

# VALVULAS DE SOLENOIDE

Introducción .....	82	Ciclo de Calefacción .....	89
¿Qué es una Válvula de Solenoide? .....	82	Ciclo de Enfriamiento .....	90
Principio de Operación .....	83	Aplicación de las Válvulas de Solenoide .....	90
Tipos de Válvulas de Solenoide .....	83	Prevención de Inundación .....	90
Acción Directa .....	83	Control de Vacío .....	91
Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD) .....	83	Descarga de Gas Caliente .....	91
Operadas por Piloto .....	84	Control de Nivel de Líquido .....	91
Diferencial Mínimo de Presión de Apertura (Min OPD) .....	85	Válvulas de Solenoide para Succión .....	92
Válvulas de Dos Vías .....	85	Válvulas de Solenoide para Descarga .....	92
Válvulas de Tres Vías (Desviadoras) .....	87	Selección de Válvulas de Solenoide .....	92
Válvulas de Cuatro Vías .....	89	Ejemplos de Selección .....	93
		Instalación .....	94
		Sugerencias de Servicio .....	95

## Introducción

En la mayoría de las aplicaciones de refrigeración es necesario abrir o detener el flujo, en un circuito de refrigerante, para poder controlar automáticamente el flujo de fluidos en el sistema. Para este propósito, generalmente se utiliza una válvula de solenoide operada eléctricamente. Su función básica es la misma que una válvula de paso operada manualmente; pero, siendo accionada eléctricamente, se puede instalar en lugares remotos y puede ser controlada convenientemente por interruptores eléctricos simples. Las válvulas de solenoide pueden ser operadas por interruptores termostáticos, de flotador, de baja presión, de alta presión, por reloj, o cualquier otro dispositivo que abra o cierre un circuito eléctrico, siendo el interruptor termostático el dispositivo más común utilizado en sistemas de refrigeración.

## ¿Qué es una Válvula de Solenoide?

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. A diferencia de las válvulas motorizadas, las cuales son diseñadas para operar en posición moduladora, la válvula de solenoide no regula el flujo aunque puede estar siempre completamente abierta o completamente cerrada. La válvula de solenoide puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

La válvula de solenoide es una válvula que se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa.

Una válvula de solenoide consiste de dos partes accionantes distintas, pero integrales: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula.

Un electroimán es un imán en el cual las líneas de fuerza son producidas por una corriente eléctrica. Este tipo de imanes es importante para el diseño de controles automáticos, porque el campo magnético puede ser creado o eliminado al activar o desactivar una corriente eléctrica.

El término "solenoide" no se refiere a la válvula misma, sino a la bobina montada sobre la válvula, con frecuencia llamada "el operador". La palabra "solenoide" se deriva de las palabras griegas "solen", que significa canal, y "oide" que significa forma. La bobina proporciona un canal, en el cual se crea una fuerte fuerza magnética al energizar la bobina.

El solenoide es una forma simple de electroimán que consiste de una bobina de alambre de cobre aislado, o de otro conductor apropiado, el cual está enrollado en espiral alrededor de la superficie de un cuerpo cilíndrico, generalmente de sección transversal circular (carrete). Cuando se envía corriente eléctrica a través de estos devanados, actúan como electroimán, tal como se ilustra en la figura 7.1. El campo magnético que se crea, es la fuerza motriz para abrir la válvula. Este campo atrae materiales magnéticos, tales como el hierro y muchas de sus aleaciones. Dentro del núcleo va un émbolo móvil de acero magnético, el cual es jalado hacia el centro al ser energizada la bobina.

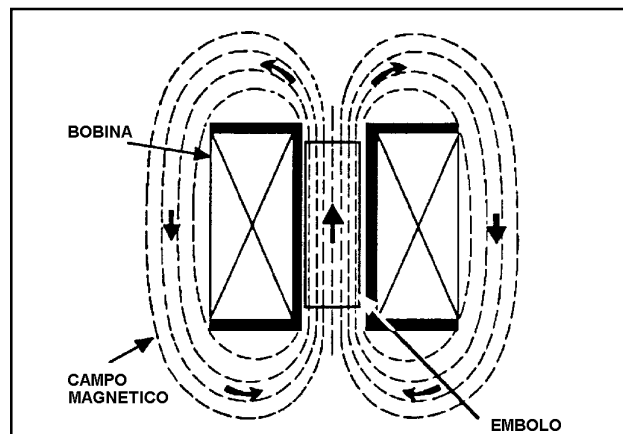


Figura 7.1 - Solenoide energizado.

El cuerpo de la válvula contiene un orificio (puerto), a través del cual fluye el líquido cuando está abierta. La aguja o vástago que abre y cierra el puerto de la válvula, se une directamente a la parte baja del émbolo, en el otro extremo. El vástago o aguja tiene una superficie sellante (asiento). De esta forma, se puede abrir o detener el flujo al energizar o desenergizar la bobina solenoide. Este principio magnético, constituye la base para el diseño de todas las válvulas solenoide.

### Principio de Operación

En la figura 7.2 pueden apreciarse las partes principales ya integradas de una válvula de solenoide típica. La aguja de la válvula está unida mecánicamente a la parte inferior del émbolo. En esta válvula en particular, cuando se energiza la bobina, el émbolo es levantado hacia el centro de la bobina, levantando la aguja del orificio donde está sentada, permitiendo así el flujo. Cuando se desenergiza la bobina, el peso del émbolo hace que caiga por gravedad y cierre el orificio, deteniendo el flujo. En algunos tipos de válvulas, un resorte empuja el émbolo para que cierre la válvula; esto permite que la válvula pueda instalarse en otras posiciones diferentes a la vertical.

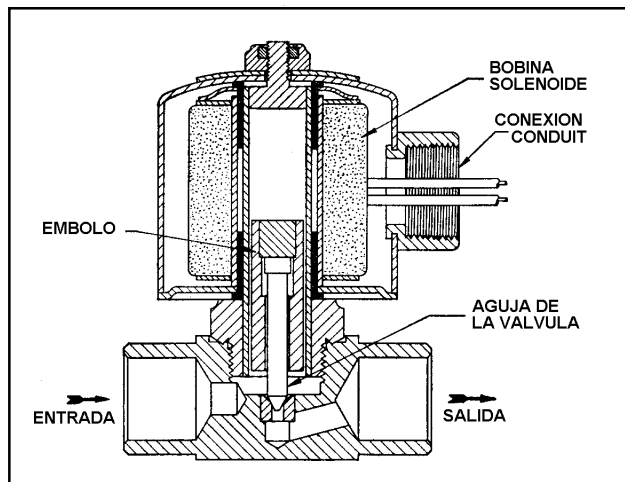


Figura 7.2 -Válvula de solenoide típica de acción directa, normalmente cerrada de dos vías.

### Tipos de Válvulas de Solenoide

Existe una amplia variedad de tipos de válvulas solenoide, los cuales se pueden dividir de acuerdo a su aplicación, su construcción y su forma. Entre los fabricantes de válvulas no existe un consenso para diferenciar los tipos por orden de importancia. Aunque recientemente, la práctica más generalizada es dividirlos primeramente, de acuerdo a su aplicación; es decir, a la capacidad del sistema donde va a ser instalada la válvula. Con base en esto, las válvulas solenoide pueden dividirse de manera general, en dos tipos: 1) De acción directa, y 2) Operadas por piloto.

También por su construcción, las válvulas solenoide pueden ser: 1) Normalmente cerradas, 2) Normalmente abiertas y 3) De acción múltiple.

Por su forma, hay tres tipos de válvulas solenoide de uso común: 1) de dos vías, 2) de tres vías y 3) de cuatro vías o reversibles.

Puede haber válvulas solenoide con combinaciones de los tipos mencionados arriba. Por ejemplo, hay válvulas operadas por piloto normalmente abiertas y también normalmente cerradas. La válvula que se muestra en la figura 7.2, es una válvula de acción directa, de dos vías, normalmente cerrada.

A continuación, se describe ampliamente cada tipo de válvula y sus aplicaciones respectivas.

### Acción Directa

El solenoide de acción directa, se utiliza en válvulas con baja capacidad y puertos de tamaño pequeño. El émbolo está conectado mecánicamente a la aguja de la válvula. Al energizar la bobina, el émbolo se eleva hacia el centro de la misma, levantando la aguja. Puesto que para operar, este tipo de válvula depende únicamente de la potencia del solenoide, para un diferencial de presión determinado, el tamaño de su puerto está limitado por el tamaño del solenoide. No se utiliza en sistemas de grandes capacidades, porque se requeriría una bobina de gran tamaño para contra-actuar el gran diferencial de presión. La bobina requerida sería grande, costosa y no sería factible para circuitos de muy grande capacidad.

Este tipo de válvula opera desde una presión diferencial de cero, hasta su Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD por sus siglas en inglés), independientemente de la presión en la línea. Para mantenerla abierta, no se requiere caída de presión a través de la válvula.

Las siguientes fuerzas actúan sobre una válvula de solenoide para mantenerla cerrada o abierta y fluyendo.

Cuando está cerrada:

- La presión interna empuja al émbolo hacia abajo al orificio.
- La gravedad jala al émbolo hacia abajo al orificio. En algunas válvulas, la presión de un resorte también ayuda a mantenerlas cerradas.
- La diferencia entre la presión alta en la entrada y baja en la salida, mantiene al émbolo sobre el orificio.

**Nota:** Mientras más grande es el diferencial de presión entre la entrada y la salida, más difícil es abrir la válvula.

Cuando está abierta:

- El flujo interno que pasa a través del orificio, ayuda a mantener al émbolo abierto.
- La atracción magnética sostiene arriba al émbolo.

### Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD)

Mientras más grande sea la presión interna, o mientras más grande sea la diferencia entre las presiones de entrada y salida, más firme se mantiene el émbolo sobre el orificio. Mientras más grande el orificio, más grande es el área afectada por el diferencial de presión, manteniendo

do cerrado al émbolo. Por lo tanto, un orificio pequeño con bajo diferencial de presión, es fácil de abrir magnéticamente. Si aumenta el tamaño del orificio o el diferencial de presión, más difícil se vuelve para jalar al émbolo. Si tanto el área del émbolo, como el diferencial de presión son grandes, es posible que se exceda la capacidad del imán para jalar al émbolo y abrir o cerrar el orificio de la válvula. Cuando esta capacidad del imán es vencida por las fuerzas que mantienen abajo al émbolo, se dice que se ha excedido el MOPD.

Cuando el MOPD es bajo (el área del orificio es chica y la diferencia entre las presiones de entrada y salida es pequeña), la bobina solenoide no requiere de mucho esfuerzo para levantar al émbolo. Al hacerse más grande el orificio y más grande la caída de presión, se requiere una bobina magnética de mayor tamaño, para crear la fuerza magnética que se requiere para accionar el émbolo.

El MOPD se determina por qué tanta atracción magnética se requiere para contrarrestar la fuerza que mantiene abajo el émbolo. Cuando el diferencial de presión está por abajo de la clasificación de MOPD, la válvula de solenoide abrirá o cerrará rápida y fácilmente al ser energizada. Cuando se exceda el MOPD, la válvula no abrirá o cerrará al ser energizada, y podrá sobrecalentarse ocasionando riesgos de peligro, a menos que sea desenergizada rápidamente.

La válvula de acción directa se usa solamente en circuitos de pequeña capacidad. Para grandes capacidades se utilizan válvulas de solenoide operadas por piloto.

## Operadas por Piloto

Las válvulas de solenoide operadas por piloto, utilizan una combinación de la bobina solenoide y la presión de la línea. En estas válvulas, el émbolo está unido a un vástago de

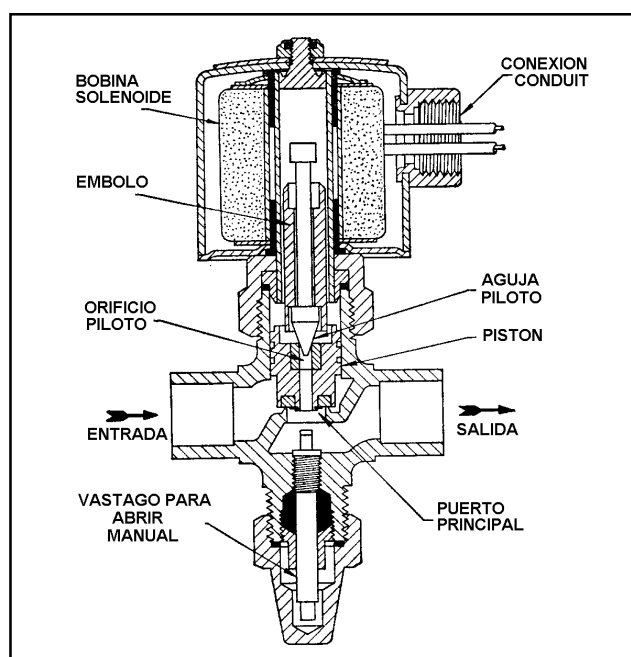


Figura 7.3 - Válvula de solenoide operada por piloto, normalmente cerrada, de dos vías con pistón flotante.

aguja que cubre un orificio piloto en lugar del puerto principal, tal como se ilustra en la figura 7.3. La presión de la línea mantiene cerrado un pistón flotante o independiente contra el puerto principal, aunque en algunos modelos de válvulas puede ser un diafragma. Hay tres tipos básicos de válvulas operadas por piloto; de pistón flotante, de diafragma flotante y de diafragma capturado.

Cuando la bobina es energizada, el émbolo es accionado hacia el centro de la bobina, abriendo el orificio piloto. Cuando este orificio se abre, la presión atrapada arriba del pistón se libera a través del orificio piloto, creando así un desbalance de presión a través del pistón; la presión abajo ahora es mayor que la presión arriba, forzándolo a subir y abrir el puerto principal. Cuando se desenergiza la bobina solenoide, el émbolo cae y la aguja cierra el orificio piloto, luego, las presiones de arriba y abajo del pistón se igualan nuevamente, y el pistón cae cerrando el puerto principal. En algunos diseños de válvulas de solenoide operadas por piloto, se usa un diafragma en lugar de pistón, para cerrar el puerto principal, tal como se muestra en la figura 7.4. Ordinariamente, en válvulas de tamaño mediano, el orificio piloto se localiza encima del pistón o del diafragma. En válvulas grandes, donde es mayor el movimiento del pistón o diafragma, con frecuencia es necesario ubicar el

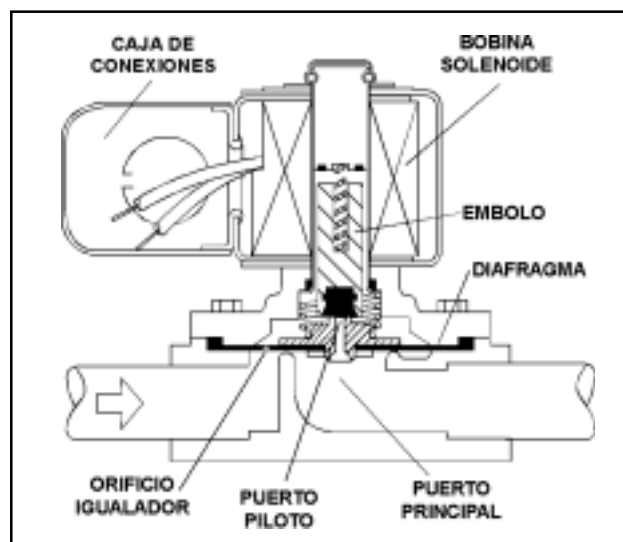


Figura 7.4 - Válvula de solenoide de dos vías, normalmente cerrada, operada por piloto con diafragma flotante.

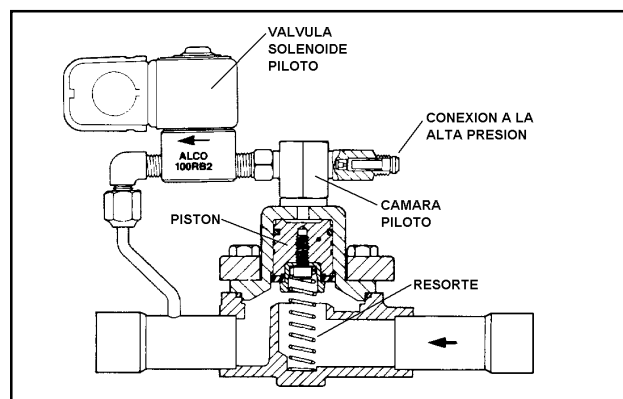


Figura 7.5 - Válvula de solenoide operada por piloto.

orificio piloto en un punto remoto del pistón o diafragma, por cuestión de diseño práctico, como la mostrada en la figura 7.5.

Cuando la solenoide piloto está desenergizada, se acumula la presión alta en la cámara piloto, forzando a que cierre el pistón. Cuando se energiza la solenoide piloto, como se muestra en la figura 7.5, se libera la presión de la cámara piloto y el resorte levanta el pistón del asiento, abriendo la válvula.

Las válvulas de solenoide operadas por piloto, requieren un diferencial mínimo de presión de apertura entre la entrada y la salida (aproximadamente 0.5 psi o más), para abrir el puerto principal y mantener al pistón o al diafragma en posición abierta.

### Diferencial Mínimo de Presión de Apertura (MinOPD)

Tal como se explicó anteriormente, la válvula de solenoide de acción directa no debe exceder su MOPD, o no abrirá al ser energizada. Si el diferencial de presión es muy grande, o los orificios son de diámetro grande, se necesitaría una bobina demasiado grande y costosa para contrarrestar el MOPD. Por lo tanto, la válvula operada por piloto se usa en tamaños grandes. La idea principal es abrir el orificio piloto con tan poco esfuerzo como sea posible. Sin embargo, se requiere una cierta cantidad de diferencial de presión para levantar al pistón o diafragma del puerto principal, después que el orificio piloto ha permitido que se igualen las presiones de entrada y salida. Esta pequeña cantidad de presión requerida se conoce como el Mínimo Diferencial de Presión de Apertura (Min OPD).

Una válvula de solenoide operada por piloto, requiere de un Min OPD para levantar al pistón o diafragma del puerto principal. Las solenoides de acción directa no lo requieren, pero ambas tienen que evitar exceder su MOPD para que haya un flujo adecuado.

Aunque se pueden encontrar ciertas variantes mecánicas en su construcción, los principios básicos de operación anteriores, aplican a todas las válvulas de solenoide de refrigeración. Algunos ejemplos de estas variantes son:

1. Émbolos de carrera corta, los cuales están rígidamente conectados a la aguja (éstos siempre serán del tipo de "acción directa").
2. Émbolos de carrera larga, los cuales durante la apertura imparten un "golpe de martillo" a la válvula.
3. Construcción interconectada mecánicamente de pistón a émbolo, la cual se usa donde no hay disponible diferencial de presión para flotar el pistón. Esta construcción, permite que una válvula de solenoide grande abra y permanezca en posición abierta, con una mínima caída de presión a través de la válvula. Se usa principalmente para trabajos en líneas de succión.
4. Válvulas operadas por piloto y cargadas con resorte, utilizadas en puertos de diámetros grandes.
5. Válvulas de paso para condensador con la fuerza de la presión, las cuales utilizan una conexión piloto de alta presión. Estas válvulas se describen con mayor detalle en el tema "Aplicación de válvulas de solenoide".

