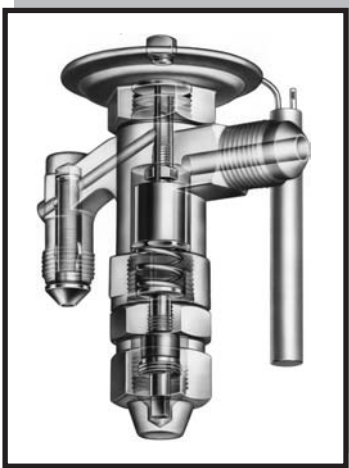




VÁLVULAS DE EXPANSIÓN THERMOSTÁTICA



- Teoría de Operación
- Aplicación
- Selección



10

**Características
Sobresalientes
y
Ventajas
de las
Válvulas
de Expansión
Termostática
Sporlan**

VALVULAS DE EXPANSION TERMOSTATICA

- **CARGAS TERMOSTATICAS SELECTIVAS**
Diseñadas para proveer un óptimo funcionamiento en todas las aplicaciones: Aire acondicionado y bombas de calor, refrigeración de mediana y baja temperatura.
- **DISEÑO DEL ELEMENTO TERMOSTATICO**
Diafragma de acero inoxidable de probada duración y elemento soldado.
- **DISEÑO DEL DIAFRAGMA**
Diafragma plano de gran área permite un control preciso.
- **ELEMENTOS TERMOSTATICOS REEMPLAZABLES**
En las válvulas estándar los elementos pueden ser cambiados en campo.
- **DISEÑO DE ORIFICIO BALANCEADO (tipos: (E)BF, EBS, y O)**
Brinda un perfecto alineamiento entre eje y orificio, evitando que la caída de presión a través del orificio afecte el funcionamiento de la válvula. Excelente control en aplicaciones con un amplio rango de condiciones de operación.
- **DISEÑO DE PORTAEJE (VALVULAS CONVENCIONALES)**
Provee un preciso alineamiento entre eje y orificio, y un mejor asiento.
- **PARTES INTERNAS ACCESIBLES**
Cuerpo de construcción duradera a prueba de fugas que permite desarmar la válvula para inspeccionar y limpiar partes internas.
- **MATERIALES DE CONSTRUCCION**
Los materiales del eje y orificio ofrecen protección contra la erosión y corrosión.
- **CONEXIONES SOLDADAS EN PLATA**
Uniones de conexiones al cuerpo de alta resistencia y a prueba de fugas.
- **DISEÑO DE RECALENTAMIENTO AJUSTABLE**
Todas las válvulas estándar son ajustables externamente, excepto la Tipo NI que es ajustable internamente a través de su conexión de salida.

INDICE

El Sistema de Refrigeración	3	Diseño de Sistemas para Condiciones de Carga Parcial11
Tipos de Dispositivos de Expansión	3	Dos o Más Secciones de Evaporador con la Misma Carga11
Como Funciona la Válvula de Expansión Termostática	3	Un solo Evaporador Controlado por Dos VETs11
Operación Básica	3	VETS de Desviación de Gas Caliente y Desrecalentamiento12
Efecto de la Caída de Presión a Través del Orificio de la Válvula	4	Ecuación de Presión en el Estado Apagado	.13
VETs de Orificio Balanceado	5	Aplicaciones con R-717 (Amoníaco)14
Método de Ecuación	5	Cargas Termostáticas de Válvulas para Amoníaco14
Cargas Termostáticas	6	Factores que Afectan la Operación y el Rendimiento de la VET	15
Válvulas de Expansión Termostática Sporlan	7	Recalentamiento	15
Refrigerantes Alternativos	7	Ajuste de Válvula	15
Cargas Selectivas Sporlan	7	Temperatura de Evaporador	16
Aplicaciones de Aire Acondicionado y Bombas de Calor	8	Subenfriamiento	16
Aplicaciones de Refrigeración	9	Temperatura de Refrigerante Líquido y Caída de Presión a Través de la Válvula17
Elementos y Cargas Termostáticas Especiales	9	Carga Termostática	17
Aplicaciones de la Válvula de Expansión Termostática	9	Procedimiento de Selección	17
Factores de Diseño de Sistemas	10		
VETs de Orificio Balanceado	10		

Consulte el Boletín 10-10(S1) para especificaciones completas de *Válvulas de Expansión Termostática con Cargas Selectivas*.
Consulte el Boletín 10-11(S1) para información completa acerca de *Instalación y Servicio de Válvulas de Expansión Termostática*.

VALVULAS DE EXPANSION TERMOSTATICA SPORLAN

La Válvula de Expansión Termostática (VET) controla el flujo de refrigerante líquido que entra al evaporador de expansión directa manteniendo constante el **recalentamiento** del vapor de refrigerante en la salida del evaporador. **Recalentamiento es la diferencia entre la temperatura del vapor de refrigerante y su temperatura de saturación.** Para calcular el recalentamiento que la VET controla, se determina la diferencia entre la temperatura en el lugar del bulbo sensor y la temperatura de saturación correspondiente a la presión de succión en el lugar del bulbo sensor.

Controlando el recalentamiento, la VET mantiene activa casi toda la superficie del evaporador, al mismo tiempo que evita el regreso de refrigerante líquido al compresor. La capacidad de la VET para mantener el flujo de refrigerante a la velocidad a la que puede ser vaporizado en el evaporador hace de la VET el dispositivo ideal para la mayoría de las aplicaciones de aire acondicionado y refrigeración. Por muchos años las VETs Sporlan han sido escogidas por fabricantes, contratistas y mecánicos debido a su alta calidad de construcción y su operación con el mejor rendimiento.

EL SISTEMA DE REFRIGERACION

El sistema de refrigeración se define como un sistema cerrado, en el cual el proceso de absorción y liberación de calor se realiza por medio de un refrigerante que fluye en un ciclo de compresión de vapor. En su forma más sencilla, un sistema de refrigeración consta de cinco componentes:

Compresor, Condensador, Evaporador, Dispositivo de Expansión y Tubería.

El compresor es el corazón del sistema ya que causa el flujo de refrigerante. Su función es recibir vapor de refrigerante a baja presión (y temperatura) proveniente del evaporador y comprimirlo a alta presión (y temperatura). El vapor a alta presión es entonces convertido a fase líquida en el condensador. El condensador realiza esta función absorbiendo calor del vapor y liberándolo hacia el aire, o hacia el agua, en el caso de un condensador enfriado con agua. El líquido, que permanece a alta presión, pasa a través del dispositivo de expansión y se transforma en una mezcla de fases (líquida y gaseosa) a baja presión. Esta mezcla de refrigerante regresa a su fase gaseosa en el evaporador, absorbiendo calor del medio que está siendo enfriado.

Dado que el dispositivo de expansión regula el flujo de refrigerante hacia el evaporador, su selección es de particular importancia para la operación del sistema de refrigeración. Un dispositivo de expansión mal aplicado o incorrectamente dimensionado puede causar dificultades operacionales y un funcionamiento pobre del sistema. Por ejemplo, un dispositivo de expansión subdimensionado evita que haya suficiente flujo de refrigerante hacia el evaporador, causando una reducción en la capacidad de enfriamiento del sistema. Un dispositivo de expansión sobredimensionado puede permitir que fluya demasiado refrigerante hacia el evaporador, y causar que el refrigerante líquido fluya de regreso al compresor. La condición anterior es referida como retorno de líquido. Invariablemente, ambas condiciones resultan en daño al compresor si no son remediadas rápidamente.

TIPOS DE DISPOSITIVOS DE EXPANSION

Los dispositivos de expansión pueden dividirse en cuatro categorías generales: El restrictor de área fija, la válvula de expansión automática (presión constante), la válvula de expansión termostática y la válvula de expansión eléctrica. El dispositivo de expansión de restrictor de área fija consiste en un orificio calibrado a través del cual fluye líquido refrigerante. Dos ejemplos comunes de este tipo de dispositivo de expansión son el tubo capilar y el restrictor de tubo corto, o restrictor de orificio. Estos dispositivos son usados típicamente en sistemas pequeños de aire acondicionado y refrigeración, donde las condiciones de operación permiten una carga moderadamente constante del evaporador, y presiones de condensador también constantes. La desventaja asociada con estos dispositivos es su limitada capacidad para regular eficientemente el flujo de refrigerante en respuesta a cambios en las condiciones de operación, dado que estos son dimensionados para un solo conjunto de condiciones de operación.

Al igual que el orificio fijo, la Válvula de Expansión Automática (VEA) es más usada para aplicaciones que tengan una carga del evaporador moderadamente constante. La VEA regula el flujo de refrigerante simplemente manteniendo una presión constante en el evaporador o en la salida de la válvula. A medida que la carga de calor en el evaporador incrementa la VEA reduce el flujo de refrigerante para mantener constante la presión del evaporador al valor establecido por el ajuste de válvula. Como resultado, la VEA alimenta poco al evaporador en condiciones de carga alta y lo alimenta demasiado en condiciones de carga baja.

La válvula de expansión provee una excelente solución para regular el flujo de refrigerante hacia dentro de un evaporador del tipo de expansión directa. La VET regula el flujo de refrigerante manteniendo constante el recalentamiento en la salida del evaporador. A medida que el recalentamiento en la salida del evaporador incrementa por el aumento de la carga de calor en el evaporador, la VET incrementa el flujo de refrigerante, hasta que el recalentamiento regresa al valor preestablecido de la válvula. A la inversa, la VET disminuye el flujo de refrigerante como resultado de una reducción de la carga de calor en el evaporador. El efecto de este tipo de control es que permite optimizar la utilización de la superficie efectiva del evaporador en todas las condiciones de operación. El concepto de recalentamiento, y el método apropiado para medirlo, son explicados en mayor detalle en la página 14, *Factores que Afectan la Operación y el Rendimiento de la VET.*

La válvula de expansión termostática ofrece una ventaja adicional cuando se carga el sistema con refrigerante. Cuando se usa una VET, la carga de refrigerante del sistema usualmente no es tan crítica como lo es con otros dispositivos de expansión. La operación apropiada de un orificio fijo, o aún menos común de una válvula de expansión automática, depende de si se tiene la cantidad correcta de refrigerante en el sistema.

La Válvula de Expansión Eléctrica (VEE) proporciona una forma para diseñar aplicaciones con complejas funciones para el control de los sistemas. Este tipo de válvula es controlada por un circuito electrónico, el cual es frecuentemente diseñado para permitir que la válvula controle algún otro aspecto de la operación del sistema, además del recalentamiento. Por ejemplo, la temperatura de descarga de aire del evaporador, o la temperatura del agua en un enfriador, pueden ser monitoreadas por el controlador de la VEE. Consulte el Boletín 100-9 para mayor información acerca de las válvulas eléctricas o contacte a la oficina de ventas de Sporlan.

COMO FUNCIONA LA VET

Operación Básica

Para poder entender los principios de operación de la VET, es necesario revisar sus principales componentes. Un **bulbo sensor** está conectado a la VET a través de un tubo capilar, que transmite la presión del bulbo hasta la parte superior del **diafragma** de la válvula. El conjunto bulbo sensor, tubo capilar y diafragma es conocido como **elemento termostático**. El elemento termostático es reemplazable en todas las VETs Sporlan.

El diafragma es el componente actuante de la válvula y su movimiento es transmitido al conjunto eje y portaje por medio de una ó dos **barras de empuje**, permitiendo que el eje se mueva, entrando y saliendo del **orificio** de la válvula. El **resorte de recalentamiento** está ubicado debajo del portaje y una **guía de resorte** lo mantiene en su lugar. En las válvulas ajustables externamente, un **vástago de ajuste** permite alterar la presión del resorte.

Hay tres presiones fundamentales que actúan sobre el diafragma de la válvula y afectan su operación: Presión de bulbo sensor **P1**, presión de evaporador **P2**, y presión equivalente de resorte **P3** (vea figura 1). La presión de bulbo sensor es una función de la temperatura de la **carga termostática**, i.e., la sustancia dentro del bulbo. Esta presión actúa sobre la parte superior del diafragma de la válvula, causando que la válvula se mueva hacia una posición más abierta. Las presiones de evaporador y del resorte actúan juntas debajo del diafragma, haciendo que la válvula se mueva hacia una posición más cerrada. Durante la operación normal de la válvula, la presión de bulbo sensor debe ser igual a la suma de las presiones del resorte y evaporador, i.e.:

$$P1 = P2 + P3$$

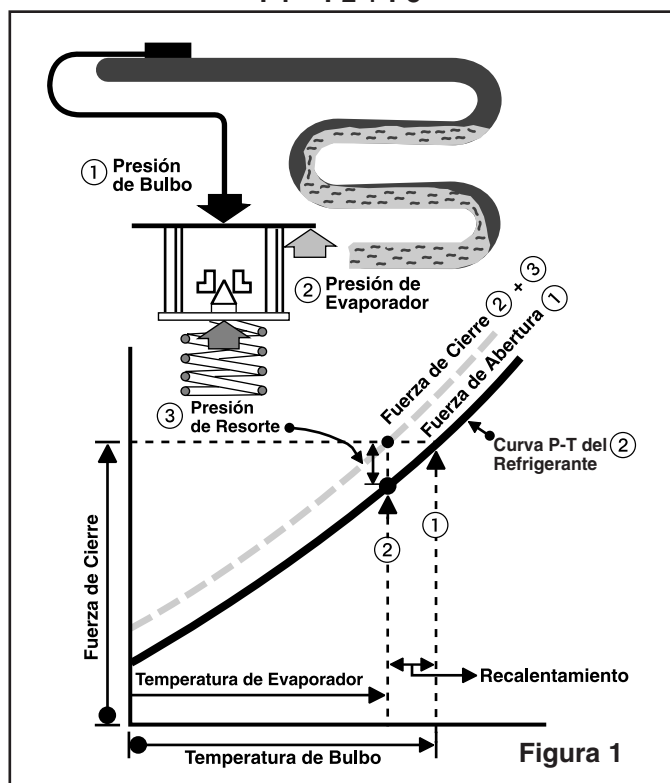


Figura 1

La presión equivalente de resorte se define como la fuerza del resorte dividida entre el área efectiva del diafragma. El área efectiva del diafragma es la parte del área total del diafragma que es usada efectivamente por las presiones de bulbo y evaporador para suministrar sus respectivas fuerzas de apertura y cierre. La presión equivalente de resorte es, en lo esencial, constante una vez que la válvula ha sido ajustada al recalentamiento deseado. Como resultado, La VET funciona controlando la diferencia entre las presiones de bulbo y evaporador, en base a de la presión de resorte.

