

# Válvulas de expansión y elementos anexos al circuito



Además de los cuatro elementos básicos del circuito frigorífico —compresor, condensador, evaporador y expansor—, existen una serie de elementos anexos al circuito que permiten la regulación y el control de las instalaciones. El objetivo de un circuito frigorífico es retirar el calor de un determinado espacio absorbiendo ese calor el refrigerante, pero, para que el funcionamiento sea óptimo, tenemos que tener controlados en todo momento parámetros como la presión, la temperatura, la suciedad o la humedad del refrigerante. Para ello, contaremos con otra serie de componentes que describiremos a lo largo de la unidad didáctica.

# 9

## Contenidos

- 9.1. Circuito frigorífico completo: dispositivos de expansión
- 9.2. Válvulas de expansión termostáticas
- 9.3. Presostatos
- 9.4. Termostato
- 9.5. Válvula solenoide
- 9.6. Separador de aceite
- 9.7. Filtro deshidratador
- 9.8. Visor de líquido
- 9.9. Deposito de líquido
- 9.10. Separador de líquido
- 9.11. Intercambiador de calor
- Resumen
- Actividades finales

## Objetivos

- Conocer la función de las válvulas de expansión y de los elementos anexos al circuito.
- Clasificar los dispositivos de expansión.
- Distinguir los diferentes usos de los tipos de expansores.
- Conocer el funcionamiento de las válvulas de expansión.

## 9.1. Circuito frigorífico completo: dispositivos de expansión

El elemento expansor, junto con el compresor, dividirá el circuito en dos partes, una con altas presiones y otra con bajas presiones, lo cual permite que el refrigerante en el evaporador se mantenga a baja presión y en el condensador, a alta. En la Figura 9.1., aparece el circuito frigorífico que servirá para ir analizando todos sus elementos.

El expansor suministra el refrigerante al evaporador, pero **¿cómo sabemos que la cantidad de refrigerante que le llega es la adecuada? ¿Cómo podemos regular el recaleamiento?** Para responder a estas preguntas, veremos que existen distintos dispositivos de expansión. De tal forma que, por ejemplo, las válvulas termostáticas varían la cantidad de refrigerante que llega al evaporador dependiendo de las necesidades de cada momento. Por el contrario, en las válvulas manuales, hay que llevar un control constante del refrigerante ya que, en caso de no ser así, podría llegar líquido al compresor o dejar sin refrigerante al evaporador.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos decir que las principales funciones de un dispositivo de expansión son:

- **Mantener las presiones en el lado de alta y de baja**, lo que permite que la evaporación se realice a bajas presiones y la condensación a altas, de tal for-

ma que, a la entrada del expansor, tendremos refrigerante líquido a alta presión y a la salida lo tendremos en estado de mezcla líquido-vapor a baja presión.

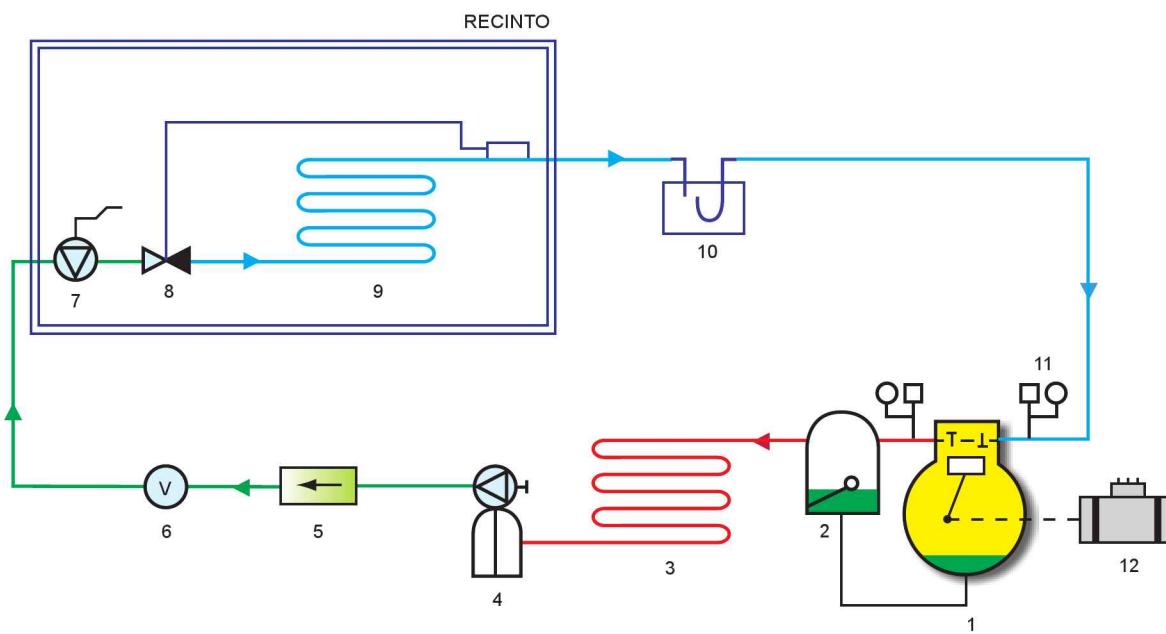
- **Controlar la entrada de refrigerante en el evaporador** dependiendo de la cantidad de calor que el refrigerante tenga que absorber para realizar el cambio de estado (evaporación).
- **Controlar el recalentamiento**, de tal forma que se impida la llegada de refrigerante en estado líquido al compresor.

