

Las válvulas de expansión termostáticas* son utilizadas como reguladores de máquinas de compresión de vapor para aplicaciones de refrigeración o de calefacción. La válvula de expansión asegura el suministro regular de refrigerante al evaporador siempre manteniendo un recalentamiento específico a la salida del evaporador.

Una válvula de expansión está dimensionada específicamente para un circuito de climatización. No se puede utilizar una válvula de expansión en vez de otra sin asumir riesgos para el funcionamiento del circuito.

Las características principales de una válvula de expansión son:

- El recalentamiento que asegura (en K)
- Su capacidad frigorífica (en Ton)

No hay aspectos externos que permitan diferenciar una válvula de otra. Si se sustituye una válvula específica por otra (ejemplo: 2 Ton, 3.5 K por 1.5 Ton, 2K) se producirá:

- Una carencia de potencia frigorífica en el evaporador y por consiguiente una falta de aire frío, o bien
- Un funcionamiento cíclico del compresor que acarreará un envejecimiento prematuro del compresor y de la correa además de un efecto calor-frío desagradable en el habitáculo.

1.- La expansión

El circuito de climatización funciona entre dos niveles de presión: alta y baja.

El compresor sirve para asegurar el paso de la baja a la alta presión. Para el proceso inverso se utiliza una expansión.

En climatización, las dos formas distintas de realizar una expansión son por medio de:

- un orificio calibrado
- una válvula de expansión termostática

Se representan a continuación estos métodos de expansión:



Válvula de bloque



Válvula de ángulo



Orificio Calibrado

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 1 de 13

1.1.- Los diferentes tipos de válvulas termostáticas:

Las válvulas de expansión termostáticas pueden ser de equilibrado interno o externo de presión. Estas últimas son utilizadas frecuentemente en los circuitos frigoríficos del automóvil, en forma de válvula monobloque, a causa de su facilidad de montaje y de aislamiento térmico.

- **Las válvulas de expansión con equilibrado interno de presión** funcionan dependiendo de la presión al principio de la evaporación. Debido a sus reducidas dimensiones, son utilizados principalmente en instalaciones frigoríficas de poca capacidad en las cuales el evaporador ofrece poca resistencia al derrame del fluido frigorífico. En efecto, el recalentamiento estático aumenta con las pérdidas de carga del evaporador. Si estas pérdidas son demasiado elevadas, una parte importante del evaporador participa en el recalentamiento, en vez de evaporar el fluido.
- **Las válvulas de expansión con equilibrado externo de presión** funcionan dependiendo de la presión al final de la evaporación. Incluyen las pérdidas de carga en el evaporador. De esta forma, el efecto de estas es eliminado y ya no influye sobre el funcionamiento de la válvula.
- *Nota: Termostático = variable en función de la temperatura*

1.2.- Los diferentes tipos de válvula de expansión termostática con equilibrado externo:

Una válvula de expansión con equilibrado externa se distingue por la naturaleza de la carga del bulbo y por la colocación del bulbo con respecto al cuerpo de la válvula (interno o externo)

Estas válvulas se dividen en:

- de carga cruzada: el bulbo contiene R12 si el circuito contiene R134a y viceversa
- de carga mixta: el bulbo contiene una mezcla de varios fluidos frigoríficos (R12+NH₂+..)

Se distinguen entre otros:

- **Carga adsorción:** el bulbo contiene un fluido frigorífico y una carga de carbono activo. Este tipo de carga reacciona con un cierto retraso ante todo cambio en el bulbo. Es requerido para instalaciones donde se desea amortiguar las fluctuaciones de temperatura.
- **Carga gaseosa:** el bulbo contiene una cantidad de fluido frigorífico en forma de gas. Esta carga se condensa parcialmente en el bulbo según su temperatura. Este tipo de carga reacciona rápidamente a las variaciones de temperatura en el bulbo porque la masa de carga es mínima.
- **Carga líquida:** el bulbo contiene una cantidad de fluido frigorífico bajo forma líquida. Se trata de un frigorífico apropiado cuyo volumen está determinado de tal forma que el bulbo siempre contiene líquido. Este tipo de carga tiene un tiempo de respuesta mas lento que el de carga gaseosa.

El bulbo puede estar situado:

- En el exterior del cuerpo (válvula EGELHOF de carga cruzada)
- En el interior del cuerpo (válvula TKG con carga de carbono activo y R13)

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 2 de 13

2.- Función y descripción de la válvula de expansión termostática

2.1.- Función:

La expansión es el paso de un fluido del estado de alta presión y temperatura al estado de baja presión y temperatura (proceso inverso a la compresión).

La función de una válvula de expansión termostática es la de expandir el fluido y regular el recalentamiento de este fluido a la salida del evaporador. Esta regulación es función del caudal de fluido que atraviesa el evaporador.