La función del bulbo es “senzar” la temperatura del vapor de refrigerante al salir del evaporador. Idealmente, la temperatura de bulbo es exactamente igual a la temperatura del vapor de refrigerante. A medida que la temperatura de bulbo aumenta, la presión de bulbo también aumenta, haciendo que el eje se mueva alejándose del orificio de la válvula, permitiendo un mayor flujo de refrigerante hacia dentro del evaporador. La válvula continúa abriéndose hasta que la presión de evaporador incrementa lo suficiente, de tal manera que la suma de las presiones de evaporador y resorte se equilibra con la presión de bulbo.

A la inversa, a medida que la temperatura de bulbo disminuye, la presión de bulbo disminuye haciendo que el eje se mueva hacia el orificio, permitiendo un menor flujo de refrigerante hacia dentro del evaporador. La válvula continúa cerrándose hasta que la presión de evaporador disminuye lo suficiente de tal manera que la suma de presiones de evaporador y resorte se equilibra con la presión de bulbo.

Un cambio en la temperatura del vapor de refrigerante en la salida del evaporador es causado por uno de dos eventos: (1) la presión del resorte es cambiada por medio del ajuste de la válvula, y (2) un cambio en la carga térmica del evaporador.

Cuando la presión del resorte es aumentada girando el ajuste de válvula en dirección de las manecillas del reloj, se disminuye el flujo de refrigerante hacia dentro del evaporador. La temperatura del vapor en la salida del evaporador aumenta, dado que el punto donde el refrigerante se vaporiza completamente, se mueve más atrás dentro del evaporador, dejando una mayor superficie de evaporador para calentar el refrigerante a su forma gaseosa. Las temperaturas reales del vapor de refrigerante y bulbo serán controladas en el punto donde la presión de bulbo se equilibra con la suma de las presiones de evaporador y resorte. A la inversa, cuando la presión del resorte es disminuída girando el ajuste de la válvula en dirección contraria a las manecillas del reloj, incrementa el flujo de refrigerante hacia dentro del evaporador y disminuyen las temperaturas del vapor de refrigerante y del bulbo. La presión de resorte determina el recalentamiento al cual controla la válvula. Aumentar la presión de resorte aumenta el recalentamiento, disminuir la presión de resorte disminuye el recalentamiento.

Un aumento en la carga térmica del evaporador hace que el refrigerante se evapore a mayor velocidad. Como resultado, el punto de completa vaporización del flujo de refrigerante se mueve más atrás dentro del evaporador. Las temperaturas de vapor de refrigerante y bulbo aumentan, causando un incremento en la presión de bulbo y que la válvula se mueva en dirección de abrir, hasta que las tres presiones se equilibran.

A la inversa, si se reduce la carga térmica en el evaporador, causa una disminución en las temperaturas de vapor y bulbo, y que la válvula se mueva en la dirección de cerrar hasta que las tres presiones se equilibran. A diferencia de un cambio en la presión de resorte debido a un ajuste de válvula, un cambio en la carga térmica del evaporador no afecta apreciablemente el recalentamiento de control de una válvula de expansión termostática. Esto se debe al hecho de que las VETs son diseñadas esencialmente para mantener constante la diferencia entre las presiones de bulbo y evaporador, y por ende, controlan el recalentamiento sin importar la carga térmica.

Caída de Presión a Través del Orificio de la Válvula

Hay una presión adicional, considerada no fundamental, que afecta la operación de la válvula, esta surge de la caída de presión a través del orificio de la válvula. Esta presión **P4** puede relacionarse con las otras tres presiones fundamentales como el producto de la caída de presión a través del orificio y la razón del área del orificio al área efectiva del diafragma, i.e.:

$$P4 = \text{Caída de Presión} \times (\text{Área de Orificio} / \text{Área de Diafragma})$$

En el caso del diseño convencional de VETs Sporlan, esta presión tiende a abrir la válvula, dado que el flujo de refrigerante tiende a mover la válvula en la dirección de abrir. Como resultado, nuestra ecuación original se modifica así:

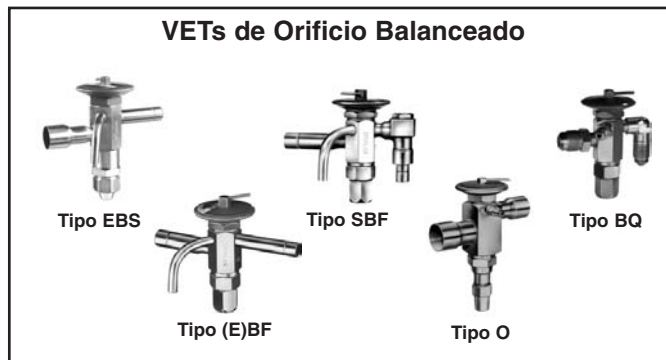
$$P1 + P4 = P2 + P3$$

P4 se hace más significativa para la operación de la VET mientras mayor sea la razón área del orificio a el área efectiva del diafragma, y mientras mayor sea la caída de presión a través del orificio de la válvula.

VETs de Orificio Balanceado

En 1946 Sporlan introdujo el concepto de válvula de expansión termostática de **orificio balanceado** en los tipos T y W, de gran capacidad. Este concepto creó un medio para reducir grandemente ó eliminar el efecto de la caída de presión a través del orificio de la válvula. Este diseño utiliza un pistón de doble asiento operado por una sola barra de empuje. La construcción de dos orificios divide el flujo de refrigerante en direcciones opuestas, creando así un diferencial de presión semi-balanceado a través del pistón.

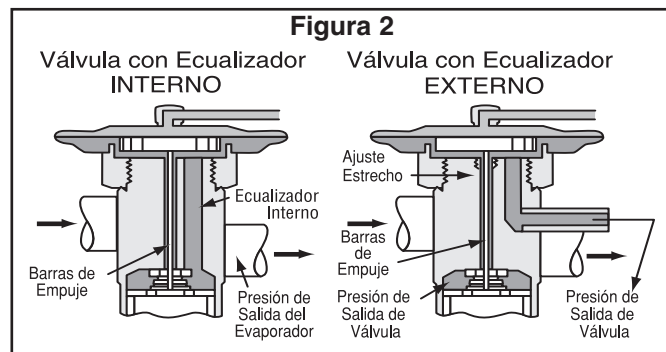
Mejoras en el diseño de orificios balanceados resultaron en una válvula totalmente balanceada, la Tipo O. Luego las válvulas Tipo (E)BF, SBF, BQ, y EBS se diseñaron para aplicaciones de menor capacidad. Para obtener información adicional acerca de los tipos y aplicaciones de VETs de orificio balanceado, vea la página 9, *Aplicaciones de la Válvula de Expansión Termostática*



Método de Ecuación

Como ya se revisó en las páginas 3 y 4 la operación de la válvula de expansión termostática está determinada por la relación entre tres presiones fundamentales: presión de bulbo, presión de ecuación y presión equivalente de resorte. Estas presiones se ilustran en la figura 1. La presión de ecuación, es la presión de evaporador que la válvula sensa. El medio usado para transmitir esta presión desde el sistema de refrigeración hasta el lado de abajo del diafragma de la válvula es llamado método de ecuación.

La presión del evaporador es transmitida al lado inferior del diafragma de la válvula por uno de dos métodos. Si la válvula es **ecuación internamente**, la presión del evaporador en la salida de la válvula es transmitida al diafragma vía un pasadizo dentro del cuerpo de la válvula o través de espacios alrededor de las barras de empuje. Si la válvula es **ecuación externamente**, el lado de abajo del diafragma es aislado de la presión de salida de la válvula usando un material de empaque alrededor de las barras de empuje o con barras de empuje que han sido ajustadas estrechamente. La presión del evaporador se transmite al diafragma por medio de un tubo que conecta la línea de succión, cerca de la salida evaporador, con la conexión de ecuación externa de la válvula. La conexión externa está unida a un pasadizo que termina en el lado de abajo del diafragma. Vea la figura 2 a continuación.



La VET ecuación internamente debe limitarse a evaporadores de un solo circuito, con caída de presión no mayor que el equivalente a un cambio de 1°C en la temperatura de saturación. Refiérase a la tabla 1 para recomendaciones de máxima caída de presión permisible para válvulas equilibradas internamente.

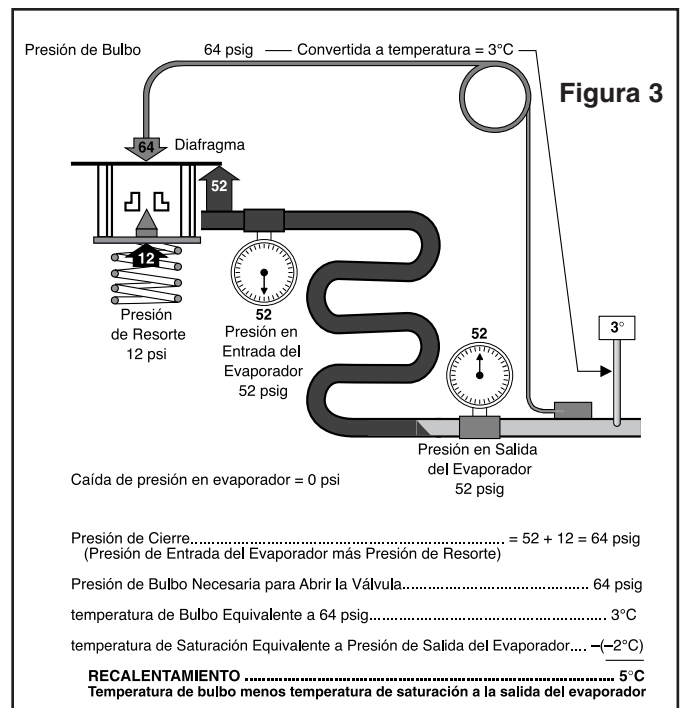
TABLA 1

REFRIGERANTE	TEMPERATURA DE EVAPORACION °C				
	5	-5	-20	-30	-40
	CAIDA DE PRESION - psi				
12, 134A, 401A, 409A	2.00	1.50	1.00	0.75	-
22, 407A, 407C	3.00	2.00	1.50	1.00	0.75
402A, 404A, 408A, 502, 507	3.00	2.50	1.75	1.25	1.00
717 (Amoniaco)	3.00	2.00	1.50	1.00	-

IMPORTANTE: Debe usarse un ecuación externo en sistemas con evaporador que utilizan un distribuidor de refrigerante.

Las VET ecuación externamente no son afectadas por la caída de presión a través del evaporador, incluyendo la caída de presión de los distribuidores de refrigerante empleados por los serpentines de evaporadores multi-circuito. Una VET ecuación externamente puede ser usada en todas las aplicaciones de refrigeración. Esta no presenta desventajas operacionales en comparación con una válvula ecuación internamente, excepto que requiere la conexión de la línea del ecuación externo. Las figuras 3, 4, y 5 ilustran el efecto de la caída de presión en el evaporador en una VET ecuación internamente y externamente.

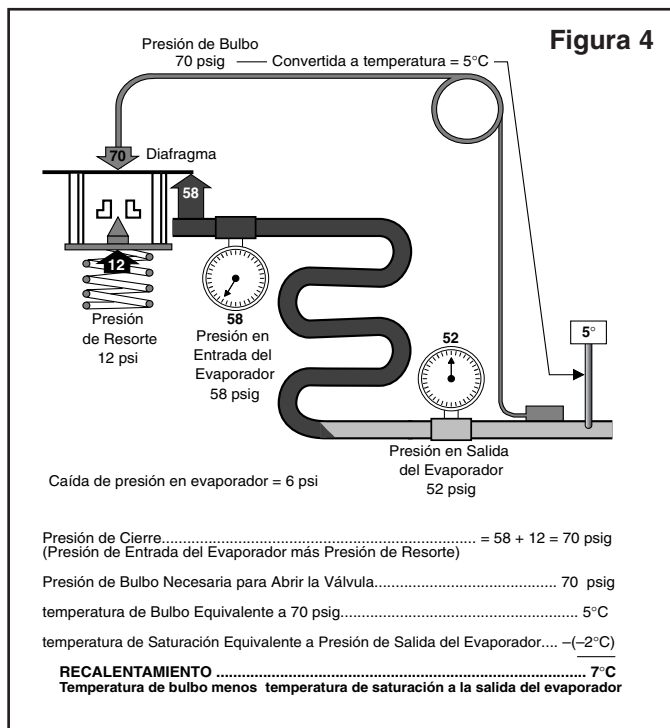
La figura 3 muestra una válvula ecuación internamente que alimenta a un circuito sencillo de evaporador sin caída de presión. El refrigerante del sistema es R-22 y, para propósitos de ilustración, también se usa R-22 como carga termostática. La presión de evaporador a la salida de la válvula y en el lugar del bulbo sensor es de 52 psig. La suma de esta presión y la presión de 12 psi del resorte, produce una presión de 64 psig en la dirección de cerrar. Para que la válvula opere correctamente, se requiere una presión de bulbo de 64 psig en la dirección de abrir que equilibre la presión.



NOTA: para restar un número negativo (en este caso -2) de uno positivo (en este caso 3) se deben sumar el número positivo más el número negativo con signo cambiado (a positivo). $3 - (-2) = 3 + 2 = 5$

Dado que el bulbo sensor consiste de R-22 líquido, su característica presión-temperatura es idéntica a la curva de saturación del R-22, y se requiere una temperatura de bulbo de 3°C. El recalentamiento al cual la válvula está controlando se calcula sustrayendo la temperatura de saturación correspondiente a la presión en el lugar donde está localizado el bulbo sensor, de la temperatura del bulbo. En este caso, el recalentamiento es de 5°C.

La figura 4 muestra la misma válvula ecualizada internamente en un sistema que tiene la misma presión de evaporador en el lugar del bulbo sensor. Sin embargo, el serpentín del evaporador tiene ahora una caída de presión de 6 psi. Dado que una válvula ecualizada internamente sensa la presión del evaporador a la salida de la válvula, la presión total en la dirección de cerrar se convierte en 58 psig más la presión del resorte de 12 psi, es igual a 70 psig. Ahora, se requiere una presión de bulbo de 70 psig para una regulación apropiada de la válvula, lo que se traduce en una temperatura de bulbo de 5°C. El recalentamiento cambia a 7°C, o sea 2°C mayor que el recalentamiento calculado en la figura 3.

