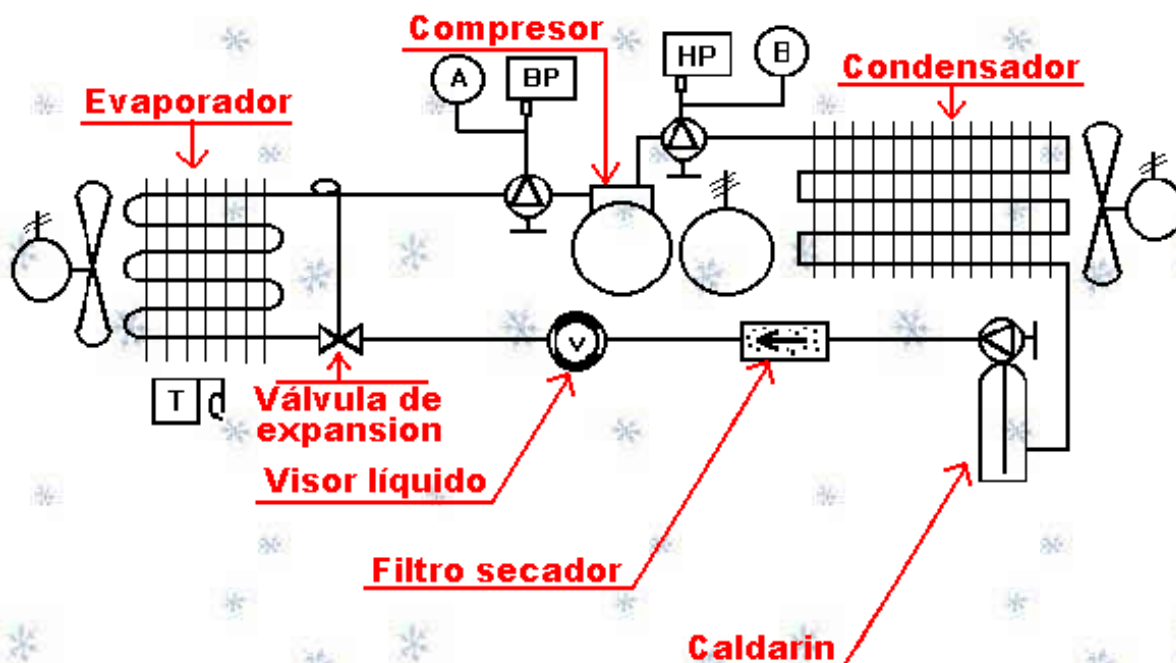


Esquema de principio

Inicio



Hacer clic sobre el esquema para tener más detalles sobre el funcionamiento.

Explicación del funcionamiento de los órganos:

El compresor:

El compresor aspira el vapor del fluido que se forma en el evaporador y comprime dicho vapor hasta llevarlo a la presión de condensación.

Válvula expansión:

Controla la distribución del líquido dentro del evaporador para que éste pueda expandirse. Controla el caudal de líquido, entrando en el evaporador de manera optimizada para permitir el llenado de líquido en el evaporador hasta producir el frío de manera correcta y óptima. Evita que el compresor tenga golpes de líquido.

Evaporador:

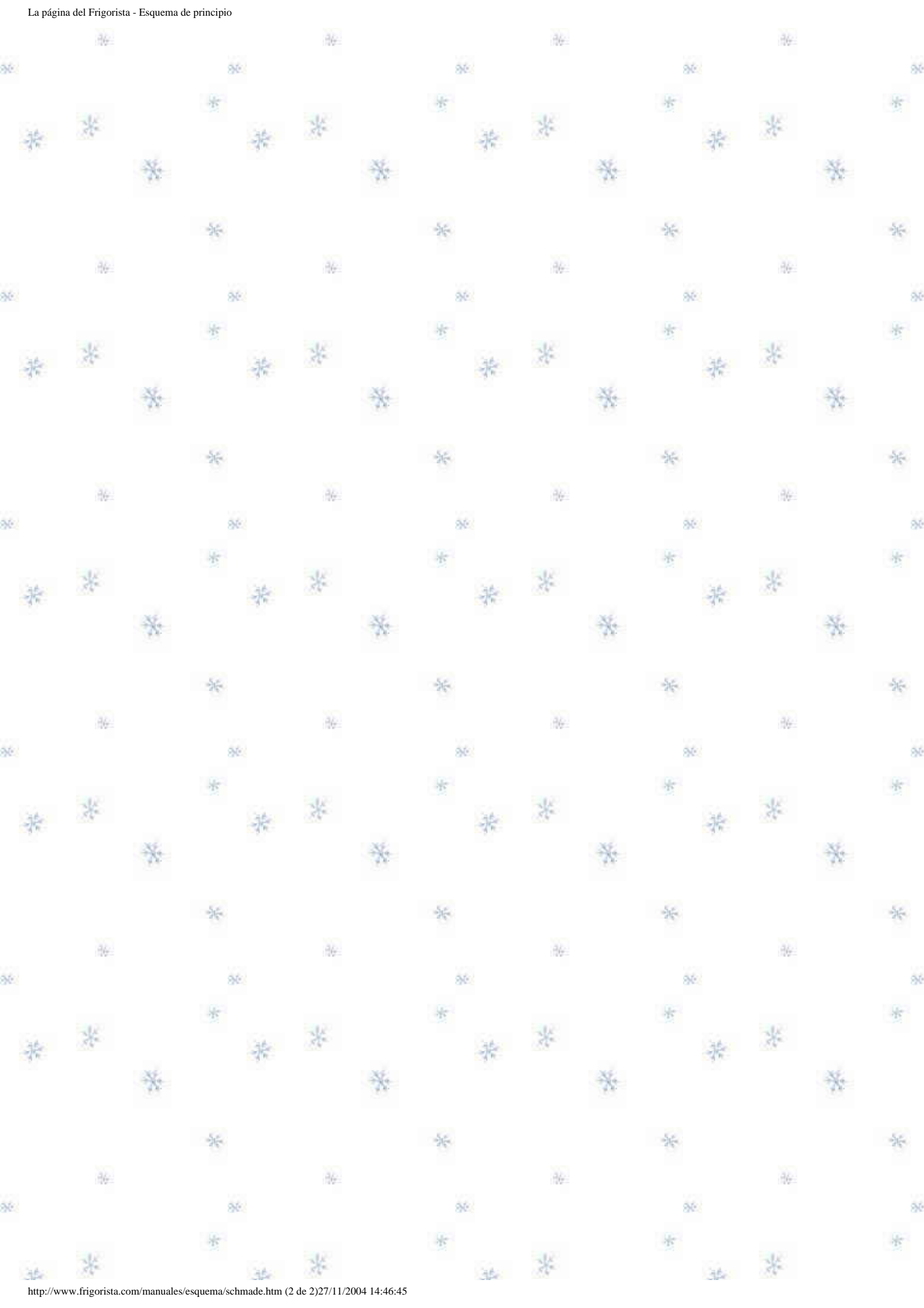
Es el elemento que permite la absorción de los calores que tenga alrededor por el fenómeno de "absorción de calor", es decir, cuando el líquido empieza a cambiarse de estado líquido a gas.