El grado de apertura de la válvula es mayor o menor según las necesidades energéticas del evaporador.

2.2.- Descripción:

Se trata de un cuerpo compuesto de dos partes: la válvula y el mecanismo de regulación del recalentamiento.

La válvula es el orificio por el cual pasa el fluido frigorífico de un estado de alta presión y temperatura a un estado de baja presión y temperatura.

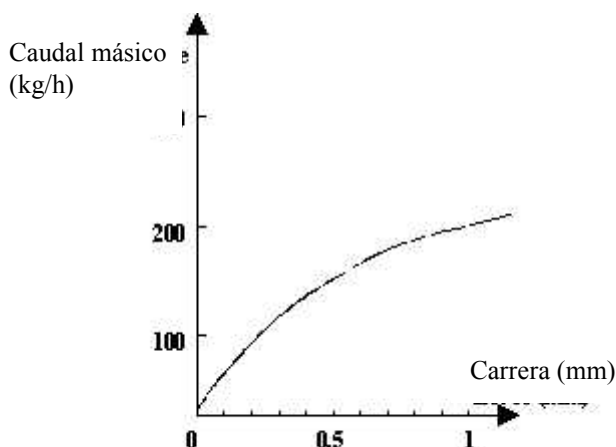
El mecanismo de regulación del recalentamiento permite proporcionar la potencia frigorífica requerida por el evaporador. Todo esto se puede realizar regulando el caudal que atraviesa la válvula con el fin de mantener un valor de recalentamiento cuasi constante.

2.2.1.- La válvula:

El cuerpo de expansión propiamente dicho está constituido de un vástago de empuje, una bola (o cabeza de válvula), un muelle de carrera, un muelle de recalentamiento y un tubo de expansión.

El caudal másico a través de la válvula depende de los diámetros del asiento de válvula y de la cabeza de la válvula. El caudal multiplicado por la variación de entalpía en bornes del evaporador arroja el valor de la potencia frigorífica o capacidad de la válvula.

La relación entre la apertura de válvula y el caudal a través de la válvula viene dado por la figura siguiente:



El empuje inducido por el movimiento del diafragma sobre la bola conduce a la apertura o el cierre de la válvula. El muelle de recalentamiento se utiliza para iniciar la apertura

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 3 de 13

2.2.2.- El mecanismo de regulación de recalentamiento:

Es un cuerpo heterogéneo compuesto de varios componentes:

- un fluido frigorífico
- una membrana
- un vástago
- un apoyo intercalado entre el vástago y la membrana para no estropear esta última
- un tubo de rellenado del bulbo
- una cantidad de carbono activo (además del fluido frigorífico) en el bulbo en el caso de válvulas de expansión con carga de adsorción

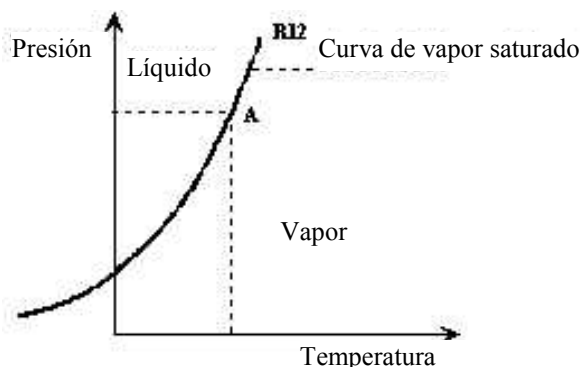
El fluido contenido en el circuito de climatización sale del evaporador en estado gaseoso o en ciertos casos en estado de mezcla líquido-vapor

Se define recalentamiento a la diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador y la temperatura de saturación del fluido a la presión de salida.

Al estar en contacto el fluido contenido en el circuito y la membrana, se produce un equilibrio térmico, acarreando un movimiento de deformación de la membrana (mediante el apoyo) que actúa sobre el vástago y pilota la apertura de la válvula.

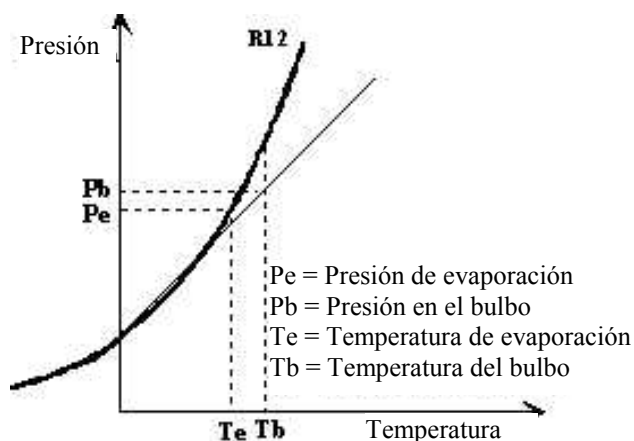
2.2.3.- Puesta en marcha

Cuando el compresor está parado, el fluido del circuito está en condiciones de vapor saturado. El tramo salida de válvula de expansión-entrada del compresor está en estado de vapor saturado. La presión y la temperatura en este tramo siguen la evolución siguiente:



