

Ingeniería Energética General

Válvula de Expansión Termostática

Tipos de válvulas de expansión, características principales, conocimientos para su selección, instalación y posterior supervisión del rendimiento. Resumen

Conozca cómo actuar y mejorar la eficiencia energética del sistema de refrigeración controlando correctamente el flujo de refrigerante que se inyecta al evaporador.

¿Sabe cómo funciona la válvula de expansión termostática?

¿Conoce sobre sus componentes principales y que funciones realizan?

¿Y qué sabe sobre los factores que afectan la operación y el rendimiento de estas válvulas?

¿Le gustaría informarse sobre el procedimiento de selección de las mismas?

Como resultado del estudio y aplicación de los conocimientos que se presentan en este resumen sobre la Válvula de Expansión (principalmente las Termostática), aprenderá lo básico para poder actuar sobre este fundamental componente frigorífico, el que participa con gran peso en el comportamiento energético del sistema, en su consumo eléctrico y en las emisiones de gas CO₂, el principal causante del Cambio Climático.

Si quiere saber más sobre el Sistema de Refrigeración y su comportamiento le sugerimos visite el conjunto informativo: [Sistema de Refrigeración. Fundamento y aplicaciones prácticas de cada procesador. Balances energéticos.](#)

Válvula de Expansión - tipos de válvulas, características principales, conocimientos para su selección, instalación y posterior supervisión del rendimiento

Temas a tratar:

- a) Introducción.
- b) Tipos de dispositivos de expansión
- c) Cómo funciona la válvula de expansión termostática
- d) Descripción de una válvula de expansión termostática
- e) Funcionamiento de la válvula de expansión termostática
- f) Factores más importantes a tener en cuenta durante el ciclo de vida útil de las válvulas de expansión termostáticas.
 - Factores de selección
 - Factores a tener en cuenta durante la instalación
 - Determinación correcta del recalentamiento
 - Problemas que pueden presentarse, las causas y sus soluciones.

Introducción.

El dispositivo de expansión o válvula de expansión tiene la función en el sistema de refrigeración de controlar el flujo de refrigerante líquido que entra al evaporador. El refrigerante líquido que llega al dispositivo a alta presión, fluye a través de él y se transforma en una mezcla líquido – vapor a baja presión. Esa mezcla pasará totalmente a fase gaseosa dentro del evaporador, absorbiendo el calor del medio que está siendo enfriado.

A mayor o menor flujo de refrigerante a través del dispositivo, se podrá absorber más o menos calor del medio a enfriar.

Dado que el dispositivo de expansión regula la cantidad de refrigerante hacia el evaporador, su selección es de particular importancia para la correcta operación del sistema de refrigeración. Una mala selección, con un dimensionado incorrecto, o un funcionamiento deficiente del dispositivo una vez instalado, puede causar graves consecuencias en la eficiencia energética del sistema. Una buena selección del dispositivo considera que su capacidad nominal coincide o es ligeramente superior a la carga térmica frigorífica que tiene que vencer el sistema. Si se comete el error de sub dimensionar el dispositivo, durante su operación llegará menos refrigerante al evaporador causando una reducción en la capacidad de enfriamiento del sistema. Por el contrario, un dispositivo sobredimensionado, permitirá que se inyecte al evaporador más refrigerante que el requerido, que no todo el líquido se evapore dentro del intercambiador y llegue líquido al retorno del compresor, lo que es dañino para este componente y puede averiarlo.

Estamos en presencia de un componente muy sensible y de gran impacto en la eficiencia del conjunto del sistema de refrigeración por la tarea que realiza. Coincide que el comportamiento eficiente de la válvula de expansión tiene un peso importante en la eficiencia energética del sistema, por lo que es de suma importancia para conseguir ahorros de energía en una instalación de refrigeración.

Conocer las válvulas de expansión, sus funciones, su constitución mecánica, cómo

regularlas para un funcionamiento correcto y el comportamiento que deben seguir durante la operación diaria, son factores a manejar con total seguridad por los técnicos y especialistas que tienen la tarea de satisfacer la operación eficiente del sistema de refrigeración.

En este artículo hacemos un resumen de los aspectos que entendemos son los de mayor importancia durante la vida útil de este importante componente, considerando que después que está instalado y funcionando, puede comportarse como un buen aliado de la eficiencia energética del sistema de refrigeración, o como su principal enemigo.

Tipos de dispositivos de expansión.

Los dispositivos de expansión pueden clasificarse en 4 tipos:

- a) Los componentes de área constante
- b) Válvula automática (presión constante)
- c) Válvula de expansión electrónica.
- d) Válvula expansión termostática

■ Componente de área constante.

El componente de expansión de área fija consiste en un orificio calibrado a través del cual fluye el líquido refrigerante.

El tubo capilar es un ejemplo común de este de componente de expansión. Estos tubos de diámetro milimétrico son calibrados en función de la carga térmica del conjunto que deben garantizar. Conociendo la temperatura de enfriamiento que se necesita en el evaporador para vencer la carga térmica del sistema (pico) y la presión de descarga del compresor, se calcula su longitud para cada diámetro del capilar. Cuando el refrigerante líquido entra al tubo capilar, se produce una estrangulación (aumenta la velocidad de flujo y disminuye su presión) y debido a la caída de presión el líquido comienza a evaporarse. Una mezcla líquido – vapor llega al evaporador donde al robar el calor a la carga térmica, el componente líquido se evapora definitivamente y el vapor se enriquece. Estos dispositivos son utilizados en sistemas de pequeña capacidad, donde la operación permite una carga constante del evaporador y presiones de condensación también constantes.