Las válvulas de solenoide que tienen un émbolo cargado con resorte, pueden instalarse y operarse en cualquier posición. En la actualidad, la mayoría de las válvulas de solenoide para refrigeración son de este tipo.

### Válvulas de Dos Vías

Hasta ahora, hemos explicado de manera general cómo opera una válvula de solenoide. En seguida, discutiremos los diferentes tipos de válvulas y sus aplicaciones respectivas. Los tres tipos principales de válvulas son: de dos vías, de tres vías y de cuatro vías.

La válvula de dos vías es el tipo de válvula de solenoide más común, tiene una conexión de entrada y una de salida, y controla el flujo del fluido en una sola línea. Puede ser de acción directa u operada por piloto, dependiendo de la capacidad del sistema. Cada una de éstas puede ser "normalmente cerrada" o "normalmente abierta".

En la figura 7.6, se muestra una válvula de dos vías de acción directa, normalmente cerrada. Cuando la bobina está desenergizada, el peso del émbolo y la acción del resorte mantienen cerrada la válvula. Cuando se energiza la bobina, se forma el campo magnético, el cual atrae al émbolo hacia el centro y la aguja se levanta del asiento, abriendo el orificio del puerto y permitiendo el flujo a través de la válvula. Cuando nuevamente se desenergiza la bobina, la fuerza que retiene al émbolo es liberada, haciéndolo que caiga por su propio peso y por la acción del resorte, cubriendo el orificio del puerto y deteniendo el flujo a través de la válvula.

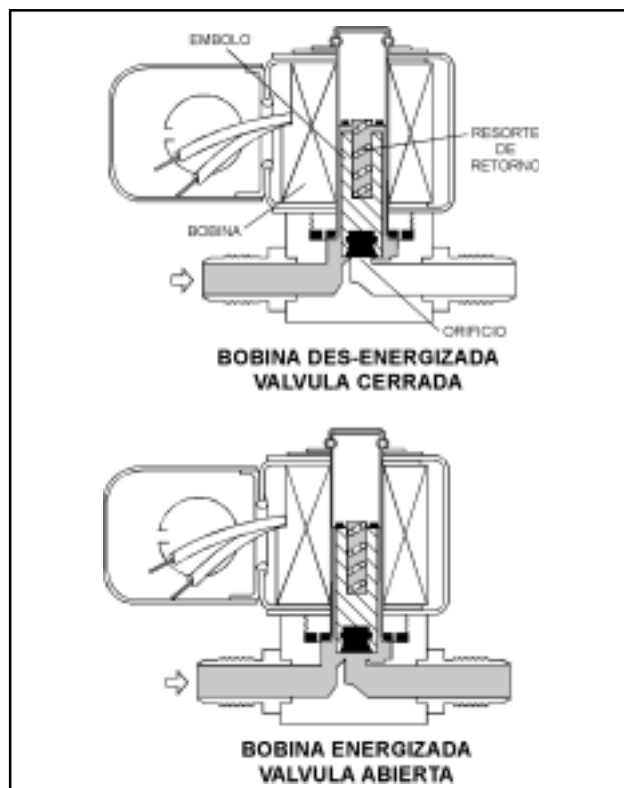


Figura 7.6 - Válvula de solenoide de dos vías, de acción directa, normalmente cerrada.

Las válvulas de solenoide de dos vías operadas por piloto y normalmente cerradas, como la que se muestra en la figura 7.7, operan de la siguiente manera: estas válvulas tienen un orificio igualador que comunica la presión de la entrada con la parte superior del diafragma (o pistón), empujándolo contra el asiento y manteniendo de esta manera cerrada la válvula. El orificio piloto es más grande que el orificio igualador. Cuando se energiza la bobina, el émbolo es atraído por el campo magnético y levanta la aguja del orificio piloto. La presión arriba del diafragma se reduce y se iguala con la de salida. El diferencial de presión resultante a través del diafragma, crea una fuerza que lo levanta del puerto principal haciendo que se abra la válvula. Al desenergizar la bobina se cierra el orificio piloto, y la presión de entrada se va por el orificio igualador e iguala las presiones, arriba y abajo del diafragma, permitiéndole que se vuelva a sentar y cierre la válvula.

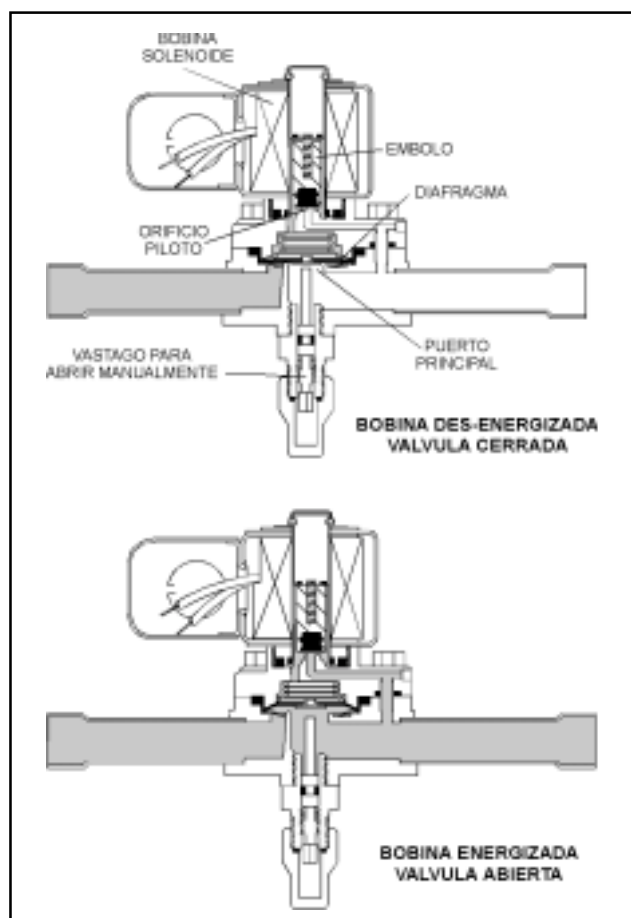


Figura 7.7 - Válvula de solenoide de dos vías operada por piloto, normalmente cerrada, con diafragma flotante.

Aunque las válvulas normalmente cerradas son las que más se usan, también se fabrican válvulas de dos vías "normalmente abiertas", tanto de acción directa como operadas por piloto. En este tipo de válvulas, la secuencia es a la inversa de las normalmente cerradas.

En las válvulas de dos vías, de acción directa normalmente abiertas, como la que se muestra en la figura 7.8, cuando la bobina está desenergizada, el puerto principal está

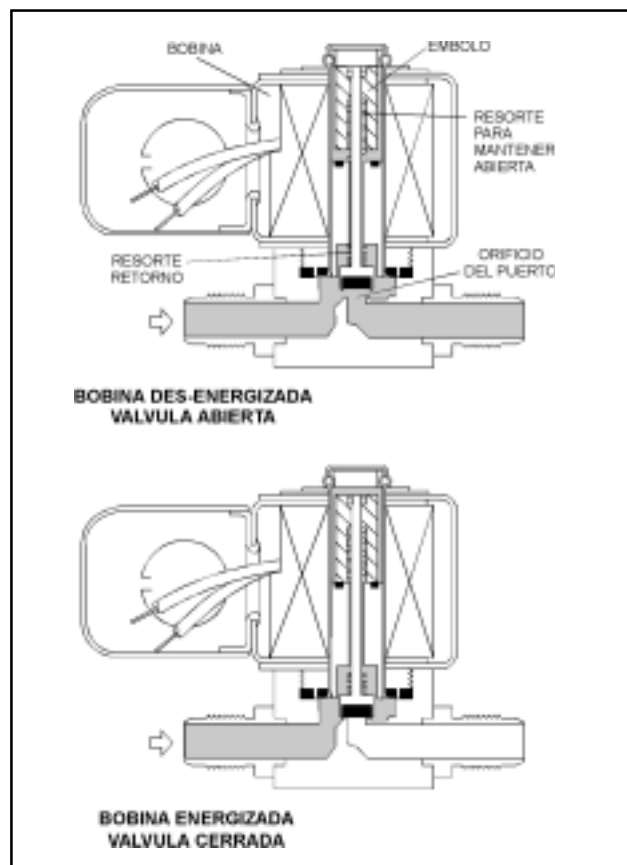


Figura 7.8 - Válvula de solenoide de dos vías, de acción directa, normalmente abierta.

abierto, ya que el émbolo está liberado de la fuerza de la bobina solenoide y está siendo levantado del asiento, lo que permite el flujo a través de la válvula. Cuando la solenoide se energiza, atrae al émbolo hacia el centro de la bobina y cubre el puerto principal, deteniendo el flujo a través de la válvula. Este tipo de válvulas es para aplicaciones donde se requiere que la válvula permanezca abierta la mayor parte del tiempo, o donde se requiere que la válvula abra en caso de una falla eléctrica. Además de ahorrar energía, dichas válvulas son a prueba de falla durante los "apagones", permaneciendo en la posición abierta.

En la figura 7.9, se muestra una válvula de solenoide de dos vías operada por piloto y normalmente abierta. Cuando la bobina está desenergizada, libera la fuerza sobre el émbolo y el orificio piloto permanece abierto. Al reducirse la presión del sistema sobre la parte superior del diafragma, la presión total del sistema actúa sobre el lado opuesto del diafragma para levantarlo del puerto principal, permitiendo así un flujo completo a través de la válvula. Cuando el solenoide es energizado, atrae el émbolo hacia el centro de la bobina y la aguja cubre el orificio piloto. Entonces se acumula la presión del sistema sobre el diafragma, a través del orificio igualador, forzando al diafragma hacia abajo, hasta que cubre el puerto principal y detiene el flujo a través de la válvula.



