

Cuaderno del Instructor

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

PFMME-2-02/v.1-[PE01-M03/v.1]

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



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 educativas:

- 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	8
Módulo III: Conceptos básicos y sus aplicaciones en máquinas y equipo.....	9
I. Principios básicos de electricidad	10
1.1 Electricidad y sus efectos	10
1.2 Elementos de circuitos	13
1.3 Uso de multitester	20
1.4 Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias	25
1.5 Circuito con resistencias en serie y paralelo	34
1.6 Nociones básicas de Controladores Lógicos Programables	39
Actividad N° 10.....	55
1.7 Componentes principales de motores de inducción.....	65
II. Nociones básicas de neumática	73
2.1 ¿Qué es el aire comprimido, cuáles son sus principales usos y cómo se almacena y genera?	73
2.2 Componentes principales de un sistema neumático.....	76
2.3 Sistemas neumáticos	93
Actividad N° 11.....	102
III. Nociones básicas de oleohidráulica.....	113
3.1 Nociones de conceptos de mecánica de fluidos.....	113
3.2 Sistema oleohidráulico y sus equipos.....	120
3.3 Inspección a un sistema oleo-hidráulico y fallas típicas	153
Actividad N° 12.....	154

IV. Componentes y aplicaciones oleohidráulicas de equipos mina.....	172
4.1 Pistones oleohidráulicos	172
4.2 Construcción de los cilindros	180
Actividad N° 13.....	191

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

I. 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 3000 °C 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} y 114V_{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.

Figura 1

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. La onda 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.

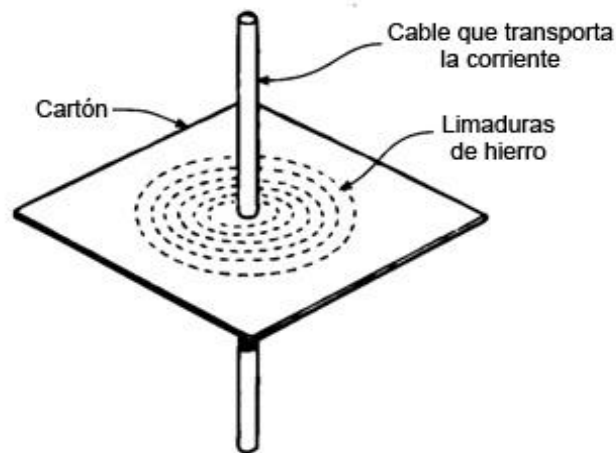


Figura 2: Campo magnético

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.





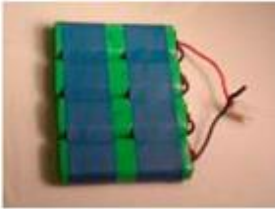


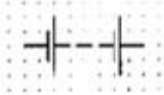
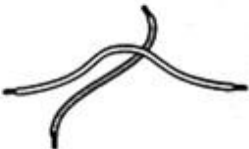

FOTO	Dibujo de símbolos		USO/PROPÓSITO
	NOMBRE DEL COMPONENTE	SÍMBOLO	
	Conductor		
	Celda simple		
	Batería de tres celdas		
	Batería de 9V		
	Cruce de símbolos de conductor en un diagrama		

Figura 3

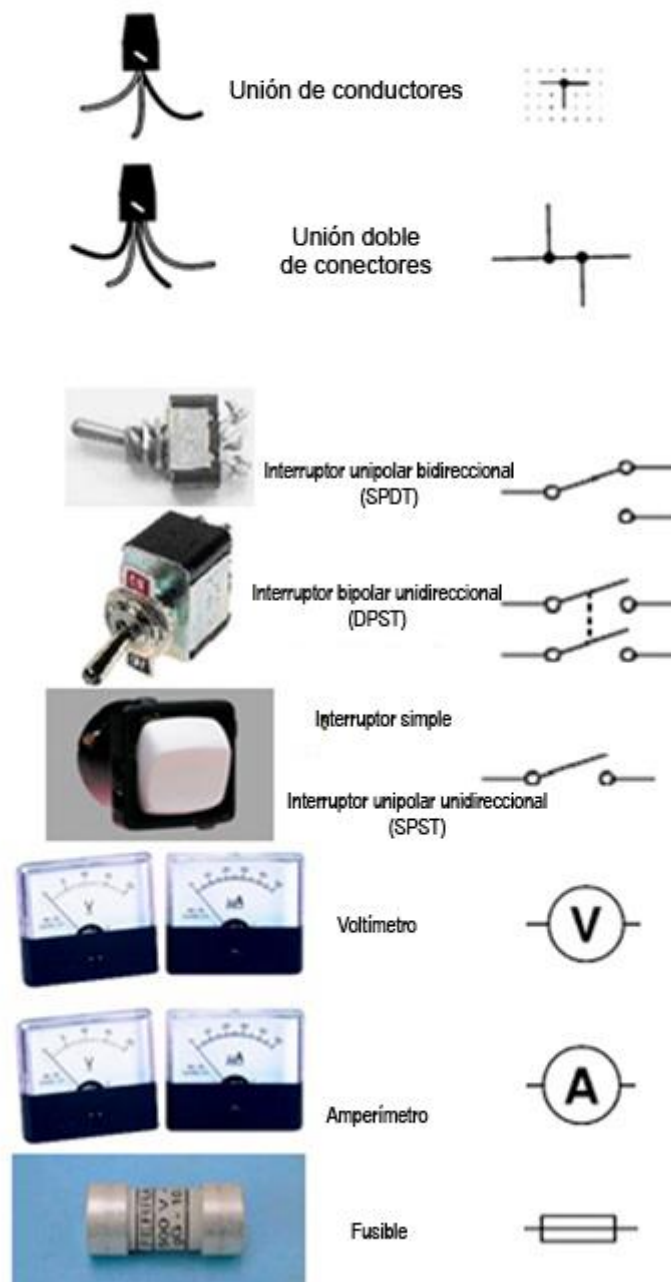


Figura 4

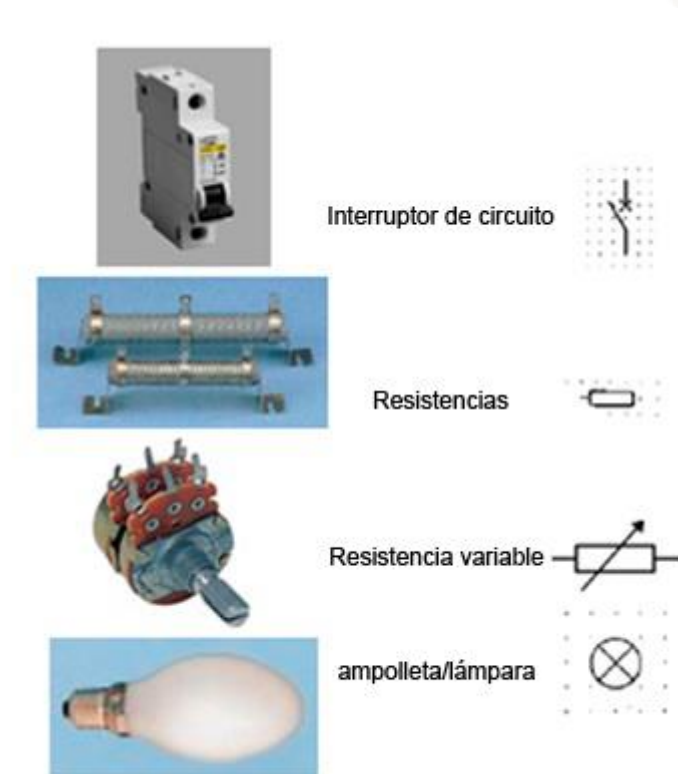


Figura 5

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.

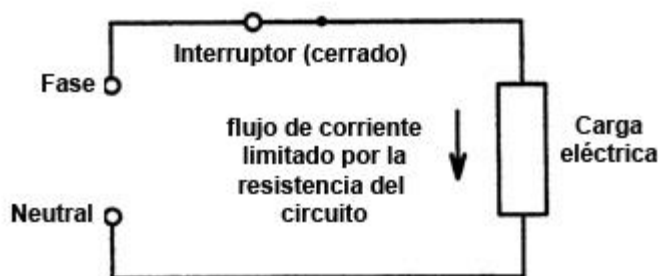


Figura 6

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.

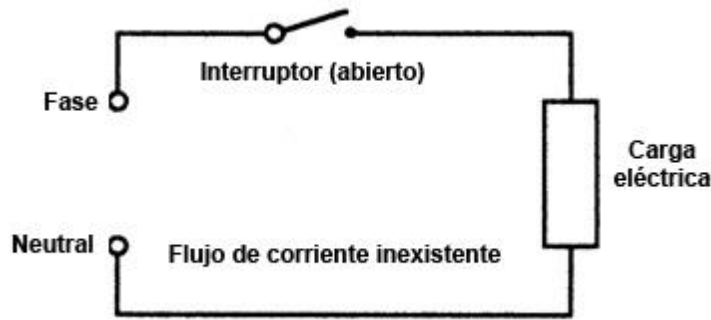


Figura 7

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 neutral o 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)

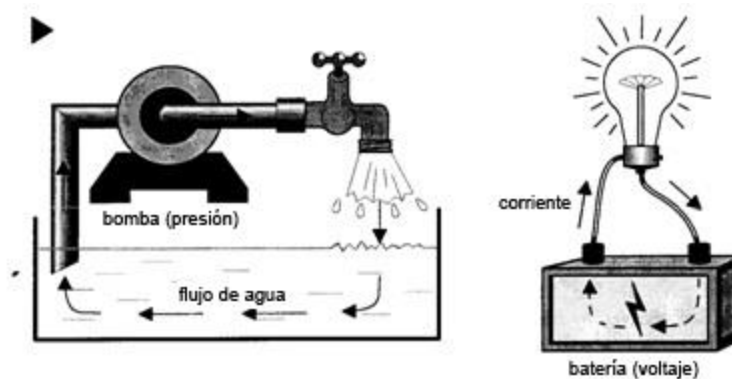


Figura 9: Flujo de corriente

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).

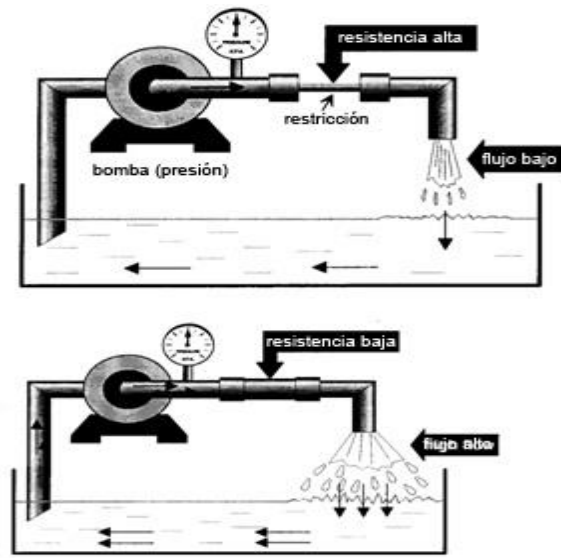


Figura 10: Control del flujo

La Figura 10 y la Figura 11 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).

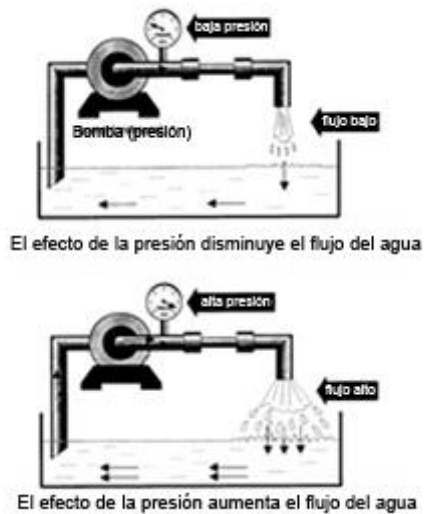


Figura 11

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 Figura12. 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.

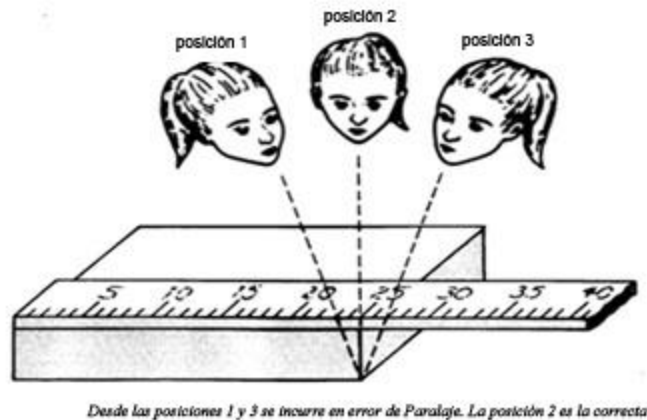


Figura 12

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.

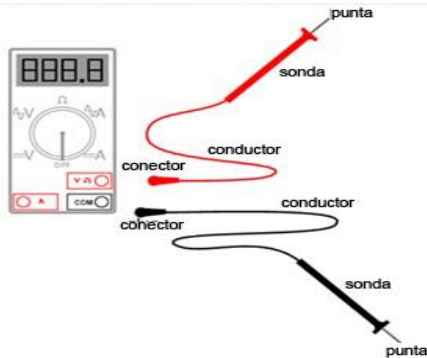


Figura 13



Figura 14

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

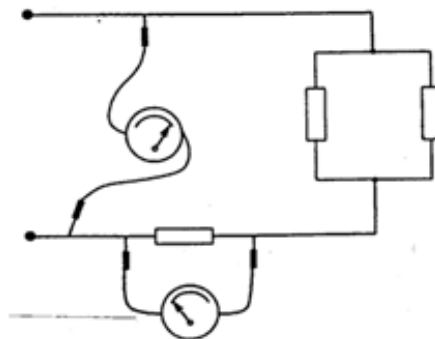


Figura 15

El voltímetro en un circuito en paralelo

Amperímetro

La Figura 16 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.

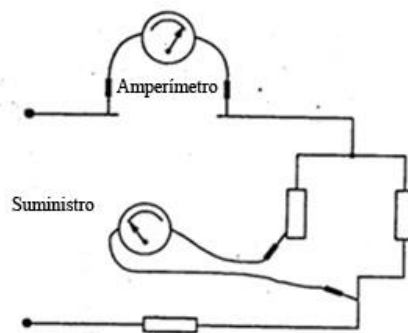


Figura 16: Flujo de corriente

El ohmmetro

La Figura 17 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.

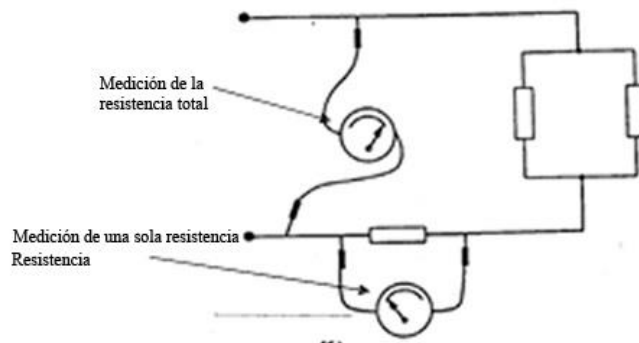


Figura 17: Medición de la resistencia

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:

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

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

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

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:

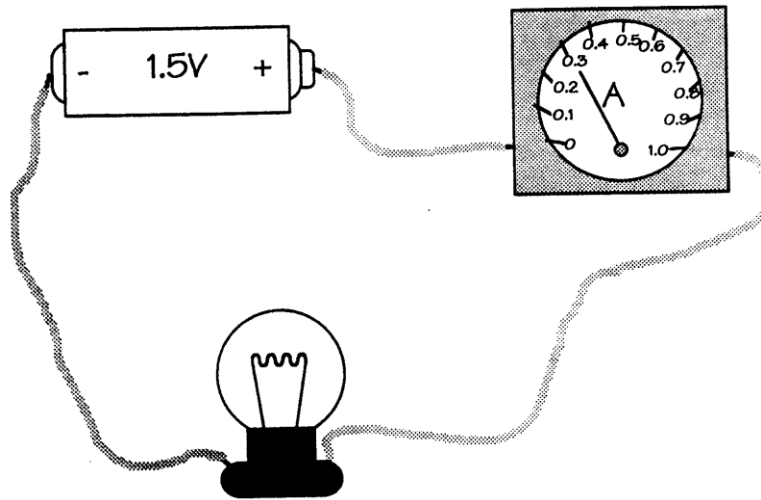


Figura 18

La resistencia de esta lámpara puede ser encontrada por:

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

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

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

Ejemplo

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

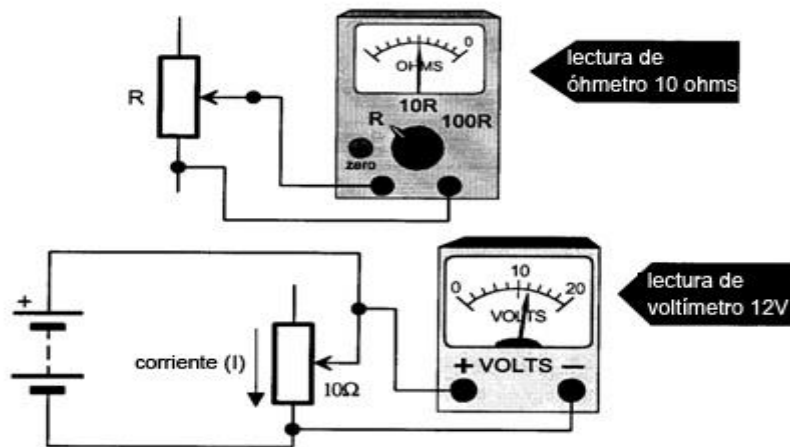


Figura 19: Ohmmetro

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 1 ampere fluye en un circuito cuando una fuerza electromotriz de 1 Volt se aplica al circuito, entonces la energía eléctrica se usa a una tasa de 1 Joule por segundo. La potencia en el circuito mostrado en la Figura 20 es por lo tanto 1 Watt.

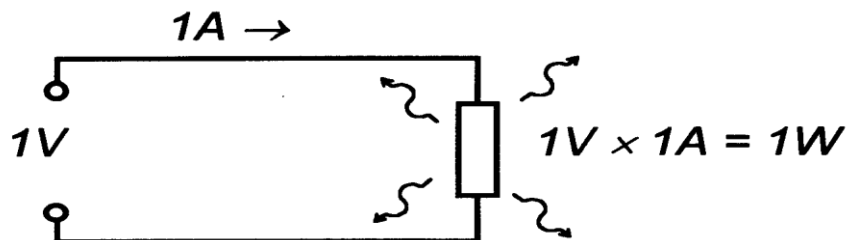


Figura 20: Circuito eléctrico

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.

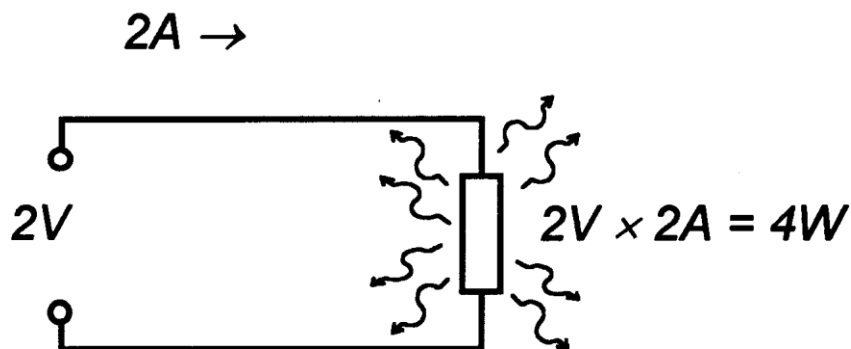


Figura 21: Circuito eléctrico

Esto se puede escribir en una fórmula descrita a continuación:

Potencia = Volts x Amperes

O

$P = V \times I$

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) - $1J = 1W \times 1s$.

El Watt puede expresarse con múltiplos y sub-múltiplos como (kilo, mega o mili, 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 230V tiene una resistencia de 10Ω calcule 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 sustituimos $\frac{V}{R}$ por I en la ecuación de energía

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

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

ahora solo queda representar los números así

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

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

Usando la Figura 22, si se suministra 10A a una carga resistiva de 24Ω , calcule la potencia utilizada:

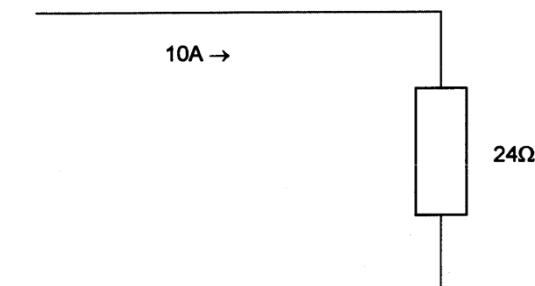


Figura 22: Circuito con un voltaje desconocido

Más ejemplos

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

¿Cuánta corriente fluye a través de la lámpara?

Un calefactor de 2000W consume 8.696A. ¿Cuál es el voltaje suministrado y la resistencia del calefactor?

Un calefactor es catalogado a 1kW cuando 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 $V = 5V$
 $R = 10\Omega$
 $P = ?$

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

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

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

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

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

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

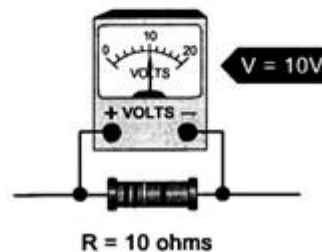
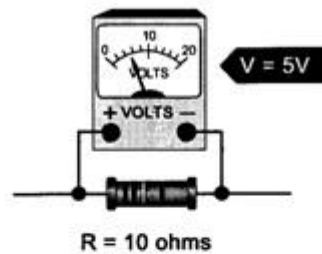


Figura 23

Como se puede ver, la potencia aumentó cuatro veces, ya que $2,5 \times 4$ 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, la 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 de $5A$, la potencia usada por el conductor (la que se disipa como calor) es de $5^2 \times 2$, 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 $10^2 \times 2$, 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 $P=I^2 R$ 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)

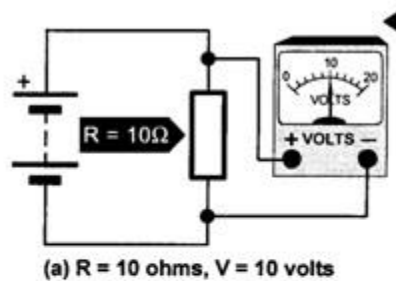
Valores $V = 10V$

$R = 10\Omega$

$P = ?$

$$\begin{aligned}\text{Ecuación } P &= \frac{V^2}{R} \\ &= \frac{10^2}{10} = \frac{100}{10}\end{aligned}$$

Respuesta $P = 10 \text{ watts}$



Solución para (b)

Valores $V = 10V$

$R = 20\Omega$

$P = ?$

$$\begin{aligned}\text{Ecuación } P &= \frac{V^2}{R} \\ &= \frac{10^2}{20} = \frac{100}{20}\end{aligned}$$

Respuesta $P = 5 \text{ watts}$

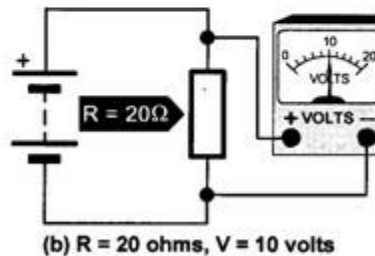


Figura 24: Circuitos con potencia desconocida

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).

RUEDA DE LA LEY DE OHM

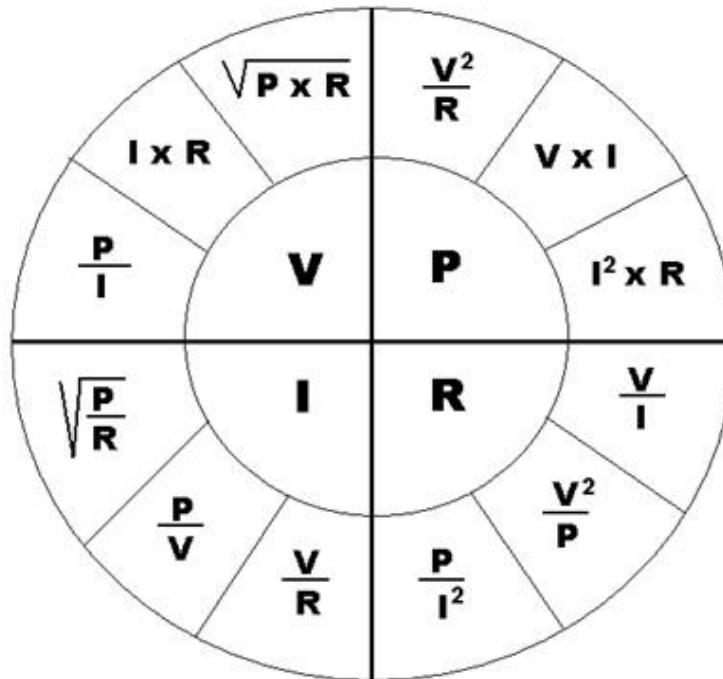


Figura 25: Rueda de la Ley de Ohm

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) ó 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 $V \times I/R$. 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 Kirchhoff que se expresa así:

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

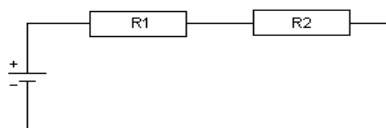


Figura 26: Circuitos de 2 resistencias en serie

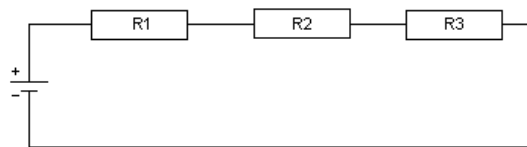


Figura 27: Circuitos de 3 resistencias en serie

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 Figura 28 muestra una red divisora de voltaje de dos resistencias simple.

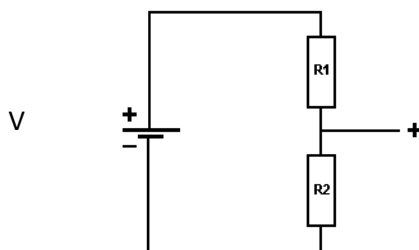


Figura 28: Red divisora de voltaje

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 R2 fuera dos veces el valor de R1, entonces tendrá dos veces el voltaje a través de éste o 2/3 del 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:

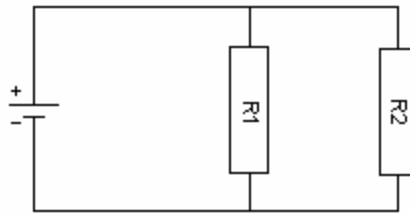


Figura 29: Un circuito paralelo de 2 resistencias

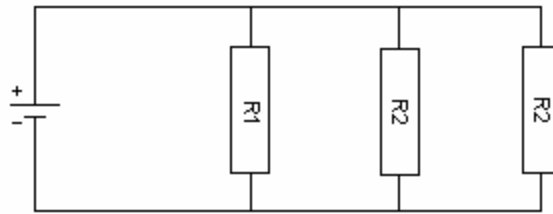


Figura 30: Un circuito paralelo de 3 resistencias

Redes divisoras de corriente

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

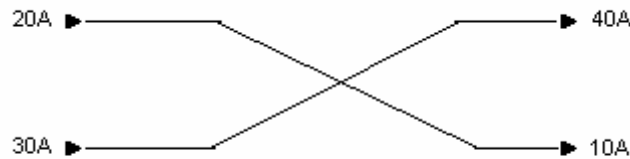


Figura 31: Corrientes de empalme

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 Figura 32 muestra una red divisora de corriente de dos resistencias simples.

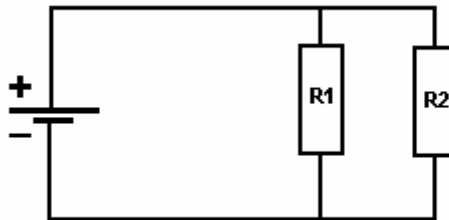


Figura 32: Red divisora de corriente de resistencia

En la Figura 181, 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.

$$I_1 = I_T \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_2 = I_T \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

1.6 Nociones básicas de Controladores Lógicos Programables

La industria de los Controladores Lógicos Programables (como la conocemos hoy en día) nació en 1968 cuando Dick Morely, quien pertenecía a un grupo de ingenieros consultores llamado Bedford Associates (más tarde Modicon) presentó la primera programación basada en el lenguaje ladder. Esta máquina fue diseñada en principio para cumplir con las especificaciones impuestas por General Motors Corporation, quienes requerían de un dispositivo programable para reemplazar a los sistemas de relé ya existente, costoso, complejos y poco confiables.

La industria automotora enfrenta anualmente grandes cambios en la producción, en la medida en que se diseñan nuevos modelos. Esto fue un cambio para las flotas de personal eléctrico y de mantenimiento que antiguamente se requerían para rediseñar, reparar y comisionar sistemas de control de relé electromecánico que a menudo eran complejos. Cada cambio entre un periodo y otro era altamente costoso y a menudo obligaba a que los cambios en los modelos de cada vehículo a motor fueran poco frecuentes y se mantuvieran lo más simple posible.

El primer Controlador Lógico Programable (PLC) tenía la ventaja de ser relativamente “amigable con el usuario”, en el hecho de permitir a los ingenieros y eléctricos que definieran una secuencia lógica en un formato que habían utilizado históricamente. Además, las modificaciones podían ser realizadas en forma rápida y fácil, con documentación propia e impresiones.

Dado que el primer PLC se hizo ampliamente conocido durante la década del 70, muchos fabricantes invirtieron grandes cantidades de tiempo y dinero en investigación y desarrollo.

Entre los fabricantes de PLC ahora se cuentan las variedades de Heinz 57. Por nombrar a algunos están: Allen Bradley, GEC, Klockner Moeller, Mitsubishi, Siemens, Square D, Toshiba, Westinghouse, National, Texas Instruments, Westinghouse, Telemecanique, Sprecher and Schuh, Hitachi, Omron,.

En la medida que los ingenieros de diseño se fueron familiarizando con el PLC y su confiabilidad se hizo evidente, es posible encontrar nuevas y más complejas aplicaciones para estas máquinas.

Hoy en día, los PLC realizan las estrategias de control de procesos más complejas, incluyendo control mediante PID, modelación matemática y envío de información a los computadores servidores en cuanto a info pistas de fibra óptica de alta velocidad.

Hoy en día los PLC pueden ser utilizados en aplicaciones de control costo efectivas, desde simples reemplazos de cubículos de relés utilizando 20 controladores I/O, hasta automatizaciones y control de plantas utilizando miles de I/O.

Ventajas y Desventajas de los controladores programables

Ventajas

- Es relativamente rápido y fácil implementar cambios en los circuitos, o su reprogramación completa. Estos cambios:
- Requieren menos espacio.
- Tienen un bajo poder de consumo.
- Son de mayor confiabilidad debido a su estado sólido y la ausencia de partes movibles.
- Requieren menor mantención.
- Tienen un costo menor.
- Fácil búsqueda de averías.
- Funciones de auto diagnóstico dentro del PLC

Los PLC pueden realizar controles de secuencia más que simples:

- Procesamiento análogo.
- Funciones aritméticas +, -, <, >, dividir y multiplicar
- Control mediante PID.
- Se comunican con computadores y VDU, y otros PLC.
- Funciones de alarma y monitoreo.
- Permiten acceder a ellos y alterarlos en forma remota.

Desventajas

- Se requiere mayor capacitación.
- Nuevos términos de jerga.
- Costoso para aplicaciones pequeñas (menos de \$1000)
- Los distintos tipos a menudo tienen configuraciones y software distintos.
- Requerimientos de instalación específicos.

Cambios en el circuito debido a	Resultan en:
1. Supervisión del diseño	1. Alto costo

2. Error de instalación	2. Pérdida de tiempo
3. Necesidad de puesta en marcha.	3. Creación de fallas
4. Revisión del sistema.	4. Frustración
5. Expansión del sistema.	5. Todas las anteriores

Dispositivos de Entrada/Salida (digitales)

De entrada pueden ser:	De salida pueden ser:
termostatos, interruptor de límite, pulsadores, relés, fotoeléctricos	contactos, indicadores, válvulas solenoide, luces, alarmas
Procesa valores de 10 V	Procesa valores de 10V
Interruptores	Sistemas de bus
Sistemas de bus	

Relés internos especiales

La mayoría, si bien no todos los controladores programables, cuentan con relés internos especiales separados para algún uso especial. Es posible el contacto con la dirección del relé pertinente toda vez que sea necesario. De esta forma, si es necesario algún contacto de pulso en 1Hz, podrá utilizarse el relé correspondiente.

A continuación nombramos los típicos relés especiales (aunque no están todos incluidos):

- Impulsos cronometrados del reloj.
- ENCENDIDO durante el primer escaneado.
- ENCENDIDO cuando el nivel de batería está bajo.
- Inhibe todas las salidas.
- Normalmente en ENCENDIDO.
- Normalmente en APAGADO.
- Salida de fuerza ENCENDIDO/APAGADO.
- Los relés se relacionan con el Contador de Alta Velocidad.
- Módulos y errores en la memoria del CPU, I/O.