La principal desventaja del tubo capilar es su incapacidad para regular el flujo de refrigerante en ritmo con las condiciones de operación ya que es dimensionado para una carga térmica fija, tal y como se explicó antes.

■ La válvula de expansión automática

Esta válvula mantiene la presión del evaporador constante. Ella regula el flujo de refrigerante manteniendo la presión a la salida de la válvula o dentro del evaporador constante. La válvula de expansión automática tiene un mecanismo regulador que nos permite ajustar la presión de salida de la válvula, que es muy próxima a la de operación del evaporador. Por lo que la válvula automática dejará pasar refrigerante siempre que se cumpla que el valor de presión en la salida (dentro del evaporador) es menor al valor pre-fijado en su mecanismo. En la medida que la carga térmica en el evaporador se incrementa, aumenta la presión del refrigerante y comienza a cerrar el dispositivo y reducir el flujo de refrigerante, cumpliendo su tarea de mantener constante la presión dentro del evaporador en el valor pre-fijado por el ajuste de la válvula. En esas condiciones se tardarán horas en vencer la carga térmica que sobrepase la presión pre – establecida. Lo mismo pasa en bajas cargas térmicas, para las que se requieran temperaturas inferiores a la presión de ajuste de la válvula.

En este punto es bueno destacar que tanto el tubo capilar como las válvulas automáticas o de presión constante presentan un comportamiento muy pobre frente a las variaciones de la carga térmica. Este es un grave inconveniente para operar el sistema frigorífico con eficiencia. Una operación eficiente exige la sincronización entre la capacidad del dispositivo de expansión y la carga térmica puntual. Este ritmo se hace más importante en los sistemas de mediana y gran capacidad.

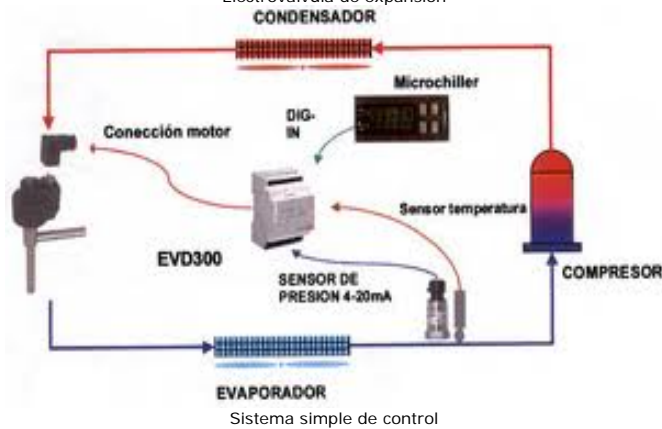
■ La válvula de expansión electrónica.

Estas válvulas se utilizan cuando en el sistema se necesitan realizar funciones complejas. Este tipo de válvulas es accionado eléctricamente, mediante elementos sensores y de control. Estos sistemas de control por lo general son diseñados para supervisar automáticamente varios aspectos de la operación, además del recalentamiento. Por ejemplo, en los sistemas de Aire Acondicionado la temperatura de salida del aire en el evaporador; en un Chiller, la temperatura del agua de entrada y de salida a la enfriadora, la presión de la condensación, etc

Las válvulas de expansión electrónicas dotadas de un conjunto de elementos sensores y de control para su manejo, aseguran un ahorro de energía, protegen la operación del sistema evitando el retorno de líquido en el compresor, optimizan la presión de condensación y de enfriamiento del evaporador y controlan eficientemente el recalentamiento. Son muy buenos aliados de la eficiencia energética del sistema de refrigeración, cuándo todo funciona bien.



Electrovalvula de expansión



■ Válvula de expansión termostática.

Antes de comenzar a tratar el componente de expansión termostático, repasaremos el término recalentamiento del refrigerante, recordando que es la diferencia entre la temperatura real del vapor refrigerante en un punto y su temperatura de saturación, obtenida midiendo la presión manométrica. Para calcular el recalentamiento en el sistema de refrigeración se determina la diferencia entre el valor de la temperatura a la salida del evaporador (1), donde generalmente se sujeta el bulbo sensor, y el valor de la temperatura correspondiente a la presión manométrica del refrigerante dentro del evaporador (2).

Para estas mediciones se utiliza un termómetro digital con una sonda superficial, que se pone en contacto con la tubería cercano al bulbo sensor y se toman varias temperaturas, calculando la media más probable (1).

Conocida la presión de succión, que puede ser leída en la toma del compresor, y por supuesto el tipo de refrigerante que circula, se calcularán las pérdidas en la línea de succión hasta el evaporador y se restarán del valor anterior. Así obtenemos la presión manométrica dentro del evaporador. Empleando una Tabla de propiedades para el Refrigerante se puede determinar la temperatura de saturación (2). correspondiente a

la presión manométrica dentro del evaporador antes calculada. La diferencia entre ambas temperaturas reportará el recalentamiento de operación del dispositivo de expansión.

O si se encuentra conectado a Internet, mediante el Calculador_Energético publicado en nuestra web Acceso [Ingeniería Energética General](#) en Libre, al cual se puede acceder activando el vínculo [Propiedades de los refrigerantes. Recalentamiento – Subenfriamiento](#). En este calculador podrá obtener el recalentamiento directamente.

Notas: Las especificaciones del calculador son:

1) El procesador ha sido diseñado en unidades inglesas: presión de saturación en lb/plg² o plg de mercurio man, temperatura de saturación en °F

2) El procesador asimila las presiones de vacío, siempre que se identifique con un signo menos delante, (ejemplo -5.4 psig) . Como generalmente las presiones de vacío se reportan en plgs de Hg, con el calculador de unidades de temperatura y presión se podrán convertir las plgs de Hg a unidades inglesas.