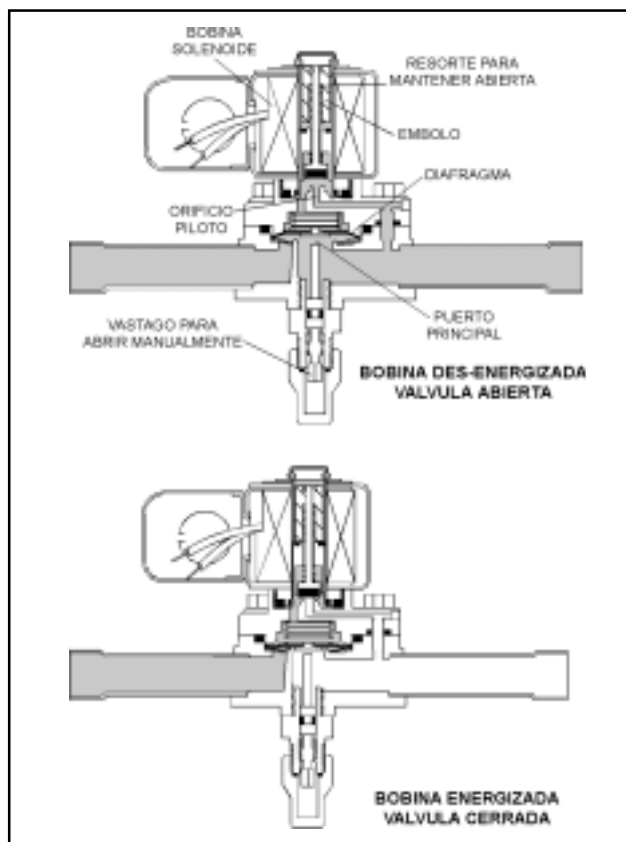


Figura 7.9 - Válvula de solenoide de dos vías, operada por piloto, normalmente abierta, con diafragma flotante.

### Válvulas de Tres Vías (Desviadoras)

Las válvulas de tres vías, tienen una conexión de entrada que es común a dos diferentes conexiones de salida, como la que se muestra en la figura 7.10. Las válvulas de tres vías son, básicamente, una combinación de la válvula de dos vías normalmente cerrada y de la válvula de dos vías normalmente abierta, en un solo cuerpo y con una sola bobina. La mayoría son del tipo "operadas por piloto". Estas válvulas controlan el flujo de refrigerante en dos líneas diferentes. Se usan principalmente en unidades de refrigeración comercial y en aire acondicionado, para



Figura 7.10 - Válvula de solenoide de tres vías típica.

recuperación de calor, para reducción de capacidad en los compresores y para deshielo con gas caliente, ya que están diseñadas para cumplir con los requerimientos en altas temperaturas y presiones que existen en el gas de descarga del compresor.

**Recuperación de Calor.-** Las válvulas de solenoide utilizadas para recuperación de calor, están diseñadas, específicamente, para desviar el gas de descarga a un condensador auxiliar. Se instalan conectando la entrada común a la descarga del compresor. Las dos salidas van conectadas una al condensador normal, y la otra, al condensador auxiliar, como se muestra en las figuras 7.11 y 12. Como es una válvula operada por piloto, depende de la presión del gas refrigerante para deslizar el ensamble del pistón, y su operación, está gobernada por la posición del émbolo.

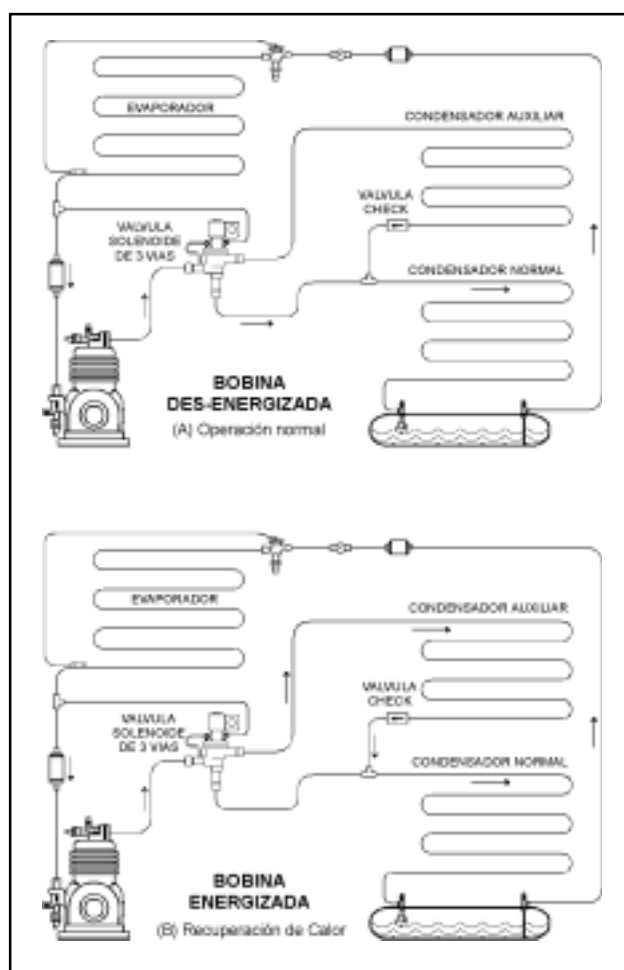


Figura 7.11 - Sistema de recuperación de calor, condensadores en serie.

Cuando la bobina solenoide es desenergizada (figuras 7.11A y 7.12A), la válvula opera de manera normal y el refrigerante es enviado al condensador normal. En la parte superior del ensamble del pistón, se tiene la presión de succión del compresor, la cual llega a través de la conexión piloto externa. La parte inferior está expuesta directamente a la presión de descarga, a través de la conexión de entrada. Esta diferencia de presiones sobre ambos lados

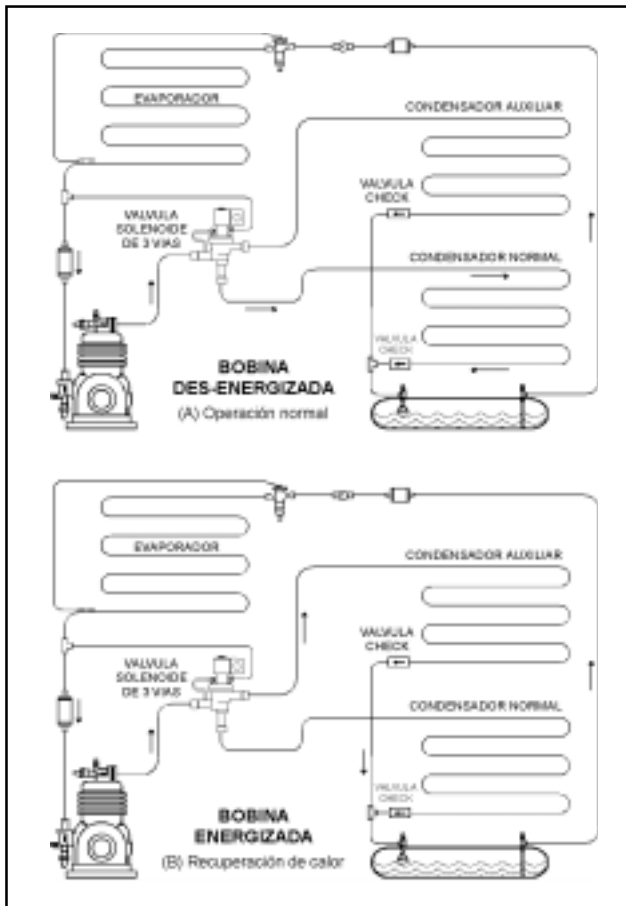


Figura 7.12 - Sistema de recuperación de calor, condensadores en paralelo.

del pistón lo desliza hacia arriba, cerrando el puerto hacia el condensador auxiliar, y abriendo el puerto hacia el condensador normal.

Para desviar el gas hacia el condensador auxiliar, se energiza la bobina, con lo cual se levanta la aguja y se abre el orificio piloto (figuras 7.11B y 7.12B). De esta manera, se permite que el gas de descarga pase por el tubo capilar de  $\frac{1}{4}$ ", hacia la parte superior del ensamble del pistón. Teniendo la misma presión arriba y abajo del pistón, un resorte arriba del pistón es el que ejerce la fuerza para deslizarlo hacia abajo. Así, se cierra el puerto hacia el condensador normal y se abre el puerto hacia el condensador auxiliar.

**Reducción de Capacidad del Compresor.-** Comúnmente, la reducción de capacidad de un compresor, se lleva a cabo descargando el gas de los cilindros, durante los períodos de baja demanda, y desviándolo hacia la succión. Cuando están desenergizadas, el gas de descarga del compresor sigue su ciclo normal hacia el condensador. Cuando se energiza la bobina, el gas de la descarga es entonces desviado al lado de baja del sistema, reduciendo la capacidad. También, el gas de la descarga puede utilizarse para el deshielo del evaporador.

Las válvulas de solenoide de tres vías que se utilizan para descargar los cilindros, como la que se muestra en la

figura 7.13, generalmente son pequeñas, y se diseñan para montarse directamente sobre la cabeza del compresor.

