I=V/R

I = el símbolo de la corriente fluye y se mide en Amperios (A). V = el símbolo para voltaje y se mide en Voltios (V).

R = el símbolo para la resistencia del circuito y se mide en Ohmios (Ω). La relación entre Resistencia, Voltaje y Corriente,

La Ley de Ohm se cumple para el voltaje, la corriente y la resistencia en todo circuito eléctrico CC.

En esta ecuación podemos ver que un aumento/disminución en cualquiera de estas tres variables (V,I o R) afectará a alguna de las otras variables:

Si:

$$V = I \times R \qquad \text{Luego:} \quad V \propto I \quad \text{y} \quad I \propto V$$

$$\text{Y:} \quad V \propto R \quad \text{y} \quad R \propto V$$

$$\text{Y:} \quad I \propto \frac{1}{R} \quad \text{y} \quad R \propto \frac{1}{I}$$

Cálculos de la ley de Ohm

Aunque la resistencia de un conductor, resistor o aislador será diferente si el resistor se cambia (es decir, material, área, longitud o temperatura), se puede considerar para el propósito de estas ecuaciones de la Ley de Ohm que la resistencia permanecerá constante a menos que se indique lo contrario.

En el siguiente circuito se conocerá el voltaje de la batería y se ha colocado un amperímetro en el circuito para medir la corriente:

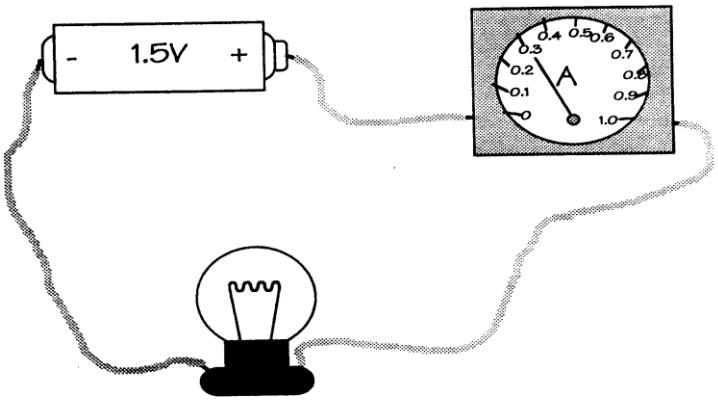


Figura 17: Circuito

La resistencia de esta lámpara puede ser encontrada por:

$$V = I \times R \qquad \text{por lo tanto } R = V/I$$

$$R = {}^{1.5V}/_{0,3A}$$
$$R = 5\Omega$$

Ejemplo

En la Figura 18, un Ohmmetro da una lectura de 10 Ω cuando está conectado. El Voltímetro muestra 12voltios.A partir de estas lecturas, se puede usar la ley de Ohm para descubrir la corriente que fluye en la resistencia.

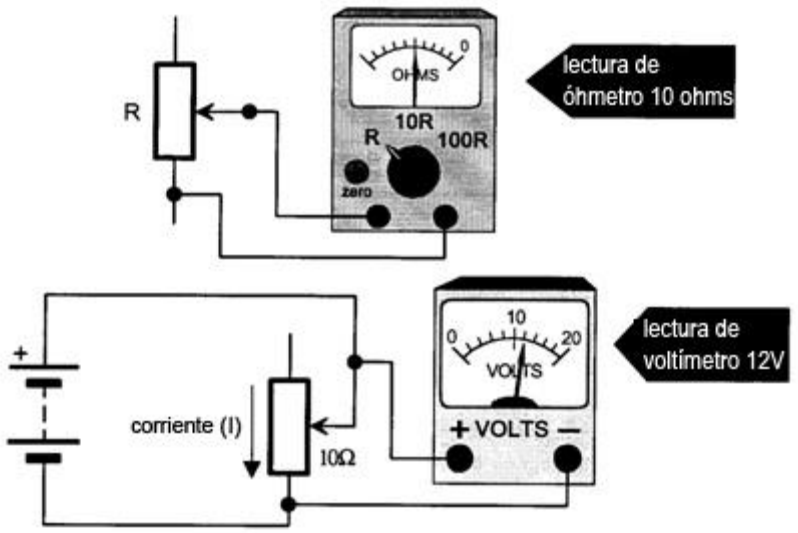


Figura 18: Ohmmetro

Potencia eléctrica

La definición de potencia

La definición para la Potencia es la tasa en la que se realiza un trabajo.

Si una corriente de 1ampere fluye enun circuito cuando una fuerza electromotriz de 1 Volt se aplica al circuito, entonces la energía eléctrica se usa a una tasa de 1Joule por segundo. La potencia en el circuito mostrado en la Figura 19 es por lo tanto 1 Watt.

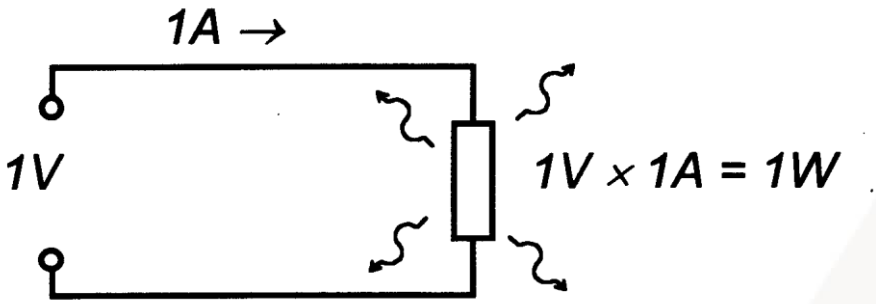


Figura 19: Circuito eléctrico

Si el voltaje se aumenta a 2voltios, entonces la corriente resultante es de 2amperes, entonces la energía será usada a una tasa de 4Joule por segundo (4Watt).Así, la potencia eléctrica en Watt de todo circuito es el producto del voltaje y la corriente.

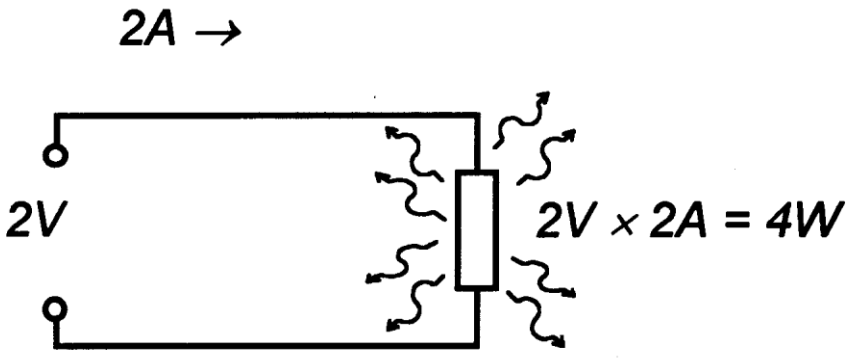


Figura 20: Circuito eléctrico

Esto se puede escribir en una fórmula descrita a continuación:

Potencia = Volts x Amperes

O

P =V x I

Unidad

La unidad SI para la potencia eléctrica es el Watt (símbolo W) que es 1Joule de energía usado en 1 segundo (1 Joule/segundo) - 1J = 1Wx 1s.

El Watt puede expresarse con múltiplos y sub-múltiplos como (kilo, megaomili, micro) Watt por ejemplo, 1000 Watt= 1kW, 0,001 = 1 miliWatt, etc.

Transposición de la fórmula

La potencia puede ser expresada en términos de corriente y resistencia o voltaje y resistencia al sustituir la fórmula de la ley de ohm adecuada por V, I y R con la fórmula P=VI. Podemos obtener algunas fórmulas muy útiles para encontrar la Potencia en diferentes circuitos.

Ejemplo:

Para resolver la Potencia con una corriente desconocida:

Si un calefactor casero de 230Vtiene una resistencia de 10Ωcalcule la potencia consumida desde el suministro.

Es posible solucionar este problema con las fórmulas ya conocidas, simplemente al descubrir la corriente en primer lugar y luego al colocar ese valor en la fórmula para la potencia.

Abajo sin embargo, lo haremos de una sola vez, simplemente combinando ambas fórmulas usadas para obtener este resultado (P=VI y I=V/R) y sustituir la corriente en la fórmula de la potencia para obtener otra fórmula como ésta:

$$P = V \times I \quad \text{y} \quad I = \frac{V}{R}$$

luego substituimos $\frac{V}{R}$ por I en la ecuación de energía

$$\therefore P = V \times \frac{V}{R} \text{ por lo tanto } P = \frac{V \times V}{R}$$

que corresponde a $\frac{V^2}{R}$

ahora solo queda representar los números así

$$P = \frac{230V^2}{10\Omega} = 5790W \text{ que corresponde a } 5.79kW$$

La siguiente fórmula sirve para resolver la Potencia con un voltaje desconocido.

Usando la Figura188, si se suministra 10A a una carga resistiva de 24Ω, calcule la potencia utilizada:

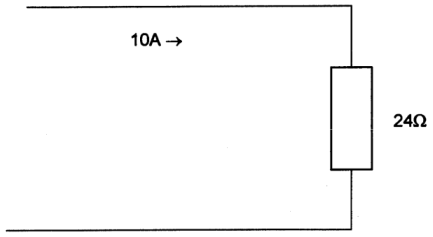


Figura 21: Circuito con un voltaje desconocido

Más ejemplos

¿Cuánta resistencia habría en una lámpara de 40 Watt una casa, con un suministro de 230V?

¿Cuánta corriente fluye a través de la lámpara?

Un calefactor de 2000Wconsume8.696A. ¿Cuál es el voltaje suministrado y la resistencia del calefactor?

Un calefactor es catalogado a 1kWcuando se le suministra 230V, ¿Cuánta potencia disiparía este aparato como calor si fuese conectado a un suministro de 110V CA?

Cambio en P si I, V o R cambia

Si se aumenta el voltaje en un circuito, la corriente aumenta (asumiendo que la resistencia permanece igual).O, si la resistencia de un circuito cambia, la corriente tomada por el circuito cambiará (asumiendo que el voltaje es constante).

De este modo, si los valores de la corriente o voltaje cambian en un circuito, la potencia tomada por el circuito también debe cambiar. ¿Pero cuánto? Primero veamos lo que pasa cuando cambia el voltaje.

La potencia tomada por el circuito aumentará al cuadrado del cambio del voltaje (asumiendo que la resistencia no cambia).Por ejemplo, si el voltaje se duplica, la potencia aumentará cuatro veces, ya que dos al cuadrado (2^2) es igual a cuatro. El siguiente ejemplo muestra esto:

Ejemplo

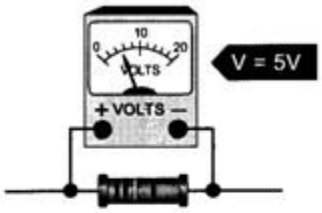
¿Cuanta energía utiliza una resistencia de 10Ω cuando el voltaje es de 5V?
Luego, ¿Cuanta energía utiliza una resistencia, si el voltaje es de 10V?

Solución

Valores $V = 5V$
$R = 10\Omega$
$P = ?$

Ecuación $P = \frac{V^2}{R} = \frac{5^2}{10} = \frac{25}{10}$

Respuesta **P = 2.5W** (when voltage is 5V)



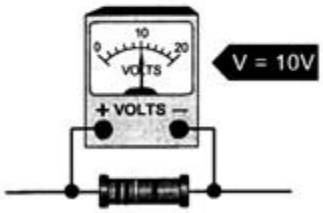
R = 10 ohms

Cuando el voltaje aumenta a 10V, la energía se calcula de la misma manera. Por lo tanto:

Valores $V = 10V$
$R = 10\Omega$
$P = ?$

Ecuación $P = \frac{V^2}{R} = \frac{10^2}{10} = \frac{100}{10}$

Respuesta **P = 10W** (when voltage is 10V)



R = 10 ohms

Figura 22

Como se puede ver, la potencia aumentó cuatro veces, ya que 2,5 x 4 es igual a 10. Si el voltaje aumenta tres veces, la potencia tomada por la resistencia aumentará nueve veces, ya que tres al cuadrado es nueve. Si el voltaje cae a la mitad, a potencia caerá a un cuarto de su valor anterior.

Por lo tanto, se puede ver que un pequeño cambio en el voltaje causa un cambio mayor en la potencia tomada por un circuito.

Efecto de la potencia si la corriente cambia

De la ecuación $P=I^2R$ se puede ver que la potencia cambia con el cuadrado de la corriente (siempre que la resistencia no cambie). Por lo tanto, si por algún motivo la corriente se duplica, la potencia aumenta cuatro veces.

Un ejemplo de esto es la pérdida de potencia en el conductor de conexión entre una fuente de voltaje y la carga. Por ejemplo, un conductor de larga extensión puede tener una resistencia total de 2Ω.Cuando la corriente que pasa a través del conductores de5A,la potencia usada por el conductor(la que se disipa como calor) es de 5^2x 2, que es igual a 50 W.

Si la corriente en el conductor aumenta a 10A,quizás al conectar otro aparato eléctrico, la pérdida de potencia se vuelve 10^2x2,que es 200W.La pérdida de potencia ahora es cuatro veces mayor, y se produce cuatro veces más calor en la carga.

Efecto de la potencia si la resistencia cambia

Ya ha visto que la potencia es directamente proporcional al cuadrado del voltaje o la corriente como se mostró en las ecuaciones $P=I^2R$ y $P=V^2/R$. pero ¿Qué pasa si la resistencia cambia mientras la corriente o el voltaje se mantienen constantes?

En ambas ecuaciones R no es cuadrado, a diferencia de I o V. por lo tanto, la potencia cambia proporcionalmente al cambio en la resistencia. El siguiente ejemplo explica esto.

Ejemplo

Calcule la potencia tomada por los circuitos (a) y (b) como se muestra a continuación

Solución para (a)

Valores $V = 10V$

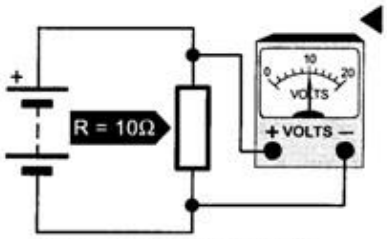
$R = 10\Omega$

$P = ?$

Ecuación $P = \frac{V^2}{R}$

$= \frac{10^2}{10} = \frac{100}{10}$

Respuesta **$P = 10$ watts**



(a) R = 10 ohms, V = 10 volts

Solución para (b)

Valores $V = 10V$

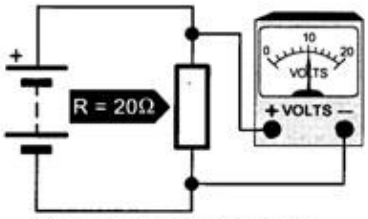
$R = 20\Omega$

$P = ?$

Ecuación $P = \frac{V^2}{R}$

$= \frac{10^2}{20} = \frac{100}{20}$

Respuesta **$P = 5$ watts**



(b) R = 20 ohms, V = 10 volts

Figura 23: Circuitos con potencia desconocida

A partir de esto, se puede ver que si el voltaje alimentado al circuito se mantiene constante, entonces el duplicar la resistencia causa que la potencia tomada por el circuito se reduzca a la mitad. Por lo tanto, si la resistencia se reduce a la mitad (suponiendo que el voltaje se mantiene constante), el consumo de energía se duplicará. Esto significa que si dos aparatos eléctricos se conectan al mismo voltaje, el aparato eléctrico con la menor resistencia tomará más energía.

Según la Ley de Ohm, si están conectadas al mismo voltaje, el aparato eléctrico con la menor resistencia tendrá también la mayor corriente. Para hacer que ambos aparatos eléctricos tomen la misma corriente, debe disminuir el voltaje a través del aparato con la menor resistencia. Por lo tanto, si la corriente es la misma, el aparato con la menor resistencia tomará la menor cantidad de potencia.

Resumen

- La potencia es directamente proporcional a la resistencia (para la misma corriente).
- La potencia es inversamente proporcional a la resistencia (para el mismo voltaje).
- La potencia cambia por el cuadrado del cambio de voltaje.
- La potencia cambia por el cuadrado del cambio de la corriente (si se supone que la resistencia no cambia).

Figura 24: Rueda de la Ley de Ohm

1.5 Circuito con resistencias en serie y paralelo

Circuitos en serie

Un circuito en serie tiene ciertas características y reglas básicas que son indicadas aquí:

- La misma corriente fluye a través de cada parte de un circuito en serie.

- La resistencia total de un circuito en serie es igual a la suma de las resistencias individuales.
- El voltaje aplicado a un circuito en serie es igual a la suma de las caídas de voltaje individuales.
- La caída de voltaje en una resistencia en un circuito en serie es directamente proporcional al tamaño de la resistencia.
- Si el circuito se corta en algún punto, la corriente no fluirá.

En un circuito de resistencias en serie, las resistencias están conectadas de extremo a extremo como los vagones de un tren. La resistencia total del circuito es igual a:

$R_T = R_1 + R_2 + R_3$

Ya que sólo hay un camino para la corriente, sólo puede haber una sola corriente. Por lo tanto, la corriente total I_T es igual a la corriente que fluye R_1 (I_1) o R_2 (I_2) o R_3 (I_3).

La caída de voltaje en cada resistencia puede ser encontrada con el uso de la Ley de Ohm V x I R. El voltaje en R_1 es igual a la corriente a través de R_1 multiplicada por el valor de R_1.

El voltaje total aplicado al circuito es igual a la suma de las caídas de voltaje alrededor del circuito. Esto se conoce como la Ley de Voltaje de Kirchoff que se expresa así:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n$$

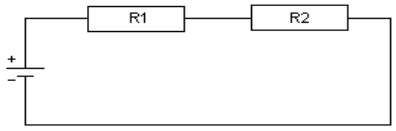


Figura 25: Circuitos de 2 resistencias en serie

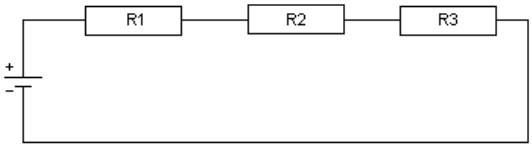


Figura 26: Circuitos de 3 resistencias en serie

Redes de división de voltaje

Una red de división de voltaje consta de dos o más resistencias conectadas en serie. Antes de la llegada de CA, la única forma de cambiar un voltaje CC desde un valor a otro fue con el uso de una red de división de voltaje. El diagrama del circuito de abajo en la Figura193 muestra una red divisora de voltaje de dos resistencias simple.

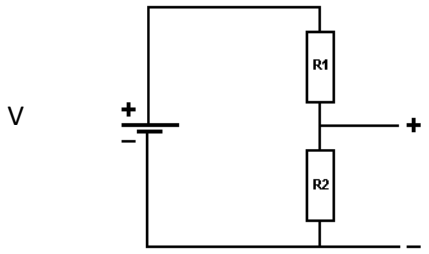


Figura 27: Red divisora de voltaje

Las dos resistencias, R1 y R2, son las resistencias de proporción y determinarán el valor del voltaje de salida de R2.Si ambas resistencias son del mismo valor entonces cada una tendrá una mitad del voltaje de suministro.

El voltaje de salida de R2 será entonces la mitad del voltaje de suministro. Si R2fuera dos veces el valor deR1, entonces tendrá dos veces el voltaje a través de ésteo2/3del voltaje de suministro. La fórmula de abajo puede ser usada para calcular el voltaje de salida:

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1+R_2} * V$$

Circuitos paralelos

Un circuito paralelo es uno con varios caminos diferentes para que circule la corriente. Es un río que ha sido dividido en pequeños arroyos. Sin embargo, todos los arroyos vuelven al mismo punto para formar el río nuevamente.

El circuito paralelo tiene características extremadamente diferentes que un circuito en serie. Por un lado, la resistencia total de un Circuito Paralelo NO es igual a la suma de las resistencias (como en un circuito en serie). La resistencia total en un circuito paralelo siempre es menor que cualquiera de las resistencias en derivación. El agregar más resistencias paralelas a los caminos causa que la resistencia total en el circuito

disminuya. A medida que agrega más y más derivaciones al circuito, la corriente total aumentará. ¿Por qué? Recordar que en la Ley de Ohm que a menor la resistencia, mayor será la corriente.

Reglas básicas

Un circuito paralelo tiene dos o más caminos para que la corriente fluya. Por lo tanto, la suma de las corrientes a través de cada camino es igual a la corriente total que fluye desde la fuente.

$I_T = I_1 + I_2$

El voltaje es el mismo en cada componente del circuito paralelo.

$V_T = V_1 = V_2$

Se puede encontrar la resistencia total en un circuito paralelo con la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Los siguientes son ejemplos de circuitos paralelos:

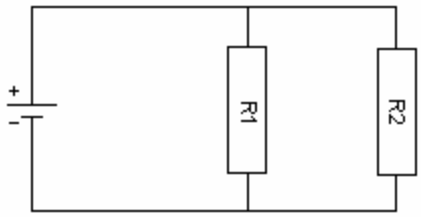


Figura 28: Un circuito paralelo de 2 resistencias

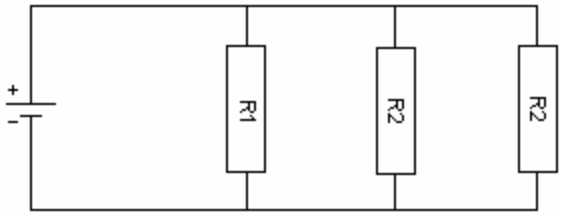


Figura 29: Un circuito paralelo de 3 resistencias

Redes divisoras de corriente

La cantidad total de corriente que entra en un empalme es igual a la corriente total que sale del empalme.

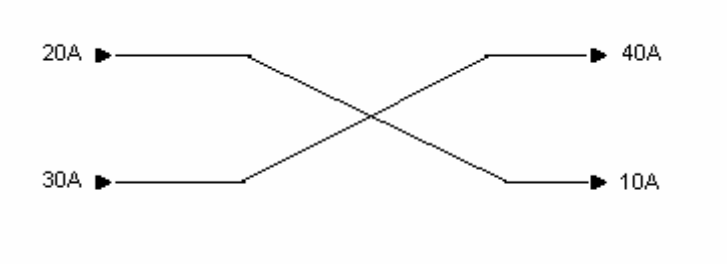


Figura 30: Corrientes de empalme

Del mismo modo que una red de división de voltaje, una red de división de corriente utiliza dos o más resistencias pero conectadas en paralelo. El diagrama del circuito de la Figura31 muestra una red divisora de corriente de dos resistencias simples.

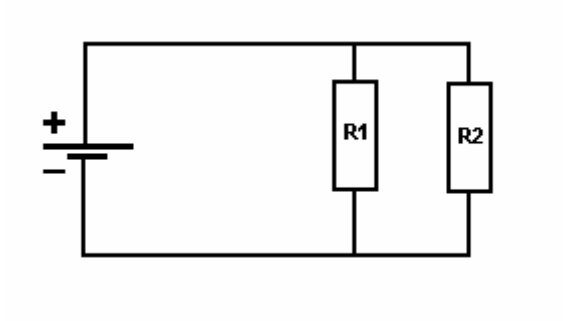


Figura 31: Red divisora de corriente de resistencia

En la Figura 32, la cantidad de corriente consumida por cada resistencia es inversamente proporcional a su resistencia. En otras palabras la resistencia de valor menor tendrá la corriente más alta mientras que la resistencia con el valor mayor tendrá la más pequeña. La fórmula de abajo se puede usar para determinar la corriente de cada resistencia.

$$I_1 = I_T \frac{R2}{R1 + R2} \qquad I_2 = I_T \frac{R1}{R1 + R2}$$

Figura 32

1.6 Componentes principales de motores de inducción

Características de los Motores de Inducción

Recibe su nombre debido a que la potencia es transferida al rotor en forma inductiva, es decir, es una máquina que sólo tiene amortiguamiento y el voltaje en el rotor se induce en los devanados del rotor en lugar de estar conectados por cables. Esto evita el uso de conmutador, lo que lo hace confiable y eficiente.

Se caracterizan porque:

- Son alimentados por una sola vía (campo y corriente).
- Corriente y flujo, son señales alternas.
- Su velocidad es menor que la velocidad sincrónica.

Los motores de inducción llevan circuitos integrados para regular la toma de corriente y evitar de esta forma, una baja en la intensidad de la corriente. Para el arranque requieren gran cantidad de corriente y, aunque son más costosos que los de corriente continua, su reparación es menos compleja. El voltaje es muy importante para un motor de inducción.

En general, el funcionamiento de un motor se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear, a partir de las mismas, fuerzas de atracción y repulsión encargadas de actuar sobre un eje y generar un movimiento de rotación.

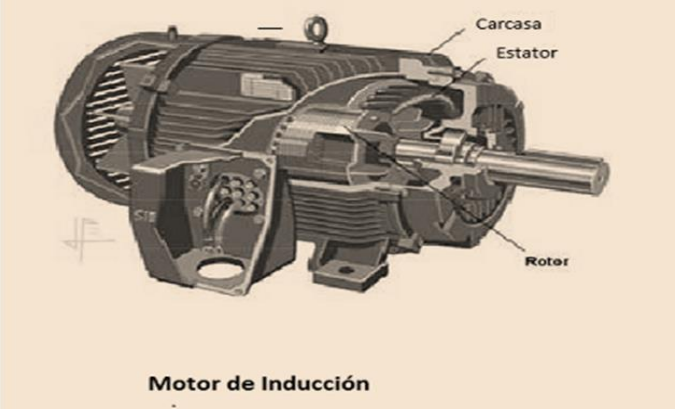


Figura 33: Estructura del Motor de Inducción

La máquina o motor de inducción se compone de tres partes:

- El estator.
- El rotor.
- La carcasa.

Estator: Corresponde a la parte eléctrica estacionaria del motor. Tanto el estator como el rotor son circuitos electromagnéticos que funcionan como electroimanes. El núcleo estator de un motor está hecho de varios cientos de laminaciones delgadas aisladas entre sí.

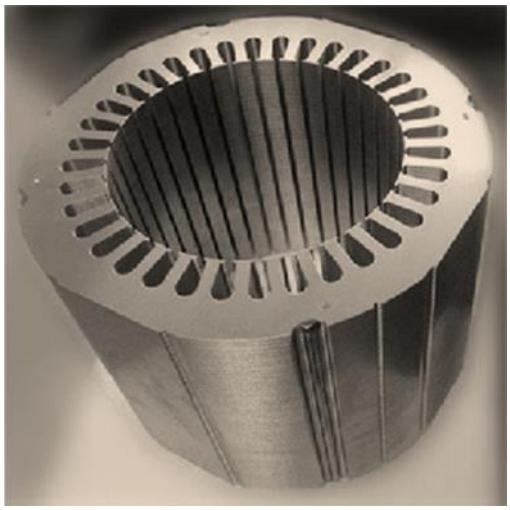


Figura 34

Devanado del estator: Se apilan las laminaciones del estator formando un cilindro hueco y se insertan bobinas de alambre aislado, en cada una de las ranuras del núcleo.

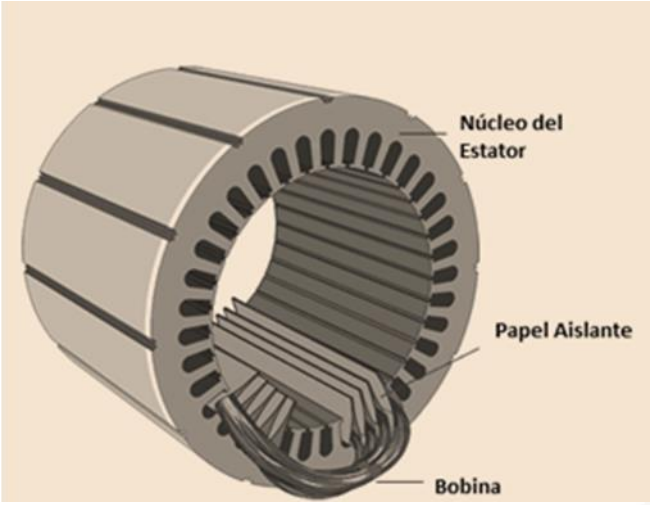


Figura 35

Cada grupo de bobina, junto con el núcleo de acero que lo rodea, forma un electroimán. Los devanados del estator son conectados directamente a la fuente de alimentación.

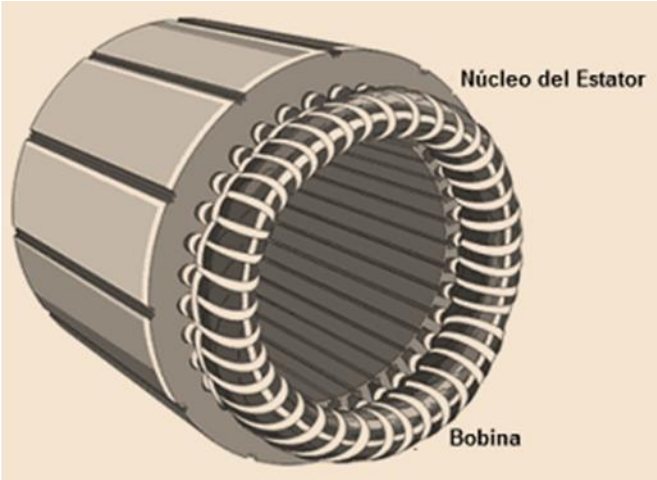


Figura 36

Rotor

Tipos de Rotor:

- Rotor Jaula de Ardilla.
- Rotor devanado.

Cuando los motores están funcionando presentan características parecidas, independientemente del tipo de rotor. Sin embargo, se diferencian en el arranque, en la posibilidad de regular la velocidad, factor de potencia, eficiencia y costo.

El núcleo del rotor está hecho de laminaciones de acero aisladas entre sí y apiladas, obteniéndose un núcleo sólido. Previamente las chapas fueron preformadas para que al apilarse, formen las ranuras.

Rotor Jaula de Ardilla

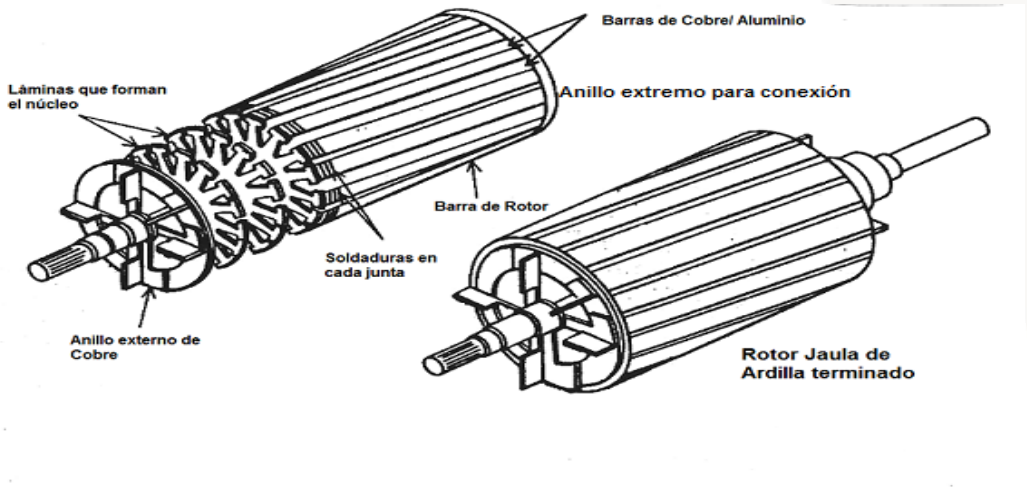


Figura 37

Se conoce como Jaula de Ardilla al rotor que tiene una serie de barras conductoras, que se ubican dentro de las ranuras con sus extremos puestos en cortocircuito por medio de dos anillos.