3) El calculador está preparado para procesar los refrigerantes siguientes: R22, R410a, R407c, R12, R 134a y R717.

4) Los intervalos de valores que asimila el procesador son los que siguen:

Valor mínimo permitido = -10,4 lb/plg² , equivalentes a 22.0 " Hg, un vacío significativo. (coincide con -58.0 °F o -50 °C)

El intervalo de presión para cada refrigerante es el siguiente:

R-22 desde -5.4 a 329.9 psig

R-410 desde +0.4 a 525.7 psig

R-407 desde -7.4 a 372.5 psig

R-12 desde -9.0 a 201.3 psig

R-134 desde -10.4 a 223.4 psig

R-717 desde -8.8 a 364.6 psig

Otros valores fuera de estos intervalos no los asimila este calculador, y el bloque de validación no los procesará.

5) El procesador acepta realizar un cálculo o impresión por cada envío del Formulario. Las unidades de impresión o salida, se reportan en el Sistema Inglés. También la temperatura se reporta en °C y la presión en kg/cm².

Descripción de una válvula de expansión termostática.

La válvula de expansión termostática cuenta de:

El bulbo sensor de temperatura

Tubo capilar que une al tubo sensor con el componente actuante de la válvula

El diafragma de la válvula

Las varillas de empuje y orificio cilindro-cónico obturado parcialmente por un vástago

El vástago y su punta cónica que se introduce en el orificio

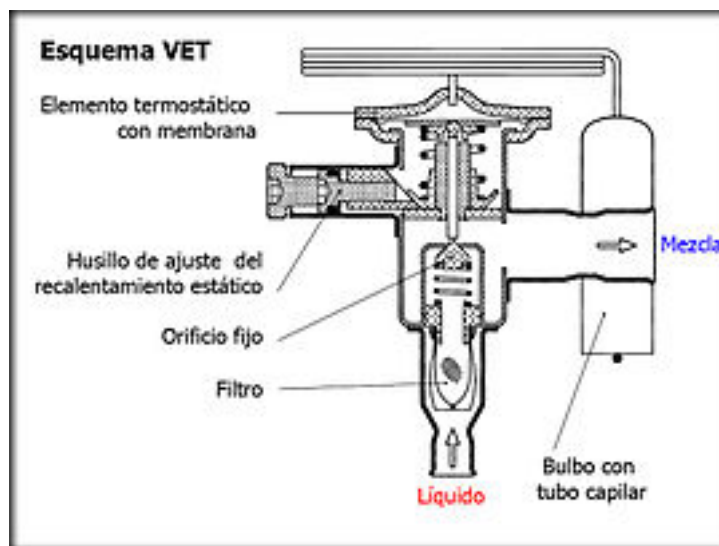
Un muelle o resorte

El eje central

El tornillo de regulación que actúa sobre la tensión del muelle

El cuerpo de la válvula

Las conexiones de entrada (zona de líquido) y de salida del refrigerante (entrada del evaporador)



tomada de Wikipedia, la enciclopedia libre

Funcionamiento de la válvula de expansión termostática.

De acuerdo a la temperatura que capta el bulbo sensor, el gas contenido en él se dilata o se contrae. Asumamos que la temperatura aumenta y el gas se dilata. El gas ejerce una presión sobre el diafragma de la válvula que a su vez transmite el movimiento a las varillas de empuje. Las varillas empujan al eje de la válvula que se apoya en la parte superior del muelle, haciendo que la tensión en el resorte aumente y produzca una fuerza contraria a la de empuje. Así aleja la punta cónica del orificio donde se asienta. Al alejarse la punta cónica aumenta el área libre entre el orificio y ella. En la medida que aumenta el área libre, pasará más refrigerante al evaporador, señal que la carga térmica ha aumentado. Este aumento generó mayor recalentamiento, una temperatura en la carga de gas en el bulbo mayor y la presión en su interior también aumentó.

Si ocurre lo contrario y baja la temperatura del refrigerante, también bajará la temperatura del gas dentro del bulbo sensor y sucederá lo contrario. Las varillas reducirán su empuje sobre el eje y a su vez reducirán la tensión sobre el resorte. Entonces dejará que la punta cónica entre en el asiento de la válvula, reduciendo el área libre y con ello, limitando el paso de refrigerante, señal de que la carga térmica ha disminuido.

Sobre el diafragma de la válvula actúan 3 fuerzas:

- F1, generada por la presión del gas del bulbo sensor sobre el área del diafragma.
- F2, presión generada por el gas de salida de la válvula que entra al evaporador.
- F3, tensión del resorte.

F2 y F3 actúan en la misma dirección y en sentido contrario a F1. Por lo que para saber si las varillas se desplazarán abriendo o cerrando el área libre hay que comparar el valor de F1 con respecto a la suma de F2 con F3.

Cuando la válvula opera en estado estacionario, carga constante y el flujo constante,

la fuerza F_1 es igual a la suma de $F_2 + F_3$. Esto nos dice que la fuerza ejercida por el gas dentro del bulbo que presiona el diafragma es igual a la fuerza opuesta generada por el resorte más la presión interna del evaporador sobre la parte inferior del diafragma.

Si a voluntad comenzamos a reducir progresivamente la tensión sobre el resorte, se rompería el equilibrio de flujo constante, la punta cónica del eje se alejaría del asiento al tener menor resistencia al desplazamiento, aumentaría el área libre y entraría más refrigerante al evaporador reduciendo la temperatura a la salida del evaporador. De esta manera la temperatura a la salida del evaporador se acercará a la temperatura dentro del evaporador, reduciéndose la diferencia entre ambas. Variando la tensión del resorte podemos hacer que la diferencia de temperaturas entre ambos puntos varíe. Y esa diferencia ya le hemos llamado antes recalentamiento del gas refrigerante a la salida del evaporador.