Terminología

Procesador

El procesador es el cerebro del PLC. El procesador está conformado por el micro procesador, los chips de memoria, los circuitos necesarios para almacenar y recuperar información desde la memoria, y los circuitos de comunicación requeridos para que el procesador efectúe la interfaz con otros dispositivos.

El micro procesador es el dispositivo que monitorea el estado o estatus de los dispositivos de entrada, escanea y resuelve la lógica del programa de usuario, y controla los dispositivos de salida.

La sección de memoria del procesador consiste en la memoria del usuario y la memoria de almacenaje. La memoria consiste en miles de ubicaciones en donde es posible almacenar la información.

La memoria puede separarse en dos tipos distintos:

- Volátil.
- No volátil.

Una memoria volátil es aquella que pierde la información almacenada en ella al apagarse. La memoria no volátil tiene la capacidad de retener la información almacenada cuando se desconecta.

Para proteger la memoria volátil se utiliza normalmente una batería como respaldo. El procesador Allen Bradley SLC 5/03 está respaldado por una batería de litio. Esta batería guardará la memoria durante un período de tiempo extenso incluso si la máquina está apagada (meses). Además de estos procesadores, normalmente se cuenta con luces de indicación en la tarjeta CPU para avisarle cuándo cambiar la batería. También tienen por lo general una parte interna que registra cuando el nivel de la batería está bajo, de manera que el PLC pueda enviar una señal a través de la tarjeta de salida a un panel visualizador remoto advirtiéndolo al operador o personal de mantenimiento. Para cambiar la batería (usted debe quitar el CPU del rack – apagado) el CPU también tiene un condensador en paralelo con la batería, lo que le da al menos 10 minutos para cambiar la batería sin perder la memoria volátil.

Tipos de memoria

El tipo más común de memoria es la RAM. RAM (Random Access Memory) significa que tiene una Memoria de Acceso Aleatorio para los estados sólidos de lectura/escritura. Lectura/escritura indica que la información almacenada en la memoria puede ser recuperada o leída, mientras que escritura indica que el usuario puede

programar o escribir información en la memoria. Las palabras Acceso Aleatorio se refieren a la capacidad de acceder o utilizar cualquier ubicación (dirección) en la memoria.

La memoria RAM se utiliza tanto para la memoria de usuario (diagramas Ladder) como para memoria de almacenaje en muchos PLC. Debido a que la memoria RAM es volátil, ésta debe ser respaldada con una batería.

Las memorias no volátiles son memorias que retienen su memoria al apagarse. Un tipo común de memoria no volátil es la memoria ROM. ROM (Read Only Memory), significa que la información almacenada en la memoria sólo puede ser leída y no puede ser cambiada. La información en ROM es instalada por el fabricante para uso interno de PLC.

Tipos de memorias no volátiles son:

- PROM
- EPROM
- EEPROM

PROM

Programmable Read Only Memory, la memoria de sólo lectura programable, permite que información inicial y / o adicional pueda ser escrita en el chip. El PROM puede escribirse sólo una vez. Este tipo de memoria se utiliza para evitar cambios no autorizados en el programa.

EPROM

Erasable Programmable Read Only Memory, la memoria de sólo lectura programable borrrable, se ajusta idealmente a situaciones donde el almacenaje de un programa debe ser semipermanente o se necesita seguridad adicional para cambios no autorizados en el programa. El chip EPROM normalmente tiene una ventana, de manera que al ser expuesto a los rayos UV la memoria se borra (UVPROM).

EEPROM

Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, la memoria de sólo lectura programable borrrable electrónicamente, es un chip que puede programarse utilizando dispositivos de programación estándar y pueden ser borrados cuando la señal apropiada se aplica al pin de borrado. La EEPROM se utiliza principalmente como un respaldo no volátil de la memoria RAM normal. Si el programa RAM se pierde o se

borra, una copia del programa se almacena en el chip EEPROM y puede ser descargada en la memoria RAM.

Glosario de términos

Dirección:	Ubicación en la memoria del procesador.
Binario:	Un sistema de números que utiliza una base de dos.
Bit:	Acrónimo para “Binary digit” (dígito binario). Un bit puede asumir dos estados posibles, “encendido” o “apagado”, “alto” o “bajo”, lógico “1” ó “0”, etc.
Ramal:	Trayectoria paralela lógica dentro de un programa de usuario RUNG.
Programación en Cascada:	Técnica de programación que extiende el rango de un TEMPORIZADOR o CONTADOR más allá del valor máximo que puede acumularse.
Unidad Central de Proceso (CPU):	Otro término para PROCESADOR.
Caracter:	Símbolo dentro de una gama de símbolos elementales, como las letras del alfabeto o un número decimal.
Reloj:	Dispositivo que genera una onda cuadrada dentro de cierto periodo.
Interfaz del Computador:	Dispositivo diseñado para la comunicación de datos entre un computador central y otra unidad como un procesador PC.
Contador:	Dispositivo que puede contar en orden ascendente o descendente en respuesta a las transiciones de una señal de entrada y que abre y cierra contactos cuando se alcanza algún conteo predeterminado.
Transferencia de Datos:	Proceso de intercambio de datos entre PLC a PLC, o PLC a computador o incluso en forma interna dentro del PLC.
Digital:	Representación de cantidades numéricas mediante números discretos.

Entradas o salidas discretas:	Entradas o salidas hacia o desde el “Mundo Real” que están conectadas a los módulos de entrada y salida.
Descarga:	El proceso de copiar el programa de usuario desde el dispositivo de programación hacia el PLC.
Aislador óptico eléctrico:	Dispositivo que acopla la entrada con la salida utilizando una fuente de luz y un detector.
Elemento:	Una instrucción de programación.
Habilitador:	Circuito que permite que una función u operación sea activada.
Falla:	Cualquier mal funcionamiento que interfiera con la operación normal.
Fuerza:	Modo de operación o instrucción en el programador que permite que el operador (opuesto al procesador) controle el estado de algún contacto o bobina.
Copia dura:	Toda forma de documento impreso, como por ejemplo el diagrama Ladder.
Hardware:	Los dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos que componen el PLC y su aplicación.
Tabla de imágenes:	Área en la memoria del PLC dedicada a los datos I/O. Durante cada escaneo de I/O, cada entrada controla un bit de la tabla de imágenes, cada salida es controlada por un bit en la tabla de imágenes de salida.
Instrucción:	Comando u orden que hace que el PLC lleve a cabo cierta operación instruida.
Operación de Interfaz:	Interconectar un PLC con sus dispositivos de entrada y salida, y las terminales de datos mediante diversos módulos y cables.
I/O:	Abreviación de Input/Output (Entrada/Salida).
Módulo I/O:	Ensamblaje de circuito impreso que realiza la interfaz entre los dispositivos de usuario y el PLC.
Rack I/O:	Chasis que contiene los módulos I/O.

Diagrama Ladder:	Esquema de control completo representado como una serie de contactos, bobinas, temporizadores, contabilizadores, etc.
Instrucción OTL:	Instrucción PLC que hace que una salida permanezca ACTIVADA, sin importar si la instrucción se habilitó por un periodo breve. (Puede ser desactivada mediante una INSTRUCCIÓN OTU en un ESCALÓN separado)
Modo:	Método seleccionado de operación. Ejemplo: Ejecutar, Programa, Remoto
Red:	Grupo de PLC o computadores interconectados.
Nodo:	Dirección del PLC o computador en la RED.
Salida no retentiva:	Salida controlada en forma continua por un escalón de programa individual. La salida no retiene su estado en caso de ocurrir alguna falla eléctrica.
Memoria no volátil:	Memoria diseñada para retener información mientras la fuente de energía está apagada.
Sistema de numeración octal:	Sistema que utiliza una base de ocho.
Temporizador con retardo de desconexión:	Instrucción que cuenta o bien se inicia el retardo cuando el escalón va en falso
Temporizador con retardo de conexión:	Instrucción que cuenta o se inicia el retardo cuando el escalón va en verdadero.
Programación en línea:	Método de programación mediante el cual los escalones del programa pueden ser insertados, cambiados, o eliminados mientras que el procesador está corriendo y controlando las salidas a través del control de programa.
Salida:	Señal que entrega el controlador al “Mundo Real”.
Fuente de energía:	Fuente de energía que entrega el voltaje requerido por el procesador y el I/O.
Procesador:	Parte del PLC que realiza soluciones lógicas,

almacenamiento de programas, comunicación de datos, etc.

Programa:	Secuencia de instrucciones que deben ser ejecutadas por el procesador para controlar una máquina o proceso.
Prom:	Acrónimo para Programmable Read Only Memory (Memoria de sólo lectura programable).
Protocolo:	Medio definido para establecer criterios destinados a recibir y transmitir datos a través de canales de comunicación.
Rack:	Chasis del PLC para el almacenaje del procesador y las tarjetas I/O.
Ram:	Acrónimo para Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio). La RAM es un tipo de memoria a la que se puede acceder (puede ser leída) o cargada (puede ser escrita) dependiendo de la dirección particular y códigos de operación generados al interior del PLC.
Memoria de lectura/escritura:	Memoria a la que se puede agregar datos (modo escritura) o se puede acceder a ellos (modo de lectura). El modo de escritura destruye los datos anteriores, el modo de lectura no altera los datos almacenados.
Reporte:	Impresión generada que despliega información.
Salida retentiva:	Salida que retiene el estado previo en el que se encontraba antes de que se quitara la energía del PLC.
Temporizador retentivo:	Instrucción de PLC que acumula la cantidad de tiempo, ya sea éste continuo o no, en que las condiciones previas de sus peldaños son VERDADERAS, y controla una salida luego de alcanzar el tiempo previamente ajustado.
ROM:	Acrónimo para Read Only Memory (Memoria de Sólo Lectura). La ROM es una memoria digital en estado sólido cuyos contenidos no pueden ser alterados por el PLC.

Escalón (Rung):	Grupo de instrucciones PLC que controlan una salida o almacenamiento bit. Está representado como una sección de un diagrama ladder lógico.
Escáner:	La operación de escaneo, realizada por el procesador, es la examinación secuencial tanto de las instrucciones del diagram ladder almacenadas en la memoria, como del estado de entradas, salidas, y registros que determinan si energizar o quitar energía a cada bobina, o realizar la función deseada.
Tiempo de escaneo:	Tiempo requerido para realizar un ciclo completo de salidas de lectura, realizar la lógica, salidas de escritura, comunicación, y otros requerimientos domésticos.
Secuenciador:	Controlador que opera una aplicación mediante una secuencia fija de eventos.
Blindaje:	La práctica de confinar el campo eléctrico alrededor de un conductor para el aislamiento primario del cable instalando una capa conductor sobre o alrededor del aislamiento del cable.
Software:	Programa que se utiliza para programar, controlar el PLC.
Temporizador:	Temporizador interno del procesador.
Cargar:	Proceso de copiar el programa PLC de usuario en el dispositivo de programación (computador).
Instrucción OTU:	Instrucción PLC que hace que una salida permanezca DESACTIVADA, sin importar si la instrucción fue habilitada por poco tiempo.
Memoria Volátil:	Memoria que pierde su información si se le desconecta de la fuente de energía.

Entradas, salidas, y cableado

Al trabajar con PLC, usted debe considerar que el PLC tiene tres partes distintivas y separadas. Estas tres partes permiten que el PLC trabaje como un todo, aunque en el cableado y programación deben tratarse como entidades separadas. No existe conexión eléctrica entre ninguna de las partes.

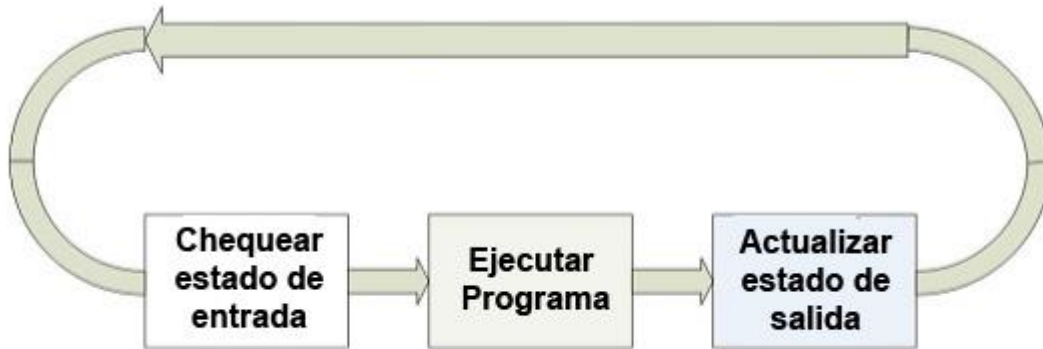


Figura 33

Entradas: Información que utiliza el PLC para tomar decisiones. Este es el dispositivo de campo que envía una señal al PLC por ejemplo, para limitar interruptores, Inicio/Detención

Lógica de programa: Aquí es donde tiene lugar la toma de decisiones. Aquí es donde reside el programa que usted escribe.

Salidas: Lo que utiliza el PLC para operar dispositivos de campo como contactos, solenoides de luz, etc.

Las flechas representan un flujo de lógica (toma de decisiones) no un flujo de corriente eléctrica. Las entradas y salidas son en realidad acopladas a través de Optoacopladores, de manera que la sección lógica del PLC es protegida de influencias externas (ruido, alzas, etc).

Este proceso es un ciclo constante en donde los pasos se repiten constantemente (Ciclo de escaneo).

Entradas

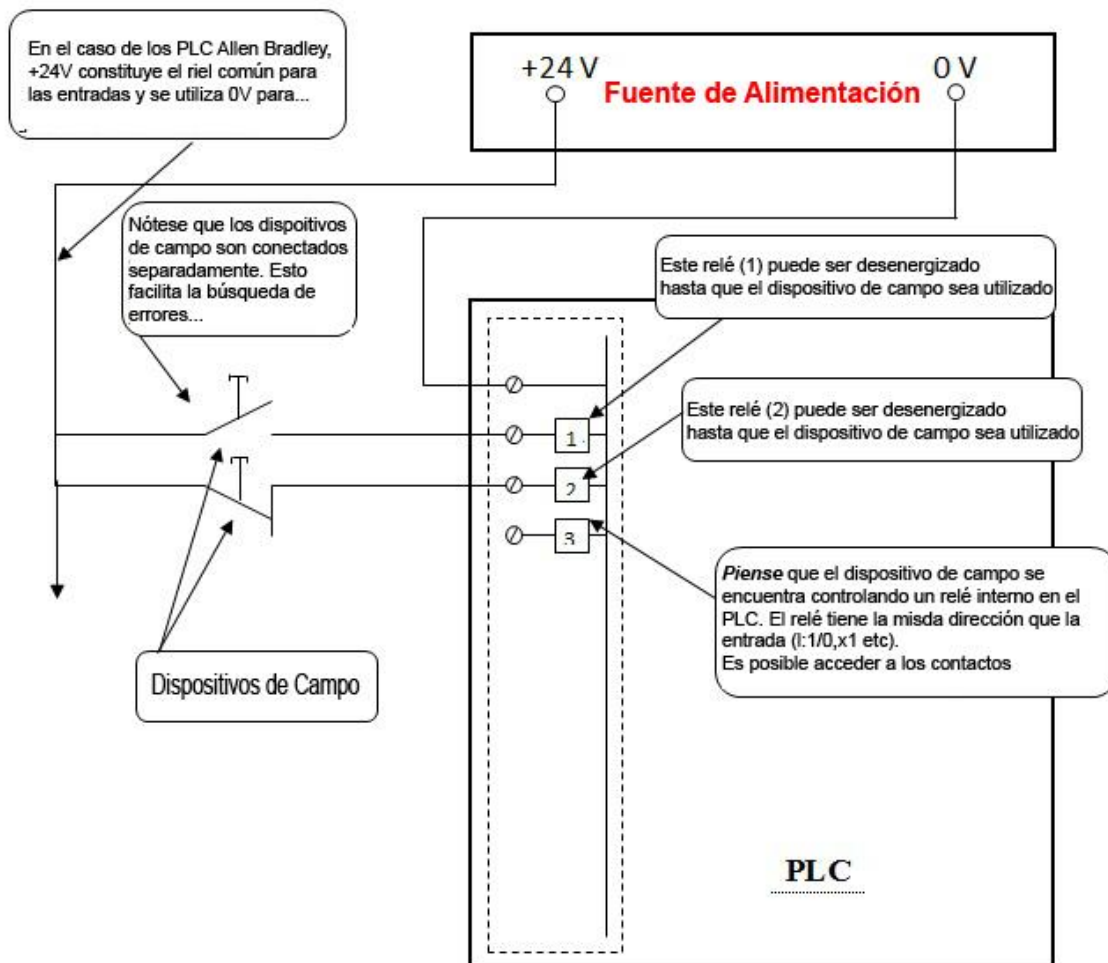


Figura 34: PLC

En algunos tipos/marcas de PLC las entradas necesitan su propia fuente de energía (sistemas de tipo rack), mientras que otros utilizan su propia fuente de energía interna (Allen Bradley Micro Logix 1100).

Las entradas están siempre conectadas en forma separada, de manera que puedan ser revisadas en forma individual (si una entrada no está operando de la forma como se supone que debe hacerlo, sólo un dispositivo de campo debe ser revisado).

Los relés marcados con 1, 2, 3 no existen, pero sí permiten una analogía de trabajo.

Al escribir su programa usted puede acceder a muchos contactos normalmente abiertos o cerrados desde esos relés imaginarios como desee.

Ejemplos de entradas

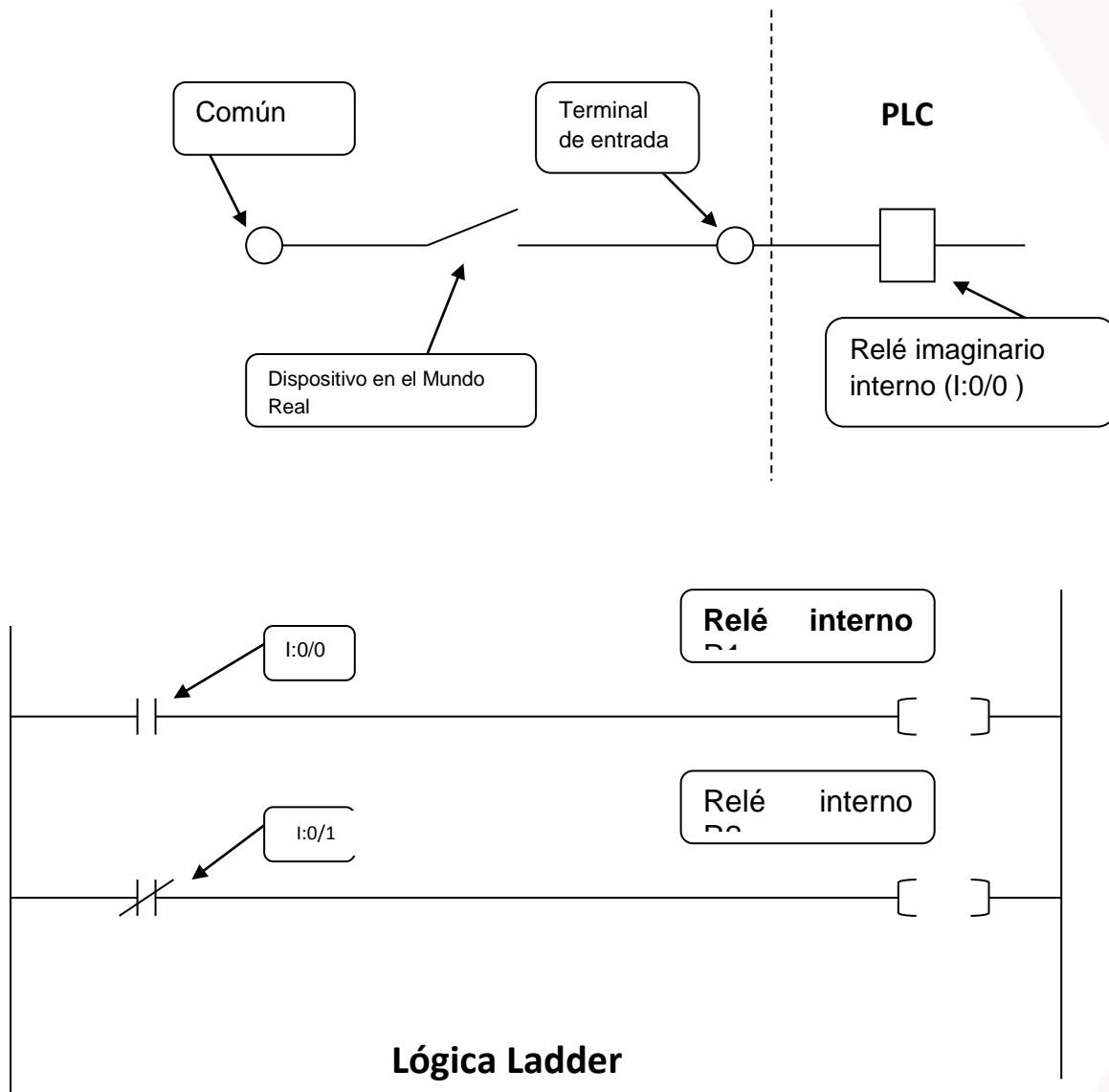


Figura 35: Ejemplos de entradas

En el ejemplo de arriba, el contacto en el mundo real está por lo general abierto, lo que significa que el relé imaginario X1 está desenergizado y por lo tanto los contactos en la lógica ladder son los que indica el diagrama. El relé interno R1 será desenergizado, y el relé interno R2 será energizado.

El ejemplo de más abajo, el contacto en el mundo real está por lo general cerrado, por lo que el relé imaginario X1 está energizado, por lo tanto, los contactos en la lógica ladder serán lo opuesto a lo que indica el diagrama. El relé interno R1 estará energizado y el relé interno R2 estará desenergizado.

Esta es la razón por la que al programar botones de detención se utiliza un contacto que por lo general está abierto en la lógica ladder.

Es importante que los contactos que por lo general están cerrados, se utilicen para detenciones en el mundo real. Si algún cable se cae o si se produce una mala conexión, el circuito estará como “a prueba de fallas”, de modo que se detendrá la máquina.

Al seleccionar los contactos que van a ser utilizados en los dispositivos de campo, es importante que su capacidad de actuar como dispositivo “a prueba de fallas” sea considerada.

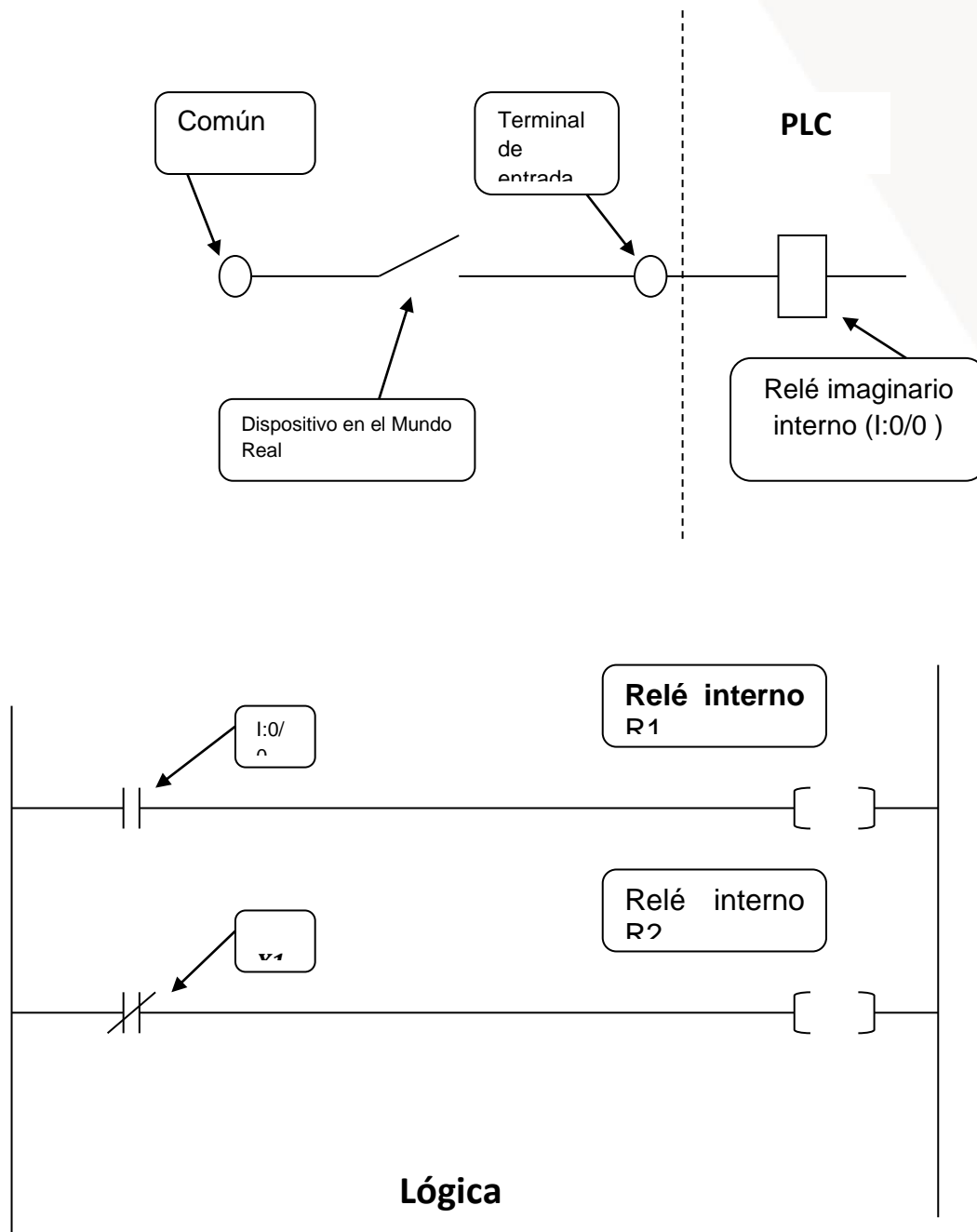


Figura 36: Ejemplo de entradas

Salidas

En el ejemplo de abajo, una lámpara de indicación y una bocina son conducidas por los relés de salida 1 y 2. Todos los PLC en Central Highlands TAFE utilizan salidas de relé, lo que significa que usted puede dirigir la cantidad de carga de voltaje que desee.

Las salidas de relé no son autoalimentadas, sino que requieren de una fuente de energía por separado.

Es importante que no mezcle el cableado de entrada y de salida. Si usted aplica el voltaje incorrecto a las entradas, éstas se destruirán.

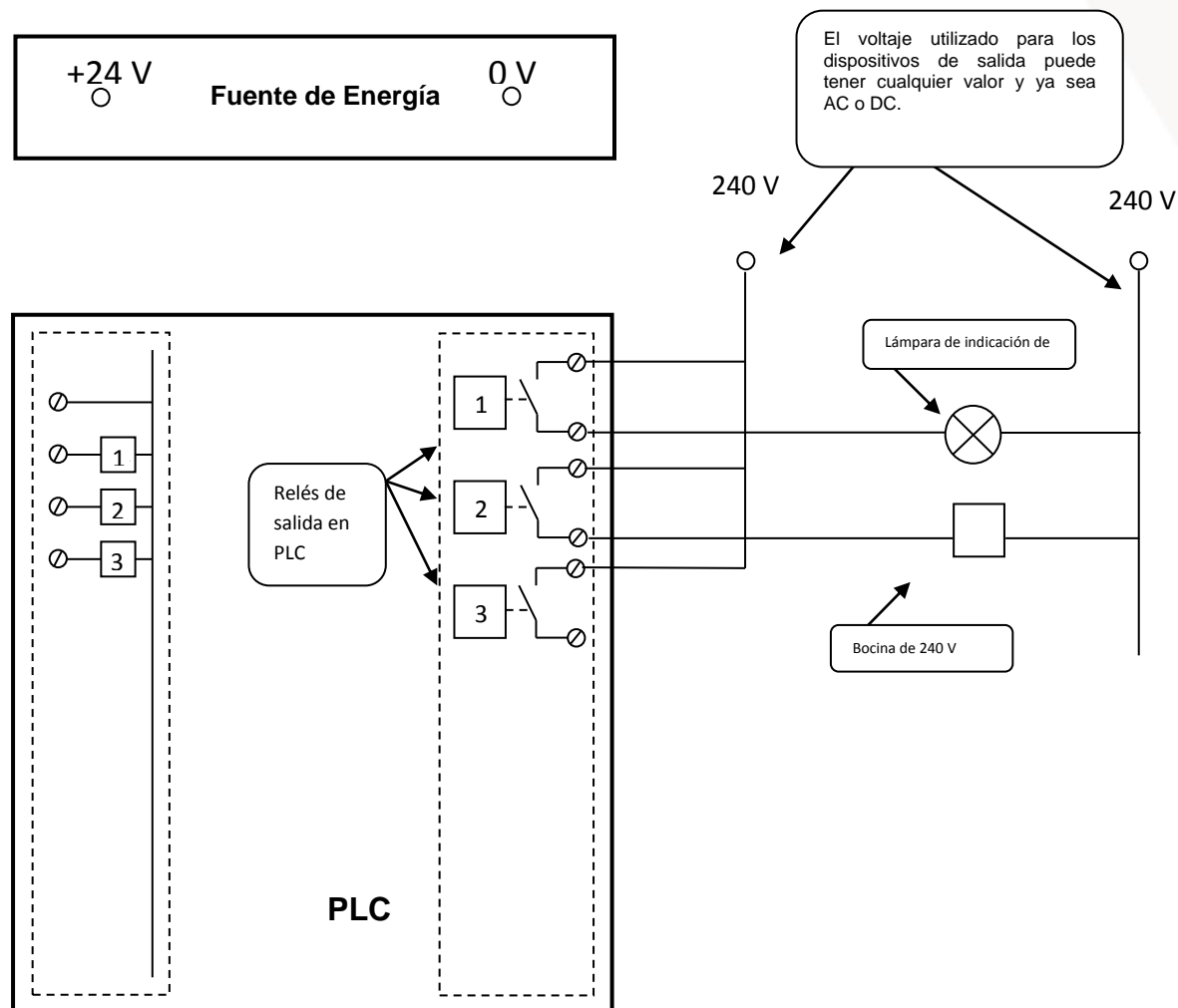


Figura 37: Relés de salida

Ejemplos de salidas

Al cablear salidas, lo mejor es pensar que la salida en la lógica sea paralela a la bobina de relés que lleva el contacto hacia la salida real.

Usted puede programar los contactos que desee desde el relé de salida dentro de su lógica.

Nunca programe una bobina de salida más de una vez, ya que puede ocasionar errores en su programa.