Rotor devanado

Se compone de un arrollamiento trifásico completo, que es una imagen reflejada del devanado del estator. Generalmente se conectan en estrella y sus extremos van a los anillos rozantes. Puede ubicarse en cortocircuito, a través de las escobillas o se pueden insertar resistencias para que en el momento del arranque, se limite la corriente y se eleve el torque. Asimismo se puede regular la velocidad.

Carcasa

La carcasa es un armazón, con dos tapas en los extremos. El devanado del estator está ajustado dentro de la carcasa. El rotor encaja dentro del estator con un ligero entre hierro que lo separa del estator. No hay conexión física directa entre el rotor y el estator. La carcasa además, protege las partes eléctricas y operativas del motor, de los efectos perjudiciales del ambiente en que el motor opera. Los rodamientos, montados en el eje, sostienen al rotor y le permiten girar. El ventilador, también montado en el eje, se usa para refrigerar el motor.

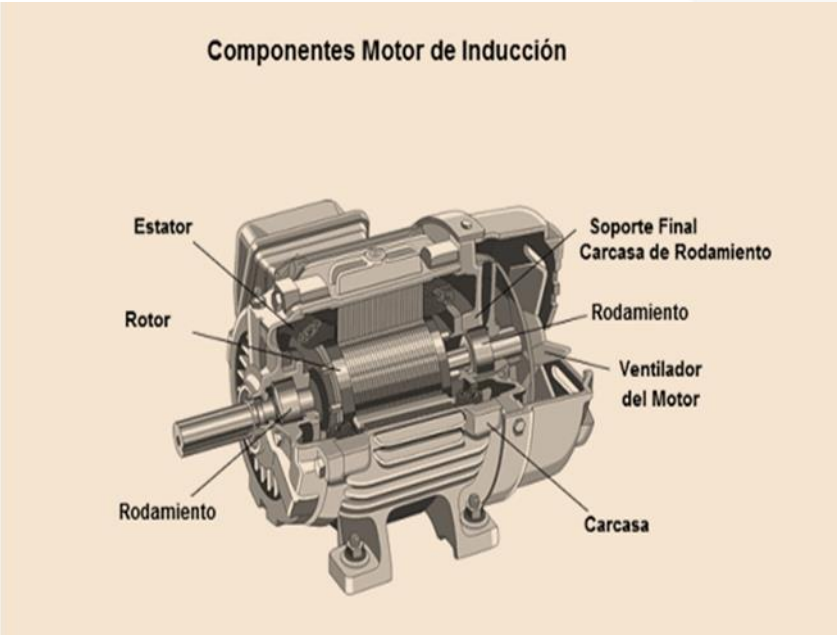


Figura 38

Potencia eléctrica

Por definición, la potencia es un Watt si un Joule de energía es transformado en un segundo. Sin embargo, la potencia eléctrica es la tasa de suministro o la conversión de energía. La potencia eléctrica puede ser calculada cuando se conoce la corriente y el voltaje.Cuando un voltaje de 1Vcausa que una corriente de 1A fluya, la potencia es 1W.

Potencia=Voltaje x *Corriente*

P=V x *I*

Donde:

P = Potencia medida en **Watts**

V = Voltaje medido en Volts

I = Corriente medida en Amperes

Potencia mecánica (Potencia en un motor)

La potencia de una máquina es la cantidad de trabajo que ésta puede realizar en un tiempo determinado. La energía mecánica de un motor depende de su velocidad de rotación y el torque que desarrolle. Es dado por:

$P \propto T \times n$ ($\propto$ = proporcional a)

Donde

P = energía mecánica [W] T = par de torsión [Nm]

n = velocidad de rotación (revoluciones por segundo)

La energía generada por un motor puede calculares por la siguiente fórmula: $\frac{2\pi NT}{60}$

Donde

P = Energía Mecánica en Watts (W) T = Par de torsión en (Nm)

N = Velocidad de rotación en revoluciones por minuto

Ejemplo

Calcular la energía de salida de un motor eléctrico que mantiene una velocidad de 1000rev/min en contra de un torque de carga de 21 Nm

$$P = \frac{2\pi NT}{60} = \frac{2x\pi x1000x21}{60} = 2200 \text{ watts}$$

Potencia de entrada/salida y eficiencia

Aunque la Energía no puede ser creada o destruida, no significa que la energía pueda ser convertida de una forma a otra sin tener pérdidas.

Cada vez que una máquina transforma energía desde una forma a otra, siempre hay algún tipo de pérdida. La pérdida sucede en la misma máquina, lo que causa:

- Un aumento de la temperatura.
- Una reducción en la eficiencia.

El estudio de las pérdidas de energía es importante porque da una idea de cómo poder reducirlas. Las máquinas eléctricas pueden ser divididas en dos grupos: aquéllas que tienen piezas rotativas como motores, generadores, etc., y aquéllas que no (transformadores, reactores, etc.). Las pérdidas eléctricas y mecánicas se producen en las máquinas rotativas, mientras que sólo las pérdidas eléctricas se producen en las máquinas estacionarias.

Las pérdidas mecánicas se deben a la fricción de los rodamientos y roce con el aire. Las pérdidas por fricción dependen de la velocidad de la máquina, y del diseño de los rodamientos. Las pérdidas de roce con el aire dependen de la velocidad y el diseño del ventilador de refrigeración, y de la turbulencia producida por las piezas rotatorias.

Las pérdidas eléctricas, como se muestra en la Figura 39, se componen de:

- Pérdidas en el conductor I^2R del rotor y estator(a veces llamadas pérdidas en el cobre).
- Pérdidas en el núcleo.
- Pérdidas en el entrehierro.

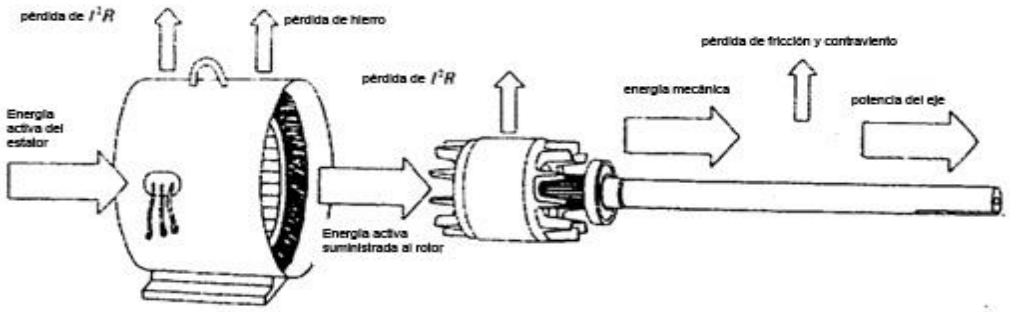


Figura 39: Pérdidas eléctricas

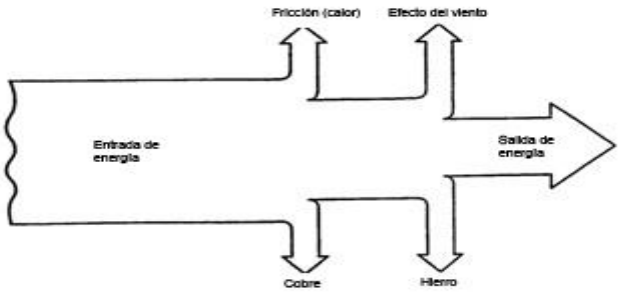


Figura 40: Entrada / salida de energía

Definición de eficiencia

Puede definirse como la proporción de la potencia de salida con la potencia de entrada y normalmente se expresa como un porcentaje.

Definición de pérdidas

Las pérdidas se pueden definir como la diferencia entre la energía de entrada y la potencia de salida.

Salida de potencia mecánica

La “clasificación de 150 Kw” se refiere a la **potencia** de salida mecánica del motor y la eficiencia η = 92%.

La energía de entrada es $P_{in} = P_{out} / \eta = 150/0{,}92 = 163$

Kw las pérdidas son $P_{in} - P_{out} = 163 – 150 = 13$ Kw

Las pérdidas son bastante moderadas, pero aún sería suficiente como para calentar continuamente una casa grande en medio del invierno.

Actividad N° 10

Principios básicos de electricidad

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

Electricidad y sus efectos

Objetivos de aprendizaje

- Reconocer elementos comunes que componen un tablero eléctrico.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los elementos más comunes de un tablero eléctrico. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos.

Materiales y recursos

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los materiales y elementos mencionados y prepare los muestrarios para la realización de la actividad. Estos artículos se consiguen en tiendas especializadas de electricidad y electrónica.

Elementos comunes de tableros eléctricos:

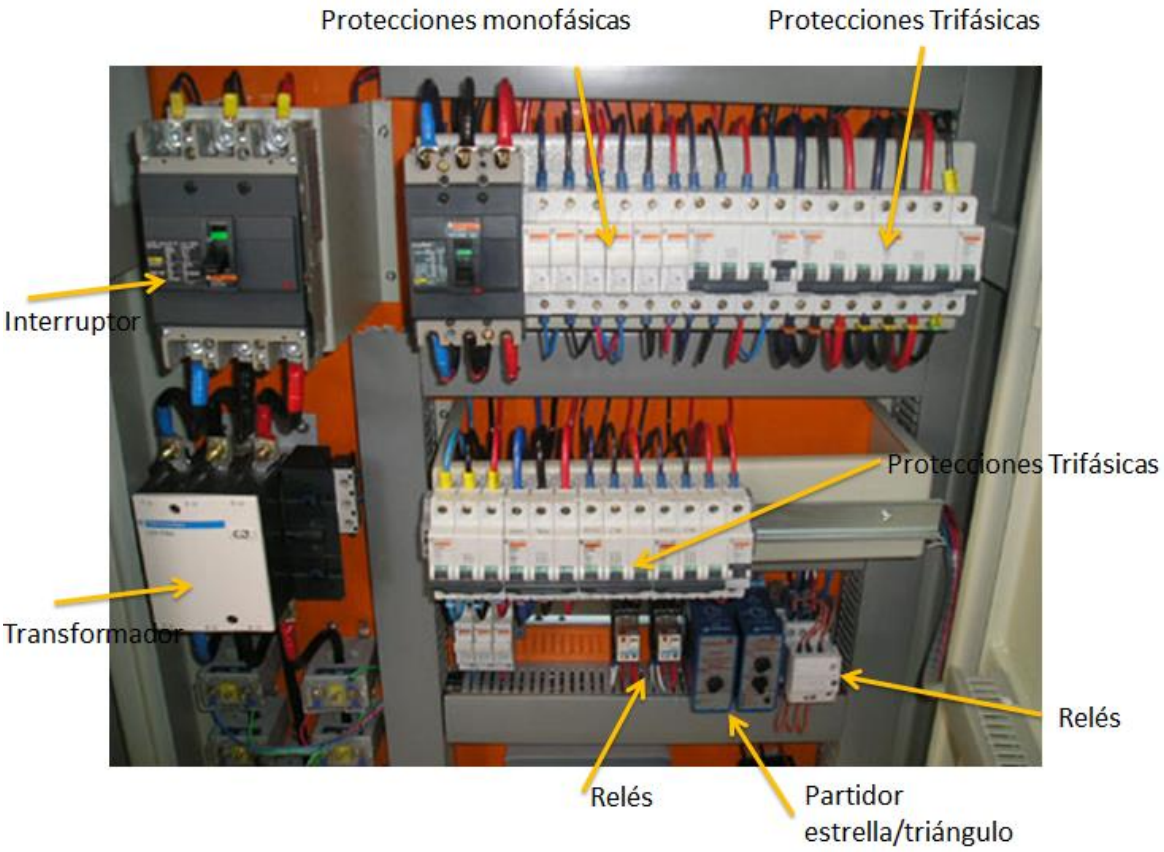
- Fuente de poder.
- Resistencias electrónicas.
- Transformadores.
- Fusibles y portafusibles.
- Regletas.
- Contactores.
- Disyuntores (monofásicos y trifásicos).
- Conectores.
- Luces piloto.
- Interruptores.
- Pulsadores.
- Interruptor diferencial.
- Relés.
- Voltímetros.
- Amperímetros.
- Medidores de potencia.
- Medidores de energía.
- Cables eléctricos.

Desarrollo

El instructor debe explicar a los participante que es la idea de esta actividad es que conozcan los distintos elementos del circuito eléctrico y sus funciones a través del muestrario.

De no tener muestrarios con los elementos solicitados, se podrán utilizar las fotografías del material didáctico o el tablero eléctrico que se encuentre en el lugar del Organismo Técnico de Capacitación. En este caso es únicamente el instructor que debe, con mucha precaución, solo mostrarles a los participantes los elementos aquí mencionados indicándoles donde se encuentran y como reconocerlos.

Tablero Electrico Vista Frontal



Uso de multitester, Elementos de circuitos, Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias

Objetivos de aprendizaje

- Armar circuitos básicos, con resistencias en serie y en paralelo y realizar mediciones de voltaje y corriente con el multitester.

Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

Recurso Plataforma WEB:
http://phet.colorado.edu/es/simulation/circuit-construction-kit-dc

Descripción de la actividad

El participante a través de una actividad práctica de simulación trabajará en un Kit de construcción de circuitos con resistencias, ampolletas, baterías (pilas), cable e interruptores. Podrán realizar mediciones con amperímetro y el voltímetro de manera realista. El circuito podrá ser visto en la forma de un diagrama esquemático o una vista realista.

Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando a los participantes que para construir circuitos eléctricos, los componentes deben ser arrastrados desde la caja de herramientas con excepción del voltímetro y el cronometro.

Hacer “click” en el botón derecho para explorar una variedad de situaciones. Por ejemplo, usted podrá romper una unión, remover un componente o cambiar los valores de resistencia.

Se puede utilizar el botón “guardar” para guardar una configuración para usar en clases.

Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

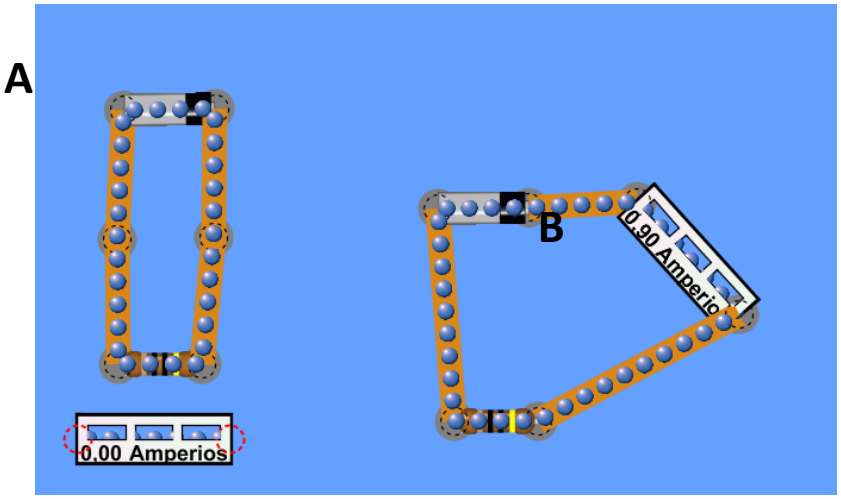
Algunas competencias básicas que usted querrá conocer y revisar en relación a la plataforma de simulación:

- Añadir piezas.
- Conectar partes con cables.
- Borrar cables, partes o añadir partes. Note que no podrá añadir nada después que el circuito ha sido construido.
- Usar el voltímetro y amperímetro. El amperímetro sin contacto es especialmente útil, pero el otro es realista.
- La diferencia entre vista esquemática y realista.
- Borrar una imagen para iniciar algo más.

Se sugiere que el instructor prepare con antelación algunos circuitos para que los participantes los reproduzcan de acuerdo a sus instrucciones.

Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

Pídales a los participantes que dibujen los siguientes circuitos y pregúnteles, cuál de los dos circuitos presenta la manera correcta de usar un amperímetro.

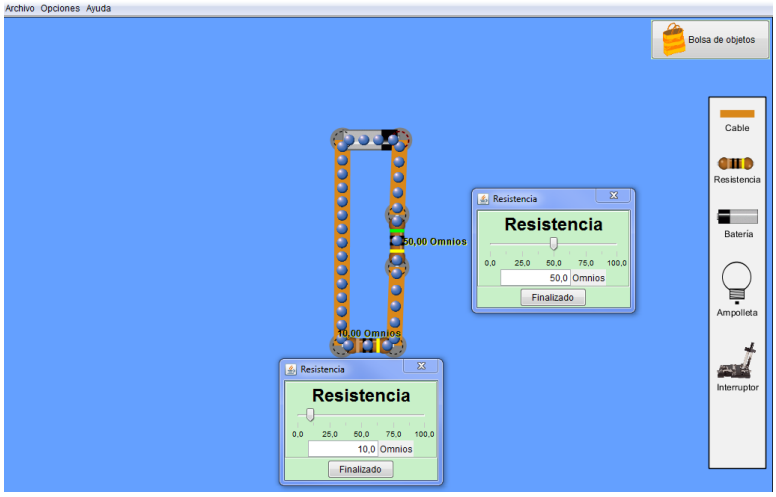


Solución: B.

Solicíteles a los participantes que dibujen los siguientes circuitos destacando que ambos “resistencias” deben ser de 50 Ohm (Ω). Luego pregúnteles cuál de las dos resistencias, si la de arriba o la de abajo, tiene mayor voltaje. Luego pregunte qué pasaría si cortocircuita una de las dos resistencias.

Solución 1: ambas tienen el mismo voltaje. Solución 2: la corriente tiende a infinito, y puede explotar.

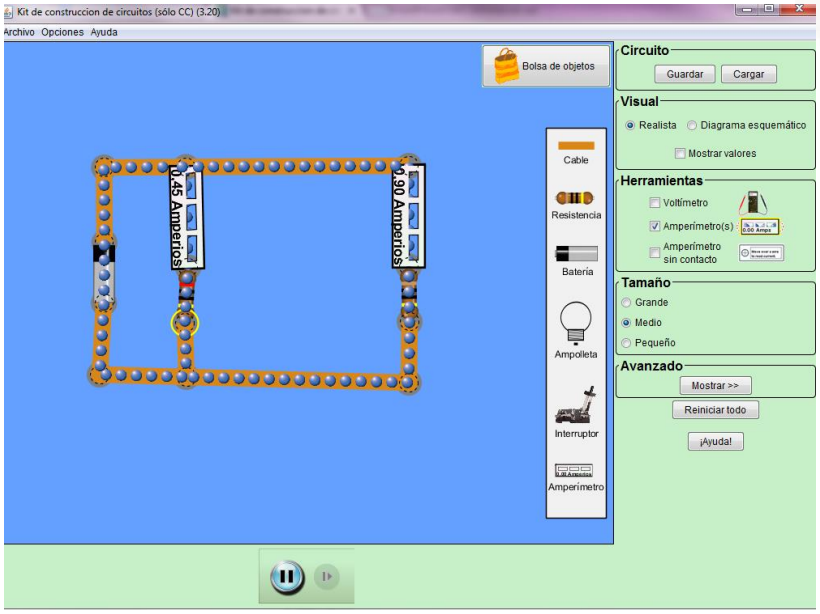
Solicíteles a los participantes que dibujen el siguiente circuito destacando que la primera resistencia debe ser de 50 Ohm y la de debajo de 10 Ohm. Luego pregúnteles cuál de las dos resistencias tiene el voltaje más alto:



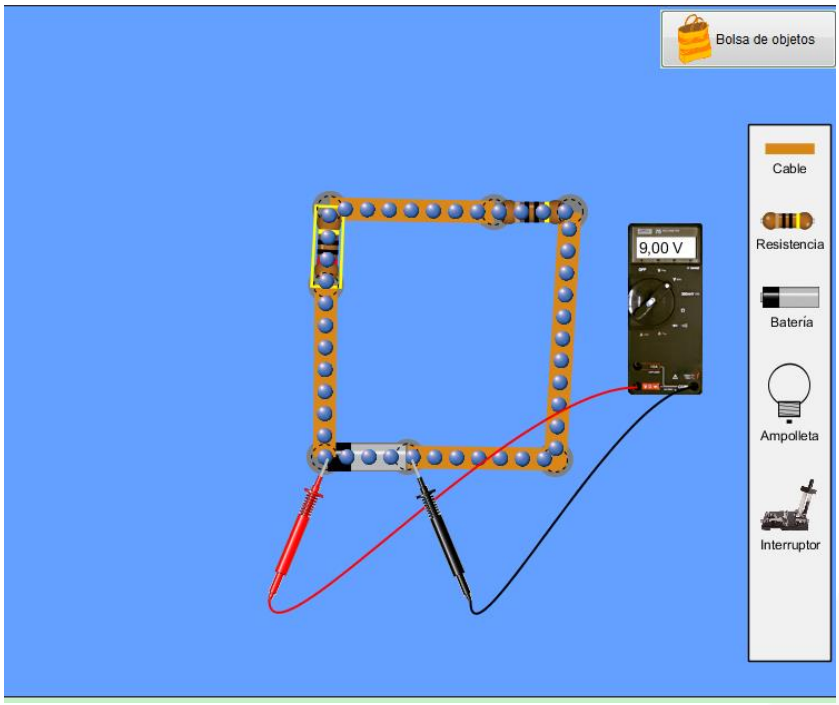
Solución: El de 50 Ω (en este caso es de la mayor resistencia).

Circuitos con resistencias en serie y en paralelo

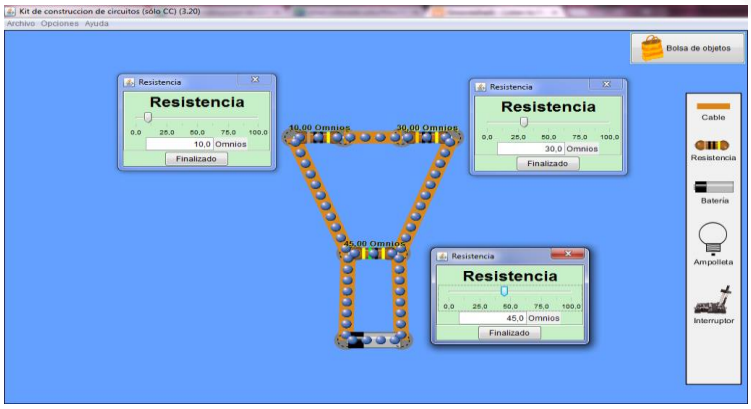
Solicíteles a los participantes que simulen un circuito para medir corriente siguiendo el ejemplo:



Solicíteles a los participantes que simulen un circuito para medir voltaje siguiendo el ejemplo:



Solicíteles a los participantes que dibujen el siguiente circuito destacando que los resistores deben ser de 10, 30 y 45 Ohm. Luego pregúnteles cuál es la resistencia en este circuito:



Solución: [1/(30+40) + 1/45] ^-1 =21

El instructor deberá comentar con los participantes que el voltaje es el mismo, mientras que la corriente se reparte al salir de la batería. La corriente es siempre la misma pero el voltaje va disminuyendo en cada resistencia. El voltaje es una diferencia.

Cierre

Se le llama resistencia eléctrica a la mayor o menor oposición que tienen los electrones para desplazarse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el sistema internacional es el ohm, que se representa con la letra griega omega (Ω), en honor al físico alemán George Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

Se denomina resistor o bien resistencia al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. En la propia jerga eléctrica y electrónica, son conocidos simplemente como resistencias. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule. Una resistencia puede ser una ampolleta.

Todos los electrodomésticos como planchas, hervidores, estufas eléctricas son distintos tipos de resistencias eléctricas.

2. Nociones básicas de neumática

2.1 ¿Qué es el aire comprimido, cuáles son sus principales usos y cómo se almacena y genera?

Los siguientes temas serán abordados en esta sección:

- Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos.
- Seguridad neumática.
- Compresores de aire.
- Componentes auxiliares del compresor.
- Mantenimiento de los sistemas neumáticos.
- Sistemas de distribución de aire.

Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos

A continuación se indican las *ventajas principales* de un sistema neumático:

- El aire es un gas fácilmente disponible fácilmente que se comporta como un fluido y que puede ser devuelto a la atmósfera luego de ser utilizado.
- El aire comprimido puede ser almacenado en contenedores construidos y diseñados adecuadamente como medio de almacenamiento de energía.
- El aire comprimido puede ser distribuido de manera rápida y eficiente dentro de una planta o fábrica.
- Las filtraciones de aire comprimido son un desperdicio de energía y en la mayoría de los casos no constituye un peligro serio.
- El aire comprimido es relativamente fácil de controlar en una amplia gama de aplicaciones donde se necesite el control de la velocidad y la potencia.
- Las herramientas o equipos que utilizan aire comprimido no se dañan por sobrecarga bajo muchas circunstancias de uso, sólo se detiene.
- El Elementos de aire comprimido puede ser usado en temperaturas altas, ambientes húmedos o peligrosos.

A continuación se indican las *desventajas principales* de los sistemas neumáticos:

- El aire exterior de entrada debe ser filtrado y limpiado.
- Los conductos de escape y válvulas de alivio en equipos accionados por aire necesitan silenciadores para minimizar el ruido de la máquina.

- Las máquinas neumáticas funcionan comparativamente a bajas presiones, limitando la cantidad de energía disponible para impulsar maquinaria o herramientas y por ende, su tamaño.
- Debido a la compresibilidad del aire, es difícil regular y lograr velocidades constantes de pistón o eje.
- El aire, especialmente cuando está comprimido, se escapa fácilmente por puntos de filtración tales como espacios pequeños, etc.

Seguridad en sistemas neumáticos

Cuando se trabaja con cualquier equipo que involucre el uso de aire comprimido, se deberá aislar y dejar seguro para hacerlo de acuerdo a los procedimientos establecidos.

El aire comprimido es más seguro de usar que la electricidad, pero como todas fuente de energía, se debe usar con cuidado y precaución. El personal de mantenimiento deberá estar consciente de los peligros potenciales que están presentes cuando se Utilizar aire comprimido a altas presiones.

Antes de comenzar cualquier prueba o mantenimiento en un sistema neumático, se debe observar las siguientes reglas como mínimo:

- Aislar el compresor y/o la máquina neumática de suministros de energía externos y de todas las fuentes de presión. Drenar o ventilar completamente hacia la atmósfera antes de desmantelar algún componente.

- Cuando se realice el mantenimiento en compresores accionados eléctricamente, bloquear el interruptor en la posición abierta (off), o usar otro medio seguro de interrupción de corriente tales como el retiro de fusibles.

- Usar tarjetas de bloqueo para evitar que otras personas intenten operar la máquina.

- Proporcionar soporte a las cargas sostenidas por presión que puedan caer cuando las presiones sean eliminadas al momento de desconectar la unidad de trabajo.

- Asegurar que la presión del sistema ha sido liberada. Es peligroso retirar una manguera de aire o deshacer una conexión que contenga aire bajo presión. Operar las válvulas en cada posición luego de que el compresor haya sido aislado y liberado de la presión para asegurar que es seguro trabajar en la máquina o en el sistema.

- Sostener el extremo de toda manguera que no cuente con una válvula de cierre, mientras encienda el aire. Esto evitará que la manguera se deslice bajo la presión.

- Usar antiparras protectoras o una máscara para la cara cuando Usar aire para limpiar herramientas o fittings. No usar aire a alta presión para limpieza. Usar un mando de extracción de polvo de presión limitada aprobada diseñado para dicho propósito (ejemplo, un Difusor).

- Mantener las corrientes de aire comprimido lejos de su cuerpo. Pueden ocurrir daños oculares, ruptura de tímpanos, ampollas y otras lesiones a causa de descuidos y juegos bruscos. Las filtraciones de aire deberán ser revisadas con el uso de una solución de agua con jabón, ¡no con las propias manos!

- Nunca dirigirla corriente de aire a alguna apertura del cuerpo humano. Puede causar lesiones graves o la muerte.

- Verificar que los ductos de descarga de aire de la herramienta estén limpios y que la carcasa no esté dañada.

- Desconectar la línea de aire antes de hacer algún reajuste de las herramientas eléctricas.

- NO usar líquidos inflamables, bajo ninguna circunstancia, para limpiar válvulas, filtros, tomas de aire de los enfriadores, cañerías de aire o alguna otra pieza expuesta al flujo de aire durante la operación normal. Los humos pueden quedar atrapados en los componentes (ejemplo, los cilindros del compresor) y cuando se compriman y calienten, pueden causar una explosión resultando en daños y lesiones graves.

- Si se usan líquidos no inflamables de Hidrocarburo clorinatado para la limpieza, tomar todas las precauciones de seguridad adecuadas en contra de todo vapor tóxico que pueda ser liberado durante su uso.

- NO usar tetracloruro de carbono. Ha sido una sustancia prohibida durante 30 años. Puede causar enfermedades renales graves y en otros órganos también.

- Nunca usar una llama para la inspección del interior de un compresor o tanque de presión. El aceite u otros vapores pueden estar presentes y se pueden encender o causar una explosión.

- Mientras se usan equipos de pruebas acoplados a mangueras flexibles, amarre las mangueras y/o el Elementos para pruebas. Como las mangueras flexibles están presurizadas se vuelven rígidas y tienden a enderezarse. Todo equipo

para pruebas acoplado al extremo de una manguera se levantará por los aires y entonces, cuando se libere la presión, caerá al suelo dañándose.

- Asegurar que todas las conexiones de líneas estén firmes y que las líneas no estén dañadas. El aire bajo presión que se escapa es un peligro y puede causar lesiones personales.

2.2 Componentes principales de un sistema neumático

Compresores de aire

Los compresores de aire están diseñados para comprimir aire o gas desde una presión de entrada inicial (normalmente atmosférico) a una presión más alta de salida.

Los compresores pueden ser clasificados en dos (2) grupos básicos, con varios diseños dentro de cada grupo. Éstos son:

- Compresores reciprocantes (recíprocos)
- Compresores de pistón rotatorio.
- Compresores de flujo.

Los primeros dos (2) grupos funcionan sobre el principio de desplazamiento positivo donde el aire se comprime al confinarlo en una cámara o cilindro, luego reduciendo el volumen de la cámara.

El último grupo funciona sobre el principio de ingresar aire por un lado y comprimiéndolo por aceleración de masa hacia el otro.