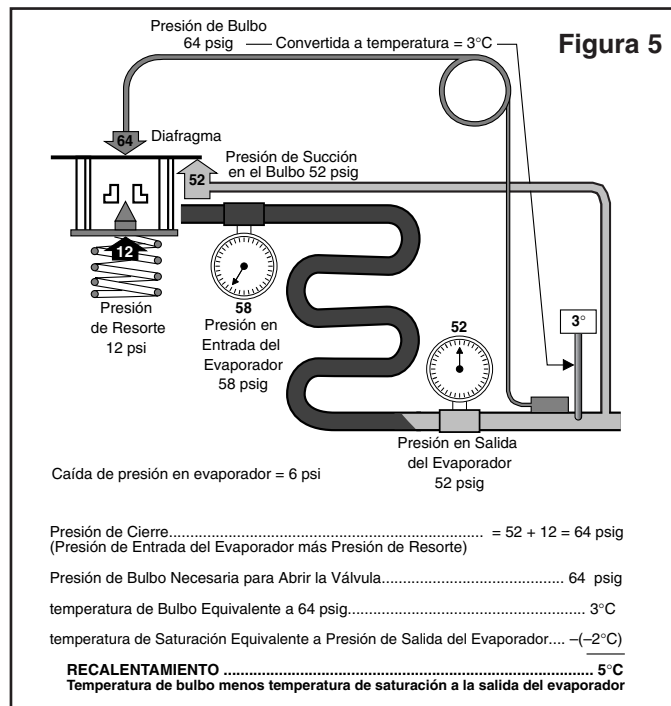


El aumento en el recalentamiento se debe a la caída de presión en el evaporador. Por tanto, la caída de presión entre la salida de la válvula y el lugar donde está ubicado el bulbo sensor causa que una VET ecualizada internamente opere a un recalentamiento mayor al deseado.

La figura 5 muestra el mismo sistema de la figura 4, pero con una VET ecualizada externamente. Dado que una VET ecualizada externamente sensa la presión del evaporador a la salida del mismo, esta no es influenciada por la caída de presión a través del evaporador. Como resultado, la VET sensa la presión correcta, y controla el recalentamiento deseado.

Estos diagramas pueden usarse para mostrar la influencia que tiene la caída de presión en el evaporador sobre una VET ecualizada internamente a medida que las temperaturas de evaporador disminuyen. La tabla 1 provee recomendaciones generales para las máximas caídas de presión que pueden ser toleradas sin riesgo por una VET ecualizada internamente.

Estas recomendaciones son apropiadas para la mayoría de los sistemas instalados. Use una VET ecualizada externamente siempre que las caídas de presión excedan los valores mostrados en la tabla 1, ó cuando las caídas de presión no puedan determinarse.



Debe usarse una VET ecualizada externamente siempre que se use un distribuidor de refrigerante con el evaporador.

Refiérase al Boletín 10-11(S1), VETs *Instalación, Servicio y Ensamble*, para recomendaciones acerca de la ubicación e instalación del bulbo sensor y la conexión de equilibrador externo a la línea de succión.

Cargas Termostáticas

El bulbo sensor de la VET transmite presión a la parte superior del diafragma por medio del tubo capilar. La **carga termostática** es la substancia dentro del bulbo sensor que responde a la temperatura de la línea de succión para crear presión de bulbo. Está diseñada para permitir que la VET opere a un nivel satisfactorio de recalentamiento dentro de un rango específico de temperaturas de evaporación.

El tema de cargas termostáticas puede explicarse describiendo las categorías de clasificación de cargas. Estas categorías son las siguientes:

1. Carga Líquida
2. Carga Gaseosa
3. Carga Líquida-Cruzada
4. Carga Gaseosa-Cruzada
5. Carga de Adsorción

La carga líquida convencional consiste en el mismo refrigerante en el elemento termostático que el usado en el sistema de refrigeración, mientras que la carga líquida-cruzada consiste en una mezcla de refrigerantes. El término **carga cruzada** surge del hecho que la característica presión-temperatura de la mezcla de refrigerantes cruzará en algún punto la curva de saturación del refrigerante del sistema.

Tanto la carga líquida como la líquida-cruzada tienen suficiente líquido, de manera que el bulbo, tubo capilar y la cámara del diafragma siempre tendrán algún líquido en todas las condiciones de temperatura. Esta característica previene la **migración de carga** de la carga termostática que se alejará del bulbo sensor si la temperatura del mismo se vuelve mayor que las otras partes del elemento termostático. La migración de carga provoca la pérdida del control de la válvula. Una característica adicional de estas cargas es la ausencia de una característica de **Presión Máxima de Operación (PMO)**.

Una carga termostática con una característica de PMO, causa que la VET disminuya su respuesta de apertura cuando la presión del evaporador excede un valor predeterminado, restringiendo así el flujo hacia el evaporador y limitando la presión de evaporador a la cual el sistema puede operar.

Similarmente, la carga gaseosa consiste en que se usa el mismo refrigerante en el elemento termostático y en el sistema de refrigeración, mientras que la gaseosa-cruzada consiste en una mezcla de refrigerantes. A diferencia de las cargas de tipo líquido, ambas cargas gaseosas se distinguen por tener una carga gaseosa en el elemento termostático que condensa una cantidad diminuta de líquido cuando la VET trabaja dentro de su rango normal de operación. Esta característica provee a la válvula una PMO a la temperatura de bulbo a la cual la parte líquida de la carga se convierte en gas.

Por encima de esta temperatura de bulbo, un incremento de la temperatura no incrementa significativamente la presión de la carga termostática, limitando la presión máxima del evaporador a la cual el sistema puede operar. Una desventaja de este tipo de carga termostática es la posibilidad de migración de carga.

La carga de adsorción consiste de un gas no-condensable y un material adsorbente localizado en el bulbo sensor. A medida que la temperatura del bulbo aumenta, el gas es expulsado fuera del material adsorbente incrementando la presión del bulbo.

A la inversa, a medida que la temperatura del bulbo disminuye, el gas es adsorbido y por tanto la presión del bulbo disminuye. De igual manera que las cargas líquida y líquida cruzada, la carga de adsorción no provee una PMO, y no migrará.

VALVULAS DE EXPANSION TERMOSTATICA

Para aplicaciones que usan los refrigerantes **R-12, R-22, R-134a, R-401A, R-402A, R-404A, R-407A, R-407C, R-408A, R-409A, R-502 y R-507** la línea de VETs estándar de Sporlan está disponibles con conexiones SAE roscar, ODF soldar, ODF brida para soldar y brida FPT. Para tipos selectos de válvulas, también se pueden obtener conexiones de bridas soldadas. Las especificaciones de la línea estándar de VET's Sporlan incluyendo los materiales y detalles de construcción están en el Boletín 10-10(S1).

Los valores de capacidades de válvulas para los refrigerantes antes mencionados, también se incluyen en el Boletín 10-10(S1). Las tablas de capacidad especifican las capacidades de las válvulas a las temperaturas de evaporador seleccionadas.

Para aplicaciones que requieran operación fuera de esos rangos de temperatura, o aplicaciones que usen refrigerantes distintos a los mencionados previamente, contacte a la oficina de ventas o al distribuidor Sporlan más cercano.

Además de la línea estándar de VETs en este boletín. Sporlan también fabrica tipos de válvulas especiales para satisfacer requisitos específicos de los fabricantes de equipo. Esos tipos de válvulas especiales para fabricantes de equipo incluyen las VETs tipo B(BI), CB(BI), I, FB y X.

Características especiales tales como: orificios de sangrado, construcción no-ajustable y tubo capilar extra-largo están disponibles para muchas válvulas estándar y especiales para fabricantes de equipo.

Refrigerantes Alternativos

La Sporlan Valve Company está siguiendo de cerca los actuales esfuerzos de los fabricantes de refrigerantes para desarrollar alternativas a los clorofluorcarbonos (CFCs). Al momento de la publicación de este Boletín, las alternativas de Hidrofluorcarbonos

(HFCs) están disponibles para reemplazo de R-12 y R-502. Además, se han desarrollado varios hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) como reemplazos intermedios o de servicio de R-11, R-12, R-114 y R-502.

Algunos refrigerantes alternativos HFCs también están siendo evaluados por los fabricantes de equipos de aire acondicionado para reemplazar R-22, un refrigerante HCFC. Estas alternativas incluyen R-407C y R-410A. La tabla a continuación lista los principales refrigerantes HFC y HCFC de reemplazo de R-11, R-12, R-114, y R-502.

TABLA 2

CFC	ALTERNATIVAS INMEDIATAS (HCFC)	ALTERNATIVAS DE LARGO PLAZO (HFC)
R-11	R-123	–
R-12	R-401A, R-409A	R-134a
–	R-22	R-407A, R-407C, R-410A
R-114	R-124	–
R-502	R-402A	R-404A, R-407C, R-408A, R-507

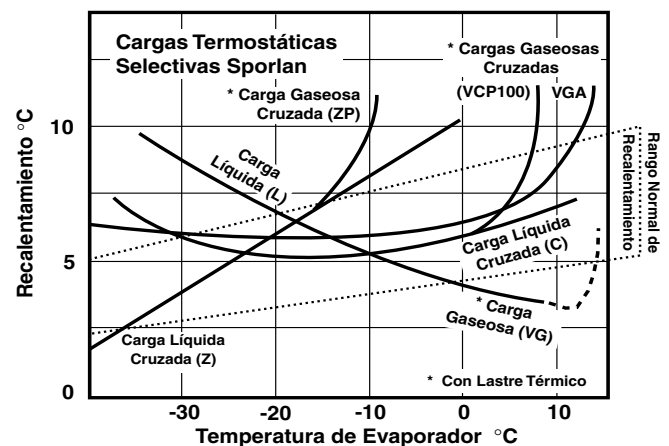
Cargas Selectivas

Hace más de 60 años, Sporlan introdujo las **Cargas Selectivas** para VETs, reconociendo así que una sola carga termostática no puede trabajar efectivamente en todo el rango útil de temperaturas de evaporación de tantos refrigerantes estándar. La actual aceptación universal de las Cargas Selectivas es evidencia de sus muchas ventajas operacionales.

A continuación sigue una explicación de las aplicaciones, características de diseño y ventajas de cada una de las Cargas Selectivas. La página 19 contiene una lista las cargas termostáticas Sporlan recomendadas para varias aplicaciones.

Se llama **curva característica de recalentamiento** a la gráfica del **recalentamiento estático** de la válvula versus la temperatura de evaporador. Esta curva es útil para explicar la operación de las VETs ya que su forma describe la operación de la válvula a un ajuste dado en un rango de temperaturas de evaporación. La figura 6 ilustra las curvas características de recalentamiento de cargas termostáticas estándar Sporlan. El concepto de recalentamiento estático es explicado en la página 14, *Factores que Afectan la Operación y Rendimiento de una VET*.

Figura 6



Aplicaciones de Aire Acondicionado y Bombas de Calor

Estas aplicaciones usualmente requieren una carga termostática limitante de la presión (tipo PMO) para limitar la carga del compresor mientras se alcanza la temperatura de diseño del sistema. La carga limitante de la presión hace que la VET permanezca cerrada hasta que la presión de evaporador del sistema este por debajo de la PMO de la carga, permitiendo bajar rápidamente la presión de succión.

Las cargas termostáticas Sporlan listadas en la página 19 en la sección de aire acondicionado y bombas de calor son cargas gaseosas-cruzadas. La figura 6 ilustra las curvas características de recalentamiento de las cargas Sporlan VCP100, VGA y VG, cargas gaseosas-cruzadas las primeras y gaseosa la última respectivamente, para aplicaciones con R-22.

La carga VCP100 tiene un rango de operación más plano que le permite a la VET mantener un recalentamiento más constante, a pesar de los cambios en la temperatura de evaporación. Esta característica es generalmente deseada, dado que muchos sistemas de aire acondicionado y bombas de calor, operan dentro de un amplio rango de temperaturas de evaporación.

La carga VG tiene una aplicación limitada excepto en la válvula Sporlan WVE-180. La parte vertical de las curvas es la región PMO de ambas cargas.

Las cargas limitantes de presión de Sporlan también pueden ayudar a reducir el problema de alternamente sobrealimentar y subalimentar el evaporador, problema que es usualmente llamado **oscilación o ciclaje**. La cantidad en el ciclaje depende del diseño del serpentín del evaporador, de la tubería de la línea de succión en el lugar del bulbo sensor y de la variación de la carga térmica del evaporador. El ciclaje puede causar una reducción en la capacidad del sistema y una variación perceptible en la presión de evaporador en sistemas de un solo evaporador. Si el ciclaje es severo puede resultar en retorno de líquido ocasional.

Para ayudar a reducir o eliminar el ciclaje de válvula, muchas cargas termostáticas limitantes de la presión tienen la característica de diseño **FLOWMASTER** introducida por Sporlan en 1948. Este diseño incorpora un **lastre térmico** en la carga para ayudar a estabilizar el control de la válvula.

Originalmente, se creía que una VET altamente sensitiva a la temperatura estaría mejor capacitada para reducir el ciclaje. Se demostró que este concepto era incorrecto para la mayoría de las aplicaciones de aire acondicionado y bombas de calor y, de hecho, se encontró que frecuentemente agravaba los problemas de ciclaje. Una VET menos sensitiva a la temperatura que usa una carga termostática limitante de la presión diseñada específicamente para resolver este problema, ha probado ser la mejor solución para estas aplicaciones.