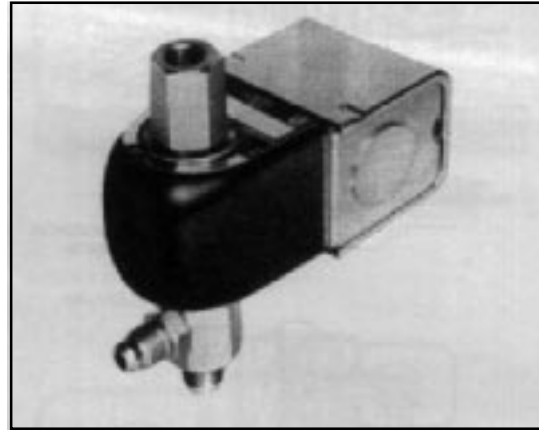


Figura 7.13 - Válvula de solenoide de tres vías pequeña.

**Deshielo con Gas Caliente.-** En la figura 7.14 se muestra una válvula de tres vías como se usaría en un supermercado, en una aplicación para deshielo por gas caliente. En esta aplicación, la válvula se usa para admitir gas caliente hacia las líneas de succión. Cuando está desenergizada la bobina (A), el émbolo está cerrando el orificio piloto y está cerrada la línea piloto, permitiendo que se iguale la presión a través del pistón. La presión de descarga mantiene cerrado el puerto superior, y el flujo es del evaporador a la succión del compresor. Esta es la posición en que el sistema opera normalmente.

Cuando está energizada la bobina (B), se abre el puerto piloto y entra la presión de descarga a través de la línea piloto, creando un desbalance de presión suficiente para

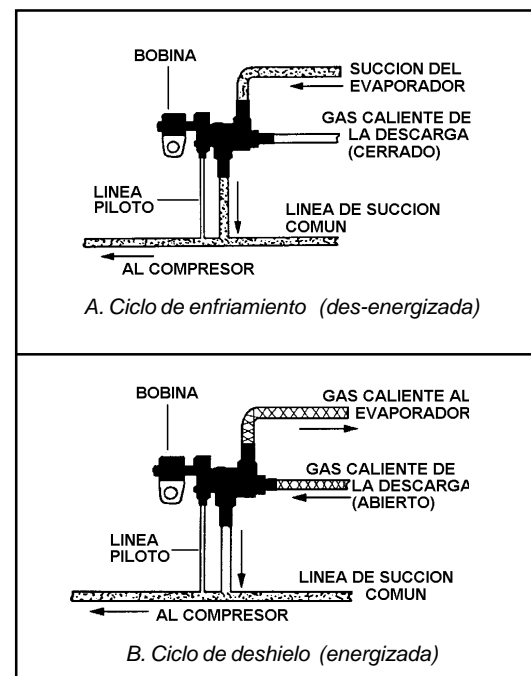


Figura 7.14 - Válvula de solenoide de tres vías para deshielo por gas caliente.

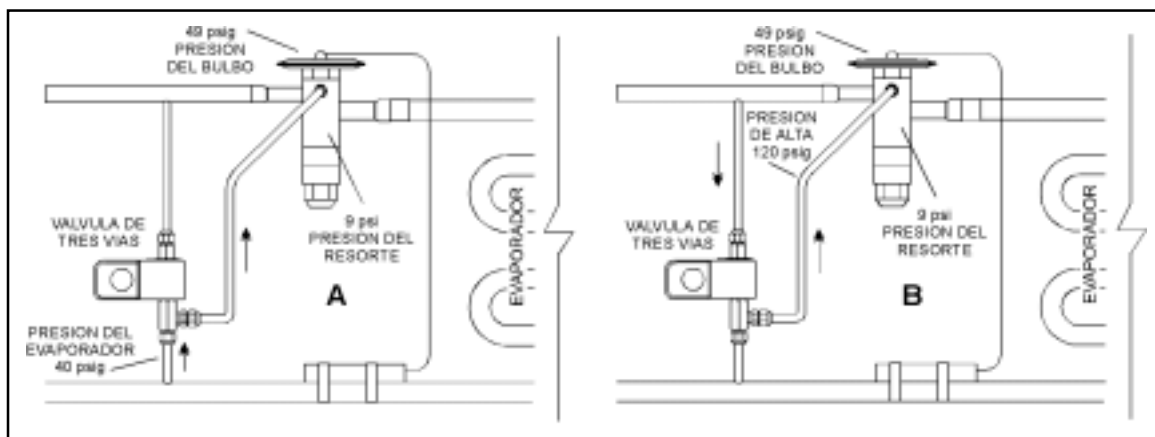


Figura 7.15 - Válvula de solenoide de tres vías utilizada para mantener la VTE herméticamente cerrada durante los ciclos de paro del compresor.

mover el pistón, cerrando el flujo del evaporador a la succión y desviando la carga hacia el evaporador. Entonces, el gas de alta presión fluye de la línea de descarga hacia el evaporador, aumentando la temperatura y presión dentro del evaporador y deshielando el serpentín.

Una válvula de solenoide de tres vías, como la que se muestra en la figura 7.15, se usa para mantener la válvula de termo expansión herméticamente cerrada, durante los ciclos de paro. Cuando el compresor está trabajando (A), la válvula de solenoide está energizada, el émbolo es accionado hacia arriba, cerrando el puerto que conecta a la alta presión. La presión de la línea de succión es transmitida a la válvula de termoexpansión, a través del tubo igualador. Cuando el compresor se detiene (B), la válvula de solenoide se desenergiza, el émbolo cae y cierra el puerto conectado a la línea de succión. El refrigerante de alta presión entra a la válvula de solenoide y pasa hacia la válvula de termoexpansión a través del tubo igualador, forzando el diafragma a subir, para así mantener cerrada la válvula de termoexpansión durante los ciclos de paro.

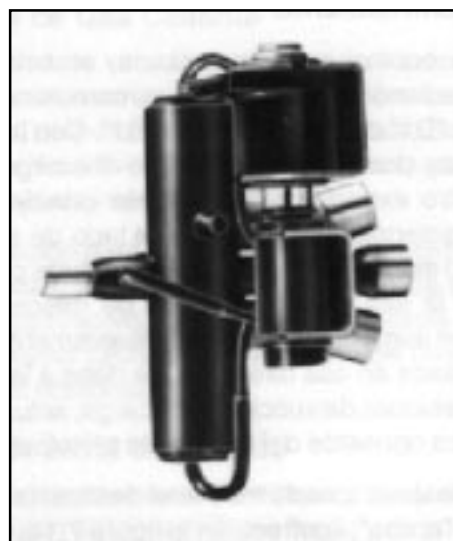


Figura 7.16 - Válvula de solenoide de cuatro vías típica.

## Válvulas de Cuatro Vías

Las válvulas de solenoide de cuatro vías como la que se muestra en la figura 7.16, se conocen comúnmente como válvulas reversibles. Su uso es casi exclusivamente en bombas de calor, para seleccionar ya sea el ciclo de enfriamiento o el de calefacción, dependiendo del requerimiento. Estas válvulas tienen tres salidas y una entrada común.

Una bomba de calor es un equipo central acondicionador de aire, con ciclo reversible. En el verano, el refrigerante absorbe calor del interior de la casa y lo expulsa al exterior. En el invierno, el ciclo se invierte, el refrigerante absorbe calor del exterior y lo libera dentro de la casa. El condensador y el evaporador son obligados a intercambiar funciones, invirtiendo el flujo de refrigerante, y la válvula de cuatro vías es la que se encarga de esto.

La operación de una válvula de solenoide de cuatro vías en una bomba de calor, se explica en los diagramas esquemáticos mostrados en las figuras 7.17 y 7.18.

## Ciclo de Calefacción

En la figura 7.17, el sistema está en el ciclo de calefacción, con el gas de descarga fluyendo a través de los puertos de la válvula reversible "D" a "2", haciendo que el serpentín interior funcione como condensador. El gas de succión fluye del serpentín exterior (evaporador), a través de los puertos de la válvula reversible "1" a "S", y de regreso al compresor.

Con la válvula de solenoide piloto desenergizada, el pistón deslizante está posicionado, de tal forma, que conecta los puertos "D1" con "B", y "A" con "S1". Cuando el piloto está desenergizado, el gas de descarga de alta presión se acumula sobre la parte superior del deslizante principal. El otro extremo del deslizante principal, está aislado de la alta presión mediante un sello, y expuesto al gas de succión de baja presión. Así, la fuerza desbalanceada debida a la diferencia entre las presiones de descarga y succión, actuando sobre el área total del deslizante principal, mantiene a éste último en la posición "abajo", como se muestra en la figura 7.17.



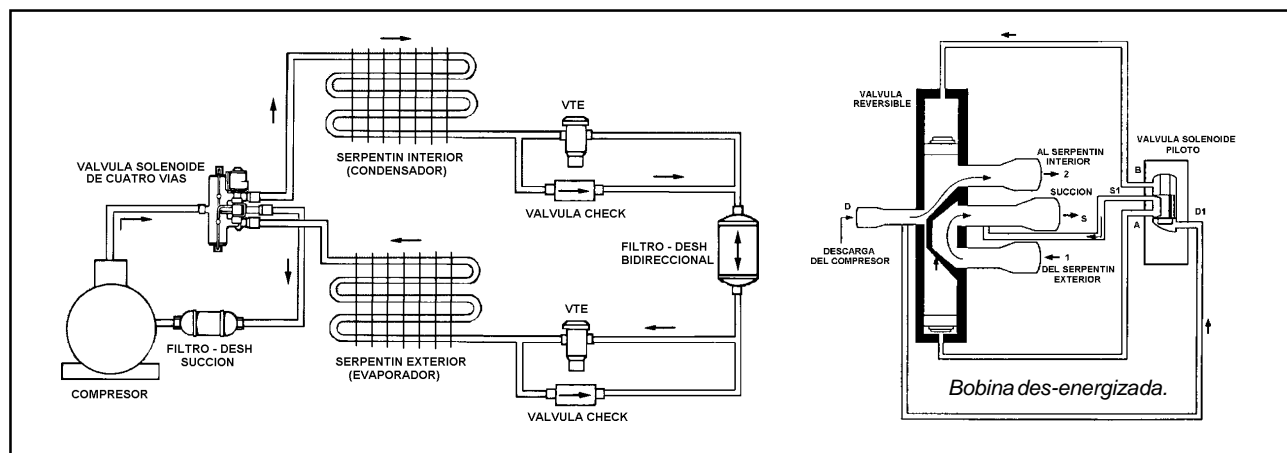


Figura 7.17 - Ciclo de calefacción.