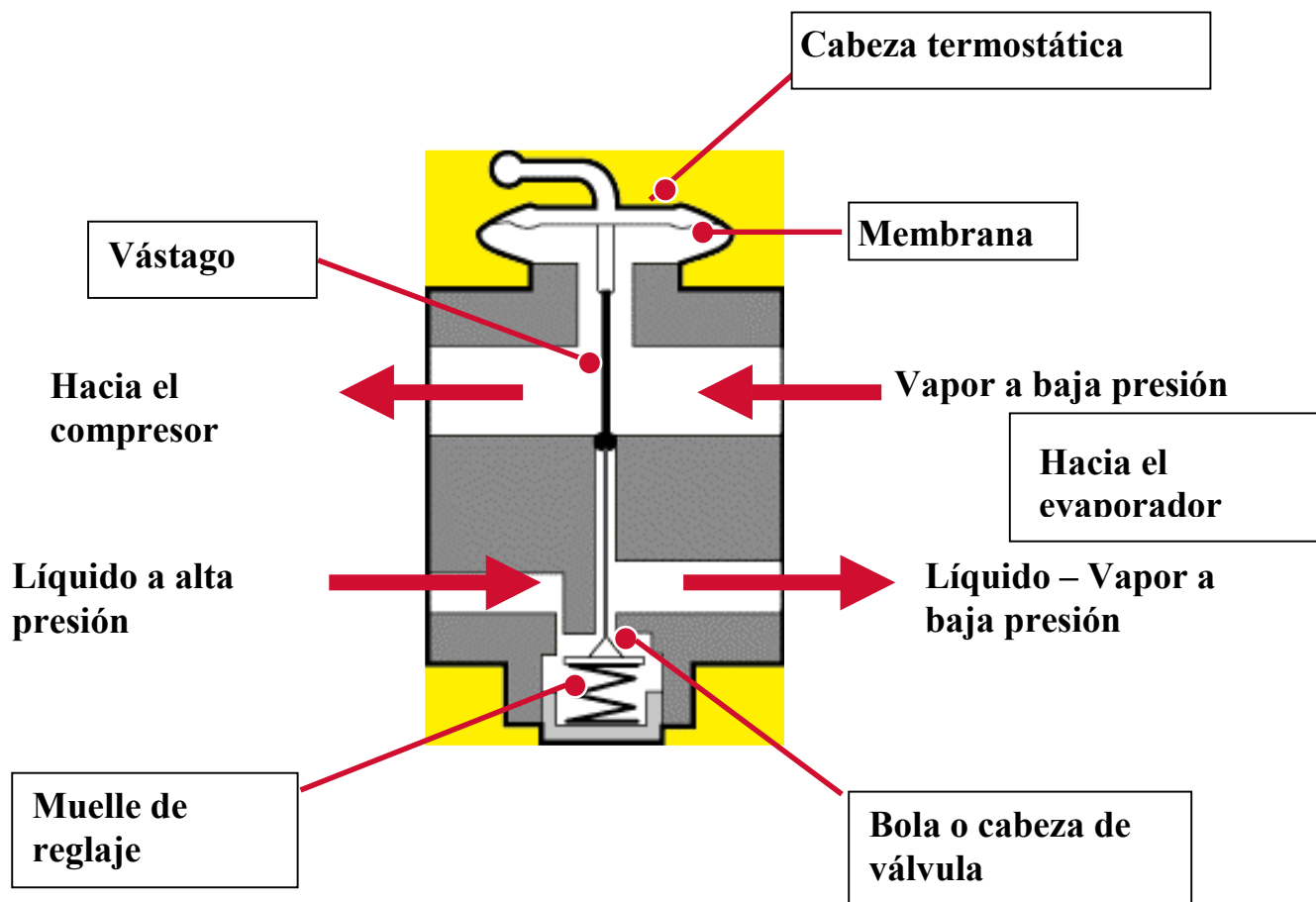
En el arranque del compresor, la temperatura y la presión a la salida del evaporador disminuyen. La presión en el bulbo se vuelve superior a la presión de evaporación, la sección de paso se abre y la válvula de expansión se abre

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 4 de 13



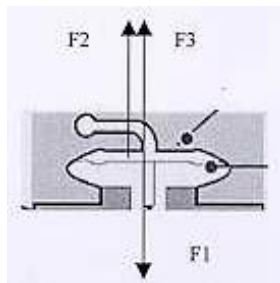
3.- Principio de funcionamiento

El fluido frigorífico entra en la válvula de expansión en estado líquido a alta presión. Al pasar a través del orificio formado por el cuerpo y la bola o cabeza de válvula, sufre una expansión que le lleva al estado difásico (líquido-gas), a baja presión y temperatura. Seguidamente atraviesa el evaporador donde por intercambio de calor con el aire, se evapora y se recalienta ligeramente.



Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 5 de 13

El elemento termostático se compone esencialmente de una membrana (diafragma), de un apoyo de protección de la membrana y de un vástago que une la membrana a la válvula.



Su funcionamiento está determinado por tres fuerzas:

- la fuerza F_1 ejercida por la presión P_b del elemento termostático (bulbo). P_b depende de la temperatura del fluido frigorífico evaporado y de la naturaleza de la carga del bulbo. La presión (P_b) en el elemento termostático disminuye cuando la temperatura del fluido frigorífico a la salida del evaporador disminuye.
- La fuerza F_2 ejercida por la presión P_e que reina en el evaporador. P_e es la presión de evaporación del fluido frigorífico. La presión (P_e) a la salida del evaporador se aplica sobre la membrana del bulbo.
- La fuerza F_3 ejercida por el muelle (elemento interno y propio de la válvula de expansión). La constante elástica del muelle tiene un valor fijo.

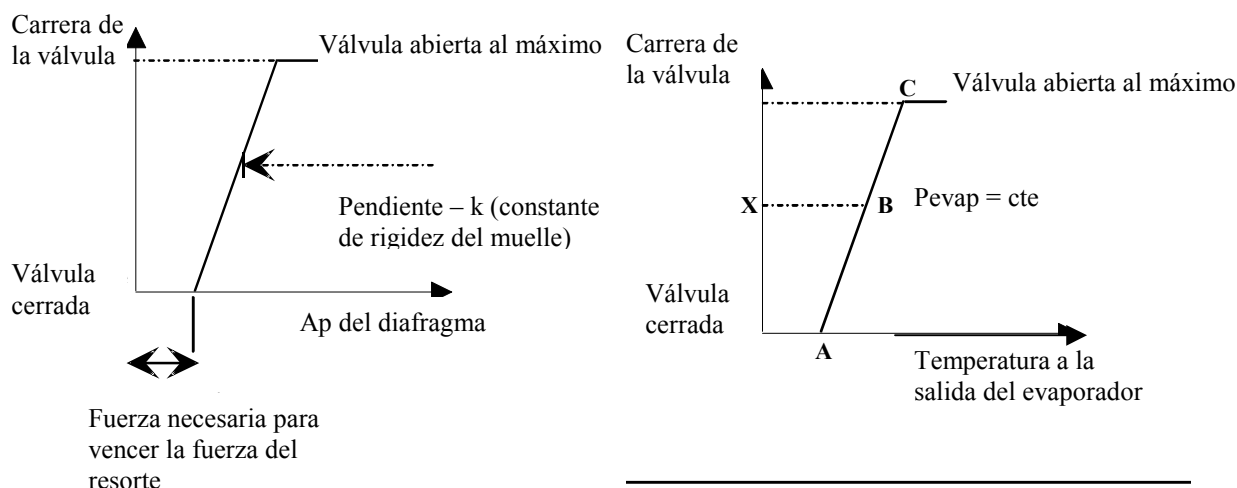
La primera fuerza (F_1) actúa en el sentido de la apertura de la válvula, es decir que aumenta del caudal de fluido. Por el contrario, las otras dos fuerzas (F_2 y F_3) actúan en el sentido del cierre de la válvula o disminución del caudal. Mientras estas tres fuerzas estén equilibradas, el caudal se mantiene constante.

La apertura de la válvula está determinada por la diferencia de las fuerzas que actúan sobre la válvula: la presión sobre la parte superior del diafragma actúa en el sentido de cierre, y la presión sobre la parte inferior del diafragma actúa en el sentido de apertura.

En este caso, la fuerza de apertura está representada por la presión en el bulbo y la fuerza de cierre por una combinación de la presión de evaporación y la fuerza del muelle de recalentamiento.

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 6 de 13

Suponiendo que la presión del fluido a la salida del evaporador permanece constante, la apertura y el cierre de la válvula resultan de los cambios de presión en el bulbo. Por consiguiente la apertura está pilotada por la temperatura del fluido frigorífico a la salida del evaporador



3.1 Regulación del recalentamiento y del caudal:

En primer lugar, se define recalentamiento como:

“El recalentamiento es el estado termodinámico en el cual el fluido frigorífico gaseoso ha sido recalentado, absorbiendo el calor del medio externo, hasta que su temperatura sea superior a la de su estado de saturación.