Carga Termostática Tipo VGA - la carga VGA es una carga limitante de la presión diseñada especialmente para aplicaciones de aire acondicionado y bombas de calor. Los componentes y el lastre térmico proveen características anti-ciclaje excepcionales, siendo por lo tanto la recomendación para la mayoría de estas aplicaciones. Debido a su diseño, la PMO de la carga VGA no es tan definida como en la carga VCP100, la carga termostática estándar alterna para aplicaciones de aire acondicionado y bombas de calor con R-22. **Por tanto, si no se requiere una PMO definida, la carga VGA puede usarse en lugar de la carga VCP100.**

La presión máxima de operación para las cargas estándares con límite de presión de Sporlan, se listan en la tabla 3. La presión de prueba de aire de fábrica representa la PMO determinada por un equipo Sporlan de prueba de aire. La presión nominal del sistema es la PMO real del sistema. Si una aplicación requiere una carga con límite de presión

TABLA 3

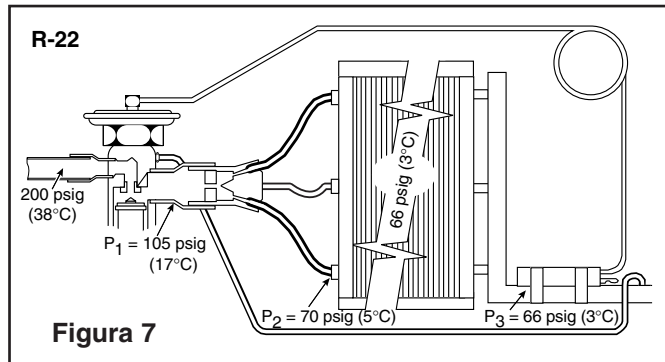
REFRIGERANTE	CARGA TERMOSTÁTICA	PMO - psig	
		PRUEBA DE AIRE DE FABRICA	NOMINAL DEL SISTEMA
12, 134a, 401A, 409A	FCP60	60	50
	FCP	40	30
	FZP	20	12
22, 407A, 407C	VCP100	100	90
	VGA	*	*
	VCP	65	55
	VZP40	40	30
402A, 404A, 408A, 502, 507	RCP115	115	105
	RCP	75	65
	RZP	45	35

* Por encima de las condiciones normales de operación

con un PMO que no se muestra aquí, contacte a la oficina de Sporlan más cercana para recibir ayuda.

Debido al diseño de cargas limitantes de la presión, el diafragma de la válvula y el tubo capilar deben mantenerse a una temperatura un poco mayor que la del bulbo durante la operación del sistema. De otra manera, ocurrirá una migración de la carga que se alejará del bulbo, causando la pérdida del control de la válvula.

Un distribuidor, del tipo caída de presión, bien seleccionado y aplicado es efectivo en la prevención de la migración de carga. La figura 7 ilustra como la caída de presión a través de este tipo de distribuidor mantiene la temperatura en salida de la VET más alta que la temperatura del gas de succión.



La caída de presión en el distribuidor de refrigerante no afecta la capacidad del sistema. El distribuidor de refrigerante reduce ligeramente la caída de presión a través de la VET. Si la VET está correctamente dimensionada, esta mantendrá el recalentamiento deseado (y la capacidad del sistema) con la caída de presión restante disponible a la válvula.

Cuando se instalan una VET y su distribuidor, ambos componentes funcionan juntos para proveer una operación estable del sistema.

La aplicación de estos componentes es mucho más crítica en sistemas que funcionan parcialmente cargados durante la mayor parte de su tiempo de operación. Por ejemplo sistemas de Volumen de Aire Variable (VAV) y sistemas de refrigeración con descarga de compresor. El Boletín 20-10 provee información completa acerca de distribuidores de refrigerante.

Aplicaciones de Refrigeración

Las aplicaciones de refrigeración comunes pueden clasificarse en tres categorías: refrigeración comercial, refrigeración de baja temperatura y refrigeración de temperatura extremadamente baja. Para cada una de estas categorías, Sporlan ha desarrollado una Carga Selectiva que provee un óptimo funcionamiento de la válvula. Estas cargas son descritas a continuación.

Cargas Tipo C - Estas cargas listadas en la sección de refrigeración comercial en la tabla Cargas Termostáticas Recomendadas de la página 19, son conocidas comúnmente como cargas C. Estas cargas son cargas líquidas-cruzadas y tienen un rango de operación de la temperatura de evaporación de +10°C a -25°C.

La figura 6 ilustra una curva característica de recalentamiento típica de una carga C. Para propósitos de comparación, también se muestra la curva característica de recalentamiento de líquido puro. La curva más plana de la carga C permite a la válvula responder a los cambios en la presión del evaporador en forma más estable.

Cargas Tipo Z y ZP - Las cargas listadas en la sección de baja temperatura son las tipo Z y ZP. Las cargas Z (FZ, VZ, SZ, RZ, y PZ) son cargas líquidas-cruzadas y tienen un rango de operación de la temperatura de evaporación de -20°C a -40°C.

Una curva característica de recalentamiento típica de la carga Z es ilustrada en la figura 6. Dado que la curva tiene una pendiente hacia arriba y la derecha, la válvula controlará a valores menores de recalentamiento a medida que disminuya la temperatura de evaporador, brindando ventajas operacionales para la refrigeración de baja temperatura.

Esta característica evita el retorno de líquido durante el arranque de compresor, reduce la carga del compresor después del arranque y permite alcanzar rápidamente las condiciones de diseño del evaporador. Dado que la mayoría de los sistemas de baja temperatura operan a, o cerca de, una temperatura de evaporación específica, la VET puede ajustarse al recalentamiento óptimo para la temperatura de diseño, permitiendo así que el sistema opere tan eficientemente como sea posible.

Las cargas tipo ZP (FZP, VZP, SZP, RZP y PZP) son cargas gaseosas cruzadas que tienen el mismo rango de operación que las cargas tipo Z. En la figura 6 se ilustra una curva característica típica de la carga ZP. Las cargas Z y ZP son esencialmente las mismas, con la excepción que la Carga ZP provee una PMO.

Las Cargas Tipo ZP no son un reemplazo de las Cargas Z. Cada una debe seleccionarse en base a su propósito específico. Una Carga ZP solo debe usarse en sistemas de refrigeración de baja temperatura, donde es necesario limitar la presión del evaporador mientras se alcanza la temperatura de diseño.

Durante y después de un ciclo de descarche con gas caliente o después de un período de apagado, la presión del evaporador puede subir hasta un nivel que el compresor no puede soportar. En estos casos, una carga limitante de la presión es frecuentemente efectiva en limitar la presión de succión en el compresor.

Sin embargo, para sistemas que usan líneas de succión largas, pueden necesitar una válvula reguladora de la presión del cárter (Tipo CRO de Sporlan) para limitar rápidamente la presión de succión en el compresor. Aunque una carga limitante de la presión puede usarse con una válvula CRO, el tiempo necesario para lograr las condiciones de diseño se afecta adversamente si la presión de ajuste de la válvula y la PMO del elemento termostático están cercanas entre sí.

Por lo tanto, Sporlan no recomienda la utilización de una válvula CRO y una VET con carga termostática limitante de presión en el mismo sistema.

Carga Tipo X - Las cargas listadas bajo refrigeración de temperatura extremadamente baja son conocidas como Cargas X. Son cargas líquidas-cruzadas que tienen un rango de operación de temperatura de evaporación de -40°C a -70°C. Esta curva es similar a la curva de la Carga Z dado que las características de funcionamiento de las Cargas Z, explicadas anteriormente, se aplican muy bien a la refrigeración de temperatura extremadamente baja.

Elementos y Cargas Termostáticas Especiales

Sporlan Valve Company fabrica una serie de elementos y cargas

termostáticas diseñados para aplicaciones específicas.

Carga Tipo N - Esta carga es del tipo absorción, que tiene una curva característica de recalentamiento similar a la Carga C, pero tiende a tener una menor respuesta. La Carga N es una carga nocondensable y no tiene una función PMO.

La carga N es usada en aplicaciones especiales de mediana y alta temperatura tales como enfriadores o chillers que deben operar expuestos a bajas temperaturas al estar ubicados fuera de los edificios.

Elementos Hidráulicos - Estos elementos termostáticos son elementos diseñados especialmente con doble diafragma, lo que provee una función de limitación de la presión sin los problemas asociados con la migración de carga desde el bulbo cuando el elemento se vuelve más frío que el bulbo.

El elemento hidráulico es usado frecuentemente en enfriadores o chillers que requieren una VET con una carga tipo PMO, pero que sufren problemas de migración de carga causados por temperaturas ambiente frías.

Elementos con límite mecánico de presión – estos elementos termostáticos también conocidos como elementos tipo PL actualmente son obsoletos al igual que las válvulas o elementos de reemplazo. Si consulta el boletín 210-10-17 en el aparece una tabla de referencia cruzada para convertir estos elementos a los elementos con carga con PMO.

Refrigerantes Especiales - Están disponibles cargas termostáticas para uso con refrigerantes especiales. Estos refrigerantes incluyen: R-13, R-23, R-13B1, R-124, y R-503.

Cargas de Desrecalentamiento - Se han desarrollado cargas termostáticas especiales para aplicaciones que requieren desrecalentamiento de gas de succión. El tema de desvío de gas caliente y VETs de desrecalentamiento es explicado en la página 12.

APLICACIONES DE LA VET

Debido a sus características superiores de operación, la VET es actualmente usada en una amplia variedad de aplicaciones. Estas aplicaciones incluyen sistemas de aire acondicionado entriados por aire, chillers y bombas de calor; sistemas de refrigeración comercial, incluyendo mostradores refrigerados, máquinas para hacer hielo en cubos, dispensadores de refrescos y sistemas de refrigeración de baja temperatura.

La mayoría de los sistemas de aire acondicionado y refrigeración usan algún método de reducción de capacidad para igualar la capacidad del sistema a aquella en condición de carga térmica reducida, comúnmente referida como operación de carga parcial. El método más simple de reducción de capacidad es el de usar el compresor en un ciclo encendido-apagado, usualmente en respuesta a un termostato.

Otros métodos de reducción de capacidad incluyen paro de compresor por etapas, desvío de gas caliente o alguna combinación de los métodos arriba descritos.

Más adelante en esta sección se presenta una explicación de estos métodos de reducción de capacidad y sus efectos en la operación de la VET.

La válvula de expansión termostática es un dispositivo de control de flujo del tipo modulante con capacidad de ajustarse a condiciones de carga baja y mantener un control razonable del flujo de refrigerante.

Sin embargo, el rango efectivo de control de una VET tiene límites, y esta puede no ser capaz de operar apropiadamente en un sistema que requiere un alto grado de reducción de capacidad. Como resultado, los sistemas que usan métodos de reducción de capacidad requieren prácticas apropiadas de diseño e instalación.

Factores de Diseño de Sistemas

Es difícil predecir el funcionamiento de una VET en condiciones de capacidad reducida del sistema, esto es debido a la influencia de muchos factores de diseño presentes en cualquier sistema. Estos factores incluyen: dimensionamiento de la VET, distribución del refrigerante, ajuste de la VET, diseño del serpentín del evaporador, tubería de la línea de succión y ubicación del bulbo. A continuación se indican recomendaciones generales relativas a estos factores. Si se siguen las recomendaciones, se espera que una VET convencional opere satisfactoriamente a una capacidad de hasta un mínimo de 35 por ciento de su capacidad de diseño. Para las válvulas Tipos (E)BF, SBF, EBS y O, que tienen un diseño de orificio balanceado, se espera que operen satisfactoriamente a una capacidad de hasta un mínimo de 25 por ciento de su capacidad de diseño.

Capacidad de Válvula - La VET debe ser dimensionada tan cerca como posible a la condición de máxima carga térmica de diseño del sistema. Puede seleccionarse una válvula con una capacidad nominal de hasta 10 por ciento menor que la requerida en la condición de carga completa si el sistema operara a carga reducida por largos períodos de tiempo, y si se pudiera tolerar recalentamientos un poco mayores que los normales en condiciones de operara plena carga.

Dimensionamiento del Distribuidor - El dimensionamiento apropiado del distribuidor es extremadamente importante para sistemas que utilizan métodos de reducción de capacidad. La función del distribuidor del refrigerante es distribuir equitativamente el refrigerante hacia un evaporador multi-circuito. Si el distribuidor no puede realizar su función en todas las condiciones, entonces se espera una operación errática de la VET. En el caso de los distribuidores con caída de presión, debe asegurarse que el orificio y la tubería tengan el tamaño apropiado para condiciones tanto de carga máxima como mínima. Para mayor información vea el Boletín 20-10.

Ajuste de Recalentamiento - El ajuste de recalentamiento de la VET debe colocarse al máximo posible recalentamiento que puede ser tolerado en condiciones de máxima carga. Un ajuste de recalentamiento alto reducirá los problemas asociados con un ciclaje moderado de la VET en condiciones de baja carga. Los recalentamientos altos son más aceptables en sistemas de aire acondicionado donde hay una amplia diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire, lo que permite que la VET opere con recalentamientos más altos sin una pérdida significativa de la capacidad del serpentín.

Diseño del Serpentín del Evaporador - Cuando el evaporador ha sido configurado para proveer un contraflujo de refrigerante en relación a la dirección al flujo de aire, el recalentamiento normalmente tendrá el menor efecto en la capacidad del evaporador y se minimizarán las fluctuaciones de la presión de succión. La velocidad del refrigerante dentro del evaporador debe ser lo suficiente alta como para evitar que demasiado refrigerante líquido y aceite queden atascados, lo que puede causar ciclaje de la VET. Los serpentines multi-circuito deben ser diseñados de manera que cada circuito sea expuesto a la misma carga térmica. El flujo de aire a través del serpentín debe ser distribuido equitativamente.

Los serpentines de evaporadores de sistemas de aire acondicionado de gran capacidad son frecuentemente divididos en secciones múltiples, de tal manera que una o más de estas secciones pueden cerrarse para controlar la capacidad durante operación de carga parcial. Por lo tanto, se requiere una VET que alimente cada una de estas secciones. Los métodos usados para dividir estos serpentines son llamados: **División por filas, División por caras y entrelazados**. En general, Las VETs operan mejor con serpentines entrelazados.

Tubería de Línea de Succión - En el Boletín 10-11(S1) se explican los métodos correctos para la instalación de la tubería de línea de succión, incluyendo recomendaciones para la ubicación del bulbo y el uso de trampas(sifones). Donde los fabricantes y diseñadores hayan aprobado otros métodos de instalación de tuberías estos deben seguirse.

Ubicación del Bulbo Sensor - El bulbo sensor de la VET debe ser ubicado en una sección horizontal de la línea de succión cercana a la salida del evaporador, o en el caso de una válvula equalizada externamente, debe colocarse antes de la conexión del equalizador en la línea de succión.

Refrigerante Líquido Libre de Vapor - Otro aspecto importante para asegurar la apropiada operación de una VET es proveer líquido refrigerante libre de vapor en la entrada de la VET. El vapor en la línea de líquido puede reducir severamente la capacidad de la VET, entorpeciendo el flujo apropiado de refrigerante hacia el evaporador. Un intercambiador de calor líquido a succión correctamente dimensionado ayudará a asegurar líquido libre de vapor. Esto se logra suministrando cierta cantidad de subenfriamiento al líquido. Además, el intercambiador de calor provee una ventaja adicional al sistema porque vaporiza pequeñas cantidades de refrigerante líquido en la línea de succión antes que el líquido llegue al compresor. Un indicador de humedad-líquido See-All ofrece una verificación visual de refrigerante libre de vapor.