## Ciclo de Enfriamiento

Cuando la bobina está energizada, el émbolo de la válvula de solenoide piloto se eleva, comunicando ahora los puertos "D1" con "A", y "B" con "S1". Con la solenoide piloto en esta posición, la presión de descarga impuesta sobre el otro extremo del deslizante principal, fluirá a través del solenoide piloto, hacia el lado de succión del sistema. En el extremo inferior del deslizante principal, se acumulará la alta presión del gas de descarga, de tal manera, que aumentará la presión. Nuevamente, la fuerza desbalanceada en esa dirección, se debe a la diferencia entre las presiones de succión y descarga, actuando sobre los extremos opuestos del deslizante principal.

La fuerza desbalanceada mueve el deslizante principal a la posición "arriba", ilustrada en la figura 7.18, y el desbalance de fuerzas a través del área del deslizante principal lo mantiene en esa nueva posición.

El sistema ha cambiado ahora el ciclo de enfriamiento, y el gas de descarga fluye a través de los puertos de la válvula reversible "D" a "1", haciendo que el serpentín exterior funcione como condensador, el gas de succión funcione a través de los puertos "2" a "S", y el serpentín interior es el evaporador.

## Aplicación de las Válvulas de Solenoide

El control automático de flujo de líquidos, tales como refrigerantes, salmuera o agua, depende en muchos casos del uso de válvulas de solenoide. Algunas de las principales aplicaciones en refrigeración de estos útiles dispositivos de control, además de las ya mencionadas, se describen y se ilustran a continuación, bajo los encabezados de "Prevención de Inundación del Compresor", "Control de Vacío (Pump Down)", "Descarga de Gas Caliente", "Control de Nivel de Líquido", "Válvulas de Solenoide para Succión" y "Válvulas de Solenoide Descargadoras".

### Prevención de Inundación del Compresor

Probablemente la aplicación más común en refrigeración de una válvula de solenoide, es su uso como válvula de paso automática en la línea de líquido que alimenta un evaporador (figura 7.19). Aunque las válvulas de termo-expansión son producidas como dispositivos de cierre hermético, no se puede confiar en un cierre positivo, si la superficie de sus asientos están expuestas a polvo, humedad, corrosión o erosión. Además, si el bulbo remoto de una válvula de expansión está instalado en un sitio, donde durante los ciclos de paro puede ser afectado por una temperatura ambiente más alta que la del evaporador, la

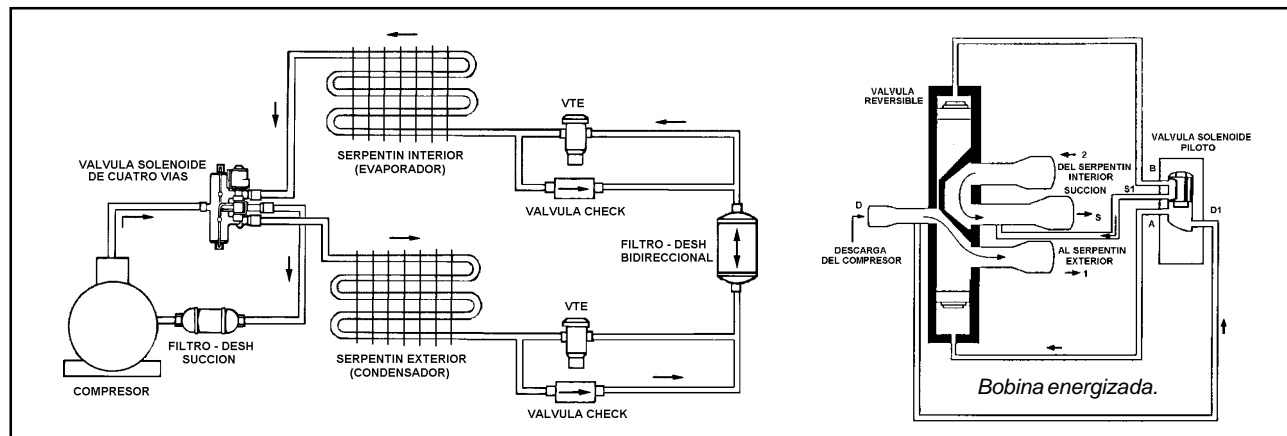


Figura 7.18 - Ciclo de enfriamiento.

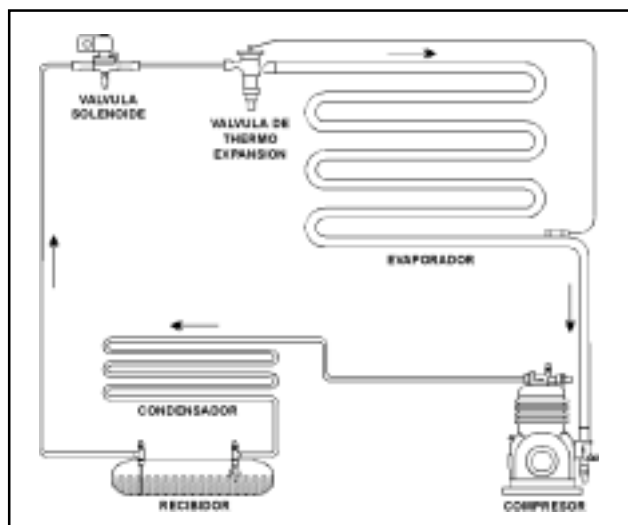


Figura 7.19 - Aplicación típica de una válvula de solenoide para línea de líquido.

válvula puede abrir durante una parte del ciclo de paro y admitir el paso de líquido al evaporador. Una válvula de solenoide en la línea de líquido, conectada para cerrar cada que el compresor pare, evitará dicha fuga.

En sistemas de evaporadores múltiples, se puede utilizar una sola válvula de solenoide en la línea de líquido principal, para evitar la inundación de refrigerante líquido. En esta aplicación, la válvula de solenoide se conecta de la misma manera, para que cierre cuando pare el compresor.

### Control de Vacío (Pump Down)

Una importante variación de la aplicación de la válvula de solenoide para la línea de líquido, es el ciclo de control de vacío, adaptable especialmente para instalaciones de aire acondicionado. El objetivo principal de este sistema de control, es evitar que durante los ciclos de paro, el refrigerante en el evaporador emigre hacia el compresor y diluya

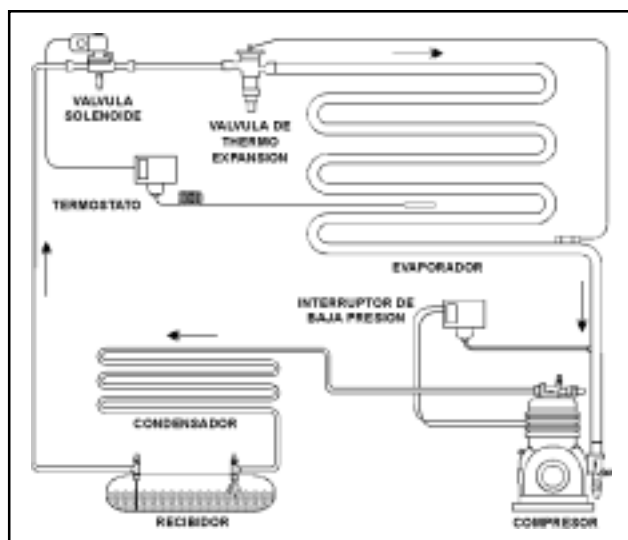


Figura 7.20 - Aplicación de una Válvula de Solenoide para control de vacío (Pump Down).

el aceite en el cárter. El arreglo se hace de tal forma, que la válvula de solenoide esté controlada por un termostato. Cuando el sistema alcanza la temperatura deseada, el termostato manda una señal y la válvula de solenoide cierra, pero el compresor continúa trabajando y de esta manera, remueve casi la totalidad del refrigerante en el evaporador (figura 7.20). Al disminuir la presión, un interruptor de baja presión detiene el compresor, pero este mismo interruptor no lo puede arrancar otra vez. Cuando el termostato reclama más enfriamiento, envía una señal a la válvula de solenoide para que abra, se eleva la presión de succión y el interruptor de baja presión arrancará de nuevo al compresor. Se puede utilizar un relevador para el arrancador del motor. Esto evitará que se acumule un exceso de líquido en el evaporador, entre el tiempo en que la válvula de solenoide abra y el compresor arranque.

### Descarga de Gas Caliente

Si se instala una válvula de solenoide especial para gas caliente, en un desvío alrededor de uno o más cilindros del compresor, proporcionará un control de capacidad para el compresor. La válvula puede ser operada ya sea por un termostato o un interruptor de presión.

Otra aplicación para las válvulas de solenoide en control de capacidad, es el uso de una válvula de tres vías en ciertos compresores. En este caso, la válvula de tres vías es un operador piloto del mecanismo de descarga, integrado en el compresor.

### Control de Nivel de Líquido

Si desean usarse uno o más evaporadores del tipo inundado como un sistema múltiple "seco", se puede colocar una válvula de solenoide para líquido, seguida de una válvula de expansión manual. La línea de líquido conduce a un recipiente o tambor, en el cual el nivel de refrigerante líquido está controlado por un interruptor de flotador, como se muestra en la figura 7.21.