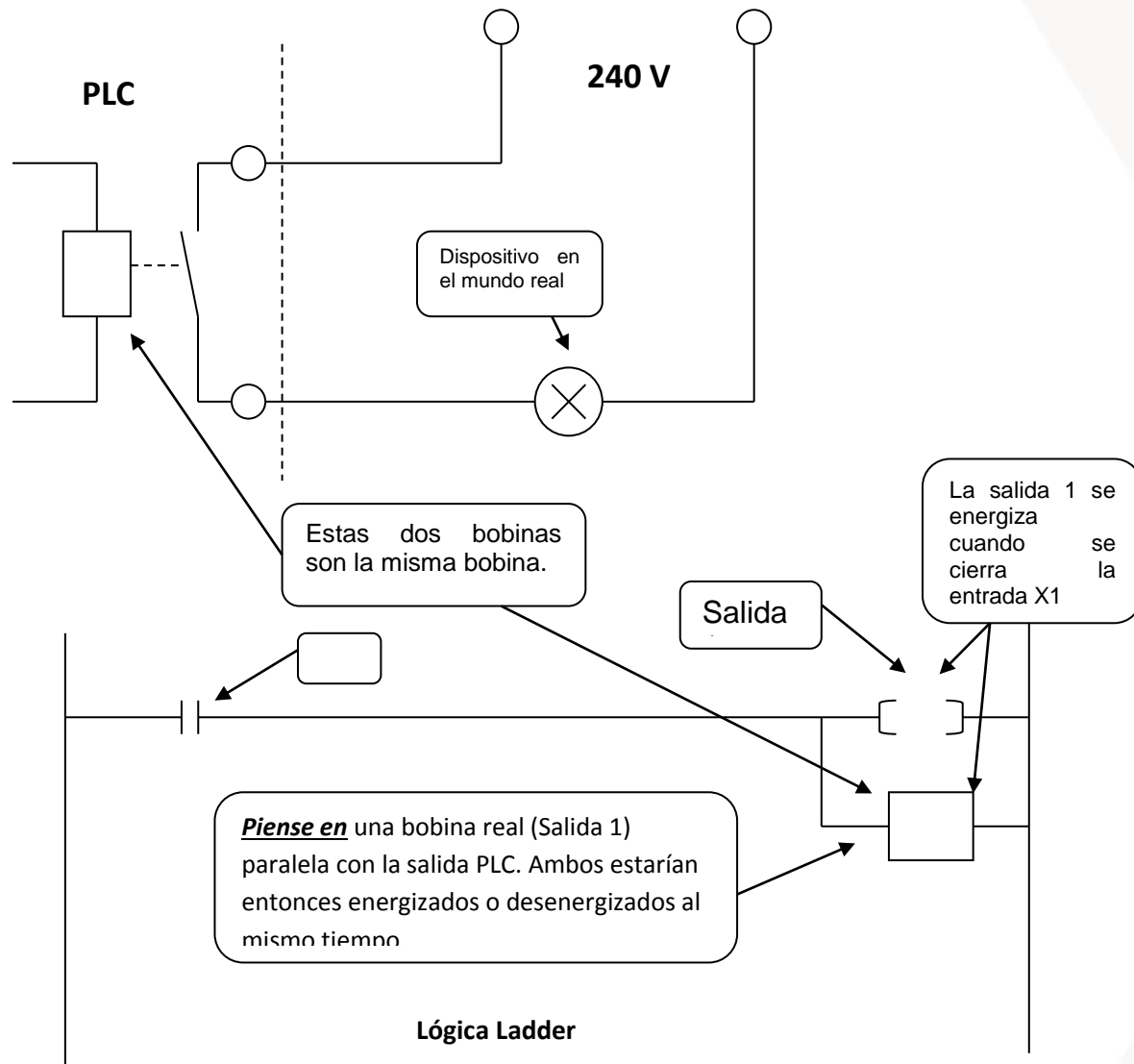


Figura 38: Ejemplos de salidas

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

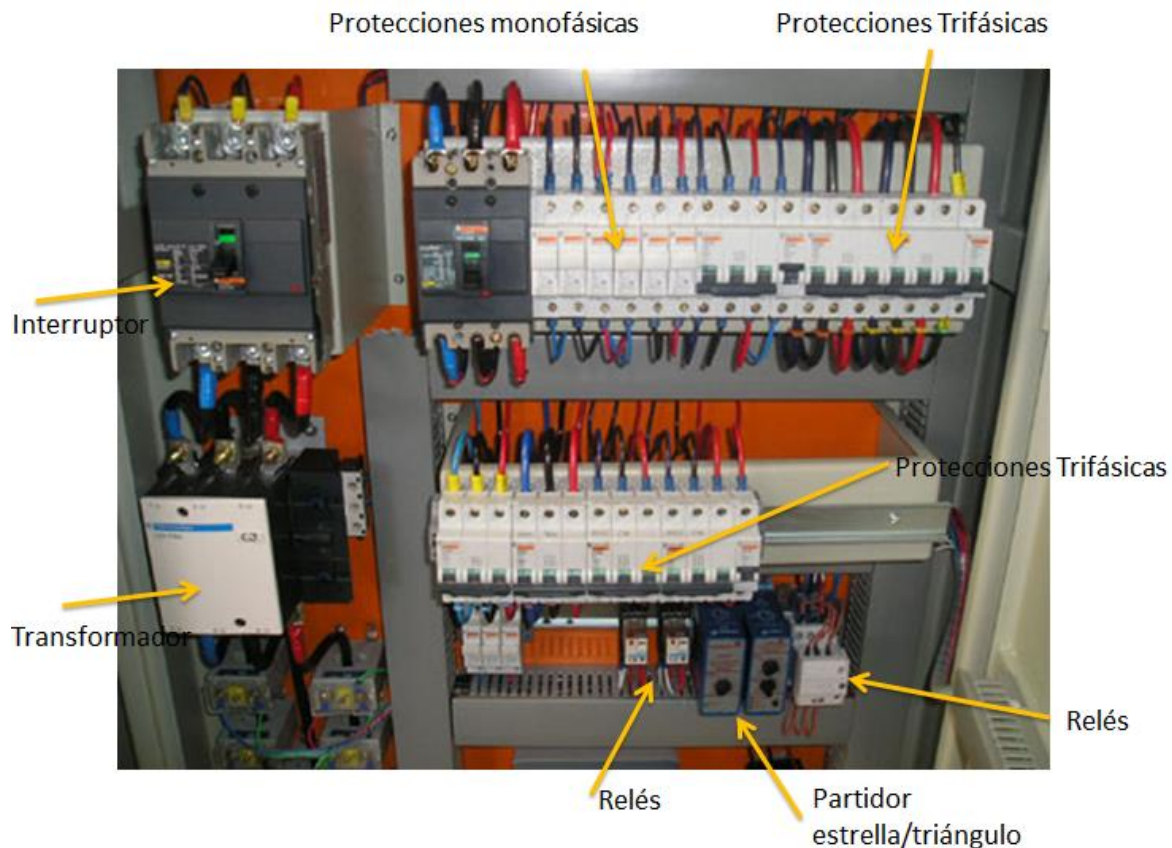
- Disyuntores (monofásicos y trifásicos).
- Conectores.
- Luces piloto.
- Interruptores.
- Pulsadores.
- Interruptor diferencial.
- Relés.
- Voltímetros.
- Amperímetros.
- Medidores de potencia.
- Medidores de energía.
- Cables eléctricos.

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.





Uso de multítester, 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 multítester.

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.

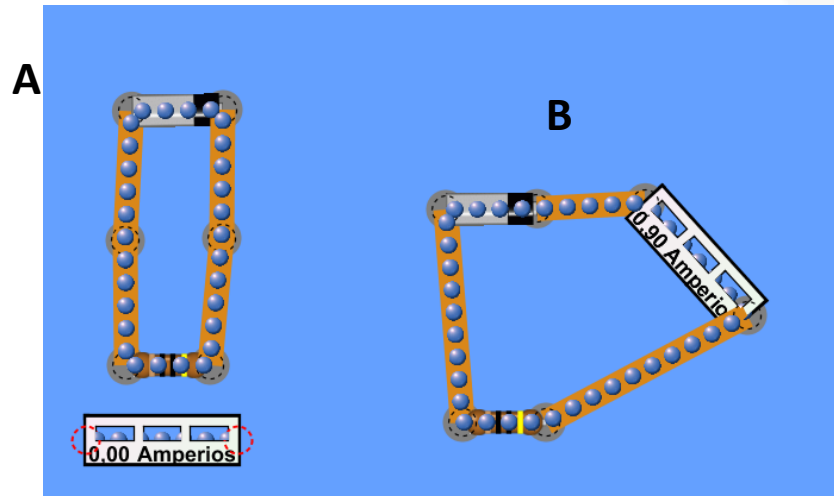
Algunas competencias básicas que usted querrá conocer y revisar en relación a la plataforma de simulación:

- 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.

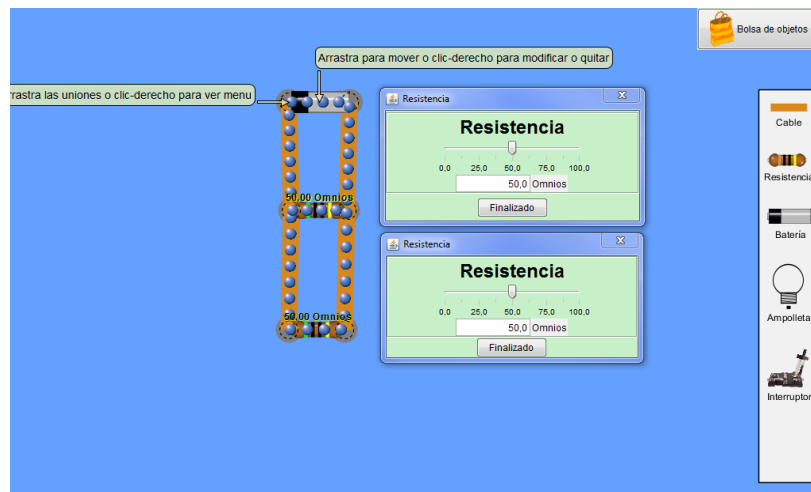
Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

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.

Solicítele 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.

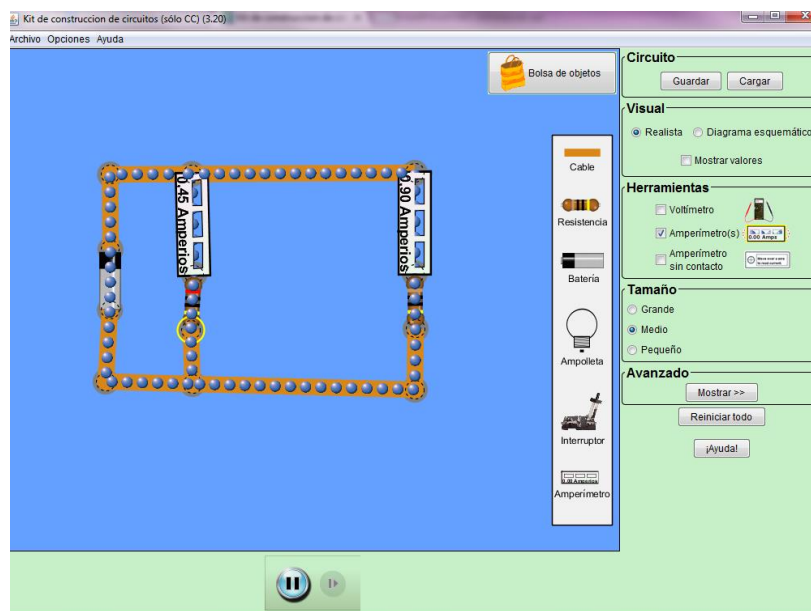
Solicítele a los participantes que dibujen el siguiente circuito destacando que la primera resistencia debe ser de 50 Ohm y la de debajo de 10 Ohm. Luego pregúnteles cuál de las dos resistencias tiene el voltaje más alto:



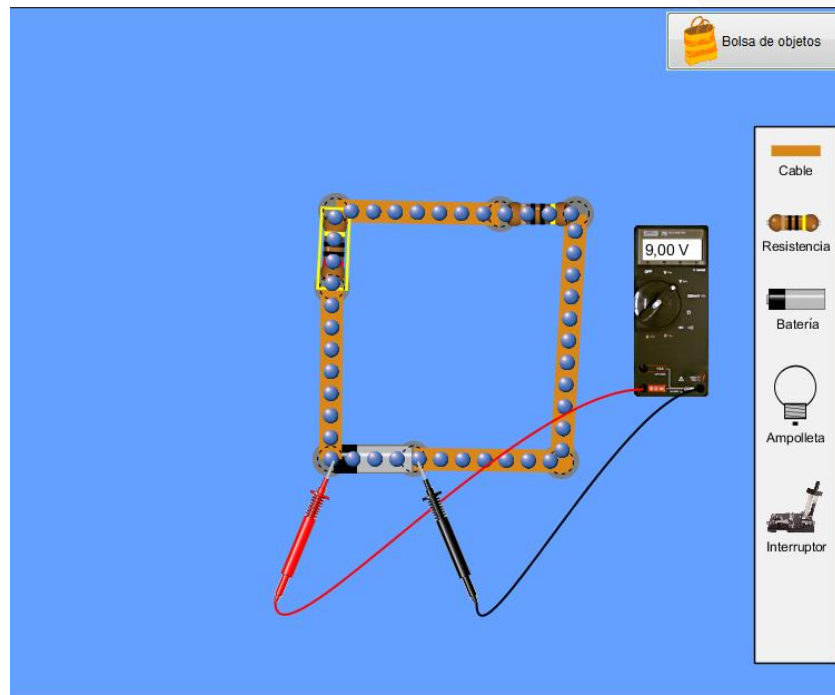
Solución: El de 50 Ω (en este caso es de la mayor resistencia).

Circuitos con resistencias en serie y en paralelo

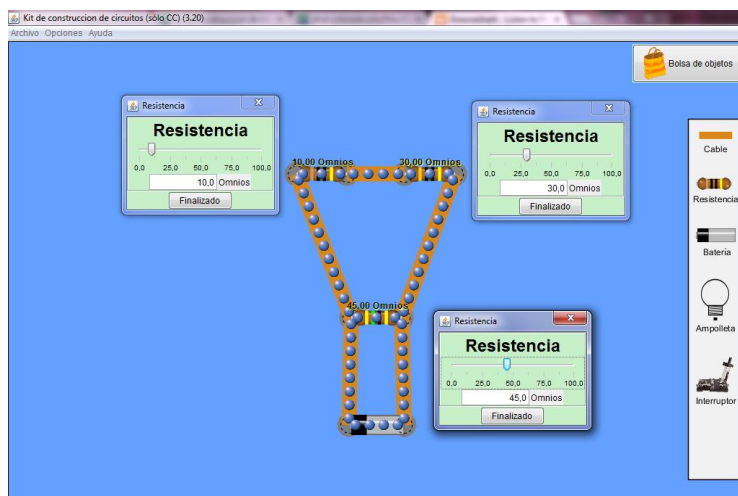
Solicítele a los participantes que simulen un circuito para medir corriente siguiendo el ejemplo:



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



Solicítele 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.

Control Lógico Programable

Objetivos de aprendizajes

- Conocer uso y aplicación de Control Lógico Programable (PLC).

Descripción de la actividad

El siguiente video ofrece a los participantes, una mirada introductoria a lo que es el sistema lógico programable.

Materiales y recursos

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.
- Cuaderno de actividades.

Recurso audiovisual

Control lógico programable

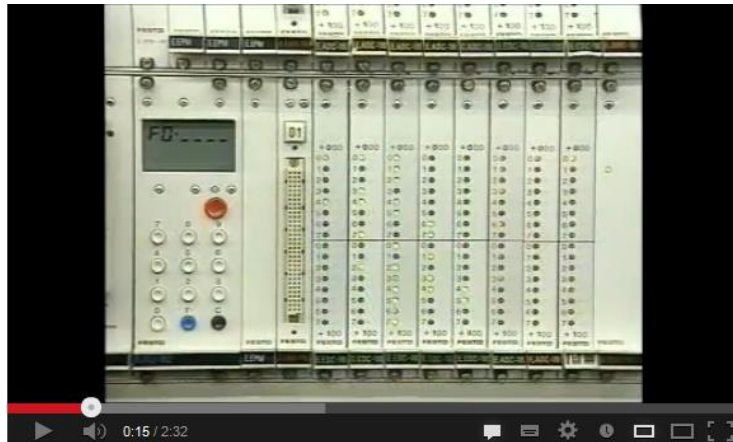
<http://www.youtube.com/watch?v=fKfKLzMYvtk&list=PLAF52964714263A9A>

Desarrollo

El instructor invitará a los participantes a observar con atención el siguiente video y generará condiciones para una conversación respecto a lo que se denomina control lógico programable.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular, utilizar lenguaje no verbal. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

“Control lógico programable”



El instructor podrá guiar la observación realizando preguntas generales antes o después de exhibir el video, tales como:

Nombre las partes que constituyen un PLC:



Entrada de las señales.

La unidad central (procesador y memoria de programas).

Salida de señales.

El instructor podrá además solicitarles a los participantes que comparen sus respuestas y/o que formulen otras para trabajar en clases.

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 ampolla.

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

1.7 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.

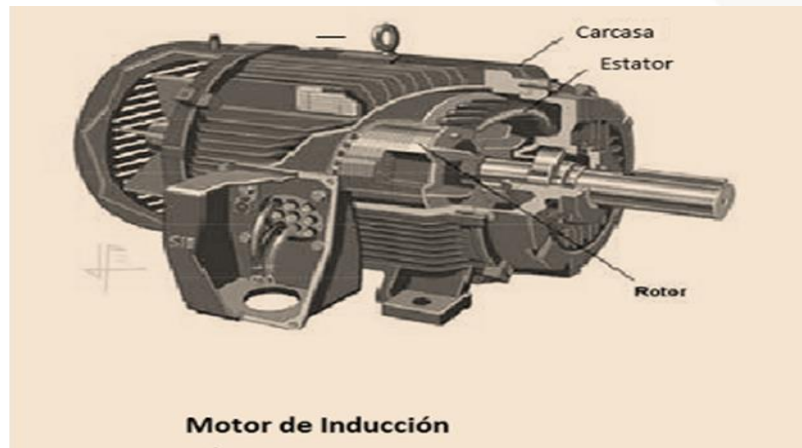


Figura 39

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.

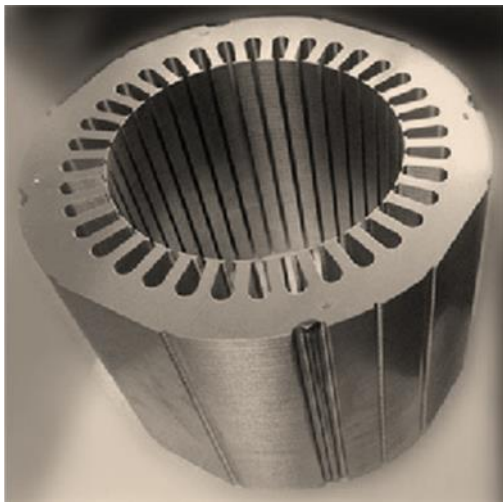


Figura 40

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.

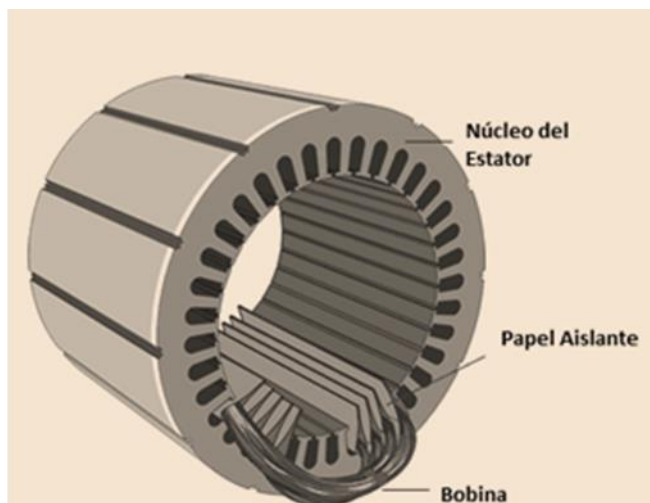


Figura 41

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.

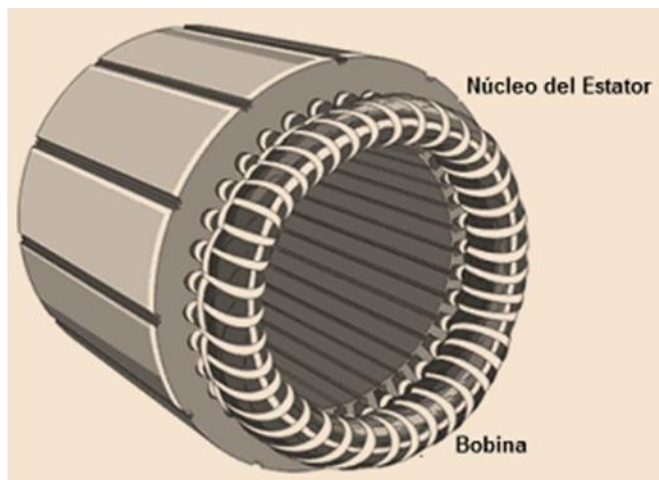


Figura 42

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

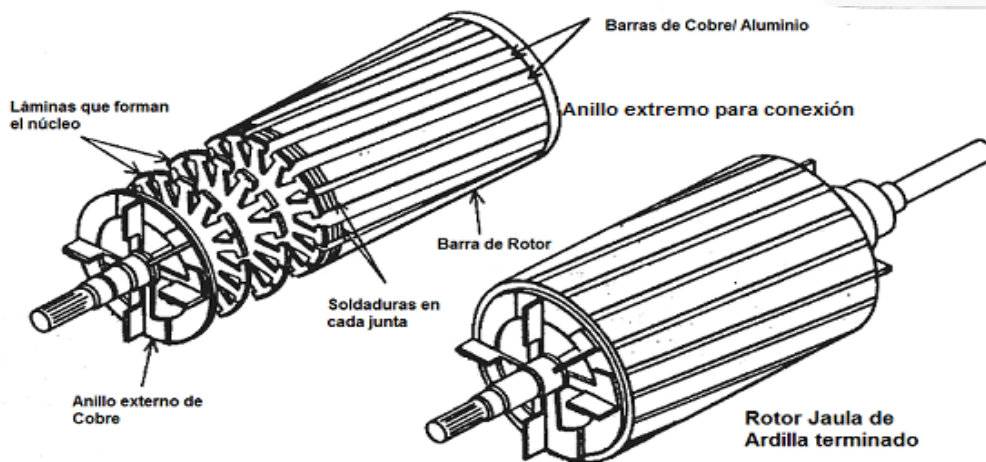


Figura 43

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.

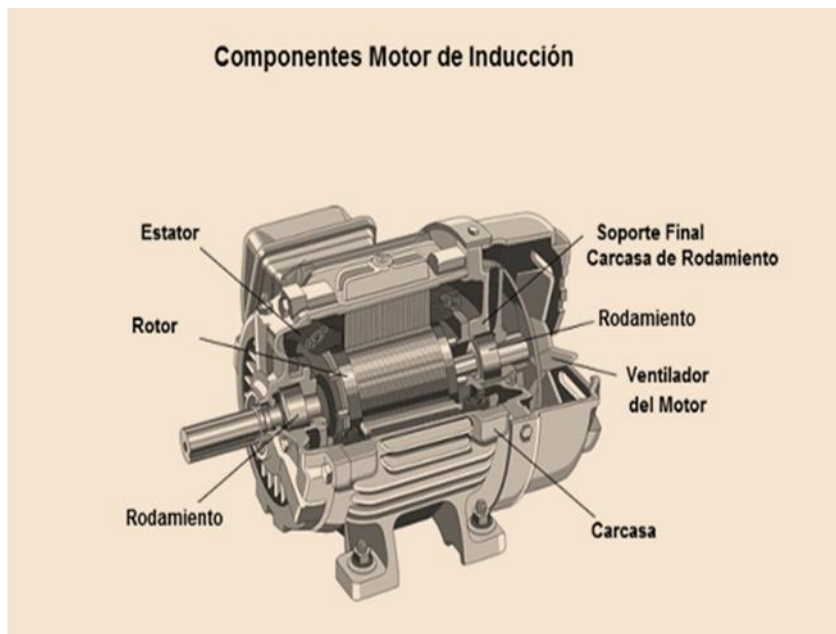


Figura 44

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 1V causa que una corriente de 1A fluya, la potencia es 1W.

$$\text{Potencia} = \text{Voltaje} \times \text{Corriente}$$

$$P = V \times I$$

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:

$$P \propto T \times n \quad (\propto = \text{proporcional a})$$

Donde

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

n = velocidad de rotación (revoluciones por segundo)

La energía generada por un motor puede calcularse 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

$$P = \frac{2\pi NT}{60} = \frac{2 \times \pi \times 1000 \times 21}{60} = 2200 \text{ watts}$$

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: aquellas que tienen piezas rotativas como motores, generadores, etc., y aquellas 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 204, 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.

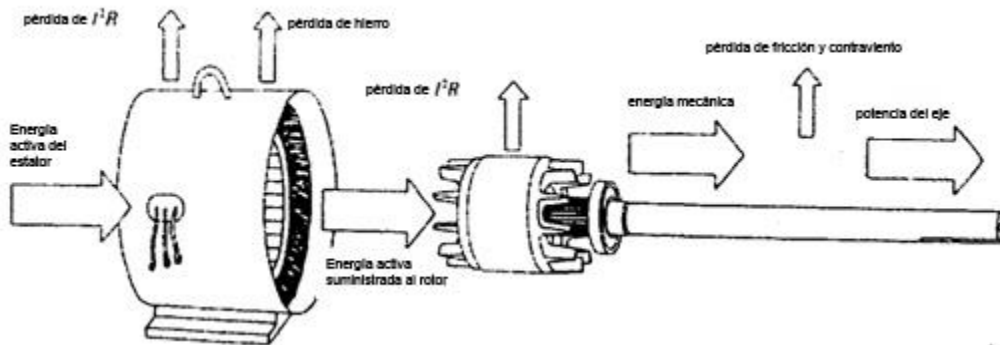


Figura 45: Pérdidas eléctricas

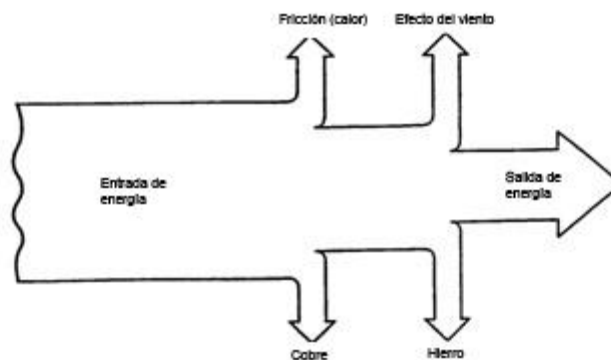


Figura 46: Entrada / salida de energía

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 $\eta = 92\%$.

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.

II. 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 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 contruidos 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.

- Sustener 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 clorinado 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:

Descargadores de aire

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 siguiente tabla:

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-cooler en 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 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	<p>Si la presión del inter-cooler cae rápidamente durante la descarga, entonces una válvula de salida está defectuosa.</p> <p>Si la presión del inter-cooler permanece inmóvil, una válvula de entrada está defectuosa</p>
--	--

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 aborda a continuación

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.

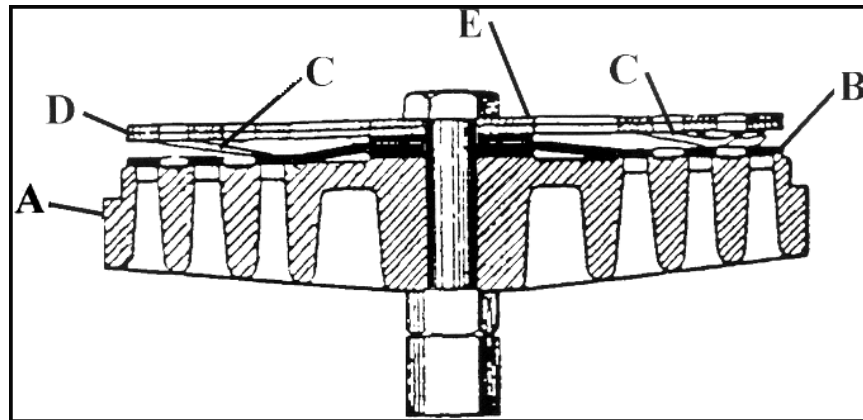


Figura 47

Válvula de aleta o lengüeta es un diseño de válvula flexible ampliamente usado en compresores pequeños y normalmente se considera como un ítem desechable.

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.

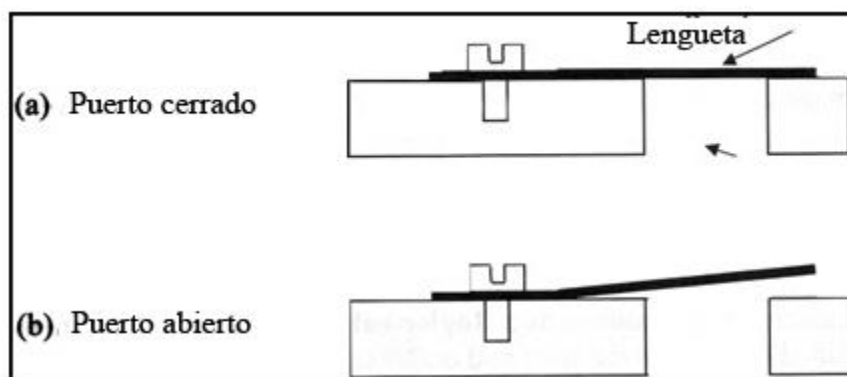


Figure 48

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 49.

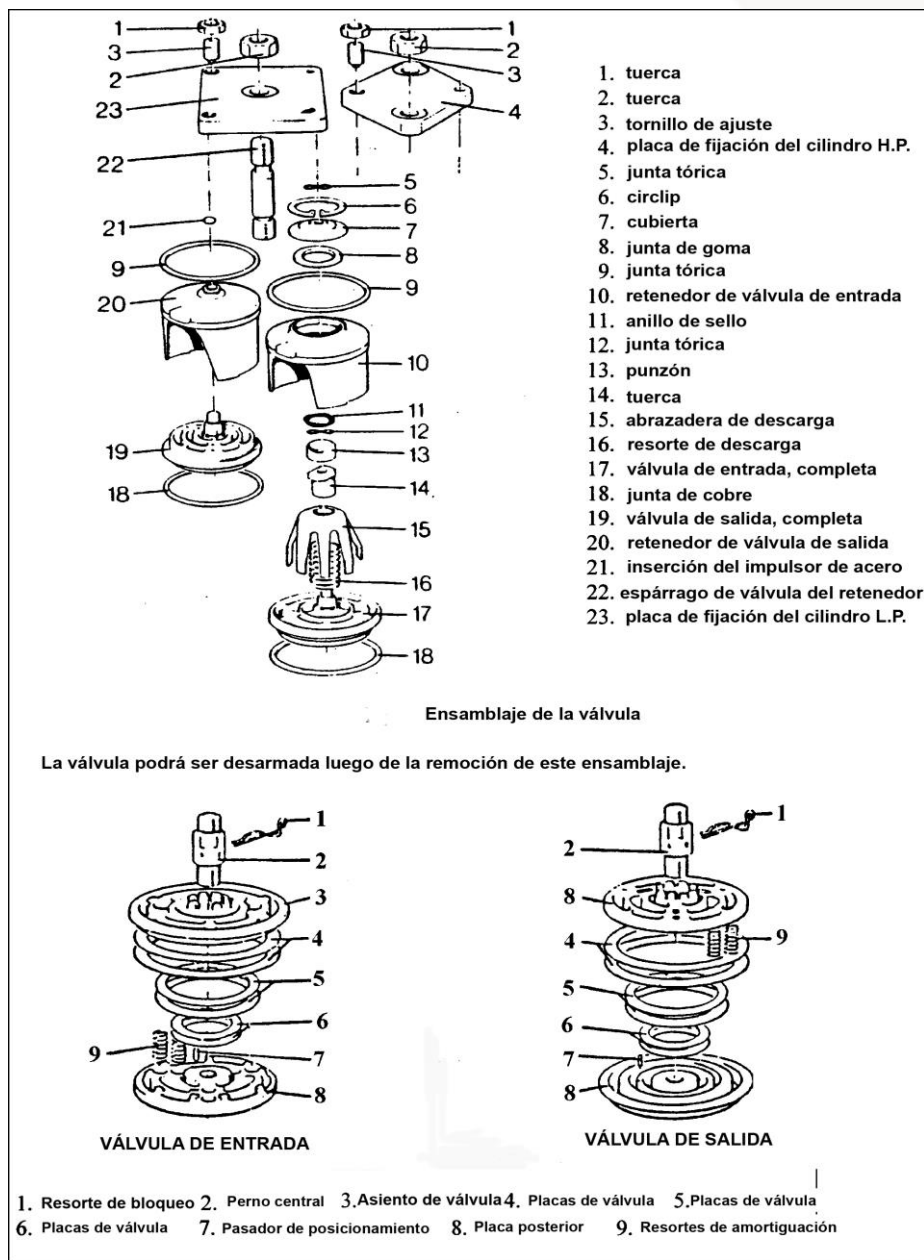


Figura 49

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 usa 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.



Figura 50

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.

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 preajuste 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 el lado 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 aprox) 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°C 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 consume 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 51. 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 flangeso 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.

Típico Taller de Instalación de Tuberías

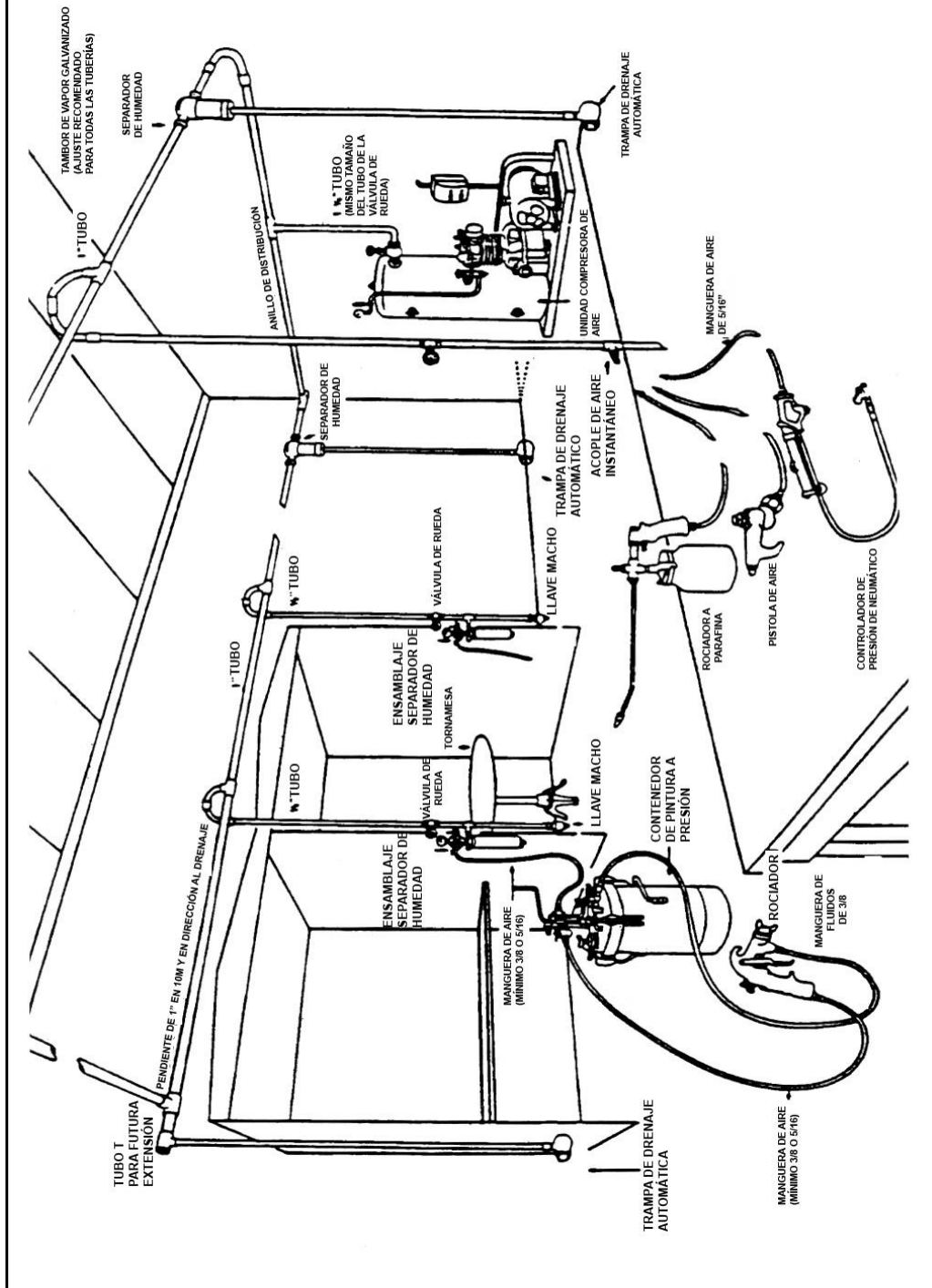


Figura 51

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) apornada.
- 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 debe 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:

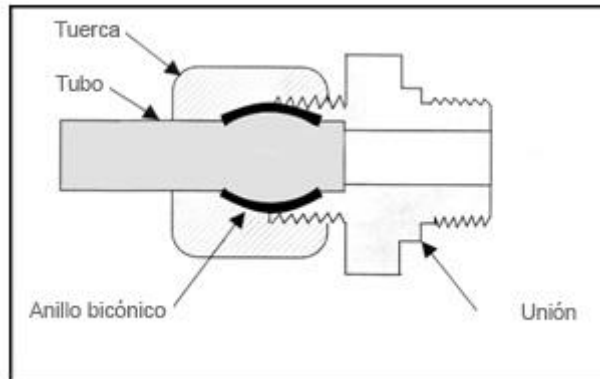


Figura 52

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.