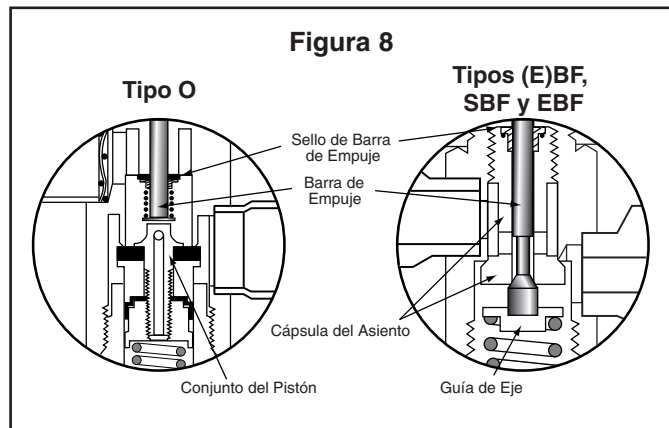
VETs de Orificio Balanceado

Uno de los factores que limita la capacidad de las VETs para operar en condiciones de carga parcial es la variación de la caída de presión a través de la VET durante la operación normal del sistema, esto debido a cambios en la presión en el lado de alta.

Como se explicó previamente en la página 3, *Como Funciona la Válvula de Expansión Termostática*, la caída de presión a través de la VET afecta la operación de la válvula, particularmente en válvulas de mayor capacidad que tienen un área de orificio grande. Para contrarrestar los efectos de esta fuerza, Sporlan incorpora el de diseño de orificio balanceado en tipos selectos de válvulas.

En 1946, Sporlan introdujo esta característica usando una construcción de doble orificio en dos válvulas de gran capacidad: las Tipo T y W. La válvula T se convirtió después en la válvula Tipo V cuando se modificó su diseño. Esta construcción de doble orificio utiliza un pistón que se asienta contra dos orificios y reduce los efectos de la caída de presión a través de la válvula. El flujo de refrigerante que entra a este tipo de válvulas se divide entre dos orificios. La fuerza del flujo del refrigerante es transmitida a la sección media del pistón, la fuerza del flujo que entra al orificio inferior es casi totalmente cancelada por la fuerza del flujo que entra al orificio superior, esto debido al diseño del pistón. Con esto se logra una válvula **semi-balanceada**, permitiendo que la válvula opere a un porcentaje menor de su capacidad nominal en comparación con una válvula de diseño convencional.

Sporlan introdujo el diseño patentado de una válvula de desviación de descarga **completamente balanceada**, la Tipo ADRHE-6. Este diseño fué usado después con la VET Tipo O, introducida en 1971. La válvula Tipo O está diseñada para eliminar los efectos de la caída de presión a través de la válvula. La válvula tipo O utiliza un pistón que se asienta contra el orificio único de la válvula. Vea la figura 8.



Un pasadizo taladrado a través del pistón, permite que la presión de líquido sea transmitida hasta el lado de abajo del pistón. Un sello sintético de copa que se encuentra alrededor del pistón mantiene esta presión debajo del pistón, lo que causa que la fuerza debida a la presión de líquido en la parte superior del pistón sea cancelada.

Si se siguen las recomendaciones de diseño mencionadas anteriormente, se espera que una válvula del Tipo O opere satisfactoriamente en condiciones de hasta a un 25 por ciento, ó menos, de su capacidad nominal.

Los recientes esfuerzos de los fabricantes de sistemas para reducir los costos de operación de sus sistemas de refrigeración, permitiendo que las presiones de condensador bajen o fluctuen con temperaturas ambiente bajas, han creado la necesidad de VETs de pequeña capacidad con diseño de orificio balanceado y características superiores de modulación.

Estos esfuerzos son particularmente evidentes en aplicaciones de supermercado. Para satisfacer esta necesidad Sporlan introdujo en 1984 las válvulas Tipo (E)BF y EBS.

Las válvulas Tipos (E)BF y EBS utilizan una sola barra de empuje que se extiende a través del orificio de la válvula. Ver la figura 8. Las áreas transversales del orificio y de la barra de empuje son idénticas, de tal manera que la fuerza tendiente a abrir creada por la caída de presión es cancelada por la caída de presión a través de la varilla de empuje.

Además, este diseño brinda un excelente alineamiento entre eje y orificio. Refiérase a la sección *Efecto de la Caída de Presión a Través del Orificio de la Válvula*, en la página 4 para obtener información adicional.

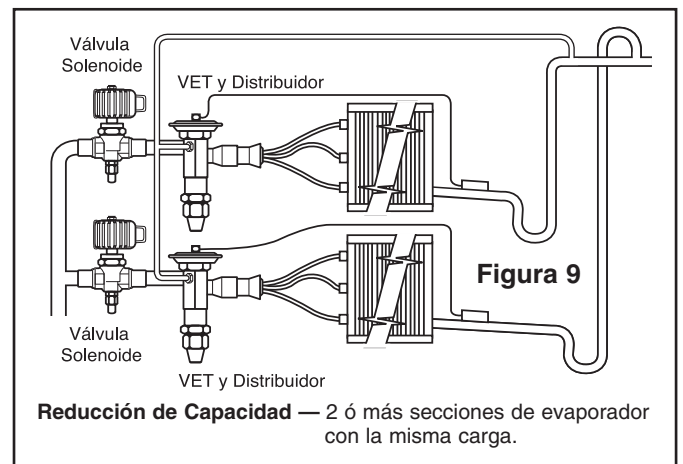
La válvula Tipo (E)BF con el orificio 'AA' fue desarrollada por Sporlan en 1988. Su diseño original usaba una construcción patentada de doble barra de empuje (patente U.S. 4,750,334) similar al de la válvula convencional Tipo F y el diseño balanceado era logrado usando una tercera *barra flotante* localizada arriba del orificio de la válvula.

De la misma manera que en la construcción de orificio balanceado de una sola barra, la barra flotante hace que la caída de presión a través de sí misma cancele la fuerza tendiente a abrir creada por la caída de presión a través del orificio. Después, en 1993, el orificio 'AA' de la válvula tipo (E)BF fué rediseñado a una construcción de una sola barra, como todos los otros tamaños de las válvulas tipo (E)BF. Todas las válvulas con orificio 'AA' que tengan un código de fecha '3393' o más reciente tienen una construcción de una sola barra.

Diseño de Sistemas para Condiciones de Carga Parcial

En sistemas donde el compresor se puede descargar hasta un 50% de su capacidad nominal, debe tenerse cuidado al momento de seleccionar válvulas de expansión y distribuidores de refrigerante. Si el compresor puede descargar hasta un 33% ó menos de su capacidad nominal, se hacen necesarias consideraciones especiales de diseño para asegurar la operación apropiada de la VET.

Las figuras 9, 10 y 11 son diagramas esquemáticos que ilustran tres posibles métodos para balancear la capacidad de la VET y el distribuidor con la capacidad del compresor durante la operación de baja carga. Deben consultarse referencias reconocidas, tales como literatura del fabricante y manuales de ASHRAE, para obtener mayor información. **Sporlan no se hace responsable por daños por prácticas de instalación inapropiadas, o por uso inapropiado de sus productos.**



Dos o más Secciones de Evaporador con la Misma Carga

La figura 9 ilustra dos evaporadores en paralelo, cada uno con su VET y distribuidor de refrigerante. Cada uno de los evaporadores comparte la mitad de la carga total común. Las válvulas solenoides anteriores a cada VET en la línea de líquido están conectadas eléctricamente al sistema modificador de la capacidad del compresor.

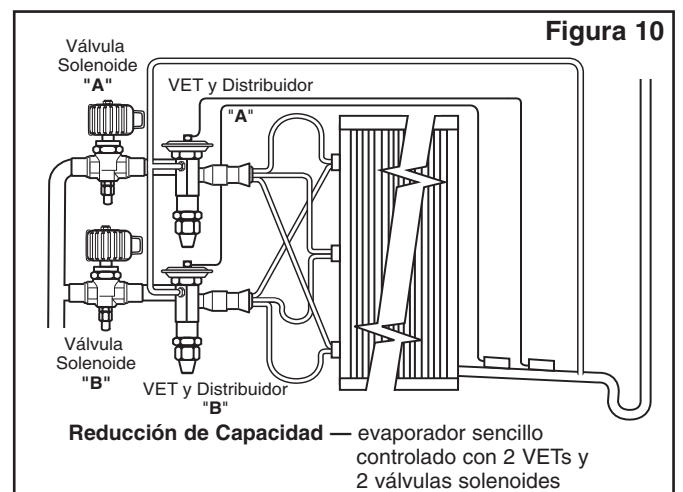
Cuando la capacidad del compresor es reducida a 50%, una de las dos válvulas solenoides se cierra, deteniendo el flujo de refrigerante hacia una de las VETs. La VET que queda en operación tiene una capacidad nominal aproximadamente igual a la capacidad del compresor operando a 50% de su carga.

Esta técnica puede llevarse un paso más adelante usando secciones de evaporador adicionales, cada una de las cuales es controlada por una VET y su distribuidor. El uso de secciones múltiples de evaporador permitirá el apropiado control de cargas altamente reducidas.

Un Solo Evaporador Controlado por Dos VETs

Para serpentines de evaporador que no son divididos desde su diseño, i.e., división por filas, división por caras, o entrelazados, las siguientes técnicas pueden ser usadas para mejorar la operación de carga parcial.

La figura 10 ilustra el uso de dos VETs y dos distribuidores alimentando a un solo evaporador. Cada circuito del evaporador es alimentado a través de dos circuitos de distribuidores, uno por cada distribuidor. Las válvulas solenoides están conectadas al sistema modificador de la capacidad del compresor, tal como se mencionó anteriormente.



Cuando se usa esta configuración, las capacidades de las VETs y distribuidores pueden ser reducidas en tres etapas. Por ejemplo, asuma que la combinación de VET y distribuidor **A** está dimensionada para manejar un 67% de la carga y la combinación **B** un 33% de la carga. Las tres etapas de reducción de capacidad de válvula y distribuidor son el resultado de abrir o cerrar las válvulas solenoides de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 4

CAPACIDAD DEL COMPRESOR Porcentaje de Capacidad Total	POSICION DE VALVULA SOLENOIDE "A"	POSICION DE VALVULA SOLENOIDE "B"	CAPACIDAD TOTAL DE VALVULAS Y DISTRIBUIDORES Porcentaje de Capacidad
100%	Abierta	Abierta	100%
83%		Cerrada	83%
67%		Cerrada	100%
50%	Cerrada	Abierta	75%
33%		Abierta	100%
16%		Abierta	50%

Otra variación de esta técnica es hacer que cada circuito del evaporador sea alimentado por un solo circuito de distribuidor y dimensionar las VETs y distribuidores en base a la carga esperada del número total de circuitos alimentados por cada VET.

La reducción de la capacidad del evaporador se logra cerrando una válvula solenoide, lo que desactiva los circuitos alimentados por la VET y el distribuidor ubicados adelante de la válvula solenoide. Sin embargo, este método de control requiere mucho cuidado, dado que la carga térmica en los circuitos del evaporador será afectada de acuerdo a la manera en que sean desactivados los circuitos.

Válvulas de Desviación de Gas Caliente y VETs de Desrecalentamiento

Los sistemas que requieren operar en condiciones de carga debajo de las capacidades de descarga de sus compresores presentan un problema de diseño adicional. Una solución práctica para equilibrar el sistema bajo estas condiciones es desviar una cantidad controlada de gas caliente hacia el lado de succión del sistema. La desviación de gas caliente se logra por medio de una válvula moduladora conocida como **válvula de desviación de descarga**. Sporlan fabrica una línea completa de estas válvulas. Para detalles, refiérase al Boletín 90-40.

Para sistemas estrechamente acoplados o compactos, el método de desviación de gas caliente preferido es desviar hacia la entrada del evaporador. Vea la figura 11.

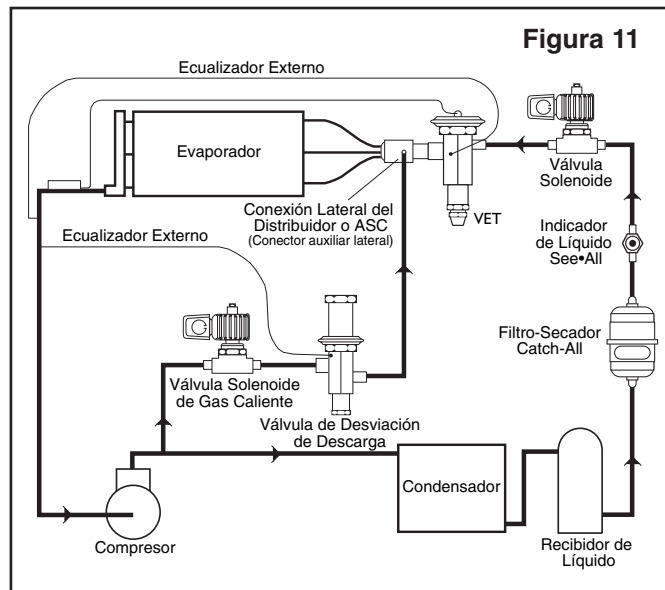


Figura 11

Este método tiene tres ventajas: (1) la VET responderá a un incremento en el recalentamiento del vapor que sale del evaporador y proveerá el líquido requerido para desrecalentamiento; (2) el evaporador sirve como una excelente cámara de mezcla para el gas desviado y la mezcla líquido-vapor que sale de la VET; y (3) se mejora el retorno de aceite desde el evaporador, dado que el gas caliente mantiene alta la velocidad del refrigerante en el evaporador.

Para sistemas multi-evaporador o sistemas remotos puede ser necesario desviar gas caliente hacia dentro de la línea de succión en la manera ilustrada en la figura 12. Además de la válvula de desviación de descarga se requiere una VET auxiliar conocida como **VET de desrecalentamiento** para proveer el líquido refrigerante necesario para enfriar el gas de descarga que entra a la línea de succión. Los fabricantes de compresores generalmente clasifican sus compresores para aire acondicionado a una temperatura de gas de retorno de 18°C y esta temperatura es usualmente apropiada para la selección de VETs de desrecalentamiento. Sin embargo, muchos compresores de refrigeración y baja temperatura requieren temperaturas de succión más bajas para prevenir que la temperatura de gas de descarga suba demasiado, carbonizando el aceite y dañando partes del compresor. Consulte al fabricante del compresor si no conoce la temperatura de gas de succión máxima permisible.