El esquema sería el siguiente:



El fluido líquido/gas entra en el evaporador a la temperatura de 0°C (punto A), cambia de estado absorbiendo calor del medio ambiente y se vuelve gaseoso a 0°C (punto B). Si el fluido recibe una cantidad de calor superior a la necesaria para pasar del estado líquido al gaseoso (calor latente de

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 7 de 13

	FICHA DE RED N° 5.04 LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA	Área Empresarial Andalucía C.L.A. Ctra. Andalucía, km 16.5 – Sector 7-8 28906 Getafe Madrid
---	--	--

vaporización), el fluido no cambia de estado sino que permanece gaseoso y su temperatura aumenta en 10°C (punto C). Este aumento se denomina recalentamiento.

Como se ha enunciado anteriormente, la válvula de expansión regula el recalentamiento actuando sobre el caudal de fluido.

Una variación de la temperatura de salida del evaporador hace reaccionar a la membrana del bulbo, la cual se dilata o contrae. Esto provoca el desplazamiento del grupo vástago-bola (o vástago – cabeza de válvula) que va a aumentar o disminuir la sección de paso del fluido regulando de esta forma el caudal másico de fluido.

Hipótesis 1:

- Presión de evaporación constante
- Flujo de calor en el evaporador constante

Si el evaporador no es alimentado con una cantidad de fluido suficiente (caudal de fluido demasiado débil), aumenta el recalentamiento, aumenta la temperatura del bulbo, aumenta lógicamente la presión y por lo tanto acarrea un aumento de la apertura del paso de fluido a través de la válvula, por lo que aumenta el caudal.

Si el evaporador está alimentado con una cantidad de fluido en exceso (caudal demasiado elevado), disminuye el recalentamiento, disminuye la temperatura y por consiguiente la presión en el bulbo y acarrea una disminución de la apertura del paso de fluido a través de la válvula, por lo que disminuye el caudal.

Hipótesis 2:

- Recalentamiento constante
- Flujo de calor en el evaporador constante

Si el caudal de aire en el evaporador aumenta, la presión en el evaporador aumenta y el caudal másico de fluido aumenta.

Si el caudal de aire en el evaporador disminuye, la presión de evaporación disminuye y el caudal de fluido disminuye.

Cuando se produce la parada del compresor, la presión de evaporación sube rápidamente debido a la falta de aspiración y se cierra la válvula de expansión.

En resumen: La válvula de expansión es el regulador del circuito de climatización. Detecta la diferencia de presión de un lado y otro del diafragma y controla de esta forma el caudal que es función directa del recalentamiento a la salida del evaporador.

3.2.- Válvula de expansión con bulbo interno y carga de adsorción:

Funciona según el principio descrito anteriormente. Las únicas diferencias con respecto a la válvula de expansión con carga gaseosa son la posición del bulbo (en el interior del cuerpo de la válvula) y la suma de una carga de carbono activo dentro del bulbo.

El carbono activo tiene la propiedad de adsorber los gases a baja temperatura y de restituir otros gases a alta temperatura.

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 8 de 13

El término adsorción significa la captura de moléculas de gas en contacto con la materia adsorbente. El proceso de adsorción tiene efecto únicamente en la superficie del carbono activo.

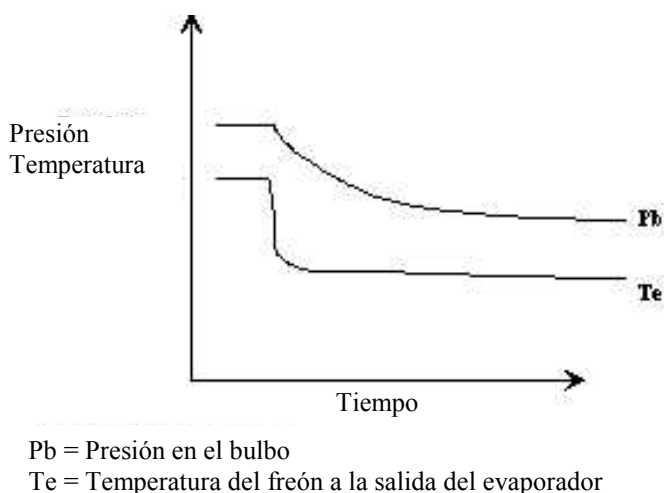
Nota: No hay que confundir adsorción con absorción

Cuando el carbono activo está almacenado en un pequeño depósito, como en el caso del bulbo, adsorbe las moléculas de gas del recinto a bajas temperaturas. La resultante es la disminución de la presión del depósito.