### RECUERDA

El dispositivo de expansión no intercambia energía en forma de trabajo ni de calor, por lo que la entalpía no varía entre la entrada y la salida del elemento.

Los principales tipos de dispositivos de expansión que existen son:

- **Tubo capilar**. Es el más sencillo, consiste en un tubo de pequeño diámetro que une el condensador con el evaporador. Se emplea en equipos simples como, por ejemplo, las neveras domésticas. Suele suministrarse en rollos y sus características fundamentales son el diámetro y la longitud.



1. Compresor.
2. Separador de aceite.
3. Condensador.
4. Recipiente de líquido.
5. Filtro deshidratador.
6. Visor de líquido.
7. Válvula solenoide.
8. Válvula de expansión termostática.

9. Evaporador.
10. Separador de líquido.
11. Presostato.
12. Motor.

- **Válvula de expansión manual.** No es muy empleado ya que el caudal de refrigerante que pasa a través de ella se regula manualmente, por ello, en su utilización, sería necesaria una persona que cerrara o abriera la válvula cuando fuera necesario restringir el paso de líquido. Tienen limitado su uso a instalaciones donde el caudal es constante y también son empleadas como elemento regulador colocadas en *by-pass* con otra válvula de expansión.
- **Válvula de expansión termostática.** Se trata de la válvula más ampliamente utilizada en las instalaciones frigoríficas porque permite tener un control total sobre la cantidad de refrigerante en el evaporador.

## ■ 9.2. Válvulas de expansión termostáticas

Una válvula de expansión es un dispositivo básico en sistemas de refrigeración. Sus funciones son dos: controlar el caudal de refrigerante en estado líquido que ingresa al evaporador y sostener un sobrecalentamiento constante a la salida de este.



Figura 9.2. Válvula de expansión

### ■ ■ 9.2.1. Funcionamiento

Estas válvulas permiten controlar el recalentamiento, de tal forma que este se mantenga entre 4 y 6 °C y se impida la llegada de refrigerante en estado líquido al compresor. Si queremos disminuir el recalentamiento, se abrirá la válvula para que se deje pasar más refrigerante al evaporador. Si queremos aumentarlo, se cerrará la válvula para permitir menor paso de refrigerante.

Para comprender el funcionamiento de estas válvulas, lo primero que debemos ver son las partes de las que constan.

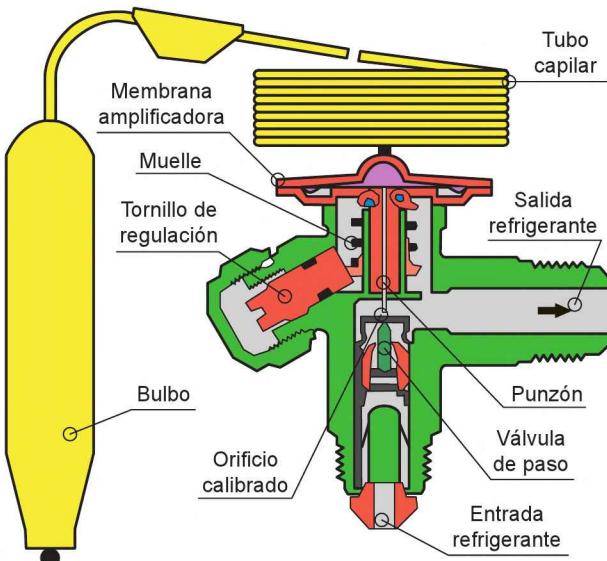


Figura 9.3. Partes de una válvula de expansión termostática

### ■ SABÍAS QUE...

La válvula de expansión termostática se representa con las siglas VET o VXT y, en caso de que tenga equilibrado externo, sus siglas son VETX y así puedes encontrarlas en los catálogos de los fabricantes.

Cuando cerramos la válvula, circulará menos fluido hacia el evaporador y, si la abrimos, circulará más. Si el refrigerante que llega al evaporador disminuye, debemos asegurarnos de que no es debido a una fuga antes de manipular el tornillo.

- **Bulbo.** Su interior contiene el mismo refrigerante que tiene la instalación en la que va a ir colocado. Se sitúa sobre la tubería de salida del evaporador en posición horizontal, de forma tal que permite transmitir las condiciones del refrigerante a la salida del evaporador.
- **Membrana amplificadora.** Es una lámina fina metálica que recibe las presiones de salida del evaporador, de entrada del refrigerante y del muelle y permite en función de ellas la apertura o el cierre del orificio calibrado para que pase mayor o menor cantidad de refrigerante hacia el evaporador.
- **Orificio calibrado y filtro.** El orificio calibrado es el lugar donde se produce realmente la expansión, dependiendo de las presiones, se produce su cierre o su apertura al subir o al bajar el punzón. El orificio es intercambiable y los números que aparecen indican la capacidad de la válvula. El filtro es una malla metálica que impide que entren sustancias extrañas que podrían obturar el orificio.