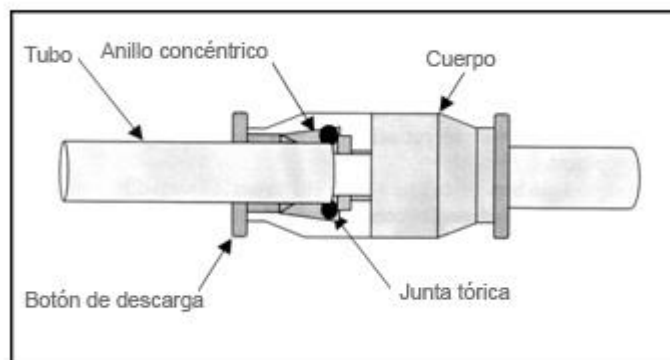


Figura 53

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.

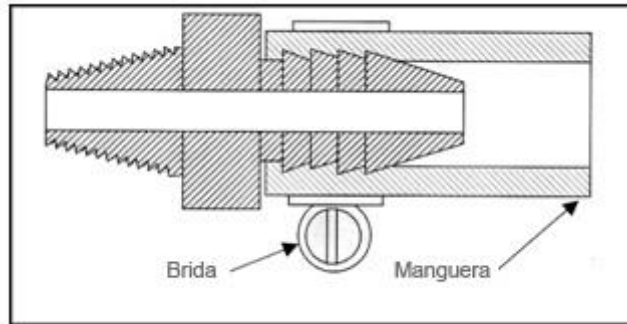


Figura 54

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 móviles 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.

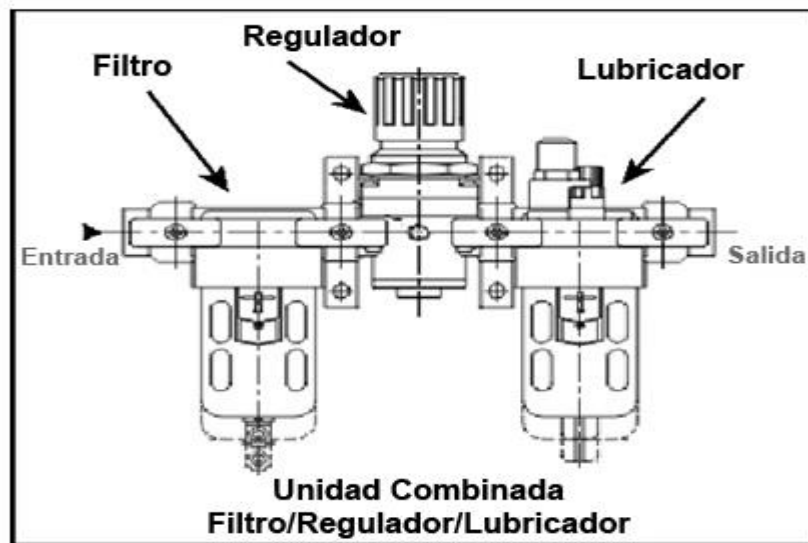


Figura 55

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.

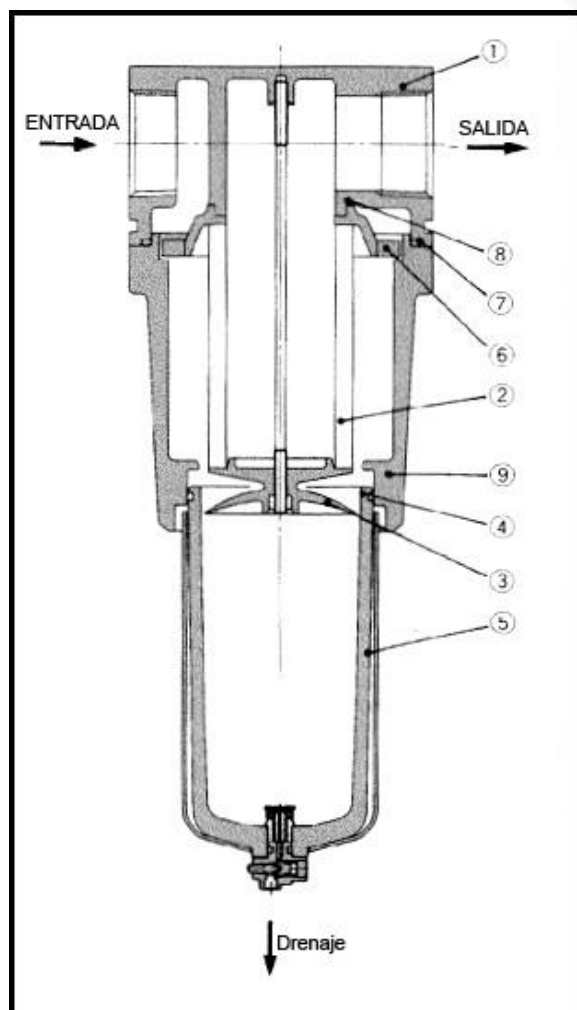


Figura 56

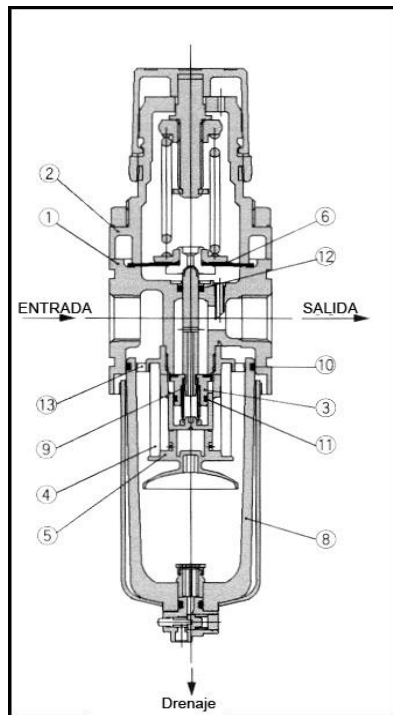
Filtro típico

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 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.



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

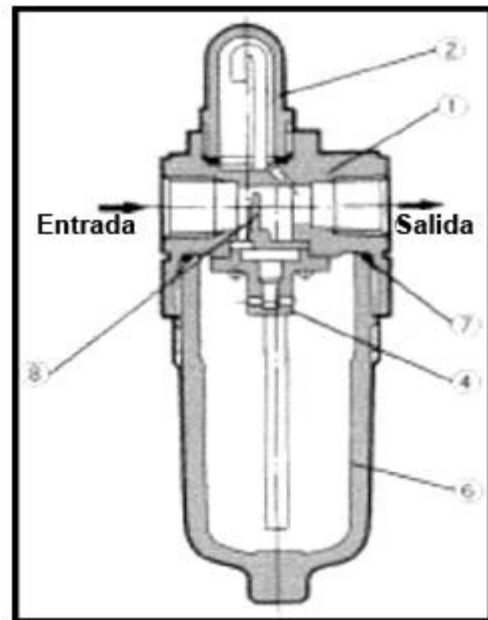
Figura 57

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.

Figura 58

- 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.



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 59

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 saber 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 móviles 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 Elemento neumático específico en su lugar de trabajo y lo prepara para futuros estudios sobre sistemas neumáticos.

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.

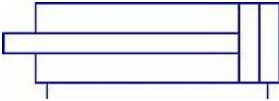

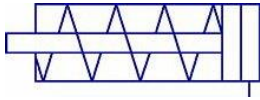

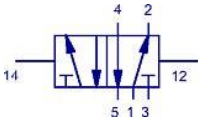

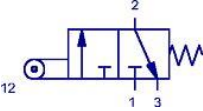

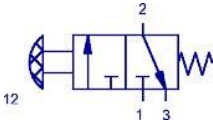

Desarrollo

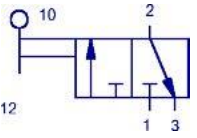

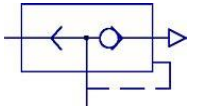

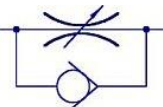

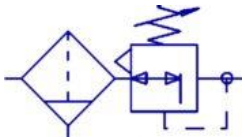

Primera parte

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.

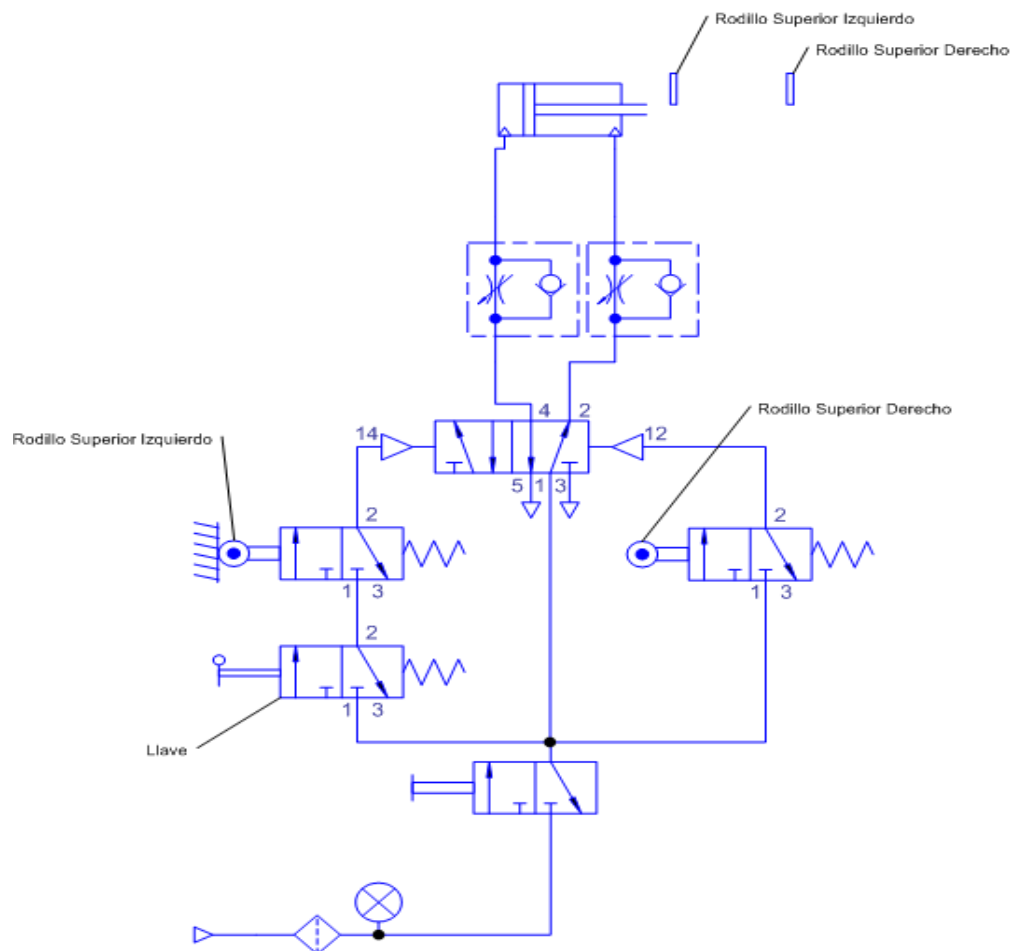
Símbolo	Componente
	 Cilindro accionador de doble acción
	 Cilindro accionador de simple acción
	 Válvula de control 5/2
	 Válvula de control 3/2 con rodillo
	 Válvula de control 3/2 con pulsador

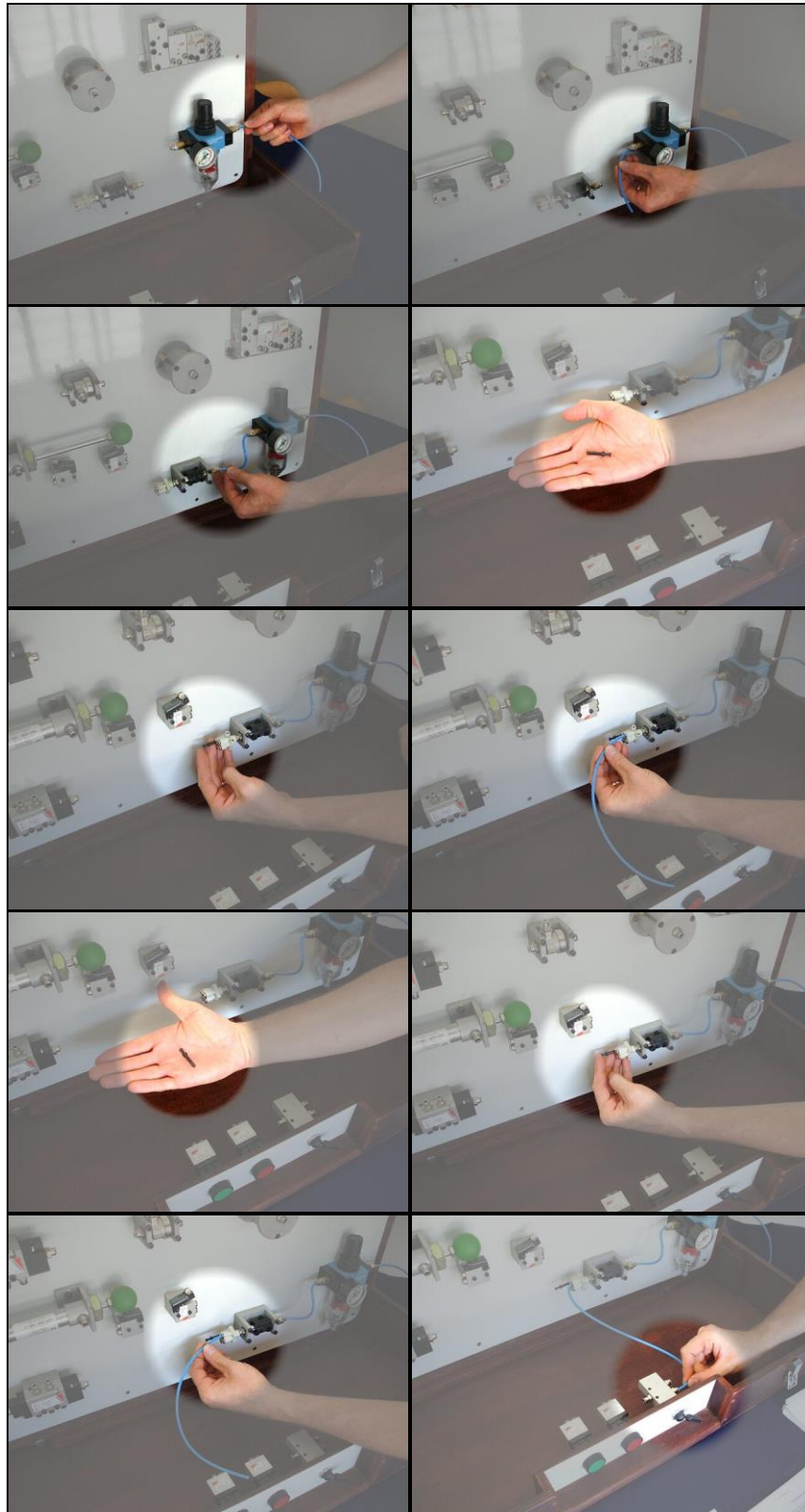
	 <p>Válvula de control 3/2 con selector manual</p>
	 <p>Válvula de venteo</p>
	 <p>Válvula unidireccional reguladora de caudal x 2</p>
	 <p>Filtro de aire y regulador</p>

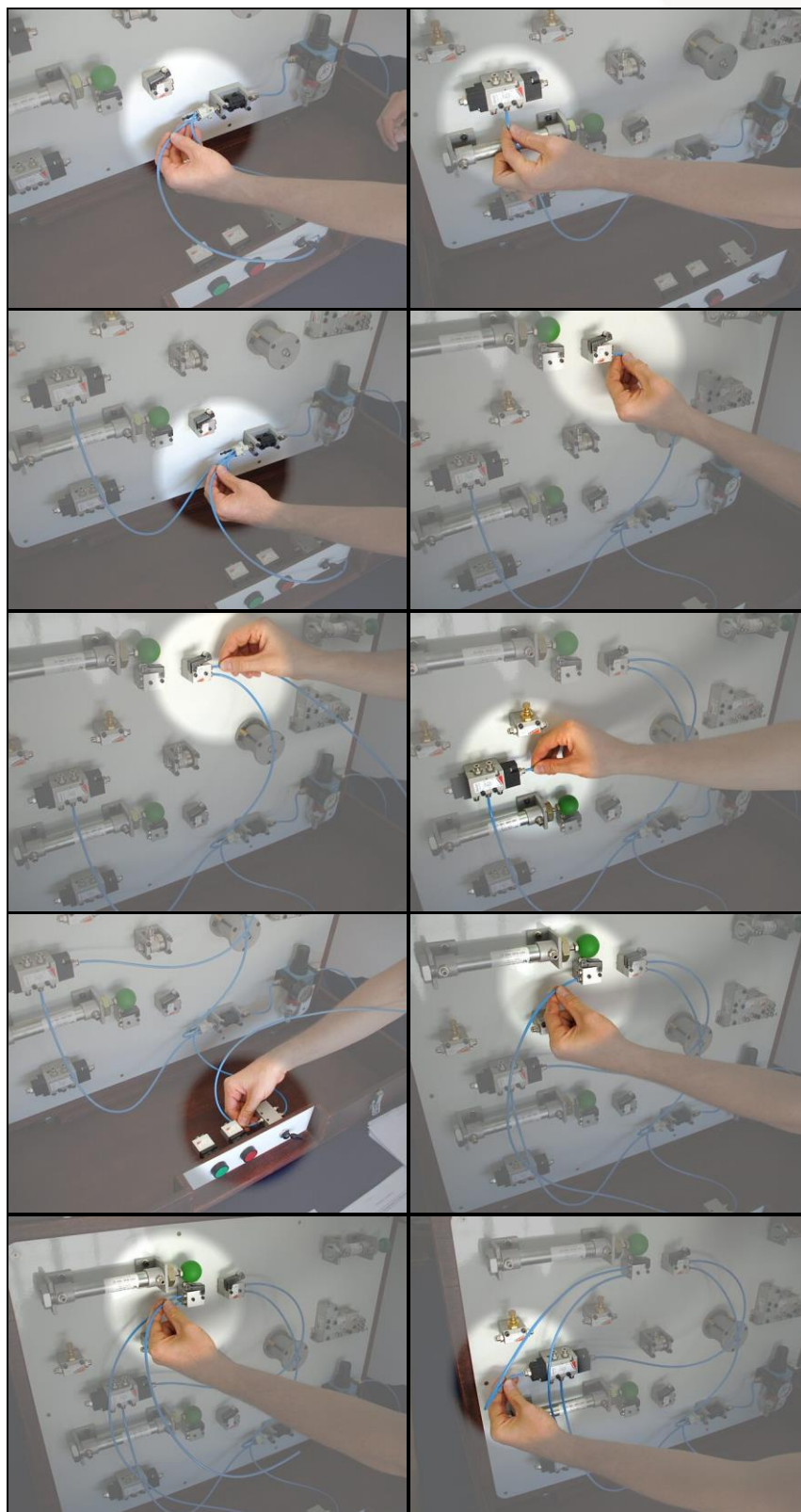
Segunda parte (a realizar solo con el KIT)

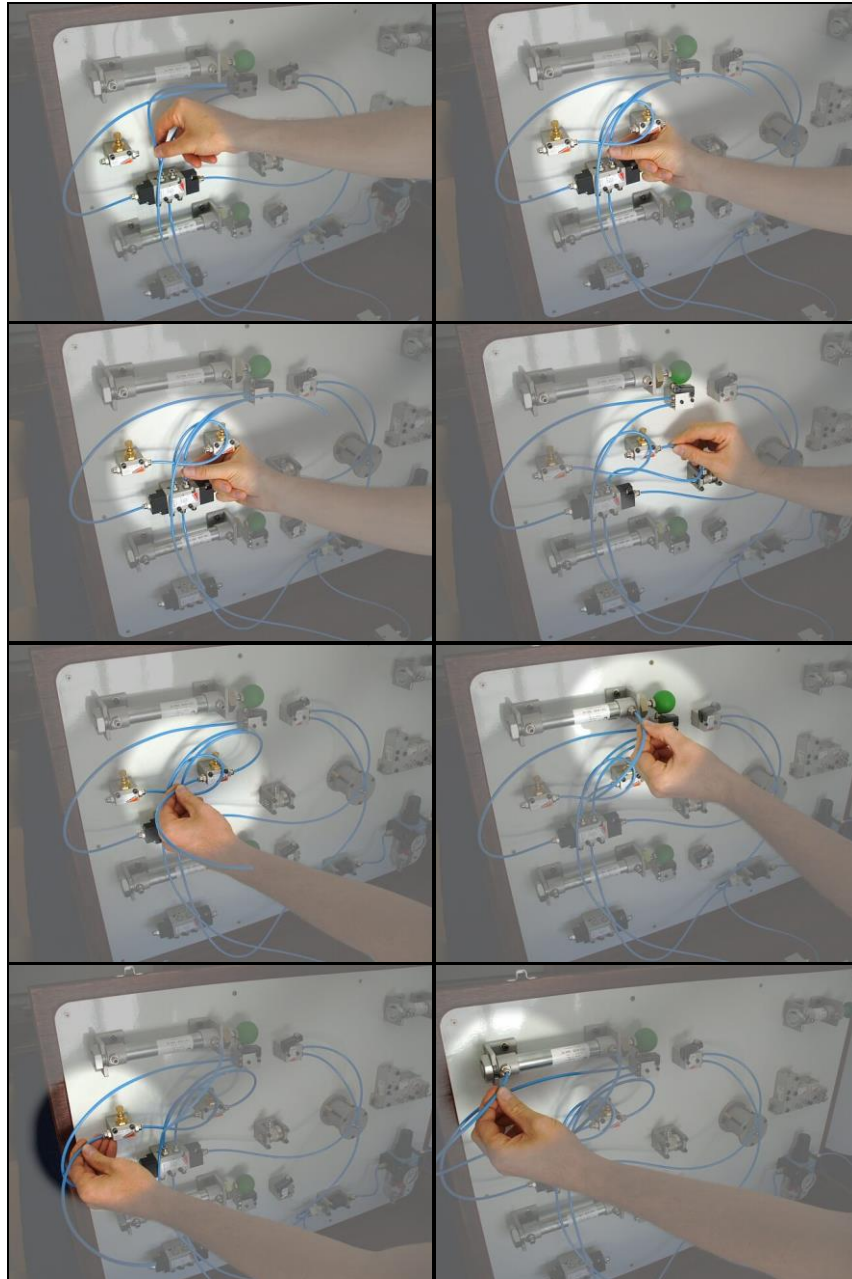
El participante deberá observar el diagrama y fotografías siguientes y de acuerdo a éste, correctamente ordenar la secuencia del montaje con el KIT.

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 desafío 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).

III. Nociones básicas de oleohidráulica

3.1 Nociones de conceptos de mecánica de fluidos

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 transmite 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 60: 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 reemplazarán 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 hidrocínética)

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.

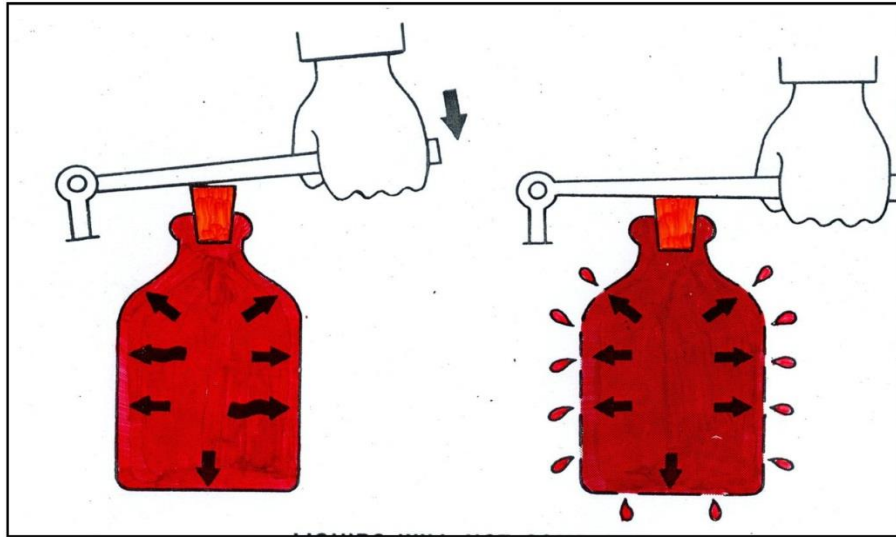


Figura 61

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

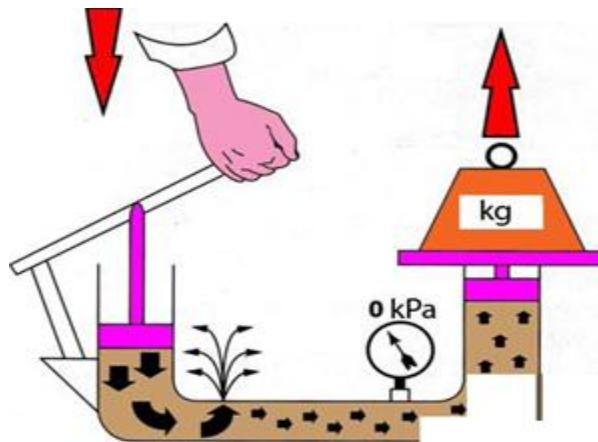


Figura 62: Aditivos de aceite hidráulico

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, 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.

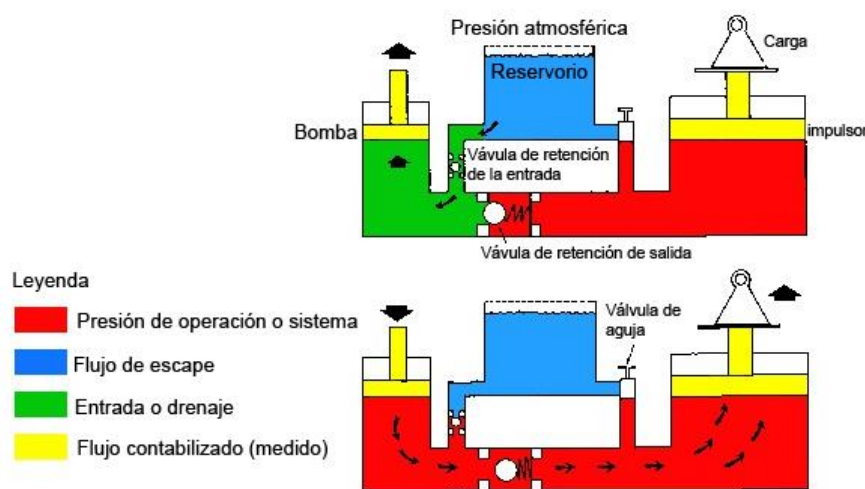


Figura 63

b. Motor- sistema de inversión. La Figura 64-65 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.

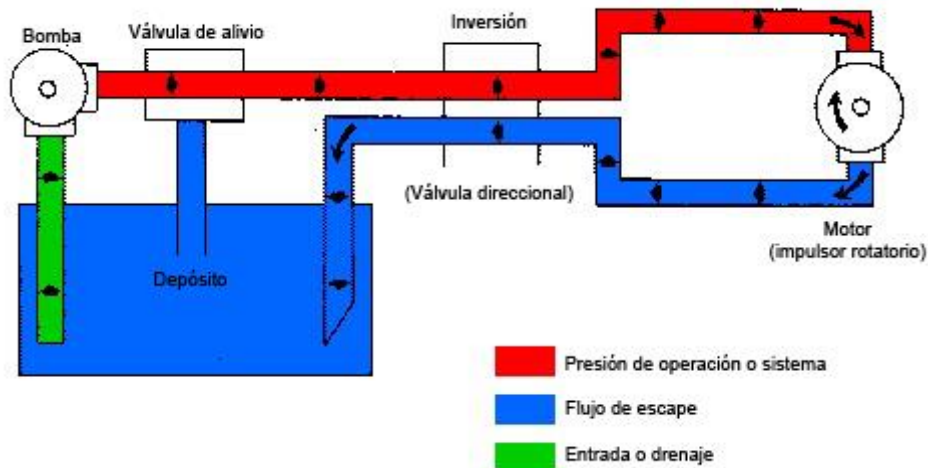
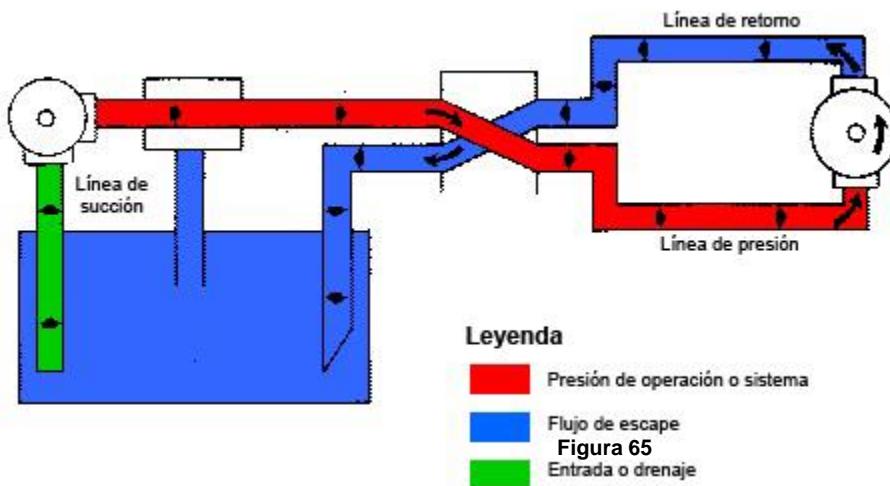


Figura 64



Leyenda

- Presión de operación o sistema
- Flujo de escape
- Entrada o drenaje

c. *Sistema de centro abierto*. En este sistema, un carrete de válvula de control debe estar abierto en el centro para permitir que el flujo bombeado pase por la válvula y Volver al reservorio. La Figura 66 muestra este sistema en la posición neutral. Un

sistema de centro abierto es eficiente en funciones simples pero es limitado con funciones múltiples.