Condensador:

Recibe los gases sobrecalentados en alta presión, los enfría de tal manera hasta cambiar su estado de gas a líquido (siempre en alta presión) a esta función se le llama "condensación".

Calderín:

Es el compensador de líquido, según pida la válvula de expansión. (Veremos este tema más adelante)

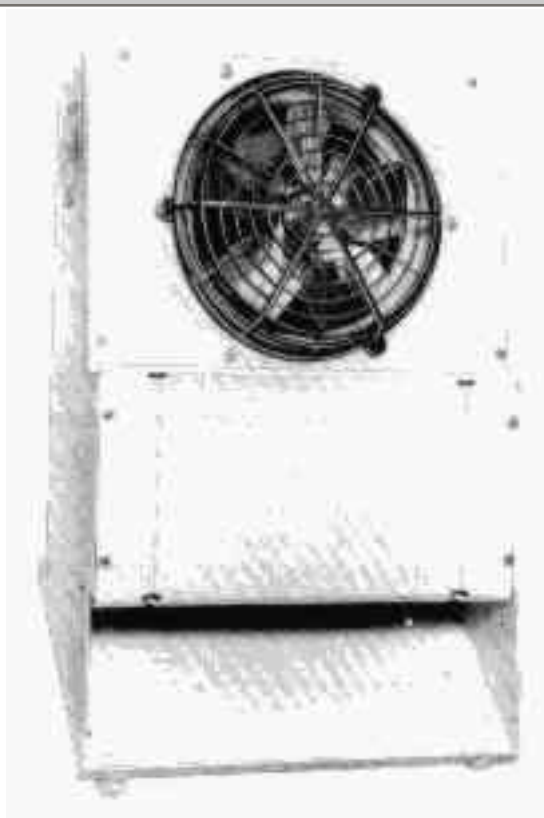


la página del frigorista

El evaporador

Início

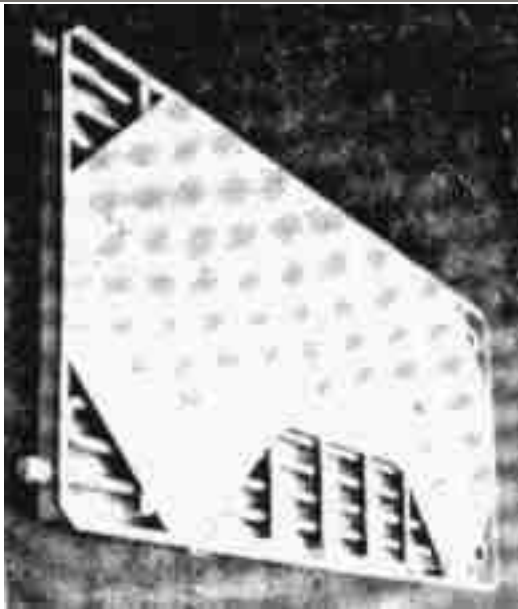
Diferentes tipos



Evaporador mural



Evaporador de techo



Evaporador a placa eutécticas

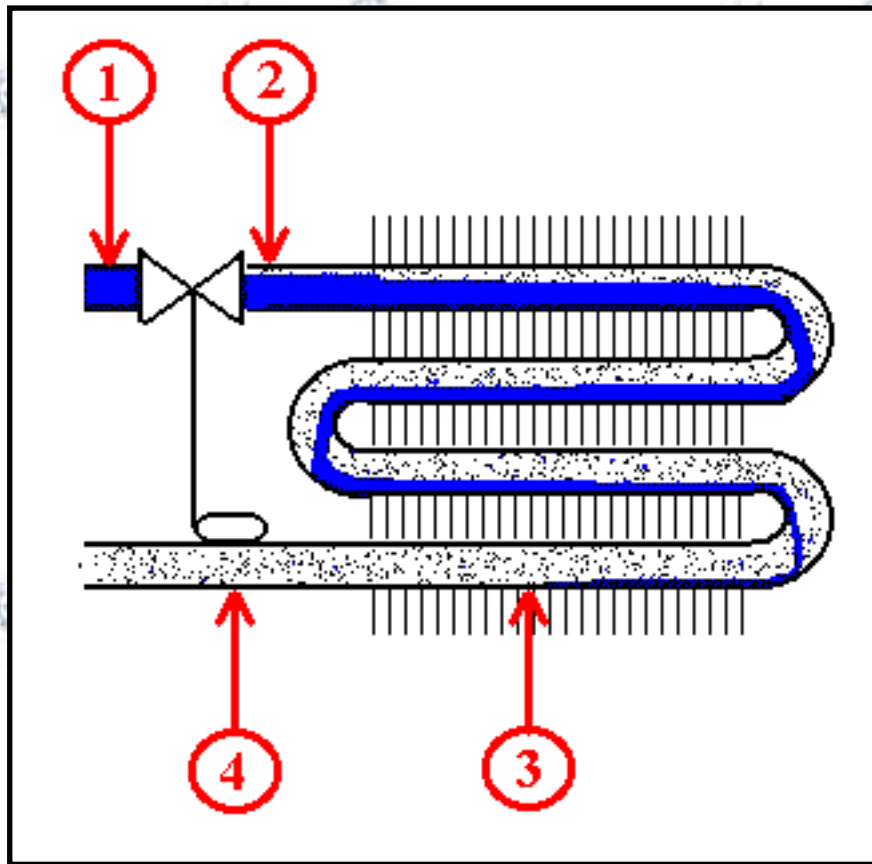


Aeroevaporador con boquilla

Funcionamiento

- El esquema (arriba) presenta un evaporador a expansión directa, supongamos:

- Fluido R 404A
- HP = 14 bar
- BP = 4 bar
- Subenfriamiento = 5°C



En punto 1, el líquido frigorífico está a 14 bar y subenfriado a 5°C llega a la válvula de expansión termostática, su temperatura alcanza aproximadamente 30°C, y la entrada de la válvula de expansión es templada.

En punto 2, el líquido se expande gracias a la válvula de expansión. La caída de presión es importante casi 5 bar, una parte del líquido está evaporizándose, la temperatura de la mezcla (líquido, vapor) está a 0°C.