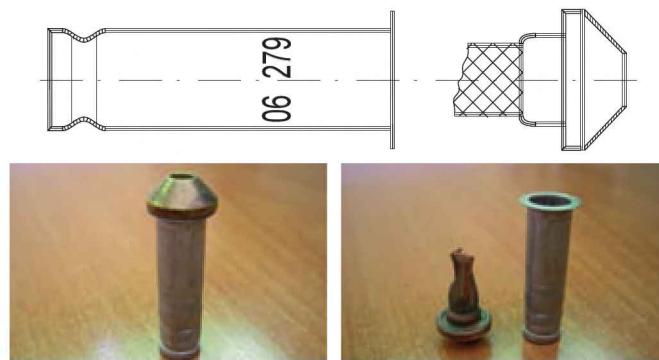


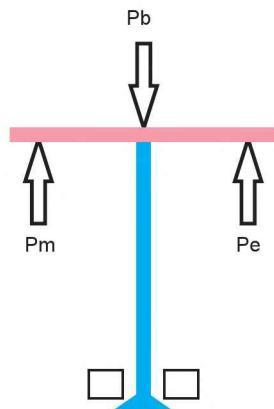
Figura 9.4. Orificio calibrado y filtro

- **Punzón.** Con su desplazamiento, permite la apertura o el cierre del orificio calibrado.
- **Tornillo de regulación.** Permite regular la presión del muelle, que se transmitirá a la membrana, por lo tanto, permite la regulación directa de la cantidad de refrigerante que llega al evaporador.

Sobre la membrana, actuarán tres presiones que determinarán si se abre la válvula y pasa más refrigerante hacia el evaporador o si se cierra y pasa menos.

- **Presión de muelle (Pm).** Se aplica por la parte inferior de la membrana a través del punzón. Hace que la válvula se cierre cuanto mayor sea.
- **Presión de bulbo (Pb).** Se aplica por la parte superior de la membrana. Nos indica la presión a la salida del evaporador, la válvula se abrirá si tenemos una presión alta para permitir que pase más refrigerante hacia el evaporador.
- **Presión de evaporación (Pe).** Se transmite a través de una abertura que hay en el interior del cuerpo de la válvula, por eso se llaman *válvulas termostáticas con igualador interno*. Se aplica por la parte inferior, de tal forma que, cuanto mayor sea la presión, más tenderá a cerrarse la válvula.

$$Pb = Pm + Pe$$



Si Pb es mayor que la suma de Pm y de Pe, la válvula tenderá a abrirse y, en el caso contrario, tenderá a cerrarse.

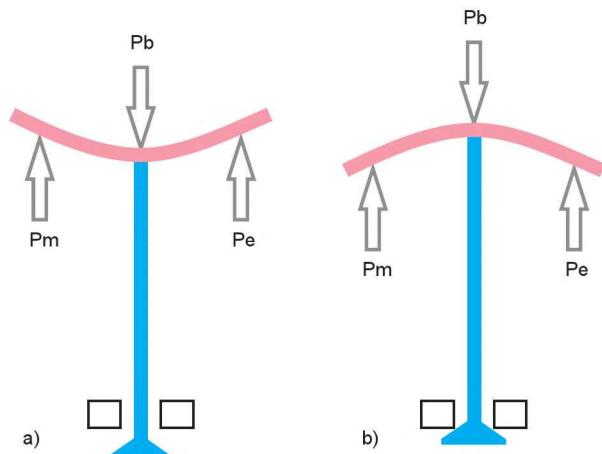


Figura 9.6. Válvula de expansión abierta (a) y cerrada (b)

Las válvulas termostáticas trabajan según el recalentamiento del fluido refrigerante a la salida del evaporador medido en el bulbo. De esta forma, podemos calcular el recalentamiento con la siguiente fórmula:

$$\text{Recalentamiento} = T^a \text{ bulbo} - T^a \text{ evaporación} (4-6 ^\circ\text{C})$$

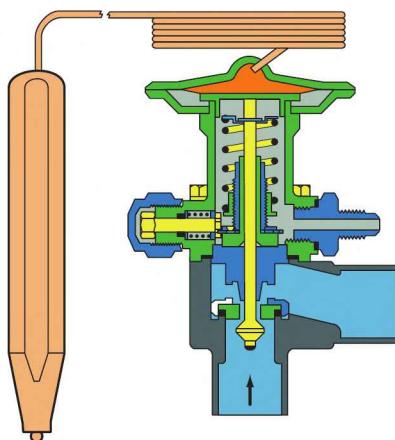
- Será bajo si es menor de 3 o 4 °C. Puede llegar refrigerante en estado líquido al compresor y darse el temido golpe de líquido.
- Será alto si está entre 6 y 11 °C. Aparecería escarcha en la parte más próxima a la entrada del evaporador, con lo que la superficie útil del mismo disminuye.