3.3.- Puesta en marcha/Principio de regulación/Bombeo:

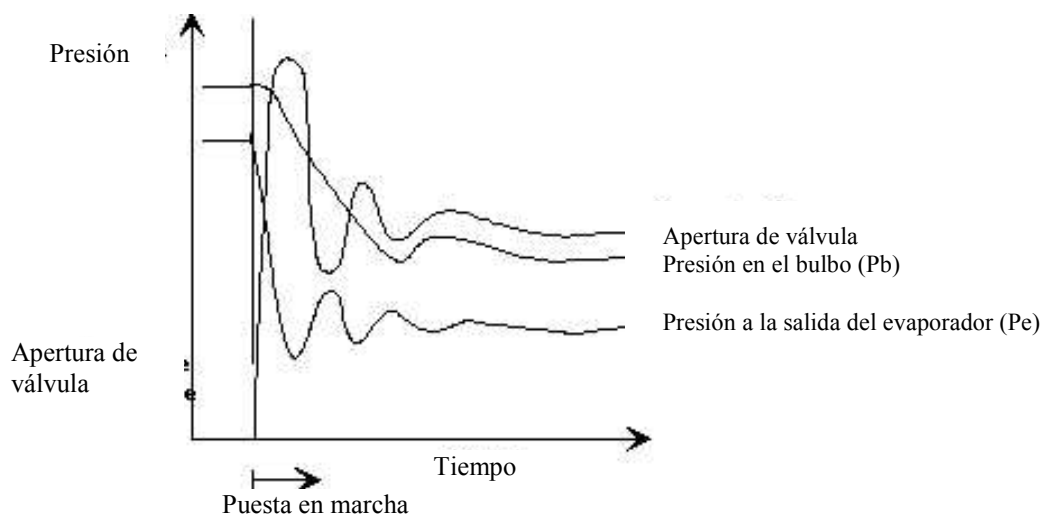
Cuando se pone en marcha el compresor, la temperatura y la presión a la salida del evaporador bajan. Las bajadas de presión y de temperatura repercuten en el diafragma como siendo una variación de P_e . Pero la variación de presión no se transmite tan rápido como la variación de temperatura ya que el bulbo debe ser enfriado y después ha de reducirse P_b como consecuencia de esta variación

Este fenómeno está esquematizado en la figura siguiente:



El tiempo de reacción de la presión del bulbo es relativamente mas corto para una válvula de expansión con carga gaseosa que para una válvula con carga de adsorción, ya que este último ha de adsorber el gas antes de que la presión del bulbo baje.

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 9 de 13

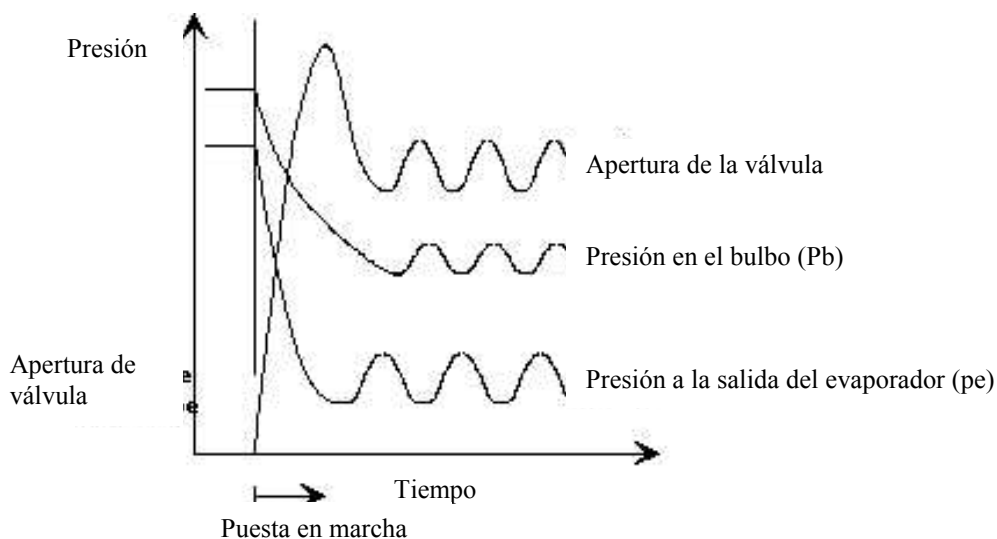


Cuando se pone en marcha el compresor, la válvula se abre y deja pasar una cantidad de fluido al evaporador mientras que P_e sea sustancialmente inferior a P_b . El derrame de fluido acarrea un aumento de la presión P_e . El aumento de esta presión sobre el diafragma hace que el vástago se eleve, por lo que la válvula comienza a cerrarse.

Al cerrarse la válvula, el caudal de fluido que pasa a través del evaporador disminuye, con lo que P_e baja y la válvula se abre de nuevo.

Después de unas cuantas oscilaciones, el movimiento de la válvula converge hacia un estado de equilibrio.

De vez en cuando la respuesta de la válvula es demasiado rápida, los movimientos oscilatorios de la válvula no convergen y la apertura y cierre son continuos. A este fenómeno se le denomina **bombeo de la válvula de expansión**.



Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 10 de 13

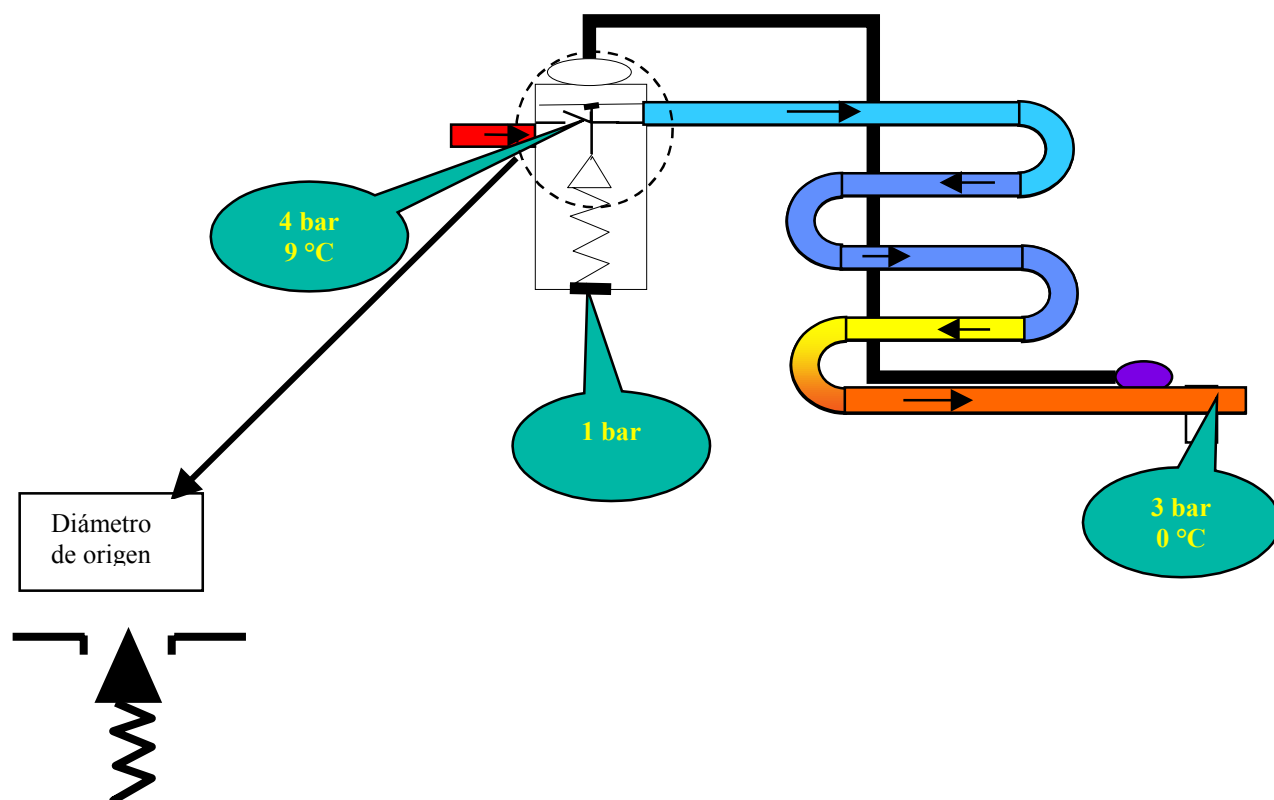
En conclusión, se puede eliminar el fenómeno de bombeo si se utiliza una válvula de expansión que tenga un tiempo de respuesta mas largo a los cambios de presión.

Las válvulas de expansión con carga gaseosa tienen un tiempo de respuesta más corto que las válvulas con carga de carbono activo (de adsorción) y por lo tanto son más propensas a producir bombeo.

4.- Avería de la válvula de expansión adaptable

Se presenta a continuación un ejemplo de disfunción del circuito debido a la utilización de una válvula adaptable.