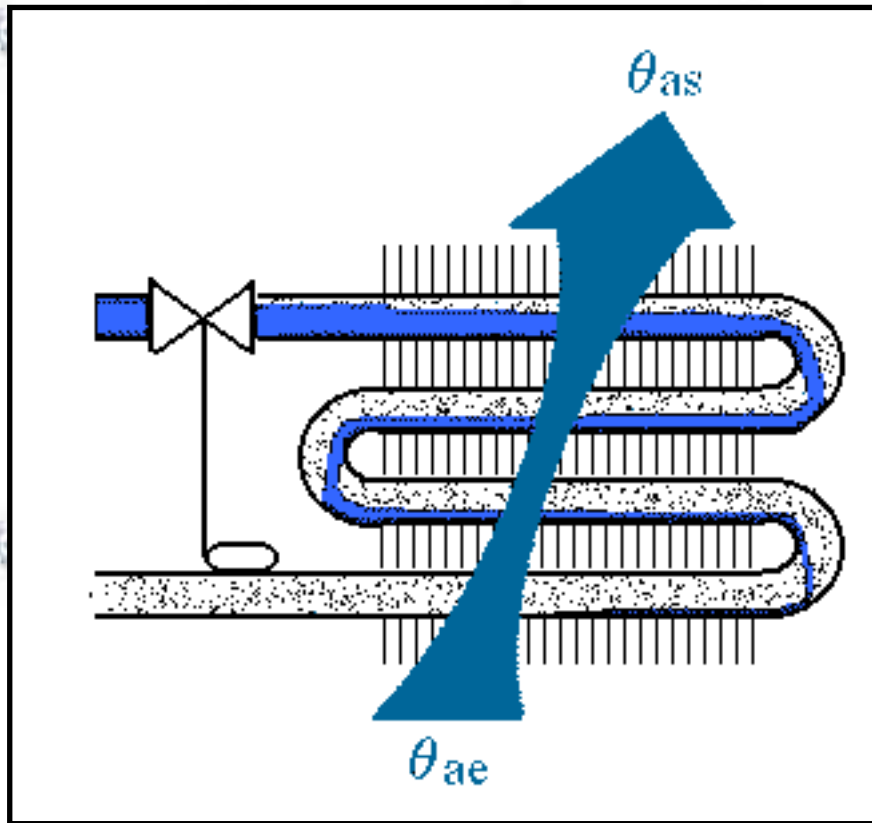
Entre 2 y 3, la mezcla (líquido, vapor) avanza en el evaporador absorbiendo el calor. Hay cada vez más gas que líquido. La presión y la temperatura son constantes a 5 bar y 0°C, todo depende de la relación presión temperatura del R 404A.

En punto 3, la última molécula está, ya evaporada. En este punto tenemos 100% vapor a 0°C.

Entre 3 y 4, los vapores están todavía en contacto con el aire enfriado, sus temperaturas aumentan. La presión está siempre a 0°C.

En el punto 4, la temperatura del bulbo está a 6°C. Los vapores están sobrecalentados 6°C - 0°C = 6°C.

- ¿Qué ocurre cuando pasa el aire sobre el evaporador?



θ_{as} : temperatura del **a**ire a la **s**alida del evaporador

θ_{ae} : temperatura del **a**ire a la **e**ntrada del evaporador

θ_o : temperatura del evaporador leída en manómetro de baja BP

En el ejemplo (abajo), el aire llega sobre el evaporador a una temperatura de 8°C, y se intercambia hasta 4°C, cediendo los calores al fluido frigorífico:

$$\text{El } \Delta\theta \text{ sobre el aire} = t_{ae} - t_{as} = 8 - 4 = 4^\circ\text{C}$$

La presión del evaporador está a 5 bar, lo que vale para 404A a una temperatura de 0°C:

$$\text{El } \Delta\theta \text{ total} = t_{ae} - t_o = 8 - 0 = 8^\circ\text{C}$$

Resulta complicado fijar los valores usuales del $\Delta \theta$, en el frío comercial por problemas ligados al escarche y en climatización por problemas ligados a la deshumidificación.

Por lo tanto para las aplicaciones usuales de los evaporadores enfriados por aire, encontramos:

En climatización:

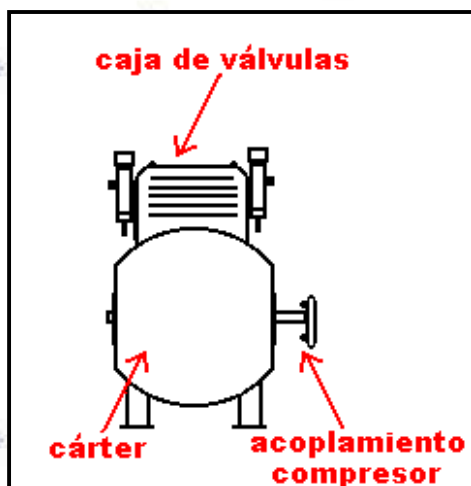
Un $\Delta \theta$ sobre el aire ($t_{ae} - t_{as}$) de 6 a 10°C y un $\Delta \theta$ total ($t_{ae} - t_o$) total de 6 a 20°C

En frío comercial:

Un $\Delta \theta$ sobre el aire de 3 a 5°C y un $\Delta \theta$ total de 6 a 10°C

Los compresores alternativos

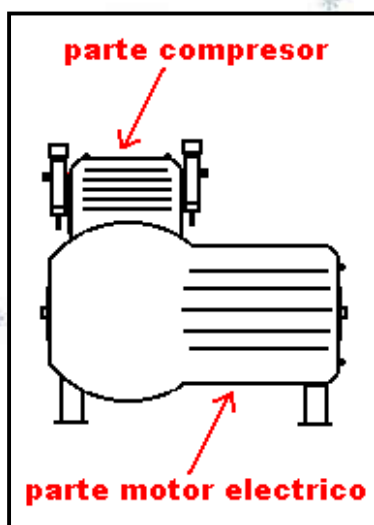
Inicio



El compresor "abierto"

Un extremo del eje manivela atraviesa el compresor para poder acoplarse al motor de accionamiento.

Fácil de desmontar cuando se necesita intervención interna.

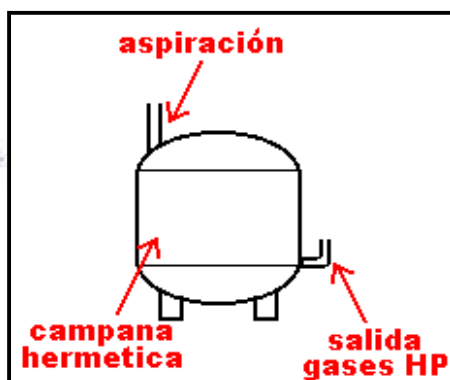


El compresor "hermético accesible"

También se les llama semi herméticos:

El motor y el compresor están montados en el mismo cuerpo.

El conjunto: culata pistones, motor eléctrico etc. son totalmente desmontables para realizar cualquier reparación.

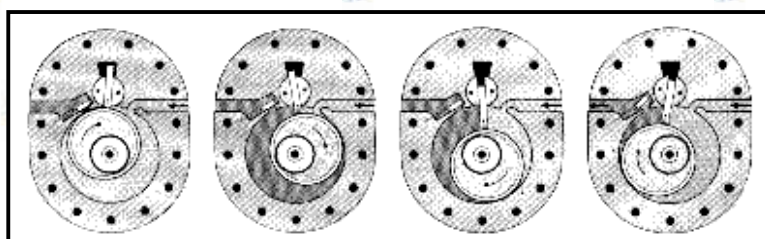


El compresor "hermético"

El motor eléctrico y el compresor están montados en el mismo cuerpo que está soldado herméticamente. El cuerpo no se puede abrir ni reparar.

Los dos están montados en vertical.

Los compresores rotativos



Al girar el rotor comprime los gases expulsándolos al colector de impulsión y al mismo tiempo aspira los gases que vienen desde el cilindro.

Los compresores centrífugos

Un compresor centrífugo contiene un conjunto guarnecido de aletas alabeadas, girando éstas a alta velocidad en el interior del cuerpo fijo. Los gases, impulsados por éstas aletas, ascienden a una alta velocidad y al salir de las mismas se transforman (variación de presión y temperatura) en el difusor de crecimiento de presión.