### RECUERDA

El bulbo de una válvula termostática siempre debe ir cargado con el mismo refrigerante que lleve la instalación. Por eso, existen válvulas específicas para cada tipo de refrigerante. El refrigerante del bulbo puede estar en estado líquido, vapor o mezcla.

## 9.2.2. Válvula de expansión termostática con igualador externo

Cuando las instalaciones llevan grandes evaporadores, es necesario colocar válvulas de expansión termostáticas que permitan compensar la pérdida de carga que se produce debido a la gran longitud de tubería del evaporador. Son similares a las del igualador interno, solo que la presión de evaporación llega a través de un tubo que va conectado a la salida del evaporador por la parte superior de la tubería y



**Figura 9.7.** Válvula de expansión termostática con igualador externo

siempre después del bulbo. Es conveniente recordar que el igualador externo siempre debe ir conectado para el correcto funcionamiento del equipo.

Así pues, en este caso, las presiones con las que contaremos serán:

- Presión de bulbo.
- Presión de muelle.
- Presión de evaporación menos la pérdida de presión que se produzca a lo largo de las tuberías del evaporador.

#### SABÍAS QUE...

Cuando el evaporador tiene varios circuitos de tubos paralelos, se colocan boquillas distribuidoras que permiten conectar el expansor con el evaporador. El montaje de la boquilla debe ser de forma que el fluido refrigerante se desplace verticalmente hacia abajo.



### 9.2.3. Válvula de expansión termostática tipo MOP

Se trata de un tipo de válvula que limita la presión y protege al compresor de presiones demasiado altas en la aspiración que puedan provocar una sobrecarga.

#### Actividad resuelta

**9.1.** En una instalación, contamos con un evaporador de pequeño tamaño alimentado por una válvula de expansión. Sabiendo que el refrigerante utilizado es R134a, que la presión de evaporación es de 3 bar y la del muelle de 0,7 bar, indica:

- Tipo de válvula de expansión que se utilizaría.
- La presión crítica para permitir la apertura o el cierre de la válvula.
- El recalentamiento que existiría en el evaporador.

#### Solución:

Puesto que el evaporador es de pequeño tamaño, consideramos que no hay pérdidas de presión, así que la válvula termostática que se instala es con igualador interno. El refrigerante del bulbo de la válvula termostática también será R134a.

- Sabiendo que  $P_b = P_m + P_e$ , tenemos que  $P_b = 3 + 0,7 = 3,7$  bar de presión. Si la presión de bulbo está por encima de ese valor, la válvula se abrirá y, si está por debajo, se cerrará.
- Para ver el recalentamiento, es necesario utilizar el diagrama de Mollier, en el podemos ver que:
  - Para una presión de evaporación de 3 bar, tenemos 0 °C.
  - Para una presión en el bulbo de 3,7 bar, tenemos 7 °C.
  - Por tanto, tendríamos un recalentamiento de 7 °C.

### Actividad propuesta

**9.1.** En un almacén frigorífico que utiliza R404A, se ha colocado una válvula de expansión cuya presión en el muelle es de 1,7 bar y la presión de evaporación es de 2,5 bar. Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué tipo de válvula de expansión se habrá instalado?
- ¿Cuál será la presión de bulbo que permitirá la apertura de la válvula?

### Actividad propuesta

**9.2.** Un equipo de aire acondicionado al que se le ha cambiado el evaporador lleva instalada una válvula termostática con igualador interno y se observa que el recalentamiento de la instalación es elevado. Explica a qué puede ser debido.

## 9.3. Presostatos

Los presostatos son elementos de regulación y de seguridad que permiten abrir o cerrar la instalación. Son interruptores eléctricos que actúan por presión y pueden ser abiertos o cerrados.

Existen distintos tipos:

- **Presostato de alta presión.** Regula la presión en la descarga del compresor y permite su corte si se eleva por encima de un determinado valor.

- **Presostato de baja presión.** Tiene una función reguladora y de seguridad ya que cierran el circuito en el caso de que la presión en la aspiración del compresor caiga por debajo de su nivel de funcionamiento.

- **Presostato mixto.** Combinación en un solo elemento del presostato de alta y del presostato de baja.