También podemos razonar que $F_1 > F_2$ y eso nos dice que la presión 1 > presión 2, por lo que la temperatura de saturación del refrigerante en 1 será también mayor que en 2. La diferencia de temperatura o recalentamiento la podemos graduar variando la tensión del resorte. Si aumentamos la tensión sobre el resorte, aumentamos el recalentamiento. Si disminuimos la tensión, disminuimos el recalentamiento. Esto nos dice que el recalentamiento es equivalente a la presión que genere el resorte.

Por lo general se debe operar a un valor de recalentamiento fijo y se calibra la tensión del resorte de la válvula para que garantice ese parámetro en condiciones de operación.

Un cambio de la temperatura del vapor del refrigerante a la salida del evaporador puede ocurrir por uno de dos eventos:

- a) La presión del resorte ha sido variada por el ajuste manual de la válvula.
- b) Ocurrió un cambio en la carga térmica en el evaporador.

Si la válvula es calibrada a un valor de recalentamiento dado, el flujo de refrigerante estará en función de las variaciones de la carga térmica y la válvula tratará de seguir fielmente ese comportamiento. A más carga, mayor flujo de refrigerante, a menor carga, menor flujo y manteniendo el recalentamiento en un valor constante. Podemos afirmar entonces que la válvula de expansión termostática controla tanto la carga térmica como el recalentamiento del refrigerante durante la operación. Estas válvulas se conocen como equilibradas internamente.

Si ocurre una caída de presión entre la entrada y salida del evaporador, la presión sobre el diafragma aumenta en el sentido de cerrar el paso del refrigerante. Este escenario (2) difiere al anterior, en que las presiones entre la entrada y salida del evaporador eran iguales (1) y por lo tanto, la caída de presión era cero.

Simulemos estos escenarios en una pequeña tabla.

Escenarios	Evaporador		F2	F3	F1
	Presión salida, psig	Presión entrada, psig			
1	52	52	52	12	64
2	52	58	58	12	70

La temperatura de saturación del refrigerante que se corresponde con la presión de 70 psig y que asegura una operación equilibrada es superior a la temperatura de saturación correspondiente a 64 psig. Por lo tanto, la caída de presión entre la salida de la válvula y el lugar donde está ubicado el bulbo sensor (dentro del evaporador) causa que en una válvula equilibrada internamente se opere a un recalentamiento mayor al deseado.

Para evitar el recalentamiento indeseado se emplean válvulas equilibradas externamente.

Esta solución se logra conectando a la parte inferior del diafragma con la tubería de gas refrigerante a la salida del evaporador, utilizando un conducto capilar. Así el diafragma recibirá la presión real existente en el punto donde se conecta el bulbo sensor.

La sustancia dentro del bulbo sensor tiene la función de captar el estado térmico del refrigerante que se halla circulando por la tubería a la salida del evaporador y en función proporcional al contenido energético de la corriente, generar una presión sobre el diafragma. En la medida que el comportamiento térmico de esta sustancia dentro del bulbo se aproxime a la del refrigerante, se garantizará la proporcionalidad entre el nivel térmico del refrigerante, su temperatura de saturación, su presión y la fuerza que oprimirá el resorte, garantizando un recalentamiento constante, dentro de un intervalo específico de temperaturas de evaporación.

En las aplicaciones de Aire Acondicionado (y Bombas de Calor) se producen por lo general crecimientos rápidos de la carga térmica del sistema. Ante tal condición, si no existe un control del flujo, la válvula termostática abrirá totalmente el paso de refrigerante, sobrepasando los límites de capacidad del compresor. Por lo que en estas aplicaciones se necesita que las válvulas sean capaces de poseer un valor de presión máxima de operación (PMO) a la salida del evaporador, que limite la presión de operación del evaporador a la cual el sistema podría operar y de llegarse a este valor, la válvula no continúe abriendo el paso al refrigerante.

Y para ello el bulbo sensor se rellena con una mezcla de refrigerantes, teniendo presente en la mezcla un componente gaseoso que condensa una porción pequeña de líquido mientras la válvula opera dentro de su rango normal de operación. Al valor de PMO del evaporador, todo el líquido presente en la mezcla se convierte en gas y por encima de este valor, incrementos de temperaturas a la salida del evaporador no se corresponderán con un aumento significativo de la presión dentro del bulbo y por lo tanto, con una mayor abertura de la válvula termostática.

Debido a sus características superiores de operación las Válvulas de Expansión Termostáticas son utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones. Estas aplicaciones incluyen pequeños y grandes sistemas de aire acondicionado y bombas de calor, sistemas de refrigeración comercial, incluyendo mostradores refrigerados,

máquinas para hacer hielo en bloques, cubos, en escama y en tubos, dispensadores de refrescos y sistemas de refrigeración de baja temperatura.

Por la presencia generalizada de las Válvulas de Expansión Termostática en la mayoría de los sistemas de refrigeración, se requiere tener sumo cuidado en su selección, instalación y operación. Son múltiples los factores que intervienen para que este componente funcione con su mayor rendimiento.

Las consecuencias del rendimiento de las válvulas de expansión en el balance energético del sistema de refrigeración, tiene un gran peso y su cuantificación dependerá del desperfecto que esté ocurriendo y de la capacidad térmica del sistema. Conocemos que el compresor dentro de un sistema de refrigeración es el componente que más energía consume; y la válvula de expansión influye sobre el comportamiento de este equipo al controlar el flujo de refrigerante.