Los condensadores

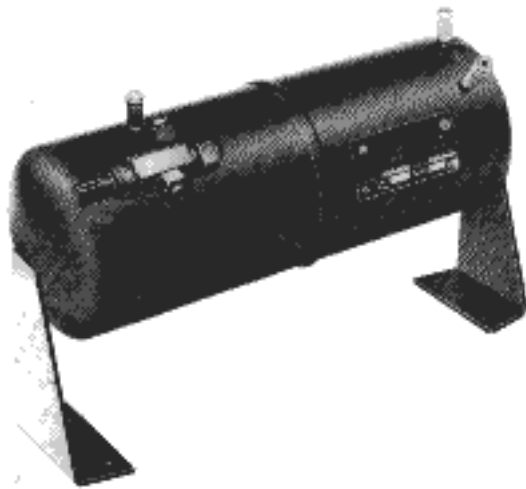
Início

Estos aparatos permiten a los gases que salen del compresor en alta presión cambiar de estado gas a estado líquido, para poder alimentar nuestra válvula de expansión con el líquido necesario hasta producir una buena evaporación. Para tener este cambio de estado se necesita un enfriamiento que puede producirse por dos medios: Aire o Agua.

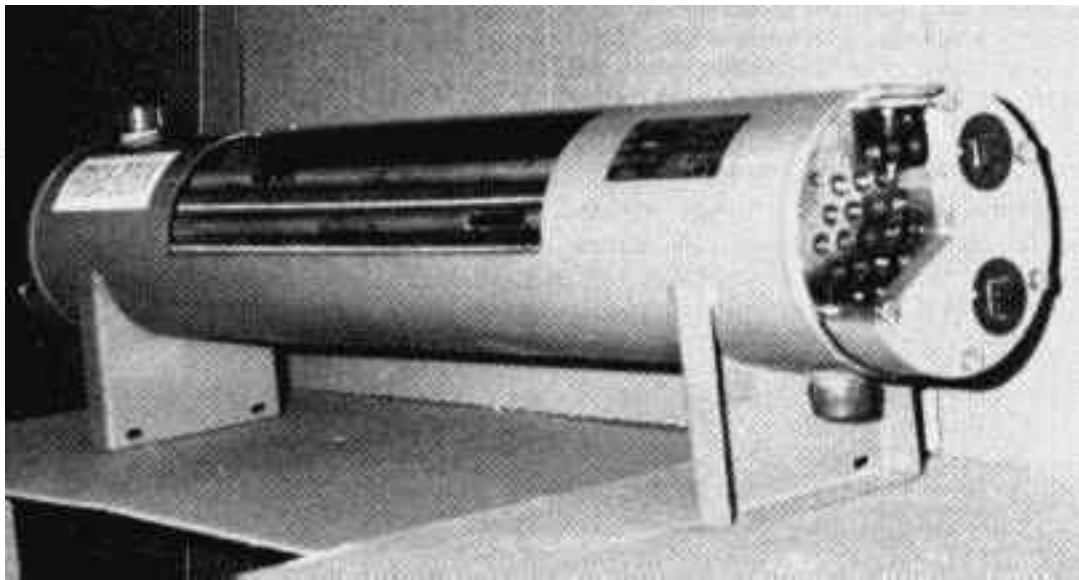
Diferentes tipos de condensadores



condensador a aire forzado



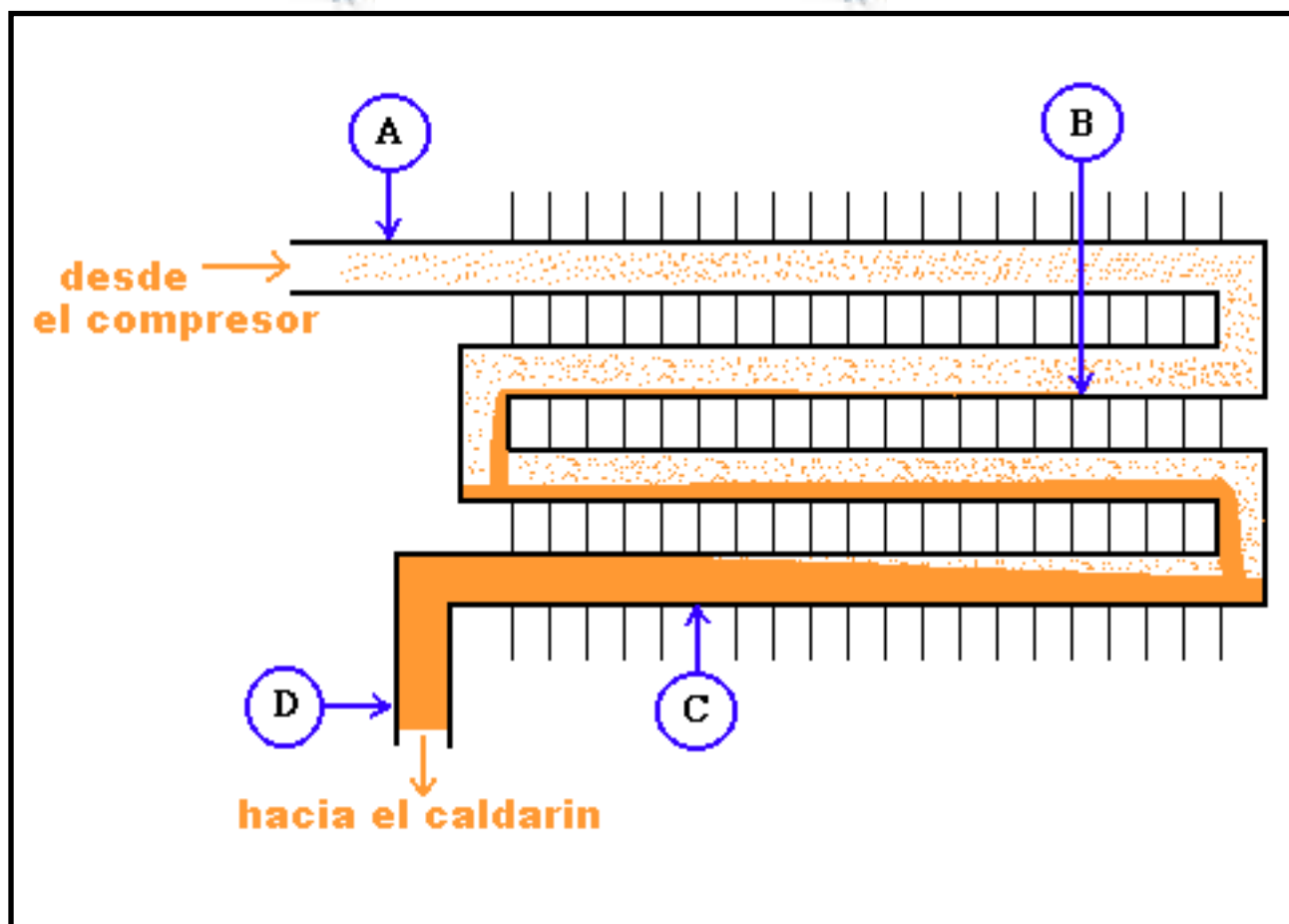
condensador a serpentina horizontal



condensador multitubular horizontal

Funcionamiento de un condensador a aire forzado

El esquema representa un condensador a aire forzado:



La instalación que utiliza este condensador es de R 404A.