Figura 9.8. Presostato mixto (cortesía de Danfoss)

- **Presostato de aceite.** Su función es de seguridad y actúa en caso de que la diferencia de presiones del aceite entre la aspiración y la descarga del compresor caiga por debajo de un determinado valor. Estos presostatos cuentan con un relé temporizado, de tal forma que introducen un pequeño retardo porque la

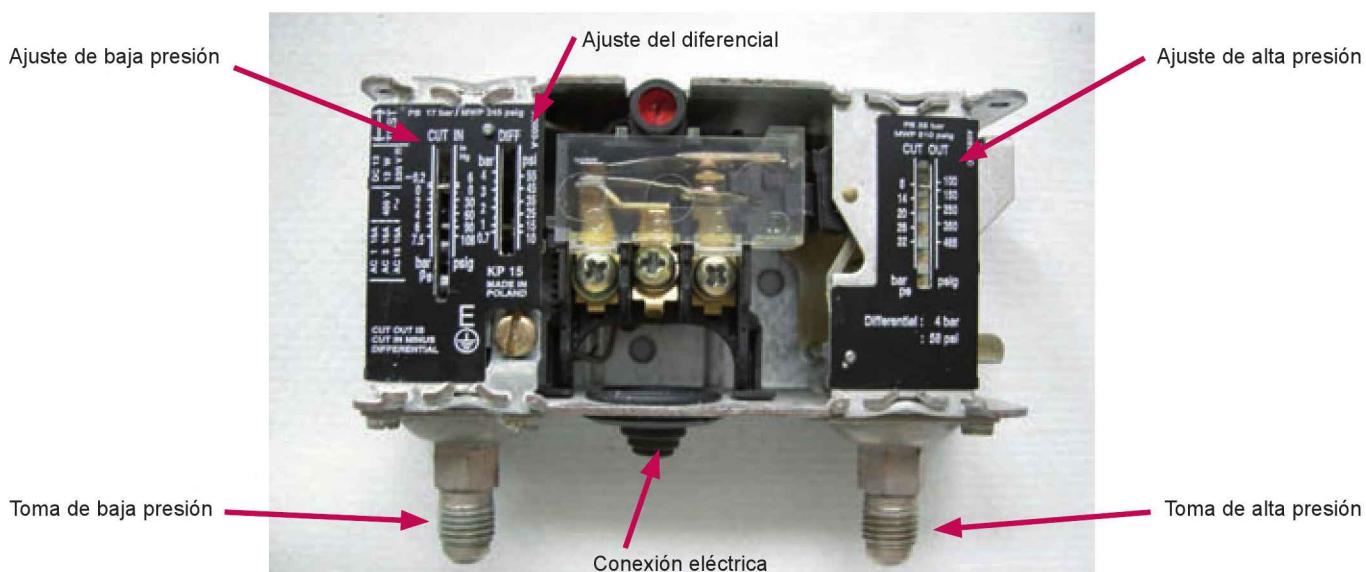


Figura 9.9. Partes de un presostato mixto con ajustes de alta presión, baja presión y diferencial

caída de presión puede darse en momentos de arranque del compresor. Cuentan con una escala de alta presión, otra de baja y otra diferencial, que nos indica la diferencia de presiones entre el arranque y el paro.

### Actividad propuesta

- 9.3.** Indica el diferencial que marcará un presostato combinado sabiendo que el circuito emplea refrigerante R134a y tiene unas temperaturas de apertura y de cierre del circuito de -8 y de -13 °C.

### Actividad propuesta

- 9.4.** Busca en los catálogos de algún fabricante de presostato, por ejemplo, Danfoss, e indica en qué unidades de presión suelen aparecer las escalas de presión.

## 9.4. Termostato

Elementos de regulación que abren o cierran un circuito eléctrico cuando se alcanza una determinada temperatura en el recinto a refrigerar, de tal forma que el compresor se para cuando se ha alcanzado la temperatura deseada. Son interruptores eléctricos que actúan por temperatura.

Existen distintos tipos de termostatos:

- **Bimetálicos.** Actúan en función de las deformaciones de dos metales.
- **De bulbo.** Cuentan con un bulbo similar a las válvulas de expansión termostáticas que contiene un gas. Actúan en función de la presión del gas que contiene el bulbo, de tal forma que, al variar la temperatura, también variará la presión de ese gas, lo que permitirá la apertura o el cierre del circuito.



Figura 9.10. Termostato de bulbo (cortesía de Danfoss)

### Actividad propuesta

- 9.5.** La apertura o el cierre del circuito en función de la temperatura cuenta con un pequeño margen para impedir que el circuito esté continuamente cerrándose y abriéndose. Es decir, que, dentro de una cámara de productos frescos en la que quieren mantenerse 0 °C en el termostato, tan solo se abrirá o se cerrará el circuito cuando tengamos una diferencia con esa temperatura de +/- 3 °C. Indica cuáles serían las temperaturas de apertura y de cierre para este ejemplo.

### Actividad propuesta

- 9.6.** Un almacén frigorífico cuenta con tres cámaras de las siguientes características:

- Cámara para alcachofas: 0 °C.
- Cámara para guisantes congelados: -18 °C.
- Cámara para lechugas: 1 °C.

Si en las tres cámaras tenemos un diferencial de +/- 4 °C en el termostato, determina las temperaturas de apertura y de cierre del circuito para cada caso.

## 9.5. Válvula solenoide

Se trata de una válvula eléctrica que consta de una bobina y de un vástago que sube o baja dependiendo de si llega corriente eléctrica al bobinado. Cuando llega corriente a la bobina, el vástago sube y permite el paso del refrigerante. En caso de que la bobina no se active, el paso de refrigerante se mantiene cortado.