La válvula de solenoide para líquido es accionada por el interruptor del flotador. Cuando el nivel del líquido baja a un nivel predeterminado, el interruptor abre la válvula. Al alcanzarse el nivel deseado, el interruptor cierra la válvula. También se puede obtener la acción inversa.

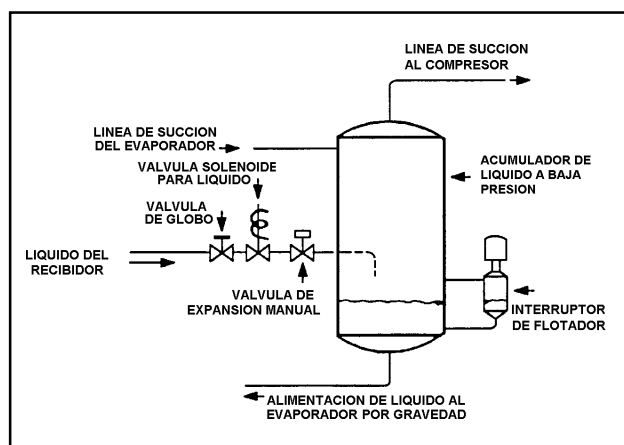


Figura 7.21 - Solenoide para alimentación de líquido.

## Válvulas de Solenoide para Succión

Estas válvulas se usan con frecuencia cuando se requiere un aislamiento completo para el deshielo. También se utilizan para desviar la succión en instalaciones con dos o más unidades en serie, alimentadas por una válvula de termo expansión. Si la diferencia de temperaturas entre dos o más unidades refrigeradas es mayor de 7°C, se utiliza con frecuencia una válvula de solenoide para succión en la salida de la unidad menos fría, para evitar la condensación de refrigerante en la unidad más fría, durante el ciclo de paro.

En un sistema múltiple, a falta de válvula de solenoide para succión en el serpentín inundado menos frío, la operación continua del compresor para enfriar la unidad más fría, puede vaciar la unidad menos fría haciendo que esta última se enfríe de más. Una buena práctica es usar una válvula *check* a la salida de la unidad más fría, para evitar la condensación de refrigerante en este serpentín, cuando la unidad menos fría ha estado operando bajo una carga alta con presión de succión alta.

## Válvulas de Solenoide Descargadoras

Existen muchas instalaciones en donde es necesario arrancar el compresor descargado, a presiones de succión de arranque descomunales altas, a causa del motor que se utiliza, con el consabido alto consumo de energía. Las válvulas de solenoide para descargar compresores, se usan fácilmente en estas aplicaciones, instalándolas en una línea de desvío entre la descarga y la succión del compresor. La válvula se abre automáticamente cuando arranca el compresor, esto corta la carga en el arranque. Cuando el compresor alcanza su velocidad completa, la válvula de solenoide que descarga al compresor cierra y el compresor queda funcionando normalmente. La operación puede hacerse totalmente automática, mediante el uso de un relevador retardador de tiempo para cerrar la válvula, después que el compresor ha llegado a su velocidad máxima. En éste caso, la válvula de solenoide deberá conectarse en el lado de la línea del arrancador del motor, o en paralelo con el relevador de arranque del motor. Se requiere una válvula *check* en la línea de descarga.

## Selección de Válvulas de Solenoide

La selección de una válvula de solenoide para una aplicación de control en particular, requiere la siguiente información:

1. Fluido a controlar (refrigerante).
2. Servicio (líquido, gas de descarga o gas de succión).
3. Capacidad del equipo (en T.R.).
4. Caída de presión permisible. Esto se refiere a que la caída de presión a través de la válvula, esté dentro del rango del MOPD al cual se requiere que abra (las normalmente cerradas) o cierre (las normalmente abiertas).
5. Temperatura del evaporador.
6. Conexión (tamaño y estilo).

7. Características eléctricas (voltaje y hertz).
8. Opciones (presión segura de trabajo SWP, angular o recta, normalmente cerrada o abierta, con o sin vástago manual, etc.).

Las capacidades de las válvulas de solenoide para un servicio normal con refrigerante líquido o gas de succión, están dadas en toneladas de refrigeración a alguna caída de presión nominal y condiciones normales. El catálogo del fabricante proporciona tablas de capacidad extendida, que cubren casi todas las condiciones de operación para los refrigerantes comunes. Se deberán seguir las recomendaciones de selección del fabricante. No seleccione una válvula basándose en el diámetro de la línea, siempre deberá basarse en la capacidad del flujo requerida. Para su operación, las válvulas operadas por piloto requieren una caída de presión mínima entre la entrada y la salida de la válvula, la cual deberá mantenerse todo el tiempo durante la operación. Seleccionar una válvula de mayor tamaño, hará que la operación sea errática, ya sea al abrir o hasta una falla total. Seleccionar una válvula de menor tamaño, dará como resultado una caída de presión excesiva.

La válvula de solenoide seleccionada, deberá tener una clasificación de Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD), igual o mayor, que el diferencial máximo posible contra el cual debe abrir la válvula. El MOPD toma en consideración ambas presiones, la de entrada y la de salida de la válvula. Si una válvula tiene una presión a la entrada de 500 psi (35 kg/cm<sup>2</sup>) y una presión de salida de 250 psi (17.6 kg/cm<sup>2</sup>), y su clasificación de MOPD es de 300 psi (21 kg/cm<sup>2</sup>), ésta sí operará, puesto que la diferencia (500 - 250) es menor de 300. Si la diferencia de presión es mayor que el MOPD, la válvula no abrirá.

Para una operación apropiada y segura, también es importante la consideración de la presión de trabajo seguro (SWP) requerida. No deberá usarse una válvula de solenoide en una aplicación donde la presión es mayor que la SWP.

De acuerdo a normas de los Underwriters' Laboratories (UL), la presión de trabajo seguro (SWP) para las válvulas de solenoide, es de 500 psig (35.5 Bar), y la presión de ruptura es cinco veces la presión de trabajo, es decir, 2,500 psig (163.15 Bar).

Las válvulas de solenoide se diseñan para tipos de líquido y aplicaciones específicas, de tal manera que los materiales de construcción sean compatibles con dichos líquidos y sus aplicaciones. En válvulas de solenoide para uso en amoníaco, se emplean metales ferrosos o acero y aluminio. Para servicio en altas temperaturas o temperaturas extremadamente bajas, se pueden utilizar materiales especiales o intéticos para el asiento. Para líquidos corrosivos se requieren materiales especiales.

Las características eléctricas también requieren de una atención especial. Para asegurar la selección adecuada, es necesario especificar el voltaje y la frecuencia requeridos.

Las válvulas de solenoide deben usarse con las características de corriente correctas, para las cuales fueron

diseñadas. Un sobrevoltaje momentáneo normalmente no es dañino, pero un sobrevoltaje constante de más del 10%, en condiciones desfavorables, puede causar una quemadura de la bobina solenoide. Una baja de voltaje es dañina para las válvulas operadas con corriente alterna, si causan la reducción suficiente en la fuerza de operación, como para evitar que la válvula abra cuando la bobina esté energizada. Esta condición puede causar la quemadura de una bobina de corriente alterna.

A fin de evitar una falla en la válvula por el bajo voltaje, la bobina solenoide no deberá ser energizada por los mismos contactos o en el mismo instante, en que una carga de motor pesado, sea conectado a la línea de abastecimiento eléctrico. La bobina solenoide puede ser energizada antes o después que el motor.

Las válvulas para servicio en Corriente Directa (CD), con frecuencia son de construcción interna diferente que las válvulas para aplicación en la Corriente Alterna (CA); por lo tanto, es importante estudiar cuidadosamente la información del catálogo del fabricante.

### Ejemplos de Selección

**1. Selección de válvula de solenoide para servicio en la línea de líquido, en un sistema de 7.5 toneladas de refrigeración que trabaja con R-22. La temperatura de evaporación es de 4 °C (40 °F). El diámetro de la línea es de 5/8" y se requiere conexión soldable (ODF), con extensiones. La caída de presión a través de la válvula debe ser mínima. Se requiere con vástago manual y para 110 voltios.**

Analizando las tablas de capacidades del catálogo de Valycontrol - Alco, vemos que las válvulas para aplicación en la línea de líquido, son las series 100RB y 200RB. A una caída mínima de presión de (2 psi) en la sección de R-22, la válvula de la serie 100RB sólo permite una capacidad de 1.04 TR, por lo que no nos serviría, y la válvula que se seleccione tiene que ser de la serie 200RB.

De la tabla de capacidades (figura 7.22) en la sección de R-22, y a una caída de presión de 2 psi, la válvula de la

serie 200RB con un puerto de 3/8" de diámetro, dará una capacidad de 8.1 TR. En la tabla de factores de corrección (figura 7.23), podemos ver que el factor de corrección para líquido, a una temperatura de evaporación de 4 °C (40 °F), es 1.0. Multiplicando este factor por la capacidad nominal de la válvula, nos dará la capacidad real a las condiciones del sistema en operación.

Viendo las características de las válvulas de la serie 200RB, en la tabla del catálogo, el modelo con puerto de 3/8" y conexión de 5/8" con extensión soldable, es el 200 RB 6T5, y como debe ser con vástago manual, se le agrega una M al final.

Para obtener la capacidad real a las condiciones normales de operación, tal como vimos en este ejemplo, se multiplica la capacidad nominal de la tabla por el factor de corrección. Si lo hacemos a la inversa, es decir, dividir la capacidad real entre el factor de corrección, obtendremos la capacidad nominal, y con este dato, de la tabla correspondiente seleccionamos el modelo correcto.