Compresores reciprocantes

Los Compresores del Tipo Pistón de una etapa están diseñados en una variedad de tamaños para cubrir un amplio rango de volúmenes y presiones de operación de salida. Este tipo de compresor normalmente se descarga en un receptor de aire para almacenar el aire comprimido para su uso. La parte de arriba del pistón y la cabeza del cilindro siempre se mantiene al menor mínimo factible para lograr la eficiencia volumétrica.

Los anillos y sellos del pistón deben ser herméticos, por lo tanto estos elementos necesitan una adecuada instalación. La mayoría de los anillos de los pistones de los compresores son de un grado especial de hierro fundido y están mecanizados y rectificados. Los diámetros internos de los cilindros están mecanizados y pulidos de manera precisa para que un mínimo de fricción se genere entre los anillos y las paredes del cilindro cuando estén lubricados de manera adecuada.

Algunos de los grandes compresores reciprocantes fijos tienen camisas de enfriado por agua para eliminar el exceso de calor causado al comprimir grandes volúmenes de aire.

Los compresores del tipo pistón de dos (2) etapas comprimen el aire en dos (2) etapas y usan dos (2) pistones de tamaños diferentes.

El pistón más grande comprime el aire a un volumen establecido y lo descarga normalmente a través de un enfriador dentro del cilindro, a un segundo pistón más pequeño que comprime el aire a la presión deseada. Los compresores de dos (2) etapas son mucho más eficientes y malgastan menos energía.

Los compresores de diafragma tienen el pistón separado de la cámara de succión por un diafragma flexible. Este tipo de compresor no sufre de contaminación por aceite en el aire de salida. Se usan comúnmente en situaciones donde se necesita aire limpio, tales como en aplicaciones de procesamiento de alimentos, farmacéuticas y químicas. Éstos son muy similares en diseño a una bomba de agua de diafragma.

Compresores rotativos

Los Compresores de Flujo Axial son compresores muy eficaces con relaciones de presión de etapas que varían entre ocho y doce. Constan normalmente de aspas o paletas alineadas que se deslizan en un rotor, que funciona de manera excéntrica en un estator o carcasa.

La combinación de paletas deslizantes, en contacto con la superficie interna del estator y el rotor que opera de manera excéntrica, tiene el efecto de ingresar el aire cuando las aspas están extendidas a su posición exterior. Esto comprime gradualmente el aire debido a la reducción de volumen, hasta que se descarga a máxima presión, que es cuando las aspas son retraídas a su posición interna.

Los compresores rotativos de paletas deslizantes emplean un rotor montado de manera excéntrica que gira en una carcasa cilíndrica con ranuras de entrada y salida. Las ventajas de este compresor son sus dimensiones compactas y además su funcionamiento silencioso y entrega de aire estable.

Las paletas deslizantes están contenidas en ranuras en el rotor y forman cámaras con la pared cilíndrica. Cuando giran, la energía centrífuga fuerza las paletas hacia la pared y debido a la forma de la carcasa, las cámaras aumentan o reducen su tamaño.

Los compresores de tornillo constan de dos (2) rotores inter-deslizantes, uno que tiene un perfil convexo y el otro un perfil cóncavo. Existen tolerancias finas entre los tornillos mismos y la carcasa circundante. Los tornillos se mantienen normalmente alejados de

contacto entre ellos por engranajes de sincronización. El aire ingresa por un extremo de la carcasa, es luego atrapado entre las ranuras del tornillo y finalmente es forzado hacia afuera de la salida del compresor. Estos compresores típicamente funcionan a altas rpm.

Compresores de flujo

Los compresores Roots (de lóbulos) transportan el aire de un lado a otro sin ningún cambio en el volumen. Se evita que los lóbulos de rotación entren en contacto unos con otros por engranajes de sincronización y los bordes de los lóbulos producen el sellado necesario en el lado de la presión.

Los Compresores de Flujo Radial entregan grandes cantidades de aire a baja presión, con una proporción de presión de etapa de cuatro (4) etapas, siendo ésta cerca del máximo factible. El principio de operación es que cuando el eje gira, el efecto de la fuerza centrífuga sobre el aire dentro del álabe causa su compresión y al mismo tiempo lo induce para que fluya hacia el álabe.

El aire ingresa al ojo del álabe y el álabe rotativo acelera el aire de manera radial. A medida que el aire deja el álabe, ingresa a un ducto con forma divergente antes de salir del compresor. Esto disminuye la velocidad del aire y aumenta su presión.

Componentes auxiliares del compresor

Dispositivos de regulación

Un requisito fundamental de muchos compresores es la capacidad para mantener una presión constante predeterminada en el receptor, sin importar las variaciones de demanda. Hay dos (2) sistemas de regulación, descargadores de aire y dispositivos de protección:

<u>Descargadores de aire</u>

Un descargador es un dispositivo automático que varía la cantidad de aire que se comprime. Están incorporados en compresores, a fin de conservar el gasto de energía cuando no hay demanda de aire. Además, tienen un propósito secundario en que el compresor es más fácil de arrancar en la condición sin carga.

Una aplicación particular es cuando se usan ciertos tipos de accionamiento eléctrico, en los que no se alcanza un torque total hasta que el motor esté a la velocidad total.

Hay muchos dispositivos de descarga asociados a los compresores, pero en general, pueden clasificarse por su operación en siete (7) principios, a saber:

- Descarga de línea de entrada.
- Descarga de entrada y de descarga.
- Válvula de entrada mantenida cerrada.
- Válvula de entrada mantenida abierta.
- Válvula de descarga mantenida abierta.
- Carrera de compresión ajustable.
- Volumen de cámara de compresión variable.

Válvulas de admisión y descarga del compresor

Las válvulas de admisión y descarga son tal vez las piezas más vitales de un compresor en relación al trabajo eficiente del compresor.

La forma más común de la válvula usada en el diseño de compresores modernos es el tipo check de placas. La válvula se abre o cierra bajo una diferencia en la presión de aire en él y se cierra bajo un ligero accionamiento por resorte. Las piezas movibles son livianas y necesitan un recorrido comparativamente corto.

El área cubierta por la válvula es relativamente grande y por lo tanto responde a diferenciales de presión muy leves, abriendo y cerrando rápidamente. Las velocidades del aire a través de ella son relativamente bajas y es por estos motivos que la eficiencia de la válvula es buena. Es generalmente fácil de fijar y mantener.

Se emplean placas de varias formas incluyendo:

- Discos o rectángulos ranurados.
- Anillos concéntricos.
- Láminas paralelas.

Las válvulas de succión y entrega utilizan el mismo principio de diseño, con un número de piezas en común. Esto reduce la cantidad de repuestos necesarios. En algunos compresores antiguos, se incluyen válvulas de resorte.

Mantenimiento de los sistemas neumáticos

Un sistema neumático es fácil de mantener. Sin embargo, como cualquier otro mecanismo, debe ser operado y mantenido adecuadamente. Se puede dañar el sistema neumático por velocidades y presiones excesivas, por contaminación de fluidos y por temperaturas de funcionamiento altas. El mantenimiento regular reducirá las averías del sistema o sus componentes.

Con el uso de un programa de mantenimiento frecuente (llamado Mantenimiento Preventivo) para cuidar el sistema y sus subsistemas, se puede eliminar los problemas comunes. Estos problemas se pueden corregir antes de que ocurra alguna avería.

La siguiente lista muestra los principales problemas de mantenimiento neumático:

- Aire contaminado con agua.
- Filtraciones.
- Configuraciones de presión incorrecta.
- Configuraciones del lubricador incorrectas dando como resultado válvulas atascadas.
- Temperatura elevada del aire.
- Líneas de suministro sueltas.
- Sellos defectuosos.

Limpieza

La limpieza es de suprema importancia cuando se trata de dar mantenimiento a los sistemas neumáticos. Mantener la suciedad, polvo y otros contaminantes fuera del sistema y componentes. Las partículas pequeñas pueden dañar las válvulas, atrapar componentes y obstruir orificios, causando trabajos de reparación caros.

Se puede mantener limpio un sistema neumático durante el siguiente mantenimiento:

- Manteniendo limpios todos los aceites de lubricación.
- Manteniendo limpias las piezas del sistema y subsistemas.

Manteniendo el área de trabajo, herramientas y Elementos de reparaciones limpios y teniendo cuidado al momento de cambiar o agregar aceite.

Mantener el aceite limpio desde el minuto en que se entrega en bodega. Cuando se saca el aceite fuera de la bodega, usar sólo los contenedores aprobados y con tapas para llevar el aceite desde la bodega al punto de uso. Usar un tipo adecuado de embudo limpio con filtro de malla fina cuando se vierte el aceite desde el contenedor dentro del compresor o el Elementos auxiliar que necesite aceite.

Mantener un suministro adecuado de coladores limpios, embudos y contenedores de aceite. Almacenar en un ambiente limpio libre de polvo y Usar telas limpias libres de pelusas para limpiar la varilla indicadora cuando se revisen los niveles de aceite.

Usar el sentido común. Detenerse, mirar, tocar y escuchar antes de recoger herramientas. Cambiar el aceite y los filtros del compresor de manera regular. Mantener buenos registros.

Detección de fallas

Como las válvulas del compresor son los componentes con mayor carga de trabajo, son las primeras en sufrir por la supervisión y mantenimiento inadecuado de los compresores. La presión registrada en el indicador de presión del inter –cooler puede ayudar a localizar una válvula defectuosa.

Las válvulas defectuosas pueden ser ubicadas como se indica en la tabla a continuación:

Síntoma	Causa posible
Presión del Inter-cooler por sobre lo normal	Una de las válvulas de alta presión (HP) del cilindro está defectuosa
Presión del Inter-cooler por debajo de lo normal	Una de las válvulas de baja presión (LP) del cilindro está defectuosa

Una vez que se ha determinado que la válvula defectuosa está en el lado HP (Presión alta) o LP (Presión baja), proceda como se indica a continuación:

- Desconectar la cañería entre el cabezal del cilindro LP y la válvula de alivio del inter-cooleren el codo; conecte el codo.
- Descargar el compresor al soltar el tornillo de descarga en la válvula de regulación. El defecto ahora se puede atribuir a una válvula de entrada o salida, como se indica en la siguiente Tabla, a continuación.

Causa posible	Síntoma
Válvula defectuosa en el cabezal del cilindro HP	Si la presión del inter-cooler se eleva durante la descarga, entonces una válvula de salida está defectuosa. Si la presión del inter-cooler permanece inmóvil, una válvula de entrada está defectuosa.

Válvula defectuosa en el cabezal del cilindro LP	Si la presión del inter-cooler cae rápidamente durante la descarga, entonces una válvula de salida está defectuosa. Si la presión del inter-cooler permanece inmóvil, una válvula de entrada está defectuosa

Desmontar las válvulas, teniendo cuidado de mantener las piezas de cada válvula individual todas juntas. Inspeccionar las placas de la válvula para encontrar desgaste o grietas.

Descartar todas las placas que estén agrietadas o torcidas. Los asientos dañados de la válvula pueden ser superpuestas en una placa de superficie o reacondicionadas en un torno o esmeril.

Para reducir el período de inactividad del compresor en la reparación de las válvulas, es aconsejable contar con un conjunto de válvulas de repuesto así como también las placas de válvula y resortes del amortiguador.

Una válvula defectuosa debe ser atendida inmediatamente. Si un compresor funciona con una válvula rota, puede ocasionar un daño grave.

Válvulas de aire

Los varios tipos de válvulas de aire en el uso general pueden clasificarse como tipos de placa plana, aleta(o lengüeta, lengua u hoja), pluma, y anillo y de canal. Una breve discusión de cada tipo a continuación:

Ensamble de válvula de placa plana**,** también conocida como una *válvula Rogler,* puede ser reparada o mantenida. Pueden venir en una unidad combinada donde las válvulas de entrada y de salida están combinadas, o las válvulas de entrada y de salida son su propia unidad individual. Estos tipos de ensambles se encuentran comúnmente en grandes compresores de pistón.

Una válvula del tipo placa plana combinada se trata de la siguiente manera:

Estas válvulas constan de discos planos de acero especial sujetado sobre el asiento de la válvula y sostenidos en posición por brazos de resorte, formado integralmente con la válvula misma.

En la construcción, la válvula B, que tiene brazos de resorte integrales C, es afirmada en su asiento A, por la placa de detención D, la que está hecha de acero para válvulas de entrada.

La placa de detención tiene brazos de resorte, que presionan la válvula B, limitando el movimiento de apertura y cerrando la válvula al término del recorrido.

La placa de detención D es respaldada por una placa amortiguadora E, que es idéntica a la placa de detención D, salvo que los brazos de resorte no están cortados a través de ella.

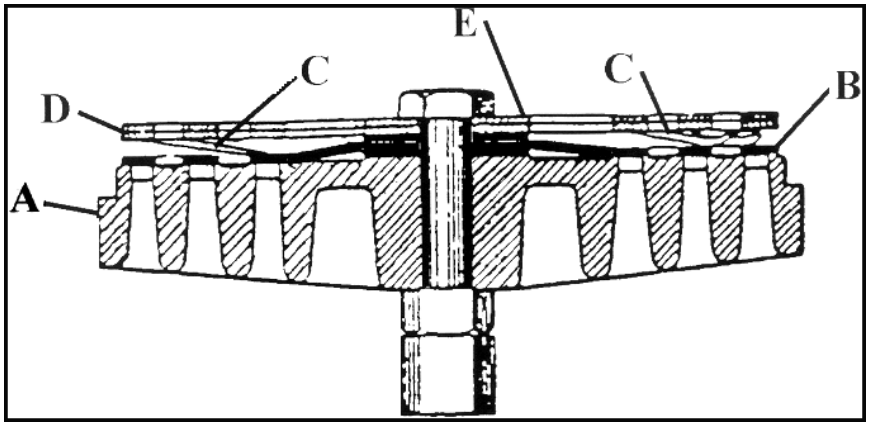


Figura 41

Válvula de aleta o lengüeta es un diseño de válvula flexible ampliamente usado en compresores pequeños y normalmente se considera como un ítem desechable. Un ejemplo de la válvula de aleta del cual hay numerosas variaciones, se muestra en la Figura 41.

La válvula aleta es una lámina de acero delgado que se sujeta de manera segura normalmente en un extremo, mientras que el extremo opuesto descansa en el asiento de la válvula sobre el paso de la válvula.

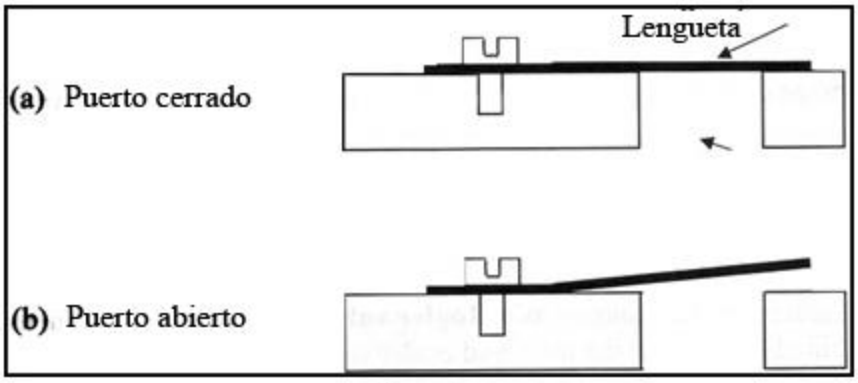


Figura 42

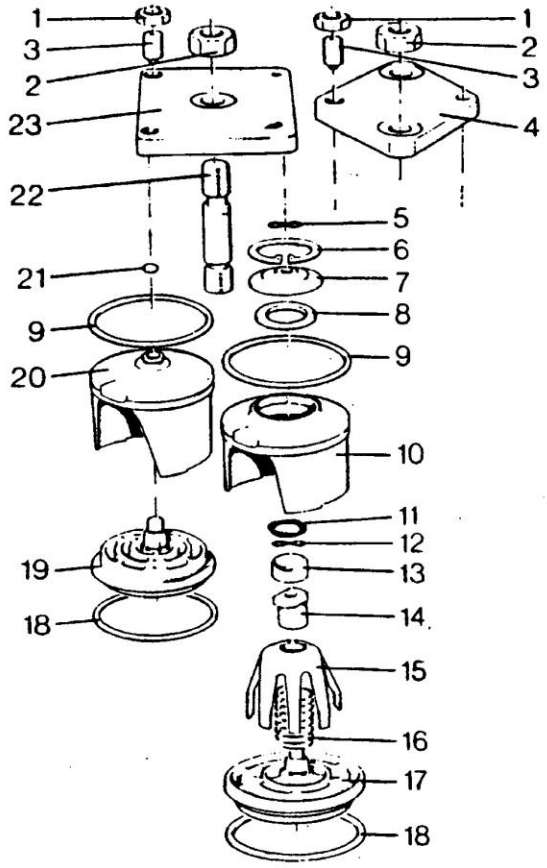
El diferencial de presión causa que el extremo libre del junco de válvula se “flexione” o “aletee” para cubrir o descubrir el paso de la válvula durante la operación del compresor.

Válvula de pluma es similar en diseño y construcción a una pluma. Están hechas a partir de una pieza de material de resorte plano y delgado, compuesto de una “espina” de soporte central que emite una serie de dedos con forma rectangular espaciados de manera regular –cuyos extremos están redondeados y no tienen soportes. La válvula de pluma está fija a través de su espina central a una placa de sellado.

Nota: las descripciones de válvula de hoja y dedo son un término genérico usado para cubrir válvulas del tipo disco junco, pluma y generales.

Válvula tipo anillo consta de anillos anulares perforados de una aleación delgada de acero, amortiguado por resortes especiales. El resorte de la válvula anular tiene un número de flexiones u ondas con espacios iguales, igual que la placa de reacción. La placa de reacción tiene dos (2) ondas para cada onda del resorte de la válvula. La diferencia de presión en los lados opuestos del resorte de la válvula causa una reacción al cambio desde la parte de arriba hasta debajo de la placa de reacción, lo que resulta en la obtención del doble de la reacción normal del resorte.

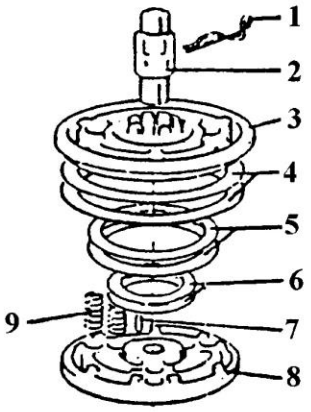
Los detalles de las válvulas se muestran en la Figura 43



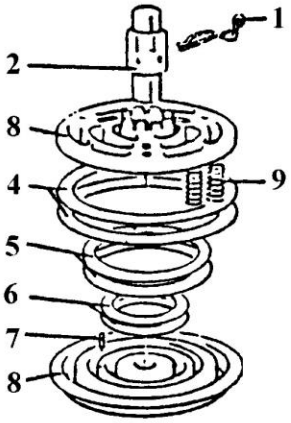
1. tuerca
2. tuerca
3. tornillo de ajuste
4. placa de fijación del cilindro H.P.
5. junta tórica
6. circlip
7. cubierta
8. junta de goma
9. junta tórica
10. retenedor de válvula de entrada
11. anillo de sello
12. junta tórica
13. punzón
14. tuerca
15. abrazadera de descarga
16. resorte de descarga
17. válvula de entrada, completa
18. junta de cobre
19. válvula de salida, completa
20. retenedor de válvula de salida
21. inserción del impulsor de acero
22. espárrago de válvula del retenedor
23. placa de fijación del cilindro L.P.

Ensamblaje de la válvula

La válvula podrá ser desarmada luego de la remoción de este ensamblaje.



VÁLVULA DE ENTRADA



VÁLVULA DE SALIDA

1. Resorte de bloqueo 2. Perno central 3. Asiento de válvula 4. Placas de válvula 5. Placas de válvula
6. Placas de válvula 7. Pasador de posicionamiento 8. Placa posterior 9. Resortes de amortiguación

Figura 43

Notas de mantenimiento

No sujetarla válvula directamente en un tornillo de banco durante el mantenimiento, ya que esto podría dañar o distorsionar el asiento o el cuerpo de la válvula.

Tomar nota del montaje y del orden en que se desmontó. Siempre es una buena práctica dejar el ensamble en un ambiente limpio para evitar la rotación o mezcla de los componentes durante la desmantelación o reensamblado.

Si las piezas sólo necesitan limpieza, no usar ruedas de pulido o cepillos de alambre, ya que las placas y asientos se encuentran recubiertas con un acabado superficial.

Si hay marcas profundas en la placa de la válvula serán muy difíciles de eliminar, antes de esmerilar estas marcas, se deberá consultar el manual de mantenimiento del fabricante.

Algunas placas de válvula no pueden ser esmeriladas porque han sido tratadas con calor y se podrían deformar por el estrés interno.

Figura44

Las Válvulas de tipo canal están diseñadas para trabajo pesado. La válvula usa una serie de canales de acero inoxidable como válvulas. Estas válvulas están amortiguadas para aumentar su vida útil como lo muestra la Figura 44.

Las válvulas de hoja y dedo no se usan para presiones de descarga más altas que 3.500 kPa. Las válvulas de canal están disponibles para presiones hasta 10,5 MPa. Las válvulas de anillo están disponibles para todas las presiones con diseños especiales a 420 MPa y superiores.

Dispositivos de protección

Interruptor de temperatura **–** protege la unidad en contra de altas temperaturas del aire de descarga.

Presostato– asegura que el compresor se corte una vez que el aire en el receptor alcance la presión máxima requerida y vuelve a arrancar el compresor cuando ocurre un pre ajuste mínimo. El tipo de interruptor usado lo determina la fuente de energía, motor eléctrico o motor pequeño de combustión.

El presostato puede ser uno de tres (3) tipos diferentes, dependiendo del tamaño del compresor y del tipo de unidad propulsora usada para accionar el compresor.

En el caso de un motor eléctrico, el presostato normalmente es un tipo de diafragma de presión balanceado con resorte. Consta de un diafragma sellado que es contrapeso con un resorte y un tornillo de ajuste. El tornillo de ajuste permite que se haga el ajuste para las presiones de conexión y desconexión. El eje del diafragma activa un interruptor eléctrico o relé.

En unidades impulsadas por motor de combustión, el presostato es un dispositivo mecánico que descarga los cilindros del compresor para que no sigan comprimiendo aire. También hace que la unidad de regulación del motor ponga el motor en modo ralentí. Cuando la presión cae, pasa lo contrario y el compresor vuelve a su estado de operación

Válvula de seguridad –evita la elevación descontrolada de la presión del aire. Configurado para funcionar cuando la presión de entrega permisible máxima del compresor se exceda.

Indicador de presión –LÍNEA ROJA a la presión de trabajo segura

Lubricación del compresor

Los compresores, dependiendo de su tamaño y tipo, pueden tener una variedad de sistemas de lubricación tales como:

- Gravedad.
- Salpicado.
- Inyección.
- Bomba de alimentación forzada.

Lubricación por gravedad

La lubricación por gravedad de una u otra forma depende del uso de anillos de aceite o discos presentes en el cigüeñal. Éstos llevan el aceite desde el cárter hasta un punto de distribución a un nivel más alto desde el cual el aceite penetra a través de las galerías de aceite.

Donde se usan bombas de aceite para forzar la alimentación a los rodamientos y lubricar las piezas movibles, se incluye un mecanismo de ajuste de presión. Siempre se deberá revisar las especificaciones del fabricante o manual de reparaciones para conocer los ajustes correctos.

Lubricación por salpicado

Ésta es la más antigua y simple forma de lubricación. La tapa del rodamiento de la vara de conexión tiene un pin como una parte integral. A medida que el cigüeñal gira, el pin golpea la superficie del aceite contenido en el cárter y salpica los puntos de distribución o las partes en movimiento.

Lubricación por inyección

Algunos tipos de compresores rotatorios usan inyección de aceite o agua para lubricar las piezas sujetas a desgaste en la cámara de compresión. Esto se logra con el uso de la presión del aire de descarga para inyectar el lubricante en la entrada del compresor.

Filtros

Todos los compresores usan filtros de aire de una forma u otra tanto en el lado de la entrada como en ellado de la descarga del compresor. Los tipos usados principalmente en el lado de entrada del compresor deberán siempre asegurar buen atrapamiento de partículas y contaminantes abrasivos para evitar el desgaste en el compresor. Los tipos más comunes de filtros de entrada son:

- Laberinto de aceite húmedo.
- Baño de aceite.
- Tela.
- Papel.
- Combinación ciclón/papel.

Los filtros deberán ser reparados o cambiados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Esto se basa normalmente en el número de horas de funcionamiento.

Drenaje de humedad del receptor

Todos los receptores cuentan con un tipo adecuado de trampa y drenaje de humedad. Los receptores de aire acumulan agua del aire comprimido y debe ser continuamente drenado o de lo contrario el receptor se llenará gradualmente, así como también ocurrirá la acumulación de corrosión. La trampa de humedad debe ser reparada y se debe verificar su funcionamiento de manera periódica. Véase el manual del fabricante para conocer las instrucciones de reparación o mantenimiento.

Distribución del sistema de aire

Cuando se instalen líneas desde el compresor o receptor hasta el punto de distribución, es aconsejable mantener la velocidad del aire en las cañerías por debajo de los 13 metros por segundo. Ya que las pérdidas por fricción entre el aire y la cañería varían directamente según la longitud de las cañerías y el cuadrado de la velocidad del aire, y de manera inversa al diámetro de la cañería, puede ocurrir que una cañería deba ser diseñada dentro de los límites razonables.

Cañerías

Se puede entender las cañerías neumáticas fácilmente cuando se comparan con cañería hidráulicas que usan energía de fluidos de un modo similar.

Presión

La presión neumática es normalmente de 500 - 850 kPa (74 -125 psi aproximadamente) y casi siempre bajo 750 kPa (110 psi) cuando se usa con herramientas de aire y Elementos neumático. Por lo tanto, un sistema de cañería, método de unión y material de la cañería son simples de construir y asequibles de adquirir en comparación con las hidráulicas. Ya que los sistemas hidráulicos tienen "golpe de ariete", causado por la incompresibilidad del aceite, se debe considerar cuidadosamente el desempeño de la presión que se soporta. Sin embargo, para los sistemas neumáticos, los tipos y tamaños adecuados de tubos de nylon y poliuretano se pueden usar ya que el aire es compresible. Por lo tanto, un sistema neumático puede ser usado con menos consideración de desempeño de presión.

Cañerías de retorno

Un sistema neumático es un sistema de circuito abierto. El aire de la atmósfera se comprime y se libera a la atmósfera nuevamente después de que un accionador o herramienta consume la energía. Por lo tanto, la cañería de retorno a un estanque, que es necesaria para el sistema hidráulico, no es necesaria para un sistema neumático.

En una situación donde no se desea ruido del escape o que la contaminación ambiental ocurra, se puede rectificar al instalar una cañería de retorno o un silenciador.

Fuga

En los sistemas neumáticos, no hay problemas serios causados por fugas en comparación con un sistema hidráulico, donde puede ocurrir el peligro de contaminación ambiental e incendios. Para válvulas operadas por solenoide y válvulas reductoras de presión, se puede mantener la vida útil y el alto rendimiento por una fuga intencional de aire. Sin embargo, las cañerías con fugas deben ser evitadas tanto como sea posible porque se perderá energía valiosa. Por ejemplo, en una fábrica grande, muchas fugas pequeñas de aire darán como resultado una pérdida grande de energía neumática. Por lo tanto, las pérdidas de aire deben ser minimizadas mediante la inspección periódica de las cañerías.

Agua y corrosión

El agua presente en el aire se convierte de gas a vapor de agua durante la compresión y se licúa durante el enfriado. Esta agua se puede acumular en cañerías que luego actúan como drenaje. La corrosión causada por este líquido condensado en la cañería se descascara en las cañerías y enviado con el aire al extremo del equipo. Ya que esta corrosión impide el funcionamiento del equipo, se debe eliminar este condensado de manera eficiente y eficaz. Si se deja el condensado de agua en las cañerías y el estanque sin ser eliminado, la capacidad de acumulación de volumen y energía

disminuye, la carga en el compresor aumenta y la resistencia al flujo dentro de la cañería aumenta. Entonces, el líquido se debe eliminar del sistema de alguna manera para evitar este problema indeseable.

Congelamiento

Ya que la temperatura del aire comprimido disminuye debido a la expansión, el agua en la cañería puede congelarse a sólo los 0^0C de temperatura atmosférica. Esto causa una caída en la capacidad del Elementos y posiblemente una falla en la cañería. Esto se debe considerar cuidadosamente en un caso donde la instalación de la cañería externa ocurra en un ambiente frío.

Funcionamiento intermitente

En los casos donde el Elementos neumático consuma un gran volumen de aire en un momento, es conveniente instalar un estanque suplementario cerca del Elementos para acumular el aire. El uso de un estanque suplementario es eficaz porque la capacidad del compresor puede ser pequeño, las cañerías pueden ser angostas, el cambio de presión será bajo y la influencia sobre otros equipos puede ser minimizado. Este es un método muy conveniente para hacer uso de la compresibilidad del aire.

Consideraciones sobre las cañerías

Cuando se usan muchos equipos en una fábrica, planta o taller, las cañerías deberán ser hechas de tal manera que la cañería principal circule en un circuito como se muestra en la Figura 45. Esto es para minimizar el constante cambio de presión. Al añadir válvulas de cierre a intervalos adecuados, se puede realizar la inspección de cañerías individuales y del Elementos sin detener otro Elementos. Algunos puntos principales a considerar:

- Es una práctica habitual instalar todas las cañerías de distribución neumática con una pendiente hacia abajo (aproximadamente $1/2^0$) Esto se debe incorporar para ayudar al condensado que fluya al punto más bajo del trabajo de la cañería. Se deberá instalar un acumulador de drenaje de condensado y una válvula de eyección al extremo de la cañería o bifurcación de drenaje de cañería colocadas de manera adecuada.

- Cuando se conectan ramales con la cañería principal, los ramales deberán ser más altos y ajustados con conexiones desde la parte de arriba de la cañería principal. Esto se realiza para que el condensado de la línea principal no ingrese a la línea ramal.

- Se deberá conectar los filtros a intervalos adecuados en las cañerías principales y ramales para que el óxido, carbono y agua no ingresen en el Elementos.

- En la situación donde los filtros y las válvulas reductoras de presión sean instalados en la cañería, se deberá usar uniones por flanges o juntas de unión, que pueden ser desarmadas para el cambio o inspección del Elementos. Además, se deberá dejar y mantener espacio suficiente necesario para el desarme.

- Si se usan cañerías largas y rectas, se deberá considerar cuidadosamente la expansión y contracción por calor y tomar las medidas necesarias.

- El interior de la cañería debe ser purgado totalmente antes del ensamble.