Sporlan ha desarrollado cargas termostáticas especiales para desrecalentamiento. Vea tabla a continuación. Cada carga permitirá que la VET de desrecalentamiento controle el recalentamiento del gas de succión listado en la tabla. Para temperaturas de gas de succión que necesiten recalentamientos diferentes a los listados, contacte a la oficina de Sporlan o al fabricante del compresor para mayor apoyo. El dimensionamiento de una válvula de desrecalentamiento involucra la

TABLA 5

CARGAS TERMOSTATICAS*

Para Válvulas de Expansión Termostática de Desrecalentamiento

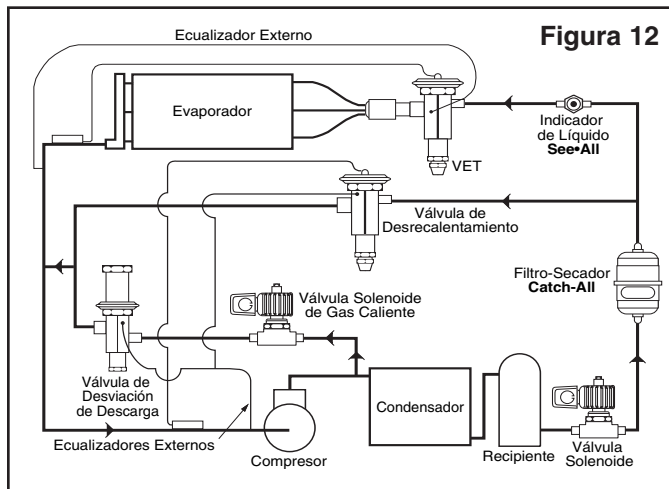
REFRIGERANTE	RECALENTAMIENTO* DE GAS DE SUCCION °C	TEMPERATURA DE EVAPORACION MINIMA PERMISIBLE EN CONDICION DE CARGA REDUCIDA °C	
		5° hasta -25°	-25° hasta -40°
12, 134a, 401A, 409A	15	L2	L1
	20		L2
	25	L3	L2
22, 407A, 407C	15	L1	L1
	20	L2	L2
	25		L2
402A, 404A, 408A, 502, 507	20	L1	L1
	25		

* Para temperaturas de gas de succión que requieren recalentamientos diferentes a los listados, contacte a la oficina de Sporlan o al fabricante del compresor.

determinación de la cantidad de refrigerante líquido necesario para reducir la temperatura del gas de succión al nivel apropiado. Para aplicaciones de desviación de gas caliente, una válvula de desrecalentamiento puede ser dimensionada apropiadamente siguiendo el procedimiento de selección explicado en el Boletín 90-40. Se recomienda una VET ecualizada externamente en la mayoría de las aplicaciones de desrecalentamiento. Se puede usar una válvula ecualizada internamente si la tubería de la VET de desrecalentamiento está acoplada estrechamente. La figura 12 muestra el uso de una VET de desrecalentamiento ecualizada externamente. Para mayor información revise la sección, *Método de Ecualización*, en la página 5.

Cuando se instale una VET de desrecalentamiento y una válvula de desviación de descarga, es necesario recordar que se debe lograr una buena mezcla de gas de descarga y líquido antes que la mezcla llegue al bulbo sensor de la VET de desrecalentamiento. Una mezcla inapropiada puede producir una operación inestable del sistema, causando el ciclaje de la VET de desrecalentamiento. Una mezcla apropiada puede lograrse de dos maneras: (1) instalando un acumulador en la línea de succión después de la conexión de salida de ambas válvulas y con el bulbo de la

VET de desrecalentamiento después del acumulador, o (2) con el uso de una conexión tipo “T” deben combinarse la mezcla de vapor y líquido de la VET de desrecalentamiento y el gas caliente de la válvula de desvío, antes de conectarse a la línea común de la línea de succión. Este último método es ilustrado en la figura 12.



Ecualización de Presión en el Estado Apagado

Ciertas aplicaciones que usan motores de compresor monofásicos de bajo torque o par de arranque (Ejemplo: motor dividido permanentemente) requieren algún medio de ecualización de la presión durante el estado de apagado del sistema. La ecualización de la presión se hace necesaria dado que los compresores de bajo torque o par de arranque no son capaces de arrancar en contra de un gran diferencial de presión. Aplicaciones típicas que requieren ecualización de presión son sistemas pequeños de aire acondicionado y bombas de calor, los que encienden y apagan frecuentemente, en respuesta a un termostato.

Orificio Permanente de Sangrado - Cualquier válvula de expansión termostática Sporlan puede ser ordenada con orificio de sangrado. Los tamaños estándar de **orificio de sangrado** son: 5%, 10%, 15%, 20%, 30% y 40%.

Los orificios de sangrado son designados con el porcentaje por el cual incrementan la capacidad nominal de la válvula a una temperatura de evaporador de 5°C. Por ejemplo, una VET de 2 tons con un sangrado de 30% tendrá una capacidad de $2 \times 1.3 = 2.6$ tons.

El tema de la ecualización de presión durante el estado de apagado del ciclo del sistema no debe confundirse con el ecualizador externo de la VET. La ecualización de la presión del sistema se logra haciendo que cierta cantidad de refrigerante se fugue a través de una ranura u orificio en el asiento de la válvula durante el estado de apagado del ciclo del sistema. Por otro lado, el ecualizador externo de la VET solo permite a la válvula “sensar” la presión evaporador. El ecualizador externo no provee ecualización de presión durante el estado de apagado del ciclo del sistema.

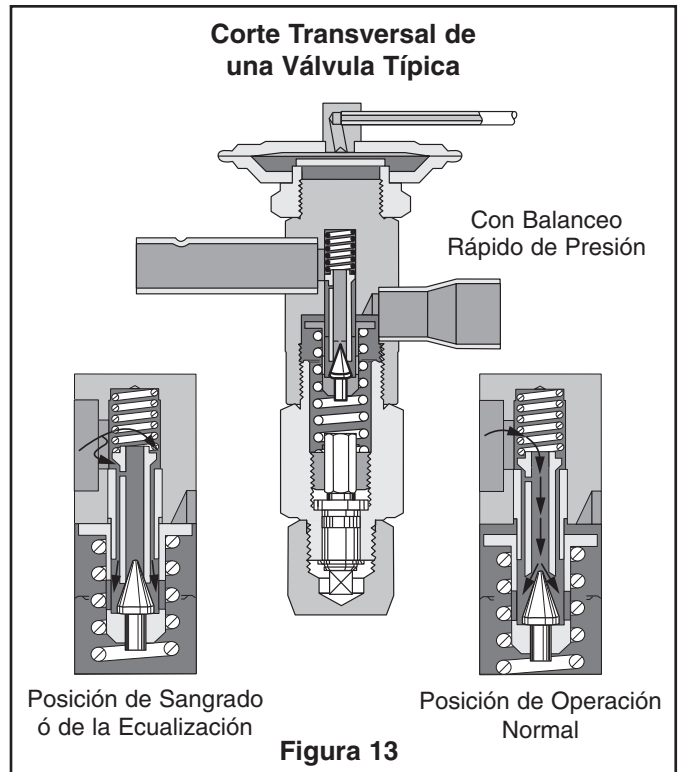
Característica de Balanceo Rápido de la Presión (BRP) -

La válvula de expansión termostática con la característica de Balanceo Rápido de la Presión (BRP) fué desarrollada por Sporlan en respuesta a la demanda de la industria por una válvula que equilibrara las presiones del sistema más rápidamente que una VET con un orificio permanente de sangrado. En algunos casos, el orificio de sangrado ha demostrado ser lento para equilibrar las presiones del sistema y crea problemas de arranque para motores de compresores de bajo torque o par de arranque. Sin embargo, la característica BRP ha demostrado reducir el tiempo de ecualización, normalmente hasta un rango de dos minutos después de apagar el sistema.

La característica BRP se activa inmediatamente después de apagar el sistema. Inmediatamente después que el compresor se apaga, la presión de evaporador sube, forzando al portaeje a moverse hacia una posición más cerrada.

Cuando se usa la característica BRP el portaeje continúa su movimiento y abre un orificio de sangrado cargado con un resorte, permitiendo un equilibrio rápido de la presión.

Una vez que el compresor re-arranca la presión de evaporador baja, cerrando el orificio de sangrado. La posición normal y de sangrado del BRP son ilustradas en la figura 13.



La característica BRP tiene una aplicación específica. Esta debe ser usada solamente en sistemas pequeños de aire acondicionado y bombas de calor que usen un motor de compresor monofásico de bajo torque o par de arranque. En las aplicaciones de bombas de calor, la característica BRP debe ser usada solamente en el **serpentin del interior**, dado que el serpentin del exterior puede estar expuesto a temperaturas ambiente frías, entonces existe la posibilidad de que la presión de evaporador baje demasiado lentamente como para restablecer la característica BRP, una vez que el compresor re-arranque. Además, la característica BRP no se recomienda, ni se requiere, en sistemas que utilicen componentes de **arranque eléctrico**.

La característica BRP está disponible en la VET Tipo RI, y puede especificarse en base a pedidos especiales para las VETs Tipo C y S, hasta e incluyendo capacidades nominales de 4 toneladas para R-22. Refiérase a las hojas de especificaciones de las válvulas para mayor información. Para VETs del Tipo de Fabricante Original de Equipo (OEM), contacte a la oficina de ventas de Sporlan más cercana para asuntos relacionados con la disponibilidad de la característica BRP.

Para asegurar una operación apropiada de la válvula, debe instalarse un **Filtro-Secador Catch-All** cerca de la entrada de una VET con la característica BRP.

La capacidad normal de la válvula se incrementa en 15% cuando se usa un balanceo rápido de la presión. Un orificio taladrado cruzado es parte de la construcción interna de la característica BRP y este orificio provee el flujo de refrigerante adicional.

Aplicaciones con R-717 (Amoníaco)

Las aplicaciones de válvulas de expansión termostática para aplicaciones con amoníaco requieren consideraciones especiales de diseño dados los efectos erosivos del vapor de amoníaco. Para este tipo de aplicación, Sporlan ha desarrollado las válvulas de expansión termostática Tipo D y A.

En sistemas con amoníaco, la formación de ráfagas de vapor en el orificio de la válvula de expansión causa erosión ó rayado en el asiento de la válvula. Este efecto es agravado por la alta velocidad del amoníaco mezclado con suciedad y partículas que pasan a través de el orificio de la válvula. Afortunadamente, la erosión del asiento puede ser minimizada y la vida de la válvula extendida si se siguen los siguientes pasos:

1. Siempre mantenga líquido libre de vapor a la entrada de la VET.
2. Mantenga el amoníaco limpio usando filtración efectiva.
3. Reduzca la velocidad del amoníaco a través del orificio de la VET reduciendo la caída de presión a través del orificio.

El paso 1 puede lograrse por medio de un diseño apropiado del sistema. El vapor en la línea de líquido se previene suministrando suficiente subenfriamiento y dimensionando adecuadamente la línea de líquido.

El paso 2 puede ser asegurado mediante el uso de un **Filtro-Deshidratador Catch-All**. Este filtro-deshidratador es una trampa efectiva de partículas cuando es usado en sistemas de amoníaco. Para mayor información acerca del uso del Filtro-Deshidratador en los sistemas de amoníaco, refiérase al Boletín 40-10(S1).

El paso 3 se logra por medio del uso de un tubo de descarga removible ubicado en la salida de todas las válvulas tipo D y las válvulas Tipo A con capacidades nominales de 20, 30 y 50 tons. Este tubo de descarga es la diferencia principal entre las VET para amoníaco y las VETs usadas con otros refrigerantes.

El tubo de descarga funciona quitando una parte de la caída de presión total a través de la válvula, resultando en una menor caída de presión a través del orificio la válvula. Se reducen la velocidad del líquido y la formación de ráfagas de vapor, extendiendo la vida de la válvula.

El tubo de descarga debe ser eliminado cuando se use un distribuidor de refrigerante Sporlan con la VET de un sistema de amoníaco dado que la función del tubo de descarga es lograda por el orificio del distribuidor. Si el tubo de descarga no se elimina de la válvula, la combinación del tubo de descarga y el orificio del distribuidor puede crear una caída de presión excesiva, resultando en una considerable pérdida de la capacidad de la VET.

Refiérase al Boletín 20-10 para mayor información acerca de distribuidores para amoníaco.

Las válvulas Tipo A con capacidad nominal de 75 y 100 tons no utilizan tubo de descarga dado que sus salidas son diseñadas para servir como orificios secundarios para reducir la caída de presión a través del orificio de la válvula.

Cargas Termostáticas de Válvulas para Amoníaco

Las cargas C, Z, y L están disponibles para la válvula de expansión termostática tipo D. La carga Tipo L es la única carga disponible para la válvula Tipo A.

Las cargas termostáticas Tipo C y Z proveen una ventaja en sistemas que operan con cierto ciclaje en respuesta a un termostato ó un presostato de succión. Estas cargas también son recomendadas para sistemas que usan compresores de baja capacidad. La tabla a continuación presenta los rangos de temperatura recomendados para cada carga.

TABLA 6

CARGA TERMOSTATICA	TEMPERATURA DE EVAPORADOR °C
C	+5 a — 20
Z	— 20 a — 35

Las VET generalmente no son recomendadas para aplicaciones de amoníaco operando con temperaturas menores a 30°F

Las cámaras frigoríficas industriales muy frecuentemente tienen grandes sistemas centralizados de amoníaco. Estos sistemas constan de muchos evaporadores conectados a uno ó dos compresores grandes. Como muchas válvulas de expansión termostática operan a una misma presión de evaporador, un cambio en la velocidad del flujo causado por una válvula no tendrá un efecto significativo en la presión de evaporador.

Esta característica de operación hace más deseable que la válvula de expansión termostática sea más sensitiva a los cambios en la temperatura de bulbo. Esta es la característica de la carga tipo L de Sporlan. Por lo tanto, se recomienda la carga tipo L para sistemas grandes de amoníaco consistentes de evaporadores múltiples.

Actualmente las válvulas Sporlan tipo D y A son manufacturadas por la División Refrigerating Specialties de Parker Hannifin. El soporte técnico para aplicaciones y las órdenes de compra son manejadas por esta división. Para mayor información contacte a: Refrigerating Specialties Division, 2245 South 25th Avenue, Broadview, IL 60155-3858 USA. Phone: (708) 681-6300.

FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACION Y EL RENDIMIENTO DE LA VET

Existen muchos factores que influncian la operación y el rendimiento de la VET. A continuación se explican los factores principales.