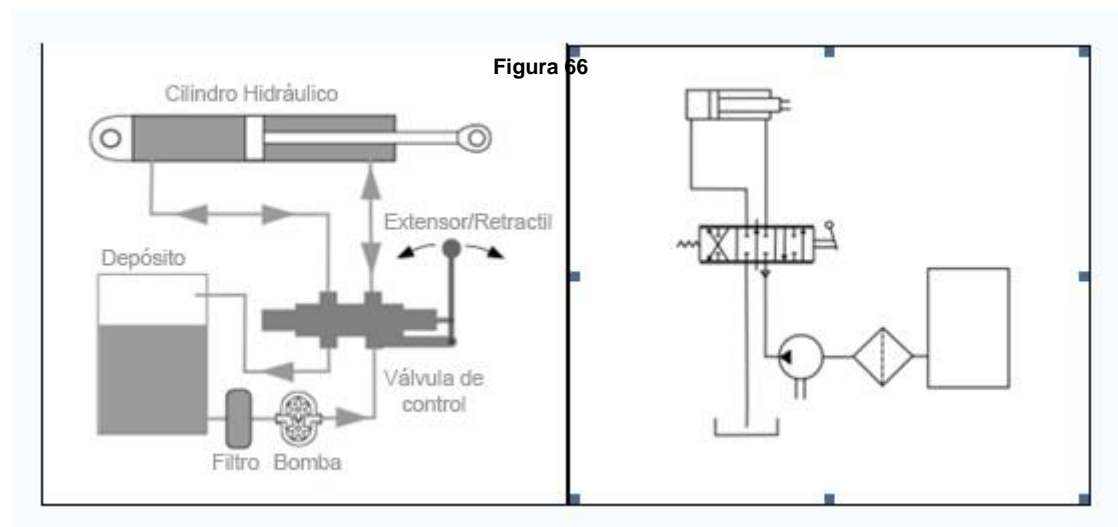
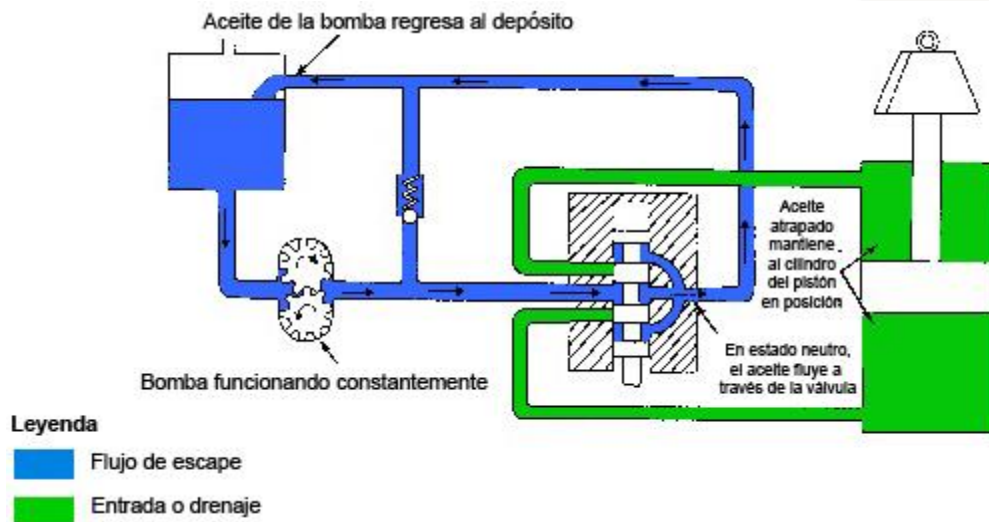


Figura 67: Un circuito hidráulico de centro abierto simple. El diagrama del circuito equivalente.

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 68 muestra un sistema de centro cerrado. Para operar varias funciones de manera simultánea, un sistema de centro cerrado tiene las siguientes conexiones:

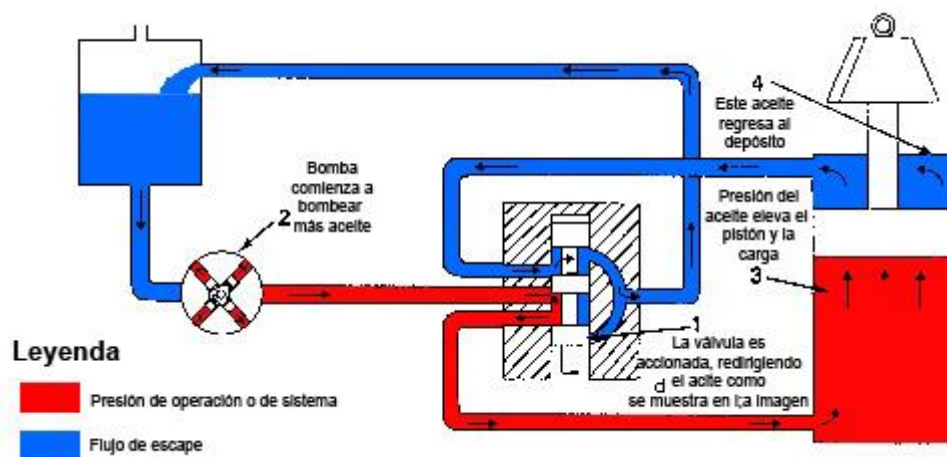


Figura 68

(1) Acumulador y bomba de desplazamiento fijo. La Figura 69 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.

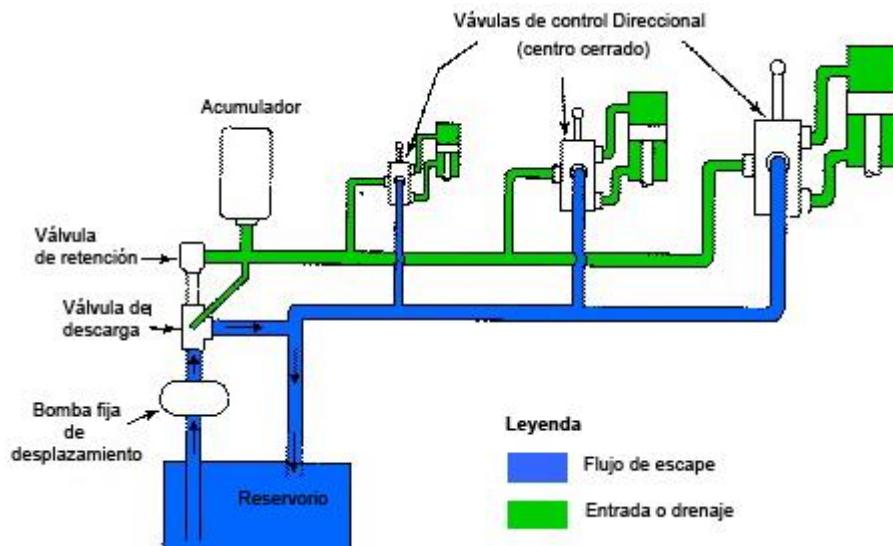


Figura 69

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 70 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.

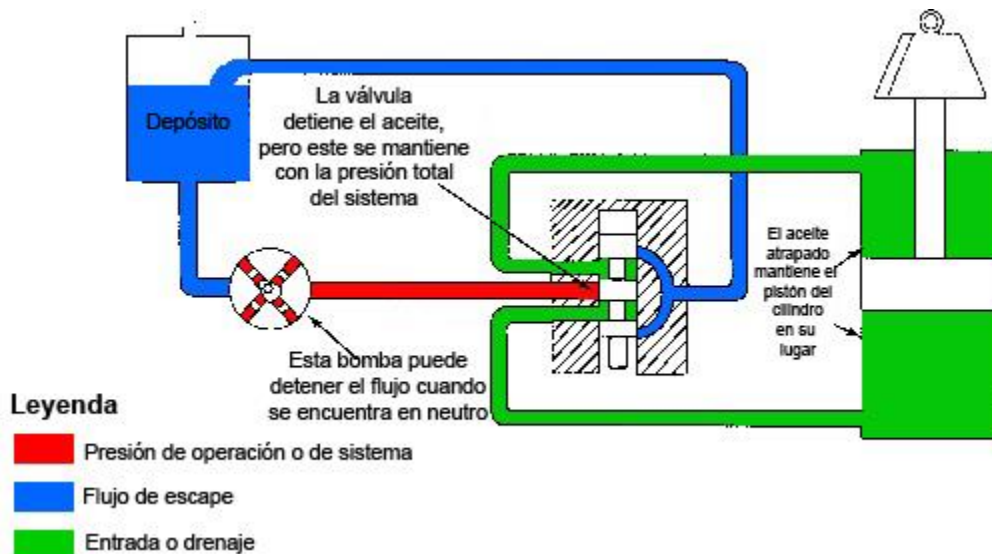


Figura 70

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 71 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.

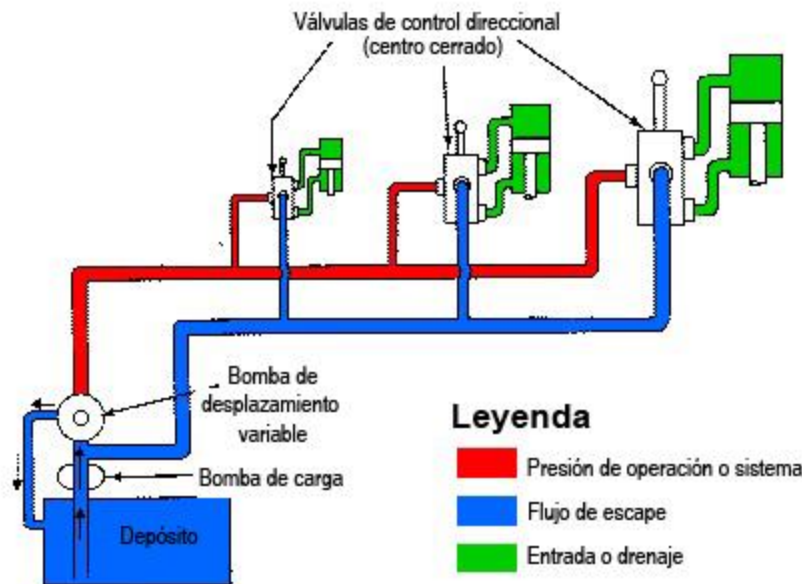


Figura 71

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 a continuación 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 (Figura 72) 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 del 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.

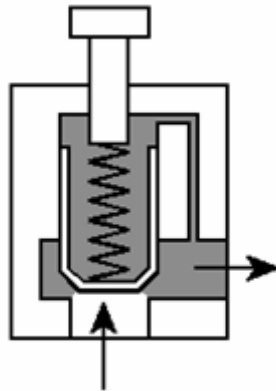


Figura 72

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.

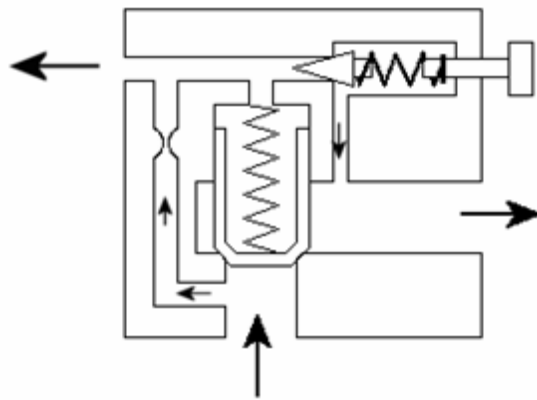


Figura 73

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.

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

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.

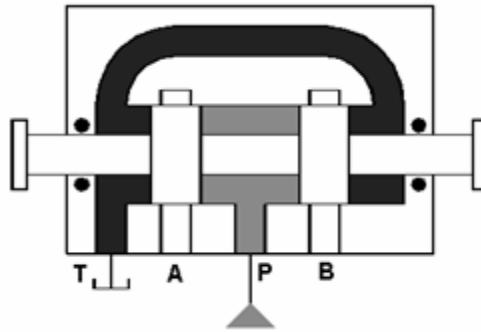


Figura 74

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 (Figura75).

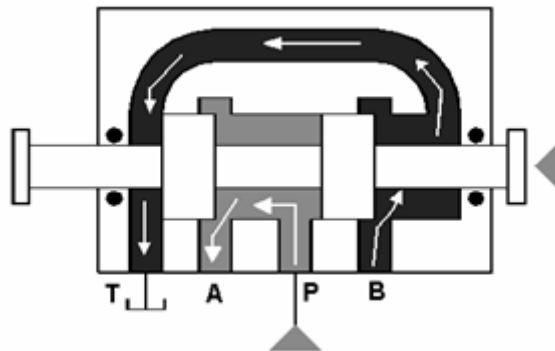


Figura 75

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.* La Figura muestra algunas de las características de diseño de un reservorio. 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 donde las caídas de presión deben mantenerse al mínimo.

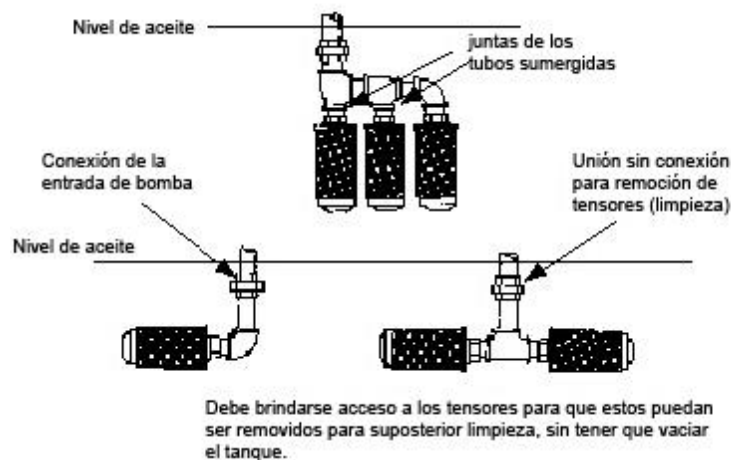


Figura 76

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.

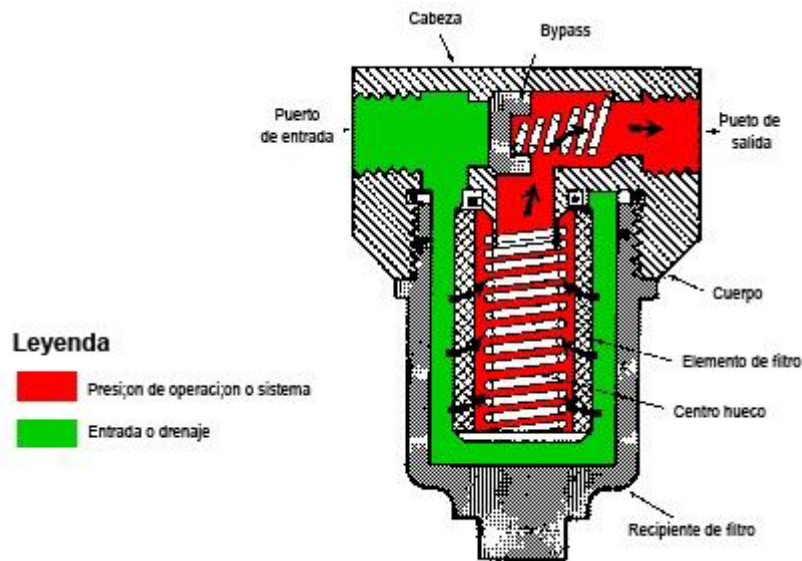


Figura 77

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 78). 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.

Leyenda

- Presión de operación o de sistema
- Entrada o drenaje

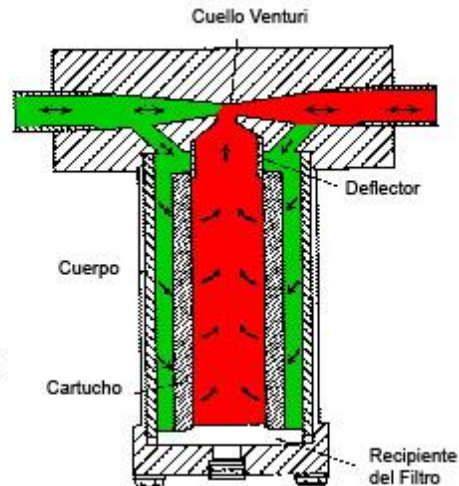


Figura 78

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 79 muestra dos acumuladores accionados por resorte.

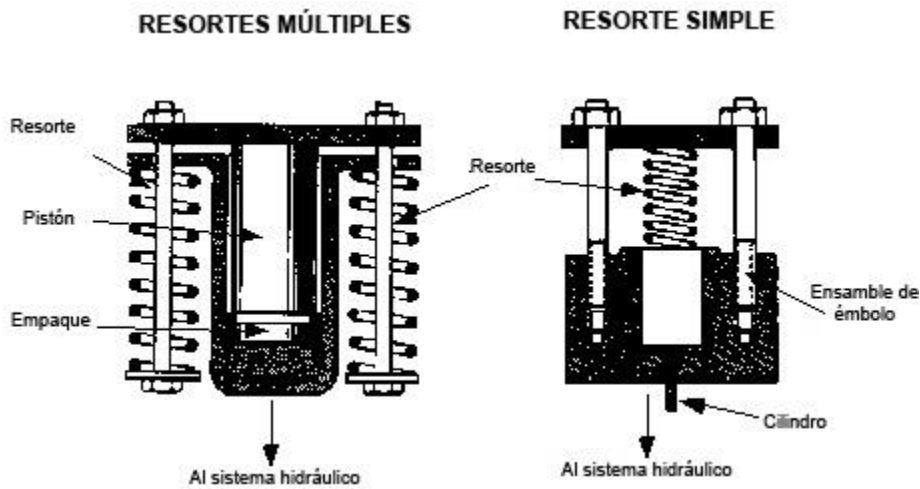


Figura 79

Acumulador tipo bolsa. Este acumulador (Figura 80) 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.

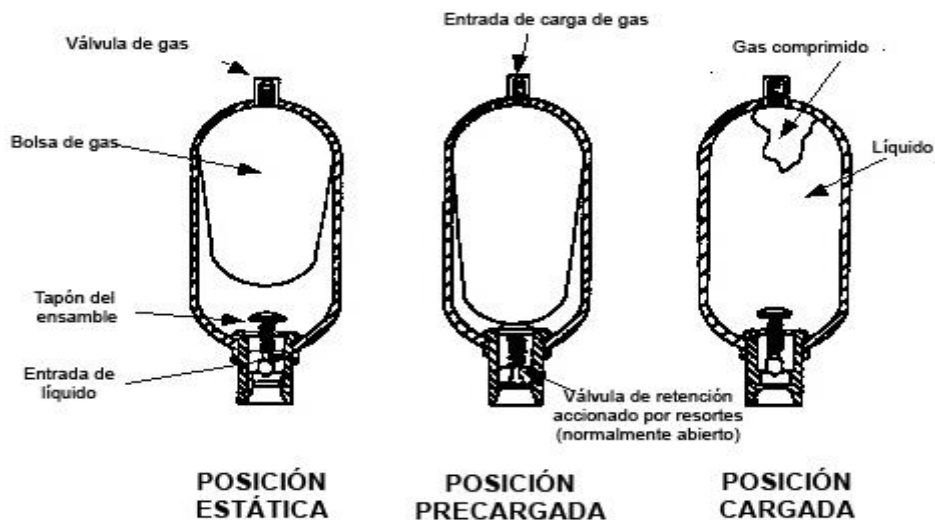


Figura 80

Acumulador 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 81). 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.

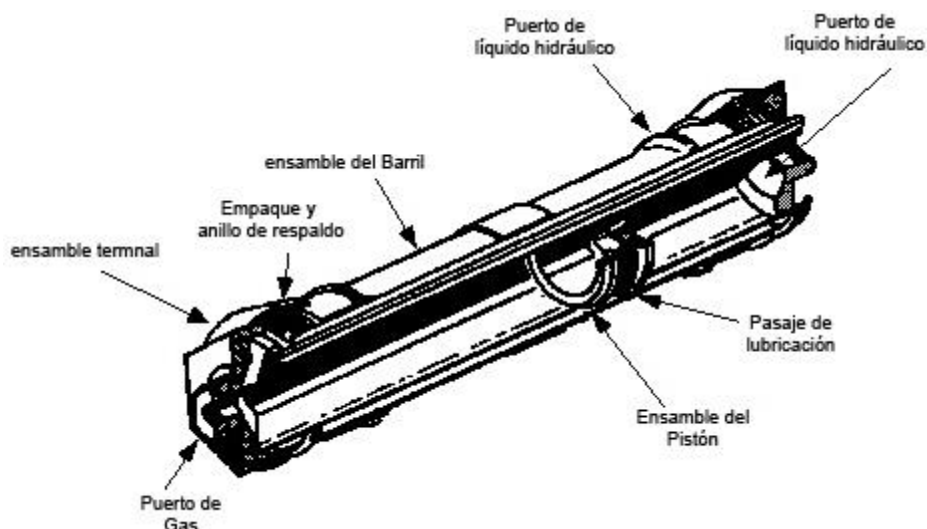


Figura 81

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 82 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.

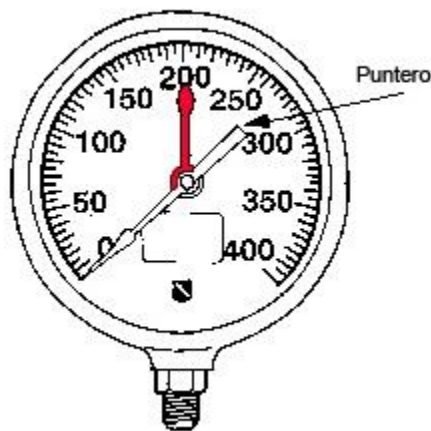


Figura 82

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.
- Las líneas deberán tener interiores suaves para reducir el flujo turbulento.
- Las líneas deben tener el tamaño correcto para el flujo necesario del líquido.
- 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 en 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.

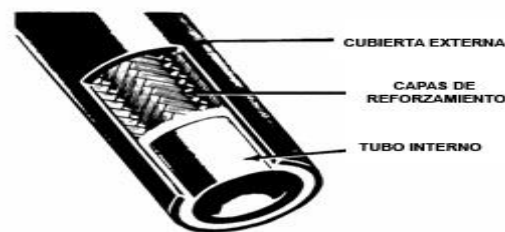


Figura 83

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 84

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.

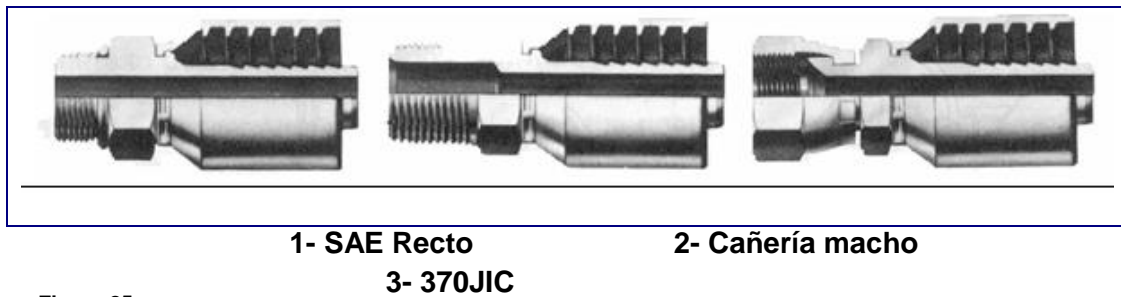


Figura 85



Figura 86

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 bombas 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 separados 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 87 muestra una bomba de desplazamiento no-positivo. Un molino de agua recoge el fluido y lo mueve.

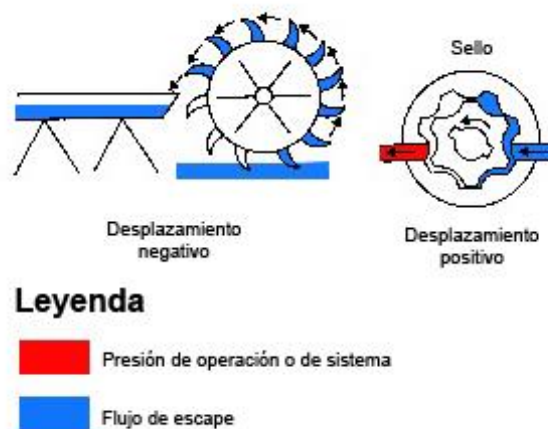


Figura 87

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 88 muestra una bomba de tipo recíproca de desplazamiento positivo.

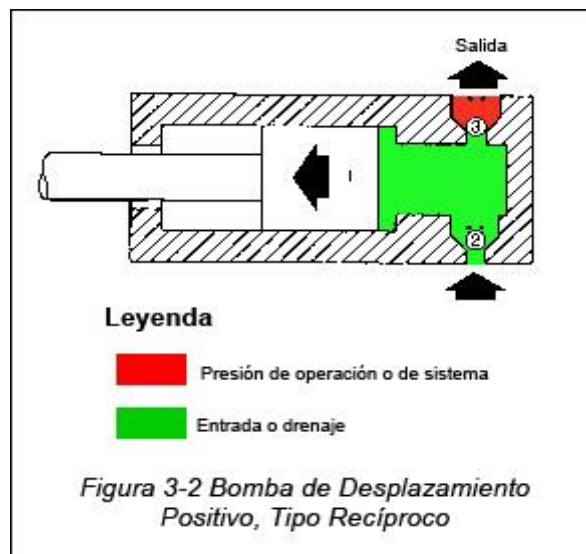


Figura 88

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. La 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.

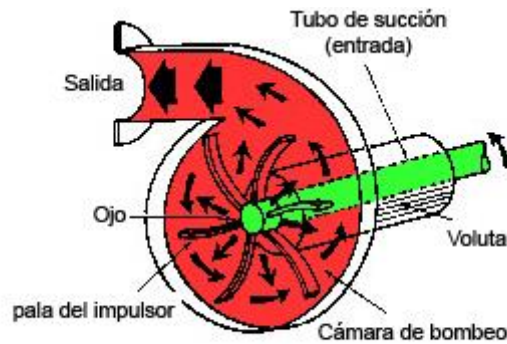
Goteo. Un pasaje interno de fuga es lo mismo que un orificio. Por ende, si la presión aumenta, habrá mayor flujo a través del pasaje de goteo y menos desde un puerto de descarga. Cualquier aumento en la pérdida representa una pérdida de eficiencia.

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 super cargada; 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.



Leyenda

- Presión de operación o de sistema
- Entrada o drenaje

Figura 89

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 90 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.

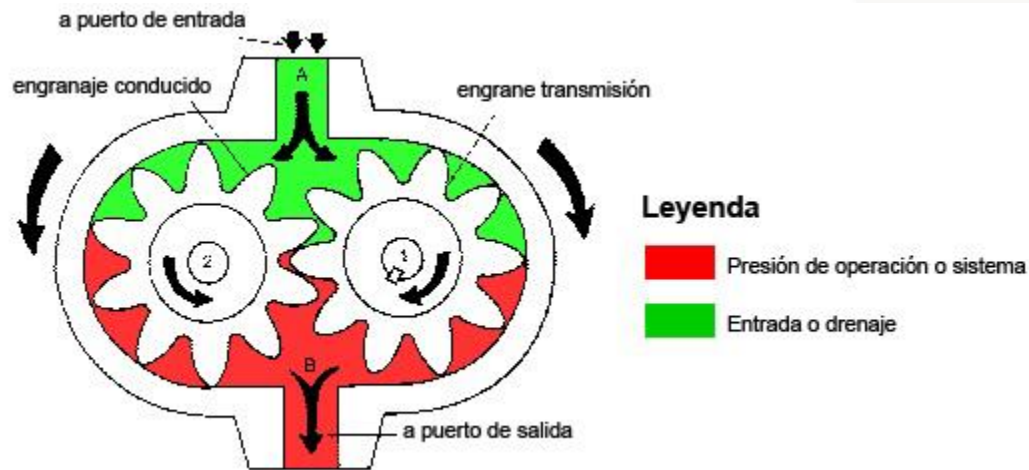


Figura 90

Interna. La figura 91 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.

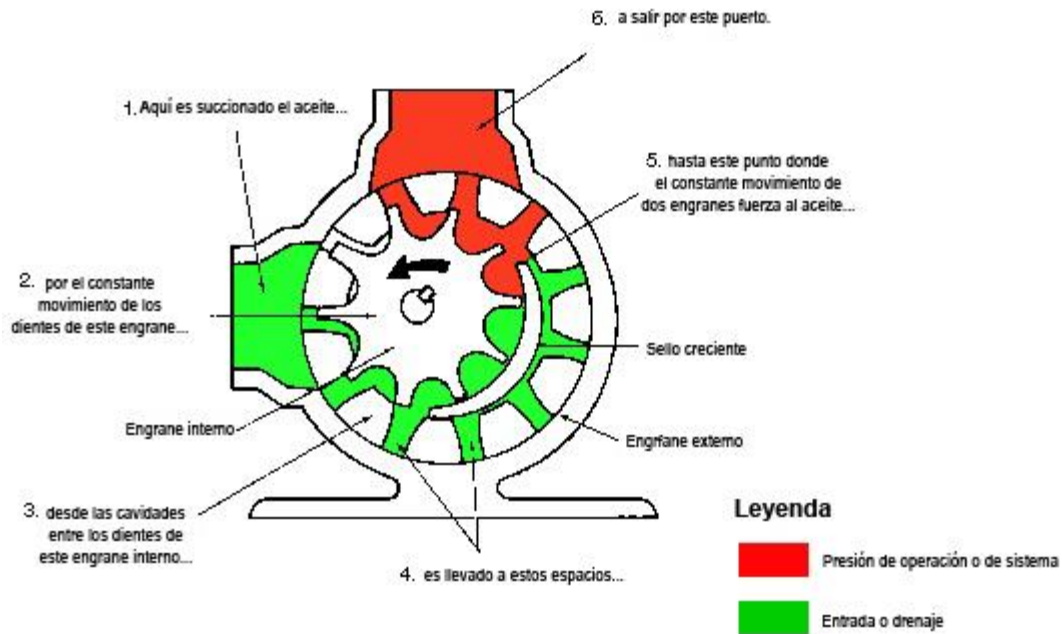


Figura 91

Lóbulo. La figura 92 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.

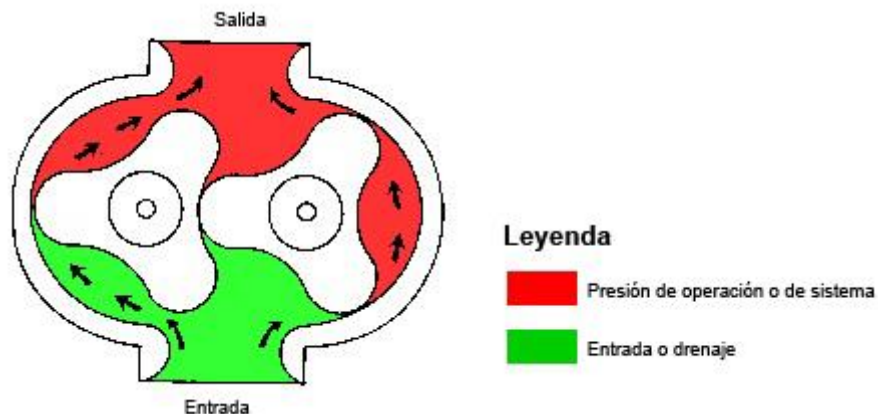


Figura 92

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 93), 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.

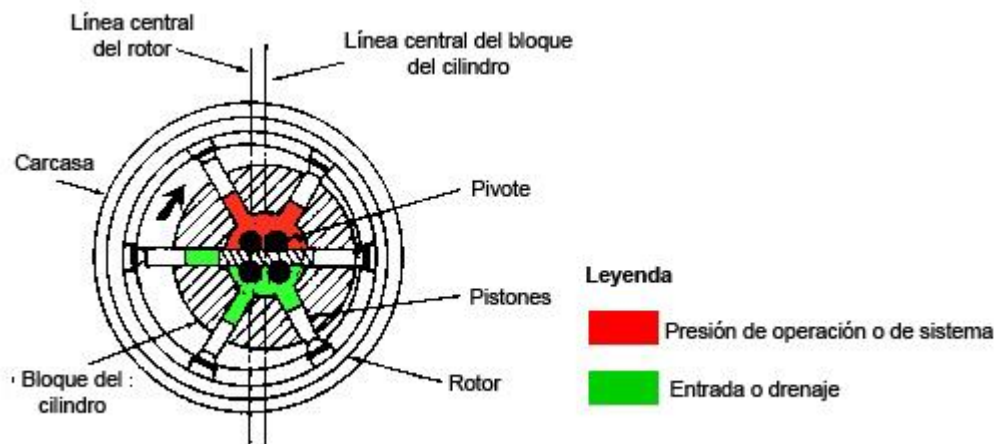


Figura 93

La figura 94 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.

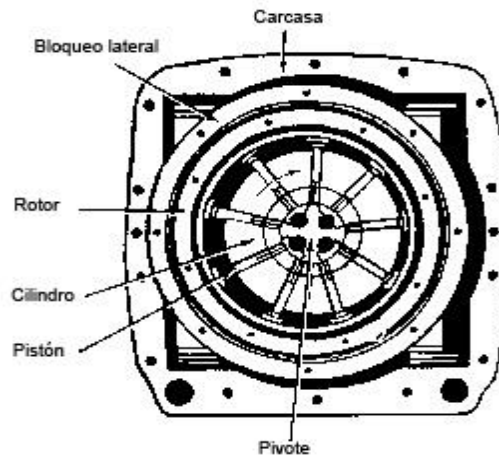


Figura 94

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.