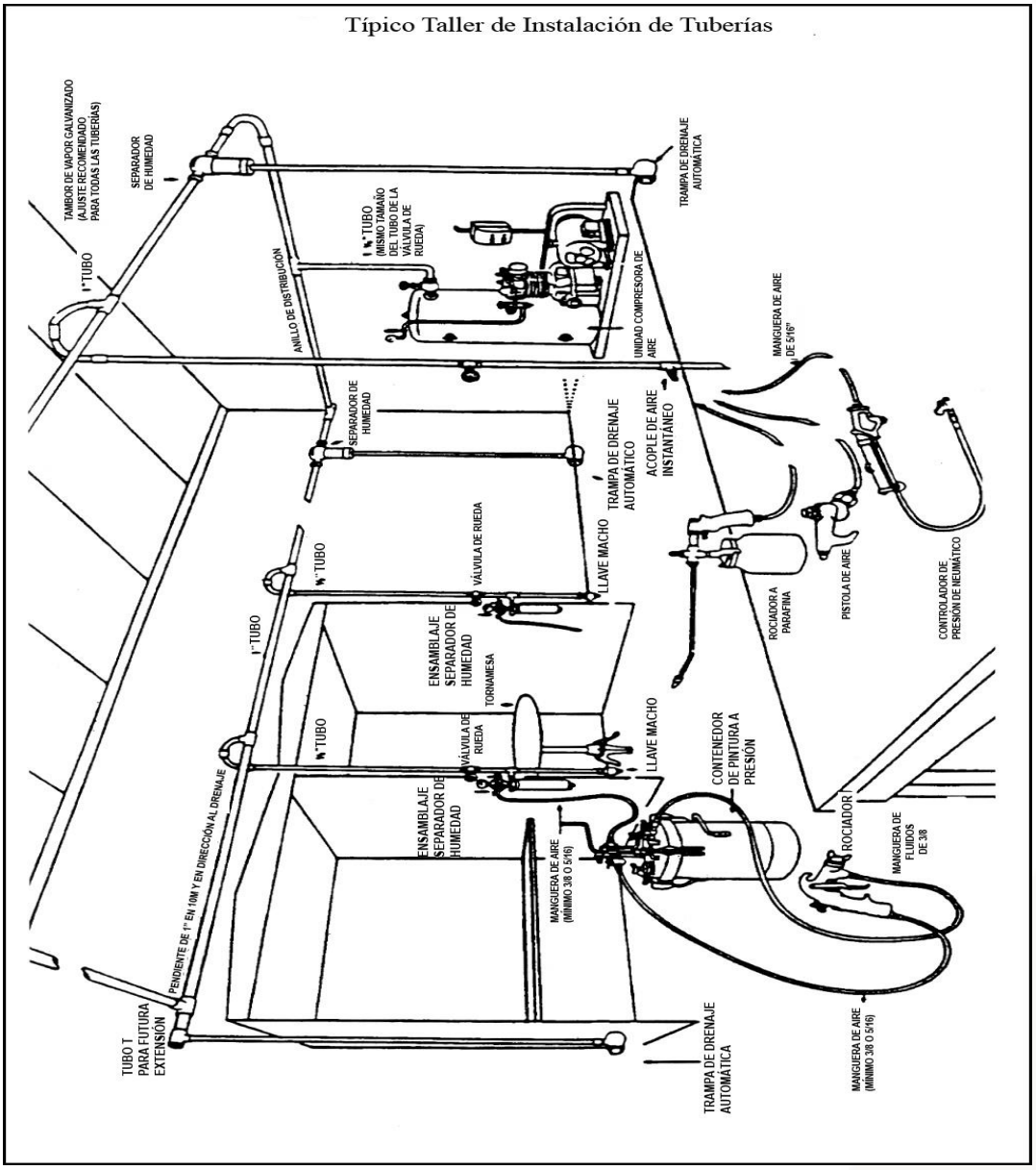


Figura 45

2.3 Sistemas neumáticos

Cuando se usa la cinta de sellado (teflón) en la porción roscada, uno o dos de los primeros hilos de la rosca no deberá ser cubiertos. Esto se realiza para que la cinta no sea arrastrada dentro de la cañería e interfiera en el correcto funcionamiento del sistema.

Cuando se usan mangueras de goma y cañerías de nylon, se deberá usar una cubierta protectora, principalmente si existiera la posibilidad de que algunos equipos pasen sobre ella o sean maltratadas de alguna manera.

Materiales de unión

Los materiales con los cuales se construyen las cañerías utilizadas en los sistemas neumáticos son los siguientes:

- Cañería de acero.
- Cañería de cobre y latón.
- Tubo de Nylon.
- Manguera de goma.

Se pueden usar varios métodos para conectar mangueras y líneas de aire comprimido. Estas son:

- Juntas de tipo tornillo.
- Uniones por brida (flanges) apernada.
- Juntas con soldadura de plata.
- Fittings de cobre Yorksil o juntas con soldadura de plata.
- Conexiones avellanadas.
- Conexiones no avellanadas.
- Fitting dentado.

Tubo de Nylon

Se utiliza principalmente donde es necesario tener tubos neumáticos de diámetro pequeño. Esto se deba a su buena resistencia a la corrosión, gran resistencia y aceptable dureza, a pesar de su baja resistencia al calor.

Sin embargo, no se pueden usar donde el material sufra fuertes golpes, ya que se deforma fácilmente y rompe debido a estas interacciones.

Ya que no son rígidas, no pueden soportar un filtro sin un soporte adicional. Están disponibles en diferentes diámetros, tanto en el sistema métricos, como el inglés.

Por lo tanto, se deben examinar cuidadosamente las combinaciones de cañerías y juntas. Importante es saber que, los tubos de poliuretano suave se usan preferentemente para conexiones de menos de 6 mm de diámetro.

Manguera de goma

Ya que la goma tiene buena elasticidad, es la más adecuada en un caso donde un operario, que use herramientas accionadas por aire, pueda mover la manguera a diferentes posiciones. SIEMPRE esté consciente que cuando se tire de una manguera, ésta se puede atascar en algo que no se desea tirar.

Juntas tipo tornillo

Se denomina a las juntas donde existen roscas externas en el extremo de cañerías y roscas internas en los fittings de unión. Se conectan al atornillar la cañería en el fitting. Se usa una rosca cónica en cañerías, lo que hace que la unión establecida, permanezca completamente sellada.

Aun cuando las roscas cónicas de alta precisión pueden lograr un buen sellado, se usan los compuestos de sellado o cintas de sellado de teflón para un mucho mejor sellado de la conexión.

Uniones por flange

Un flange se forma o suelda en un extremo de la cañería que es luego conectada en la superficie plana de otro flange. Este tipo de unión se llama unión por flange.

Ya que las uniones por flanges pueden conectarse o desconectarse fácilmente y sellarse con una junta, se usan comúnmente para uniones de cañerías y compresores; y para cañerías de diámetro muy grandes.

Fittings avellanados

Se consiguen al agrandar y dar forma al extremo de una cañería de acero de pared delgada o cañería de cobre en una forma avellanada con una herramienta de abocinado. Presionando y juntando esta parte con un fitting avellanado, se puede lograr la conexión y sellado deseado. Como se muestra en la figura inferior, esto es lo que se sucede cuando las dos piezas son conectadas.

Fittings no avellanados

Existen principalmente tres (3) tipos de fittings en esta categoría. Un tipo tiene una manga hecha de un material blando que se desliza sobre el exterior de la cañería(a veces llamado casquillo). La cañería entonces presiona la manga dentro de la cañería desde el exterior. Otro tipo tiene una manga dura con dientes que afirma la cañería. Un

tercer tipo tiene ambas características. Este fitting se usa para tubos de nylon y cañerías de cobre blando. Un ejemplo se muestra a continuación:

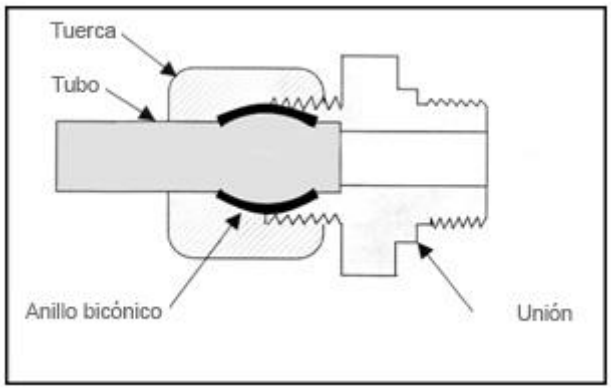


Figura 46

Recientemente, se han desarrollado varios tipos de fittings de conexión inmediata (conexiones de un click), fundamentalmente para optimizar las labores. Su uso es cada vez más habitual.

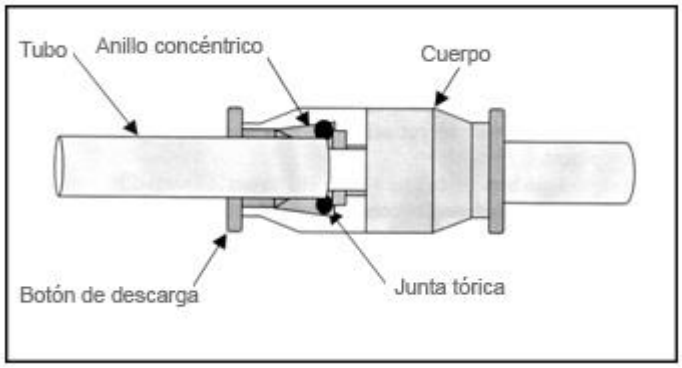


Figura 47

La figura superior muestra un ejemplo de una conexión de un click. Cuando se inserta un tubo, un anillo concéntrico agarra el tubo. El tubo se puede sacar fácilmente después de soltar el agarre del anillo al presionar un botón de liberación.

Unión de mangueras de goma

Generalmente, esta unión, que tiene una forma dentada característica, se inserta en una manguera de goma. Este tipo de fitting se llama espiga para manguera. Se usa un anillo de sujeción (abrazadera) de manguera para apretar desde el exterior de la manguera, con lo que se sella la unión.

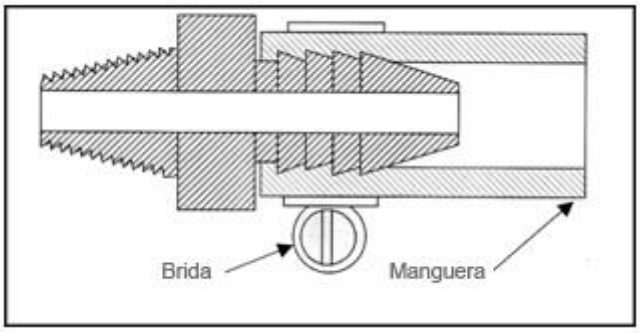


Figura 48

Cañería de distribución, utilizando tubos de acero

Se deberá cortar una rosca rebajada precisa para cañería con una máquina de roscas adecuada o terraja y acople. El interior de la cañería deberá ser purgado totalmente usando aire comprimido después de ser roscado, esto con el fin de eliminar toda viruta.

La cinta de sellado de teflón se enrolla en la rosca. Cuando la porción roscada necesita ser enrollada con una o dos (2) capas de cinta de sellado, una o dos hilos de la rosca se deben dejar sin cinta de sellado. La cinta de sellado se presiona hacia la rosca con la punta de los dedos. Si la cinta de sellado se enrollase al extremo de la rosca, una parte de la cinta puede cortarse cuando se une la rosca. Esto puede causar fallas en el equipo.

Al utilizar una cantidad adecuada de compuesto de sellado líquido, se debe aplicar cuidadosamente en la parte roscada, dejando uno o dos (2) pasos de rosca libres de compuesto de sellado. No se debe aplicar en las roscas internas de los equipos. Si se aplica en la rosca interna, puede ocurrir alguna avería de las partes movibles o deslizantes del Elementos debido al exceso de cemento de sellado que ingresa al sistema.

Si se debe privilegiar algunas labores de mantenimiento, tales como el intercambio e inspección del Elementos, se deberá usar juntas de unión de cañerías. Esto ahorrará tiempo al permitir la desconexión localizada en vez de desconectar todas las cañerías.

Sistemas por tubos y Fittings

Los tubos de Nylon y cobre dúctil se conectan a través de fittings. Al conectarse éstos con los equipos, se pueden aplicar los métodos de sellado mencionados anteriormente.

Los tubos se deben cortar con el uso de cortadores de tubos adecuados para que la superficie del extremo del tubo sea perpendicular a la longitud axial del tubo. Si el tubo se corta con alicates, pinzas, o tijeras (sierras para metal en el caso de tubos de cobre o latón) el extremo del tubo puede quedar aplastado o deformado. Las partículas de

metal pueden también quedar en el tubo. Las partículas de metal pueden causar fallas prematuras del sellado, trabas u otros tipos de averías.

Los tubos deberán ser totalmente purgados después de cortarse.

Equipamiento auxiliar de distribución

Los sistemas de distribución requieren de dispositivos tales como filtros, trampas de humedad, engrasadores, y reguladores de presión. Todos estos dispositivos necesitan instalarse correctamente y la realización de un mantenimiento periódico, para asegurar la operación adecuada.

Éstas pueden ser instaladas como unidades individuales donde se les necesite, pero es más frecuente que estos equipos se instalen de forma combinada, como por ejemplo una combinación de filtro, regulador de presión y lubricador en la estación de trabajo.

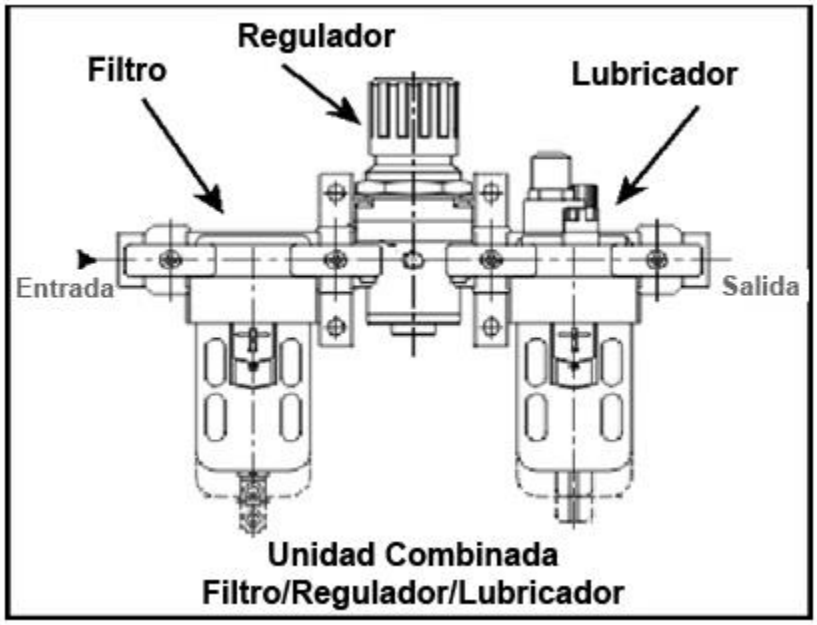


Figura 49

Cuando se instale un sistema de combinación, es importante asegurar que se instalen en el orden correcto, esto es:

- Filtro / separador de humedad.
- Regulador.
- Lubricador.

Filtros de aire

Los filtros de aire están diseñados para eliminar las partículas extrañas y la humedad del aire antes de que sea usado por el equipo. Los cuerpos de los filtros se construyen normalmente de aluminio fundido a presión y cuentan con depósitos de policarbonato y un depósito de protección.

Las partículas extrañas se eliminan con el uso de un bloque de bronce sinterizado que actúa como un elemento de filtrado entre las entradas y salidas del filtro. A medida que el aire deja el bloque de filtración, pasa por un pequeño deflector diseñado para hacer que el aire gire rápidamente. Esto causa que las partículas de humedad se separen del aire y se muevan dentro del depósito recolector para su eliminación manual o de drenaje automático. Los filtros de línea de aire con un drenaje automático descargarán de manera automática el agua y los contaminantes desde el depósito del filtro y elimina el sobre flujo del filtro.

Se utilizan kits de mantenimiento para reparar y dar mantenimiento este tipo de unidad.

NOTA: no Limpiar los depósitos de policarbonato con solventes. Usar sólo agua tibia y detergente.

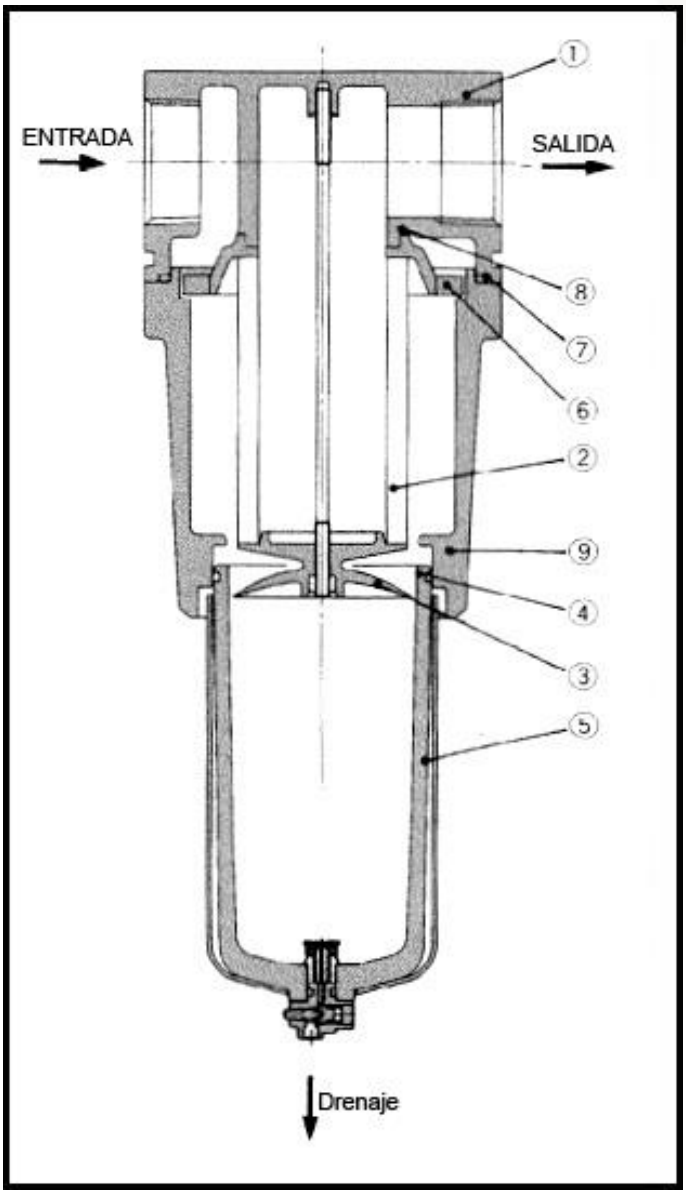


Figura 50

Filtro típico

1	Cuerpo	2	Elemento filtrante
3	Tabique	4	O-ring del depósito
5	Depósito	6	Deflector
7	O-ring de carcasa	8	Empaquetadura
9	Carcasa		

Reguladores de presión

Los reguladores reducen las altas presiones de aire primario a una presión de aire secundario de entre 0-630KPa. Este simple dispositivo de reducción de presión proporciona presiones de aire estables dentro del rango recomendado para una eficiencia de funcionamiento máximo y son ideales para controlar la velocidad y potencia del Elementos de aire.

La presión de salida se ajusta a la presión necesaria mediante una perilla de tornillo que actúa en un diafragma calibrado por resorte con una aguja y asiento. La presión de salida se muestra en un indicador de presión.

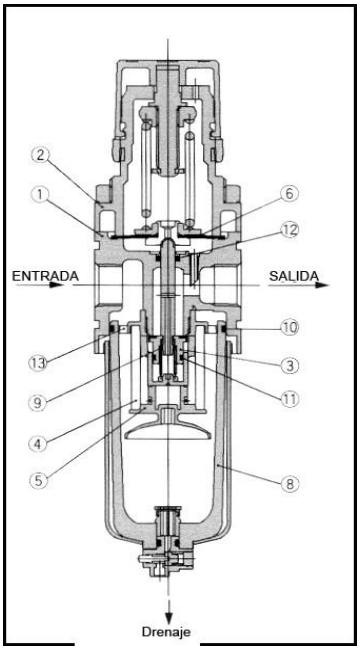


Figura 51

1. Cuerpo
2. Bonete
3. Válvula
4. Elemento
5. Tabique
6. Diafragma
7. Deflector
8. Ensamble depósito
9. Resorte de válvula
10. O-ring del depósito
11. O-ring de la válvula
12. O-ring
13. Guía de la válvula

Lubricadores de aceite

Los lubricadores introducen automáticamente una niebla de aceite en la corriente de aire comprimido. El aceite lubrica todas las piezas de trabajo de precisión del equipo accionado por aire, eliminando el desgaste y permitiéndoles producir a un máximo de eficiencia con un mínimo de detenciones no programadas.

1.- Cuerpo.
2.- Ensamble de domo de visión.
3.- Ensamble de tapón de Lubricación.
4.- Ensamble de retenedor de amortiguador.
5.- Ensamble de soporte de aguja.
6.- Ensamble de depósito.
7.- O-ring de depósito.
8.- Ensamble de amortiguador.
9.- O-ring de carcasa.

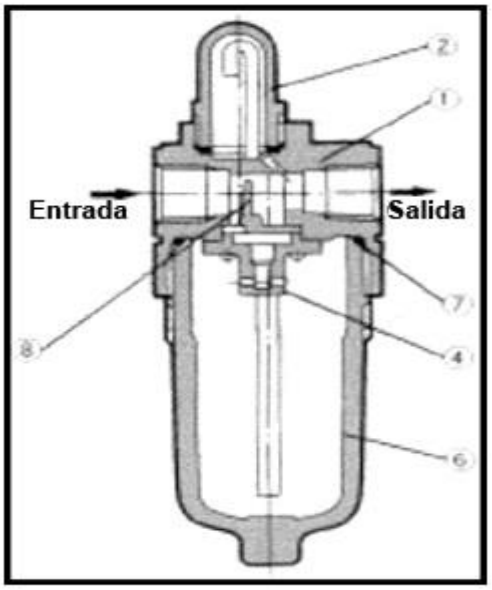


Figura 52

Algunas unidades también incluyen una protección del depósito para evitar los impactos accidentales.

Componentes accionadores

Al hablar de accionadores, se debe mencionar varios tipos de los accionadores lineales y rotativos de diferentes tamaños y construcciones. Los accionadores se complementan por los elementos de control que transfieren la cantidad necesaria de aire para impulsar el accionador. Normalmente, esta válvula se conectará directamente para mantener el suministro de aire y minimizar pérdidas debido a la resistencia en las líneas de aire.

Los accionadores pueden separarse en grupos:

- Accionadores lineales:
  - ✓ Cilindro de efecto simple.
  - ✓ Cilindro de doble efecto.

- Accionadores rotativos:
  - ✓ Motores de aire.
  - ✓ Accionadores rotativos.

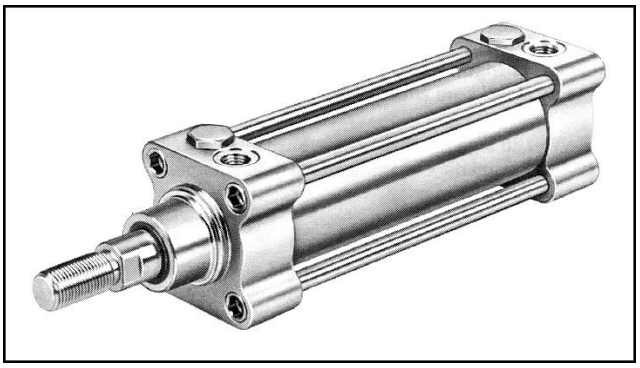


Figura 53

Accionadores lineales

El método más común para producir una fuerza con un componente neumático es con el cilindro. Este dispositivo de movimiento lineal convierte la energía del aire comprimido en energía mecánica.

Al bombear aire a través de una válvula dentro de un extremo del eje, la presión se acumula causando una fuerza en un pistón y el movimiento de la barra. El cilindro neumático es ideal para aplicaciones punto a punto de alta velocidad.

Las principales *ventajas* de los sistemas de aire son:

- Respuesta rápida.
- Durabilidad en condiciones extremas (fuego, calor, explosivos, sumergido).
- Bajo costo de los componentes.

Una *desventaja* surge a consecuencia de que el aire es un fluido comprimible, por lo que tiene características no lineales. Esto significa, un deficiente control de la velocidad y posición.

La instalación requiere plomería, filtración y bombas. Si se desea instalar un sistema neumático de estas características en sus locaciones, es bueno sabes que son un método muy eficiente, desde el punto de vista de costos, para crear movimiento.

Existe una gran variedad de cilindros neumáticos capaces de manejar una amplia variedad de aplicaciones. Un cilindro neumático puede clasificarse por un sinnúmero de características diferentes.

Algunas clasificaciones son:

- Tipo acción (simple efecto, doble efecto).
- Construcción (barra de acoplamiento, soldado, flange apernado).
- Presión (baja, media, alta, ultra alta).
- Superficie forzada (tipo pistón, tipo émbolo, diafragma).

Accionadores rotativos

También se les conoce como el motor neumático. Éste es un dispositivo para convertir la energía neumática a energía mecánica. El flujo de aire produce la rotación de los componentes movibles en un sistema de rodamientos. Los accionadores rotativos neumáticos son del tipo desplazamiento fijo, lo que significa que el desplazamiento por revolución no puede ajustarse. Al igual que el cilindro neumático, el accionador rotativo tiene características no lineales debido a la compresibilidad del aire. Esto significa que es poco práctico, utilizar estos dispositivos en una construcción neumática de desplazamiento variable.

Hay varios tipos de accionadores rotativos neumáticos. El más común es el motor de turbina de aire. Estos dispositivos sólo son eficientes a altas velocidades. El motor de turbina de aire puede funcionar a velocidades hasta 500.000 revoluciones por minuto. Se usan habitualmente para impulsar herramientas de aire como amoladoras.

Pistón de percusión

Algunas maquinarias y particularmente algunas herramientas manuales como martillos mecánicos y cinceles usan un arreglo de pistón alternante (pistón de percusión) para accionar la herramienta.

Resumen

Los sistemas y componentes neumáticos se usan en un amplio rango de aplicaciones en la industria. El aire comprimido suministra una fuente fácilmente controlable de energía para impulsar las herramientas y maquinaria en las líneas de producción, envasado y ensamblado así como también en la minería tanto de superficie como subterránea, operaciones de explotación.

El comprender los conceptos básicos contenidos en esta unidad le ayudará a adquirir los conocimientos detallados y habilidades en el mantenimiento del Elementos neumático específico en su lugar de trabajo y lo prepara para futuros estudios sobre sistemas neumáticos.

Actividad N° 11

Sistemas neumáticos

Objetivos de aprendizaje

- Reconocer componentes de un circuito neumático básico, realizar dos experiencias que permitan accionar un cilindro de acción simple con y sin regulación.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los componentes de un circuito neumático básico. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos componentes y su simbología.

Materiales y recursos

- KIT: Entrenador de neumática industria.
- Herramientas de taller.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera el Kit Didáctico: "Entrenador de neumática industrial". El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica de acuerdo a las instrucciones del Kit. Este Kit se consigue con proveedores nacionales.

Desarrollo

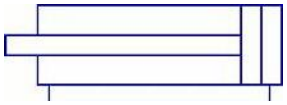
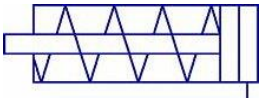
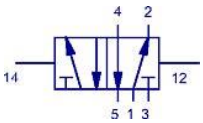
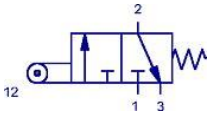
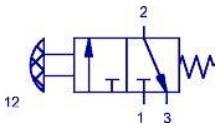
Primera parte

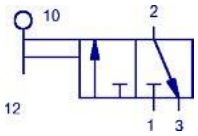
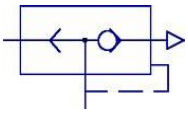
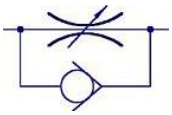
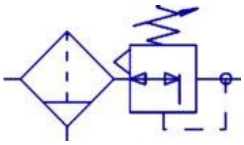
De no tener posibilidad de adquirir el "Entrenador de neumática industrial", se podrán realizar las actividades a continuación y usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

El instructor deberá decidir si los participantes trabajarán individualmente, en pares o en grupos. Deberá contar con las fichas con los nombres de los componentes y su símbolo de acuerdo al número de grupos. Luego deberá entregar las fichas a los grupos y pedirles que identifiquen los componentes y su símbolo. Se sugiere que para hacer la

actividad más rápida y entretenida se mida el tiempo y se felicite al grupo que se demora menos en reconocer los componentes y sus símbolos correctamente.

En esta primera parte es relevante que el participante pueda asociar el componente y su simbología ya que le ayudará a entender con mayor facilidad la segunda parte de esta actividad.