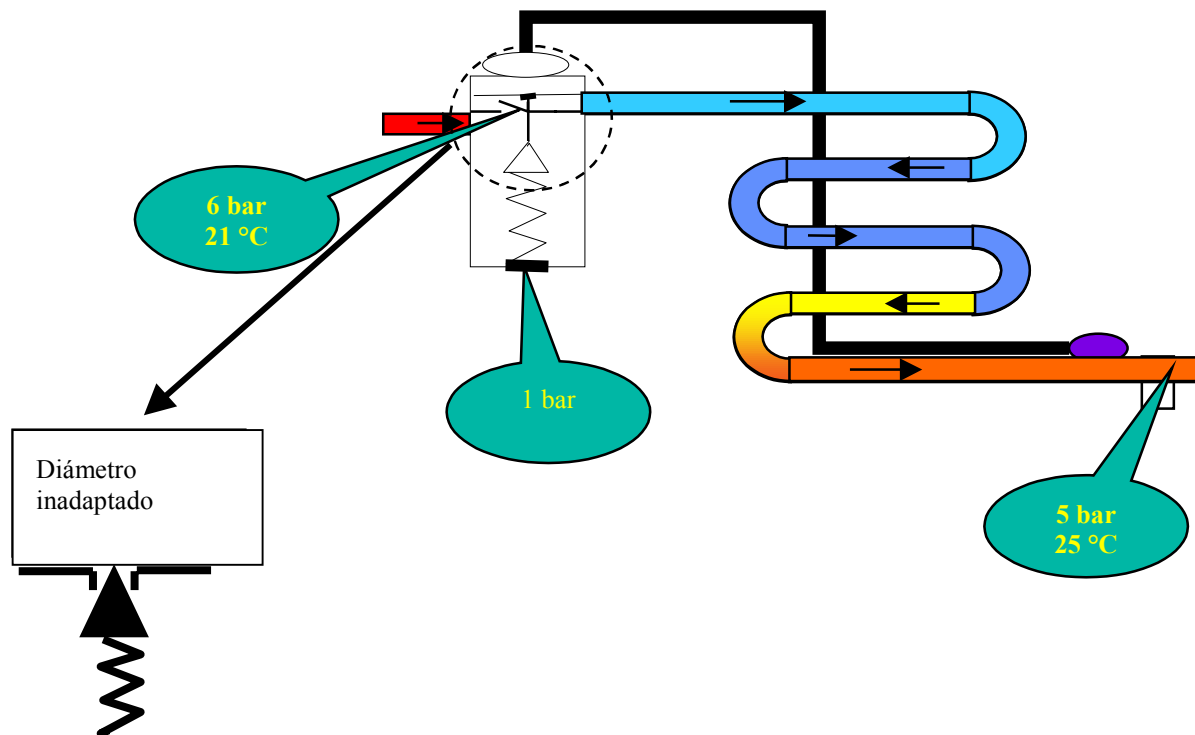
VÁLVULA DE EXPANSIÓN DE ORIGEN:



El fluido refrigerante llega a la válvula en estado líquido a alta presión y temperatura. Al pasar a través del orificio que está bien regulado en este caso, sufre una expansión que le lleva a una presión de 4 bar y a una temperatura de 9°C

Capítulo Nº	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha Nº	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 11 de 13

VÁLVULA DE EXPANSIÓN ADAPTABLE:



En el ejemplo anterior, el orificio de expansión a cambiado de diámetro

- El caudal es entonces demasiado débil
- La presión aumenta
- La temperatura de evaporación es demasiado elevada

Así pues, estas dos válvulas de expansión se parecen PERO la segunda no está adaptada y utilizarla es totalmente desaconsejable

No hay que confundir una avería de válvula inadaptada con la falta de fluido.

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 12 de 13

	FICHA DE RED N° 5.04 LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA	Área Empresarial Andalucía C.L.A. Ctra. Andalucía, km 16.5 – Sector 7-8 28906 Getafe Madrid
---	--	--

5.- Consejos de Valeo Clim Service

Choques

Todo choque mecánico sobre la válvula de expansión puede hacer variar estas características

- ⇒ Una válvula que se haya caído corre el riesgo de no cumplir las especificaciones requeridas

Capilar

El capilar situado sobre la cabeza termostática de algunas válvulas está soldado a sus dos extremidades

- ⇒ Toda torsión puede crear una fuga de la carga termostática y provocar que el detector no sea funcional

Tornillo de reglaje

El tornillo de tarado situado bajo algunas válvulas de expansión esta regulado específicamente por el fabricante en fábrica bajo condiciones muy precisas.

- ⇒ Todo atornillado/desatornillado provoca una variación de sus características

Presiones

No someter a la válvula de expansión a una presión interna superior a 15 bar.

- ⇒ Toda presión superior a este límite provoca una deformación irreversible de la membrana y una variación de las características de la válvula de expansión que hacen que no sea funcional

Limpieza interna

La presencia de partículas de tamaño superior a 50 micras tiene el riesgo de bloquear la válvula y hacer que este no sea funcional. Las partículas pueden ser impurezas introducidas en el circuito después de una intervención. Pueden ser además tapones de hielo que se forman debido a la presencia de humedad en el circuito a causa de un filtro deshidratante saturado.

- ⇒ Siempre hay que taponar el circuito después de una intervención
- ⇒ Hay que cambiar el filtro deshidratante cada dos años como mínimo

Capítulo N°	5	FICHAS DE PRODUCTO	
Ficha N°	5.04	El filtro deshidratante	
Versión	1	Fecha de creación 02/02/00 19:36	Página 13 de 13