De manera cualitativa podemos afirmar que si la válvula de expansión opera bajo condiciones de sobrealimentación de refrigerante, a un régimen superior a la demanda térmica puntual, el compresor estará alimentando mayor cantidad de gas y su consumo energético será mayor, tendiendo a bajar su rendimiento. Las presiones de condensación también aumentarán y es evidente que la sobrealimentación genera un sobre consumo de energía eléctrica.

Si por el contrario, la válvula opera limitando el flujo de refrigerante, el medio a enfriar no alcanzará la temperatura requerida, se dilatará el tiempo de refrigeración y el proceso de enfriamiento no se efectuará con eficiencia. Al final, también se malgasta la energía consumida en el sistema por ineficiencia en el proceso de refrigeración.

Cómo antes se dijo, cuantificar la ineficiencia en kwh sobre consumidos o mal utilizados para cargarlos al comportamiento de la válvula de expansión, dependerá de la anormalidad operativa que esté ocurriendo y de la capacidad de refrigeración del sistema, pero sí es posible precisar la cantidad, una vez rectificado el problema y vuelto a medir el comportamiento. La diferencia cuantificará los kWh que se perdían y con ello, lo mal que funcionaba.

El pobre desempeño de las válvulas de expansión influyen en una buena medida en los imprevistos en los compresores y en los sobre consumos de electricidad. Estamos en presencia de un componente del sistema de refrigeración de extrema importancia energética.

A continuación se explicarán los factores más importantes a tener en cuenta durante el ciclo de vida útil de este componente, enfocado a las Válvulas de Expansión Termostáticas, por ser las de mayor aplicación y uso en los sistemas de refrigeración.



Válvula de expansión termostática

Factores más importantes a tener en cuenta durante el ciclo de vida útil de las válvulas de expansión termostáticas.

- Factores de selección
- Factores a tener en cuenta durante la instalación
- Determinación correcta del recalentamiento.
- Problemas que pueden presentarse, las causas y sus soluciones.

Factores de selección.

Para la selección de la válvula de expansión se utilizarán las Tablas de Capacidad que facilitan los fabricantes. Mencionaremos los factores básicos, ya que una correcta selección obliga a un análisis mucho más profundo del sistema de refrigeración, su refrigerante y de la dinámica de la carga térmica que tiene que vencer. Hay decenas de modelos diseñadas para aplicaciones específicas.

- ✚ Capacidad de refrigeración del sistema. Para seleccionar la válvula de expansión es necesario partir de la capacidad de refrigeración que tiene que asegurar el sistema frigorífico
- ✚ Capacidad de refrigeración nominal. Conociendo la capacidad de refrigeración que tiene que asegurar el sistema frigorífico y el tipo de refrigerante, realizamos la selección utilizando la Tabla de Capacidad de la válvula de expansión termostática. Ubique en la Tabla la fila correspondiente a la capacidad de refrigeración que tenemos que asegurar. A continuación lea el valor de la capacidad frigorífica nominal de la válvula en la columna que se corresponde con la temperatura de operación en el evaporador. Observe que en la medida que disminuye la temperatura de evaporación, la capacidad frigorífica de la válvula tiende a disminuir.

Las válvulas de expansión termostáticas equilibradas internamente son calibradas para un intervalo determinado de la caída de presión. Valores de caída de presión superiores al valor pre-fijado, no aseguran el correcto funcionamiento de las mismas. En esos casos deben utilizarse válvulas equilibradas externamente. El valor admisible de caída de presión varía con la temperatura de evaporación, a menor temperatura, menor es la caída de presión admisible. Cada fabricante de válvulas de expansión distribuye los parámetros de diseño que deben cumplirse en

un formato de Tabla donde relacionan la temperatura de evaporación, el tipo de refrigerante y la caída de presión admisible.

- ✚ Caída de presión neta a través de la válvula de expansión. Calcule la diferencia de presión entre la presión del condensador y la del evaporador, restando las pérdidas por fricción de la línea de líquido, incluyendo la tubería, válvulas solenoides, filtros, visores, y distribuidores de alimentación al evaporador. Conocida la caída de presión del sistema, el tipo de refrigerante y la temperatura de evaporación, en la Tabla anterior se puede comparar el valor pre-fijado por el fabricante con la caída de presión real. De sobrepasarse el valor límite, se requerirá seleccionar una válvula de expansión termostática con equilibrado externo.
- ✚ Factor de corrección por temperatura. Las válvulas de expansión se diseñan garantizando una capacidad frigorífica para una caída de presión que está en función de la temperatura de evaporación y del tipo de refrigerante. Los fabricantes distribuyen tablas donde se pueden seleccionar factores de corrección por temperatura. Si la caída de presión difiere a la de diseño se multiplicará el factor de corrección que resulte por la capacidad frigorífica de la válvula obtenida antes de la Tabla.
- ✚ Temperatura del refrigerante líquido que entra a la válvula. Las válvulas de expansión se diseñan garantizando una capacidad frigorífica para una temperatura del refrigerante líquido que entra a la válvula. Igualmente los fabricantes facilitan las Tablas con estos factores de corrección. Si el valor real de la temperatura difiere de la tomada como referencia, se multiplicará el factor de corrección por temperatura por la capacidad frigorífica de la válvula obtenida antes de la Tabla.
- ✚ La capacidad de la válvula. Una vez realizada las dos correcciones anteriores, conoceremos el valor de la capacidad de la válvula de expansión termostática. Como factor de seguridad, debemos seleccionar la capacidad de la válvula que necesitamos ligeramente superior al valor calculado antes (+ 5%).
- ✚ Tipo de cuerpo de la válvula. Tenga en cuenta el tipo de conexiones que requiere, el medio ambiente donde la instalará, la posición en que esté obligado a sujetarla, etc.
- ✚ Tipo de fluido térmico dentro del bulbo sensor. Hay diversas cargas térmicas compuestas por gas y líquidos refrigerantes, algunas formando mezclas líquido – vapor, las que se ajustan a las diferentes aplicaciones posibles. Tenga en cuenta si necesita que la válvula limite la marcha a un valor de presión máxima de operación (PMO) a la salida del evaporador, a la cual el sistema podría operar sin una sobrecarga del compresor.