Punto A: Los vapores del 404A sobrecalentados entran en el condensador con una presión de 17 BAR.

Entre A y B: Los vapores son descalentados para alcanzar la temperatura de condensación.

Punto B: La molécula del 404A está en estado líquido (Mezcla con vapores saturados) el 404A está a 39°C, es el principio de la condensación.

Entre B y C: Es el punto de cambio de estado (condensación). La temperatura de R 404 A es de 39°C. Cada vez hay menos vapores saturados y más líquido.

Punto C: La última molécula de vapor R 404 A está en estado líquido. Ya no existe gas. Es el final de la condensación (t° 39°C).

Entre C y D: Con la ayuda del aire que circula ligeramente a través del condensador subenfriamos el líquido y la temperatura está siempre a 39°C.

Punto D: A la salida del condensador todo el refrigerante está en el estado líquido y éste está subenfriado a una temperatura de 34°C. La presión está a 17 bar.

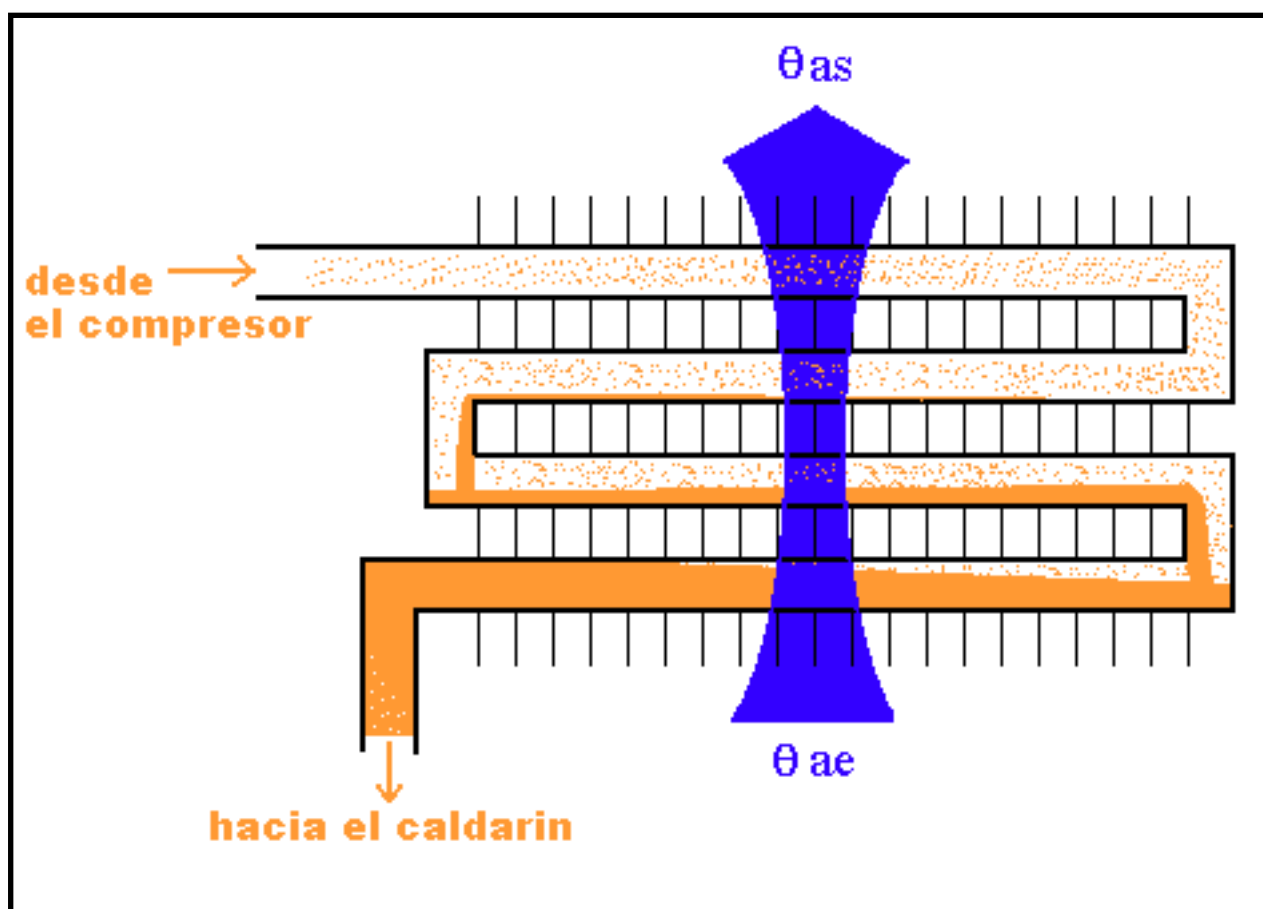
Subenfriamiento = la temperatura de condensación – la temperatura de la salida del condensador

$$= \theta_{[BC]} - \theta_D$$

$$= 39 - 34 = 5^{\circ}\text{C}$$

Un subenfriamiento del líquido es correcto solo cuando la condensación está terminada, entonces podemos garantizar la alimentación de la válvula de expansión al 100%.

- ¿Que pasa con el aire que pasa a través del condensador?



θ_{as} : temperatura del **a**ire a la **s**alida del condensador

θ_{ae} : temperatura del **aire a la **e**ntrada del condensador**

θ_k : temperatura de condensación leída en manómetros HP

En el ejemplo (arriba) el aire llega sobre el condensador a 25°C, se recalienta hasta 31°C absorbiendo el calor del líquido:

$$\text{El } \Delta\theta \text{ sobre el aire} = \theta_{as} - \theta_{ae} = 31 - 25 = 6^\circ\text{C}$$

La presión de condensación es de 17 bar lo que equivale en R 404A a una temperatura de 39°:

$$\text{El } \Delta\theta \text{ total} = \theta_k - \theta_{ae} = 39 - 25 = 15^\circ\text{C}$$

Generalmente para un condensador de aire forzado, tenemos:

$$5 \leq \Delta\theta \text{ aire} \leq 10^\circ\text{C}$$

$$10 \leq \Delta\theta \text{ total} \leq 20^\circ\text{C}$$

Válvula de expansión termostática

Início

Función:

Es el elemento que asegura la alimentación automática del fluido frigorífico a la evaporadora, para poder llenar ésta de líquido según las necesidades caloríficas.