Existen distintos tipos de válvulas solenoides y su tamaño depende del flujo de refrigerante que circula por ellas.

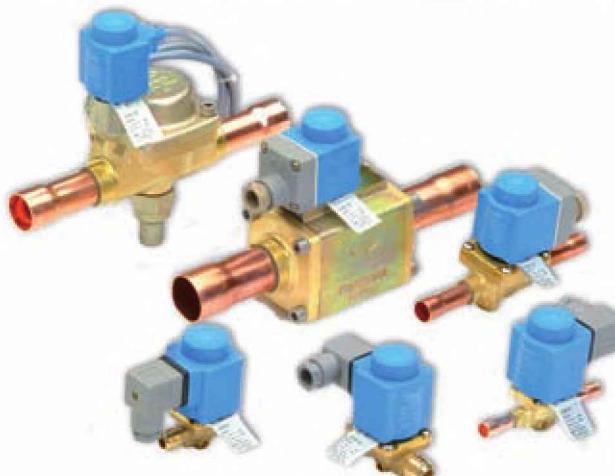


Figura 9.11. Válvulas solenoide (cortesía de Danfoss)

Para instalaciones pequeñas, se emplean las de acción directa y, para instalaciones grandes, las que actúan por piloto, en las que, además de la acción de la bobina, se tiene en cuenta la presión de la tubería sobre la que van instaladas.

## ■ 9.6. Separador de aceite

Se coloca para evitar el paso de aceite al circuito, que podría acumularse en el evaporador, y asegurar su retorno al cárter del compresor. Se coloca en la tubería de descarga a la salida del compresor.

No siempre es necesaria su colocación ya que el aceite puede ir junto con el refrigerante y hacer el recorrido completo del circuito para, finalmente, regresar al compresor. Pero hay situaciones en las que sí se hace necesaria su colocación:

- Si el refrigerante no es miscible con el aceite.
- Si las características de las tuberías o de los elementos del circuito no facilitan el retorno del aceite.
- Si se emplean compresores que facilitan la salida del aceite hacia el circuito.
- En instalaciones en las que se alcancen bajas temperaturas.



Figura 9.12. Separador de aceite (cortesía de Danfoss)

### SABÍAS QUE...

Las instalaciones que emplean como refrigerante el amoníaco deben llevar separador de aceite ya que este, al no ser miscible con el aceite, tiende a separarse (en mayor medida en las partes bajas del circuito).

## ■ 9.7. Filtro deshidratador

La entrada de humedad se produce en el circuito por la entrada de aire (que tiene un alto contenido de agua) pudiendo entrar en el circuito durante labores de mantenimiento o reparaciones, durante la carga de refrigerante o de aceite. Puede provocar taponamientos del circuito por la formación de hielo en lugares como el expansor o en las curvas de tuberías. También puede provocar oxidación que ataque a partes del circuito.

Los filtros deshidratadores, además de retener la humedad, eliminan la suciedad que pueda llevar el refrigerante y se colocan en la tubería de líquido en la posición indicada por el fabricante.



Figura 9.13. Filtros deshidratadores (cortesía de Danfoss)

Existen filtros que cuentan con cartuchos recargables:



Figura 9.14. Filtros con cartuchos recargables (cortesía de Danfoss)

### SABÍAS QUE...

Para colocar en instalaciones de bomba de calor, existen filtros deshidratadores que son reversibles, es decir, que funcionan en los dos sentidos.

**RECUERDA**

El visor de líquido debe ir colocado después del filtro para asegurarnos de que el filtro ha absorbido toda la humedad.



## 9.8. Visor de líquido

Se instala en la tubería de líquido. Su función es doble:

- Garantizar que todo el refrigerante está en **estado líquido**, de tal forma que, a través del pequeño cristal que tiene el visor, no se vean burbujas de vapor.
- Garantizar que el circuito está **libre de humedad**. Para ello, el visor lleva un indicador cromático en el centro: si el color es verde es que el contenido de humedad es admisible, si es amarillo es que hay demasiada humedad.



Figura 9.15. Visores de líquido (cortesía de Danfoss)

## 9.9. Depósito de líquido

También llamado *recipiente* o *acumulador de líquido*, se sitúa a la salida del condensador y tiene la función de almacenar refrigerante:

- Para los momentos en los que aumente la demanda, ya que tendremos variaciones en el caudal de refrigerante que atraviesa la válvula de expansión. Por ello, a excepción de que se utilice un tubo capilar, su uso es obligatorio.
- Cuando sea necesario por motivos de mantenimiento o por avería.

En la Figura 9.17., pueden observarse dos unidades condensadoras en las que aparecen montados sobre una banca los siguientes elementos: el compresor, el condensador y, a continuación de este, el recipiente de líquido. En este caso, los dos están en posición horizontal.