Factores a tener en cuenta durante la instalación

- ✚ Localización de la válvula. Debe instalarse tan cerca del evaporador como sea posible. Se hace más fácil la operación y el mantenimiento de la válvula cuando se instala en posición vertical hacia arriba. Entre el evaporador y la válvula de expansión no debe haber restricciones al flujo a no ser la que puede introducir un

El documento, marcas, logo es propiedad de su Autor e Ingeniería Energética General

La utilización de estos por parte del usuario requiere que se haga referencia a nuestra propiedad y se debe señalar en el destino como

© Derechos Reservados Ingeniería Energética General - Año 2013

info@energianow.com

distribuidor de refrigerante que alimenta al evaporador. Hay que tener en cuenta que cuando el evaporador y la válvula de expansión se instalan por encima del condensador o del recipiente de líquido, el refrigerante tiene que ascender verticalmente lo que genera una caída de presión estática en función del diámetro de tubería y de la altura. Esta caída de presión puede generar la vaporización parcial del líquido causando la reducción de la capacidad de la válvula. Cuando la disposición de los componentes obliga a colocar la válvula de expansión sobre la condensación, es necesario valorar si la caída de presión del ascenso generará vapor en el refrigerante. De ser así, hay que conseguir el subenfriamiento del refrigerante anterior al ascenso, de manera de contrarrestar la vaporización y no afectar la capacidad de la válvula de expansión. El subenfriamiento se puede conseguir bien en la condensación o posteriormente, colocando un intercambiador de calor.

- ✚ Precauciones durante el proceso de soldadura. Si las conexiones de la válvula son soldadas, es importante observar varias medidas: a) dirigir la llama en dirección contraria del cuerpo de la válvula donde se encuentra sus piezas y principalmente el resorte; b) evitar que la llama se acerque al cabezal donde se encuentra el diafragma; c) Para mayor seguridad se puede enrollar una tela mojada alrededor del cuerpo y del cabezal de la válvula, para evitar el recalentamiento de su cuerpo por el calor de la soldadura.
- ✚ Ubicación e instalación del bulbo. Para las aplicaciones comunes, la ubicación e instalación del bulbo son fundamentales para el buen funcionamiento de la válvula de expansión termostática. Las principales recomendaciones a considerar son:
 - a) Sujetar el bulbo en un tramo recto y horizontal de la tubería de succión.
 - b) Debe ubicarse el bulbo preferiblemente en la parte superior o los laterales de la tubería de succión.
 - c) Asegurar el buen contacto térmico entre el bulbo y la superficie de la tubería lo que garantizará un control satisfactorio de la válvula de expansión termostática.
 - d) Debe sujetarse firmemente en un tramo recto, colocando al menos dos abrazaderas.
 - e) Tener la precaución de realizar una limpieza a fondo de la superficie de contacto entre el bulbo y la tubería.
 - f) Garantizar que la mayor área posible entre ambos elementos estén en total contacto.

Para las aplicaciones específicas hay que mantener el principio de instalar el bulbo sensor de la válvula en la línea de succión y lo más cerca posible de la salida del evaporador.

- ✚ Conexión del equilibrador externo. Las válvulas con este tipo de conexión no funcionarán si no son instaladas correctamente. La conexión de equilibrado deberá hacerse en el punto de la línea de succión donde la presión sea representativa y refleje la presión existente en el bulbo sensor. Generalmente se conectan inmediatamente después del bulbo sensor. En cualquier situación, la diferencia de presión entre la toma externa y la del bulbo debe ser mínima.
- ✚ Filtros, secadores, mallas, visores de líquidos y accesorios. Estos componentes auxiliares se utilizan para garantizar la a la entrada de la válvula la limpieza del

refrigerante y para supervisarlos, evitando que por suciedades o humedad alteren su operación y rendimiento, al obstruirse el orificio o calzarse el vástago. Las partículas extrañas y la humedad son fuentes de averías de las válvulas de expansión.

- ✚ Ajuste de la válvula de expansión. Las válvulas de expansión termostáticas son calibradas antes de su salida de la fábrica. En la mayoría de los casos esta calibración es suficiente. Pero en la práctica existen muchos factores que alteran el funcionamiento de estas válvulas y que obligan a su ajuste al pie del sistema. Por lo anterior la mayoría de las válvulas disponen del tornillo de calibración, el que actúa aumentando o disminuyendo la tensión sobre el resorte. Para proceder a ajustar el recalentamiento de la válvula debemos asegurarnos que el sistema está operando lo más cerca posible de su capacidad frigorífica de diseño. Entre los factores que pueden afectar el funcionamiento de la válvula y requieren de un ajuste del la misma se encuentran:

- Pequeñas diferencias de temperatura entre el refrigerante y el material que se está enfriando.
- Ubicación del bulbo.
- Razón de carga / capacidad de la válvula
- Capacidad del condensador
- Variación estacional de la presión de descarga debido a cambios externos en la temperatura ambiente o de los sistemas de enfriamiento.
- Problemas de distribución de flujo de refrigerante dentro de la evaporación

Determinación correcta del recalentamiento.