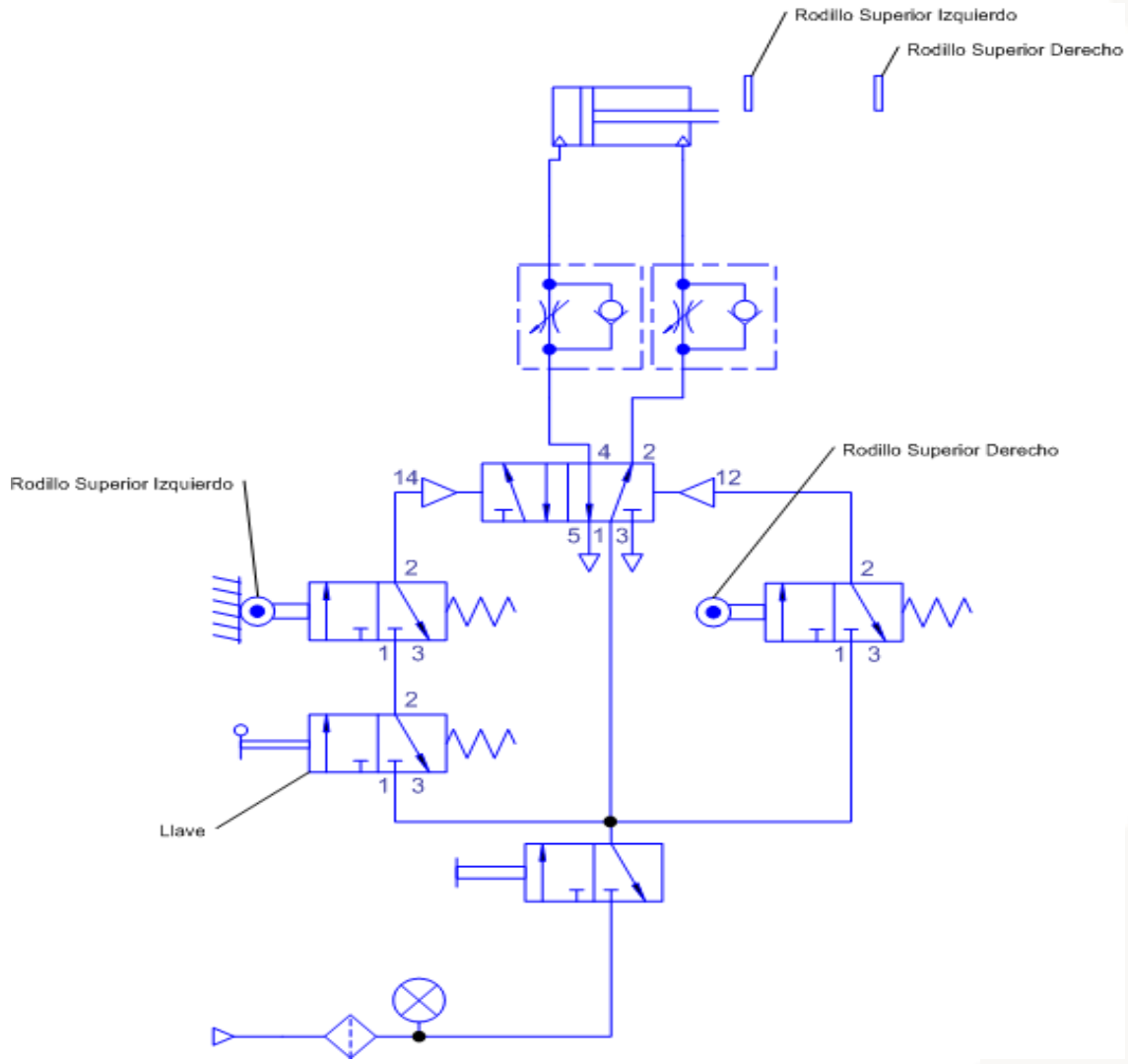
Símbolo	Componente
	Cilindro accionador de doble acción
	Cilindro accionador de simple acción
	Válvula de control 5/2
	Válvula de control 3/2 con rodillo
	Válvula de control 3/2 con pulsador

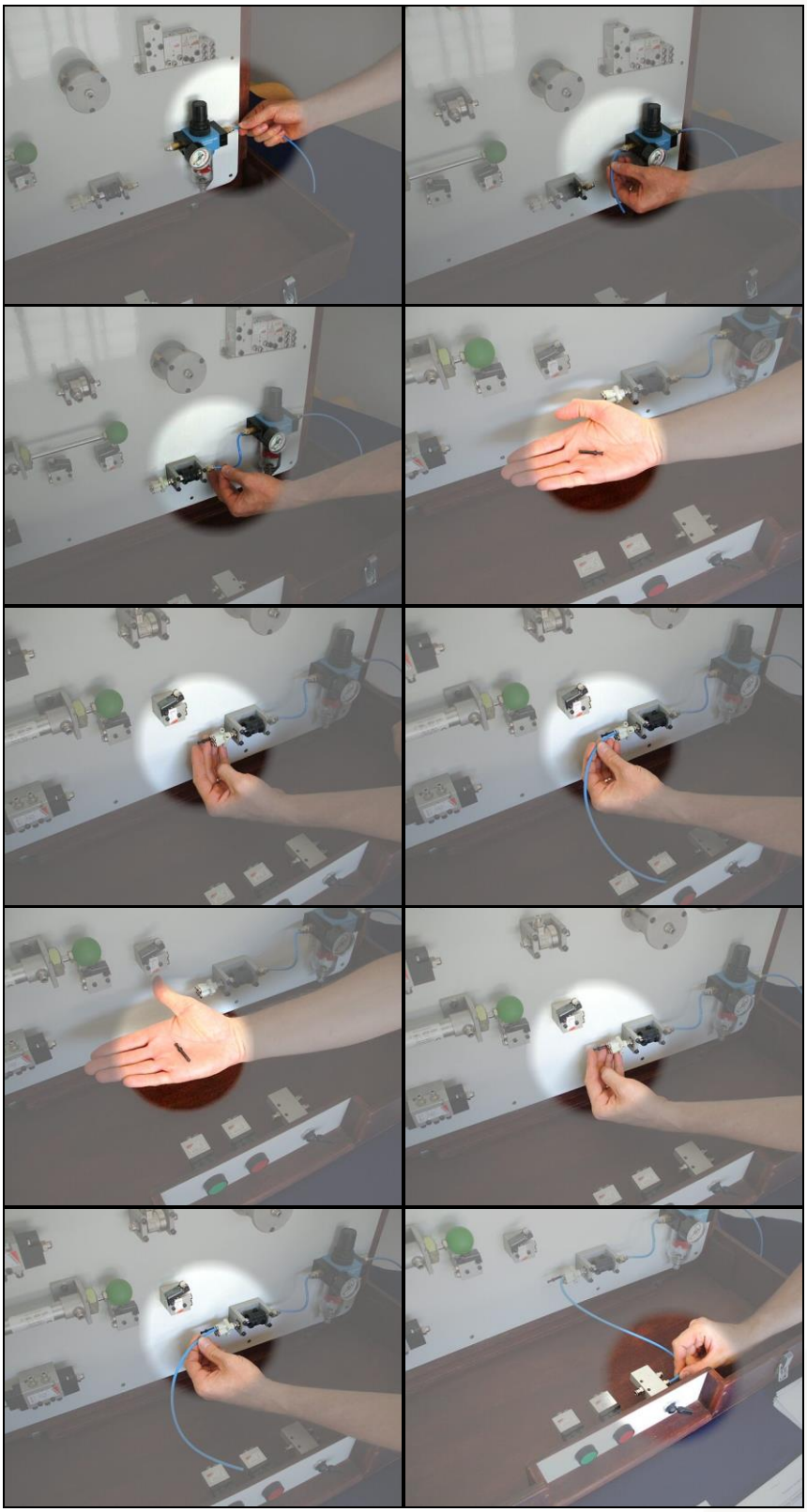
	 Válvula de control 3/2 con selector manual
	 Válvula de venteo
	 Válvula unidireccional reguladora de caudal x 2
	 Filtro de aire y regulador

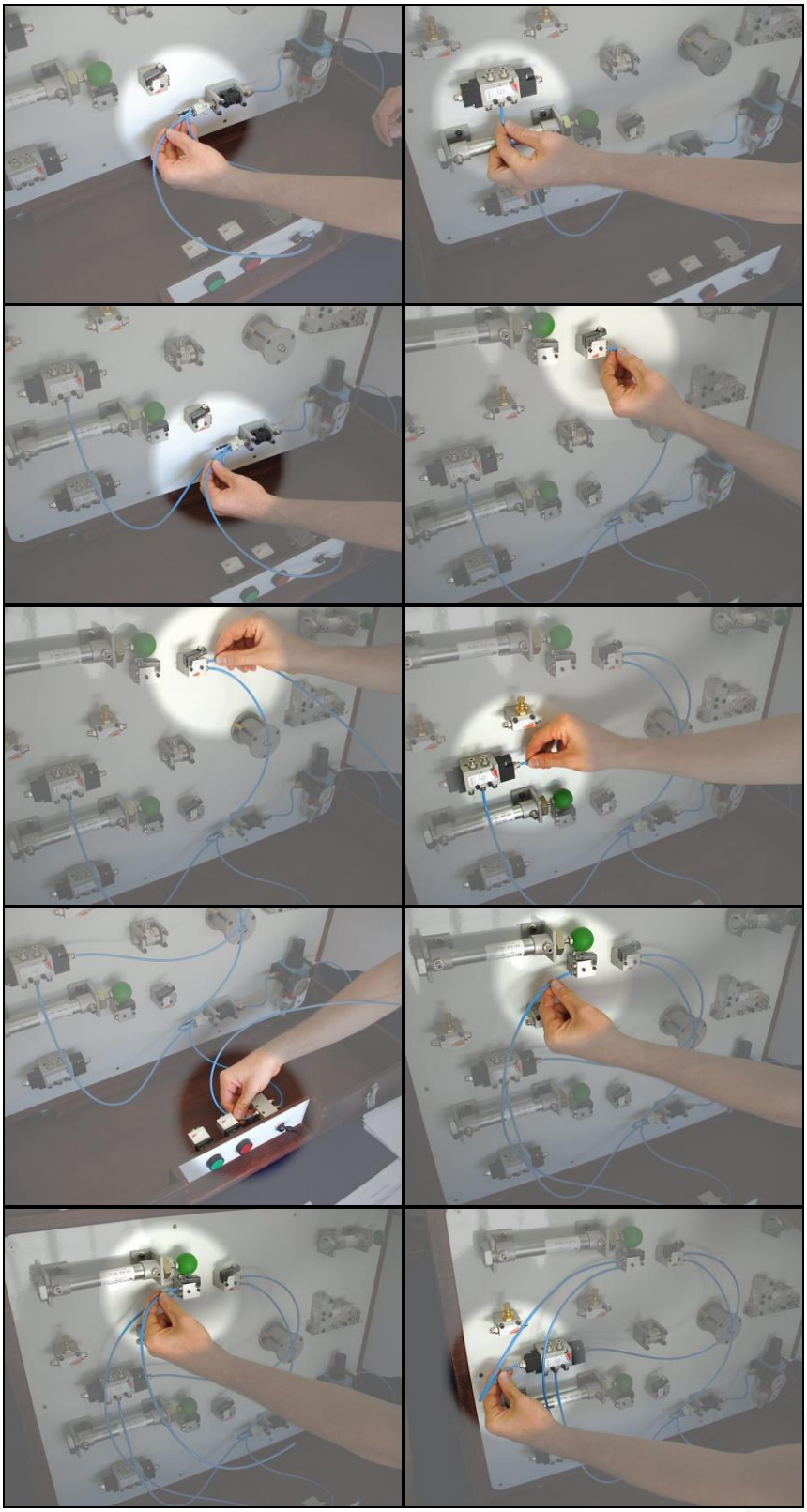
Segunda parte (a realizar solo con el KIT)

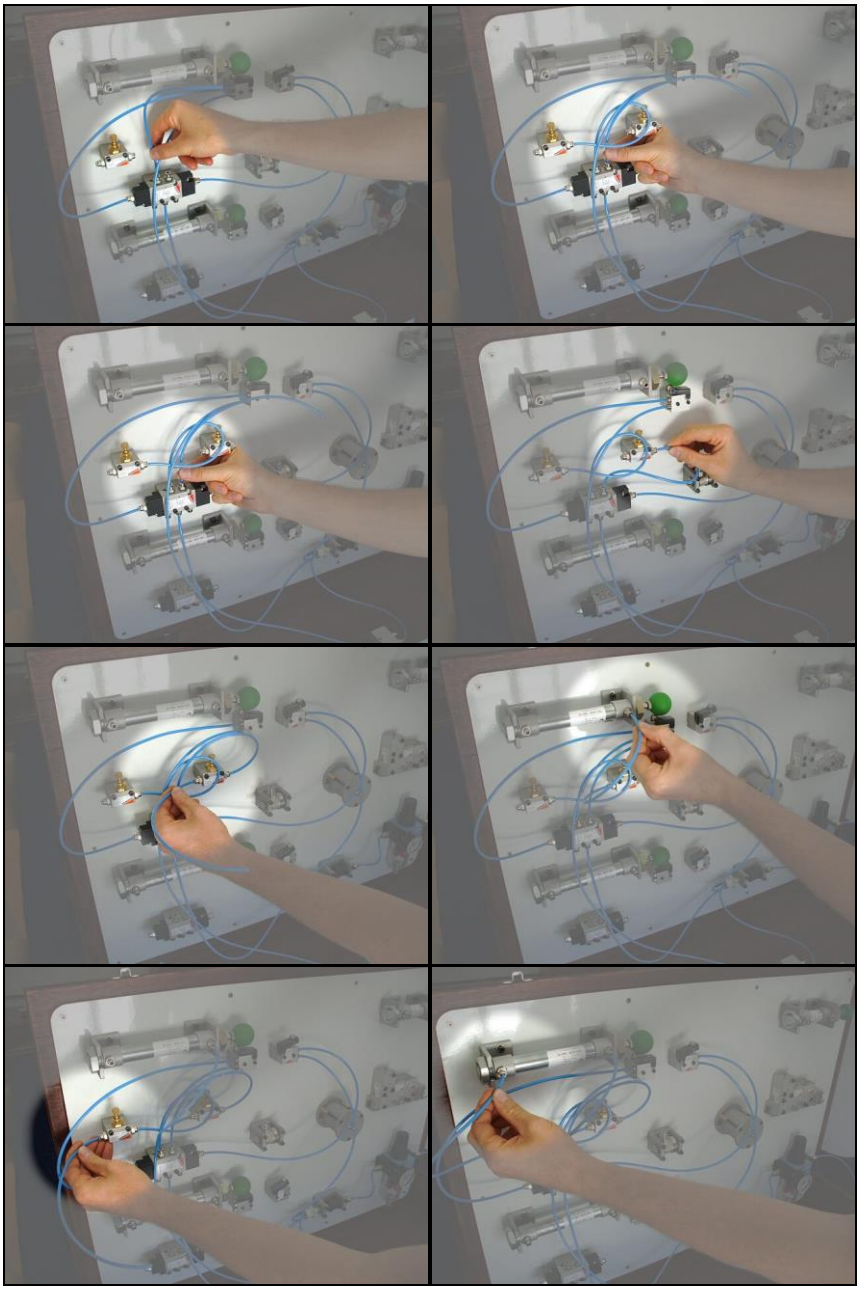
El participante deberá observar el diagrama y fotografías siguientes y de acuerdo a éste, correctamente ordenar la secuencia del montaje con el KIT.

El instructor deberá decidir si los participantes trabajarán individualmente, en pares o en grupos. Deberá contar con sets de fichas de secuencia de acuerdo con el número de grupos o participantes. Luego deberá entregar las fichas a los grupos y pedirles que ordenen correctamente la secuencia del montaje.









Cierre

El instructor les presentará el siguiente desafió a los participantes:

“Usted es parte de una consultora de ingeniería, a la que piden consejo. Resulta que van a instalar una harinera con unos grandes silos y lógicamente van a necesitar maquinaria para la manufactura y almacenaje del trigo y la harina. Pueden elegir maquinaria eléctrica o neumática ¿qué aconsejaría usted?”

El instructor tendrá que tener presente que una harinera produce harina, que es un polvo muy fino, lo que genera un ambiente polvoriento en extremo. Un ambiente de

estas características tiene muy alto riesgo de deflagración o explosión, por lo que, por ejemplo, una chispa eléctrica puede resultar peligrosa, mientras que un escape de aire no produciría ningún efecto peligroso.

Por lo que el mejor consejo es maquinaria neumática.

Luego el instructor explicará que tal como su nombre lo indica la neumática es una palabra de origen griego “pneuma”, que significa respiración o soplo. En tecnología, es la parte de la ciencia que se encarga del estudio del aire, su comprensión y su empleo para transmitir energía. El uso del aire ha estado presente en la historia del hombre por miles de años y con el despegue de la tecnología la neumática se ha fusionado con la microelectrónica y la informática, dando lugar a la tecnología electroneumática.

Como el aire es un elemento no es explosivo ni deflagrante, es especialmente indicado en ambientes de trabajo peligrosos. Es por lo mismo que la neumática está presente en la gran mayoría de los procesos industriales, tanto manual como semiautomático, que requiera incrementar la producción.

El alcance de la tecnología neumática es enorme. A continuación se presentan algunos elementos neumáticos donde se aplica lo visto en la actividad:

- Circuito de distribución de aire en las plantas.
- Elevadores, rampas, compuertas neumáticas, manipuladores neumáticos.
- Accionamiento neumático para válvulas.
- Limpieza de filtros a alta presión (jet pulse).

3. Nociones básicas de oleohidráulica

3.1 Conceptos básicos

Los sistemas y equipos hidráulicos se utilizan en un amplio rango de aplicaciones en la industria. Los sistemas hidráulicos proporcionan una inmediata fuente de energía controlable en la operación de equipos de movimiento de tierra, prensas, líneas de procesos, producción y ensamble, así como también maquinaria de manejo mecánico. Los sistemas hidráulicos también encuentran aplicación en máquinas de producción, máquinas de talleres y herramientas de mantenimiento y reparación.

El comprender los conceptos básicos contenidos en esta unidad ayudará a adquirir los conocimientos del lugar de trabajo y habilidades en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos en el lugar de trabajo.

La potencia hidráulica es un término que fue creado para incluir la generación, control y aplicación de energía eficaz y suave de los fluidos comprimidos o bombeados (ya sean líquidos o gases), cuando se usa esta potencia para suministrar fuerza y movimiento a los mecanismos. Esta fuerza y movimiento puede estar en la forma de empuje, tracción, rotación, regulación o impulso.

La potencia de fluidos incluye sistemas hidráulicos (que involucra líquidos) y sistemas neumáticos (que involucran gases).

Introducción

En la hidráulica (potencia de fluidos), se trasmite y controla fuerzas y velocidades al transmitir y controlar presión y el flujo de un fluido, ya sea agua o un aceite. Casi en todo tipo de tecnología hoy en día se utiliza el accionamiento hidráulico y técnicas de control. Unos pocos ejemplos:

- Equipamiento mecánico.
- Equipamiento agrícola.
- Equipamiento para movimiento de tierra y minería.
- Construcción naviera.
- Industrias de petróleo y aceite en ultramar.
- Aeronaves y naves espaciales.

Sistemas hidráulicos

Desde partidores de troncos caseros hasta las inmensas máquinas que se ve en los sitios de construcción, ¡el Elementos hidráulico es increíble en su poder y agilidad! En todo sitio de construcción se ve maquinaria hidráulica en la forma de topadoras, retroexcavadoras, palas mecánicas, cargadoras, grúas horquilla y grúas. La hidráulica opera las superficies de control en toda aeronave de gran tamaño. Se ve hidráulica en los centros de servicio para automóviles cuando se levanta un vehículo para que el mecánico pueda trabajar por debajo, y muchos elevadores son hidráulicos con el uso de la misma técnica. ¡Incluso los frenos de los automóviles usan hidráulica!

Figura 54: Los cilindros hidráulicos son visibles en esta excavadora

La idea básica detrás de todo sistema hidráulico es muy simple: *la fuerza que se aplica en un punto se transmite a otro punto con el uso de un líquido incompresible.* El fluido es casi siempre un aceite de algún tipo. La fuerza es casi siempre multiplicada en el proceso. El fluido hidráulico se bombea a una alta presión y se transmite a través de la máquina a varios accionadores. Las bombas hidráulicas son impulsadas por motores de combustión o eléctricos. El fluido presurizado es controlado por el operario con válvulas de control y distribuido a través de mangueras y tubos.

La común utilización de la maquinaria hidráulica se debe a la gran cantidad de potencia que se puede transferir a través de los pequeños tubos y mangueras flexibles; y la densidad de gran potencia y amplio arreglo de accionadores que pueden usar esta fuerza.

Las ventajas de los sistemas hidráulicos por sobre otros métodos de transmisión de potencia son:

- Diseño simple. En la mayoría de los casos, unos pocos componentes prediseñados remplazarán enlaces mecánicos complicados.
- Flexibilidad. Los componentes hidráulicos pueden ubicarse con una flexibilidad considerable. Las cañerías y mangueras en vez de los elementos mecánicos virtualmente eliminan los problemas de ubicación.

- Suavidad. Los sistemas hidráulicos son suaves y silenciosos en su operación. La vibración se mantiene al mínimo.
- Control. El control de un amplio rango de velocidades y fuerzas es fácilmente posible.
- Costo. Alta eficiencia con pérdida por fricción mínima mantiene el costo de una transmisión de potencia al mínimo.
- Protección de sobrecarga. Las válvulas automáticas protegen el sistema en contra de fallas por sobrecarga.

La principal desventaja de un sistema hidráulico es el de mantener las piezas de precisión cuando están expuestas a climas desfavorables y atmósferas sucias. La protección contra el óxido, corrosión, suciedad, deterioro del aceite y otras condiciones ambientales adversas es muy importante.

Hidráulica

El comportamiento dinámico y estático de los fluidos: el estudio de los fluidos que realizan un trabajo.

Ventajas de los sistemas hidráulicos:

- Simplicidad general, elimina los enlaces.
- La ubicación de componentes puede ser variada.
- Automatización de la secuencia de movimiento.
- Velocidad y fuerza infinitamente variable.
- Bajas tasas de desgaste de componentes debido a:
    - ✓ Operación suave controlada.
    - ✓ Limitación de presión automática.
    - ✓ Ausencia de vibración.
    - ✓ Lubricación automática.
- Las pérdidas por fricción son pequeñas.
- Se puede actualizar los componentes del sistema.

Desventajas de los sistemas hidráulicos:

- Presiones muy altas.
- La limpieza extrema es necesaria (contaminación).
- Necesita mantenimiento periódico (condiciones climáticas).
- Corrosión de componentes expuestos.
- Altos costos de adquisición.

Hidrostática

Trabajo realizado a través del líquido bajo presión.

Usos hidrostáticos:

- Frenos hidráulicos.
- Toma de fuerza.
- Dirección asistida.
- Volquete.
- Grúas montadas.
- Agitadores de concreto.
- Gato hidráulica.

Hidrodinámica (o hidrocinética)

Trabajo realizado a través de líquido en movimiento.

Usos de la hidrodinámica:

- Acoplamiento hidráulico (embragues).
- Transmisiones automáticas.
- Convertidores de torque.
- Retardador hidráulico.

➢ El fluido bajo presión se vuelve un sólido.

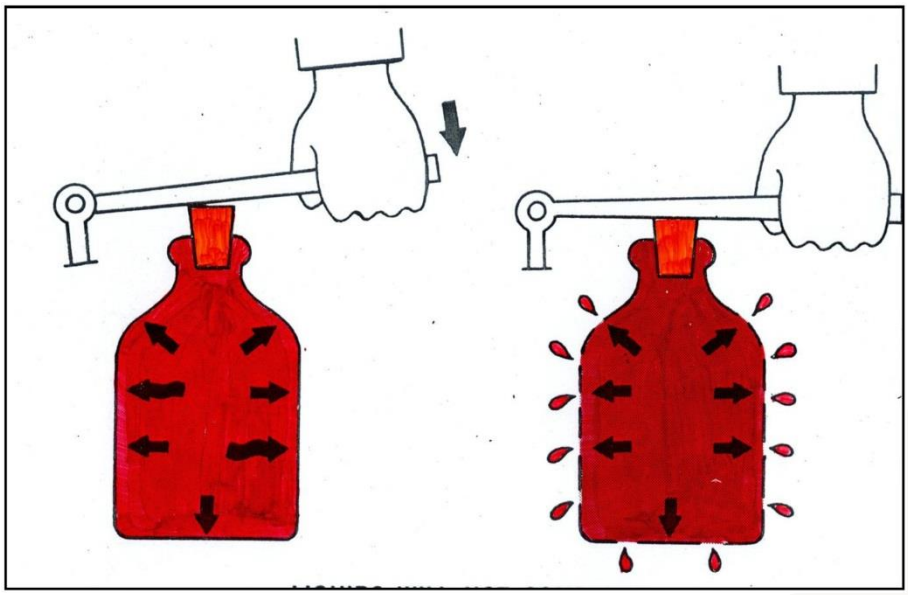


Figura 55

- Fluido incompresible en uso.
- Permanece como un líquido.
- El fluido fluye por el camino de menos resistencia.

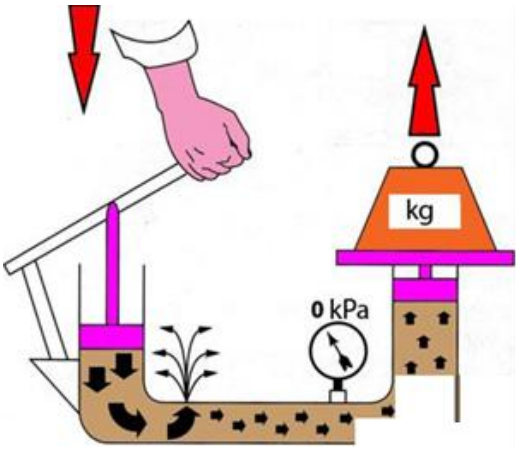


Figura 56

- Aditivos de aceite hidráulico.
- Los aditivos fortalecen o modifican ciertas características del aceite base.

Aditivos:

- Detergentes.
- Inhibidores de oxidación.
- Dispersantes.
- Agentes de alcalinidad.
- Agentes anti desgaste.
- Dispersantes de punto de fluidez.
- Mejoradores del índice de viscosidad.
- Agente antiespumante.
- Emulsionantes.

Filtros

Se incluyen filtros para proteger todos los componentes en contra de daños debido a la contaminación.

Los filtros pueden ser elementos de papel fino o coladores gruesos.

Algunos sistemas pueden contener imanes.

Los filtros pueden ser incluidos a:

- Línea de succión.
- Línea de retorno.
- Línea de presión.
- Tubo de relleno del reservorio.
- Respiradero del reservorio .

Potencia hidráulica

La ciencia de la presión de fluidos proporciona algo de la teoría de la hidráulica.

- Una fuerza que actúa en un área pequeña puede crear una fuerza mucho más grande al actuar en un área más grande por virtud de la presión hidrostática.

- Una gran cantidad de energía puede ser transportada por un pequeño flujo de fluido altamente presurizado.

La maquinaria hidráulica ofrece una gran cantidad de energía y fuerza con componentes relativamente pequeños. Un cilindro hidráulico típico con un diámetro de 75 mm (3 pulgadas), por ejemplo, puede suministrar 89.000 N (20.000 lbf). La transmisión de energía en un sistema hidráulico se controla fácilmente con válvulas.

Algunas partes de un sistema hidráulico funcionará a cerca de 2000 kPa (300 psi) (controles piloto, frenos de vehículos). Los accionadores hidráulicos principales (por ejemplo, cilindros o motores de fluidos) funcionarán típicamente en el rango de 7000 - 42000 kPa (1000 - 6000 psi). Con avances en el diseño y materiales, existe una tendencia hacia la mayor presión, con algunos sistemas que funcionan a 100 000 kPa (15,000 psi). Algunos sistemas exóticos con hardware de titanio operarán a más de 350.000 kPa (50.000 psi).

3.2 Sistema oleohidráulico y sus equipos

Sistemas básicos

En su forma más simple, un sistema hidráulico consta de los siguientes componentes básicos:

- Reservorio.
- Bomba hidráulica.
- Indicador de presión.
- Motor hidráulico, émbolo y otro dispositivo para realizar el trabajo.
- Elementos de control para controlar el flujo, la presión y la dirección.
- Mangueras, cañerías y fittings.

a. *Gato hidráulico*. En este sistema (Figura 57), un reservorio y un sistema de válvulas se han agregado a una palanca hidráulica Pascal para accionar un pequeño cilindro o bomba de manera continua y levantar un pistón grande o un accionador un poco con cada recorrido. El Diagrama A muestra un recorrido de entrada. Una válvula de verificación de salida se cierra por presión bajo una carga, y una válvula de verificación de entrada se abre para que el líquido desde el reservorio llene la cámara de bombeo. El Diagrama B muestra la bomba con un recorrido hacia abajo. Una válvula de verificación de entrada se cierra por presión y una válvula de salida se abre. Más líquido se bombea bajo un gran pistón para levantarlo. Para bajar una carga, se abre una tercera válvula (válvula de aguja), que abre un área debajo de un pistón grande hacia el reservorio. La carga entonces empuja el pistón hacia abajo y fuerza el líquido hacia el reservorio.

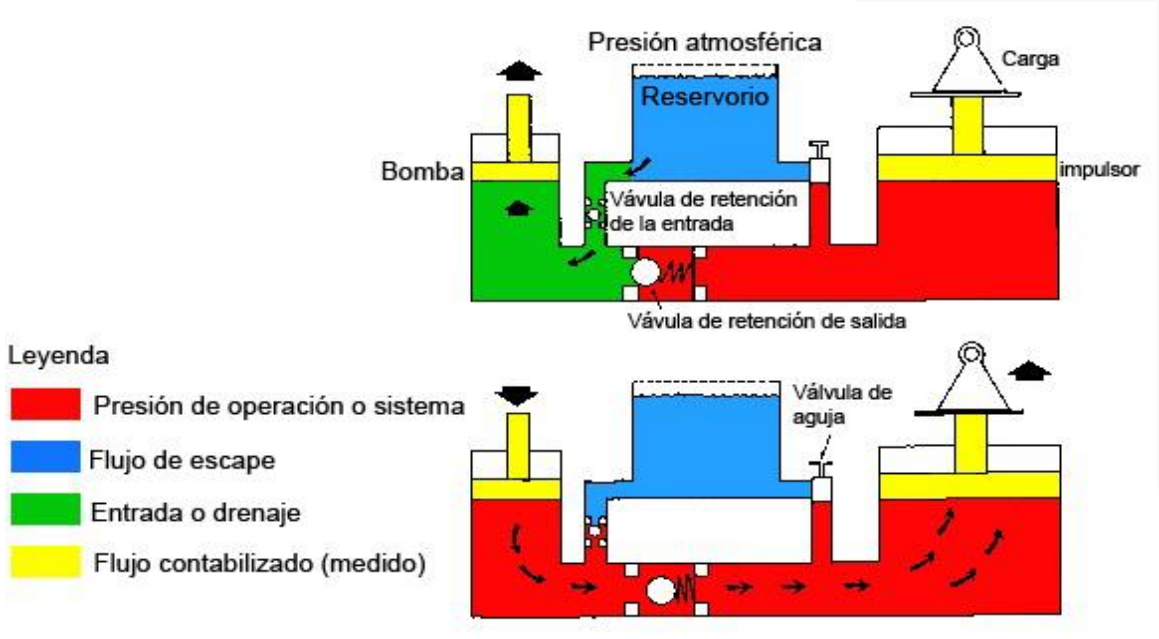


Figura 57

b. Motor- sistema de inversión. La Figura 58 muestra una bomba accionada por motor operando un motor rotativo reversible. Una válvula de inversión dirige el fluido a ambos lados del motor y de vuelta al reservorio. Una válvula de liberación protege el sistema en contra del exceso de presión y puede rodear la salida de la bomba hacia el reservorio, si la presión sube demasiado.