**2. Selección de válvula de solenoide para servicio en la línea de succión, para una capacidad de 1.5 TR con una temperatura de evaporación de -29 °C (-20 °F), con R-22 y caída de presión de 2 psi (13.8 kPa). El diámetro de la línea de succión es de 7/8".**

Observando en la tabla de factores de corrección para la línea de succión (figura 7.23), a una temperatura de -20°F, corresponde un factor de 0.46. Dividiendo la capacidad real entre este valor tenemos:

$$\frac{1.5 \text{ TR}}{0.46} = 3.26 \text{ TR a condiciones standard.}$$

De la tabla de capacidades (figura 7.24) para el gas de succión con R-22, una válvula tipo 240RA con puerto de 9/16" de diámetro, proporcionará 3.5 TR de capacidad a una caída de presión de 2 psi. Viendo las características de las válvulas de esta serie en el catálogo, hay tres tamaños de conexiones que se pueden utilizar. Como el diámetro de la línea de succión es de 7/8", seleccionamos el modelo 240 RA 9T7.

200RB		LIQUIDO				
MODELO	DIAM. PUERT	CAIDA DE PRESION A TRAVES DE LA VALVULA (PSI)				
		2	3	4	5	10
200RB	R134a					
	1/8	2.35	2.88	3.32	3.72	5.27
	3/16	3.64	4.45	5.14	5.75	8.12
	1/4	4.3	5.3	6.1	6.8	9.7
	5/16	6.4	7.8	9.0	10.1	14.3
	3/8	7.7	9.4	10.8	12.1	17.2
	R22					
	1/8	2.55	3.12	3.60	4.03	5.70
	3/16	3.94	4.82	5.57	6.23	8.81
	1/4	4.6	5.6	6.5	7.2	10.2
	5/16	6.7	8.2	9.5	10.6	15.0
	3/8	8.1	10.0	11.4	12.8	18.0
	R502					
	1/8	1.70	2.09	2.41	2.69	3.81
	3/16	2.63	3.23	3.72	4.16	5.89
	1/4	3.0	3.7	4.3	4.8	6.7
	5/16	4.4	5.4	6.2	7.0	9.9
	3/8	5.3	6.5	7.5	8.4	11.9

Tabla 7.22 - Parte de la tabla de capacidades para válvulas de solenoide, tomada del catálogo de Valycontrol.

Este modelo es una válvula de solenoide de dos vías con diafragma, normalmente cerrada, y como es operada por piloto, requiere menos de 1 psi de diferencial para operar.

Tiene un MOPD de 300 psi; las bobinas las hay disponibles en varios voltajes para corriente alterna y corriente directa.

Factores de Corrección	Líquido									
	Temp. Evaporador °F	+40	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30	-40
	Multiplique por	1.00	.96	.92	.88	.84	.80	.77	.74	.71
Corrección Línea de Descarga										
	Temp. Evaporador °F	+40	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30	-40
	Multiplique por	1.00	.96	.93	.90	.87	.84	.81	.78	.75
Corrección Línea de Succión										
	Temp. Evaporador °F	+40	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30	-40
	Multiplique por	1.00	.87	.78	.70	.60	.52	.46	.40	.34

Tabla 7.23 - Tabla de factores de corrección, tomada del catálogo de Valycontrol.

240RA		LINEA DE SUCCION									
MODELO	DIAMETR DEL PUERTO	CAIDA DE PRESION A TRAVES DE LA VALVULA (PSI)									
		TONS R22									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
240RA	1/2 9/16 3/4 1-1/4	1.5	2.1	2.5	2.9	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.6
		2.4	3.5	4.2	4.9	5.5	6.0	6.5	6.9	7.3	7.7
		2.9	4.1	5.0	5.8	6.5	7.1	7.6	8.2	8.7	9.1
		5.8	8.2	10.1	11.6	13.0	14.2	15.4	16.4	17.4	18.4
		8.2	11.5	13.9	15.9	17.6	19.1	20.5	21.7	22.8	23.8

Tabla 7.24 - Parte de la tabla de capacidades para válvulas de solenoide, tomada del catálogo de Valycontrol.

## Instalación

Las válvulas de solenoide convencionales, están hechas para instalarse con la bobina en la parte superior y en líneas horizontales solamente. Algunas válvulas de solenoide se hacen para instalarse en líneas verticales o en cualquier posición; estas válvulas generalmente están cargadas con un resorte. Debe respetarse el sentido del flujo indicado por una flecha en el cuerpo de la válvula. También, debe instalarse un filtro adecuado antes de cada válvula de solenoide, para evitar que le lleguen partículas o materias extrañas.

Al instalar una válvula de solenoide con conexiones soldables, no aplique demasiado calor y dirija la flama lejos del cuerpo de la válvula. Permita que se enfríe antes de ensamblar las partes internas, para asegurarse que con el calor no se dañen el material del asiento y los empaques. Durante el proceso de soldadura, se recomienda el uso de trapos o estopas mojadas. Son necesarios para mantener la válvula fría, y para que el cuerpo de la válvula no se deforme. Al ensamblar de nuevo la válvula, asegúrese de no sobreapretar las tuercas.



<b>SUGERENCIAS DE SERVICIO A VALVULAS DE SOLENOIDE</b>		
<b>SINTOMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>LA VALVULA NO ABRE</b>	Válvula ensamblada incorrectamente. Ensamble incorrecto de la bobina y/o de las cubiertas de la bobina.	Ensamble las partes en su posición correcta, asegurándose de que ninguna haya quedado fuera de la válvula ensamblada.
	Movimiento limitado del pistón (armadura) o émbolo. a. Partes corroídas b. Substancias ajenas acumuladas en la válvula. c. Tubo guía abollado o doblado. d. Cuerpo torcido o deformado debido a: 1. Soldadura incorrecta. 2. Excesiva presión con pinzas o tornillo de banco. 3. Torque excesivo o disperejo en los tornillos de la brida. e. Aceite atrapado arriba del pistón.	Limpie las partes afectadas y reemplace las que sean necesarias. Corrija la causa de la corrosión o la fuente de substancias ajenas en el sistema.
	Bobina quemada.	Consulte las instrucciones de servicio respecto a problemas de bobina quemada.
	Cableado incorrecto.	Revise si existen conexiones sueltas o rotas en el circuito eléctrico. Instale un voltímetro y/o amperímetro a las guías de la bobina, revise el voltaje, y las corrientes de entrada y de retención.
	Falla en los contactos de relays o termostatos.	Revise los contactos en los relays y en los termostatos. Limpie o reemplácelos si es necesario.
	El índice del voltaje y la frecuencia de la bobina solenoide, no coincide con el suministro eléctrico. a. Bajo voltaje. b. Alto voltaje. c. Frecuencia incorrecta.	Revise el voltaje y la frecuencia indicados en el ensamble de bobina, para asegurarse que coincida con el suministro eléctrico. De lo contrario adquiera un conjunto de bobina nuevo con el índice de voltaje y frecuencia correctos. a. Localice la causa de la caída de voltaje y corrija. Instale un transformador adecuado con el calibre de cable requerido. b. Un alto voltaje excesivo ocasionará que se quemé la bobina.
	Diferencial de presión de trabajo más alto que la especificación MOPD de la válvula.	Reemplace con una válvula de solenoide nueva que tenga la especificación MOPD correcta.
<b>LA VALVULA NO CIERRA</b>	Válvula demasiado grande, de modo que la caída de presión a través del puerto de la válvula, es menor que el mínimo requerido para mantener abierto el pistón.	Determine la capacidad requerida para las condiciones de operación reales del sistema, e instale una válvula del tamaño adecuado.
	El pistón (armadura) o émbolo restringido debido a: a. Partes corroídas b. Material extraño acumulado en la válvula. c. Tubo guía abollado o doblado. d. Cuerpo torcido o deformado debido a: 1. Soldadura incorrecta. 2. Excesiva presión con pinzas o tornillo de banco. 3. Torque excesivo o disperejo en los tornillos de la brida.	Limpie las partes afectadas y reemplace las que sean necesarias. Corrija la causa de la corrosión o fuente de material extraño en el sistema.
	Vástago de apertura manual manteniendo la válvula en posición abierta.	Con la bobina desenergizada, gire el vástago manual en sentido contrario de las manecillas del reloj (hacia afuera) hasta que se cierre la válvula.
	Corriente de retorno mantiene la bobina energizada, o los contactos del interruptor no cortan el circuito a la bobina solenoide.	Conecte el voltímetro a las terminales de la bobina y revise si hay retroalimentación o circuito cerrado. Corrija los contactos o cables averiados.
<b>LA VALVULA CIERRA PERO EL FLUJO CONTINUA</b>	Presiones invertidas (presión de salida de la válvula mayor que la presión de entrada).	Instale válvula de retención (Check) a la salida de la válvula.
	Substancias ajenas alojadas abajo del asiento.	Limpie todas las partes internas y retire todas las substancias ajenas.
	Material sintético del asiento astillado, quebrado, o deformado.	Reemplace la válvula o las partes afectadas.
	Válvula ensamblada incorrectamente o aplicada a un fluido incorrecto.	Consulte el catálogo del fabricante para determinar si se está utilizando el tipo y diseño de válvula correcto para el fluido que se maneja y su aplicación. Ensamble con las partes adecuadas o reemplácela por la válvula adecuada.
	Voltaje de abastecimiento en la bobina muy bajo (menos del 85% del índice de voltaje de la bobina).	Localice la causa del bajo voltaje y corrija (revise el transformador - calibre del cable - índice de control).
	Suministro de voltaje en la bobina es muy alto (más del 10% por encima del índice de voltaje de la bobina).	Localice la causa del alto voltaje y corrija (instale el transformador adecuado o dele servicio).
	La válvula se localiza en condiciones de	Ventile o aísle el área de las condiciones