Figura 9.16. Unidades condensadoras (cortesía de Danfoss)



Figura 9.17. Válvulas de seguridad (cortesía de Danfoss)

Existen depósitos horizontales y verticales. Son equipos a presión, por lo que llevarán válvulas de seguridad instaladas.

## ■ 9.10. Separador de líquido

Se instala entre el evaporador y el compresor. Su función es impedir que llegue refrigerante en estado líquido al compresor, de tal forma que, si el evaporador trabaja en régimen inundado, es decir, que, a la salida, tenemos refrigerante en estado líquido, el separador de líquido permitirá que todo el refrigerante llegue al compresor en estado vapor.

## ■ 9.11. Intercambiador de calor

Se instalan intercambiadores de calor a contracorriente en las instalaciones en las que quiere aprovecharse el calor del vapor procedente del evaporador al mismo tiempo que se enfriá el líquido procedente del condensador.

De esta forma, se consigue:

- Aumentar el rendimiento ya que el refrigerante que llega a la válvula de expansión llega a una temperatura menor.
- Asegurarse de que no llega refrigerante en estado líquido al compresor.

En estos casos, el bulbo de la válvula termostática se coloca a la salida del evaporador y siempre antes del intercambiador de calor.



**Figura 9.18.** Intercambiador de calor (cortesía de Danfoss)

### Actividad propuesta

- 9.7.** Carly y Danfoss son fabricantes de distintos componentes de la instalación frigorífica y, en sus páginas web, podrás encontrar unos programas para la selección de elementos. Trata de seleccionar los elementos para una instalación frigorífica.

La función, los tipos, las partes y el funcionamiento de los dispositivos de expansión serán los siguientes:

	Función	Tipos	Partes	Funcionamiento
<b>Dispositivos de expansión</b>	Mantener las presiones en el lado de alta y de baja y controlar la entrada de refrigerante en el evaporador.	El tubo capilar	Tubo de pequeño diámetro.	
		La válvula de expansión manual		El caudal de refrigerante que pasa a través de ella se regula manualmente.
		con igualador interno		Sobre la membrana, actuarán tres presiones. Si $P_b > P_m + P_e$ , la válvula se abre.
		La válvula de expansión termostática: con igualador externo (evaporadores grandes)	Bulbo, membrana, orificio calibrado, filtro, punzón y tornillo de regulación.	A presión de evaporación se le restará la caída de presión a lo largo del evaporador.
		MOP		Límite la presión para que, cuando se detecte una presión demasiado alta en el compresor, este no se sobrecargue.

De los elementos anexos al circuito, podemos nombrar como principales los siguientes:

Elemento	Tipos	Función
<b>Presostatos</b>	De alta presión	
	De baja presión	
	Mixto	Son interruptores eléctricos que actúan por presión.
	De aceite	
<b>Termostato</b>	Bimetálicos	Abre o cierra un circuito eléctrico cuando se alcanza una determinada temperatura en el recinto a refrigerar. Son interruptores eléctricos que actúan por temperatura.
	De bulbo	
<b>Válvula solenoide</b>		Permite la apertura o cierre del circuito (permitiendo o impidiendo el paso de refrigerante) dependiendo de una señal eléctrica.
<b>Separador de aceite</b>		Evitar el paso de aceite al circuito, que podría acumularse en el evaporador, y asegurar su retorno al cárter del compresor.
<b>Filtro deshidratador</b>		Retiene la humedad y elimina la suciedad que pueda llevar el refrigerante.
<b>Visor de líquido</b>		Garantiza que todo el refrigerante que pasa por la línea de líquido está en estado líquido y libre de humedad.
<b>Depósito de líquido</b>		Se sitúa a la salida del condensador y tiene la función de almacenar refrigerante.
<b>Separador de líquido</b>		Impide que llegue refrigerante en estado líquido al compresor.
<b>Intercambiador de calor</b>		Se utiliza en las instalaciones en las que quiere aprovecharse el vapor procedente del evaporador al mismo tiempo que se enfriá el líquido procedente del condensador.