- a. Medir la temperatura de la línea de succión en el lugar donde está ubicado el bulbo, utilizando un termómetro digital con su sonda superficial. Asegúrese de la realidad del dato haciendo varias mediciones y calculando estadísticamente su valor más probable.
- b. Mida la presión de succión por cualquiera de los métodos que siguen:
 - Si la válvula es equilibrada externamente, utilice un manómetro para medir la presión.
 - Si la válvula es equilibrada internamente, lea la presión a la succión del compresor y sume la caída de presión entre el compresor y la salida del evaporador o punto donde está sujetado el bulbo. Así se hallará la presión en el punto de contacto bulbo – tubería.
- c. Convierta la presión obtenida anterior a temperatura de saturación, empleando para ello la Tabla de propiedades del refrigerante que se está utilizando.
- d. Reste los valores de temperatura entre el valor de la toma superficial obtenido en a) y el punto anterior c). Esta diferencia representa el recalentamiento.

Anteriormente se ha explicado este cálculo y aquí se recalca el procedimiento. Recuerde, que además de las Tablas de Propiedades de los Refrigerantes, fuente para determinar los parámetros de saturación, si se encuentra conectado a Internet, mediante el Calculador_Energético publicado en nuestra web Acceso [Ingeniería Energética General](#) en Libre, al cual se puede acceder activando el vínculo [Propiedades de los refrigerantes. Recalentamiento – Subenfriamiento](#). En este calculador podrá obtener el recalentamiento directamente.

Para reducir el recalentamiento, es decir, que la diferencia de temperatura sea menor, hay que actuar en el sentido que pase más refrigerante al evaporador. Entonces gire el tornillo de ajuste en el sentido contrario de las manecillas del reloj, reduciendo la tensión sobre el resorte y dejando pasar mayor flujo de refrigerante.

Para aumentar el recalentamiento, sucederá lo contrario. Hay que aumentar más la tensión sobre el resorte para dejar pasar menor cantidad de refrigerante al evaporador y por lo tanto hay que girar el tornillo de regulación en sentido de las agujas del reloj. Una buena práctica es ir realizando el ajuste paulatinamente, dar media o una vuelta al tornillo, medir el recalentamiento y continuar. Si aun no se alcanza el valor deseado, volver a repetir la operación. Una vez que se altera la regulación de la válvula y se pasa a un nuevo ajuste, la respuesta se refleja en el sistema pasada más de media hora, por lo que es un proceso que llevará algún tiempo realizarlo como es debido.

En líneas generales, el recalentamiento dependerá de la diferencia de temperatura entre el evaporador y la corriente o el material a enfriar. Cuando existen diferencias grandes de temperatura, como son las aplicaciones de Aire Acondicionado, el recalentamiento puede llegar a ser hasta de 8 °C sin una pérdida apreciable de la capacidad del evaporador. Donde se requieran diferencia de temperaturas pequeñas, como es el caso de la conservación y la congelación, es recomendable recalentamiento menores a 6 °C para mantener la máxima capacidad de evaporación.

Problemas que pueden presentarse, las causas y sus soluciones.

Hemos conocido antes como realizar las mediciones del recalentamiento durante la operación de la válvula de expansión termostática.

Revisar el recalentamiento es el primer paso para un análisis simple del funcionamiento de la misma. Otras observaciones, algunas populares, pueden conducir a una falsa conclusión. Tener presente siempre que si no se está alimentando correctamente al evaporador en relación con la carga frigorífica, el recalentamiento será alto. O si se está operando con sobre capacidad el sistema frigorífico, la válvula no podrá mantener el recalentamiento de diseño.

Muchas veces las causas de un descontrol en el recalentamiento no radican en la válvula de expansión, se encuentra en alguna otra parte del sistema.

Y digo esto último por experiencia práctica vivida en una Enfriadora de agua de varios cientos de ton de refrigeración. La máquina disponía de una válvula de expansión electrónica, pero la experiencia nos sirve igual para lo que queremos ilustrar. La avería se presentaba por la sobrecarga frigorífica al alimentarse a la enfriadora agua a una temperatura superior a la nominal del equipo, sin tener un control eficiente sobre este parámetro o que garantizara la presión máxima de operación (PMO).

La sobrecarga generaba un recalentamiento superior al fijado y que podía garantizar el sistema electrónico. En este caso el gas refrigerante también se utilizaba en el enfriamiento de los devanados de los motores eléctricos que accionaban 6 compresores, produciéndose fallas imprevistas en los enrollados, al recalentarse el refrigerante y sobrepasar la temperatura nominal. Es por eso que el recalentamiento hay que analizarlo y pensar las causas que pueden estar provocándolo, pues sus consecuencias son inmediatas, elevando el gasto energético, la factura eléctrica, los

El documento, marcas, logo es propiedad de su Autor e Ingeniería Energética General

La utilización de estos por parte del usuario requiere que se haga referencia a nuestra propiedad y se debe señalar en el destino como

© Derechos Reservados Ingeniería Energética General - Año 2013

info@energianow.com

costos de operación y pueden convertirse en graves averías costosísimas, como es el ejemplo que describí antes.

A continuación se relacionan los principales problemas que pueden presentarse durante la operación del sistema frigorífico, sus causas y cómo resolverlos.