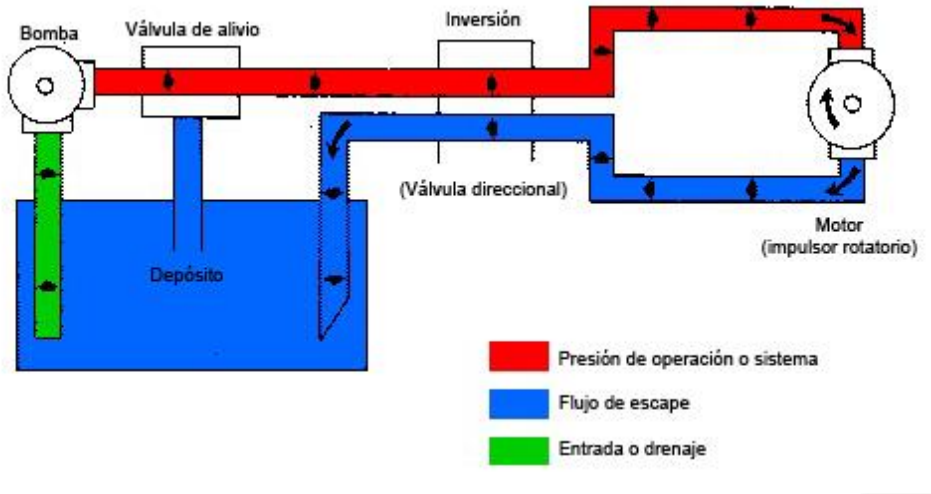


Figura 58

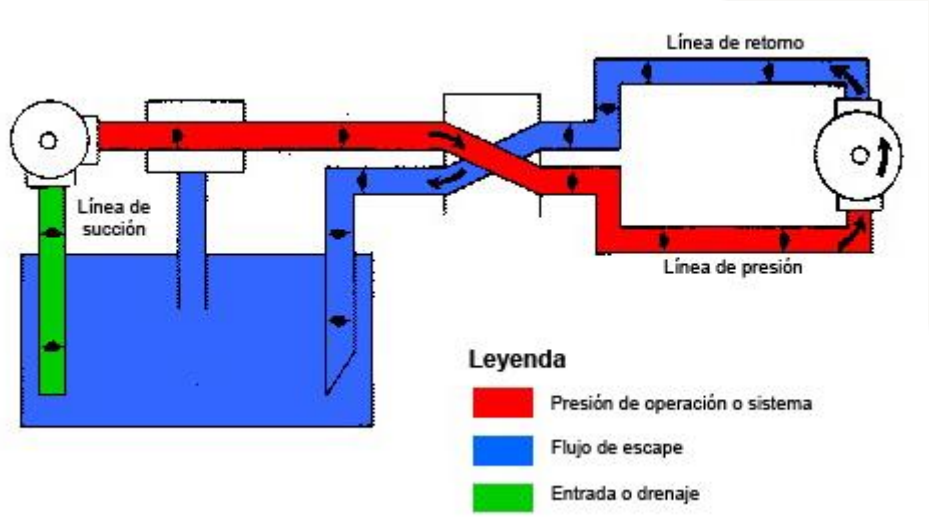


Figura 59

c. *Sistema de centro abierto*. En este sistema, un carrete de válvula de control debe estar abierta en el centro para permitir que el flujo bombeado pase por la válvula y Volver al reservorio. La Figura 60 muestra este sistema en la posición neutral. Un sistema de centro abierto es eficiente en funciones simples pero es limitado con funciones múltiples.

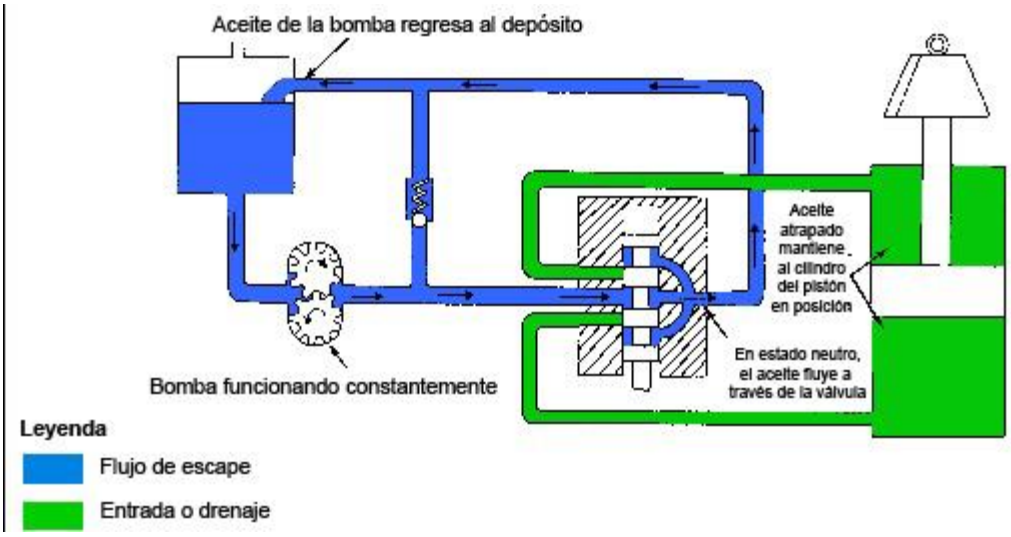


Figura 60

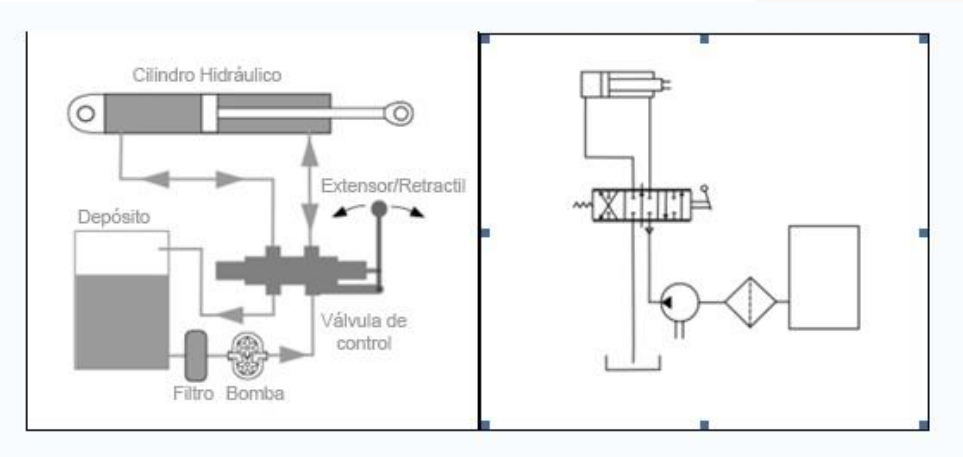


Figura 61: Un circuito hidráulico de centro abierto simple -Diagrama del circuito equivalente

d. Sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba puede descansar cuando no se necesita que el aceite opere una función. Esto significa que una válvula de control está cerrada en el centro, deteniendo el flujo del aceite desde la bomba. La Figura 62 muestra un sistema de centro cerrado. Para operar varias funciones de manera simultánea, un sistema de centro cerrado tiene las siguientes conexiones:

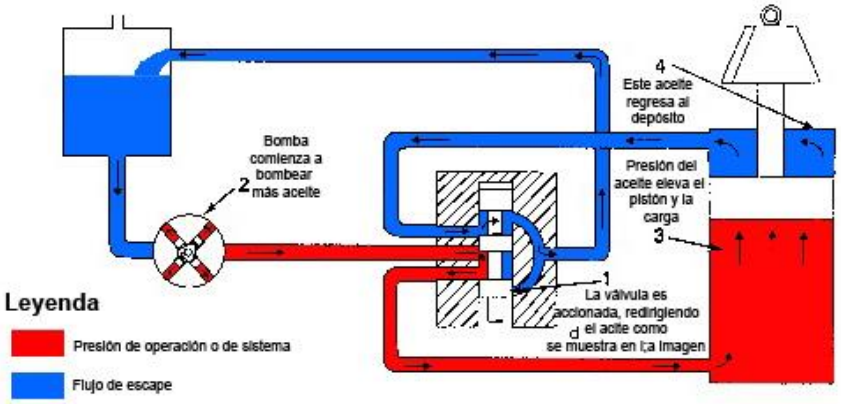


Figura 62

(1) Acumulador y bomba de desplazamiento fijo. La Figura 63 muestra un sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba de volumen pequeño pero constante carga un acumulador. Cuando un acumulador se carga a una presión completa, una válvula de descarga desvía el flujo de la bomba de vuelta al reservorio. Una válvula de verificación atrapa el aceite presurizado en el circuito.

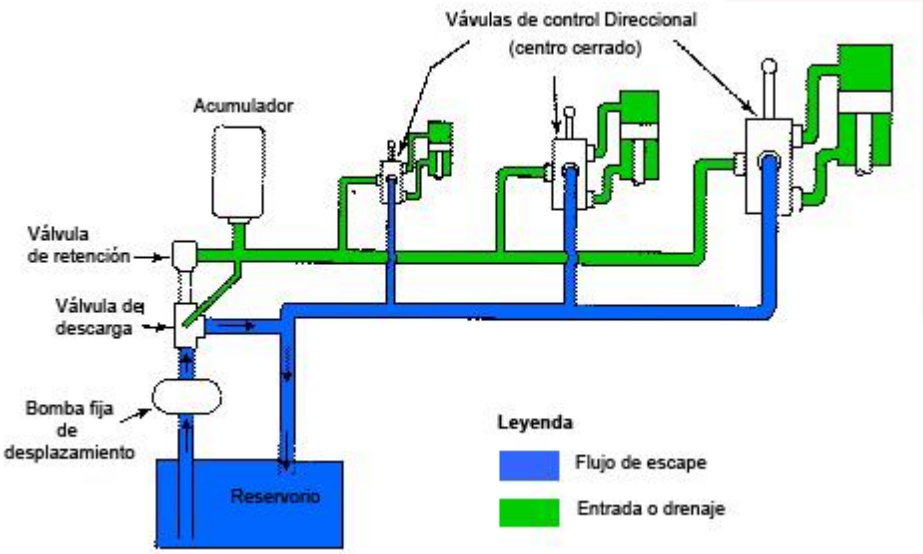


Figura 63

Cuando se opera una válvula de control, un acumulador descarga su aceite y acciona un cilindro. A medida que comienza a descender, una válvula de descarga dirige el flujo de la bomba a un acumulador para recargar el flujo. Este sistema, que usa una bomba de capacidad pequeña, es eficaz cuando se necesita aceite de operación sólo por un periodo corto. Sin embargo, cuando las funciones necesitan mucho aceite por periodos más largos, un sistema acumulador no puede manejarlo a menos que el acumulador sea muy grande.

(2) Bomba de desplazamiento variable. La Figura 64 muestra un sistema de centro cerrado con una bomba de desplazamiento variable en el modo neutral. Cuando está en modo neutral, se bombea aceite hasta que la presión se eleva a un nivel predeterminado. Una válvula de regulación de presión permite que la bomba se apague por sí misma y mantenga esta presión hacia la válvula. Cuando la válvula de control está funcionando, se desvía el aceite desde la bomba hasta el fondo de un cilindro. La caída de presión causada por conectar la línea de presión de la bomba al fondo del cilindro, causa que la bomba vuelva a funcionar, bombeando aceite al fondo del pistón y levantando la carga.

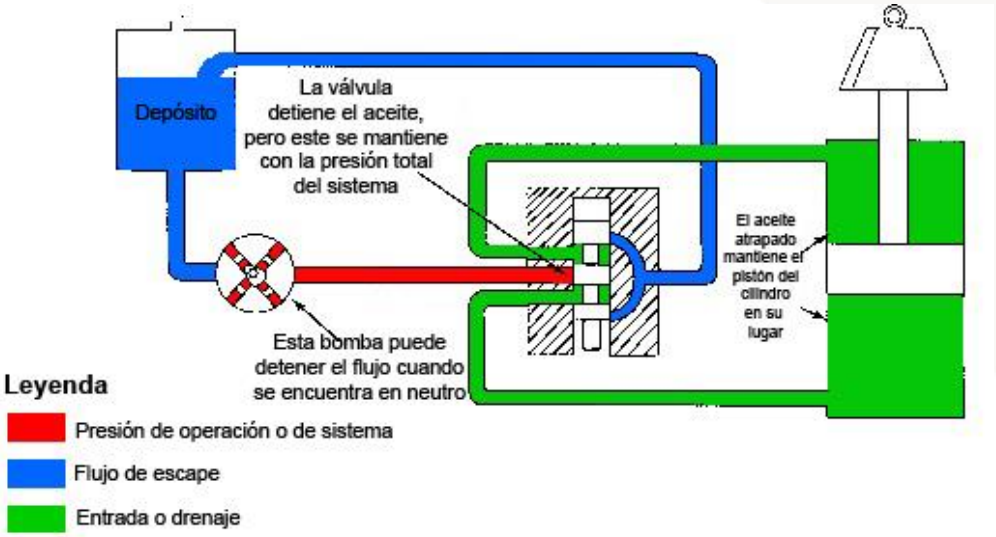


Figura 64

Cuando se mueve la válvula, la parte de arriba del pistón se conecta con una línea de retorno, que permite que el aceite de retorno que fue forzado desde el pistón vuelva al reservorio o bomba. Cuando la válvula vuelve al modo neutral, el aceite es atrapado en ambos lados del cilindro y el paso de la presión desde la bomba se cierra. Luego de esta secuencia, la bomba descansa. Moviendo el carrete en la posición baja, dirige el aceite hacia la parte de arriba del pistón, moviendo la carga hacia abajo. El aceite de abajo del pistón es enviado a la línea de retorno.

La Figura 65 muestra este sistema de centro cerrado con una bomba de carga, que bombea aceite desde el reservorio hasta la bomba de desplazamiento variable. La bomba de carga suministra sólo el aceite necesario en un sistema y proporciona un poco de presión de entrada para hacer que una bomba de desplazamiento variable sea más eficiente. El aceite de retorno desde la función de un sistema se envía directamente hasta la entrada de una bomba de desplazamiento variable.

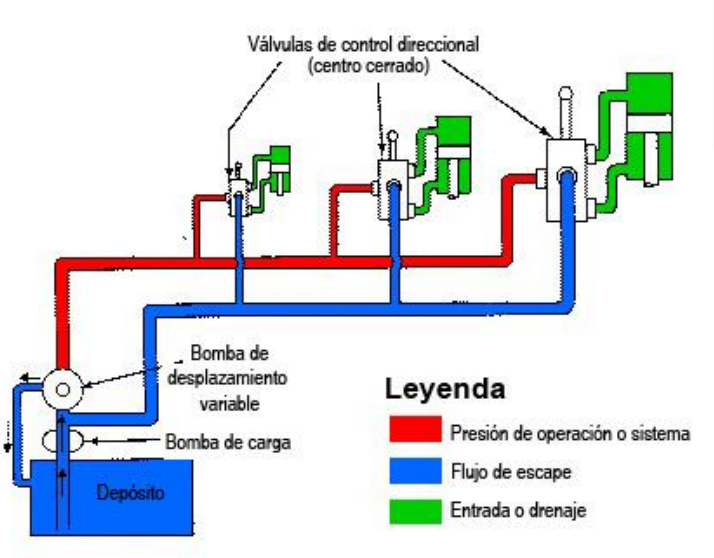


Figura 65

Debido a que las máquinas de hoy en día necesitan más energía hidráulica, un sistema de centro cerrado es más ventajoso. Por ejemplo, en un tractor, el aceite puede ser necesario para la dirección hidráulica, frenos hidráulicos, cilindros remotos, enganche de tres puntos, cargadores y otros equipos montados. En la mayoría de los casos, cada función necesita una cantidad diferente de aceite. Con un sistema de centro cerrado, la cantidad de aceite para cada función puede controlarse por el tamaño de la válvula o línea o por orificio con menos acumulación de calor cuando se compara con los divisores de flujo necesarios en un sistema de centro abierto comparable. Otras ventajas de un sistema de centro cerrado son:

- No necesita válvulas de alivio porque la bomba simplemente se apaga por sí misma cuando se alcanza la presión de modo de espera. Esto evita la acumulación de calor en sistemas donde la presión de liberación se alcanza frecuentemente.

- Tiene líneas, válvulas y cilindros que pueden ser hechas a la medida de los requerimientos de flujo de cada función.

- Tiene un flujo de reserva disponible para asegurar una velocidad hidráulica completa a bajas revoluciones de motor por minuto (rpm). Más funciones pueden ser usadas.

- Es más eficiente en funciones tales como los frenos, que requieren fuerza pero muy poco movimiento de pistón. Al mantener abierta la válvula, la presión de modo de espera se aplica de manera constante al pistón del freno, sin pérdida de eficiencia porque la bomba ha retornado al modo de espera.

Codificación por colores

Las cifras que muestran las condiciones o caminos del flujo de aceite son preparadas con códigos de colores estándares de la industria. La siguiente Tabla muestra los colores para las líneas hidráulicas y pasos que están en muchas de las cifras:

Colores de las cifras	
Línea/Paso	**Color**
Presión de funcionamiento	Rojo
Escape	Azul
Ingreso o drenaje	Verde
Flujo medido	Amarillo

Válvulas de alivio de presión

La válvula de alivio de presión de acción directa se monta en el lado de presión de la línea de salida de la bomba hidráulica. Su tarea es la de limitar la presión en el sistema a un valor aceptable, para proteger de la sobrecarga a los componentes del sistema. De hecho, una válvula de liberación de presión tiene la misma construcción que una válvula de retención accionada por resorte. Cuando se sobrecarga el sistema, la válvula de alivio de presión se abrirá y el flujo de la bomba será dirigido de vuelta al reservorio hidráulico de manera directa.

¡La presión en el sistema permanece en el valor determinado por el resorte en la válvula de alivio de presión!

En la válvula de alivio de presión, un poco de la presión (energía) será convertida en calor.

Por ese motivo, se deberá evitar los grandes periodos de funcionamiento de la válvula de liberación de la presión.

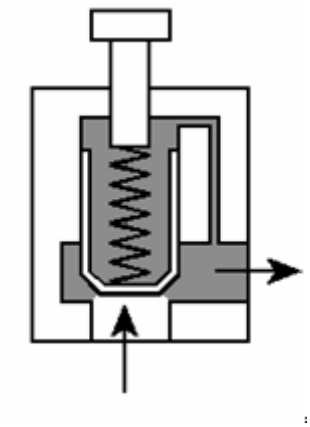


Figura 66

Válvula de alivio accionada por piloto

La válvula de alivio de presión accionada por piloto (abajo) se aplica en sistemas con una considerable cantidad de flujo. Su tarea también es la de limitar la presión en el sistema a un valor aceptable para proteger los componentes del sistema de la sobrecarga

La válvula piloto se ajusta normalmente a 150 bares. La presión debajo de la válvula principal es igual a la presión por sobre la válvula principal.

Por ejemplo, 100 bar determinados por la carga en el motor hidráulico. El resorte en la válvula principal, (alrededor de 1 a 5 bares) mantiene la válvula en la posición cerrada. En tanto la presión en el sistema no se incremente la presión ajustable, el flujo de la bomba va al motor hidráulico. Cuando el motor hidráulico se sobrecarga, la presión aumentará y la válvula piloto se abrirá.

A partir de ese momento, la presión arriba de la válvula principal se limita a 150 bares. Sin embargo, el flujo de la bomba no puede ser drenado por la pequeña aceleración en el canal de bifurcación, por lo tanto la presión debajo de la válvula principal aumentará con la presión del resorte de alrededor 1 a 5 bares (la presión debajo de la válvula principal aumentará a 151...155 bares). La válvula principal entonces se abre y la mayoría del flujo de la bomba será drenada por la válvula principal.

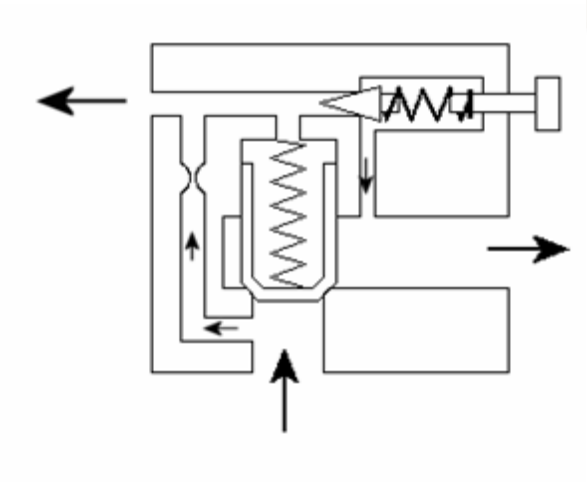


Figura 67

Válvula de control direccional

Con una válvula de control de dirección, usted determina la dirección del flujo, y por lo tanto, la dirección de la operación de un cilindro o motor hidráulico. Como se muestra en la Figura 3, usamos una válvula llamada de control direccional 4/3; el 4/3 significa cuatro (4) conexiones de línea y tres (3) posiciones.

Las carcasas comúnmente se fabrican con acero o hierro fundido. Contiene un carrete que ha sido maquinado con precisión y amolado a partir del acero.

Este carrete, que se mantiene en el centro de la carcasa por dos (2) resortes, puede moverse en la carcasa. En la posición media, el paso P está cerrado por lo que el flujo de la bomba debe fluir hasta el reservorio a través de la válvula de liberación de presión. Ya que esto genera mucho calor, se deberá evitar si es posible.

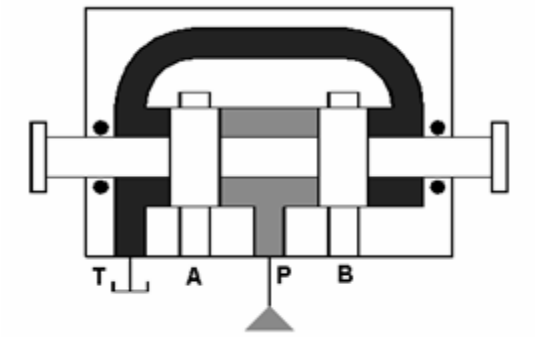


Figura 68

Los pasos A y B también están cerrados, por lo tanto en este caso un cilindro será bloqueado hidráulicamente en su posición.

Al mover el carrete hacia la izquierda, el cilindro será desplazado a su recorrido hacia el exterior.

El aceite fluye desde el paso P a A hasta el cilindro, y el aceite desde el lado del eje del cilindro fluye vía paso B a T de vuelta al reservorio (estanque), como se muestra abajo (Figura 241).

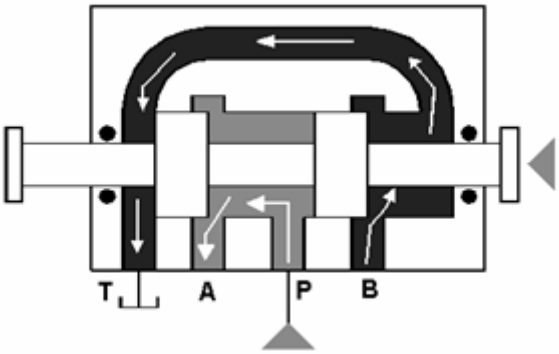


Figura 69

Las válvulas reductoras de presión reducen la presión del suministro según sea necesario para varios circuitos.

Las válvulas de contrapeso suministran resistencia al flujo bajo ciertas condiciones, para ayudar a una grúa horquilla mantener la posición de una carga.

Las válvulas de secuencia controlan la secuencia de los circuitos hidráulicos para asegurar que un cilindro hidráulico esté completamente extendido antes de que otro inicie su recorrido.

Las válvulas de doble efecto proporcionan una función o lógica.

Las válvulas de verificación son válvulas de una vía, permitiendo que un acumulador cargue y mantenga su presión después de que la máquina se ha apagado.

Las válvulas de cartucho son componentes estándar con una carcasa estandarizada, haciéndolas fácil de llenar un bloque de válvulas propias. Están disponibles en muchas configuraciones; on/off, proporcional, liberación de presión, etc. Generalmente se atornillan en un bloque de válvula y son eléctricamente controladas para brindar funciones automatizadas y lógicas.

Los fusibles hidráulicos son dispositivos de seguridad en línea diseñados para sellar automáticamente una línea hidráulica si pierde presión rápidamente.

Válvulas auxiliares. Los sistemas hidráulicos complejos tendrán normalmente bloques de válvula auxiliares para manejar varias tareas no vistas por el operario, tales como carga del acumulador, operación del ventilador de enfriado, energía del aire acondicionado, etc. Son, por lo general, válvulas a la medida diseñadas para la máquina particular y pueden estar compuestas de un bloque de metal con pasos y canales perforados.

Las válvulas de cartucho están roscadas en los pasos y pueden ser controladas eléctricamente por conmutadores o un microprocesador para dirigir energía de fluido como sea necesario.

Reservorio

El reservorio de fluido hidráulico contiene el exceso de fluido hidráulico para acomodar los cambios de volumen desde: la extensión y contracción del cilindro, expansión y contracción impulsada por temperatura y fugas. El reservorio también está diseñado para ayudar en la separación del aire del fluido. Los ingenieros de diseño siempre están presionados para reducir el tamaño de los reservorios hidráulicos, mientras que los operarios de los equipos siempre aprecian los grandes reservorios.

Reservorios

- Almacenan aceite.
- Reduce la aireación.
- Disipa el calor.
- Separa contaminantes.
- Mantiene un nivel adecuado sobre la succión.
- Debe ser de adecuada capacidad.

Algunos diseños incluyen canales de flujo dinámicos en los caminos de retorno para los fluidos que permiten un reservorio más pequeño.

a. *Construcción*. Un reservorio construido adecuadamente debería ser capaz de disipar el calor del aceite, separar el aire del aceite y depositar los contaminantes que están presentes. Los reservorios varían en construcción desde pequeñas estampaciones de acero a grandes unidades fabricadas o fundidas.

b. *Forma*. Debe ser alto y delgado en vez de superficial y ancho. El nivel de aceite deberá ser tan alto como sea posible por sobre la apertura hacia la línea de succión de la bomba. Esto evita que el vacío en la apertura de línea causar un efecto de remolino,

lo que podría significar que en un sistema probablemente esté ingresando aire. El aceite aireado no transmitirá energía adecuadamente porque el aire es comprimible.

c. *Tamaño*. Los tamaños de los reservorios pueden variar. Sin embargo, un reservorio debe ser lo suficientemente grande para que tenga una reserva de aceite con todos los cilindros en un sistema completamente extendido. Una reserva de aceite debe ser lo suficientemente alta para evitar un remolino en la apertura de la línea de succión. Un reservorio debe tener el espacio suficiente para contener todo el aceite cuando los cilindros estén retractados, así como también permitir espacio para la expansión cuando el aceite esté caliente.

d. *ubicación*. La mayoría de los reservorios del Elementos móvil está ubicados por sobre las bombas. Esto crea una condición de toma de bomba inundada. Inundar la entrada también reduce la tendencia a ocurrir un remolino en la apertura de la línea de succión. La ubicación de un reservorio afecta la disipación del calor. Idealmente, todas las paredes de los estanques deberían estar expuestas al aire exterior.

e. *Ventilación y presurización*. La mayoría de los reservorios son ventilados hacia la atmósfera. Una apertura de ventilación permite que el aire salga o entre al espacio por sobre el aceite a medida que el nivel de aceite sube o baja. Esto mantiene una presión atmosférica constante sobre el aceite. Una tapa de filtro de reservorio, con un filtro, se usa a menudo como ventilación. Algunos reservorios están presurizados, con el uso de una válvula de control de presión simple en vez de uno ventilado.

f. *conexiones de línea*. Una succión de bomba y las líneas de retorno de un estanque deberán estar unidas por bridas (flanges) o por uniones o acoples soldados para trabajo pesado. Los acoples estándar normalmente no son adecuados porque se abren cuando son soldados. Si una línea de succión es conectada en el fondo, un acople deberá extenderse bien por sobre el fondo, dentro del estanque; la suciedad residual no ingresará en una línea de succión cuando un estanque o colador esté limpio. Una línea de retorno deberá descargar cerca del fondo del estanque, siempre debajo del nivel del aceite. Una cañería normalmente se corta a un ángulo de 45 grados y el flujo es dirigido lejos de una línea de succión para mejorar la circulación y enfriado.

Coladores y filtros. Para mantener los componentes hidráulicos con correctos desempeños, se debe mantener el líquido hidráulico lo más limpio posible. Las sustancias extrañas y pequeñas partículas de metal del desgaste normal de las válvulas, bombas y otros componentes ingresarán en el sistema. Los coladores, filtros y conectores magnéticos se usan para eliminar partículas extrañas de un líquido hidráulico y son eficaces como protecciones en contra de la contaminación. Los conectores magnéticos, ubicados en un reservorio, se usan para eliminar las partículas de hierro o acero de un líquido.

a. Coladores. Un colador es el sistema de filtrado primario que elimina grandes partículas de materia extraña del líquido hidráulico. Incluso cuando su acción de filtrado no es tan buena como la de un filtro, un colador ofrece menos resistencia al flujo. Un colador normalmente consta de un marco de metal enrollado con una pantalla de malla de alambre delgado o un elemento de filtración hecho de alambre especialmente procesado y de diferentes espesores. Los coladores se usan para bombear líneas de entrada (Figura 69, página 109) donde las caídas de presión deben mantenerse al mínimo.

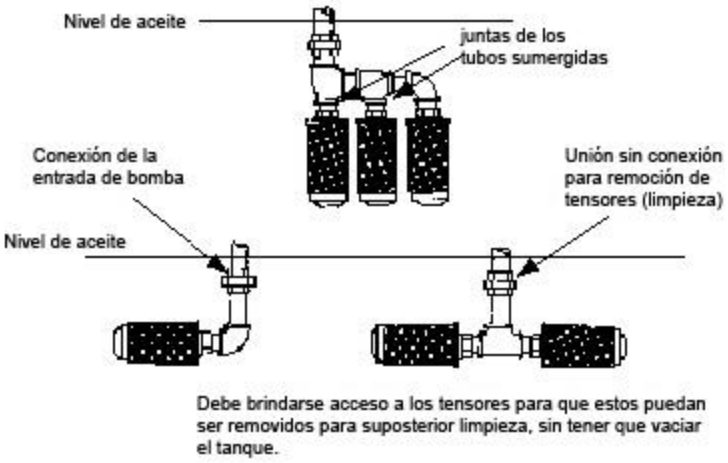


Figura 70

b. *Filtros*. Un filtro elimina pequeñas partículas de un fluido hidráulico y es más eficaz como protección contra contaminantes. Los filtros se ubican en un reservorio, una línea de presión, una línea de retorno o en toda ubicación donde sea necesario. Se clasifican como flujo completo o flujo proporcional.

En un filtro de flujo completo, todo el fluido que ingresa a una unidad pasa por un filtro. Aunque un tipo de flujo completo proporciona una acción de filtración más segura, ofrece mayor resistencia al flujo, particularmente cuando se ensucia. Un líquido hidráulico ingresa a un filtro de flujo completo a través de un paso de entrada en el cuerpo y fluye alrededor de un elemento dentro de un depósito. El filtrado ocurre cuando un líquido pasa a través del elemento y dentro de un centro hueco, dejando la suciedad e impurezas fuera del elemento. Un líquido filtrado fluye desde un centro hueco hacia un paso de salida y hacia el sistema.