## Actividades de comprobación

- 9.1.** La función del dispositivo de expansión es:
- a) Permitir la entrada de refrigerante al condensador.
  - b) Que el refrigerante pase de bajas a altas presiones.
  - c) Regular la entrada de refrigerante al compresor.
  - d) Que el refrigerante pase de altas a bajas presiones.
- 9.2.** Señala la respuesta correcta:
- a) En los frigoríficos de las viviendas, suele utilizarse como dispositivo de expansión una válvula termostática.
  - b) Las válvulas termostáticas con igualador externo se utilizan en evaporadores pequeños.
  - c) Las válvulas termostáticas con igualador externo pueden utilizarse para las mismas aplicaciones que las que tienen igualador interno y este se deja sin conectar.
  - d) Ninguna de las anteriores es correcta.
- 9.3.** En una válvula termostática, las presiones que permiten su apertura son:
- a) La presión de evaporación y la de muelle.
  - b) La presión de bulbo y la de muelle.
  - c) La presión de bulbo.
  - d) Ninguna respuesta es correcta.
- 9.4.** El bulbo de una válvula termostática lo montaremos:
- a) A la salida del condensador.
  - b) A la salida del expansor.
  - c) A la salida del evaporador.
  - d) A la salida del compresor.
- 9.5.** Las válvulas termostáticas con línea de equilibrio son semejantes a las termostáticas, pero tienen, además:
- a) Un tubo que transmite la presión que tenemos al final del condensador.
  - b) Un tubo que transmite la presión que tenemos al final del evaporador y antes del bulbo de la propia válvula termostática.
  - c) Un tubo que transmite la presión que tenemos al final del evaporador y después del bulbo de la propia válvula termostática.
- 9.6.** El visor de líquido nos permite:
- a) Ver si hay aire en el circuito.
  - b) Ver si todo el refrigerante está en estado vapor.
  - c) Ver si tenemos humedad en el circuito.
  - d) Ver si tenemos refrigerante en estado de mezcla líquido-vapor.
- 9.7.** El filtro deshidratador retiene:
- a) La humedad.
  - b) La suciedad.
  - c) Tanto la humedad como la suciedad.
  - d) El aire que entra en el circuito.
- 9.8.** Señala la afirmación correcta:
- a) Los presostatos actúan siempre cerrando el expansor.
  - b) Los presostatos de alta se montan en la zona de evaporación del refrigerante.
  - c) Los presostatos con diferencial ajustable nos permiten regular la diferencia de presión entre el punto de corte y el de rearme.
  - d) Los presostatos de baja presión se conectan en la descarga del compresor.
- 9.9.** El separador de aceite se coloca:
- a) Antes del compresor.
  - b) Despues del compresor.
  - c) Despues del condensador.
  - d) Despues del evaporador.
- 9.10.** Si tenemos un intercambiador de calor en la instalación y una válvula termostática, el bulbo se colocará:
- a) Antes del intercambiador.
  - b) Despues del intercambiador.
  - c) Sobre el intercambiador.
  - d) No puede utilizarse una válvula termostática cuando hay intercambiador de calor en el circuito.

## Actividades de aplicación

- 9.11.** Explica cuándo se utilizan válvulas termostáticas con igualador interno y cuándo con igualador externo y di por qué.
- 9.12.** Indica qué presiones actúan sobre la membrana si tenemos una válvula de expansión termostática con igualador interno y cómo tienen que ser las presiones para que se abra o se cierre la válvula.
- 9.13.** En caso de querer aumentar el recalentamiento, razona si deberíamos abrir o cerrar el tornillo de regulación de una válvula termostática y justificalo refiriéndote a las presiones que actúan sobre la membrana y a sus consecuencias.
- 9.14.** Nombra aplicaciones para los siguientes tipos de expansores:
- Tubo capilar.
  - Válvula termostática con igualador externo.
  - Válvula MOP.
  - Válvula manual.
- 9.15.** Describe la función de los siguientes elementos en el circuito frigorífico:
- El filtro deshidratador.
  - El recipiente de líquido.
- 9.16.** Enumera los tipos de carga de bulbo que puede tener una válvula de expansión.
- 9.17.** Si encontramos un evaporador cuya superficie está escharchada:
- Averigua a qué puede ser debido.
  - Determina qué podría hacerse para corregirlo.
- 9.18.** Describe los distintos tipos de dispositivos de expansión que existen.
- 9.19.** En una instalación frigorífica que cuenta con separador de aceite:
- Define para qué se utiliza este elemento.
  - Cita qué averías pueden producirse si no se instala.
- 9.20.** Argumenta por qué es importante el grado de recalentamiento cuando se utilizan válvulas de expansión termostáticas.
- 9.21.** Explica los distintos tipos de presostatos que pueden utilizarse en una instalación frigorífica.

## Actividades de ampliación

- 9.22.** Una de las tareas que realiza un técnico de instalaciones frigoríficas es el mantenimiento de las máquinas que tiene a su cargo. En caso de tener que cambiar una válvula de expansión, existen distintos fabricantes en cuyos catálogos puede buscarse la más adecuada. Puedes consultar el catálogo en la página web del siguiente fabricante <http://www.danfoss.com> y realizar un estudio sobre el dispositivo de expansión que colocarías en los casos que se enumeran a continuación, además de buscar el modelo concreto de válvula que utilizarías en el catálogo:
- Una nevera doméstica.
  - Una cámara frigorífica para productos congelados.
  - Un equipo de aire acondicionado.
- 9.23.** Cuando se realiza una instalación frigorífica, por ejemplo, en un almacén para alimentos frescos o congelados, tienen que elegirse los distintos elementos y/o componentes que van en la instalación. Para ello, se hace un estudio y, con los resultados, se eligen los elementos de la instalación. Busca en distintos catálogos de internet y realiza un presupuesto aproximado del coste de la instalación.
- 9.24.** Carly es un fabricante de los distintos componentes de una instalación frigorífica y, en su página web, podrás encontrar los distintos tipos de filtros que comercializan. Haz una tabla resumen de todos ellos indicando sus principales características y aplicaciones.