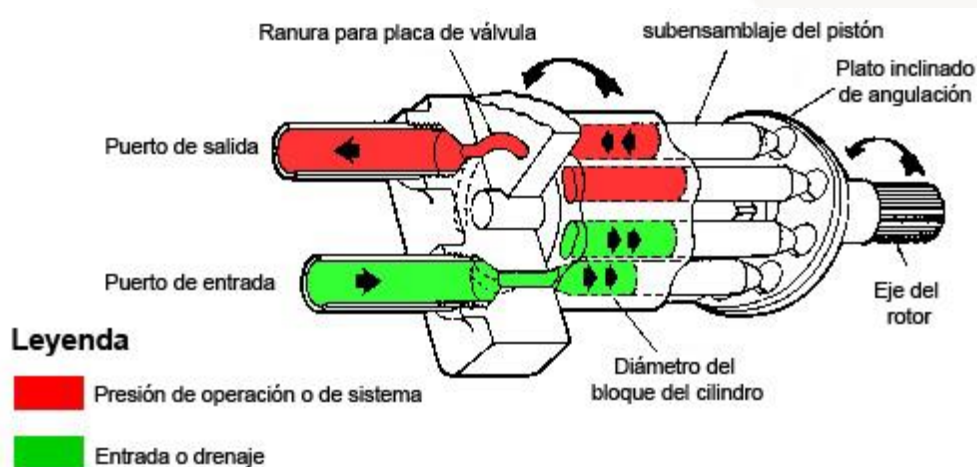


Figura 95

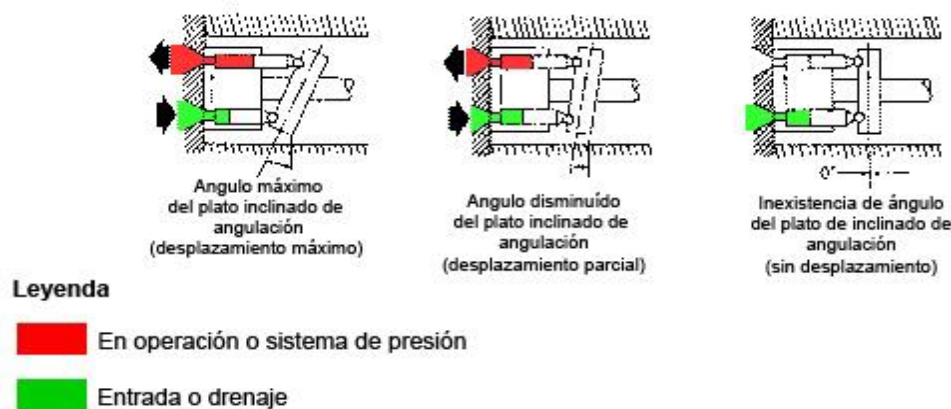


Figura 96

3.3 Inspección a un sistema oleo-hidráulico y fallas típicas

La seguridad al trabajar en Sistemas Hidráulicos

Incluso con una selección e instalación apropiadas, la vida útil de los componentes hidráulicos puede verse seriamente mermada si no se cuenta con un programa de mantenimiento continuo. La frecuencia del mantenimiento debe estar determinada por la importancia de la aplicación y el potencial de riesgo. Un programa de mantenimiento debe ser establecido y seguido por los usuarios y, como mínimo, debe incluir las siguientes instrucciones:

Prueba Funcional

Opere el sistema a la presión de operación máxima y busque cualquier posible mal funcionamiento. Asegurar que el sistema esté libre de fugas. El personal debe evitar áreas potencialmente peligrosas al probar y usar el sistema.

Inspección Visual General

Los siguientes ítems deben ser apretados, reparados, reemplazados o tratados según sea necesario:

- Condiciones de fuga en los puertos
- Remoción de acumulación de excesos de polvo del equipo
- Abrazaderas, protecciones, aisladores
- Nivel de fluido del sistema, tipo de fluido y cualquier entrapamiento de aire.

Inspección de un Sistema Presurizado

La energía hidráulica, se logra utilizando fluidos de alta presión para llevar acabo distintos trabajos. Las mangueras, fittings y ensambles de manguera contribuyen a transmitir los fluidos a alta presión. Los fluidos sometidos a presión pueden ser peligrosos y potencialmente letales. Por ende, debe tenerse especial precaución cuando se trabaja con fluidos sometidos a presión y en el manejo de los componentes y mangueras que transportan los fluidos.

Inspección Visual de Mangueras y Fittings

Cualquiera de las siguientes condiciones requieren apagado inmediato y reemplazo de la manguera:

- EL fitting se resbala por una manguera
- La cubierta se encuentra dañada o corroída (cualquier refuerzo está expuesto)
- alguna manguera se encuentra dura, rígida, agrietada por el calor o carbonizada
- Los fittings se encuentran quebrados, dañados o severamente corroídos
- Hay fugas en los fittings o en alguna manguera
- Hay mangueras retorcidas, aplastadas, aplanadas o torcidas
- Hay cubiertas de manguera ampolladas, blandas, degradadas o sueltas.

Cada cierto tiempo los ensamblajes fallarán. Normalmente estas fallas son el resultado de alguna forma de mala aplicación, abuso o simplemente el resultado de un desgaste. Cuando las mangueras fallan, en general los fluidos de alta presión se escapan en la forma de algún tipo de vapor, que puede o no ser visible para el usuario.

Bajo ninguna circunstancia el usuario debe intentar localizar la fuga con sus manos o cualquier otra parte de su cuerpo

Los fluidos de alta presión pueden penetrar la piel, causando severo daño a los tejidos y posiblemente la pérdida de algún miembro del cuerpo. Algunas heridas que involucran líquidos hidráulicos de inyección, si bien pueden parecer menores, deben ser tratados por un médico con conocimiento de las propiedades de daño de tejido de los fluidos hidráulicos.

Frente a una falla de manguera, apague inmediatamente el equipo y abandone el área hasta que la presión haya sido liberada por el conjunto de la manguera.

El mero apagado de la bomba hidráulica podría no eliminar la presión de la manguera. Revisar las válvulas -cerradas y similares- empleadas en el sistema, que pueden causar que la presión permanezca en el ensamblaje de la manguera cuando las bombas o

equipos no estén en operación. Pequeños agujeros en la manguera, comúnmente conocidos como *pinholes* (agujeros para pasador o espiga), pueden eyectar pequeños, pero peligrosamente poderosos chorros de fluido hidráulico muy difíciles de ver. Puede tardar varias horas para que la presión se alivie y el sistema hidráulico pueda examinarse sin peligro.

Una vez que la presión ha sido reducida a cero, puede retirar el ensamble para la manguera, examínelo y siempre que haya ocurrido una falla, reemplácelo. Nunca intente usar un ensamble de manguera que haya fallado.

Intervalos de reemplazo

Se deben considerar intervalos de reemplazo específicos en base a la vida útil previa, las recomendaciones de las autoridades o de la industria; o cuando las fallas pueden resultar en períodos de inactividad, daños o en riesgo de lesión.

Advertencia - Acumulador

Los acumuladores almacenan energía hidráulica y por ende pueden ser peligrosos, especialmente cuando no se está familiarizado con el sistema y los acumuladores.

Al reparar sistemas hidráulicos, drene y apague el acumulador, según las indicaciones del fabricante.

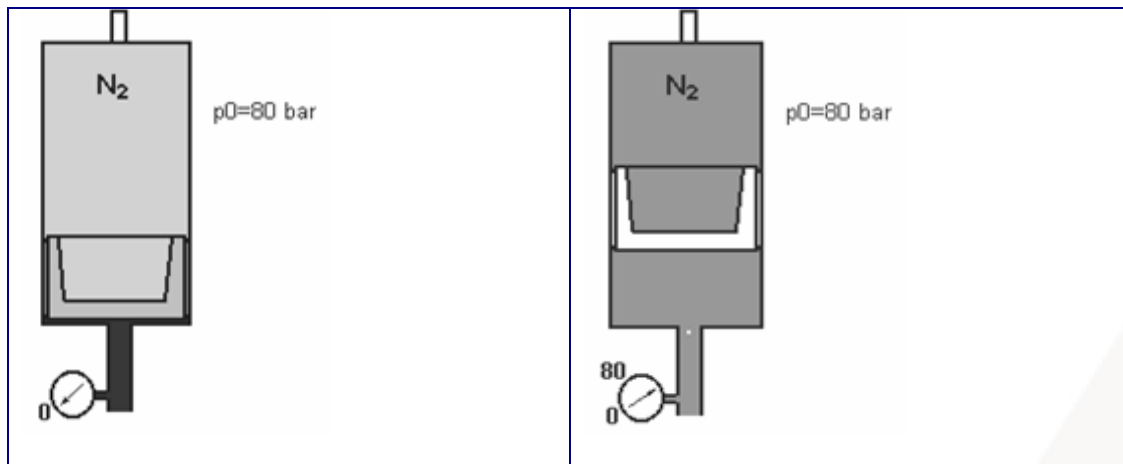


Figura 97

Operación de la bomba.

Los siguientes párrafos están dedicados a tratar algunos de los problemas que pueden ocurrir cuando una bomba está en operación:

- a. *Sobrecarga.*

Un riesgo de sobrecargar el sistema es el peligro de un torque excesivo en el eje de transmisión. El torque es una fuerza circular ejercida sobre un objeto. Un aumento en la presión/desplazamiento de la bomba incrementa el torque sobre el eje si el desplazamiento/presión se mantienen de forma constante.

A menudo, en un paquete de tamaño dado, una bomba de mayor GPM tendrá una menor clasificación de presión que una bomba de menor GPM (galones por minuto). A veces una conversión en terreno para obtener más velocidad de un activador causará que la bomba se sobrecargue. En ese caso, puede que necesite una bomba más grande.

b. *Exceso de Velocidad.*

Operar la bomba a una velocidad demasiado alta causa pérdida de lubricación, lo que puede causar una falla temprana. Si una tarea requiere de una velocidad de impulsión mayor que la clasificación de la bomba, use una bomba de mayor desplazamiento. El exceso de velocidad también corre el riesgo de causar daño por cavitación.

c. *Cavitación.*

La cavitación ocurre cuando el fluido disponible no llena un espacio existente. A menudo ocurre en la toma de una bomba cuando las condiciones no son correctas para suministrar suficiente aceite para mantener una toma inundada. La cavitación causa que el metal de la toma se erosione y que el aceite hidráulico se deteriore más rápidamente. La cavitación puede ocurrir si hay demasiada resistencia en la línea de la toma, si los niveles de aceite de una reserva están demasiado por debajo de la toma, o si la viscosidad del aceite es muy alta. También puede ocurrir que haya un vacío o incluso una leve presión positiva en la toma. Una bomba con una cavitación severa, tiene burbujas de aceite explotando en el vacío. La única manera de asegurarse que una bomba no esté cavitando es revisar la toma con un manómetro de vacío.

Para prevenir la cavitación, mantenga la toma limpia y libre de obstrucciones usando el largo correcto en las líneas de la toma, usar el mínimo de curvas ó cargar la toma. La manera más fácil de hacerlo es inundarla localizando la reserva sobre la toma de la bomba. Si no es posible y no puede crear buenas condiciones de toma, use una reserva presurizada. También puede usar una bomba auxiliar para mantener un suministro de aceite en la toma a baja presión. Podría usar una bomba centrífuga pero es más común usar una bomba de engranaje de desplazamiento positivo con una válvula de descarga de presión, configurada para mantener la presión de carga deseada.

d. *Problemas de operación.*

La pérdida de presión, la operación lenta, falta de suministro, y ruidos son problemas comunes en una bomba.

(1) Pérdida de presión.

La pérdida de presión quiere decir que hay una ruta de alta fuga en un sistema. Una bomba severamente desgastada puede terminar en una pérdida de presión y la bomba perderá su eficiencia gradualmente. La velocidad del activador decae a medida que la bomba se desgasta. Sin embargo, la pérdida de presión es más comúnmente causada por fugas en alguna otra parte del sistema (válvula de escape, cilindros, motores).

(2) Operación lenta.

La operación lenta puede ser causada por una bomba desgastada o por una fuga parcial de aceite en el sistema. Sin embargo, la presión no caerá si una carga se mueve. Por ende, todavía se usan caballos de fuerza y se convierte en calor el punto de la fuga. Para encontrar ese punto, toque los componentes buscando calor inusual.

(3) Falta de entrega (suministro)

Si el aceite no está siendo bombeado, una bomba:

- Podría estar incorrectamente ensamblada.
- Podría estar impulsada en la dirección incorrecta.
- No ha sido cebada. Las razones de falta de cebado son normalmente encendido incorrecto, restricciones en la toma o bajo nivel de aceite en la reserva.
- Tiene un eje de transmisión roto.

(4) Ruido.

Si escucha cualquier ruido inusual, apague la bomba inmediatamente. El ruido de cavitación es causado por una restricción en la línea de entrada (toma), un filtro de toma sucio, o una velocidad de impulsión demasiado alta. El aire en el sistema también causa ruido. El aire dañará severamente una bomba porque no tendrá suficiente lubricación. Esto puede ocurrir por bajos niveles de aceite en la reserva, una conexión suelta en una toma, una fuga en el sello de un eje, o falta de aceite en una bomba antes de encenderla. Además, el ruido puede ser causado por una bomba desgastada o piezas dañadas, lo cual esparcirá partículas dañinas a través del sistema, causando más daño si las operaciones continúan.

Resumen

Los sistemas y equipos hidráulicos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones en la industria. Los sistemas hidráulicos brindan una fuente de energía controlable en la operación de equipos de movimiento de tierra, prensas, equipos de ensamblaje, producción y líneas de procesamiento, al igual que en maquinaria mecánica de manipulación. Los sistemas hidráulicos también se aplican en máquinas de producción, máquinas de talleres y en herramientas de mantenimiento y servicio.

Entender los conceptos básicos en esta unidad, le ayudarán a adquirir el conocimiento necesario para desempeñarse en su lugar de trabajo y las habilidades en mantenimiento hidráulico le darán la preparación necesaria para futuros estudios en hidráulica.

Nociones básicas de oleohidráulica**Introducción a la actividad**

La siguiente actividad se divide en 3 secciones a) bajo presión b) densidad y c) fluido presión y flujo. Cada actividad es una simulación que se realizará vía Plataforma Internet. Cada actividad tiene objetivos de aprendizaje y desarrollos distintos, sin embargo el cierre es común a las tres.

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.	✓

Conceptos básicos.**Sistemas oleohidráulicos.****Inspeccionar un sistema oleohidráulico y fallas típicas.****a. Presión****Objetivos de aprendizaje**

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

Descripción de la actividad

El participante a través de una actividad práctica de simulación llamada “bajo presión” trabajará con el concepto presión y como esta varía a medida que cambian la cantidad de fluidos, la gravedad, la forma del contenedor y el volumen e investigarán situaciones que provocan que la presión cambie en el aire y en el agua.

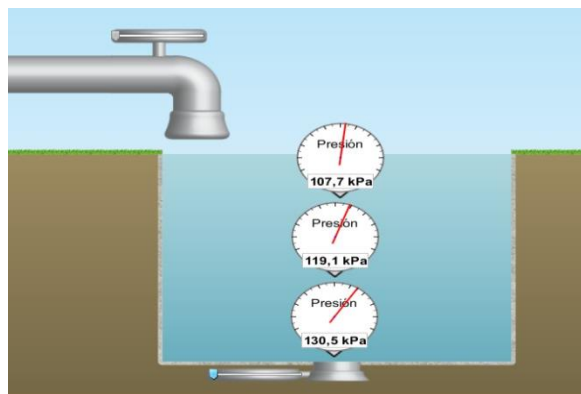
Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (datashow) para el Instructor.
- Plataforma WEB de simuladores:
Explorar la presión por encima y debajo del agua:
<http://phet.colorado.edu/es/simulation/under-pressure>

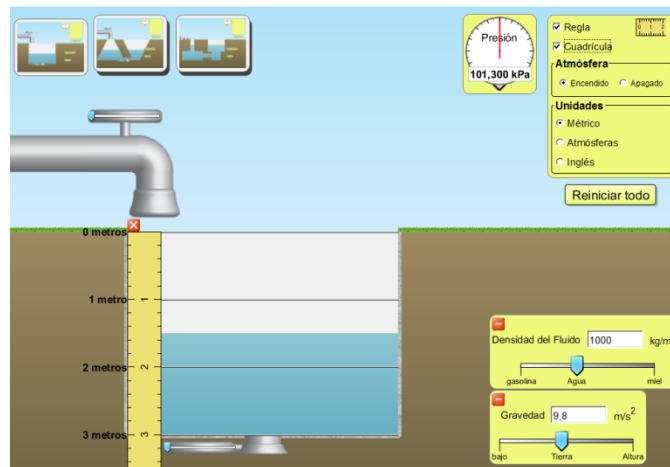
Desarrollo

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 es observable en pantalla se ve 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 $9,8 \text{ m/s}^2$. 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:

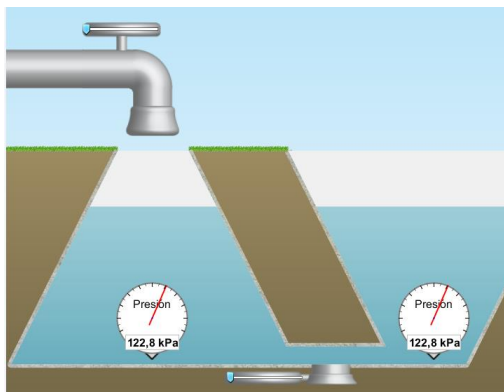
¿Qué pasa con la presión si se agrega más agua?

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.

a) Densidad

Objetivos de aprendizaje

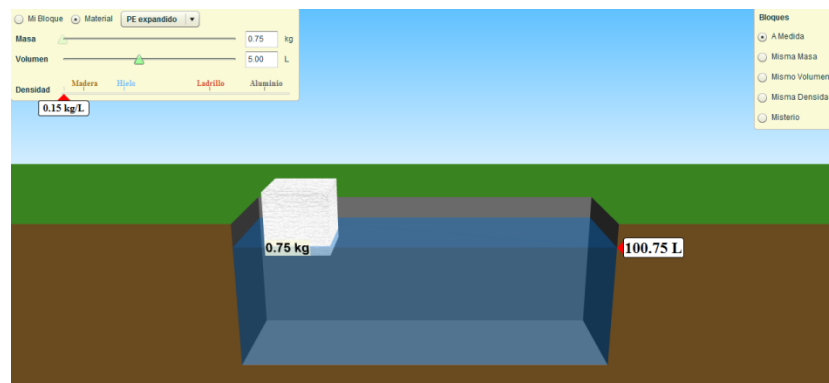
- Describir cómo el concepto de densidad se relaciona con la masa y el volumen del objeto.
- Explicar cómo los objetos de masa similar pueden tener diferentes volúmenes, y cómo los objetos de volumen similar pueden tener diferentes masas.
- Explicar por qué cambiando la masa o el volumen de un objeto 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 (datashow) para el Instructor.
- Plataforma:
Cómo el concepto de densidad se relaciona con la masa y el volumen del objeto:



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. Fluido presión y flujo

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 determina la trayectoria del agua.

Materiales y recursos

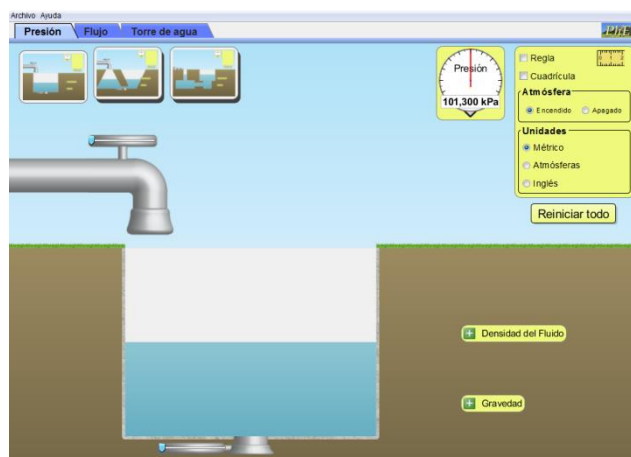
- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.
- Plataforma:
Explorar la presión y velocidad de un flujo al variar el diámetro de un ducto:
<http://phet.colorado.edu/es/simulation/fluid-pressure-and-flow>

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.

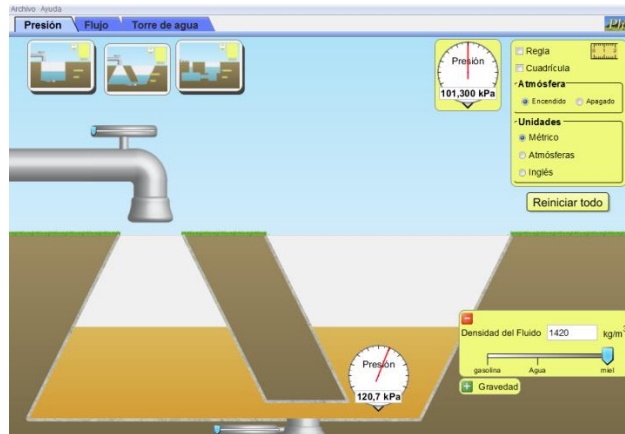


El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Para esto, les solicitará a los participante que se den tiempo para jugar con la simulación y luego podrá realizar diversos ejercicios.

Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

Presión:

**Al arrastrar el sensor de presión dentro del líquido ¿cómo cambia la presión?
¿Qué sucede si cambia la densidad de los líquidos?**

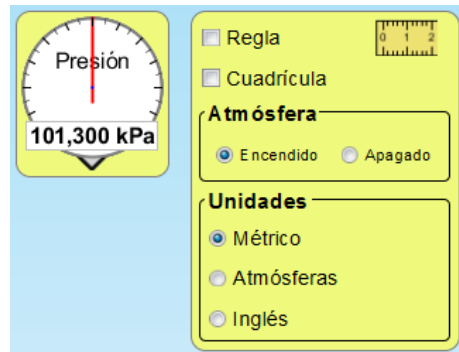


Respuesta: la presión aumenta.

¿Por qué cambia la presión, a medida que el sensor se mueve hacia arriba y hacia abajo en el aire sobre el líquido?

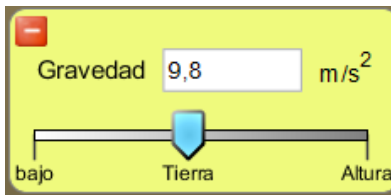
Solución: Mientras más grande la capa de aire/agua es mayor la presión

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



Solución: Disminuye

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



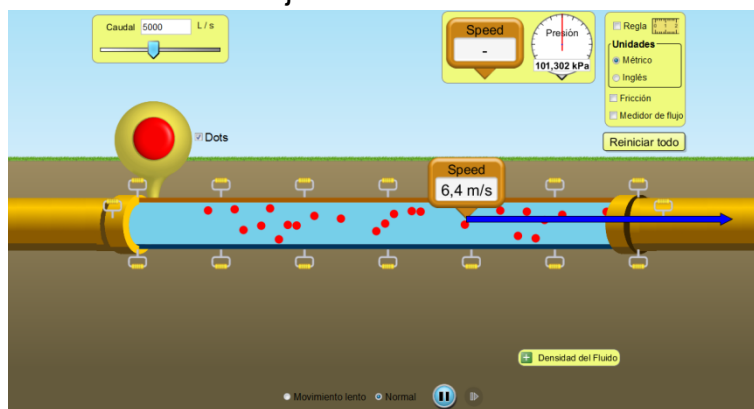
Solución: Aumenta porque la fuerza de atracción de cualquier objeto incluyendo el agua depende de la gravedad y es mayor si esta aumenta.

¿Agregar una masa flotante cambiaría la presión del líquido? Por ejemplo una piscina

Solución: Sí aumenta, porque la densidad es mayor.

Flujo

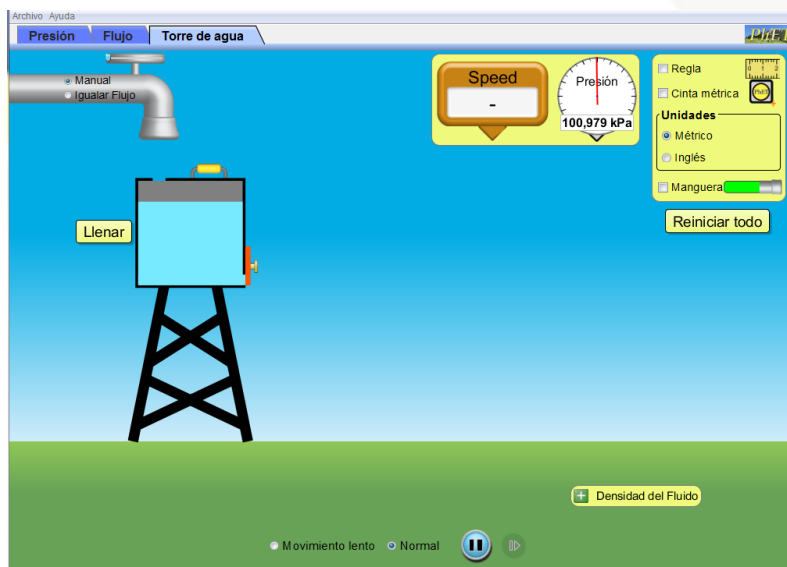
¿Qué sucede con la velocidad del flujo cuando la cañería se achica? Solución: Aumenta



Haga las pruebas correspondientes para contestar la siguiente pregunta: A medida que la densidad del líquido aumenta, 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?
- Sí, depende la altura.
- ¿De qué depende la velocidad del flujo? Explique esta relación (en sus propias palabras)

Del diámetro en que se transporta el fluido y el caudal (flujo).

Arme y desarme de una bomba oleohidráulica

Objetivos de aprendizaje

Desarmar una bomba oleohidráulica de engranajes y de paletas, respetando protocolos, enumerando las piezas por orden y reconocer cual es el sentido del flujo del aceite.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, trabajarán en el desarme y armado de una bomba oleohidráulica, respetando protocolos y enumerando las piezas por orden. El objetivo es reconocer cómo funcionan, que elementos las componen por dentro, y cuál es el sentido del flujo del aceite.

Material y recursos:

- 1 Bomba de engranajes (externos o internos) y paletas
- Herramientas de taller
- Paños de limpieza

Bomba de engranajes
externos



Bomba de paletas



Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera las bombas con proveedores nacionales especializados.

Desarrollo

El instructor preparará la actividad de acuerdo a los equipos disponibles. Les explicará a los participantes que al desarmar y armar las bombas oleohidráulicas, se debe reconocer las piezas que las componen e identificar el sentido del flujo del aceite.

El instructor les explicará a los participantes que:

- 1) Para esta actividad solo requerirán retirar la carcasa y realizar una inspección del funcionamiento interior de las bombas.
- 2) Luego de reconocer por dentro los componentes y el sentido del flujo de aceite en ambas bombas el instructor guiará a los participantes a armarlas nuevamente.

El instructor dará énfasis al hecho que al realizar un desarme completo de las bombas, es muy importante que el mantenedor conserve todas las piezas ordenadas.

También podrá preguntar: ¿qué diferencias existen entre una bomba y otra?

Solución: Las bombas de paletas "empujan" el aceite, al girar su eje, que es generalmente excéntrico respecto al cuerpo de la bomba. Mientras que las bombas de engranajes, principalmente funcionan con un engranaje "sin fin". Este es un eje con una especie de hilo, que al girar empuja el aceite entre los espacios que hay en el eje.

Cierre

El instructor podrá reflexionar junto a los participantes por qué acelera el agua y explicará que 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.

Por otra parte también el instructor podrá destacar el trabajo realizado con bombas de engranaje y paletas y cómo estas funcionan.

Las bombas de engranajes son compactas, relativamente económicas y tienen pocas piezas móviles. Se componen de dos engranajes, generalmente del mismo tamaño, que se engranan entre sí dentro de una carcasa.

El engranaje motriz es una extensión del eje impulsor. Cuando gira, arrastra al segundo engranaje. Cuando ambos engranajes giran, provocan un vacío parcial en la cámara de entrada y el fluido se introduce a la bomba través del orificio de entrada. Este fluido queda atrapado entre la carcasa y los dientes de rotación de los engranajes, se desplaza alrededor de la carcasa y es empujado a través del orificio de salida. La bomba genera flujo y presión, de modo que transfiere energía desde la fuente de entrada, que es mecánica, hasta un actuador de potencia hidráulica.

Por otra parte las bombas de paletas están construidas por una carcasa de sección circular, con un anillo ajustado en su interior. Dentro de este anillo gira excéntricamente un rotor ranurado, en cuyas ranuras se alojan unas paletas que pueden desplazarse radialmente. Para comprender el funcionamiento de este tipo de bombas hay que recurrir a la excentricidad. Gracias a la excentricidad se genera una zona, mediante las paletas y la carcasa, que hace la función de cierre hermético que impide que el aceite retroceda durante el funcionamiento de la bomba. A partir de esa zona y producto de la fuerza centrífuga, las paletas salen de las ranuras del rotor, ajustándose a la superficie interna del anillo, así entre cada par de paletas se crean cámaras que hacen aumentar el volumen y disminuir la presión, con lo que es posible asegurar el continuo suministro de aceite. El aceite es tomado de estas cámaras y trasladado a la zona de descarga.

IV. Componentes y aplicaciones oleohidráulicas de equipos mina

4.1 Pistones oleohidráulicos

Introducción a los accionadores

En comparación con el cuerpo humano, los accionadores en un sistema hidráulico deben concebirse como similares a los músculos del cuerpo. Los accionadores hidráulicos convierten la presión y el flujo de los fluidos (fuerza hidráulica) en una fuerza para hacer trabajo (energía mecánica).

Tipo de accionadores

Hay tres tipos básicos de accionadores:

- ***Accionadores Lineales:***
A menudo llamados cilindros o arietes, producen movimiento y fuerza en una línea recta y tienen puntos de partida y detención definidos.
- ***Semi-giratorio:***
Un movimiento lineal se convierte en parte de un movimiento giratorio. Se usan comúnmente como accionadores de control de proceso para abrir válvulas. También tienen un punto de partida y detención definidas.
- ***Accionadores giratorios:***
Normalmente llamados motores. Producen un movimiento giratorio o torque y no tienen puntos definidos de partida y detención. Son continuos.

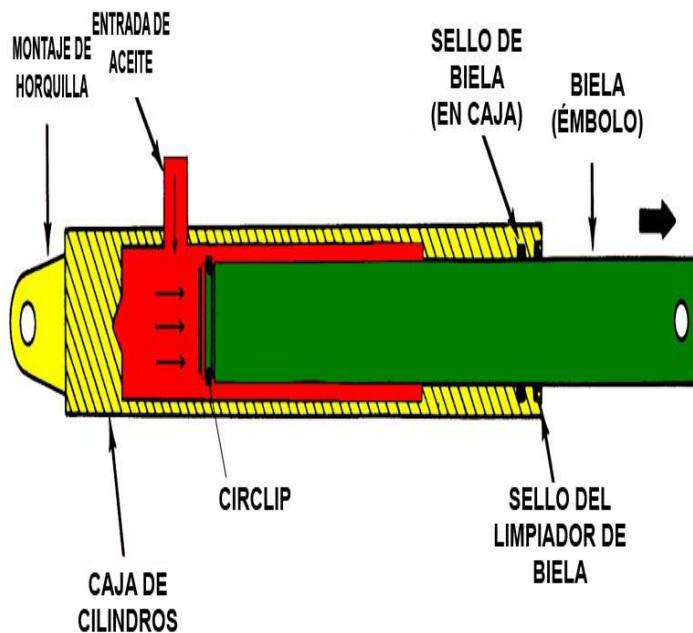
Cilindros de acción única.

Dos tipos de accionadores lineales de acción única se usan en los circuitos hidráulicos. Estos son:

- ***Ariete hidráulico:***
Consiste en un cilindro en el que se inserta un vástago. La extensión se logra cuando se desplaza el vástago por un flujo hidráulico y la retracción, cuando el vástago desplaza el fluido de vuelta al sistema hidráulico.
- ***Cilindro hidráulico:***
Consiste en un cilindro con el ensamble de un pistón y un vástago. La extensión se logra cuando el pistón es desplazado por el flujo hidráulico y la retracción por cuando el pistón desplaza el fluido de vuelta al sistema hidráulico.

Ariete hidráulico

Se parece al cilindro de acción única, dado que produce una fuerza de trabajo en una sola dirección y se devuelve por la acción de la gravedad. Los arietes tienen algunas ventajas sobre los cilindros: usan un sólo sello, y para el mismo diámetro, son mecánicamente más rígidos, y no prestos a torcerse bajo carga.



Tienen largos vástagos en relación a su diámetro interior. No hay pistones en el extremo posterior y el aceite sólo empuja en el vástago largo mismo.

El anillo elástico en la parte posterior evita que el vástago se salga. Sólo hay un sello de aceite al frente, un sello limpiador y un rodamiento para soportar el vástago en el alojamiento delantero.

Figura 98: Ariete Hidráulico

La Figura 99 a continuación muestra el arreglo del sello y el rodamiento de un ariete común. El vástago está cromado para dar una superficie suave para que el aceite actúe sobre ellas y para hacerla más durable al óxido y los escombros que puedan caer dentro.