Recalentamiento

El recalentamiento se define como la diferencia entre la temperatura del gas en la succión y su temperatura de saturación. Para medir apropiadamente el recalentamiento que una VET está controlando, se usa el **método presión-temperatura**. Este método consiste en medir la presión de succión en el lugar donde está ubicado el bulbo sensor, convertir esta presión a su temperatura de saturación por medio de una tabla Presión-Temperatura, y restar la temperatura de saturación de la temperatura del vapor medida en el lugar del bulbo sensor. Por ejemplo, el recalentamiento del vapor de R-22 a 10°C y 68 psig en el lugar donde está ubicado el bulbo sensor se calcula así:

$$\text{Temperatura de saturación de vapor R-22 a 68 psig} = 4^{\circ}\text{C}$$

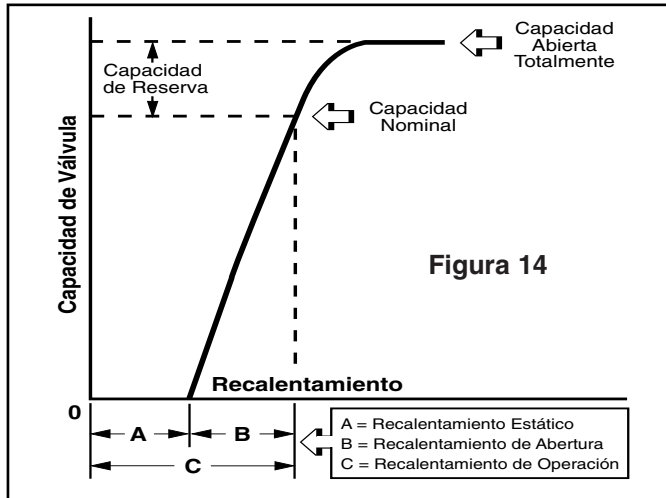
$$\text{recalentamiento} = 10^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C} = 6^{\circ}\text{C}$$

Otro método para medir el recalentamiento que la VET está controlando es el **método de dos temperaturas**. Con este método, la temperatura de saturación se mide directamente colocando un sensor de temperatura encima de la superficie del evaporador, normalmente en un lugar entre la mitad y dos tercios de la distancia a través del evaporador. Dado que este método puede solo aproximar la temperatura de saturación no es tan fiable como el método presión-temperatura y debe evitarse siempre que sea posible.

La VET está diseñada para controlar a un valor constante el recalentamiento en el lugar del bulbo sensor. El nivel de recalentamiento determina cuanto se abre la válvula. Una VET controlando un recalentamiento alto estará mucho más abierta que una VET que controla un recalentamiento bajo. Para mayor información refiérase a la sección, *Como Funciona la Válvula de Expansión Termostática*, en la página 3.

La figura 14 muestra la gráfica capacidad de la válvula versus recalentamiento, e ilustra el efecto que tiene el recalentamiento en la capacidad de la válvula. Para el propósito de estudiar la relación

entre recalentamiento y capacidad de la válvula, el recalentamiento puede definirse así:



Recalentamiento Estático - Recalentamiento estático es la cantidad de recalentamiento necesario para vencer las presiones de resorte y ecualizador de manera que cualquier recalentamiento adicional causa que la válvula se abra.

Recalentamiento de Abertura - Recalentamiento de apertura es la cantidad de recalentamiento requerido para mover el eje de la válvula retirándolo de su asiento después que las presiones de resorte y ecualizador han sido vencidas para permitir el flujo de refrigerante.

Recalentamiento de Operación - Recalentamiento de operación es el recalentamiento al cual la VET opera en un sistema de refrigeración. El recalentamiento de operación es la suma de los recalentamientos estático y de apertura. La curva capacidad versus recalentamiento de operación es llamada **gradiente de válvula**.

El recalentamiento de operación más deseable depende en gran medida de la **diferencia de temperatura (DT)** entre el refrigerante y el medio que está siendo enfriado. i.e., aire o agua. La definición básica de DT es la diferencia entre la temperatura de evaporador y la temperatura entrante del fluido que está siendo enfriado. Los sistemas que tienen una DT alta, tales como los de aire acondicionado y bombas de calor, pueden tolerar recalentamientos más altos sin pérdida apreciable de la capacidad. Los sistemas de refrigeración comercial y de baja temperatura requieren recalentamientos bajos debido a sus menores DTs. La tabla a continuación provee recomendaciones generales de ajustes de recalentamiento para diferentes rangos de temperatura. **Estos ajustes son solamente estimados para diseños de sistemas típicos y deben usarse solo si no están disponibles las pautas de ajuste del fabricante del sistema.**

TABLA 7
GUIAS GENERALES PARA AJUSTE DE RECALENTAMIENTO

APLICACION	AIRE ACONDICIONADO Y BOMBAS DE CALOR	REFRIGERACION COMERCIAL	REFRIGERACION DE BAJA TEMPERATURA
TEMPERATURA DE EVAPORADOR °C	10 a 5	5 a -20	-20 a -40
AJUSTE DE RECALENTAMIENTO °C	5 a 7 (8 a 12°F)	3 a 5 (6 a 8°F)	2 a 3 (4 a 6°F)

Cuando una VET Sporlan es seleccionada y aplicada correctamente, el ajuste de recalentamiento de fábrica usualmente proveerá un recalentamiento de operación en el rango de 5 a 7°C. Una determinación precisa del recalentamiento de operación partiendo del ajuste de fábrica no es posible dado que los ajustes de fábrica son determinados en base al recalentamiento estático, y el recalentamiento de apertura es influenciado por muchos factores de diseño dentro del sistema.

Sin embargo, una vez que una VET ha sido instalada en un sistema y ajustada al recalentamiento de operación deseado, el recalentamiento

estático de la válvula puede ser determinado en un equipo de medición, permitiendo que el ajuste deseado pueda ser duplicado para producción en la fábrica.

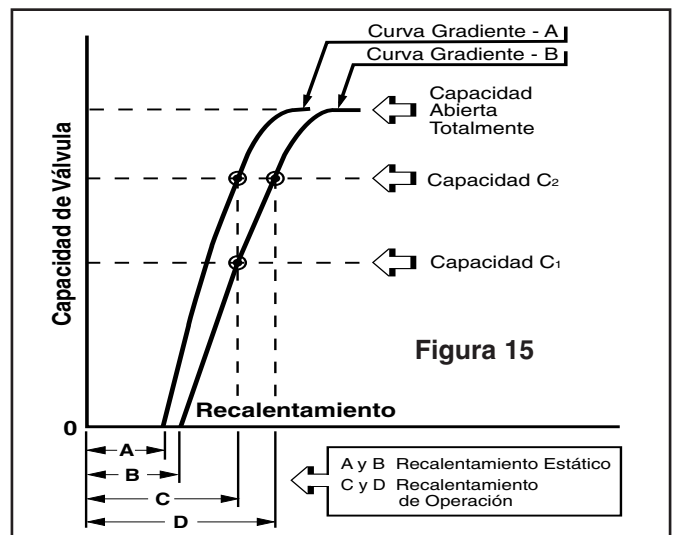
Todas las VETs Sporlan tienen una capacidad de reserva adicional a los valores de capacidad mostrados en las tablas de capacidad del Boletín 10-10(S1). Esta capacidad de reserva no debe ser considerada al seleccionar una válvula. Sin embargo, la capacidad de reserva es una característica necesaria e importante de cualquier VET bien diseñada.

La capacidad de reserva le permite a la válvula ajustarse a incrementos temporales de la carga, períodos de baja presión de condensación, y cantidades moderadas de gas en la línea de líquido.

Ajuste de Válvula

Todas las VETs Sporlan producirán la capacidad nominal al ajuste de fábrica. Si el vástago de ajuste de la válvula se gira en el sentido de las manecillas del reloj, la presión adicional del resorte adicional creada aumentará el recalentamiento estático y disminuirá hasta un cierto punto la capacidad de la válvula. Girando el vástago de ajuste en sentido contrario a las manecillas del reloj se disminuirá el recalentamiento estático y aumentará hasta cierto punto la capacidad.

La figura 15 ilustra el efecto del ajuste de recalentamiento en la capacidad de la válvula.



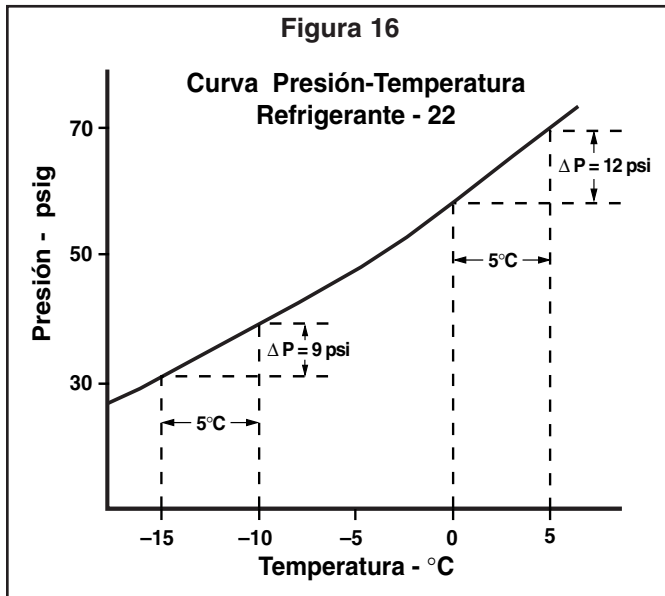
Refiriéndose a la Curva Gradiente A en la figura 15, la capacidad C₂ se logra con un ajuste de recalentamiento estático A y un recalentamiento de operación C. Al girar el vástago de ajuste en el sentido de las manecillas del reloj se aumenta el recalentamiento estático y la curva se desplaza hacia la derecha. Esta nueva curva, identificada como Curva Gradiente B, muestra que la capacidad de la válvula disminuirá hasta la capacidad C₁ al mismo recalentamiento de operación C. La capacidad C₂ puede lograrse solamente al costo de un mayor recalentamiento de operación designado D.

En cualquier sistema en operación donde se requiere una capacidad de válvula dada, cualquier ajuste de la válvula solamente cambiará el recalentamiento al cual opera la válvula.

Temperatura de Evaporador

Las curvas presión-temperatura de todos los refrigerantes tienen una pendiente más plana a temperaturas más bajas. La figura 16 ilustra una curva P-T usando R-22 como ejemplo. La curva P-T de una carga termostática también es más plana a temperaturas más bajas. Como resultado, un cambio dado en la temperatura de bulbo causa un menor cambio de la presión del bulbo a menores temperaturas de evaporador. Un cambio dado del recalentamiento resultará en menor

presión sobre el diafragma de la válvula a temperaturas de evaporador más bajas, causando una reducción en la abertura y la capacidad de la válvula.



Subenfriamiento

Se define subenfriamiento como la diferencia entre la temperatura del refrigerante líquido y su temperatura de saturación. Por ejemplo, la cantidad de subenfriamiento de R-22 líquido a 30°C y 196 psig se calcula así:

$$\text{Temperatura de saturación de R-22 a } 196 \text{ psig} = 38^\circ\text{C}$$

$$\text{subenfriamiento} = 38^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 8^\circ\text{C}$$

Es necesario un adecuado subenfriamiento para evitar la formación de vapor en la línea de líquido a causa de las caídas de presión en la línea de líquido. Aún en cantidades pequeñas, el vapor en la línea de líquida reduce considerablemente la capacidad de la válvula.

En el Boletín 10-11(S1) se explican varios métodos por medio de los cuales se puede prevenir el vapor en la línea de líquido, a pesar de grandes caídas de presión en la línea de líquido.

Las caídas de presión en la línea de líquido resultan de las caídas de presión por fricción y las caídas de presión estática. Para un diseño correcto de sistema es necesario minimizar estas caídas tanto como sea posible. Las caídas de presión por fricción pueden ser minimizadas dimensionando correctamente la línea de líquido y sus accesorios tales como la válvula solenoide y el filtro-secador.

Sin embargo, las caídas de presión estática son solamente la consecuencia del peso de una columna vertical de refrigerante líquido. Como resultado, las caídas de presión estática solo pueden disminuirse reduciendo la altura vertical hacia arriba que el líquido refrigerante debe recorrer. La tabla 8 puede ser usada para determinar las caídas de presión estática de una línea de líquido. Cuando la suma de la presión estática y pérdidas por fricción se conocen, puede ser determinada la cantidad de subenfriamiento necesario para prevenir formación de gas en la línea de líquido. Por ejemplo, si la suma de las pérdidas estáticas y por fricción son de 14 psi para un sistema con R-22, y la temperatura de condensación es de 38°C, el subenfriamiento necesario es el siguiente:

$$\text{Presión de saturación del R-22 a } 38^\circ\text{C de condensador} = 196 \text{ psig.}$$

$$\text{De presión a la entrada de la VET} = 196 - 14 = 182 \text{ psig.}$$

$$\text{Temperatura de saturación del R-22 líquido a } 182 \text{ psig} = 35^\circ\text{C}$$

$$\text{Subcooling required} = 38 - 35 = 3^\circ\text{C}$$

Temperatura de Refrigerante Líquido y Caída de Presión a Través de la VET

La capacidad de la VET es afectada por la temperatura del refrigerante líquido que entra a la VET y por la caída de presión disponible a través de la VET. Los valores de capacidad para R-12, R-22, R-134a, R-401A, R-402A, R-404A, R-407A, R-407C, R-408A, R-409A, R-502 y R-507 mostrados en el Boletín 10-10(S1) son basados en refrigerante líquido sin vapor a 40°C entrando a la válvula. Los valores de capacidad de válvulas para R-717 (amoníaco) son basados líquido sin vapor a capacidad 30°C. Con las tablas de capacidad para cada refrigerante, se presentan factores de corrección tanto para temperaturas de líquido como para caídas de presión.

Carga Termostática

Las curvas presión-temperatura de las varias cargas selectivas Sporlan tienen características diferentes. La misma cantidad de recalentamiento no producirá la misma abertura de válvula para cada tipo de carga.