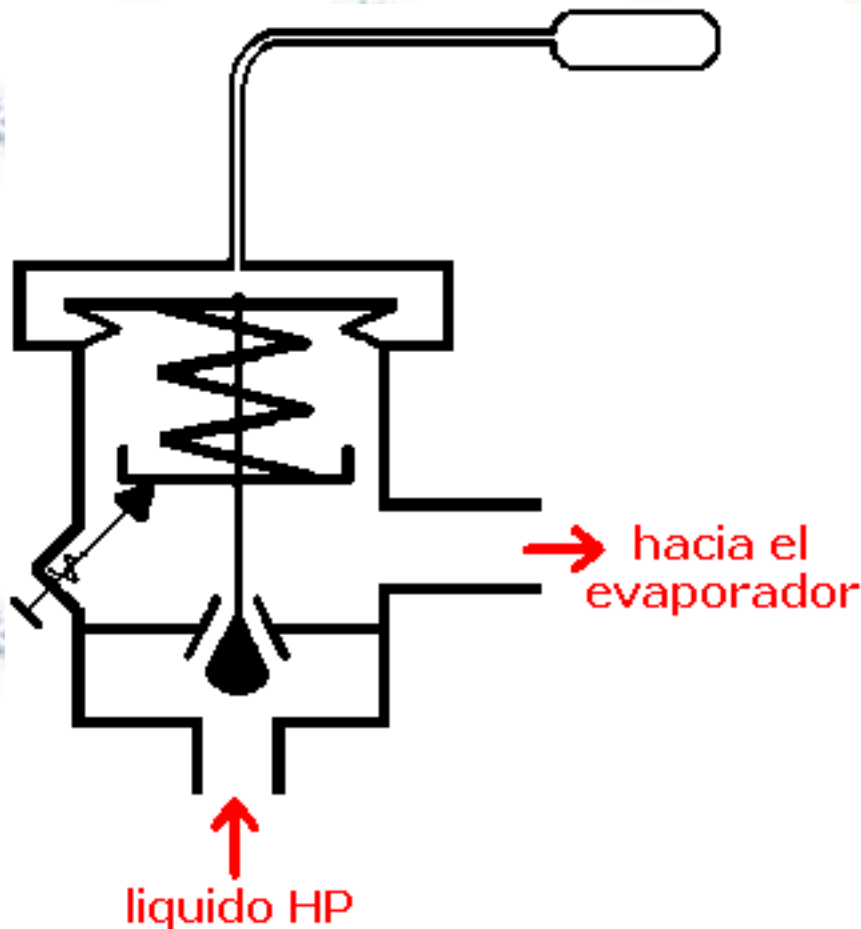
Válvula de expansión termostática con igualización de presión interna:

Casos de utilización:

Utilizamos este tipo de válvulas en instalaciones de baja potencia frigorífica:

- la pérdida de carga en el evaporador es insignificante
- el evaporador tiene una sola batería (sin distribuidor de líquido ni colector)

Principio de funcionamiento:



La válvula de expansión regula en función del sobrecalentamiento a la salida del evaporador teniendo en cuenta que la presión y la temperatura son proporcionales.

Función de cierre:

f2: fuerza del muelle (regulación con tornillo)

f'2: fuerza externa, proviene de la presión del evaporador sobre la membrana

$$F2 = f2 + f'2$$

Función de apertura:

F1: acción de la presión del fluido del bulbo sobre la membrana

$$F1 = P_b \times S$$

si $F1 > F2$ apertura de la válvula

si $F1 = F2$ equilibrio

si $F1 < F2$ cierre de la válvula de expansión

Nota:

En régimen permanente F2 es constante y es igual a F1 (la válvula está equilibrada)

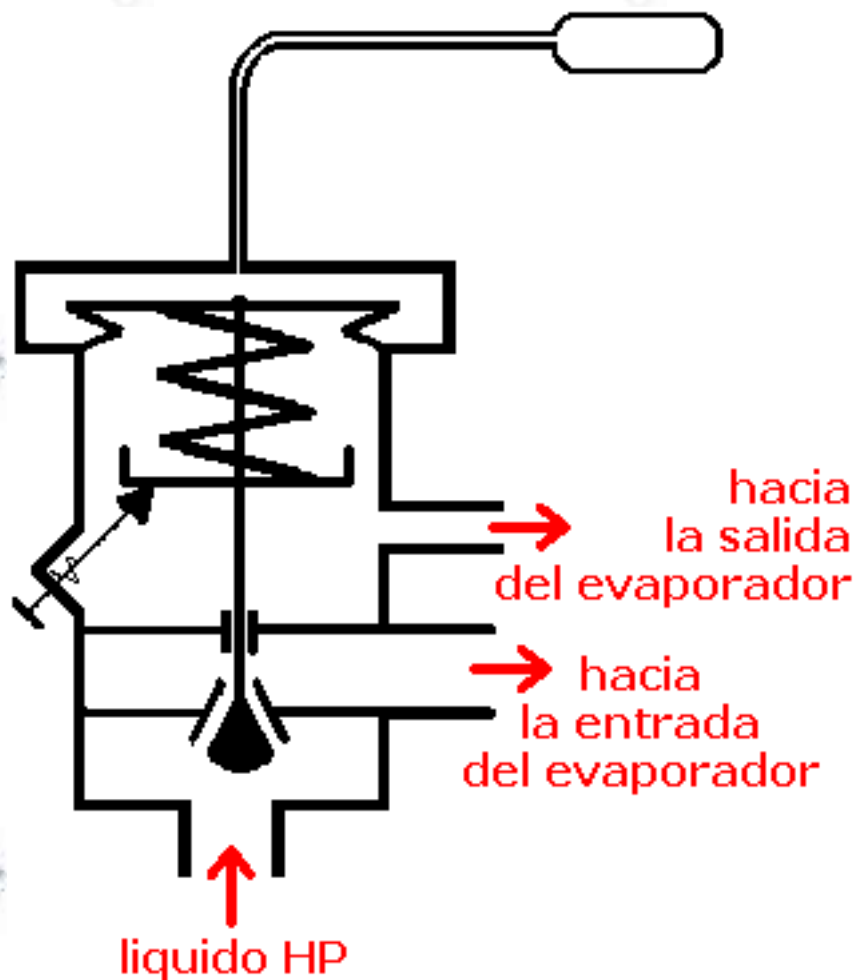
Válvula de expansión termostática con igualización de presión externa:

Tipos de instalaciones:

Es el caso contrario de la primera es decir la utilizamos en instalaciones de gran tamaño como industriales y semi industriales:

- pérdida de carga importante en el evaporador**
- los evaporadores tienen distribuidor de líquido y multibatería**

Principio de funcionamiento:



La presión de la salida del evaporador es inferior a la presión de la evaporación. La válvula regula en función de la presión de salida del evaporador y presión de la evaporación, teniendo en cuenta la pérdida de carga en el evaporador.

Fuerza de cierre:

f2: fuerza del muelle

f '2: fuerza de la presión de la salida del evaporador (fluido) sobre la membrana

$$F2 = f2 + f '2$$

Función de apertura:

F1: fuerza ejercida por el bulbo sobre la membrana

si $F1 > F2$ la válvula se abre

si $F2 > F1$ la válvula se cierra

si $F1 = F2$ equilibrio

Sobrecalentamiento anormal:

Sobrecalentamiento importante $> 8^{\circ}\text{C}$

Cuando la última molécula de gas se evapora muy pronto nos indica la falta de fluido.

Sobrecalentamiento débil $< 5^{\circ}\text{C}$

Este tipo de funcionamiento es realmente peligroso porque el compresor puede tener fácilmente un golpe de líquido, esto significa una mala regulación de la válvula de expansión termostática o que esté mal seleccionada. En las prácticas de muchos frigoristas aseguran que para regular una válvula de expansión termostática hace falta como mínimo 20 mn.