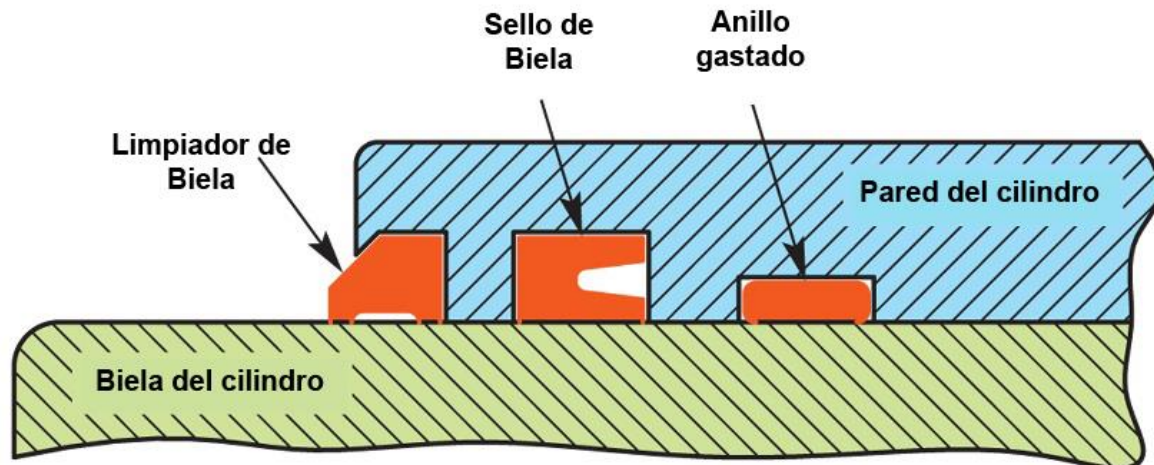
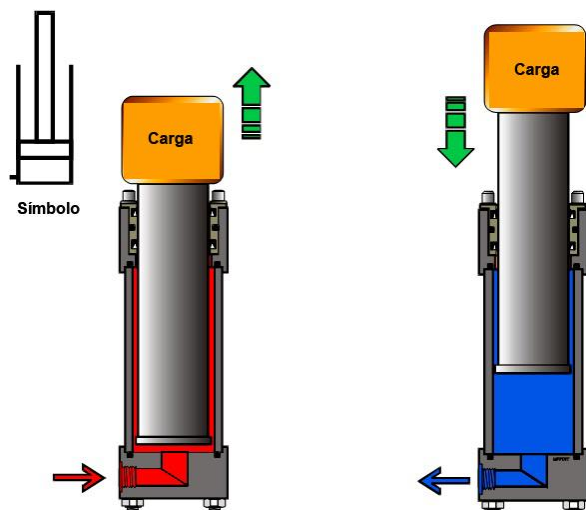


Figura 99: Sello y Rodamiento fijado en un ariete



La Figura 100 muestra un ariete extendiéndose y retrayéndose con una carga devolviendo el cilindro a la posición de inicio. Los arietes pueden usar válvulas de control direccional bastante simples para levantarlos o retraerlos.

Otro componente que no se requiere es un respiradero.

Los arietes son de uso común en las prensas.

Figura 100: Extensión y Retracción de un Ariete

Cilindros de acción única

En lugar del vástago de gran diámetro que se utiliza en un ariete, el cilindro de acción única usa una combinación de un pistón y un vástago de pistón de menor diámetro para hacer transitar la fuerza hidráulica al momento de extenderse. Ver Figura 101.

El extremo del cilindro de donde sobresale el vástago se llama “*final del vástago*”. El lado opuesto se llama “*final de cabeza*” ó “*final de extensión*”. Las aperturas de la

conexión hidráulica se llaman “*compuertas de extensión*” y “*compuerta de final de vástago*”. La compuerta de final de vástago en esta instancia tiene un respiradero que permite el flujo de aire hacia y desde el final de vástago del cilindro, de acuerdo al movimiento del pistón. Un sello limpiador está contenido con un alojamiento final removible. Se podría usar un control direccional 3/2 para operar este cilindro.

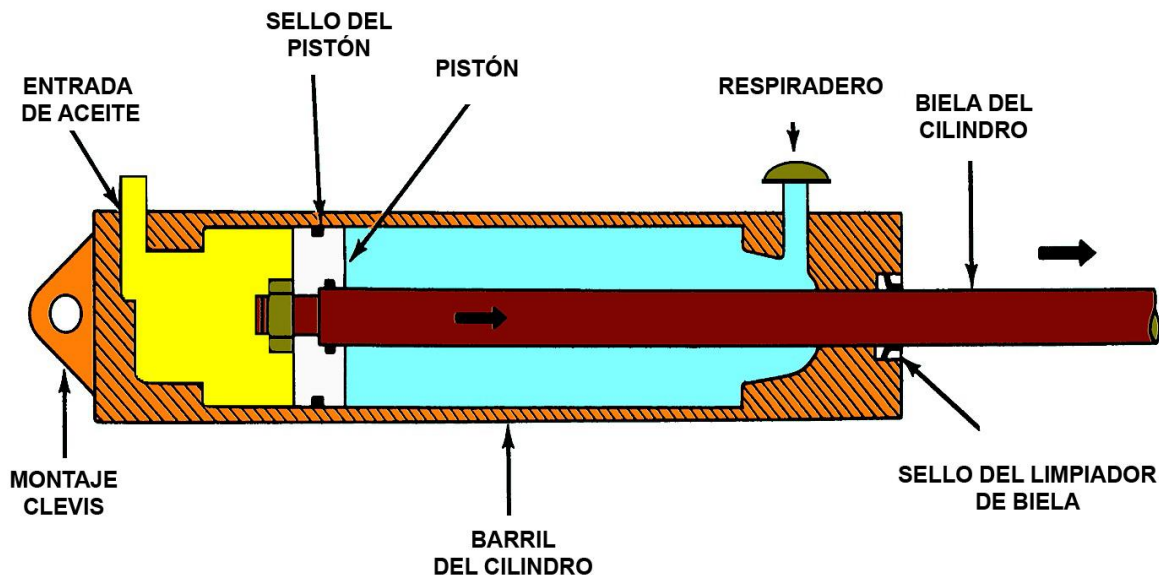


Figura 101: Cilindro de Acción Única

El respiradero recién ilustrado evita que el polvo entre al lado retráctil del cilindro. Es común ver una línea hidráulica de baja presión yendo a la reserva de agua para reducir aún más la entrada de polvo. Los cilindros de acción única a menudo tienen diámetros de vástago bastante grandes dado que no hay necesidad de preocuparse acerca de algunos flujos de retorno de aceite y tienen menos probabilidad de pandeo del vástago.

Los cilindros de acción única se utilizan en lugares en donde una carga normalmente hace que el cilindro se devuelva a la posición inferior, como pasa en los montacargas. Además, permiten el uso de válvulas más simples para controlarlos.

Cilindros de vástago pasante

Un cilindro de vástago pasante (Figura 102) da un efecto de área no diferencial. Esto quiere decir que tiene la misma fuerza y velocidad en ambas direcciones, que son las más grandes ventajas de este tipo de cilindro. Las desventajas de los cilindros de vástago pasante son:

- Dos vástagos (Lo que encarece el precio de los cilindros.)

- Dos sellos de vástago y dos áreas para rodamientos

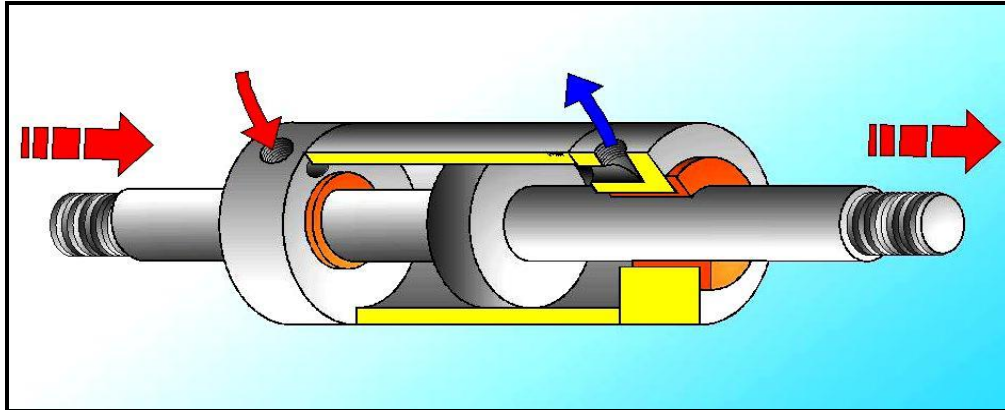


Figura 102: Cilindro de Vástago pasante

Es común encontrar que se utilizan estos cilindros en equipos móviles. En situaciones industriales, los vástagos se pueden asegurar en cualquier extremo y la carga se apena al barril del cilindro. Por ende, a medida que se mueve el barril, la carga de mueve con él.

Cilindros de doble acción

El flujo de aceite en cilindros de doble acción es a través de las compuertas del lado de extensión o de las compuertas del lado de retracción, para permitir que las carreras de extensión y retracción transmitan la fuerza hidráulica. Por ende, transita en ambas direcciones.

El alojamiento del extremo del vástago removible -que a menudo se llama alojamiento de prensa estopa- contiene un sello de aceite y un sello de polvo y de rascadura.

Al igual que en los cilindros de acción única, el pistón debe estar firmemente asegurado al vástago. Normalmente se logra por un perno o un pistón roscado. Una válvula de control de 4/3 se utiliza principalmente para operar este tipo de cilindros.

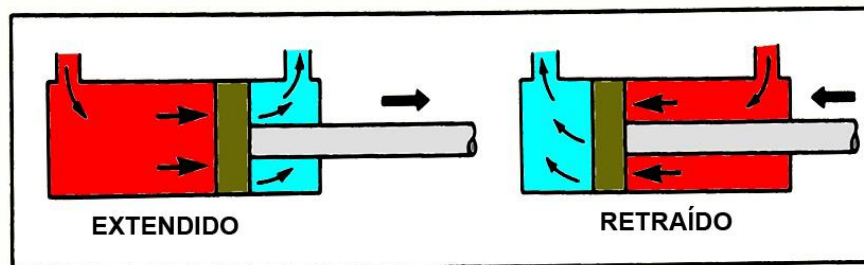
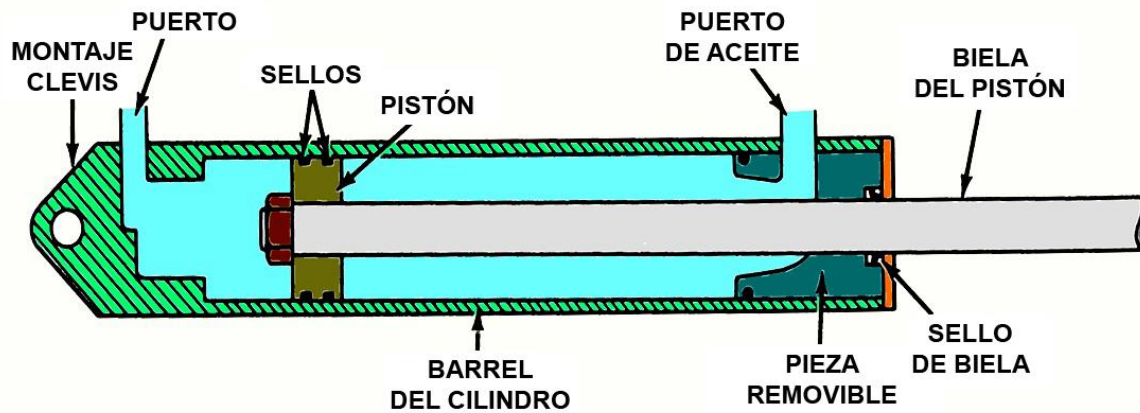

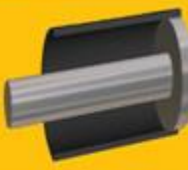

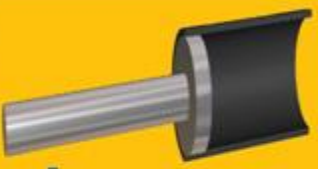


Figura 103: Cilindro de doble acción

El aceite empuja la totalidad del área del pistón para extenderlo, mientras el lado retráctil tiene el área total del pistón menos el área del vástago. Por ende, se dice que el cilindro tiene un área diferencial. Lo anterior tiene ventajas y desventajas.

Como regla general, el vástago siempre debe ser del diámetro más pequeño posible, para empujar la carga sin pandeo del vástago. La tasa diferencial es comúnmente de 1.2:1 hasta 2:1. Puede haber tasas diferenciales mayores, pero causan problemas cuando hay demasiado flujo de retorno del aceite cuando el cilindro se retrae.

Posición del cilindro	Volumen real del cilindro	Configuración de Cavidad del Cilindro
Retraído		
Extendido		


Extremo	Área Efectiva	Cálculo
Punto ciego del cilindro		Área Efectiva = área total de la cara del pistón
Cilindro para cabeza de biela		Área Efectiva = área total de la cara del pistón - área de la sección de cruce de biela

Figura 104: Áreas diferenciales de un cilindro de doble acción

Ventajas de los cilindros de área diferencial:

- Tiene mayor fuerza al extenderse y por ende debieran usarse para empujar cargas en vez de tirar cargas.
- Rápida retracción.
- Se pueden usar para regeneración. Esto implica que el aceite que sale del lado retráctil del cilindro se dirige por válvulas al final de la extensión para que salga más rápidamente. La razón del área diferencial común para esto es 2:1.

Todo esto se explica a continuación:

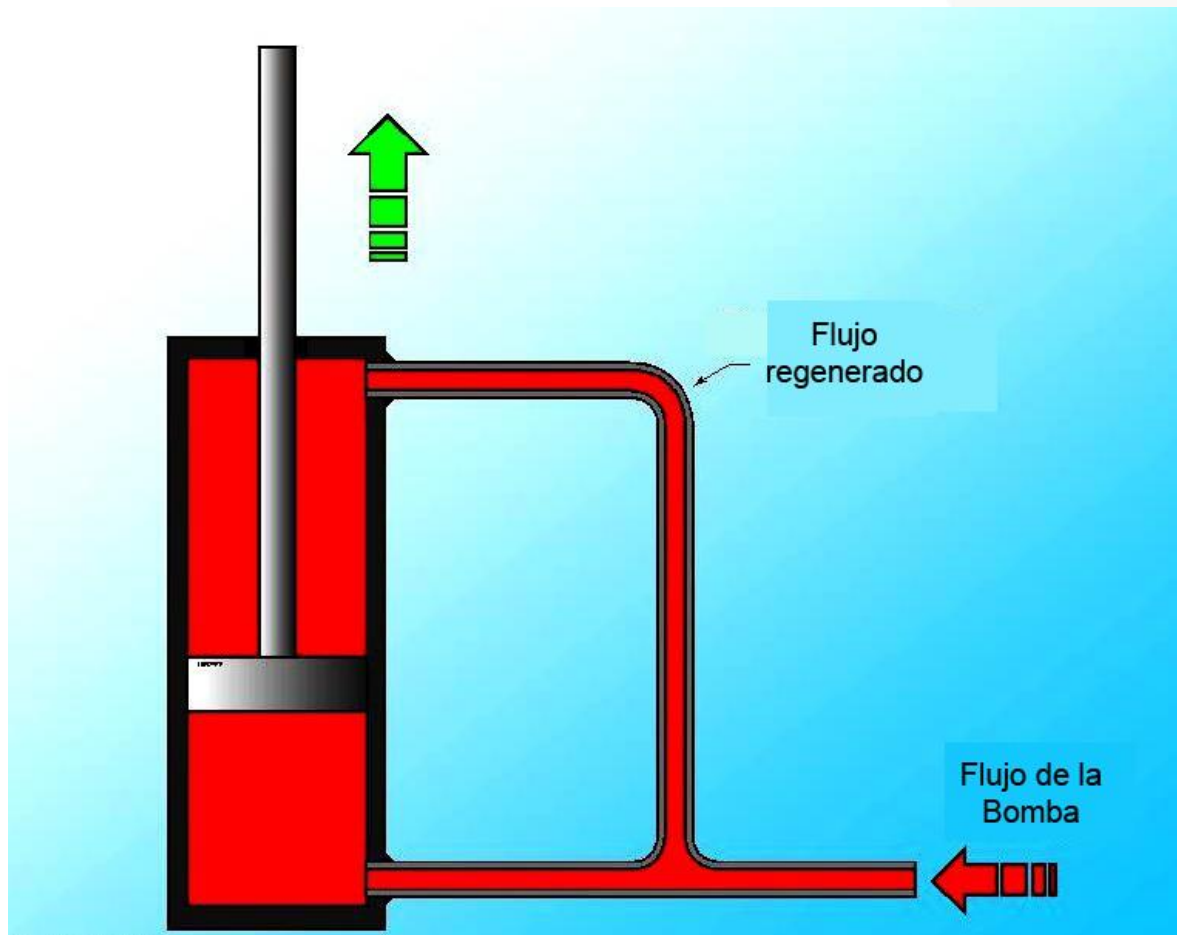


Figura 105: Principio de regeneración

La Figura 105 muestra el principio de regeneración. Para lograr que esto ocurra debe haber una configuración de válvulas para que esto ocurra. En donde el sistema requiere una fuerza lineal y acción en ambas direcciones, o donde hay equipo para bloqueo positivo del cilindro contra fuerzas tanto positivas como negativas, entonces se usará un cilindro de doble acción.

El cilindro de doble acción brinda mayores opciones para los sistemas de control.

Una única unidad, dos o más cilindros conectados en paralelo producen diferentes fuerzas y velocidades de operación entre la extensión y la retracción. La extensión será más lenta con mayor capacidad de ejercer fuerza; la retracción será más rápida con capacidad de fuerza reducida. A esto se lo denomina *acción diferencial*.

Dos cilindros de doble acción que estén con conexión cruzada producirán una suma de fuerzas y velocidades en ambas direcciones. A esto se le denomina *acción no diferencial*.

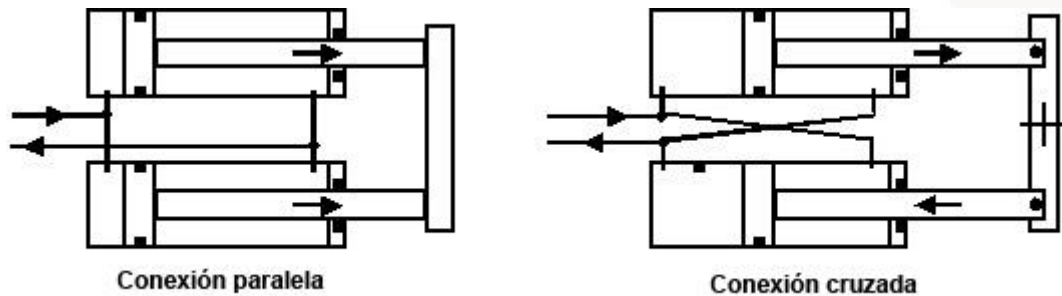


Figura 106: Conexiones paralelas y cruzadas

4.2 Construcción de los cilindros

Cilindros con cabeza/ glándula roscada.



Tienen un diseño aerodinámico y son ampliamente aceptados en diversos lugares. Su principal desventaja es que las roscas pueden recoger suciedad en el montaje y desmontaje.

Requieren herramientas especiales para remover el tornillo del casquillo.

La cabeza es compacta y cabe en espacios pequeños.

Figura 107. Cilindro de cabeza roscada

Cilindros con tirante



Figura 108: Cilindro con tirante

Es el más antiguo y el que más se utiliza en la industria automotora y de máquinas de herramientas.

Las dos tapas de los extremos del cilindro son aseguradas por cuatro o más cilindros con tirante y con tuercas en ambos extremos o con un extremo atornillado al extremo del cabezal.

Son relativamente fáciles de revisar, pero tienen áreas de sellado en la parte frontal y trasera del cilindro.

Cilindro tipo molino



Figura 109: Cilindros tipo Molino

Se usan principalmente en aplicaciones de industria pesada. Son cilindros grandes y manejan presiones muy altas.

El cilindro tiene paredes gruesas con flanges, integralmente fundidas o soldadas.

Las tapas de la cabeza y del extremo de vástago están adosadas por pernos a los flanges.

Cilindros tipo corona roscada

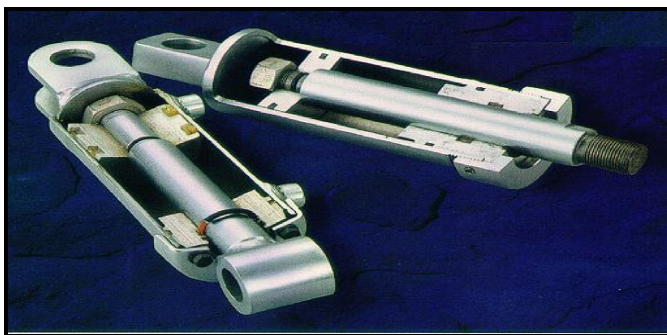
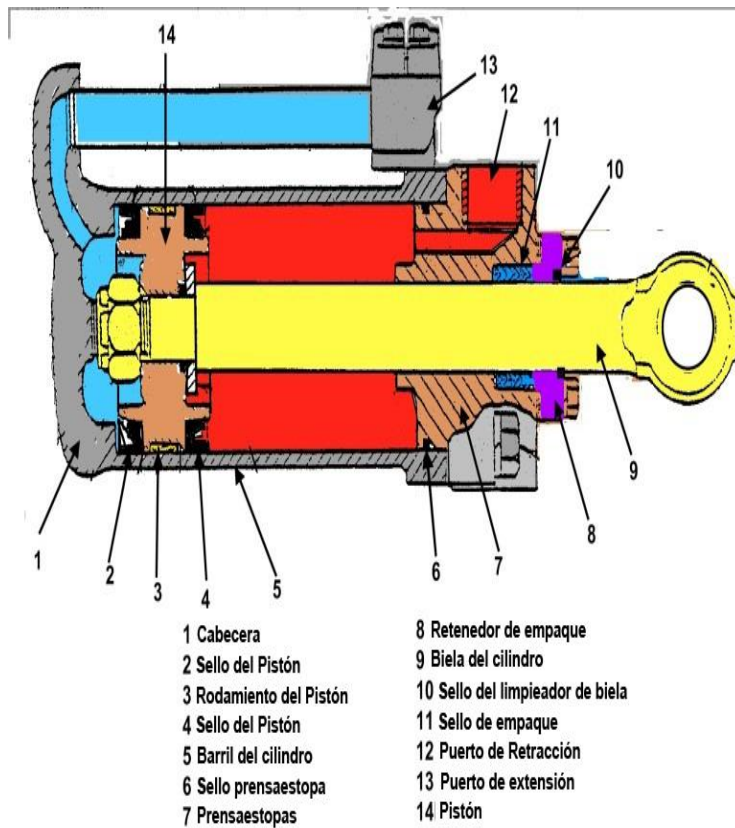


Figura 110: Cilindros de tipo Tapa en tuerca

Cilindros con flange / glándula apernada



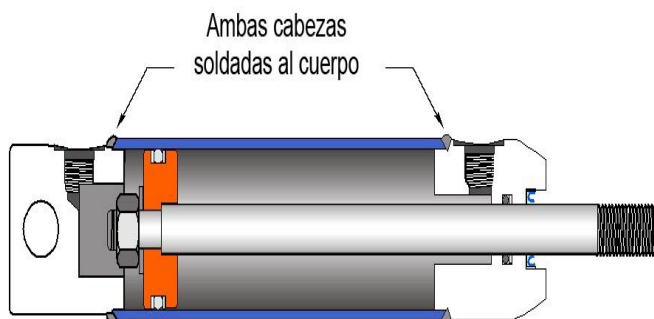
Es el tipo más común de cilindro que se puede encontrar.

Los pernos de la tapa sujetan la glándula al barril. Puede haber tan poco como cuatro pernos y cilindros que tengan 20 o más.

Esta característica los hace fáciles de desensamblar.

Figura 111: Cilindros de tipo de cabeza apernada

Cilindros de “una pieza”



Los cilindros de una pieza se usan en equipos móviles y aplicaciones en maquinaria para agricultura.

Están totalmente fundidos o con la cabeza y el cuerpo soldados juntos.

Se deben desechar cuando tienen una fuga.

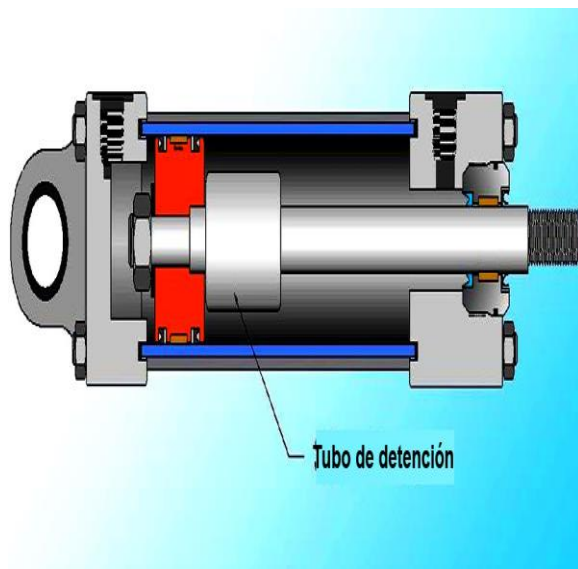
Figura 112: Cilindros soldados de una pieza

Montaje de cilindros

Los cilindros y arietes hidráulicos están diseñados para resistir grandes cargas lineales compresivas y de tracción en sus capacidades de trabajo. No están diseñados para resistir cargas laterales o de doblado, y los cilindros a menudo fallan por atascarse bajo sus cargas compresivas o de tracción normales cuando se aplica al mismo tiempo una carga lateral. El método de montar y poner tubos de detención dentro de los cilindros puede minimizar las posibilidades de que esto ocurra.

El método de montaje de cilindro utilizado en cualquier aplicación se selecciona para que la carga lateral del cilindro, de haberla, quede minimizada. En ciertos casos, la ocurrencia de fallas de servicio debido a la falta de mantención, causan carga lateral con el consecuente atascamiento del cilindro bajo carga normal.

Tubos de detención



Un tubo de detención es un tubo/Cañería hueco colocado sobre el vástago. Vienen en una serie de largos. Se colocan en cilindros de vástago más grandes para detener el atascamiento o el doblado del vástago.

Evitan que el pistón se acerque demasiado a la cabeza del cilindro. Pueden variar en largo desde 25 mm a 150 mm. Nótese que acortan la carrera del cilindro.

Figura 113: Tubo de detención de un cilindro

Cilindros con montaje de pie.

La figura 114 muestra un cilindro con montaje de pie. En esta situación, el cilindro produce un movimiento de doblado -carga lateral- en su vástago, a medida que se extiende contra una carga debido a la distancia **A** entre la línea de tracción del vástago y el punto de montaje del cilindro. Es un sistema de montaje rígido y fuerte.

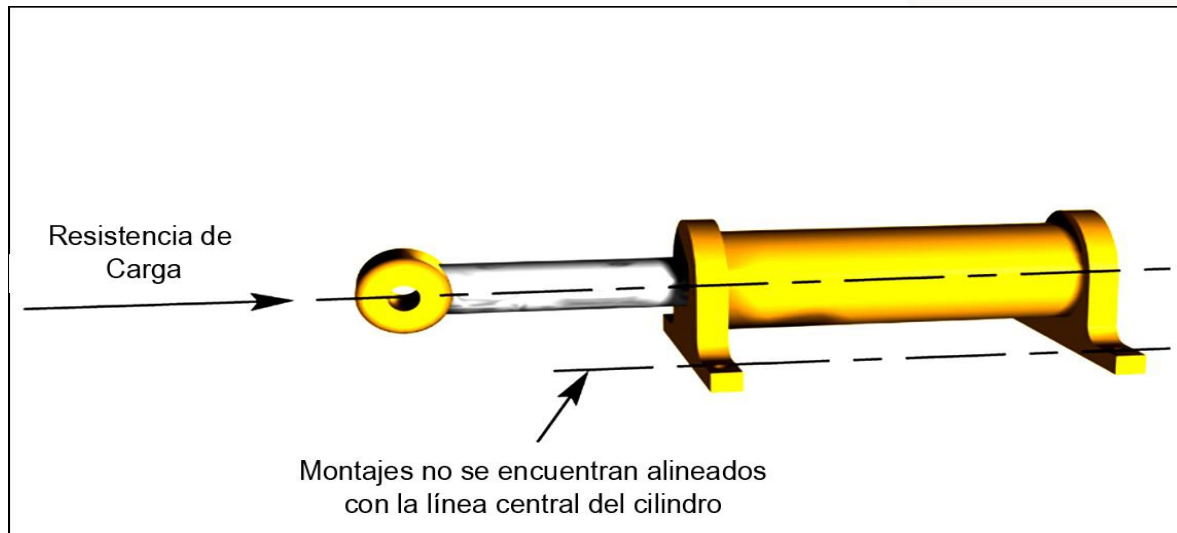


Figura 114: Cilindro de montaje de pie

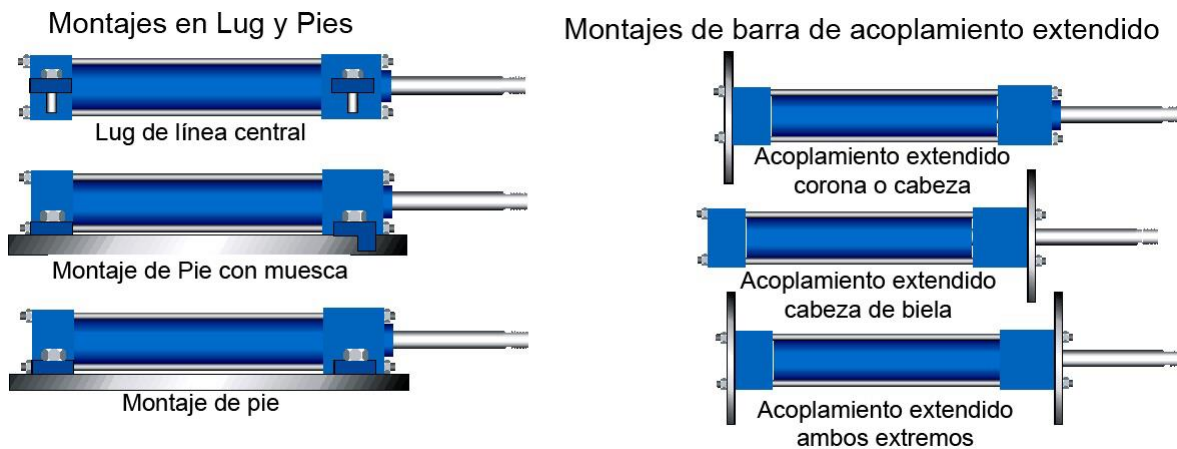


Figura 115: Cilindros montados con log - dispositivos de sujeción-, patas y flanges

Los montajes de lugares centrales son más fuertes porque permiten que el cilindro empuje por su línea de centro. Sin embargo, pueden ser más difíciles de montar en su lugar.

El montaje fijado a la superficie también da mayor rigidez al cilindro. Es menos probable que se suelte dado que los pernos ahora solo lo mantienen en su lugar y no le prestan soporte.

Cilindros montados en flanges.

La **Figura 116** muestra cilindros montados en flanges en el extremo del vástago y un cilindro montado sobre la base de flange.

Estos son los métodos de montaje de cilindros más fuertes y dado que permiten que la carga siempre esté alineada con la línea de centro del cilindro, no se puede producir doblado.

Estos tienden a ser tipos de montaje industriales. Mientras más cerca está el montaje al extremo de la glándula, más fuerte será el cilindro y menor la posibilidad de pandeo del vástago.

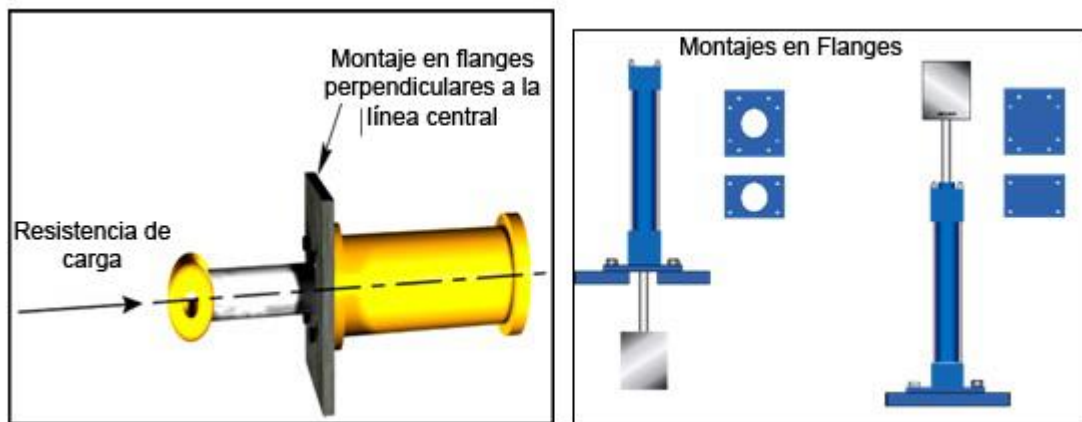


Figura 116: Cilindros montados en flanges

Montajes en horquilla

En el método de montaje en horquilla que se muestra en la Figura 117, se permite que el cilindro pivotee para alinearse automáticamente al movimiento de la conexión de la carga. Bajo condiciones normales, no se puede aplicar ningún movimiento de doblado al cilindro. Estos montajes normalmente se llaman de montaje en pivote.

Este diseño permite gran flexibilidad, pero también produce un cilindro con mayores posibilidades de atascamiento del vástago. Aumenta el efecto de atascado por un factor de 2. Por lo tanto, los cilindros con largos vástagos que usan este diseño incorporan un tubo de detención o tienen un diámetro mayor de vástago.