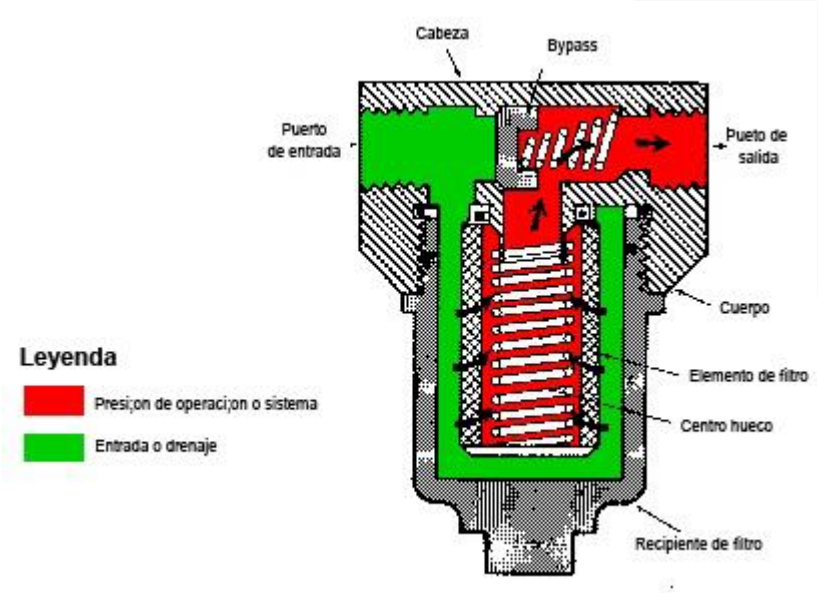


Figura 71

Una válvula de liberación de derivación en un cuerpo permite que un líquido rodee el elemento y pase directamente a través de un paso de salida cuando el elemento se obstruye. Los filtros que no tienen una válvula de liberación de derivación tienen un indicador de contaminación. Este indicador funciona sobre el principio de la diferencia de presión de un fluido a medida que ingresa a un filtro y después de que sale de un elemento. Cuando las partículas contaminantes se depositan en el elemento, la presión diferencial en éste aumenta. Cuando un aumento de la presión alcanza un valor específico, un indicador se activa, lo que significa que el elemento debe ser limpiado o remplazado.

(2) filtros de flujo proporcional (Figura 72). Este filtro funciona sobre el principio de venturi en el que un tubo tiene una garganta angosta (venturi) para aumentar la velocidad del fluido que pasa por éste. El flujo que pasa por una garganta venturi causa una caída de presión en el punto más angosto. Esta disminución de la presión causa una acción de succión que atrae una parte del líquido hacia abajo alrededor de un cartucho por un filtro y hasta una garganta venturi. El filtrado ocurre para cualquier dirección de flujo. Aunque sólo una parte de un líquido se filtra durante cada ciclo, la constante recirculación por el sistema eventualmente causa que todo el líquido pase por el elemento.

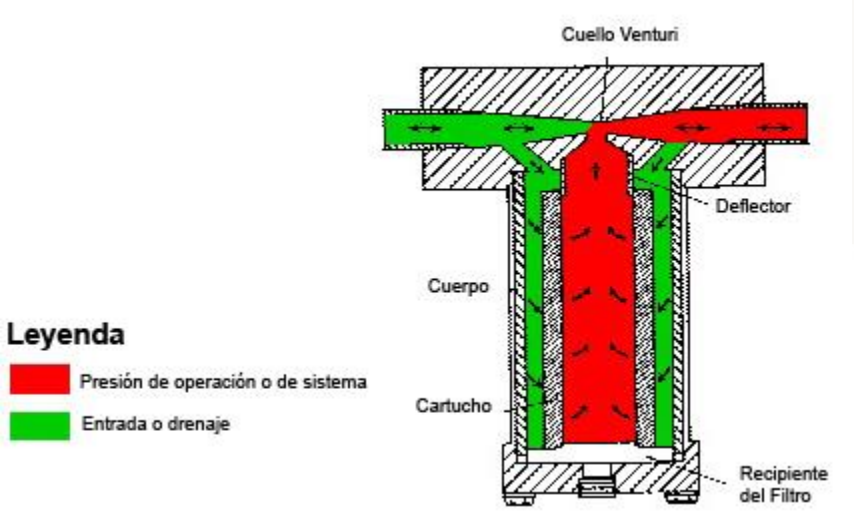


Figura 72

Elementos y materiales de filtrado. Las clases generales de los materiales de los filtros son mecánicos, absorbente inactivo y absorbente activo.

- Los filtros mecánicos contienen discos o pantallas de metal tejidos de manera estrecha. Generalmente eliminan sólo partículas algo gruesas.
- Los filtros absorbentes inactivos, tales como algodón, pasta de madera, hilo, tela o resina, eliminan partículas mucho más pequeñas. Algunos eliminan agua y contaminantes solubles al agua. Los elementos a menudo son tratados para hacerlos pegajosos, a fin de atraer los contaminantes encontrados en el aceite hidráulico.
- Los materiales de absorbentes activos, tales como el carbón y tierras de fuller (un material tipo arcilla de partículas muy finas usadas en la purificación de aceites minerales y vegetales), no son recomendados para sistemas hidráulicos.

Los tres tipos básicos de elementos filtrantes son superficie, borde y profundidad.

- Un elemento del tipo superficie está hecho de telas tejidas estrechamente o papel tratado. El aceite fluye por los poros del material de filtrado y los contaminantes son detenidos.
- Un filtro del tipo borde está hecho de discos de papel o metal. El aceite fluye por los espacios entre los discos. La finura de la filtración se determina por la cercanía de los discos.
- Un elemento del tipo profundidad está hecho de gruesas capas de algodón, fieltro, u otras telas.

Acumuladores

Los acumuladores se usan cuando:

- Se necesita un flujo de fluido extra en el sistema hidráulico por un periodo corto de alta demanda.
- Cuando el sistema, o parte del sistema, debe mantenerse bajo presión.
- La presión máxima o vibraciones de presión deben ser absorbidas para proteger los componentes sensibles del sistema.
- Cuando se requiere elementos de amortiguación.
- En los sistemas hidráulicos, se usan los siguientes tipos de acumuladores:
  - ✓ El acumulador de pistón (confiable; acumulador relativamente lento debido a la fricción entre el pistón y el cilindro).
  - ✓ Acumulador de vejiga (acumulador 'rápido').
  - ✓ Acumulador de diafragma (elemento de amortiguación; presión compensada).

Como una batería de almacenamiento eléctrico, un acumulador hidráulico almacena energía potencial, en este caso líquido bajo presión, para conversión futura en trabajo útil. Este trabajo puede incluir cilindros de operación y motores de fluido, manteniendo la presión del sistema requerida en caso de falla de energía o de la bomba, y compensando la pérdida de presión debido a fugas. Los acumuladores pueden ser trabajadores como dispensadores de fluidos y barreras de fluido y pueden suministrar una acción de absorción de golpes (amortiguación).
En el Elementos militar, los acumuladores se usan principalmente en el Elementos de levantamiento para suministrar acción fijadora segura en las cargas pesadas cuando un flujo de la bomba es desviada al levantamiento u otras operaciones. Un acumulador actúa como un dispositivo de seguridad para evitar que se deje caer una carga en caso de falla del motor o de la bomba o fuga del líquido. En los equipos de izaje o de otro tipo, los acumuladores absorben los golpes, lo que es el resultado de inicio de la carga, detención o reversión.

Acumulador accionado por resorte. Este acumulador se usa en algunos sistemas hidráulicos de equipos de ingeniería. Utiliza la energía almacenada en resortes para crear una fuerza constante en el líquido contenido en un ensamble de émbolo adyacente. La Figura 73 muestra dos acumuladores accionados por resorte.

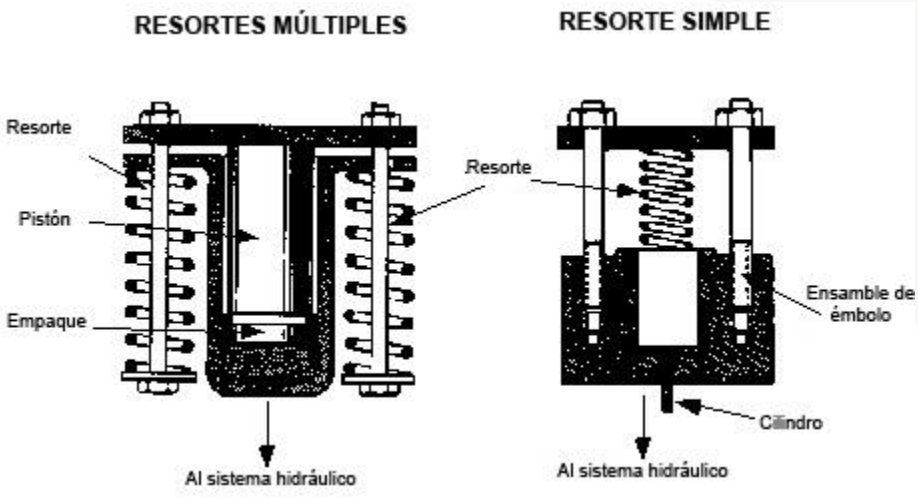


Figura 73

Acumulador tipo bolsa. Este acumulador (Figura 74) consta de un armazón para altas presiones sin soldadura, con forma cilíndrica, con extremos en forma de domo y una bolsa de caucho sintético que separa el líquido y el gas (normalmente nitrógeno) dentro del acumulador. La bolsa está totalmente encerrada en el extremo superior de un armazón. El sistema de gas contiene una válvula de gas a alta presión. El extremo del fondo del armazón está sellado con un ensamble de tapón especial que contiene un paso de líquido y un elemento de seguridad que hace imposible desarmar el acumulador con presión en el sistema. La bolsa es más grande en la parte de arriba y se rebaja a un diámetro menor al fondo. Cuando la bomba fuerza líquido dentro del armazón del acumulador, el líquido presiona la bolsa, reduce su volumen y aumenta la presión, que entonces está disponible para realizar trabajo.

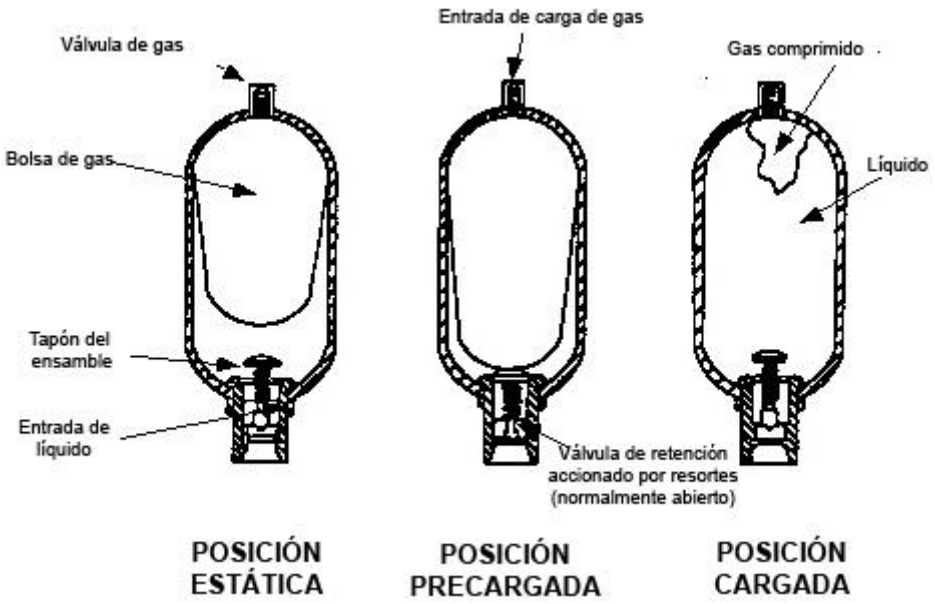


Figura 74

A*cumulador tipo pistón.* Este acumulador consta de un ensamble de cilindro, un ensamble de pistón y dos ensambles de tapas de extremo. El ensamble de cilindro alberga un ensamble de pistón e incorpora provisiones para asegurar los ensambles de tapas de extremo. Un acumulador contiene un pistón de flotación libre con líquido en un lado del pistón y aire precargado o nitrógeno en el otro lado (Figura 75). Un aumento del volumen del líquido disminuye el volumen del gas y aumenta la presión del gas, lo que proporciona un potencial de trabajo cuando se permite descargar el líquido.

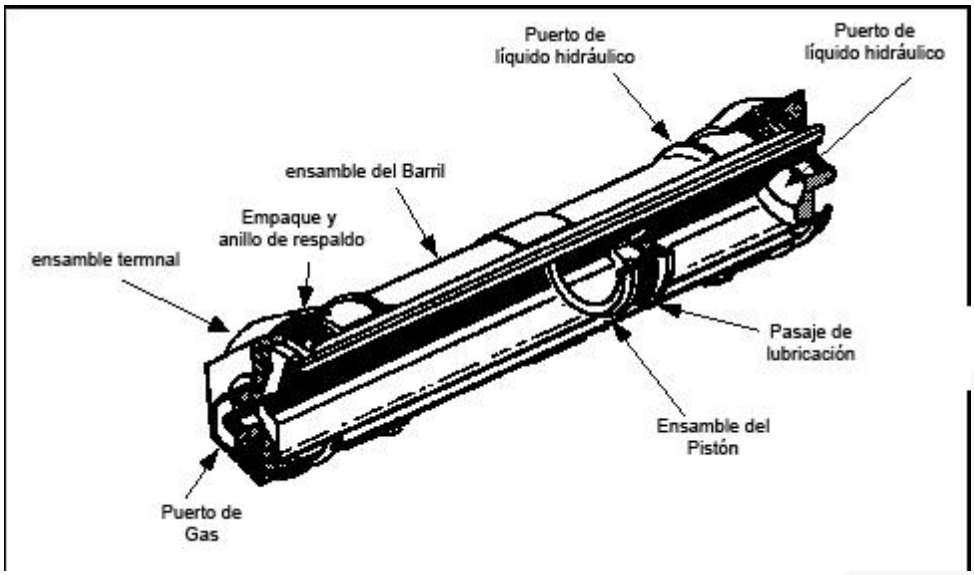


Figura 75

Indicadores de presión y medidores de volumen. Los indicadores de presión se usan en sistemas accionados por líquido para medir la presión y para mantener niveles de funcionamiento seguro y eficiente.

Indicadores de presión. La Figura 76 muestra un indicador de presión simple. Las lecturas del indicador indican el ajuste de la presión del fluido por una oposición de fuerzas dentro de un sistema. La presión atmosférica es insignificante porque su acción en un lugar es balanceado por su acción igual en otro lugar en un sistema.

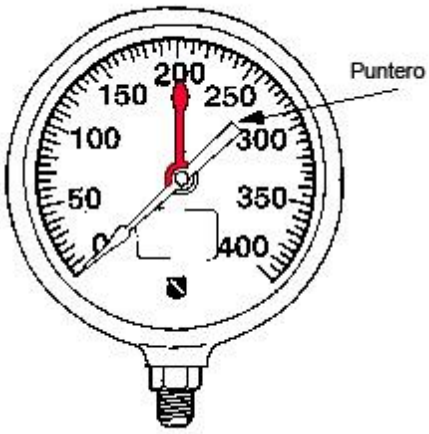


Figura 76

Medidores. La medición del flujo depende de las cantidades, tasas de flujo y tipos de líquido involucrado. Todos los medidores de líquidos (flujómetros) están hechos para medir líquidos específicos y se deben usar sólo para el propósito para el cual fueron hechos. Cada medidor es comprobado y calibrado.

Sistemas de circulación. Las cañerías y fittings, con sus sellos necesarios, componen un sistema de circulación del Elementos accionado por líquido. El seleccionar e instalar adecuadamente estos componentes es muy importante. Si se seleccionan o instalan de manera incorrecta, el resultado puede ser una grave pérdida de energía o contaminación por líquidos dañinos. La siguiente lista muestra algunos de los requisitos básicos de un sistema de circulación:

- Las líneas deben ser lo suficientemente fuertes para contener un líquido a una presión de trabajo deseada y los oleajes en la presión que se puede desarrollar en un sistema.
- Las líneas deben ser lo suficientemente fuertes para soportar los componentes que están montados sobre ella.

- Los fittings del terminal deben estar en todas las uniones donde las piezas deben ser retiradas para reparación o remplazo.
- Los soportes de líneas deben ser capaces de amortiguar la vibración causada por oleadas de presión. reducir el flujo turbulento.
- Las líneas deben tener el tamaño correcto para el flujo necesario del líquido.
- Las líneas deberán tener interiores suaves para
- Las líneas se deben mantener limpias mediante purga o flushing periódico.
- Se debe eliminar las fuentes de contaminantes.

Los tres tipos comunes de líneas en los sistemas accionados por líquidos son cañerías, tubos y mangueras flexibles, las que pueden ser rígidas, semi rígidas y flexibles.

Mangueras y fittings

Para seleccionar la manguera adecuada, se debe conocer el flujo del sistema para descubrir qué tamaño de manguera se necesita. Esto se busca luego un una tabla adecuada. Las mangueras también usan fittings de metal o acoples para unión.

Mangueras del tipo flexibles

Las mangueras flexibles no sólo permiten el movimiento, también absorben vibraciones y ruido, soportan presiones "oleadas " y son fáciles de dirigir alrededor de la maquinaria y de conectar al Elementos y los sistemas de control

La manguera hidráulica se compone de tres (3) partes básicas:

- El tubo interior.
- Las capas de refuerzo.
- La cubierta exterior.

El tubo interior es una capa de goma sintética que es resistente al aceite. Debe ser suave, flexible y capaz de resistir el calor y la corrosión.

Las capas de refuerzo varían con el tipo de manguera. Estas capas están construidas de fibras naturales o sintéticas o alambre trenzado, o una combinación de éstas. La resistencia de esta capa depende de los requerimientos de presión del sistema donde se usa la manguera.

La cubierta exterior protege las capas de refuerzo. Se usa más comúnmente una goma especial para la cubierta exterior porque resiste la abrasión y la exposición a las condiciones meteorológicas, aceite y suciedad.

Las presiones y temperaturas en el sistema se usan para determinar el tipo de manguera que se usará. Recuerde que el tamaño de la manguera deberá coincidir con los requerimientos de flujo del sistema.

- Una manguera muy pequeña restringe el flujo, causa sobrecalentamiento y pérdidas de presión.
- Una manguera muy grande puede ser muy débil para la presión del sistema. Esto es porque las mangueras más grandes deben ser más fuertes para soportar la misma presión que las más pequeñas.
- La manguera debe ser compatible con el fluido en el sistema.

Selección del tipo de manguera

Las mangueras se catalogan por la resistencia de la construcción de la pared. Los cuatro (4) tipos son:

- Malla de tela.
- Malla de alambre simple.
- Malla de alambre doble.
- Malla espiral.

Las mangueras para altas presiones usan capas de refuerzo más resistentes o capas extras

Sin embargo, la presión que una máquina enfrentará varía con su tamaño.

Una manguera más grande soporta menos presión que una más pequeña de la misma construcción. Esto es porque tiene un área mayor expuesta a la presión.

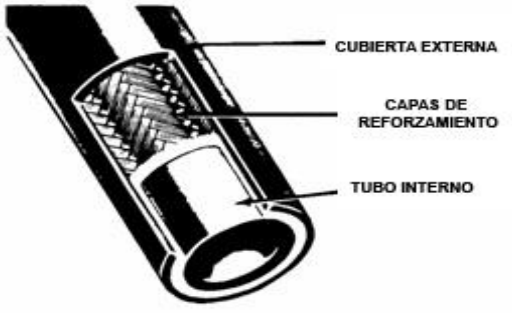


Figura 77

Acoples de manguera

Los acoples de manguera incluyen dos (2) tipos:

- Los Fittings son una parte de la manguera, tienen un conector y una boquilla o manga.
- Lo adaptadores son un parte separada para unir el fitting de la manguera a otra línea.

Los Fittings y adaptadores son llamados acoples macho o hembras. El acople hueco hembra se une con el del tipo macho.

Los acoples de manguera son hechos normalmente de acero, pero también latón, acero inoxidable o en algunas aplicaciones se usan de plástico.

Generalmente se usa acero, ya que es capaz de soportar altas presiones y temperatura.

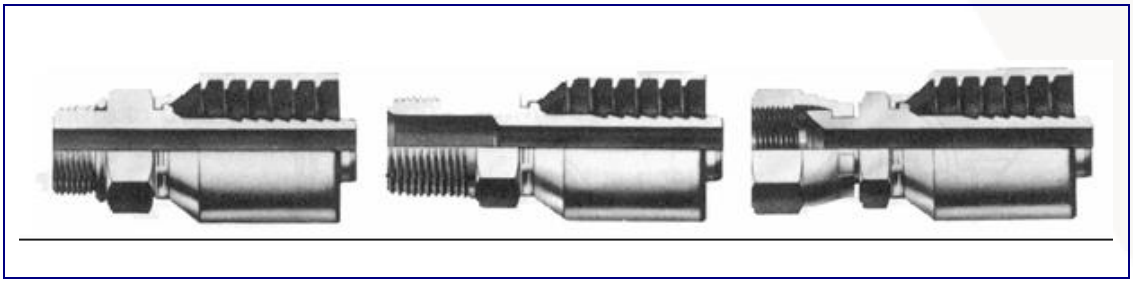
Figura 78

Fittings de mangueras y tubos

Los fittings de mangueras y tubos pueden sellar en muchas formas. Abajo se muestran los cinco (5) principales métodos:

- Por rosca.
- Por fitting de compresión.
- Por terminación prensada y engatillado.
- Por asiento rebajado y tubo avellanado o fitting de tubo sin avellanado.

- Por acople metálico.



1- SAE Recto **2- Cañería macho** **3- 370JIC**

Figura 79

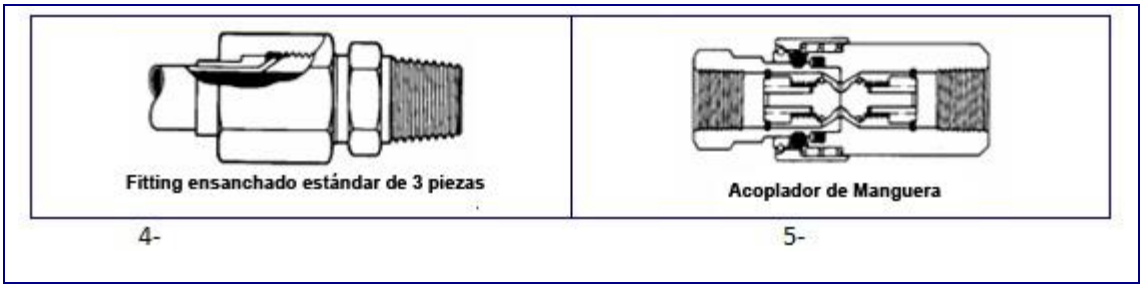


Figura 80

Además de los fittings rectos, los fittings de codo también están disponibles. Los codos deberán ser usados para tener acceso a conexiones difíciles de alcanzar y para problemas especiales de enrutado.

Acoplamientos de desconexión rápida

Los acoplamientos de desconexión rápida se usan cuando las líneas de aceite se conectan o desconectan frecuentemente. Son dispositivos auto-sellantes y hacen el trabajo de dos (2) válvulas de cierre y un acoplamiento (acople) de tubo.

Estos acoples son rápidos y fáciles de usar y mantienen la pérdida de aceite al mínimo. Lo que es más importante, no se necesita drenar o purgar el sistema cada vez que se hace una conexión Sin embargo los tapa polvo deben insertarse en los puertos de acople cuando se desconectan las líneas de aceite.

Los acoplamientos rápidos consisten de dos (2) mitades: el cuerpo contiene un obturador cargado con resorte o un sello, mientras que la otra mitad se inserta para abrir el obturador cuando las dos (2) mitades están conectadas. Un dispositivo de bloqueo sujeta las dos (2) mitades y las sella.

Hay cuatro tipos básicos de acoplamientos rápidos:

- Doble obturador.
- Manga y obturador.
- Sello deslizante.
- Bola Giratoria doble.

Bombas

Las bombas más comunes que se encuentran en los sistemas hidráulicos son las bombas de engranaje, de paleta y de pistones. Las bombas de engranajes pueden ser externas, internas o de diseño gerotor. Las bobas de paleta normalmente son balanceadas, pero también desbalanceadas y pueden ser de desplazamiento fijo o variable. Las bombas de pistón vienen con ejes de tipo radial, recto o doblados y desplazamientos fijos o variables.

Las bombas hidráulicas convierten la energía mecánica desde el impulsor primario (motor o motor eléctrico) en energía hidráulica (presión). La energía de la presión se usa luego para operar un activador. Las bombas empujan un fluido hidráulico y crean un flujo.

Clasificaciones de bombas. Todas las bombas crean flujos. Operan bajo el principio de desplazamiento. Los fluidos entran y se desplazan a otro punto. Las bombas que descargan líquido en un flujo continuo son de desplazamiento no positivo. Las bombas que descargan volúmenes de líquido separadas por períodos de no descarga son de desplazamiento positivo.

Bombas de Desplazamiento No Positivo. Con esta bomba, el volumen de líquido entregado por cada ciclo depende de la resistencia que se ofrece al flujo. Una bomba produce una fuerza sobre el líquido que es constante para cada velocidad particular de la bomba. La resistencia en una línea de descarga produce una fuerza en la dirección contraria. Cuando estas fuerzas son iguales, un líquido está en estado de equilibrio y no fluye.

Si la salida de una bomba de desplazamiento no positivo está completamente cerrada, la presión de descarga se incrementará al máximo para una bomba que opera a velocidad máxima. Una bomba batirá un líquido y producirá calor. La Figura 81 muestra una bomba de desplazamiento no-positivo. Un molino de agua recoge el fluido y lo mueve.

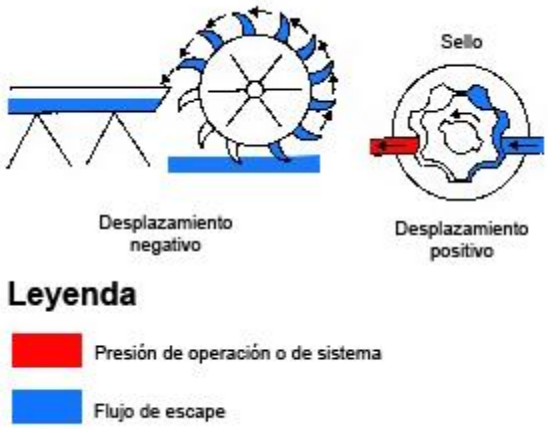


Figura 81

Bombas de Desplazamiento Positivo. Con esta bomba, un volumen definido de agua se entrega para cada ciclo de la operación de la bomba, sin importar la resistencia, siempre que la capacidad de la unidad de potencia que impulsa la bomba no sea excedida. Si una descarga está completamente cerrada, la unidad que impulsa la bomba se atascará o algo se romperá. Por ende, una bomba de desplazamiento positivo requiere un regulador de presión o una válvula de descarga de presión en el sistema. La Figura 82 muestra una bomba de tipo recíproca de desplazamiento positivo.

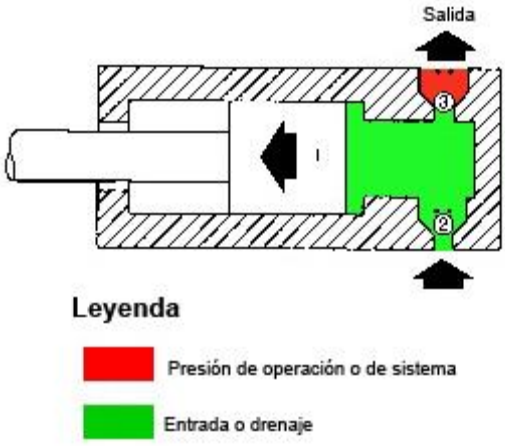


Figura 82

Características. Las tres características contrastantes de la operación de las bombas de desplazamiento positivo y no positivo son las siguientes:

- Las bombas de desplazamiento no positivo entregan un flujo suave y continuo; las bombas de desplazamiento positivo tienen un pulso con cada ciclo o cada vez que una cámara de bombeo se abre a una compuerta de descarga.

- La presión puede reducir la producción de una bomba no positiva. Una alta presión de descarga puede detener cualquier descarga; el líquido simplemente recircula dentro de la bomba. En una bomba de desplazamiento positivo, la presión afecta la descarga sólo en la medida en que aumenta las fugas internas.

- Las bombas de desplazamiento no positivo, con tomas y descargas conectadas hidráulicamente, no pueden crear suficiente vacío para auto-cebado; deben encenderse con la línea de entrada (toma) llena de líquido y sin aire. Las bombas de desplazamiento positivo son autocebantes cuando se encienden apropiadamente.

Rendimiento. Las bombas usualmente se clasifican de acuerdo a su descarga y presión volumétrica Las descarga volumétrica (tasa de entrega o capacidad) es la cantidad de líquido que la bomba puede entregar en su compuerta de descarga por unidad de tiempo a una velocidad de impulsión dada. Debido a que los cambios en la impulsión de la bomba afectan la descarga volumétrica, las bombas a veces se clasifican de acuerdo al desplazamiento, lo cual es la cantidad de líquido que pueden entregar por ciclo.

La presión es la fuerza por unidad de área de un líquido. (La mayor parte de la presión en los sistemas hidráulicos cubiertos en este documento se crea por resistencia al flujo). La resistencia es usualmente causada por una restricción u obstrucción en una vía o flujo. La presión desarrollada en un sistema tiene un efecto sobre la descarga volumétrica de la bomba que suministra un flujo a un sistema. A medida que aumenta la presión, la descarga volumétrica disminuye. Esta caída en la descarga es causada por un aumento en la fuga interna (deslizamiento) desde el lado de descarga de una bomba a su lado de toma (entrada). El deslizamiento (o pérdida) es la medida de la eficiencia de una bomba y se normalmente expresa en porcentajes. Algunas bombas tienen mayor resbalamiento interno que otras; algunas bombas son clasificadas en términos de descarga volumétrica a una presión dada.

Desplazamiento. El desplazamiento es la cantidad de líquido transferido desde la toma de una bomba a su descarga en una revolución o ciclo. Si una bomba tiene más de una cámara de bombeo, su desplazamiento es igual al desplazamiento de una cámara multiplicado por el número de cámaras. El desplazamiento es fijo o variable.

Resbalamiento (pérdida). El resbalamiento es la fuga de aceite desde una descarga de presión a un área de baja presión o de vuelta a la toma. Un pasaje de drenado permite que el aceite que se fuga retorne a una reserva. Hay resbalamiento que está diseñado como parte de la bomba para fines de lubricación. El resbalamiento aumenta con la presión y a medida que la bomba comienza a desgastarse. El flujo de aceite a través de un orificio dado depende de la presión.

Goteo. Un pasaje interno de fuga es lo mismo que un orificio. Por ende, si la presión aumenta, habrá mayor flujo a través del pasaje de goteo y menos desde un puerto de descarga. Cualquier aumento en la pérdida representa una pérdida de eficiencia.

Diseños. En la mayoría de las bombas hidráulicas rotativas, el diseño es tal que las cámaras de la bomba aumentan de tamaño en la toma (entrada), creando por ende un vacío. Las cámaras luego decrecen en tamaño en la descarga para empujar fluido hacia el sistema. El vacío en la toma se usa para crear una diferencia de presión tal que el fluido fluirá desde una reserva a la bomba. Sin embargo, en muchos sistemas, una toma está cargada o supercargada; esto significa que se crea una presión positiva en vez de un vacío por una reserva presurizada, una altura de fluido sobre la toma, o incluso una bomba de baja presión de carga. Los elementos más esenciales de cualquier bomba hidráulica son:

- Un puerto de entrada (toma) de baja presión que transporta el fluido desde la reserva.
- Un puerto de descarga de alta presión conectada a una línea de presión.
- Una/varias cámara(s) de presión para llevar un fluido desde el puerto de entrada al puerto de descarga.
- Un medio mecánico para activar la(s) cámara(s) de bombeo.