Cuándo la válvula no suministra suficiente refrigerante la causa puede estar en:

- a. **La humedad.** Agua o una mezcla de agua y aceite congelados en el orificio de la válvula o en partes móviles de la válvula.
Solución: Cambie el filtro secador o instale uno en la línea de líquido que elimine la humedad. Revise el indicador de humedad o instale uno a continuación del filtro anterior.
- b. **Suciedades, ceras y materias extrañas.** Cuándo las suciedades se decantan en los filtros antes de la válvula, aumenta la caída de presión en la alimentación y se puede producir la vaporización del refrigerante, afectando el rendimiento y capacidad de la válvula. A veces estas partículas llegan a la válvula y la obstruyen. Las burbujas en el visor de la línea de líquido indican vaporización del refrigerante y su causa puede ser un aumento de la caída de presión en la línea.
Solución: Mantener una inspección sistemática de limpieza de los filtros y mallas colocados en la línea de líquido y reponer los mismos ante las fallas frecuentes.
- c. **Falta de refrigerante.** Cuando el sistema opera con baja carga de refrigerante notaremos el burbujeo en el visor colocado en la línea de líquido antes de la entrada de la válvula de expansión.
Solución: Reponer el refrigerante que falta.
- d. **Gas en la línea de líquido.** Vimos que el vapor en la línea de líquido puede producirse por una obstrucción en los filtros y accesorios colocados antes de la válvula de expansión, que obstaculizan el paso del refrigerante. Pero también vimos que puede producirse por falta de refrigerante en el sistema. Lo común es detectar la presencia de un gas indeseable por el burbujeo en el visor de la línea de líquido. Es decir, que ante la evidencia del burbujeo en el visor, tendremos que realizar una inspección despejando si la causa es por falta de refrigerante, si es por causa del aumento de la caída de presión en la línea o por presencia de un gas no condensable.
Solución: Revisar las causas de posibles caída de presión en filtros, secadores, etc. Comprobar que la línea de alimentación entre el condensador y el evaporador esté correctamente dimensionada para la carga frigorífica máxima. Comprobar la presión de condensación y la presión de succión, para despejar la falta de refrigerante.
- e. **Insuficiente caída de presión a través de la válvula.** La capacidad nominal de la válvula se establece para una caída de presión dada. Cualquier cosa que entorpezca el flujo en la línea de líquido y disminuya la diferencia de presión a través de la válvula, reducirá su capacidad. Las presiones de condensación bajas, mayores caídas de presión en la línea de líquido, obstrucciones en filtros y accesorios, puede afectar la caída de presión a través de la válvula y limitar su capacidad frigorífica.
Solución: Eliminar la causa que está afectando.

Además de los problemas ya vistos y sus soluciones, hay muchos más que pueden presentarse. Nos propusimos al principio de este artículo, hacer un resumen de los

aspectos que entendemos son los de mayor importancia durante la vida útil de este importante componente del sistema frigorífico, considerando que después que está instalado y funcionando, puede comportarse como un buen aliado de la eficiencia energética del sistema de refrigeración o como su principal enemigo. Para un conocimiento más completo, el interesado debe consultar la enorme literatura disponible escrita y digital, ya que por lo general los fabricantes han producido muy buena documentación, muchas personalizadas según los modelos y las aplicaciones.

Nunca será suficiente continuar recalcando que todo lo que haga ineficiente al sistema de refrigeración, generalmente provoca un sobre consumo eléctrico y de manera inducida, daña el medio ambiente al emitirse mayor cantidad de gas carbónico durante la generación eléctrica. Las válvulas de expansión juegan un importante papel en el funcionamiento eficiente del sistema de refrigeración y el su gasto eléctrico o energético. Conocerlas y saberlas hacer funcionar bien puede aportar grandes beneficios para todos.

Si quiere conocer sobre el balance energético de un sistema de refrigeración y utilizar los procesadores de cálculos que están publicados, puede consultar en nuestra web www.energianow.com activando el vínculo siguiente que lo dirige al conjunto informativo [Sistemas de Refrigeración - Eficiencia. Sistema de informaciones y herramientas de cálculo para aplicaciones energéticas.](#) Si el refrigerante que utiliza el sistema es amoniaco puede visitar el procesador [Calculador eficiencia energética- Amoniaco. Sistemas de refrigeración de mediana y gran capacidad.](#)

Fuentes de información utilizadas.

- ✓ Boletines Válvula de Expansión Termostática. Sporlan Valve Co.
- ✓ Componentes Circuitos Frigoríficos. Emerson.
- ✓ Válvula de Expansión Termostática. Danfoss.
- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre
- ✓ Estudio Ingeniería. Sistema Central de Climatización de la Hilandería. RRD, 2000
- ✓ Calculador eficiencia energética- Amoniaco. Sistemas de refrigeración de mediana y gran capacidad. Ingeniería Energética General. RRD Junio 2010
- ✓ Sistemas de Refrigeración - Eficiencia. Sistema de informaciones y herramientas de cálculo para aplicaciones energéticas. Ingeniería Energética General. RRD Agosto 2010



Sobre el Autor: René Ruano Domínguez tiene más de 35 años de experiencia en actuaciones en sistemas y equipos energéticos, tanto en los que utilizan energía fósil como fuentes renovables. Se inició como operador, posteriormente tecnólogo y Gerente Técnico en la Industria de Conversión y Refinación de los Combustibles. Ha sido fundador y Gerente Técnico de varios Equipos de Ingeniería Energética dirigidos al Proyecto, Montaje y los Servicios Técnicos en los Sistemas de Calor y Frío, abarcando la generación, distribución y uso del vapor y el agua caliente en mediana y pequeñas instalaciones, hasta 10 bar de presión; y en los sistemas de Frío las bajas temperaturas (refrigeración y producción de hielo industrial), medianas temperaturas (conservación) y altas temperaturas (Aire Acondicionado) para instalaciones industriales y comerciales. Ha realizado múltiples actuaciones en proyectos, ejecución y servicios de Ingeniería Energética General.