Influencia del sobrecalentamiento sobre la potencia frigorífica:

Mas líquido tenemos en la evaporadora más potencia tendremos, sobre todo cuando no tenemos líquido en la zona de sobrecalentamiento. Esto quiere decir que si el sobrecalentamiento (5°C . 8°C) es bajo desde luego es mucho mejor tanto para el rendimiento como para el compresor (riesgo mínimo para tener golpe de líquido).

Sobrecalentamiento importante

La válvula está casi cerrada no deja pasar más que un poco de líquido: la potencia es totalmente baja y $\Delta\theta$ sobre el aire también es débil, la presión de baja está más baja de lo normal lo podemos ver a la salida de la válvula de expansión que está escarchada.

Menos sobrecalentamiento

La válvula abierta, deja pasar el fluido sin problema el $\Delta\theta$ sobre el aire está bien. Pero el compresor puede tener un golpe de líquido.

Influencia de la temperatura del aire:

Normalmente cuando la temperatura de la cámara es más baja es necesario prolongar la línea de baja por la sencilla razón, la válvula queda abierta, el evaporador lleno de líquido manteniendo el sobrecalentamiento bajo, el compresor sin tener golpes de líquido y la

hégrometria %HR y el $\Delta\theta_{total}$ son constantes.

Bombeo de la válvula de expansión termostática:

La válvula está regulada inicialmente para un sobre calentamiento de 7°C.

- Abrimos la válvula (una vuelta) y la válvula empieza a bombear, el recalentamiento varía de 2°C a 14°C.

- Abrimos la válvula una vuelta y ahora tenemos un sobrecalentamiento que varía desde 0°C a 12°C, si ponemos la mano sobre la línea de aspiración notamos como los golpes de líquido pasan a través la misma línea, de manera periódica.

Ahora sabemos que cada vez que abramos la válvula una vuelta cada vez la potencia de la misma es mayor, por fin cuando la válvula empieza a bombear el líquido podemos decir que la válvula y el evaporador están trabajando en la máxima potencia.

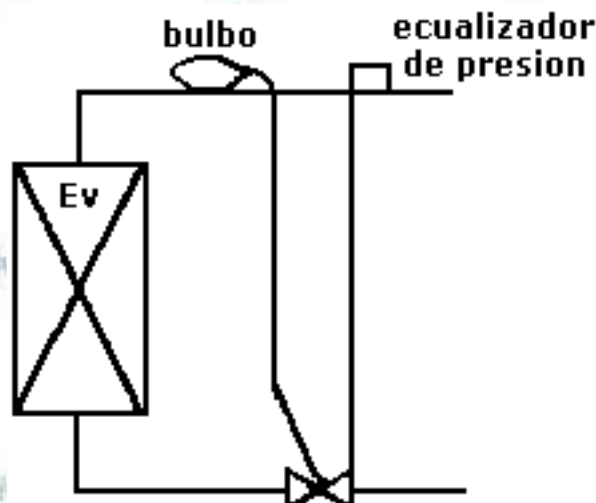
Montaje de la válvula de expansión termostática:

Montaje del bulbo:

El bulbo debe montarse a la salida del evaporador, en la parte horizontal del tubo de aspiración, para montarlo hay que tener en cuenta la posición: Tiene que ser entre 8 y 4h, para evitar que tenga mal señal (aceite dentro la tubería de baja).

Montaje del igualizador:

El igualizador tiene que ser montado a después del bulbo.



Utilizando un distribuidor de líquido:

Utilizamos normalmente un distribuidor de líquido cuando tenemos un evaporador con múltiples baterías y seguramente la instalación es industrial o similar, también usamos siempre una válvula de expansión termostática con igualizador a presión externa. El cabezal del distribuidor debe montarse en vertical, los capilares tienen que tener la misma longitud y el mismo diámetro, montando los capilares hay que ponerlos de manera de no tener trampas de líquido.

Distribuidor con limitador de presión MOP (Maximum Operating Pressur):

PARA EMPEZAR VOY A DAR UNA IDEA GENERALIZADA SOBRE ESTOS TIPOS DE VÁLVULAS PORQUE MÁS TARDE LO EXPLICARE MÁS A FONDO Y CON ESQUEMAS ANIMADOS.

Normalmente utilizamos este tipo de válvulas cuando el compresor se sobrecarga en el tiempo de arranque, se utilizan en instalaciones de bajas temperaturas, cambiando la masa fluidica en el bulbo de la válvula obtendremos la función MOP:

- Por debajo del punto MOP la válvula MOP regula como una tradicional.
- Por encima del punto MOP el sobrecalentamiento no se puede controlar, la válvula MOP se cierra hasta que la presión del evaporador esté por debajo de la presión MOP, una vez está función este alcanzada la válvula vuelve a trabajar como válvula tradicional.

Regulación:

Material necesario:

A parte de un manómetro hay que tener un termómetro sensible (electrónico).

Regulación:

Si la válvula está bien seleccionada entonces la regulación está hecha en el fabricante, tiene una regulación de sobrecalentamiento de 5°C (según danfoss la selección: Q nombre de la válvula= Φ_0). Si hemos subdimentionado los valores aceptables por danfoss (Q nominal de la válvula $< \Phi_0 < Q$ max válvula= Q nominal x 1.2), hay que abrir ligeramente la válvula.

Para que la regulación sea estable no olvidar que tenemos que tener la temperatura de consigna

y la del local muy similares.

La técnica consiste a tener una válvula con límite de bombeo:

- Si el sobrecalentamiento es estable, abrir la válvula hasta tener un bombeo.
- Y si bombea demasiado, cerrarla

No se puede maniobrar la válvula más que 1/2 vuelta, el límite del bombeo puede jugar sobre un 1/4 o 1/8 de vuelta, y esperar mínimo 15mn entre cada regulación.

Cuando la instalación está al límite de bombeo solamente hay que cerrar ligeramente la válvula hasta eliminar el bombeo.

La válvula estará regulada con un sobrecalentamiento mínimo posible que pueda tener, asegurando el llenado del evaporador. Esto sin ningún bombeo. Durante la regulación, la HP tiene que ser mucho más estable porque la capacidad de la válvula depende de la misma.

Problemas de la regulación

- **Imposibilidad de tener el bombeo: válvula mal dimensionada (pequeña) estará siempre cerrada aun que esté abierta al máximo.**
 - si el orificio es pequeño
 - a falta de gas
 - vaporización parcial en la línea de líquido
- **Si no podemos eliminar el bombeo: la válvula está sobredimensionada igual que cuando la tenemos cerrada a fondo.**
 - orificio demasiado grande
 - el evaporador muy pequeño

Conclusión

La regulación de las válvulas es muy lento, normalmente es mejor trabajar con la regulación inicial.

Para abrir la válvula sin tocar la regulación solamente hay que calentarla con la mano.

Ventana de ayuda: el $\Delta\theta$ total del evaporador

Início

El $\Delta\theta$ total del evaporador es la diferencia entre la temperatura de la cámara y la temperatura de evaporación. Este parámetro se selecciona a la hora de seleccionar el evaporador, es aquel que la humedad relativa a la cámara. Cuando el dif es más grande, el % de la humedad seria menos elevado. En un caso extremo donde el dif es exagerado (mas grande), tenemos el riesgo de deshidratar el genero. Además escarcharía el evaporador muy rápido. Normalmente la lectura de la temperatura de evaporación la leemos en el manómetro de baja BP y la temperatura de la cámara con termómetro. Estas medidas nos ayudan a saber si la instalación está averiada BP: el delta total es grande => BP débil.

El visor de líquido

Início

Función:

Nos indica:

- el estado del fluido frigorífico en el conducto del líquido de la instalación
- la existencia de humedad en el circuito
- se puede utilizar también para indicar la entrada de aceite al compresor viniendo del separador de aceite

Construcción:

Está fabricada con latón matizado al caliente. El indicador de la humedad contiene una sal química que al variar la humedad la salvaríade color al contacto con el fluido frigorífico.

El color verde indica que la humedad es mínima de la que se puede tener normalmente en una instalación.

El color amarillo indica y garantiza que hay efectos nocivos (acidez). Estos cuerpos provienen de la humedad.

Cuando el color amarillo aparezca hay que cambiar el deshidratador e intervenir la máquina. Una falta de líquido o subenfriamiento se señala en el visor de líquido (burbujas).

NOTA: La explicación que damos sobre este elemento tan importante en un circuito frigorífico es muy breve; lo volveremos a tratar más a extensamente en las próximas páginas.

Filtros deshidratadores

Início

Función:

Eliminan con eficacia:

- **La humedad:** la absorbe y la almacena para impedir la formación de hielo dentro de la válvula de expansión.
- **Los ácidos nocivos:** los almacena para impedir la corrosión de las partes mecánica y eléctrica.
- **Las partículas perjudiciales:** como barro y productos de descomposición de aceite.
- **Las materias las elimina mediante un sistema de filtración muy eficaz lo cual quiere decir: EVITAR FUTUROS PROBLEMAS A NIVEL DE VÁLVULAS, CAPILARES, ETC...**

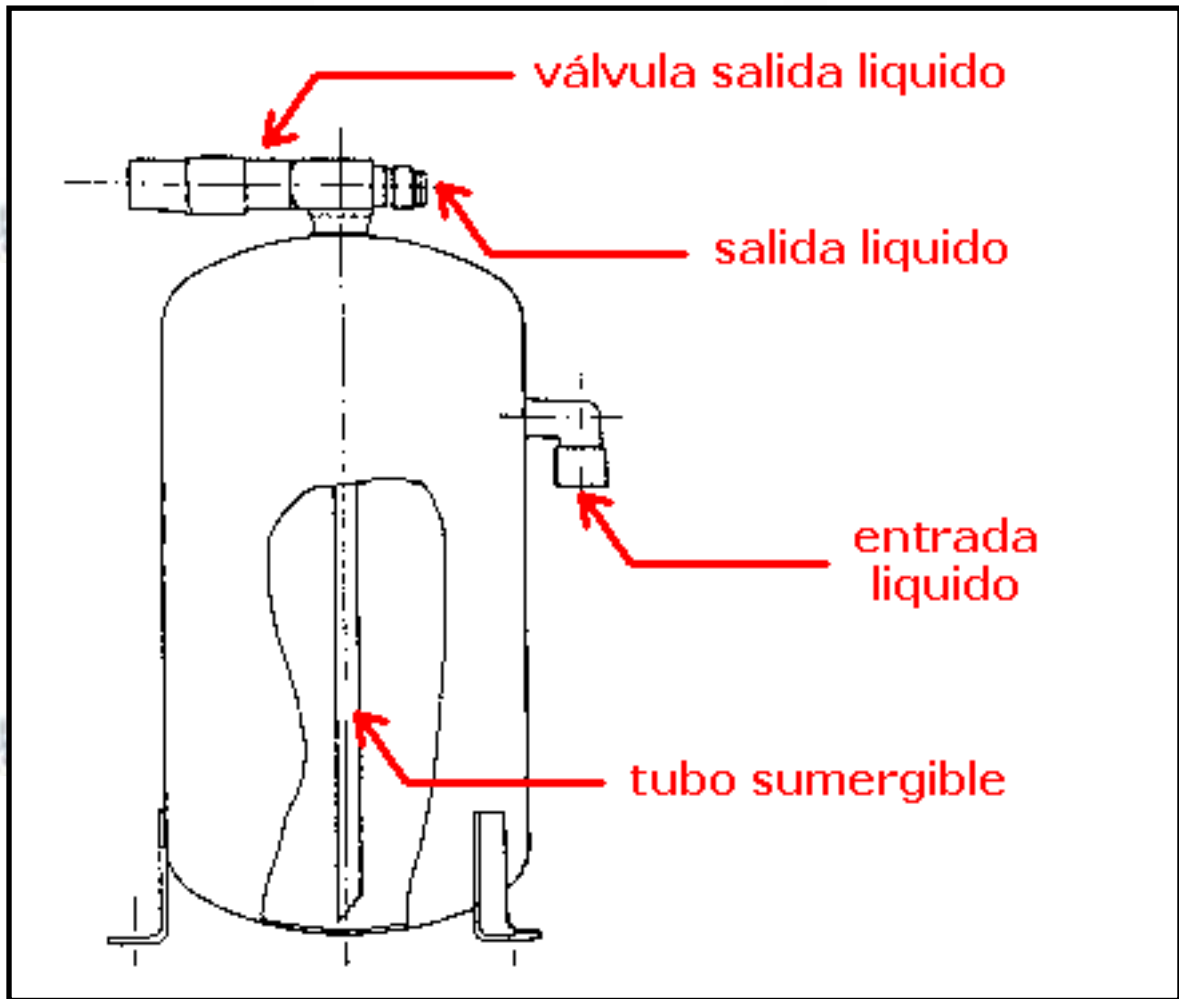
Constitución:

El deshidratador tiene relativamente un diámetro grande para evitar la caída de presión. Se puede montar en todos los sentidos: horizontal, vertical, etc. Una flecha indica el sentido del montaje. Está compuesto de una mezcla de gel de silicona, un tamiz molecular y también óxido de aluminio activado.

El calderín

Esquema de principio:

Início



Función:

También llamada “la botella de líquido” y su función es la siguiente:

- alimenta la válvula de expansión de manera permanente con la ayuda del tubo interno sumergible
- es un compensador de líquido, alimenta la válvula de manera permanente
- es un buen recuperador de líquido en caso de intervención

Carga una capacidad de líquido suficiente para mantener un buen funcionamiento de la instalación.

Cuando el grupo está en marcha el calderín está totalmente sobre presión lo que permite al líquido de salir hacia la válvula de expansión pasando por el filtro secador sin ningún problema.

Medidas:

Para seleccionar el calderín de una instalación procedemos de la siguiente manera:

Capacidad = 25% ΣV int evaporador + 50% ΣV int condensador + la cantidad de líquido que tenemos en línea de líquido (según instalación).

Tendremos en cuenta la capacidad de la línea de líquido sólo cuando ésta última es demasiado larga.

Tenemos que elegir el calderín de forma que sea capaz de mantener la instalación determinando la fórmula antes citada.

NB: si usamos un regulador de condensación, la capacidad determinada según la fórmula tiene que ser multiplicada por 2.