TABLA 8

REFRIGERANTE	ASCENSO VERTICAL - PIES				
	20	40	60	80	100
	CAIDA DE PRESION ESTATICA - psi				
12	11	22	33	44	55
22, 401A	10	20	30	39	49
134a, 502	10	20	30	40	50
402A	9	18	27	36	45
404A	8	16	24	32	40
407A	9	19	28	37	47
407C	9	17	26	35	43
408A	9	17	26	35	44
409A	10	20	31	41	51
410A	9	17	26	34	43
507	8	17	25	34	42
717	5	10	15	20	25

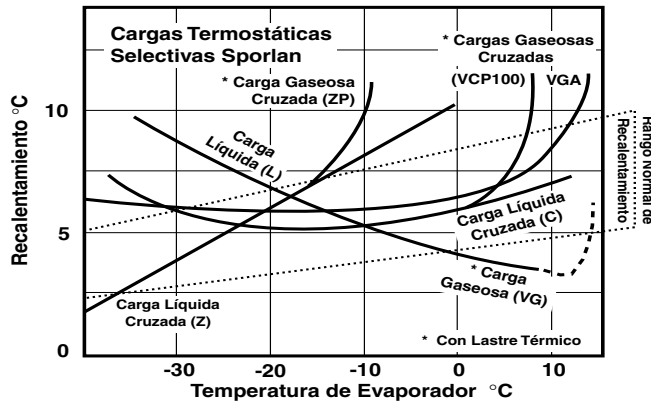
TABLA 9

REFRIGERANTE	CAIDA DE PRESION PROMEDIO A TRAVES DEL DISTRIBUIDOR*
12, 134a, 401A, 409A	25 psi
22, 402A, 404A, 408A, 407A, 502, 507	35 psi
410A	45 psi
717 (Amoníaco)	40 psi

* Vea el Boletín 20-10 para datos relacionados al porcentaje de carga.

PROCEDIMIENTO DE SELECCION

1. Determine la caída de presión a través de la válvula -
 Reste la presión de evaporador de la presión de condensador. La presión de condensación que debe usarse en este cálculo debe ser la presión de condensación mínima de operación del sistema. De este valor, reste todas las otras pérdidas de presión para obtener la caída neta de presión a través de la válvula.



Asegúrese de considerar todas las posibles fuentes de caída de presión: (1) caídas por fricción en la tubería incluyendo evaporador y condensador; (2) caída de presión a través de accesorios de la línea de líquido tales como válvula solenoide y filtro-deshidratador; (3) caída (subida) de presión estática debida a un ascenso (descenso) vertical de la línea de líquido; y (4) caída de presión a través del distribuidor de refrigerante, si se usa.

La tabla 9 especifica las caídas de presión típicas de distribuidores Sporlan en condiciones de carga de diseño. Refiérase al Boletín 20-10 para mayor información acerca de distribuidores de refrigerante.

Encuentre el factor de corrección por caída de presión (FC Presión) correspondiente a la temperatura de evaporación y a la caída de presión a través de la válvula. Vea tabla C.

2. Determine la temperatura del refrigerante líquido que entra a la válvula - Aplique el factor de corrección (FC Líquido) en las tablas para cada refrigerante. Vea tabla B.

3. Seleccione la válvula de las tablas de capacidad - Seleccione una válvula en base a la temperatura de evaporación de diseño y la caída de presión disponible a través de la válvula. Si es posible, la capacidad de la válvula debe ser igual o exceder ligeramente el valor de capacidad de diseño del sistema. Asegúrese de aplicar los factores de corrección por temperatura de líquido y por caída de presión apropiados a los valores de capacidad de válvulas mostrados en las tablas.

Una vez que el valor de capacidad ha sido encontrado, determine la capacidad nominal de la válvula de la segunda columna de las tablas. En los sistemas de evaporadores múltiples seleccione cada válvula en base a la capacidad individual de cada evaporador. Vea tabla A.

4. Determine si se requiere un equalizador externo - La cantidad de caída de presión entre la salida de la VET y el lugar donde está ubicado el bulbo determinará si se requiere un equalizador externo. Refiérase a la sección, *Método de Ecuilización*, en la página 5, para mayor información.

5. Seleccione el tipo de cuerpo - Seleccione el tipo de cuerpo de acuerdo al estilo de las conexiones que se deseen. Para ver especificaciones completas de cada tipo de VET, incluyendo valores nominales, refiérase al Boletín 10-10(S1).

6. Seleccione la Carga Termostática Selectiva Sporlan - Seleccione la carga de acuerdo a la temperatura de evaporación de diseño de la tabla en la página siguiente. Refiérase a la página 7 para una explicación completa de las cargas termostáticas selectivas Sporlan disponibles.

CAPACIDADES DE VALVULA TERMOSTATICAS DE EXPANSION
TONELADAS DE REFRIGERACION
AIRE ACONDICIONADO, BOMBAS

VALVULA TIPO	CAPACIDAD NOMINAL (Tons)	CARGA T. VCP 100, VGA, VCA			
		5°	0°	-10°	-20°
F-EF-G-EG	1/5	0.20	0.10	0.21	0.1
NI-F-EF	1/4	0.25	0.24	0.28	0.2
F-EF-G-EG	1/3	0.34	0.34	0.36	0.3
NI-F-EF	1/2	0.49	0.48	0.52	0.4
G-EG	3/4	0.74	0.73	0.77	0.7
NI-F-EF-G-EG	1	0.98	0.97	1.02	0.9
NI-F-EF-G-EG	1-1/2	1.57	1.55	1.64	1.5
F-EF-G-EG	2	1.96	1.94	1.99	1.9
F & EF(Ext)-G-EG-S	2-1/2	2.45	2.42	2.56	2.4
F & EF & G & EG(Int)	3	3.13	3.10	3.28	3.1
F & EF & G & EG(Ext)-C&S(Int)	4	4.41	4.36	4.61	4.4
C-S	5	5.09	5.04	5.33	5.0
F & EF(Ext)-C-S	8	7.84	7.75	8.02	7.8
C(Ext)-S(Ext)	10	9.80	9.69	10.0	9.8
S(Ext)					

Tabla A

Temperatura de Líquido

REFRIGERANTE	FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA DE LIQUIDO			
	TEMPERATURA DE LIQUIDO ENTRANDO A LA VALVULA			
	0	10	20	30
22	1.42	1.32	1.21	1.11
407A	1.57	1.44	1.30	1.15
407C	1.60	1.46	1.31	1.16

Tabla B

La capacidad de la válvula debe ser igual o exceder ligeramente la capacidad o tonelaje del sistema.

Temperatura de Evaporador de diseño

Caída de Presión Disponible a la VET

REFRIGERANTE	TEMPERATURA EVAPORADOR °C	FACTORES DE CORRECCION POR CAIDA DE PRESION			
		CAIDA DE PRESION A TRAVES DE LA VALVULA			
		40	60	80	100
22, 407A, 407C	5.0	0.63	0.77	0.89	1.00
	-10	0.57	0.69	0.80	0.89
	-20	0.52	0.63	0.73	0.82
	-30, -40	0.48	0.59	0.68	0.76

Tabla C

Se recomienda el uso del programa de selección de Productos Sporlan para seleccionar VETs y otros accesorios. Una versión en Español esta disponible mediante solicitud a nuestra oficina de ventas mas cercana.

EJEMPLO DE SELECCION

Refrigerante **R-22**; Aplicación: **aire acondicionado**

Temperatura de evaporador de diseño 5°C
 Temperatura de condensador de diseño 37°C
 Temperatura de líquido refrigerante 30°C
 Capacidad de diseño del sistema 4.6 tons

Caída de presión disponible a través de la VET:
 Presión de condensación (psig) 190
 Presión de evaporación (psig) 70
 120

Caída en línea de líquido y accesorios (psi) 5
 Caída en distribuidor y tubos (psi) 35
 80

Factor de corrección por caída de presión ① 0.89
 (caída de presión de 80 psi y 5°C temp evaporador, vea tabla C en página anterior.)

Factor de corrección por temperatura de líquido . . . 1.11
 (Líquido entrando a VET a 30°C. vea tabla B en la página anterior.)

En la tabla de capacidades para R-22 (vea tabla A en la página anterior) bajo la temperatura de evaporación de 5°C encontramos 5.09 tons, que corresponde a una válvula tipo SVE-5.

La capacidad real de la válvula tipo SVE-5 en las condiciones dadas puede calcularse usando la siguiente fórmula:

$$C \text{ Real} = C \text{ Tabla} \times FC \text{ Presión} \times FC \text{ Líquido}$$

$$= 5.09 \text{ tons} \times 0.89 \times 1.1 = 5.03 \text{ tons}$$

El porcentaje de carga, un indicador de la utilización de la capacidad diseño válvula, puede calcularse dividiendo la capacidad de diseño del sistema entre la capacidad real de la válvula en las condiciones dadas y multiplicando el resultado por 100 %.

$$\% \text{ de carga} = \frac{\text{Capacidad de diseño del sistema} \times 100\%}{\text{Capacidad real de la VET en condiciones dadas}}$$

$$= (4.6 \text{ tons} / 5.03 \text{ tons}) \times 100\% = 91\%$$

NOTA: las tablas A, B y C en la página 17 son extractos de las tablas de capacidad del Boletín 10-10(S1).

Carga termostática ② (de la tabla en la siguiente página): **VGA**

Selección:

S V E - 5 - GA; 1/2" x 5/8" ODF - 5', 1/4" ODF

① Debe usarse una VET ecualizada externamente en sistemas con evaporadores que usan un distribuidor de refrigerante. Esto debido a la caída de presión creada por el distribuidor.

② Refiérase a la sección *Cargas Selectivas Sporlan*, en la página 7, para mayor información concerniente a las diferencias entre las cargas VGA y VCP100.

Por favor observe que la designación de la carga de refrigerante en la carga termostática (en este caso "V") se omite cuando es incorporada en la designación del modelo de la válvula.

7. Instrucciones para ordenar - Combine las letras y números en la forma ilustrada por el ejemplo a continuación para obtener la designación completa de la válvula. También incluya el tipo y tamaño de conexiones y la longitud del tubo capilar.

Se recomienda el uso del programa de selección de productos Sporlan para seleccionar VETs y otros accesorios. Una versión en Español está disponible mediante solicitud a nuestra oficina de ventas más cercana.

TABLA 10

Tipo de cuerpo	Ecualizador interno o externo	Conexiones	Para especificaciones completas	Refrigerante	
NI	Interno	SAE Roscar	Boletín 10-10	12, 22, 134a, 401A, 402A, 404A, 407A, 407C, 408A, 409A, 502, 507	
RC	Externo	SAE Roscar o ODF Soldar	Boletín 10-10-5	22	
		ODF Soldar		410A	
RI (RPB only)		SAE Roscar or ODF Soldar		22	
F	Interno o Externo	SAE Roscar	Boletín 10-10	12, 22, 134a, 401A, 402A, 404A, 407A, 407C, 408A, 409A, 502, 507	
EF		ODF Soldar			
Q		SAE Roscar			
EQ		ODF Soldar			
SQ					
G		SAE Roscar			
EG		ODF Soldar			
C		SAE Roscar			
BF		ODF Soldar			
EBF					
SBF					
BQ		SAE Roscar			Boletín 10-10-6
EBQ		ODF Soldar			
SBQ					
S		Externo			ODF Soldar
EBS					
O					
H	Interno o Externo	ODF Soldar-Brida	Boletín 10-10		
M	Externo				
V					
W					
D	Interno o Externo	FPT o Brida para soldar	—	12, 22, 134a, 401A, 407A, 409A	
A				Solamente 717	

EJEMPLO

S	V		E	5	GA	1/2" ODF Soldar	X	5/8" ODF Soldar	X	1/4" ODF Soldar	X	5'
	Designación de Refrigerante											
Tipo de Cuerpo	F para 12	L para 402A	"E" especifica ecualizador externo. Omisión de la letra "E" indica una válvula con ecualizador interno. Por Ejemplo: SV - 2 - C	Capacidad Nominal en tons	Carga Termostática	Tamaño y estilo de conexión de entrada	X	Tamaño y estilo de conexión de salida	X	Tamaño y estilo de conexión de ecualizador externo	X	Longitud del tubo capilar (pies ó pulgadas)
	E para 13	S para 404A										
	T para 13B1	N para 407C										
	V para 22	R para 408A										
	G para 23	D para 500										
	B para 114	R para 502										
	Q para 124	W para 503										
	J para 134a	P para 507										
	X para 401A	A para 717										

CARGAS SELECTIVAS SPORLAN

diseñadas para un máximo desempeño en cada aplicación Cargas Termostáticas Recomendadas*

REFRIGERANTE	AIRE ACONDICIONADO O BOMBAS DE CALOR	REFRIGERACION COMERCIAL 10°C A -25°C	REFRIGERACION EN BAJA TEMPERATURA -20°C A -40°C	TEMPERATURA EXTREMADAMENTE BAJA -40°C A -70°C
12	FCP60	FC	FZ & FZP	—
22, 407A, 407C	VCP100 & VGA	VC	VZ & VZP40	VX
134a	JCP60	JC	—	—
401A	XCP60	XC	—	—
402A	LCP115	LC	LZ & LZP	LX
404A	SCP115	SC	SZ & SZP	SX
409A	FCP60	FC	—	—
410A	ZN	—	—	—
502, 408A	RCP115	RC	RZ & RZP	RX
507	—	PC	PZ & PZP	PX
717	REFIERASE A LA SECCION ACERCA DE REFRIGERACION CON AMONIACO EN PAGINA 14			

*** FACTORES DE APLICACION:**

- Las cargas tipo ZP tienen en esencia las mismas características que la carga tipo Z con una excepción: Estas tienen una Presión Máxima de Operación (PMO). Las cargas ZP no son reemplazo de las cargas Z. Cada una debe ser seleccionada en base al propósito para el cual fué diseñada. Consulte la página 9 para obtener información adicional acerca de aplicaciones.
- Todas las cargas para aire acondicionado y bombas de calor fueron diseñadas para válvulas ecualizadas externamente. Refiérase a la página 5 para una explicación completa sobre cuando debe usarse un ecualizador externo.
- Las cargas líquidas tipo L también están disponibles para la mayoría de los refrigerantes comúnmente usados y en la mayoría de los tamaños de elementos.
- Si tiene dudas acerca de cual carga usar, por favor revise la explicación en la página 7, contacte a la oficina de ventas ó su distribuidor Sporlan mas cercano y suministre datos completos del sistema.

ESTILOS DE CONEXIONES DE VALVULAS DE EXPANSION TERMOSTATICA SPORLANSAE
RoscarODF
SoldarFTP
Tubo-BridaODF
Brida
para
Soldar



Sporlan Division
Parker Hannifin Corporation
206 Lange Drive
Washington, MO 63090
636-239-1111 • FAX 636-239-9130
www.sporlan.com