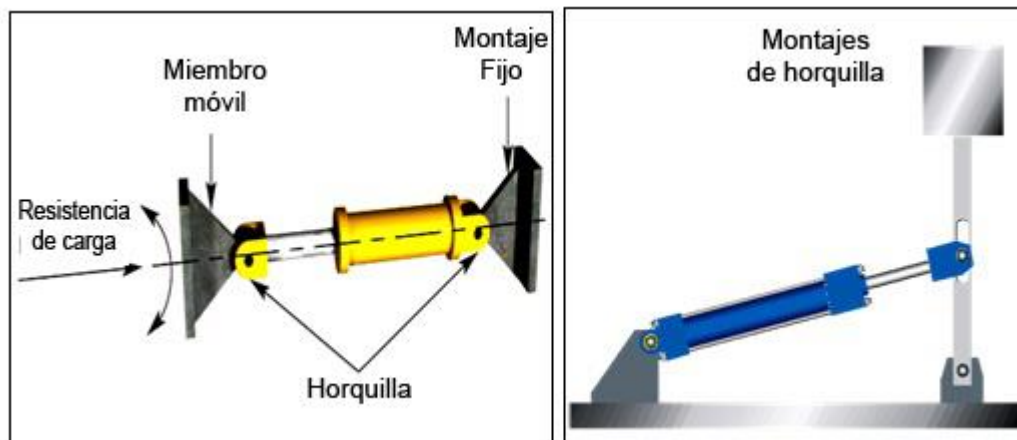


Figura 117: Cilindros montados en horquillas

Montajes con pivote

Como los montajes en horquillas, los montajes con pivote (trunnion), figura 118, permiten una gran flexibilidad. Los montajes Trunnion y de horquilla son por lejos los tipos más comunes de montajes aún cuando los montajes con pivote son más caros.

Mientras más cerca esté el pivote al extremo de la glándula, menor será la posibilidad de que el cilindro sufra atascamiento o doblado del vástago.

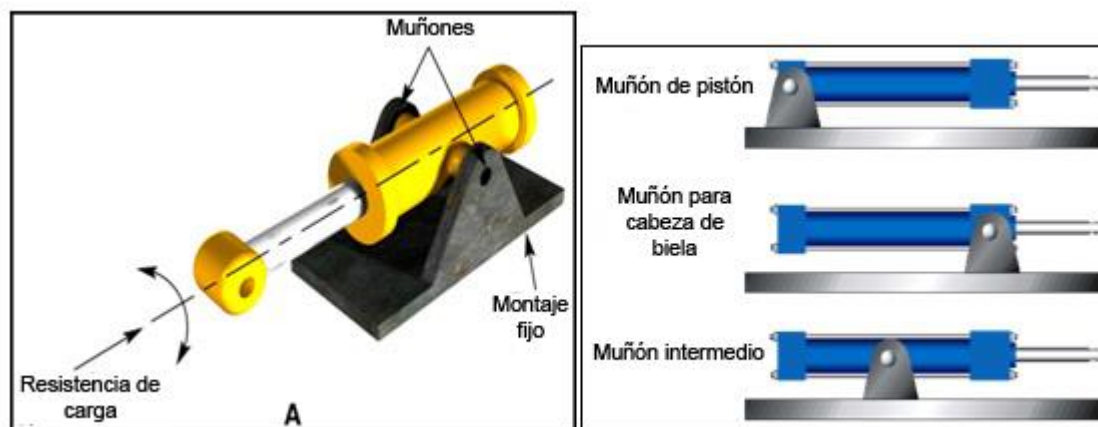


Figura 118: Cilindros montados sobre pivotes

Otros tipos de cilindros.

Cilindros acolchados.

Los cilindros hidráulicos están disponibles con unidades de desaceleración en los extremos de los cilindros. La unidad de acolchado final consiste en un orificio ajustable para controlar la tasa de flujo y desarrollar presión contra el pistón, además de una válvula de bloqueo por bypass para permitir un flujo reverso libre.

La Figura 119 muestra el diagrama de un cilindro hidráulico “acolchado”. A medida que el pistón se acerca al final de la carrera -en este caso, desplazándose hacia la derecha-, una extensión del vástago del pistón entra en una contra camisa en la tapa del extremo del cilindro que bloquea la compuerta de descarga principal. El fluido que queda detrás del pistón solo puede escapar a través de la restricción en la válvula de aguja. Esta acción desacelera el pistón para que complete su carrera sin martillar contra la tapa del extremo.

La válvula de aguja es ajustable. Para variar la acción de acolchamiento se entrega una válvula de retención con resorte, que permita que el fluido entre por la camisa principal del cilindro en la carrera reversa sin pasar a través de la restricción de la válvula de aguja.

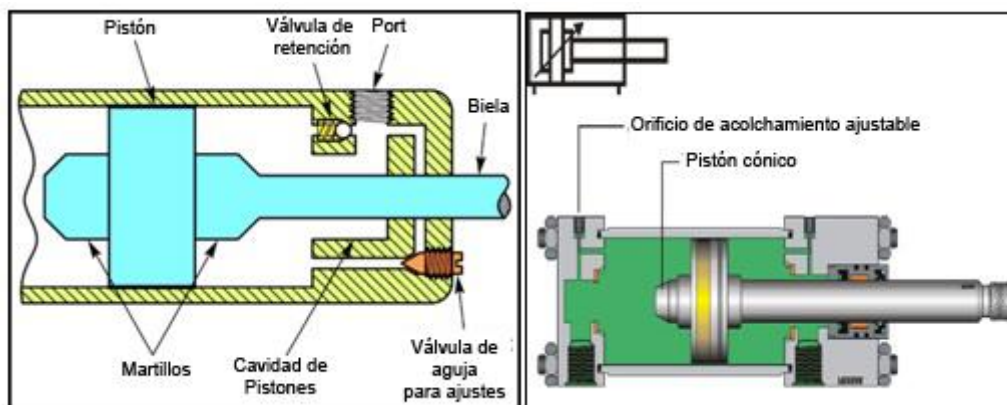


Figura 119: Cilindro Acolchado.

Cilindro de Tándem.

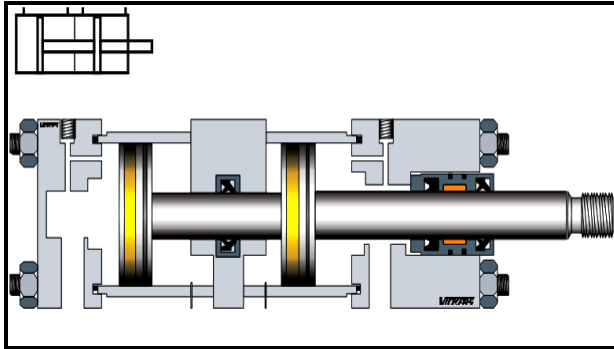


Figura 120: Cilindro en Tándem

Estos cilindros se utilizan en donde hay poco espacio radial para calzar un cilindro más grande.

Hay solo dos cilindros apernados juntos para dar una salida de mayor fuerza.

Los cilindros dúplex son similares, pero los vástagos están separados y no apernados juntos.

Cilindros Telescópicos.

Los cilindros telescópicos están disponibles para aplicaciones que requieren extensión para distancias largas.

El(los) vástago(s) está(n) hecho(s) de varios tubos de tamaño variable alojados dentro del barril. Cada tubo se extiende, produciendo un vástago más largo que el barril del cilindro.

Un ejemplo típico es el accionador que levanta el cuerpo de un camión de volteo.

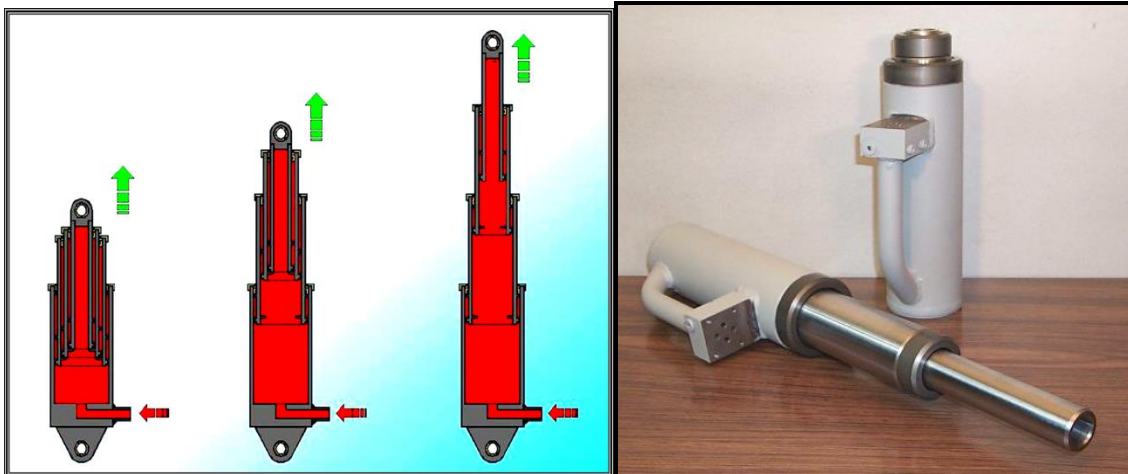


Figura 121: Cilindros telescópicos

Los cilindros telescópicos generalmente son de actuación única y se devuelven por gravedad. Hay algunos que trabajan en ambas direcciones, tienen tubos de trombón dentro de ellos para que el aceite llegue a la parte correcta del pistón para volver a ella.

Existen grandes posibilidades de intensificar el aceite en este tipo si las compuertas están bloqueadas durante la ejecución de pruebas.

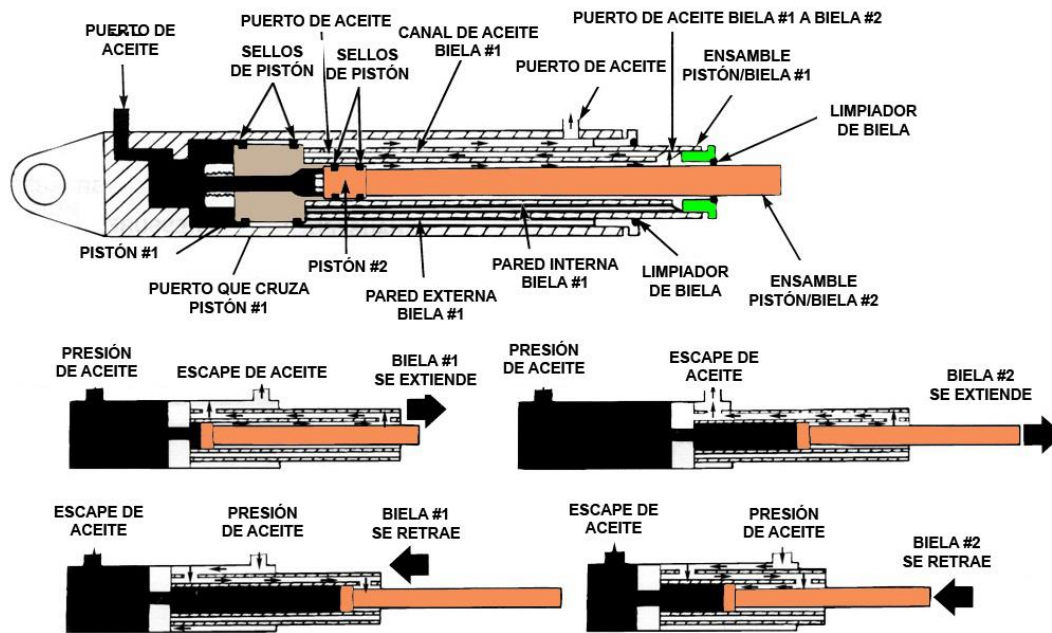


Figura 122: Operación del cilindro telescópico

Principios de la fuerza de fluidos y el accionador lineal.

a. Output de fuerza. (Salida)

La fuerza que un cilindro puede desarrollar dependerá de la presión que pueda soportar y el área efectiva del pistón. Si el diámetro del interior del cilindro es conocido, el área efectiva de la cabeza del pistón se puede encontrar usando la siguiente fórmula:

$$\text{Área efectiva (cabeza)} = 0,7854 \times \text{Diámetro}^2 \text{ (o } \pi r^2 \text{)}$$

La siguiente tabla es de la Eaton Hydraulic Corporation y es una muestra de lo que se usa para calcular el flujo de aceite requerido.

Cil. Paso Dia. Pulg.	Biela Pistón Dia. Pulg.	Area Trab. Pulg. Cuad.	Presión del Trabajo Hidráulico PSI						Fluido requerido por pulg. de carrera		Tam. Puerto Dia. Pulg.	Velocidad de Fluido a 15 pies/seg	
			500	750	1000	1500	2000	3000	Gal.	Pulgada Cubica		Flujo gpm	Velocidad de Pistón pulg/seg
1-½	- 5/8 1	1.767	883	1325	1767	2651	3534	5301	.00765	1.767	½	11.0	24.0
		1.460	730	1095	1460	2190	2920	4380	.00632	1.460			29.0
		.982	491	736	982	1473	1964	2946	.00425	.982			43.1
2	- 1 1 3/8	3.141	1571	2356	3141	4711	6283	9423	.01360	3.141	½	11.0	13.5
		2.356	1178	1767	2356	3534	4712	7068	.01020	2.356			18.0
		1.656	828	1242	1656	2484	3312	4968	.00717	1.656			25.6
2-½	- 1 1 3/8 1 ¾	4.909	2454	3682	4909	7363	9818	14727	.02125	4.909	½	11.0	8.6
		4.124	2062	3093	4124	6186	8248	12372	.01785	4.124			10.3
		3.424	1712	2568	3424	5136	6848	10272	.01482	3.424			12.4
		2.504	1252	1878	2504	3756	5008	7512	.01084	2.504			16.9
3-¼	- 1 3/8 1 ¾ 2	8.296	4148	6222	8296	12444	16592	24888	.0359	8.296	¾	20.3	9.4
		6.811	3405	5108	6811	10216	13622	20433	.0295	6.811			11.5
		5.891	2945	4418	5891	8836	11782	17673	.0255	5.891			13.3
		5.154	2577	3865	5154	7731	10308	15462	.0223	5.154			15.2
4	- 1 ¾ 2 2 ½	12.566	6283	9425	12566	18849	25132	37698	.0544	12.566	¾	20.3	6.2
		10.161	5080	7621	10161	15241	20322	30483	.0440	10.161			7.7
		9.424	4712	7068	9424	14136	18848	28272	.0408	9.424			8.3
		7.657	3828	5743	7657	11485	15314	229781	.0331	7.657			10.2

Tabla de cilindros de Eaton

El área efectiva del vástago se encuentra calculando el área del vástago y sustrayendo esta área del área efectiva de la cabeza.

NOTA: El calcular un área anular sustrayendo un diámetro de vástago del diámetro de un pistón y usando el resultado como un diámetro anular no producirá el resultado requerido.

La fuerza (F) que un cilindro hidráulico puede ejercer se encuentra al aplicar la fórmula:
 $F \text{ (fuerza)} = p \text{ (presión)} \times A \text{ (área)}.$

$$F = p \times A$$

El total de la fuerza de un cilindro se puede incrementar, aumentando la presión o el área efectiva del pistón.

Presión desarrollada

Con un cilindro de un tamaño dado, cualquier incremento en la carga requerirá un aumento en la fuerza de salida para superar la carga agregada.

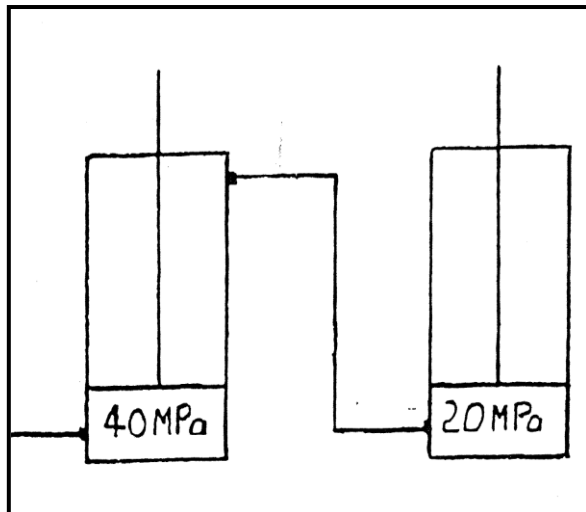


Figura 123: Conexiones múltiples de cilindros

La presión requerida para superar una carga dada -dejando de lado las pérdidas por fricción- se encontraría mediante la siguiente fórmula:

$$P \text{ (presión)} = \frac{F \text{ (fuerza para superar la carga)}}{A}$$

A (área efectiva del pistón)

(a) Conectados en serie

Si dos o más cilindros hidráulicos están conectados en serie, la presión requerida para mover el segundo cilindro es efectiva contra el primer cilindro como presión posterior.

Por ejemplo, si cada cilindro requiere 200 Bar separadamente para levantar su carga, los 200 Bar del segundo cilindro se agregan a la carga del primer cilindro. Por ende, dado que las áreas del pistón de cada cilindro fuesen idénticas, el primer cilindro tendría que operar a 400 Bar.

Es relativamente poco común encontrar esta disposición. Se usan guillotinas para ajustarla al ángulo de incidencia del aspa al colocar aceite en o tomar aceite desde la junta central entre los dos cilindros.

Todos los accionadores en serie trabajan a velocidad total simultáneamente hasta que los requerimientos de presión excedan los límites fijados por la válvula de alivio de presión. En este punto, **todos** los accionadores se detendrán. El aceite de salida del primer cilindro impulsa al segundo cilindro y así sucesivamente.

(b) Conectados en paralelo.

Cuando varios cilindros están conectados en paralelo, el fluido siempre toma la ruta de menor resistencia. En la Figura 124, cada cilindro está sujeto a una carga diferente. Dado que el cilindro 'A' requiere una menor presión, se moverá primero. Es más, la presión en la línea principal no se acumulará lo suficiente para mover el cilindro 'B' alcance el punto más bajo.

De manera similar, el cilindro 'C' permanecerá estacionario hasta que el cilindro 'B' complete su carrera. Cada cilindro se moverá a velocidad máxima en una secuencia determinada por las cargas. Si las cargas fuesen iguales, entonces los cilindros deberían moverse simultáneamente, pero a velocidades reducidas, debido a que el fluido se dividiría equitativamente entre ellos.

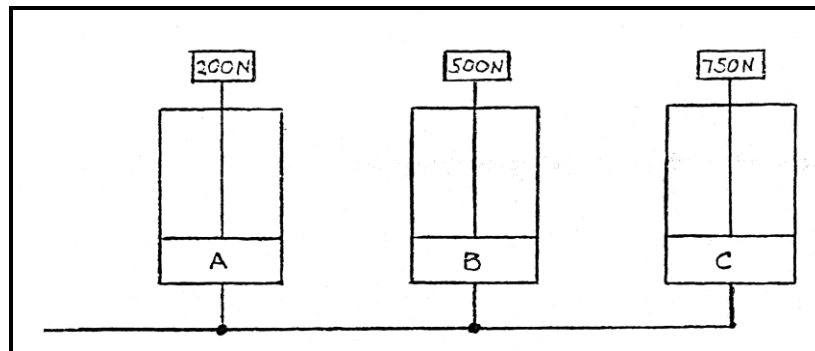


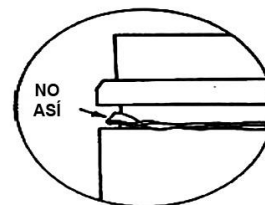
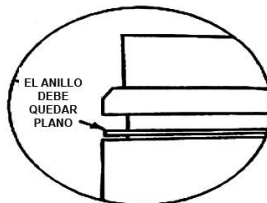
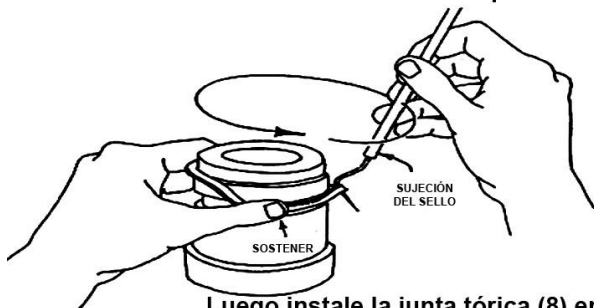
Figura 124: Cilindros conectados en serie

Instalación del anillo “O” Ring.

Pasos requeridos para la instalación de un anillo “O” Ring:

1. Asegurar que el nuevo O-Ring sea de tamaño correcto y que sea compatible con el fluido a ser sellado.
2. Limpiar a cabalidad el área en donde el O-Ring va a ser instalado.
3. Inspeccionar las estrías o muescas para las rebabas que podrían dañar el nuevo anillo. Realizar el pulido de cualquier área afilada con piedra abrasiva. Nuevamente, limpiar cabalmente el área para remover cualquier particular de metal o piedra.
4. Revisar el eje o bobina -de usarse- para lados afilados o muescas.
5. Remover cualquier punto dañado con una piedra o paño fino abrasivo. Vuelva a limpiar el área cabalmente.
6. Antes de la instalación, lubricar el “O” Ring con el mismo tipo de fluido utilizado en esa parte o sistema
7. Instalar el “O” Ring. Cuidar de las puntas afiliadas y de las otras partes. No estirar más de lo necesario.
8. Asegurar que las partes estén correctamente alienadas antes de acoplarlo para evitar daños al “O” Ring.
9. Hacer una inspección final después de instalado el O Ring para asegurarse que no hay fugas y que las partes se mueven correctamente

a. Instale el anillo de respaldo



Luego instale la junta tórica (8) en la misma ranura del anillo de respaldo. La junta tórica deberá apuntar al interior del cilindro (hacia el pistón). No tuerza la junta tórica durante la instalación. Se recomienda el uso de un gancho para sujetar el sello.

b. Instale el sello

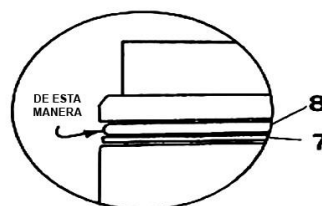
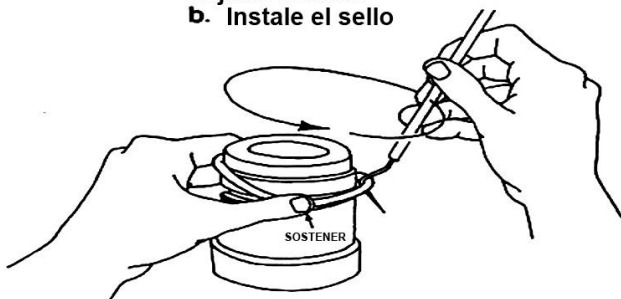
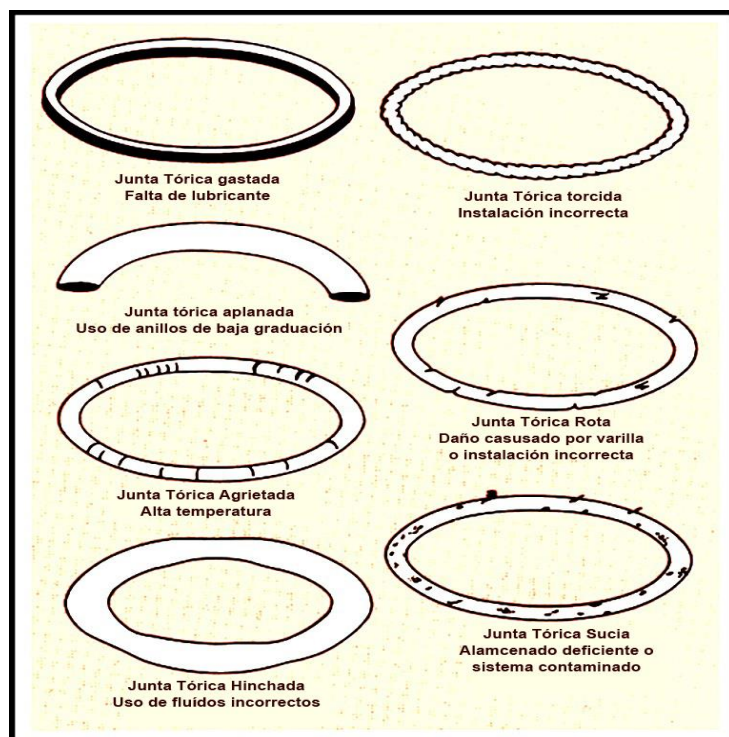


Figura 125: Instalación de los anillos "O" Ring y los anillos de respaldo



La manipulación y aplicación inapropiadas reducirán la vida útil del "O" Ring y causarán su falla prematura.

Asegurar de seguir las recomendaciones del fabricante al reemplazar los "O" Rings que hayan fallado en servicio. Trate de diagnosticar la causa detrás de la falla.

Las fallas que se muestran en la Figura 30 representan las fallas más comunes que se encuentran en los "O" Rings.

Figura 126: Fallas en los O"Rings

Pruebas de los sellos de pistones.

Hay dos métodos que se describen aquí para probar el sello de los pistones. La parte B de Hidráulica dará una descripción en detalle de todas las formas de probar estos sellos. La primera usa una carga de presión y prueba el sello y la válvula. También es capaz de probar el barril en cualquier posición a lo largo de la carrera. La segunda es más fácil y rápida, pero usa la presión total del sistema y sólo prueba los sellos y la camisa en los extremos. Algunos sellos que tienen fugas en la carga de presión se deflectarán lo suficiente a la presión total del sistema y sellarán.

MÉTODO 1

1. Extender totalmente el vástago contra la carga o coloque el pistón donde se encuentra la sospecha de falla en el barril.
2. Neutralizar la válvula de control y detenga la bomba
3. Remover la manguera al **final del vástago**.

Si el aceite fluye por la compuerta abierta el pistón tiene una fuga. El volumen de aceite es equivalente al volumen del vástago del pistón moviéndose dentro del cilindro. Si hay aceite o aire atraído a la compuerta abierta, una válvula tiene una fuga en alguna parte en el lado corriente arriba de la cabeza. e.g. válvula de control direccional, válvula de seguridad del circuito o válvula anti-cavitación.

MÉTODO 2

1. Extender totalmente el vástago
2. Neutralizar la válvula de control y remueva la manguera del **extremo del vástago**.
3. Presurizar el **extremo de la cabeza**.

Cualquier aceite que fluya por la compuerta abierta esta bypasando el sello del pistón. Recuerde que una pequeña cantidad de fuga es normal en algunos tipos de sellos.

Reversar el procedimiento, dado que algunos tipos de sellos pueden tener fugas en una dirección pero no en la otra.

Calzando la glándula

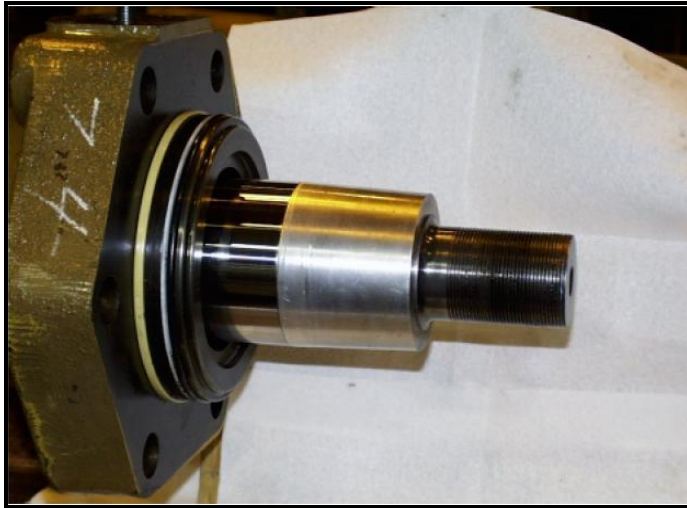


Figura 127: Instalación de la glándula

Una nariz cónica es el mejor método de calzar una glándula al vástago dado que lentamente suelta los labios a posición correcta y ayuda a evitar que se dañen al momento del ensamblado.

Inspección del barril y reemplazo de los sellos

Las siguientes medidas son las que se toman para encontrar el desgaste en un sistema y para conseguir los sellos de reemplazo. En general, un kit de refacción implica todos los sellos, O”Rings y cojinetes.

El barril siempre tendrá el mayor desgaste en el extremo exterior, debido a la contaminación y a menor soporte de los cojinetes. Por ende, debiera dedicarse más tiempo a revisar esta área. Los cilindros se “saldrán del barril” en la posición central dado que son lo más débil en esta área.

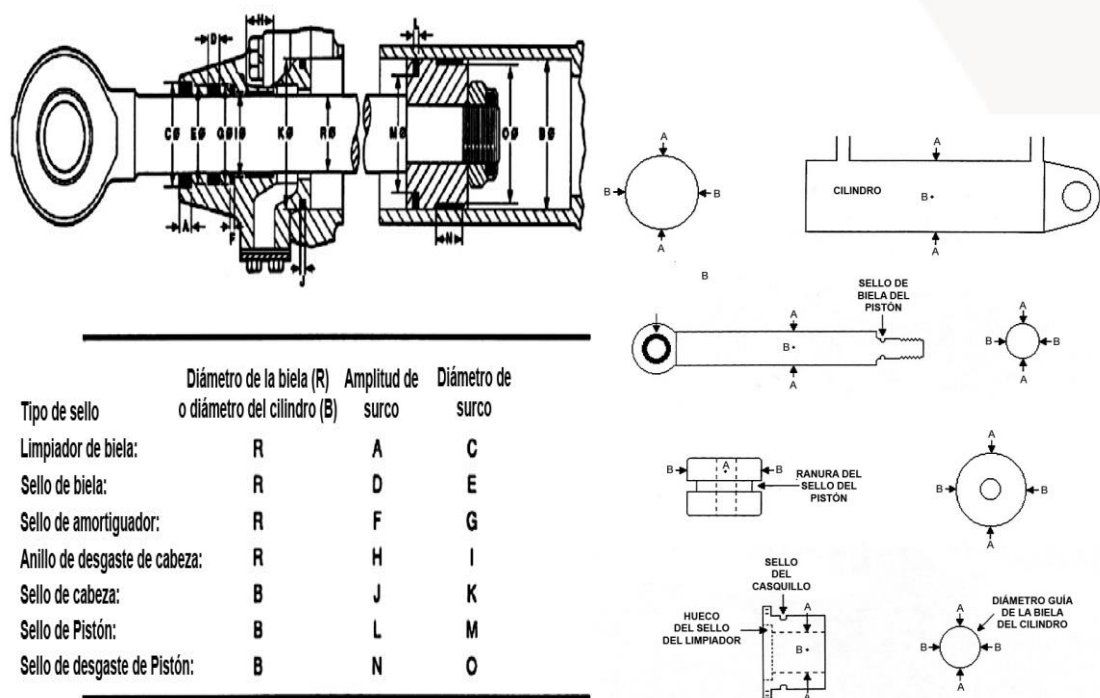


Figura 128: Revisiones y mediciones para desgaste

- El vástago debiera ser revisado por hoyuelos y rasguños.
- El área de la glándula y los cojinetes debiera se medida como se muestra más arriba.

Componentes y aplicaciones oleohidráulicas de equipos mina**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.	✓

Pistones hidráulicos.**Brazos mecánicos para carguío y transporte de material.****Objetivos de aprendizaje**

- Conocer el sistema básico de funcionamiento de algunos equipos que aplican conceptos de la oleohidráulica.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán aplicar conceptos de oleohidráulica y conocer el sistema básico de funcionamiento de algunos equipos que los aplican por medio de maquetas didácticas de distintas maquinarias: prensa hidráulica, pala hidráulica, pala excavadora hidráulica, tenaza hidráulica y palanca hidráulica. El objetivo es familiarizar a los participantes con el funcionamiento de equipos reales de la industria.

Materiales y recursos

- Herramientas de taller.

KITS Didácticos de aplicación oleohidráulica:

- Maqueta pala hidráulica eléctrica.
- Maqueta palanca hidráulica.
- Maqueta prensa hidráulica.
- Maqueta pala excavadora hidráulica.
- Maqueta tenaza hidráulica.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los Kits Didácticos de aplicación oleohidráulica para realizar la actividad. Estos Kits se consiguen a través de proveedores nacionales.

Desarrollo

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 de los Kits.

Las maquetas muestran con gran detalle el funcionamiento de los equipos y contienen diversos circuitos hidráulicos, sistemas de engranaje-cremalleras, etc. que pueden ser contruidos por los participantes.

El instructor deberá guiar estos proyectos paso a paso y realizar la analogía con los equipos reales, destacando el trabajo que realiza el mantenedor en terreno.

Cierre

El Instructor les recordará a los participantes que se puede decir que la oleohidráulica es un medio de transmisión energética que utiliza técnicas con aceites comprimidos.

Entre sus ventajas se encuentran:

- Simplicidad: pocas piezas en movimiento (bombas, motores y cilindros).
- Tamaño: pequeño comparado con la mecánica y la electricidad de igual potencia.
- Multiplicación de fuerzas: prensa hidráulica. Fácil control de fuerzas.
- Movimientos suaves y silenciosos.
- Regulación sencilla de velocidad.
- Fácil protección contra sobrecargas.

Entre sus desventajas se encuentran:

- Limpieza: en la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de ubicación de la máquina. En la práctica, hay muy pocas maquinas hidráulicas en las que se extremen las medidas de limpieza.
- Alta presión: exige un buen mantenimiento.
- Problemas mecánicos y de pérdidas de fluido.
- Anomalías debido a la compresibilidad del aceite y a la elasticidad del sistema.



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