Las bombas se pueden clasificar de acuerdo al diseño específico usado para crear el flujo de un líquido. La mayoría de las bombas hidráulicas son centrífugas, rotativas o recíprocas.

Bomba centrífuga. Esta bomba se usa generalmente cuando un gran volumen se requiere a presiones relativamente bajas. Puede estar conectada en serie al alimentar la toma de una bomba con la descarga de otra. Con esta configuración, las bombas pueden desarrollar flujo contra altas presiones. Una bomba centrífuga es una bomba de desplazamiento no positivo, y los dos tipos más comunes son la voluta y el difusor.

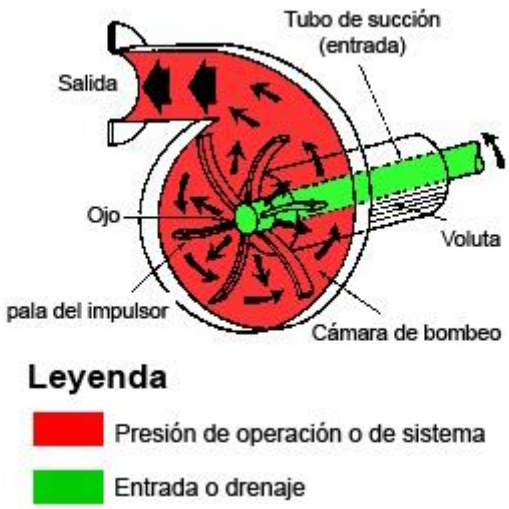


Figura 83

Bomba Rotativa. En esta bomba de desplazamiento positivo, un movimiento de rotación lleva un líquido desde la toma de una bomba hasta su descarga. Una bomba rotativa normalmente se clasifica de acuerdo al tipo de elemento que transporta un líquido, lo cual significa una bomba giratoria de engranaje, de paleta o de pistón.

Bomba Recíprocante. Una bomba recíprocante depende de un movimiento recíproco para transmitir un líquido desde la toma de la bomba hasta su descarga. Cuando un pistón se mueve a la izquierda, un vacío parcial es creado, lo cual atrae una bola fuera de su alojamiento, permitiendo que un líquido sea atraído desde una válvula de entrada al cilindro. Cuando un pistón se mueve a la derecha, una bola se realoja y cierra la válvula de entrada (toma). Sin embargo, la fuerza de un flujo desaloja la bola, permitiendo que un fluido sea forzado fuera del cilindro a través de la válvula de descarga.

Bombas de engranaje. Las bombas de engranaje son externas, internas o de lóbulo.

Externa. La figura 84 muestra el principio de funcionamiento de una bomba de engranaje externo. Consiste de un engranaje impulsor y un engranaje impulsado encapsulados en una carcasa estrecha. Los engranajes giran en direcciones opuestas y se entrelazan en un punto de la carcasa entre los puertos de toma y de descarga. Ambos juegos de dientes se proyectan hacia afuera desde el centro de los engranajes. A medida que los dientes de ambos engranajes se separan, se forma un vacío parcial y el líquido es atraído a través de una compuerta de toma a la cámara A. El líquido en la cámara A es atrapado entre los dientes de los dos engranajes y la carcasa y así es llevado por medio de dos pasajes a la cámara B. Cuando los dientes se entrelazan

nuevamente, producen una fuerza que impulsa el líquido a través de un puerto de salida.

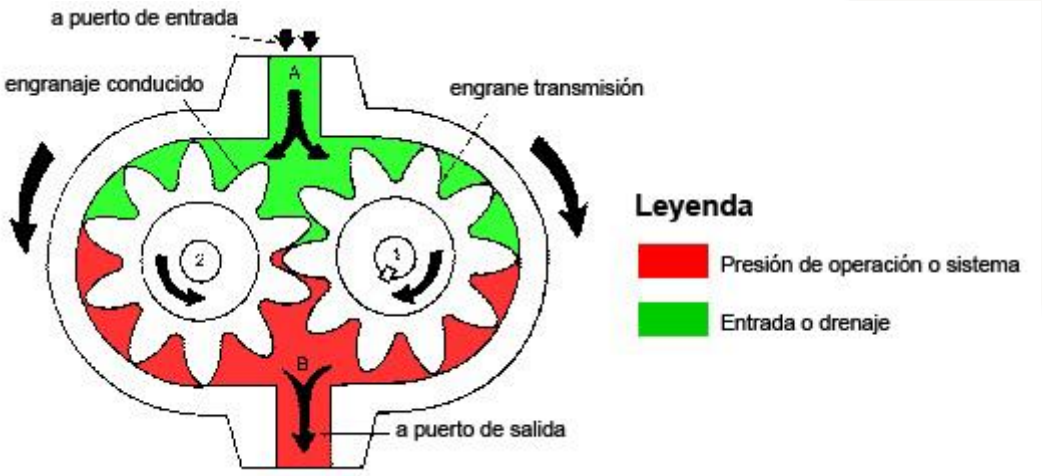


Figura 84

Interna. La figura 85 muestra una bomba de engranaje interno. Los dientes de uno de los engranajes proyecta hacia afuera, mientras que los dientes del otro se proyectan hacia el centro de la bomba. La rueda de un engranaje está alojada en la otra. Este tipo de engranaje puede rotar, o ser girado por, un engranaje compañero adecuadamente construido. Un engranaje externo es directamente adosado al eje de transmisión de una bomba o colocado descentrado en relación al engranaje interno. Los dos engranajes de entrelazan a un lado de la cámara de una bomba, entre una toma y una descarga. Al lado opuesto de la cámara, una forma de medialuna está en el espacio entre los dos engranajes para dar una tolerancia cercana.

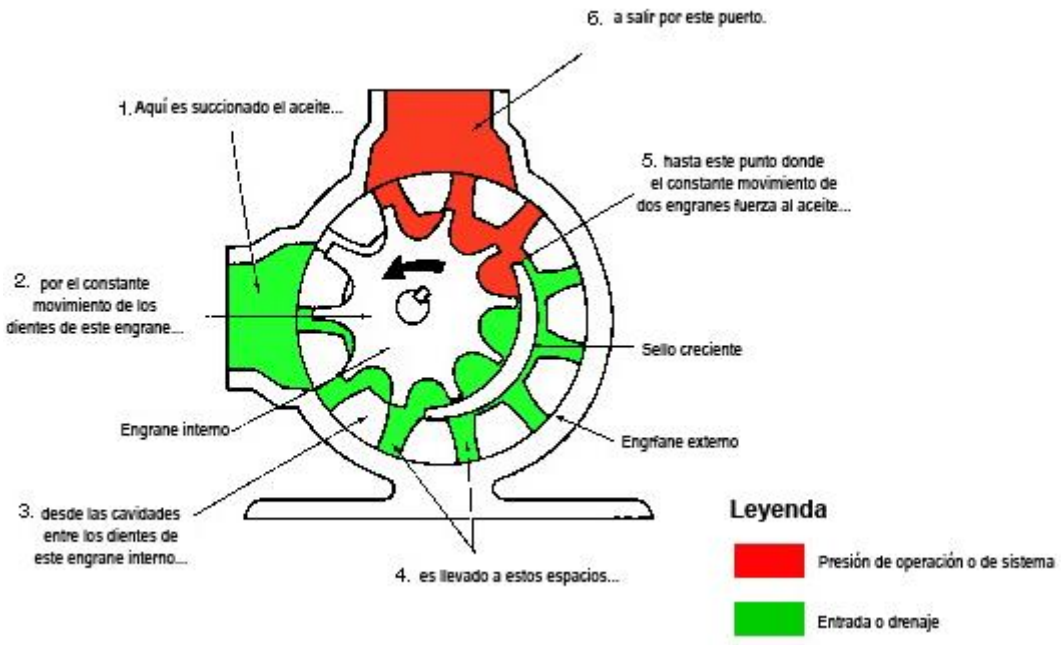

6. a salir por este puerto.
1. Aquí es succionado el aceite...
5. hasta este punto donde el constante movimiento de dos engranes fuerza al aceite...
2. por el constante movimiento de los dientes de este engrane...
Sello creciente
Engrane interno
Engrane externo
3. desde las cavidades entre los dientes de este engrane interno...
4. es llevado a estos espacios...
Leyenda
Presión de operación o de sistema
Entrada o drenaje

Figura 85

Lóbulo. La figura 86 muestra una bomba de lóbulo. Difiere de las otras bombas de engranaje porque se usa elementos lobulares en vez de engranajes. El elemento de impulsión también es distinto en una bomba de lóbulo. En una bomba de engranaje, un engranaje impulsa al otro. En una bomba de lóbulo, ambos elementos son impulsados a través de un conjunto apropiado de engranajes externos.

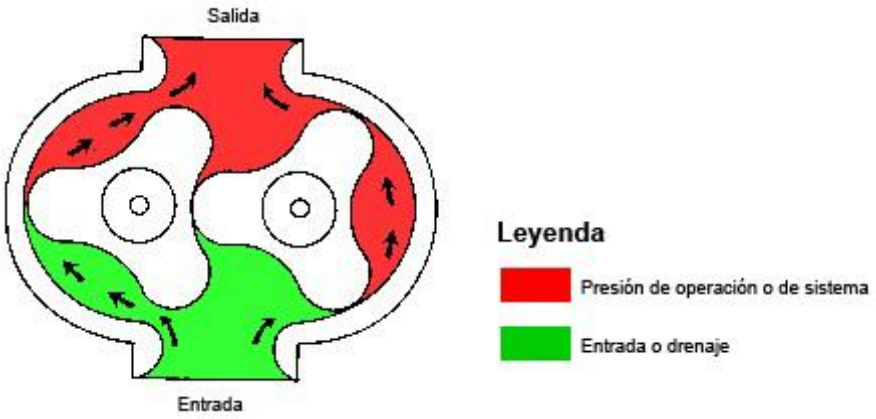


Figura 86

Bombas de Paleta. En una bomba tipo paleta, un rotor con ranuras estriado a un eje de transmisión gira entre placas colocadas una cerca de la otra, dentro de un anillo de forma elíptica o circular. Las paletas pulidas y endurecidas se deslizan dentro y fuera de las ranuras del rotor y siguen el contorno del anillo por fuerza centrífuga. Las cámaras de bombeo están formadas entre paletas sucesivas, llevando aceite desde la toma a la descarga Se crea un vacío parcial en la toma a medida que el espacio entre las paletas se incrementa. El aceite es empujado fuera en la descarga a medida que el tamaño de las cámaras de bombeo decrece.

Bombas de Pistón. Las bombas de pistón son radiales o axiales.

Radiales. En una bomba de pistón radial (Figura 87), los pistones están distribuidos como rayos de rueda en un bloque cilíndrico corto. Un eje de transmisión contenido dentro de un alojamiento circular gira un bloque de cilindros. El bloque vuelve a un pivote estacionario que contiene los puertos de toma y descarga. A medida que el bloque de cilindro gira, la fuerza centrífuga eslinga los pistones, los que siguen un alojamiento circular. La línea de centro del alojamiento (carcasa) está compensado con respecto a la línea de centro de un bloque de cilindro. La cantidad de excentricidad entre los dos determina el golpe del pistón y, por ende el desplazamiento de una bomba. Se pueden aplicar controles para cambiar la ubicación de un alojamiento y por ende variar la entrega de una bomba de cero al máximo.

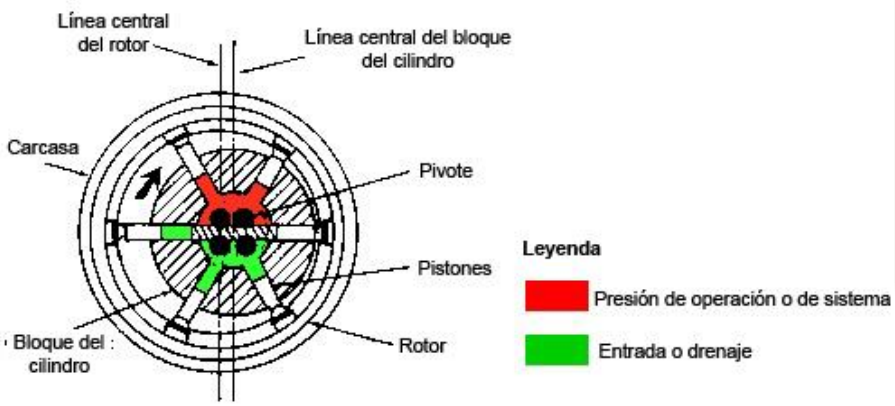


Figura 87

La figura 88 muestra una bomba radial de nueve pistones. Cuando una bomba tiene un número impar de pistones, no más de un pistón estará completamente bloqueado por un pivote a la vez, lo que reduce las pulsaciones de flujo. Con un número par de pistones espaciados alrededor de un bloque de cilindro, dos pistones se pueden bloquear por un pivote al mismo tiempo. Si esto sucede, tres pistones descargarían al mismo tiempo y cuatro en otro momento, y habría pulsaciones en el flujo. Un pivote, un bloque de cilindros, los pistones, el rotor y un eje de transmisión constituyen las partes operativas más importantes de una bomba.

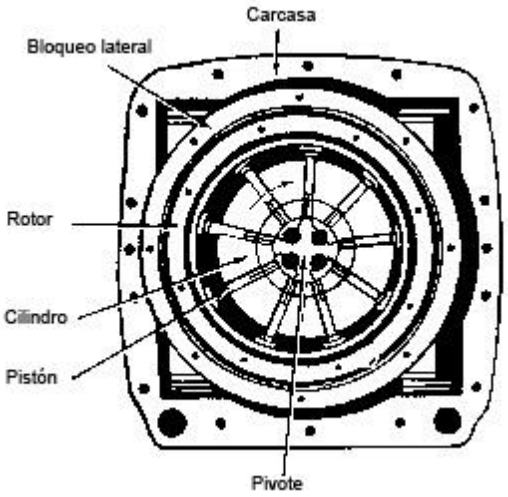


Figura 88

***Bombas de Pistones Axiales*.** En las bombas de pistón axial, el golpe o ciclo de los pistones son en la misma dirección sobre la línea de centro de un bloque de cilindros (axialmente). Las bombas de pistones axiales pueden estar en un diseño en línea o en ángulo. En capacidad, las bombas de pistón varían desde baja a muy alta. Las presiones son tan altas como 5,000 psi, y las velocidades de impulsión son de medias a altas. La eficiencia es alta y las bombas en general tienen excelente durabilidad.

Normalmente se requieren fluidos de aceite de petróleo. Las pulsaciones en la entrega son pequeñas y de mediana frecuencia Las bombas son de operación silenciosa pero pueden tener un gruñido o un gemido, dependiendo de la condición. Excepto para las bombas en línea, que son de tamaño compacto, las bombas de pistón son pesadas y grandes.

Actividad N° 12

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	
Recurso audiovisual	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

Recursos utilizados: Plataforma interactiva
Dirección web: http://phet.colorado.edu/es/simulation/under-pressure

a) Presión

Objetivos de aprendizaje

- Observar y descubrir cómo cambia la presión por encima y por debajo del agua.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet, investigarán situaciones que provocan que la presión cambie en el aire y en el agua.

Materiales y recursos

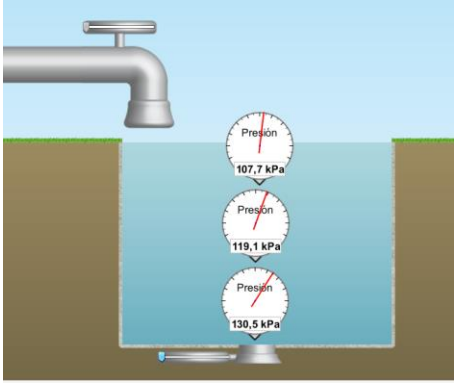
- Computadores (con conexión Internet) para cada participante
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

Desarrollo

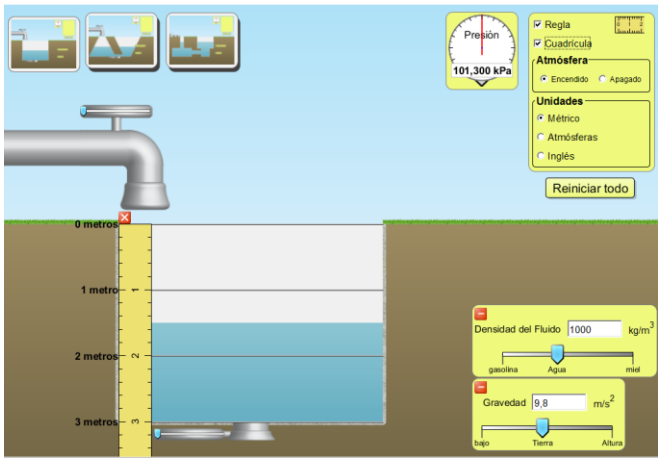
El instructor realizará la siguiente actividad explicando que a través de la plataforma podrán aplicar agua -u otros fluidos- y aire, y al mismo tiempo observar que sucede con la presión, mirando los instrumentos de medición.

- La opción de cuadrícula se provee para distinguir más fácilmente la altura de los fluidos. Los pesos sólo pueden programarse en la columna izquierda del agua.
- Podrán utilizar una variedad de instrumentos para realizar comparaciones.
- Se pueden realizar pausas en la simulación y con el botón de "Play" para ir incrementando el análisis.

Es importante destacar que el icono de presión se debe arrastrar al lugar desde donde se quiere medir la presión y se pueden hacer mediciones comparativas reproduciendo el icono cuantas veces sea necesario:



Como se puede observaren pantalla, hay un tanque con agua bajo tierra pero con su orilla superior a nivel del mar, más una llave de agua y un tapón. El instrumento ya está programado a comenzar la actividad con la gravedad de la tierra 9,8 m/s^2. Y existe la posibilidad de trabajar en 3 diferentes escenarios.



Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma:

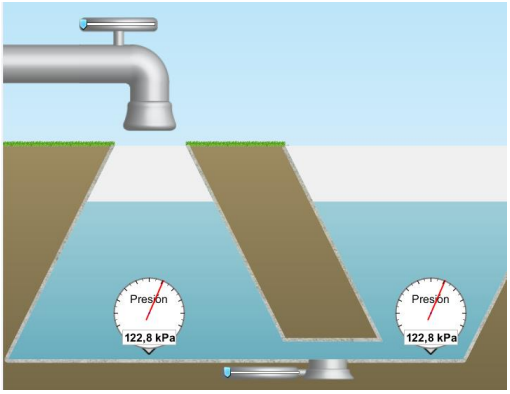
El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

- ¿Qué pasa con la presión si se agrega más agua?
  Solución: Aumenta

- ¿Qué pasa con la presión si el agua se reemplaza con miel?
  Solución: Aumenta

- ¿Varían las presiones en el caso siguiente al aumentar el nivel de agua? (ver dibujo y realizar en simulador).



- ¿Si se va a un lugar donde la gravedad es el doble, que pasaría con la presión?
  Solución: la presión aumenta al doble.

b) Densidad

Objetivos de aprendizaje

- Describir cómo el concepto de densidad se relaciona con la masa y el volumen del objeto.
- Explicar cómo los objetos de masa similar pueden tener diferentes volúmenes, y cómo los objetos de volumen similar pueden tener diferentes masas.

- Explicar por qué cambiando la masa o el volumen de un objeto no afecta su densidad (es decir, entender la densidad como una propiedad intensiva).
- Medir el volumen de un objeto mediante la observación de la cantidad de líquido que desplaza.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet, investigarán porque los objetos como la madera flotan en el agua, creando un objeto personalizado para explorar los efectos de la masa y el volumen sobre la densidad. Utilizarán la escala para medir la masa de un objeto, y mantendrán el objeto bajo el agua para medir su volumen.

Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.
- Plataforma:
  Cómo el concepto de densidad se relaciona con la masa y el volumen del objeto:
  http://phet.colorado.edu/es/simulation/density

Desarrollo

El instructor guiará al participante a través de diferentes pruebas en el simulador.

Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

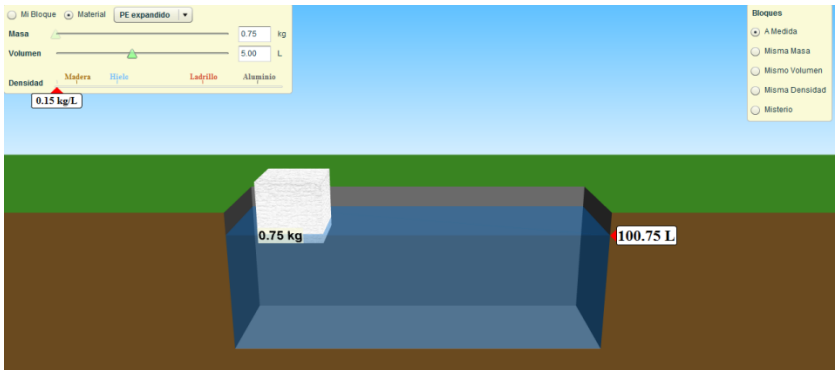
El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

En una de ellas verá si los objetos flotan o no, y marcará (✓) en la columna correcta para indicar si el objeto se hunde, flota o está en el centro.

Objeto	Se hunde (flotabilidad negativa)	Flota (flotabilidad positiva)	En el medio (flotabilidad neutral)
Un trozo de plumavit			
Un bloque de hielo			
Un ladrillo			
Un bloque de aluminio			
Ladrillo de madera			

Podrá preguntar a los participantes:

¿Por qué algunos objetos flotan y otros se hunden?



Todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja. Según este principio los cuerpos que flotan tienen una densidad menor que la del líquido, mientras que los que quedan sumergidos tienen una densidad mayor a la del líquido (Arquímedes).

b) <u>Fluido presión y flujo</u>

Objetivos de aprendizaje

- Investigar cómo cambia la presión en el aire y el agua.
- Predecir la presión en una variedad de situaciones.
- Determinar cómo el movimiento de los fluidos afectan la presión.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet llamada “presión del fluido y flujo” explorará el concepto presión en la atmosfera y bajo el agua. Podrá usar la plataforma para cambiar la forma de un tubo para ver cómo varía la velocidad de flujo de los fluidos y experimentará cómo la altura y el nivel de agua determinan la trayectoria del agua.

Materiales y recursos

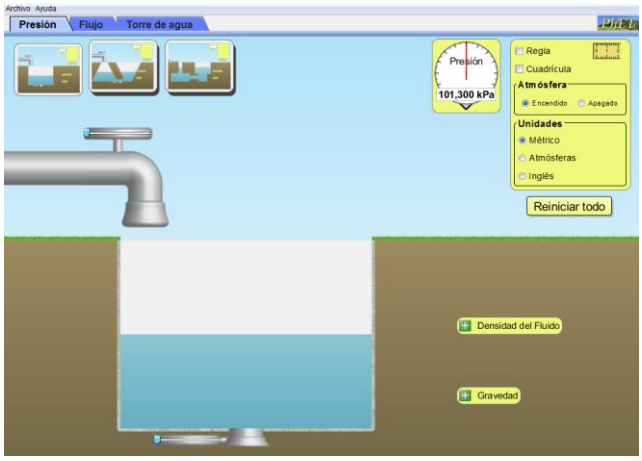
- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.
- Plataforma:
  Explorar la presión y velocidad de un flujo al variar el diámetro de un ducto:
  http://phet.colorado.edu/es/simulation/fluid-pressure-and-flow

Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando que esta pretende ser una introducción a la presión ejercida por líquidos. La simulación busca centrar la atención de los participantes en los principios básicos de fluidos estáticos antes de explorar los fluidos en movimiento.

Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.



El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Para esto, les solicitará a los participante que se den tiempo para jugar con la simulación y luego podrá realizar diversos ejercicios.

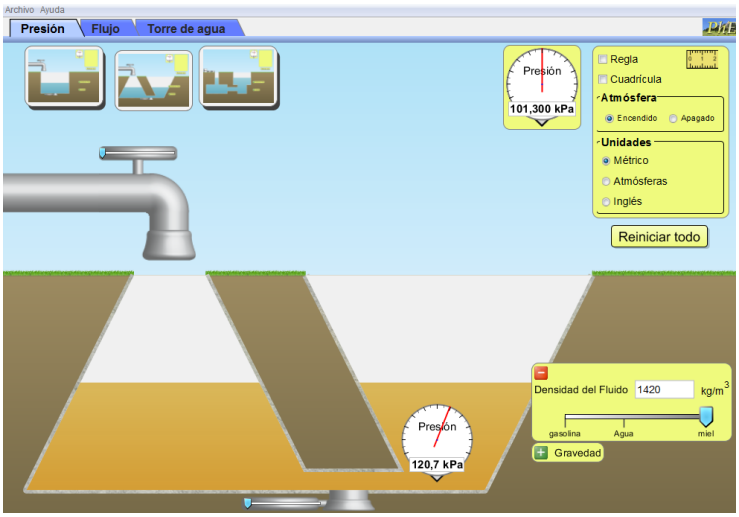
Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

<u>a) Presión:</u>

Al arrastrar el sensor de presión dentro del líquido

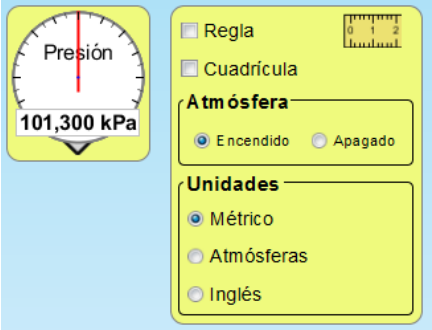
- ¿Cómo cambia la presión?
- ¿Qué sucede si cambia la densidad de los líquidos?

Solución: la presión aumenta.



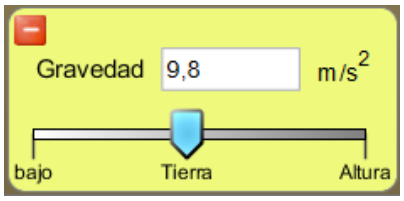
¿Por qué cambia la presión, a medida que el sensor se mueve hacia arriba y hacia abajo en el aire sobre el líquido?
Solución: Mientras más grande la capa de aire/agua es mayor la presión

¿Cómo cambia la presión en el agua cuando se quita la atmósfera?
Solución: Disminuye



¿Cómo afecta la presión en el líquido al incrementar la gravedad?
¿Por qué será esto?

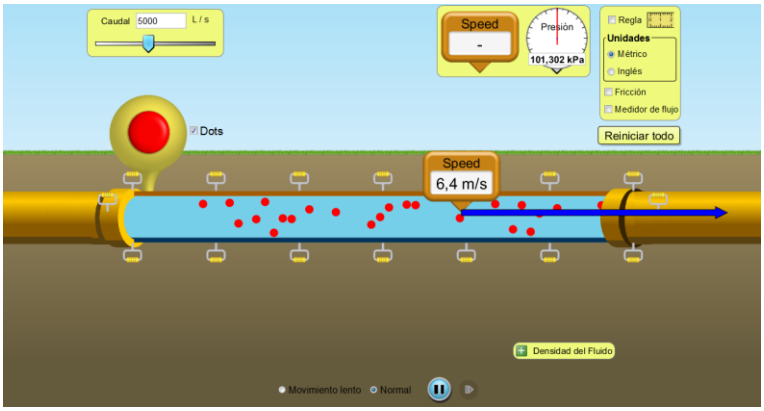
Solución: Aumenta porque la fuerza de atracción de cualquier objeto incluyendo el agua depende de la gravedad y es mayor si esta aumenta.



¿Agregar una masa flotante cambiaría la presión del líquido?
Por ejemplo una piscina
Solución: Sí aumenta, porque la densidad es mayor.

c) Flujo

¿Qué sucede con la velocidad del flujo cuando la cañería se achica?
Solución: Aumenta

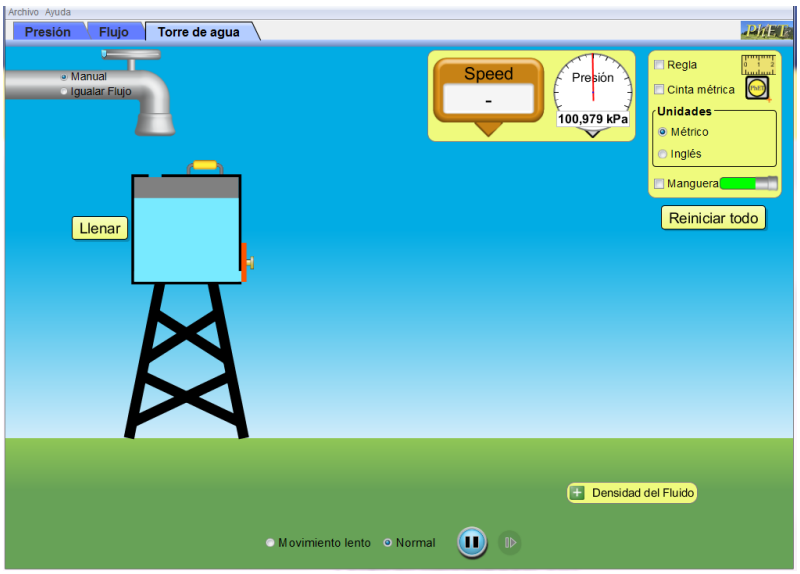


Haga las pruebas correspondientes para contestar la siguiente pregunta:
¿A medida que la densidad del líquido aumenta?

Solución: la velocidad del fluido aumenta o disminuye, y la presión aumenta y disminuye. Explicar sus respuestas.

Torre de agua

En esta simulación, el agua fluye a través de un agujero en la parte inferior de una torre alta de agua. El instructor deberá invitar a los participantes a jugar con la simulación y utilizar las herramientas provistas antes de contestar las siguientes preguntas.



- **¿La velocidad del flujo del agua (fuera del tanque) depende de la altura del tanque?**
  Solución: Sí, depende la altura.
- **¿De qué depende la velocidad del flujo? Explique esta relación (en sus propias palabras)**
  Solución: Del diámetro en que se transporta el fluido y el caudal (flujo).

Cierre

El instructor podrá reflexionar junto a los participantes respecto a por qué acelera el agua.
Por ejemplo: todos hemos puesto nuestros pulgares sobre una manguera para conseguir ese empuje extra de agua.

- **¿Por qué acelera el agua?**
- **¿Por qué existen las torres de agua?**
-

Fundamental para la comprensión de los líquidos y la presión es la idea de que los líquidos son incompresibles, es decir, que no se aplastan y comprimen como un gas. Este principio fue una parte importante del trabajo de Daniel Bernoulli en dinámica de fluidos, cómo un líquido cambia (o no cambia) y como se mueve. En su obra Bernoulli (1738) expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

- Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD