

PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY



Bienvenidos al Frigorista torpe, un tutorial de frio industrial en español..

En este tutorial se cubrirán varios temas que te ayudaran a comprender todo lo relacionado con una instalación de frio.

El tutorial está dividido en 13 temas a los que puedes acceder desde este menu que está a tu izquierda.

Además podrás acceder al Foro del frigorista torpe donde podrás hacer tus consultas con otros compañeros de profesión.

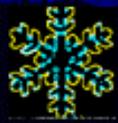
Espero que os guste el nuevo diseño y sabeis que podeis dirigirme vuestras consultas, sugerencias y broncas haciendo click en el siguiente icono.



optimizado a 800x600



© BLES@ PRODUCTIONS 2002 [web master](#)



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

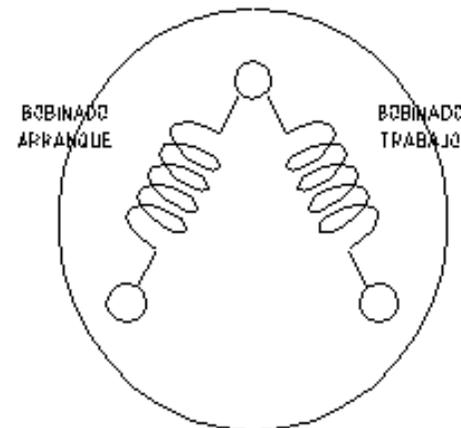
FORO

QUIEN SOY

MOTORES MONOFÁSICOS:

- MOTORES DE COMPRESORES HERMÉTICOS:

Los motores monofásicos de los compresores herméticos no tienen par de arranque, si no le damos un impulso inicial el motor se queda parado y se quemaría.



Está formado por dos devanados el principal y el de arranque, el principal tiene menos resistencia que el de arranque que está formado por un hilo más fino y proporciona mayor resistencia.

El devanado principal nos crea un desfase de la intensidad, el devanado de arranque proporciona mayor resistencia y nos crea un desfase menor.

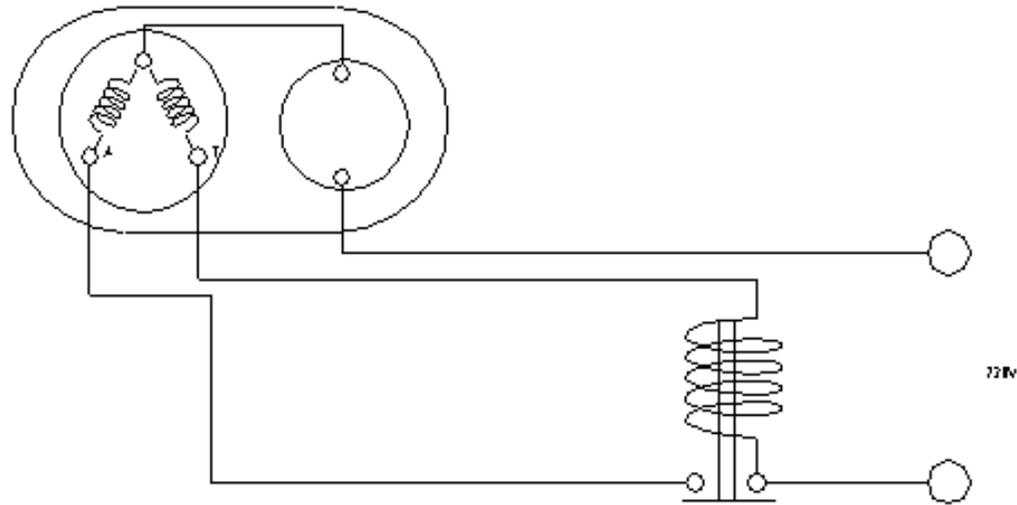
Esta diferencia entre el desfase del principal respecto el de arranque nos permite arrancar el motor

- **SISTEMA DE ARRANQUE CON RELÉ DE INTENSIDAD:**

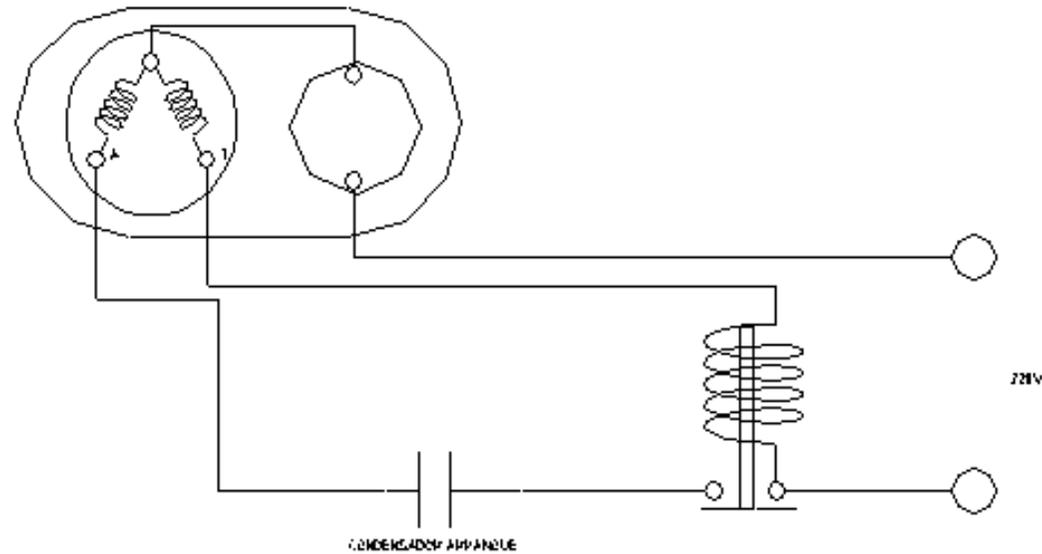
En el momento que damos tensión, excitamos el devanado de trabajo. El motor no se mueve, aumenta la intensidad, entonces el relé de intensidad se excita (al aumentar la corriente que pasa a través de ella) y crea un campo magnético que cierra el contacto que activa el devanado de arranque.

Entonces el motor arranca, baja el consumo y cede el campo magnético del relé que alimentaba el devanado de arranque.

Este tipo de arranque es apto para equipos que necesiten poco par de arranque, no es apto para equipos como congeladores ya que estos necesitan mayor par de arranque.

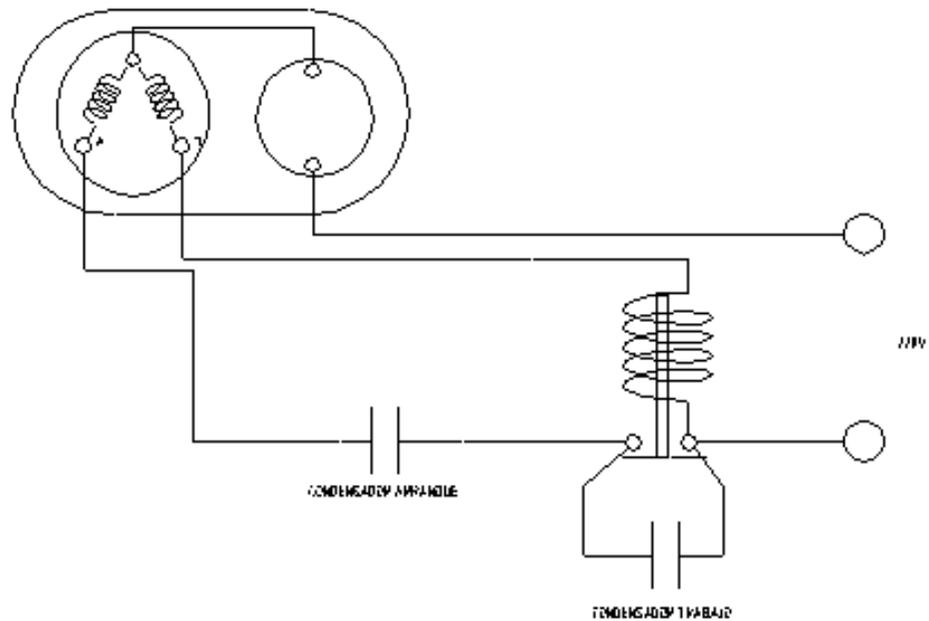


Para mejorar el par de arranque se coloca un condensador en serie con la línea que alimenta el bobinado de arranque. Este condensador es el de arranque y suelen ser de mucha capacidad, de entre 40 o 120 μ F.



Para mejorar aún más el rendimiento de motor se coloca otro condensador, el de trabajo, el cual aprovecha el bobinado de arranque para que funcione junto con el de trabajo.

El condensador de trabajo es de poca capacidad de unos $10\mu\text{F}$ para que no circule demasiada intensidad por el bobinado de arranque.

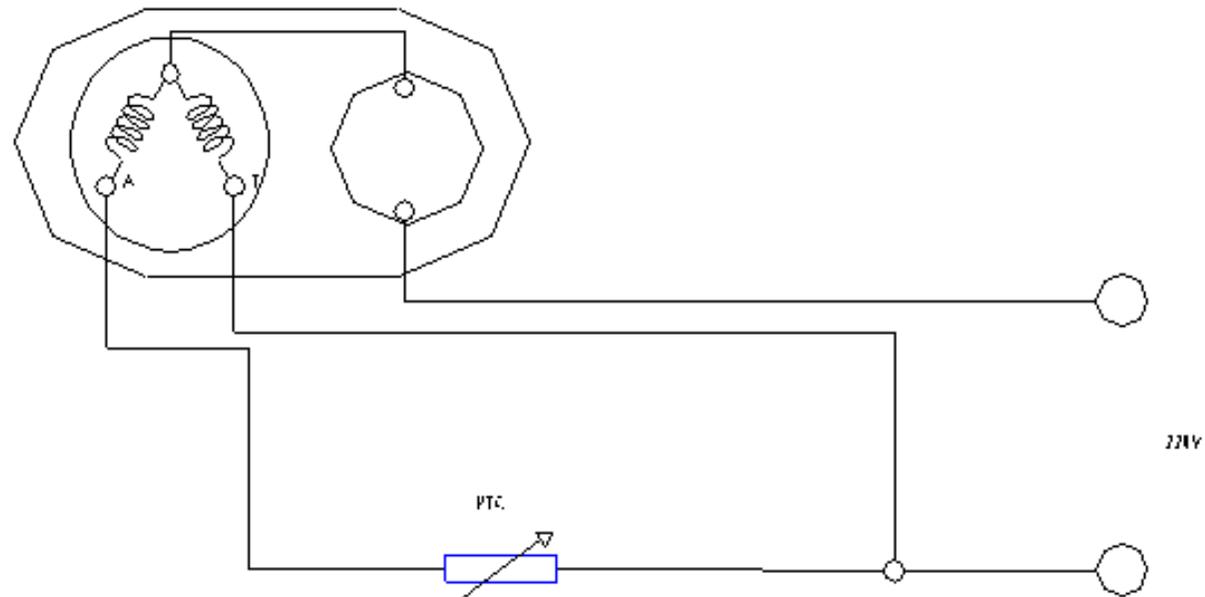


- **SISTEMA DE ARRANQUE CON RESISTENCIA PTC:**

Las resistencias PTC es un tipo de resistencia que aumenta su resistencia al aumentar la temperatura. (Coeficiente de Temperatura Positiva, PTC):

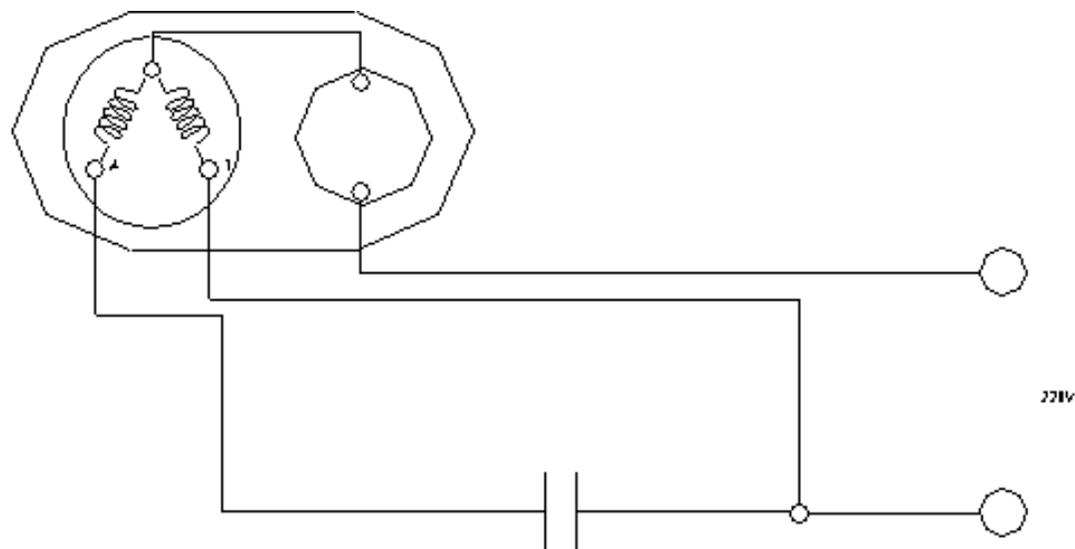
Al alimentar activamos las dos bobinas, la PTC no ofrece resistencia, al calentarse la PTC (al aumentar la intensidad) aumenta su resistencia y regula la intensidad que circula por el bobinado de arranque.

Para motores de más de ½ caballo se utilizan otros sistemas de arranque como con condensador de trabajo o con relé de tensión.



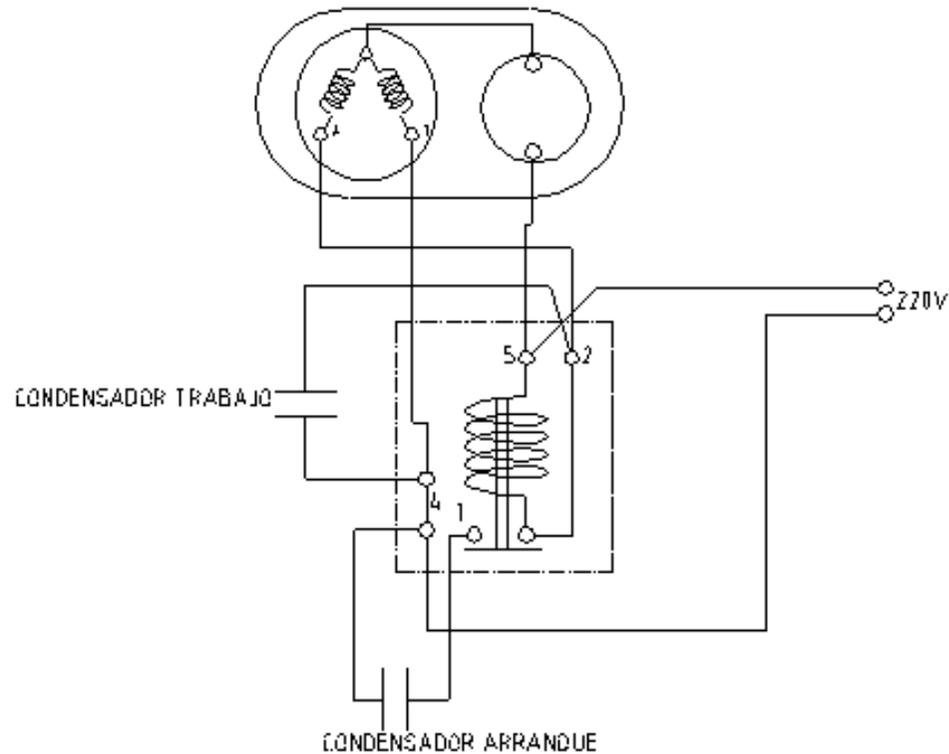
- **SISTEMA DE ARRANQUE CON CONDENSADOR DE TRABAJO:**

Se utiliza para compresores de aire acondicionado, no tiene par de arranque.



Se utiliza un condensador de trabajo, de poca capacidad y ha de ser el idóneo para ese motor ya que ha de regular el paso de corriente por el bobinado de arranque.

- **SISTEMA DE ARRANQUE CON RELÉ DE TENSIÓN:**



Este sistema se emplea para equipos que requieren un alto par de arranque.

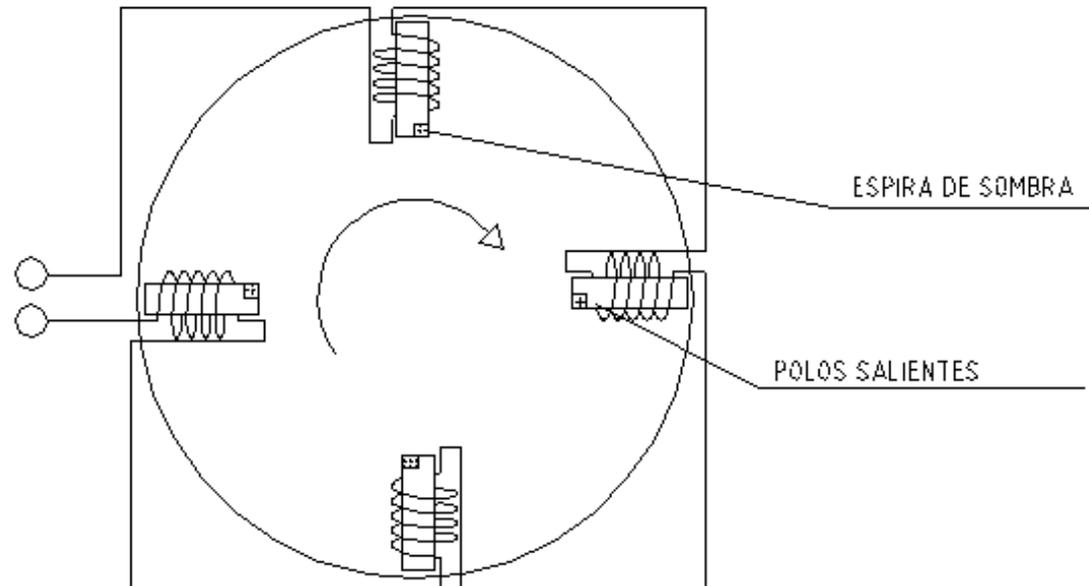
El motor arranca gracias al condensador de arranque y al contacto cerrado.

Al girar el rotor del motor se le induce un campo magnético a la bobina de arranque donde se induce una corriente que activa la bobina de tensión que abre los contactos que desactiva la bobina y el condensador.

Los relés llevan la siguiente numeración:

- 5: Fase, al común.
- 2: A la borna del devanado de arranque.
- 2-4: Condensador de trabajo.
- 4: Neutro.
- 4-1: Condensador de arranque.
- 1: Contacto de arranque.

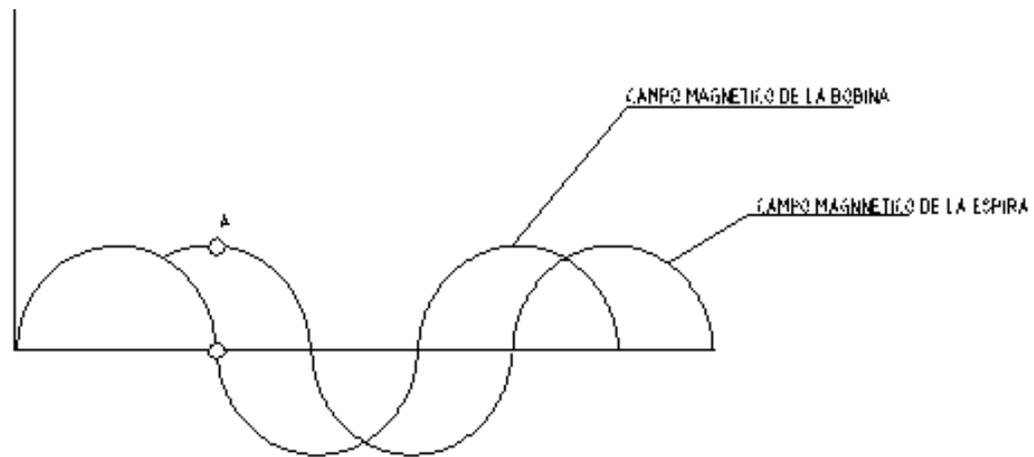
- **MOTORES MONOFÁSICOS DE ESPIRA DE SOMBRA:**



El motor monofásico de espira de sombra está formado por 4 polos salientes, en cada polo hay una espira, a esta espira se le da el nombre de espira de sombra y su posición determina el sentido de giro del campo magnético.

Las bobinas de cada polo crean un campo magnético variable, e induce una FEM en la espira.

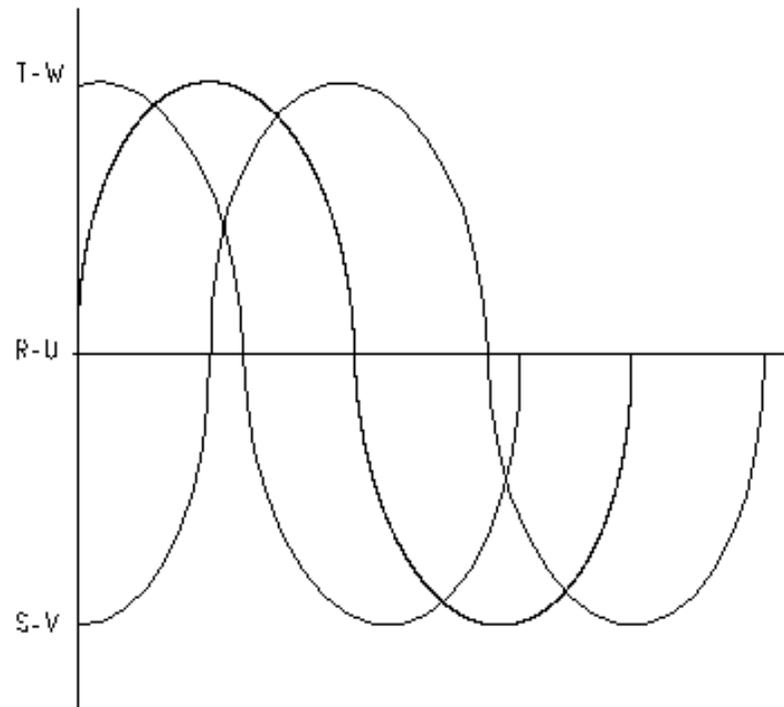
En la zona de máxima variación (punto A) se crea una FEM mayor (máxima corriente inducida). Se desfasa el campo magnético que crea la bobina respecto el que ha creado la espira, es entonces cuando se produce la fuerza necesaria para mover el motor.



Este tipo de motor no tiene par de arranque y sólo se emplea para los ventiladores.

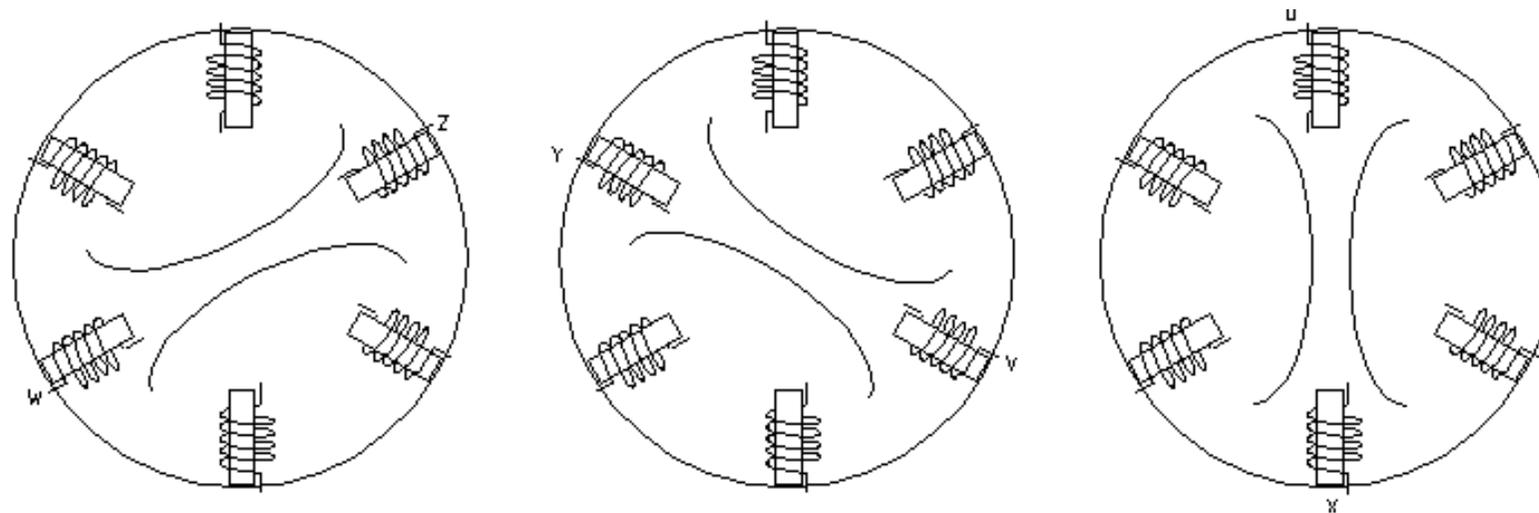
MOTORES TRIFASICOS:

El motor trifásico de jaula de ardilla está formado por un estator donde se alojan los pares de polos bobinados y separados 120° y el rotor, llamado de jaula de ardilla, que está formado por chapas magnéticas en cortocircuito.



Al estar las tres fases desfasadas 120° se asegura que en cada ciclo se active un par de bobinas, en el siguiente ciclo otra, produciendo un campo magnético giratorio que permite el giro del motor.

$$R-U = 0, S-V = -1, T-W = 1$$



La

velocidad con la que gira el motor depende de los pares de polos que tenga el motor.

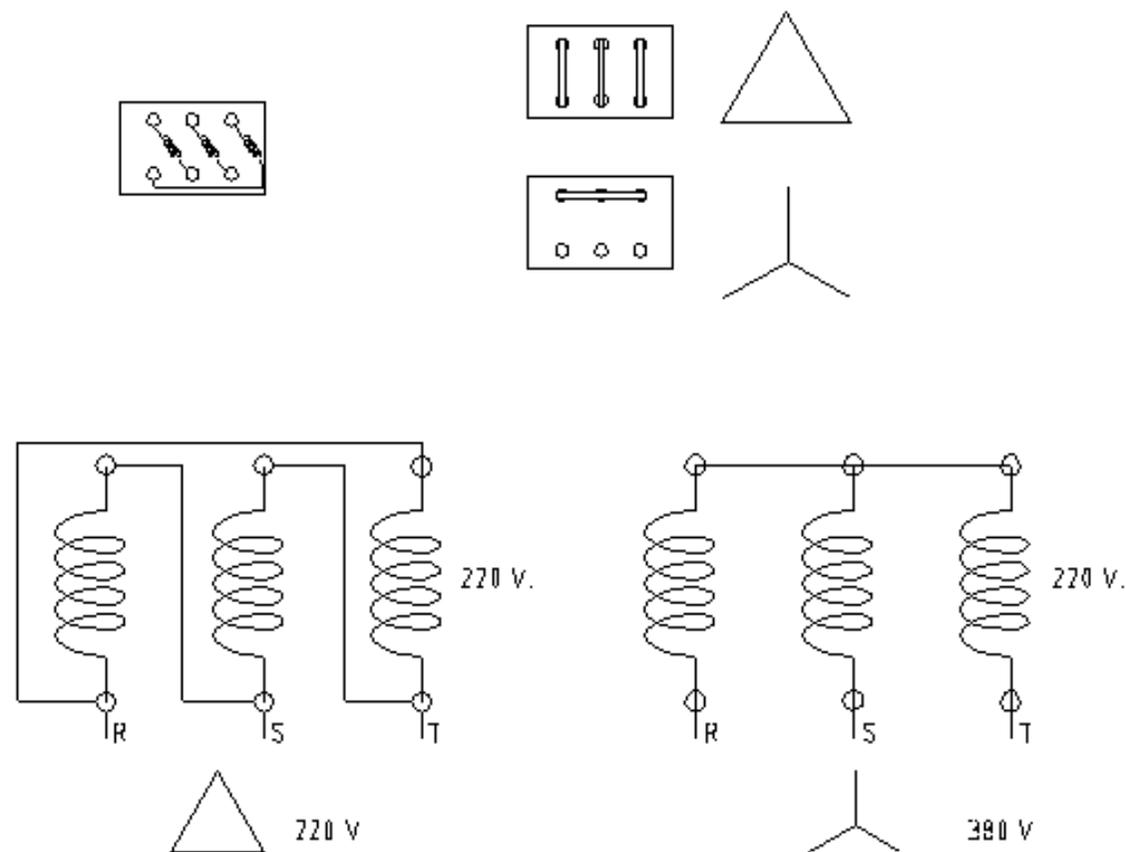
- 2 polos: 2800 r.p.m.
- 4 polos: 1500 r.p.m.

Este tipo de motores consumen de 4 a 7 veces la intensidad nominal en el momento del arranque, por eso se hace necesario colocar el magnetotérmico de curva U o fusibles lentos.

Los motores trifásicos pueden funcionar en estrella o en triángulo según la tensión de línea.

La conexión en estrella se ha de realizar cuando la tensión de línea coincide con la tensión más alta de las dos que lleva grabadas el motor en la placa de características.

La conexión en triángulo cuando coincide con la más baja de las dos.



Por ejemplo si tenemos una línea de 380V. y el motor es de 220/380 conectaremos este motor a la línea en estrella.

• **ELEMENTOS DE ACCIONAMIENTO Y PROTECCION DE MOTORES:**

- Contactor: Es en esencia un interruptor accionado a distancia, esta formado por una bobina que acciona el grupo de contactos cuando esta excitada, los bornes de la bobina son A1 y A2 o A y B.

Lleva un muelle para que el grupo de contactos vuelva a su posición inicial cuando dejamos de accionar la bobina.

El grupo de contactos se puede clasificar en 2 principales y secundarios:

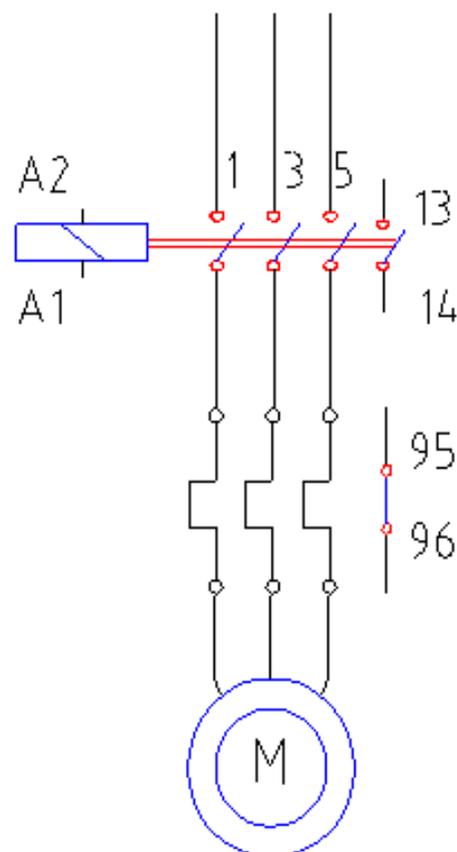
Los principales tienen la numeración 1-2-3-4-5 y los secundarios 13- 14, etc. siempre con dos dígitos, dentro de los secundarios pueden haber contactos abiertos y cerrados.

- Relé térmico: Se encarga de limitar el paso de corriente por el motor para evitar sobrecargas que lo quemarían.

Su funcionamiento es parecido al magnetotérmico pero sin la protección magnética.

Para su correcto funcionamiento se ha regular a la intensidad nominal que indica el fabricante en la placa de características.

Los contactos principales son el 1-3-5 y los secundarios 95-96 NC y 97-98 NO.



- Termistor: Protege el motor contra sobrecargas como el relé térmico pero gracias a unas sondas instaladas en las bobinas.

Estas sondas son unas resistencias PTC que cuando se calientan por encima del limite acciona un circuito electrónico que abre la maniobra que acciona el motor.

Se instala sólo en compresores semiherméticos.

Lleva los siguientes contactos:

R: Fase

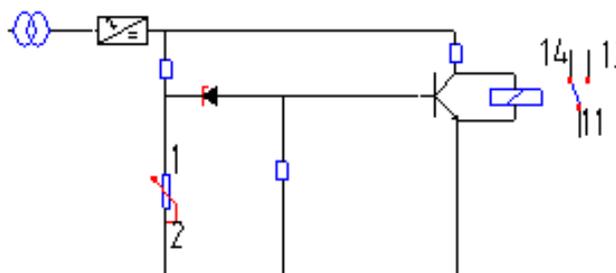
Mp: Neutro

1, 2: Sondas internas del motor

12: Abierto

14: Cerrado

11: Común



- **ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO:**

Para poder arrancar un motor en estrella – triángulo, la tensión de la red ha de coincidir con la tensión más pequeña del motor.

Es conveniente instalar un motor con arranque estrella – triángulo siempre que este sea de más de 4CV.

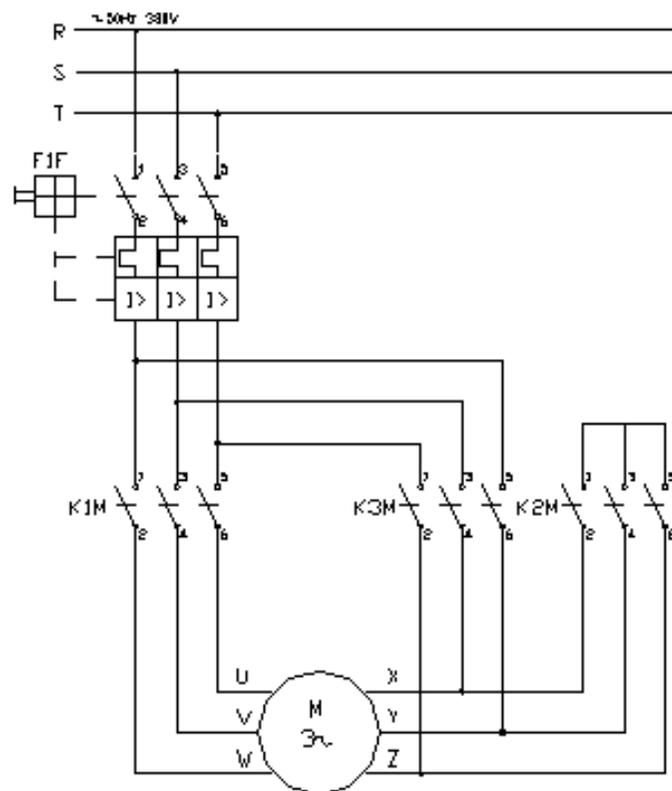
Un inconveniente que tiene este tipo de arranque es que debemos arrancar el motor en vacío ya que tiene poco par.

Cuando se instala un arranque estrella – triángulo se ha de observar la regulación del relé térmico según su ubicación.

Si se coloca detrás del contactor principal su regulación será como siempre o sea la que indica la placa de características del motor.

$$I_r = \frac{I_n}{\sqrt{3}}$$

Si se coloca antes del contactor principal (donde conectamos la conexión triángulo) lo debemos conectar según la siguiente formula:



Siendo I_r la intensidad a la cual se regulará el relé y I_n la intensidad nominal del motor.



FRIGORISTA TORPE



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

Las tuberías de cobre para refrigeración a diferencia del que se usa para otros fines se sirven limpio de impurezas y cerrado por los dos extremos.

Se puede encontrar en rollos o en barras:

- El que va en rollos se denomina recocado, esta clase de tubo permite ser doblado y suele venir en rollos de 25m. Estos tubos no deben estirarse o curvarse más de lo necesario ya que se endurecerá.
- El que va en barras se denomina estirado, no tiene ductilidad por lo tanto no se puede doblar, se utiliza sólo en tramos rectos.
- Los diámetros de tubo que se emplean en refrigeración son:

Denominacion del tubo	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
Diámetro nominal mm.	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"
Diámetro exterior mm.	6,35	9,52	12,7	15,87	19,05
Espesor mm.	1	1	1	1	1,05
Peso por metro Kg.	0,151	0,241	0,331	0,419	0,512
Sección interior cm ²	0,166	0,465	0,933	1,561	2,29

Denominacion del tubo	7/8"	1"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"
Diámetro nominal mm.	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"
Diámetro exterior mm.	22,22	25,4	28,57	34,92	41,28
Espesor mm.	1,14	1,2	1,27	1,4	1,52
Peso por metro Kg.	0,594	0,689	0,975	1,315	1,696
Sección interior cm ³	3,122	4,16	5,32	8,107	11,4

- Características generales de los tubos de cobre:

	Estirado	Recocado
Peso específico (kg/dm ³)	8.9	8.9
Temperatura de fusión (°C)	1083	1083
Calor específico	0.092	0.092
Temperatura de recocado (°C)	-	500
Temperatura de forja (°C)	750-900	750-900
Alargamiento (%)	3 a 5	28 a 30

CORTE DE LOS TUBOS:

Los tubos se cortan normalmente con una herramienta cortatubos o con una sierra para cortar metales.

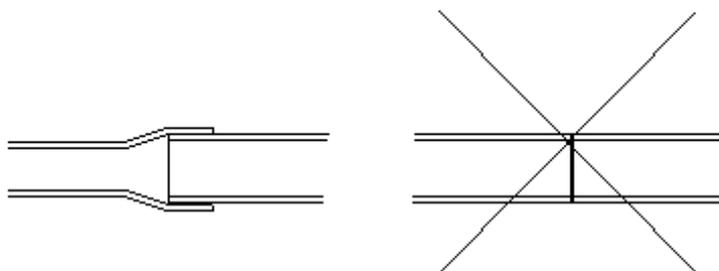
Normalmente se emplea el cortatubos para el tubo recocido o para tubo estirado de poco diámetro. La sierra se emplea generalmente para el tubo estirado de diámetro superior.

Cuando se ha terminado el corte con cualquiera de las dos herramientas, debe de eliminarse la rebaba. Estas rebabas causan obstrucciones en el paso de fluido a través de la tubería.-

CURVATURA DE LOS TUBOS:

Existen varios sistemas para la curvatura de los tubos, como puede ser el muelle o la curvadora de tipo palanca. Tanto con un sistema como en el otro se ha de garantizar que toda la superficie del tubo permanezca redonda sin que se aplane o retuerza.

SOLDADURA:



La soldadura se realiza por capilaridad, introduciendo el material fúndente entre los dos tubos.

Se suelen emplear mecheros de propano, de butano o acetileno

La soldadura puede ser de plata o de fósforo:

- Se utiliza fósforo para uniones cobre – cobre y si en estas uniones no existen vibraciones.
- Se utiliza plata para uniones de cobre con otros metales o en lugares con vibraciones continuas, necesita decapante para fijar la soldadura.
- Características de la soldadura de plata:

	<i>Intervalo de fusión</i>	
	°C	
	<i>sólido</i>	<i>líquido</i>
Cobre	1083	1083
Cobre-cinc 60-40	897	900
Cobre-plata 72-28	780	780
Plata-cobre-cinc		
30% plata	720	760
45% plata	680	770

50% plata	680	760
Plata-cobre-cinc-cadmio		
30% plata	610	700
35% plata	610	700
45% plata	610	620
50% plata	625	635

Antes de proceder a la soldadura se ha de limpiar los bordes del tubo de cobre y el interior de la pieza. Para lograr su limpieza debe emplearse un papel de lija fino, un paño o bien un cepillo metálico.

Calentar la varilla y introducirlo en interior del bote del decapante para que éste se impregne en la varilla, aplicar el decapante en el borde limpio del tubo evitando que fluya en su interior.

Antes de calentar la junta, es una buena práctica inyectar nitrógeno para purgar el aire y así reducir la oxidación. Aplíquese calor a las partes que deben unirse con soplete. Caliéntese primero el tubo, a 20 centímetros aproximadamente por debajo del borde del accesorio que ha de acoplarse, moviendo la llama alrededor del tubo. Es muy importante mantener la llama en movimiento y no sobrecalentar ningún punto. Dirigir ahora la llama a la base del casquillo del accesorio. Aplíquese la soldadura en el punto donde el tubo se inserta en el accesorio. Cuando se ha alcanzado la temperatura adecuada, el metal de aportación fluirá con facilidad. El material de aportación no debe calentarse directamente. La temperatura en el punto donde se efectúa la soldadura debe ser suficiente para fundir el metal de aportación. Cuando el lugar de la junta se halla a la temperatura correcta se notará por su coloración cereza.

En las juntas horizontales es preferible aplicar la soldadura primero en la parte inferior, después a los lados y, finalmente, en la parte superior, teniendo la seguridad de que la junta quede bien recubierta. En las soldaduras verticales, no tiene importancia la aplicación del metal de aportación.

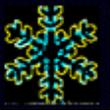
El fundente usado en este tipo de soldaduras causará oxidaciones. Cuando la soldadura esté terminada, límpiase con agua y jabón si es posible.

- **Características de la soldadura de fósforo:**

	<i>Intervalo de fusión</i>	
	° C	
	<i>sólido</i>	<i>líquido</i>
Cobre	1083	1083
Cobre-fósforo (7% P)	707	750
Plata-cobre-fósforo		
2% Ag. y 6,5% P	640	695
5% Ag. y 6,5% P	640	705
15% Ag. y 5% P	625	780

Antes de proceder a la soldadura se han de limpiar los puntos de unión igual que en la soldadura con plata. Acopar la pieza de conexión al tubo. Calentar la junta igual que en la soldadura con plata, aproximar la varilla a la junta. Si esta no se funde seguir aplicando calor.

Cuando la soldadura aportada fluya libremente en la junta, debe irse aplicando más soldadura hasta llenar la soldadura.



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

PRESIÓN:

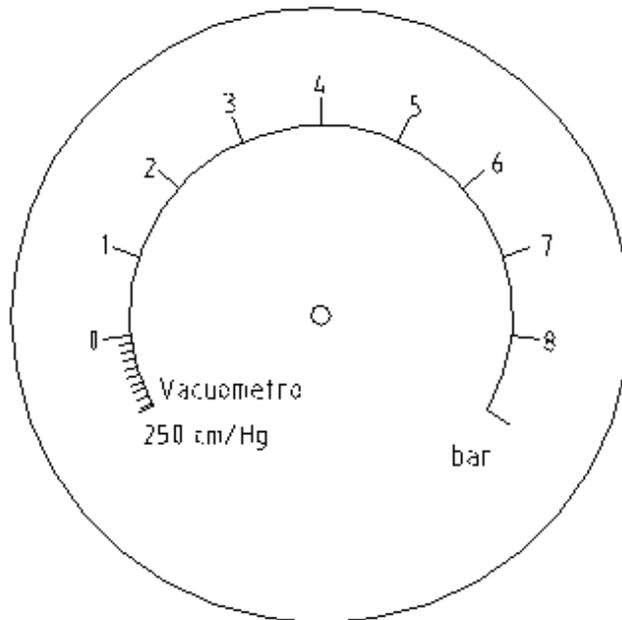
La presión es la fuerza que se ejerce sobre una superficie. En el sistema internacional la unidad es el N/m², llamado Pascal (Pa). Sin embargo como esta unidad es muy pequeña y poco práctica se emplea el bar.

$$1\text{bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1\text{bar} = 1,02 \text{ kg/cm}^2 = 0,98 \text{ Atm} = 14,5 \text{ psi}$$

Como la diferencia entre las diferentes unidades es tan pequeña se considera $1\text{bar} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ Atm} = 14,5 \text{ psi}$.

En refrigeración se utiliza el manómetro compuesto para medir la presión, lleva varias escalas, en bar, psi y la temperatura equivalente.



Para medir el vacío (por debajo de la presión atmosférica) se utiliza el vacuómetro, se mide en cm de mercurio (cmHg).

La presión se puede medir en presión relativa o absoluta:

- Presión relativa o manométrica es la que se mide en el manómetro, considera 0 la presión atmosférica.
- Presión absoluta se suma la presión que leemos en el manómetro la presión atmosférica. P.E: si tenemos 2bar de presión relativa que marca el manómetro serían $2 + 1 = 3$ bar de presión absoluta.



TEMPERATURA:

- Es la propiedad de los cuerpos que determina los intercambios de calor entre ellos y constituye una medida del movimiento molecular de los cuerpos. Este movimiento molecular no desaparece hasta llegar al cero absoluto

(-273,15°C).

La unidad de temperatura es el Kelvin (k) en el sistema internacional.

$$0^{\circ}\text{K} = -459,67^{\circ}\text{F} = -273,15^{\circ}\text{C}$$

Como los °C están muy difundidos y estando relacionados estrechamente con los puntos de congelación y de ebullición del agua a la presión atmosférica se decidió por razones prácticas que los °C pueden ser utilizados con los °K.

- Para trabajar con °C sólo tenemos que restarle 273, por ejemplo:

$$280^{\circ}\text{K} = 280 - 273 = 7^{\circ}\text{C}$$

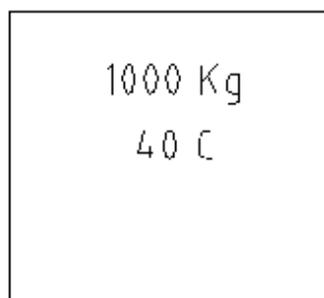
Para pasar de °C a F° y viceversa:

$$\frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9} = \frac{^{\circ}\text{C}}{5}$$

CALOR:

Es una forma de energía debida a la agitación de las moléculas que constituyen una sustancia.

El calor siempre pasa del cuerpo más caliente al más frío, a través de todo objeto, no existiendo materia que intercepte totalmente esta transmisión.



+ Cantidad calor
- Temperatura



- Cantidad calor
+ Temperatura

La unidad de calor es la caloría, siendo la cantidad de calor que debe suministrarse a 1 g de agua, a la presión atmosférica, para elevar su temperatura de 14,5°C a 15,5°C

$$1 \text{ kcal} = 4187 \text{ J} = 3,96 \text{ B.T.U.}$$

METODOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR:

- Conducción: Transmisión de calor a través de un cuerpo.
- Convección: Movimiento medio (líquido o gaseoso) provocado por la diferencia de temperatura.
- Radiación: Transmisión de calor sin necesidad de calentar el medio de transmisión. Tiene que ver con la forma y el color de lo que está expuesto al calor de radiación.
- Para medir la cantidad de calor por conducción:

$$Q = K \cdot S \cdot (t^2 - t^1)$$

Q = Cantidad de calor (Kcal)

K = Coeficiente de transmisión térmica. (Kcal/°C/m²C)

S = Superficie (m²)

Para medir la cantidad de calor por convección:

$$Q = C_e \cdot m \cdot (t^2 - t^1)$$

Q = Cantidad de calor (Kcal)

C_e = Calor específico Kcal/°C/kg. , W/°C/kg.

m = masa.

Si no hay diferencia de temperatura no hay transmisión de calor,

CALOR SENSIBLE:

Es el calor que aportamos para incrementar la temperatura de un cuerpo.

$$Q = C_e \cdot m \cdot (t^2 - t^1)$$

Q = Cantidad de calor (Kcal)

C_e = Calor específico (Kcal/°C/kg, W/°C/kg)

m = masa.

$$Q = C_e \cdot m \cdot (t^2 - t^1)$$

Para que calentar 1 kilo de hielo de -5° a 0°C debemos aportar:

$$Q = 0,5 \cdot 1 \cdot 5 = 2,5 \text{ Kcal}$$

CALOR LATENTE:

Es el calor que aportamos para cambios de estado, no varía la temperatura.

$$Q = C_e \cdot m$$

Siguiendo el anterior ejemplo para descongelar 1 kilo de hielo a 0°C necesitamos aportar:

$$Q = 80 \cdot 1 = 80 \text{ Kcal}$$

El Q sensible del agua una vez descongelada es 1 por lo tanto para incrementar su temperatura de 0° a 100°C necesitamos aportar:

$$Q = 1 \cdot 1 \cdot 100 = 100 \text{ Kcal}$$

Para evaporar el agua una vez ya está a 100°C:

$$Q = 538,4 \cdot 1 = 538,4 \text{ Kcal}$$

Por lo tanto para calentar 1 kilo de agua de -5°C hasta evaporarla (100°C) hemos necesitado 725,5 Kcal de las cuales 538,4 han sido necesarias para su evaporación.

$$\mathbf{1 \text{ kcal} = 1,163W = 3,96 \text{ BTU}}$$



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

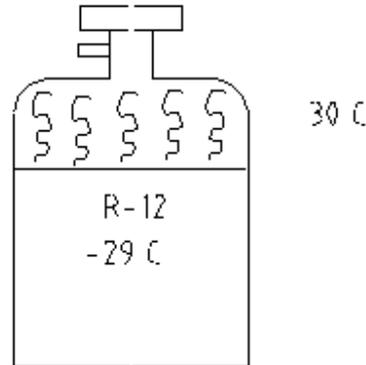
VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

Como el agua para evaporarse necesita 538,4 Kcal (calor latente) se podría utilizar de refrigerante ya que robaría calor de un cuerpo que se encontrara a más temperatura.



Para refrigeración se utilizan refrigerantes como el R-12, R-22, etc. que tienen puntos de ebullición muy bajos y por consiguiente son muy volátiles y se deben conservar en recipientes herméticos sometidos a presión.

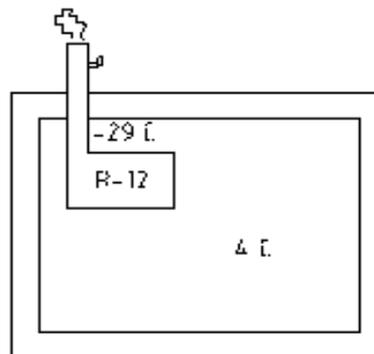
Si en el interior de este recipiente tenemos R-12 líquido a -29°C y la temperatura ambiente en el exterior de la botella es de 30°C , el refrigerante empezaría a robar calor y a evaporarse.

Al estar la botella cerrada aumentaría la presión de la botella hasta 6,5 bar que es la presión equivalente a 30°C .

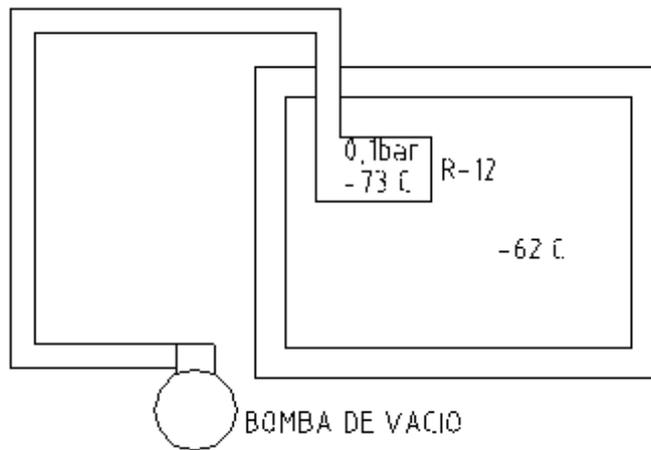
Podemos aprovechar esta característica para enfriar una habitación si colocamos un recipiente con refrigerante sometido a la presión atmosférica.

A la presión atmosférica el R-12 evapora a -30°C , por lo tanto podemos mantener la habitación a 4°C perfectamente.

Este sistema de refrigeración no sería factible ya que el refrigerante se lanza a la atmósfera sin posibilidad de recuperarlo.



Si colocamos una estrangulación en el escape podríamos evaporar a temperaturas más bajas al disminuir la presión.



El inconveniente sería el mismo que en caso anterior ya que no aprovechamos el refrigerante.

FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA FRIGORIFICO:

Si queremos conseguir que el evaporador de una cámara se mantenga a -10°C el compresor ha de conseguir 1bar para el refrigerante R-134 A.

1. Para que se evapore todo el líquido en el evaporador ha de existir una diferencia de temperatura.

En el momento que se ha evaporado el líquido, el gas empieza a robar temperatura del exterior y se recalienta. Con un termómetro podremos saber donde hay líquido o gas ya que el líquido tiene mayor poder de absorción del calor que el gas.

2. La presión se mantiene constante en todo el evaporador (excepto las pérdidas de carga). A la salida del evaporador el refrigerante es 100% gas y se aísla la tubería hasta el compresor para evitar más recalentamiento.

3. El gas cuando llega al compresor es aspirado y lo expulsa a una presión superior (lo comprime) y a una temperatura superior.

4. Para volver a utilizar el refrigerante debemos licuarlo en el condensador.

Para conseguir la condensación del refrigerante también ha de existir una diferencia de temperatura entre el condensador y el aire externo.

Una vez condensamos todo el gas en líquido subenfriamos el líquido.

4/6 partes del condensador tienen la misión de condensar y 1/6 en subenfriar.

El manómetro de alta nos indica la presión a la cual condensa y es constante en toda la parte de alta

5. El refrigerante que proviene del condensador se almacena en el recipiente en estado líquido.

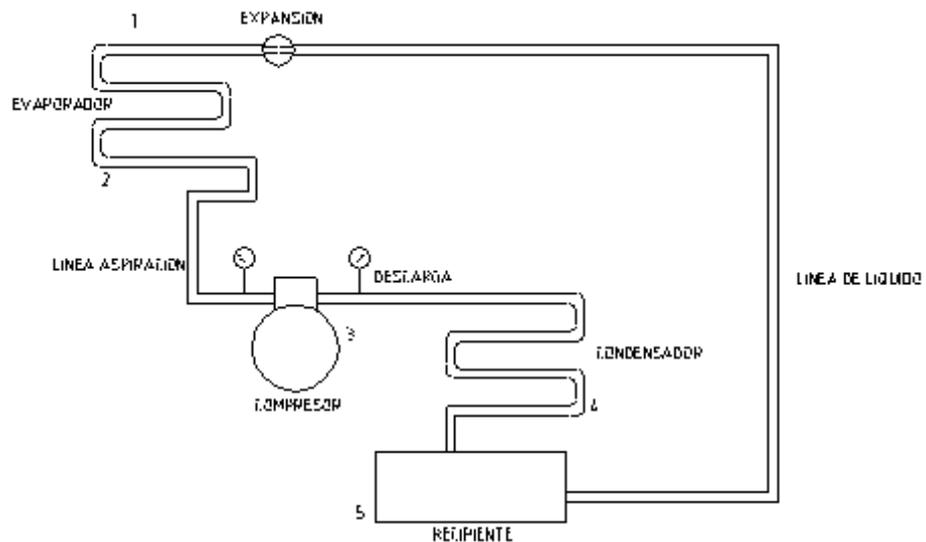


DIAGRAMA ENTALPICO DE MOLLIER

El diagrama de entalpía o diagrama de Mollier permite simplificar los cálculos generales que se encuentran en refrigeración. Esto permite en particular encontrar los valores siguientes:

- Presión del condensador.
- Presión del evaporador.
- Relación de compresión.
- Calor máximo del líquido.
- Calor máximo del vapor.
- Calor latente del fluido frigorígeno.
- Producción frigorífica.
- Volumen específico del gas de salida del evaporador.
- Entropía del gas.
- Temperatura del gas, después de la compresión.
- Energía necesaria de trabajo de compresión.
- Calor, disipado en el condensador.

El diagrama presión-calor máximo o entálpico se presenta esquemáticamente de la forma siguiente:

- Sobre el eje vertical se encuentran las presiones, que son generalmente presiones absolutas.
- El eje horizontal está graduado en calorías por kilogramo de fluido, está indicando el calor total del fluido en estado considerado.
- Entre estos dos ejes se encuentra de izquierda a derecha, las características del fluido, en estado líquido saturado (líquido que no contenga vapor) pues las diversas cualidades de los fluidos contienen % de vapor mezclado con el líquido.

Encontrando después la curva del vapor saturado, vapor, que no contiene nada de líquido, esta es la condición del vapor al final de evaporador.

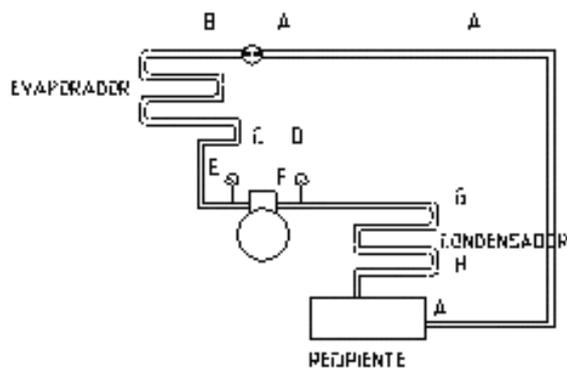
A la derecha de esta curva, tres series de curvas dan los valores de entropías, de volúmenes específicos y de la temperatura para el vapor saturado y recalentamiento.

UTILIZACIÓN PRÁCTICA DEL DIAGRAMA ENTÁLPICO PARA EL R-22

Suponiendo la evaporación a -10°C y la condensación a 45°C , en el depósito de líquido la temperatura de

este es de 40°C (punto A del diagrama).

La presión absoluta es de 17,2 bar.



• Paso a través de la válvula:

Durante el paso a través del reductor, la temperatura y la presión bajan según AB' del diagrama, la temperatura desciende a la de evaporación: -10°C y la presión absoluta a 3,5bar.

Un golpe de vista al diagrama permite constatar que en ese momento no hay líquido saturado, sino una mezcla de líquido y gas en la proporción de 30% vapor y 70% de líquido.

El 30% de líquido que se ha vaporizado es el que ha servido para bajar de temperatura el líquido de 40°C a -10°C.

Si prolongamos verticalmente el trazo AB' hasta encontrarse con el eje de ordenadas nos da un valor de calor total de 250 KJ por kilo de refrigerante (punto B).

• Paso a través del evaporador:

El paso a través del evaporador está representado por la recta B'C.

En el curso de este paso la temperatura es constante -10°C así como la presión 3,5bar.

Poco a poco a medida que el fluido pasa por el evaporador, va de B hacia C el 70% de vapor y 30% de líquido se convierten en vapor saturado o sea 100% gas. (Punto C).

Al proyectar verticalmente el punto C a la línea de ordenadas podemos ver la cantidad de calor que contiene el vapor saturado 400 KJ/kilo.

• Producción frigorífica:

400 a la salida menos 250 a la entrada son 150 KJ por kilo de refrigerante.

O sea si 1 KJ/Kg = 0,2388 Kcal/kg 150 x 0,2388 =35,82Kcal por kilo de refrigerante.

La cantidad de refrigerante que será necesario para que circule por el evaporador (a -10 y +40) para 100 frigorías será:

$$\frac{100}{36} = 2,77\text{kg/h}$$

O sea que será necesario bombear 2,77kg de R-22 a la hora.

Para 1000 frigorías será necesario:

$$\frac{1000}{36} = 27,7 \text{kg/h}$$

• Paso a través del compresor:

Suponiendo que el gas penetra en el condensador totalmente vaporizado, el paso a través del cilindro está representado por la línea EF que es la curva de entropía constante.

En el punto E, la compresión comienza y queda terminada en el punto F, en este momento la temperatura de gas está entre 70°C y 80°C.

Si prolongamos F sobre el eje de las ordenadas, nos encontramos al final de la compresión tenemos 450KJ/Kg.

• Energía necesaria para la compresión:

La diferencia entre 410 y 450 del comienzo al final de la compresión son 40KJ/Kg (9,6Kcal/kg) que es el calor equivalente al trabajo del compresor.

Anteriormente hemos visto que eran necesarios 27,7Kg/h de refrigerante para conseguir 1000 frigorías por lo tanto:

$$9,6 \times 27,7 = 268,8 \text{ Kcal}$$

La equivalencia calorífica de 1CV/hora es de 637 Kcal la potencia teórica necesaria será de:

$$\frac{637}{268,8} = 0,42 \text{CV}$$

• Volumen específico:

Dentro del punto E se encuentra un valor importante, este es el volumen específico del vapor. Este valor se encuentra por estimación en 15Kg/m³.

Con este valor podemos obtener la cilindrada del compresor. Como para obtener 1000 frigorías nos hace falta 27,7kg de fluido y que este fluido está formado por gas a un volumen específico de 15Kg/m³.

$$\frac{27,7}{15} = 1,8 \text{m}^3$$

Si el compresor debe producir 1000 frigorías por hora el compresor dispondrá de un cilindro de 1,8m³/h.

La relación de compresión la podemos conocer dividiendo la presión absoluta de alta por la de baja:

$$\frac{17,2}{3,55} = 4,9$$

• Paso a través del condensador:

De F a A el fluido comprimido atraviesa el condensador.

En esto hay dos etapas, en la primer, el vapor recalentado pasa de F a G.

Aquí todavía no hay condensación sino simple enfriamiento del gas donde la temperatura pasa de 80°C a 45°C cuando alcanza el punto G sobre la curva del vapor saturado, esto sucede en las primeras espiras del condensador.

A partir de aquí empieza la condensación hasta el punto H donde tenemos 100% líquido.

De aquí volvemos al punto A.

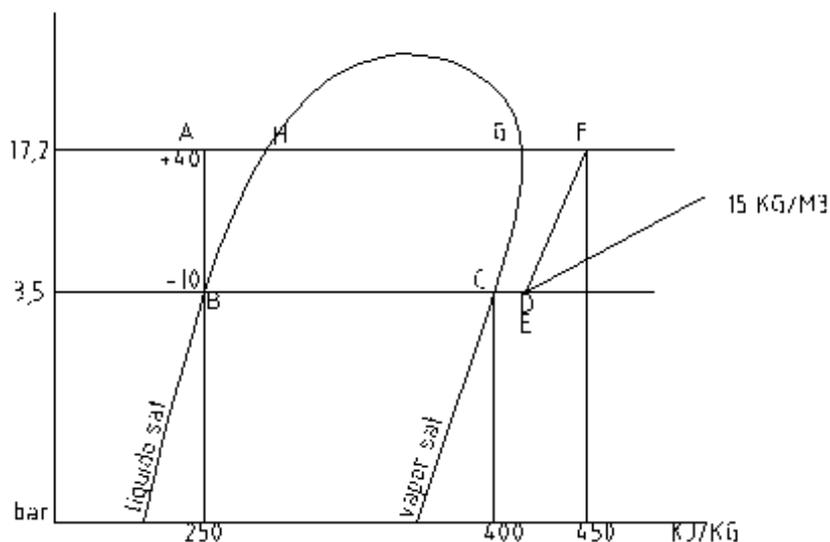
• Capacidad del condensador:

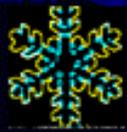
450 a la entrada menos 250 a la salida son 200KJ/Kg de refrigerante, que es calor que extrae el condensador a un kilo de refrigerante.

$$200 \times 0,2388 = 47,76 \text{ kcal/kg}$$

$$47,76 \text{ Kcal/kg} \times 27,7 \text{ Kg/h} = 1322,952 \text{ Kcal/h}$$

Para producir 1000 frigorías necesito un condensador de 1322,952 Kcal/h.





FRIGORISTA TORPE



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

La misión del compresor es la de aspirar el gas que proviene del evaporador y transportarlo al condensador aumentando su presión y temperatura.

Tipos de compresores:

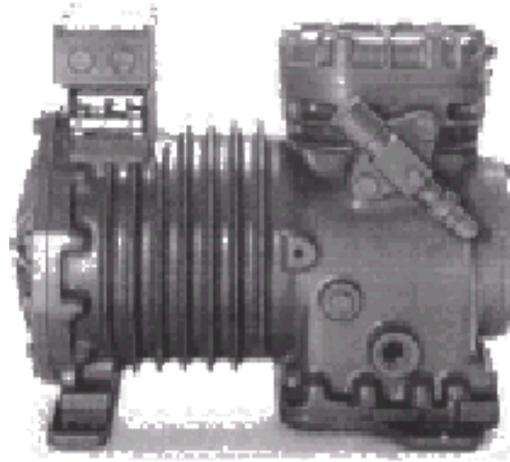
- Alternativo
- Rotativo
- Tornillo
- Centrífugos
- Scroll

Estos se pueden clasificar en:

- Herméticos: Tanto el motor como el compresor están dentro de la misma carcasa y es inaccesible. Van enfocados a pequeños equipos de carga crítica.



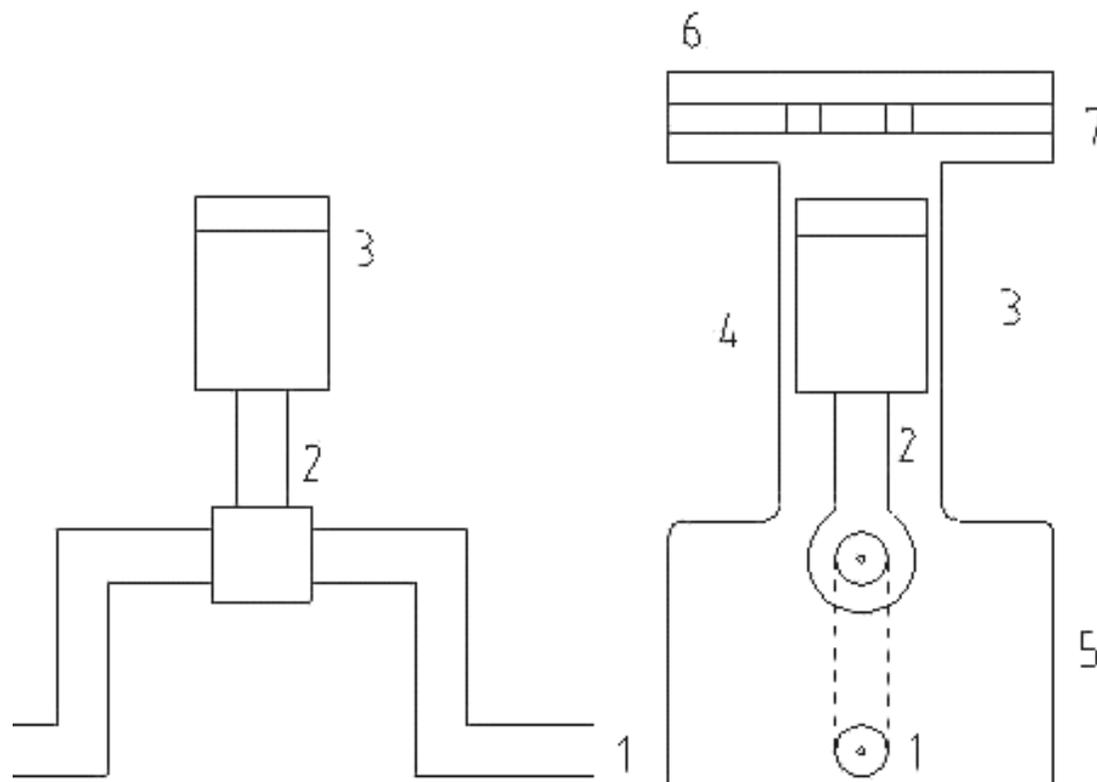
- Semi-herméticos: Es igual que el anterior pero es accesible, se puede reparar cada una de sus partes.



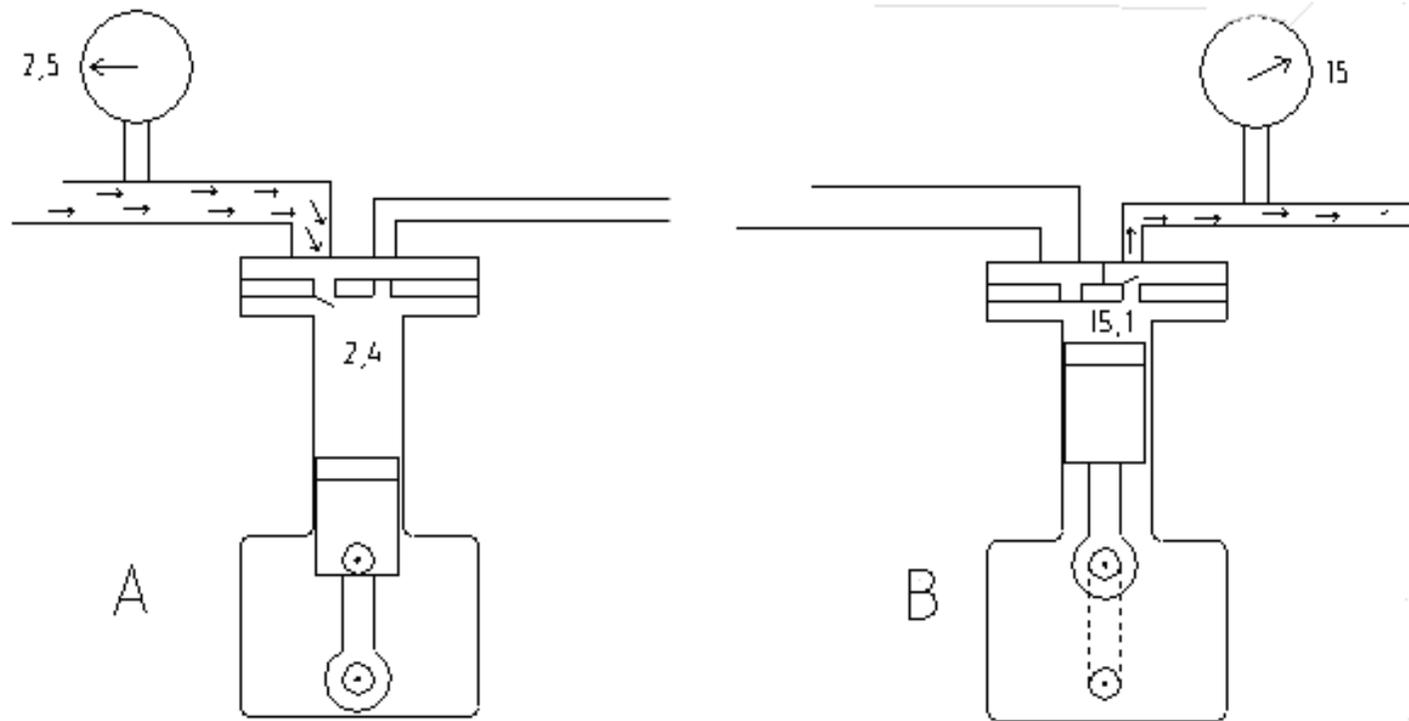
- Abiertos: Motor y compresor van separados.



COMPRESOR ALTERNATIVO:



- 1. CIGÜEÑAL
- 2. BIELA
- 3. PISTÓN
- 4. CILINDRO
- 5. CARTER
- 6. CULATA
- 7. PLATO VÁLVULAS



- A. Al bajar el pistón creamos una depresión en el interior del cilindro respecto la línea de aspiración, entonces se abre la válvula de aspiración y va entrando el gas en la cámara.
- B. Al subir el pistón comprimimos el gas y abre la válvula de descarga.

No se abren las válvulas hasta que no se vence la presión del exterior, al superar la presión de admisión o de descarga.

- El espacio necesario entre el pistón y el plato de válvulas se llama claro, este espacio repercute negativamente al rendimiento del compresor de manera que si tenemos menos claro mayor rendimiento.

En este claro siempre se nos queda la presión de alta, de manera que el pistón ha de hacer más recorrido en el momento de la admisión.

Con un compresor de igual potencia puede dar más o menos rendimiento según esta característica.

Al entrar los gases en el compresor, el cilindro está extremadamente caliente, el gas aumenta su volumen y por lo tanto entra menos gas y disminuimos su capacidad, a parte podríamos carbonizar el aceite dañando así el plato de válvulas.

Las válvulas llevan un seguro que permite saltarlas en caso de que nos llegue líquido.

DESPLAZAMIENTO DEL PISTÓN:

Es el volumen teórico que es capaz de aspirar y comprimir el cilindro del compresor.

$$V = \frac{\pi \cdot D^3 \cdot L \cdot N \cdot rpm}{4}$$

V= Volumen teórico (m³/minuto).

L= Carrera pistón.

N= Número de pistones.

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO:

Es la diferencia entre el volumen real por el desplazamiento.

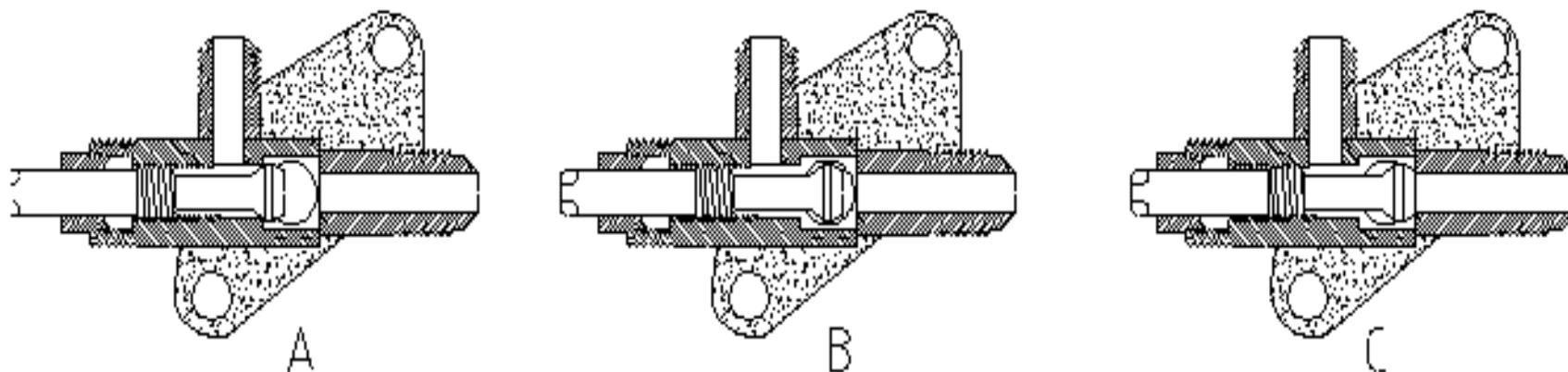
$$Rv = \frac{\text{Volumen_real}}{\text{Despl.volumetrico}}$$

LLAVES DE SERVICIO:

Si las apretamos a tope incomunicamos el compresor con la instalación.

Si la abrimos comunicamos el compresor con la instalación pero no con la toma de servicio.

Para conectar el manómetro le damos media vuelta a la llave de servicio para comunicar los tres sitios.

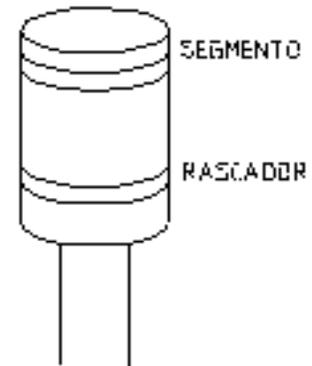


Cada vez que abrimos y cerramos la llave de servicio se ha de aflojar el prensa para evitar que en el futuro pierda por ahí.

RELACIÓN DE COMPRESIÓN:

Es la diferencia entre la presión de baja y la de alta, cuando mayor sea esta relación menor rendimiento tiene el compresor.

$$Rel.comp = \frac{PA}{PB}$$



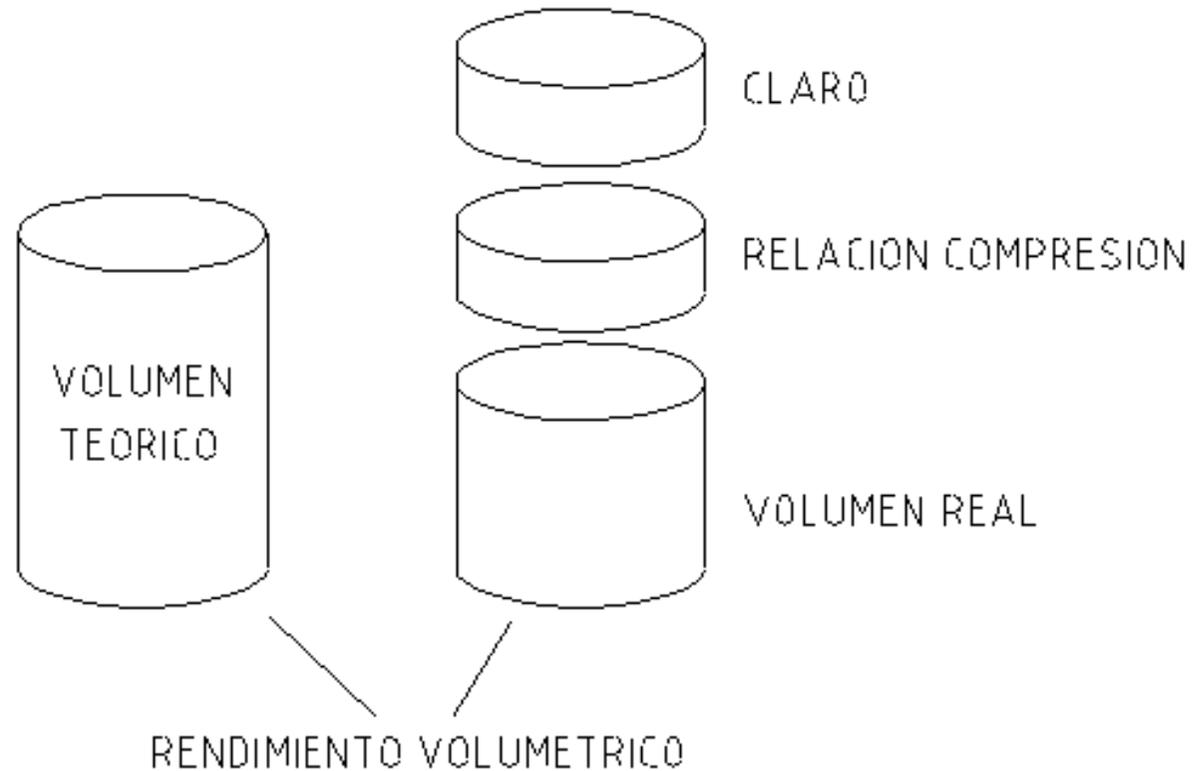
VOLUMEN REAL:

- Al volumen real del cilindro del compresor le afecta:

Claro.

Relación de compresión.

Calentamiento.



LUBRICACIÓN COMPRESORES:

El aceite de los compresores lubrica las partes móviles y cierra el espacio entre el cilindro y el pistón.

El compresor bombea el aceite por toda la instalación, este circula por la parte baja de la tubería y es retornado otra vez al compresor.

El aceite sólo es útil en el compresor, fuera de este es más perjudicial que beneficioso.

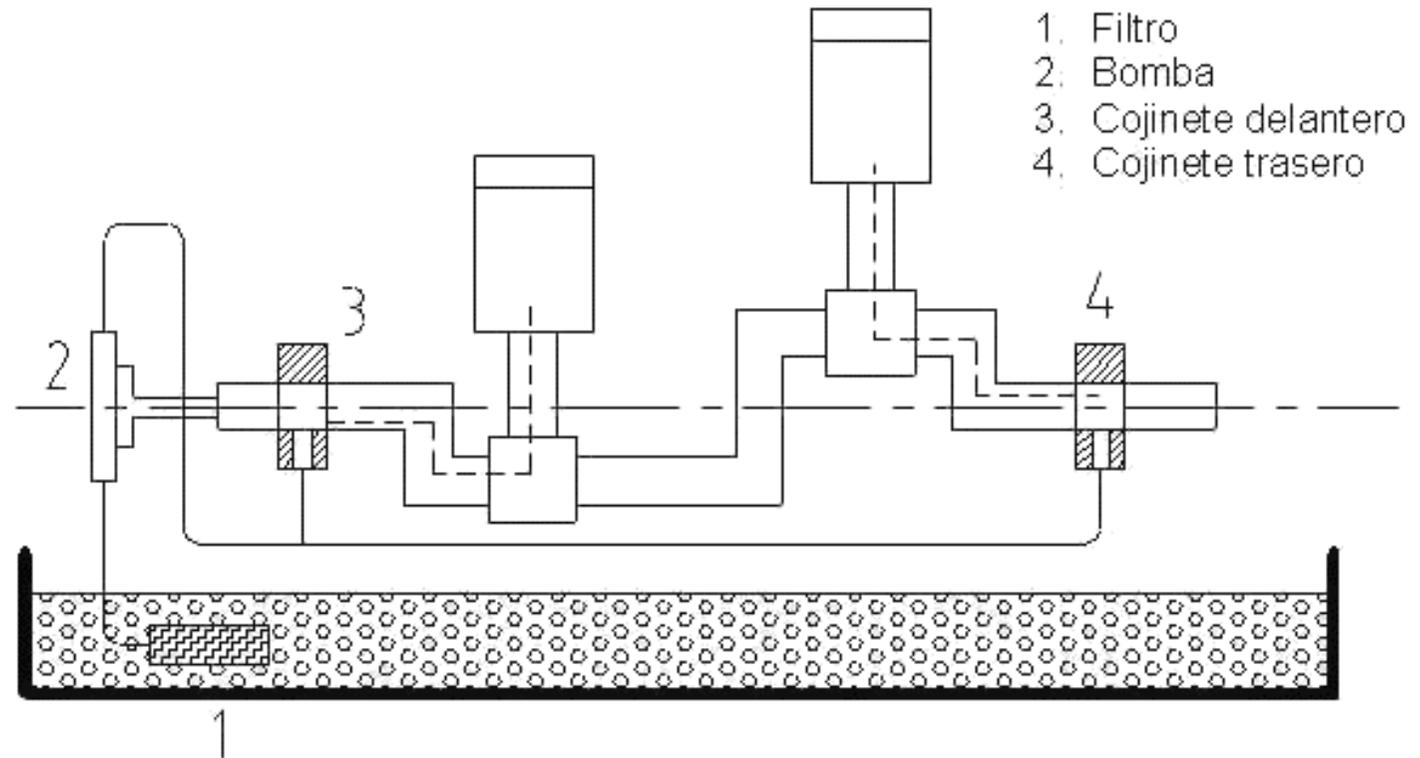
Se emplean dos sistemas de lubricación; el barboteo o por bomba de aceite.

Hasta 4 ó 5 CV se emplea el sistema por barboteo, el cual funciona de la siguiente manera:

Dentro del nivel de aceite que existe en el compresor se introduce una de las partes móviles del compresor,

como puede ser una cazoleta de la biela, un eje del cigüeñal hueco, etc.

Esta parte móvil salpica o conduce el aceite hacia otras partes del compresor.



A partir de 5 CV es necesario una bomba de aceite que inyecte este a una presión constante.

Para ello se utiliza una bomba formada por dos piñones que es accionada por el mismo eje del cigüeñal.

La bomba aspira el aceite del cárter del compresor, y lo conduce a cierta presión por un conducto a todas las partes móviles (cigüeñal, pistones, bielas) las cuales tienen un orificio por donde sale el aceite.

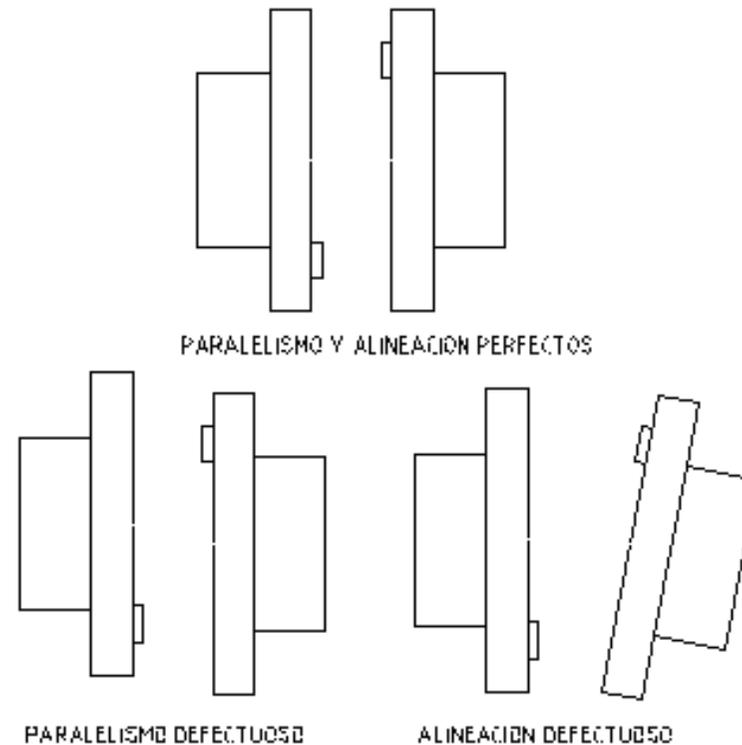
Todos los compresores con bomba de aceite han de llevar un presostato diferencial de aceite.

5.1.7. ACCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES:

El accionamiento en los compresores del tipo abierto puede ser directo o por poleas.

- Directo: En este tipo de accionamiento se sujeta en el eje del motor y del compresor un acoplador con los cuales unimos las dos máquinas.

El acople a de ser flexible ya que nos permite cierto grado de desviación, (1-2mm, 2° de inclinación) si este fuera rígido nos exigiría mucha exactitud.



- Poleas: Este tipo de accionamiento permite adaptar la velocidad del motor a la del compresor.

Para accionar las poleas se usan las correas que pueden ser planas, las cuales están ya obsoletas, y las

trapezoidales.

Todas las poleas tienen el mismo ángulo inferior (40°), nunca deben tocar el fondo de la polea ya que entonces resbalaría.

Las secciones se indican con dos números, perteneciendo el primero a la base grande del trapecio, y el segundo, a su altura expresada en milímetros.

Estas secciones tienen los valores siguientes y se designan por una letra que sirve de referencia:

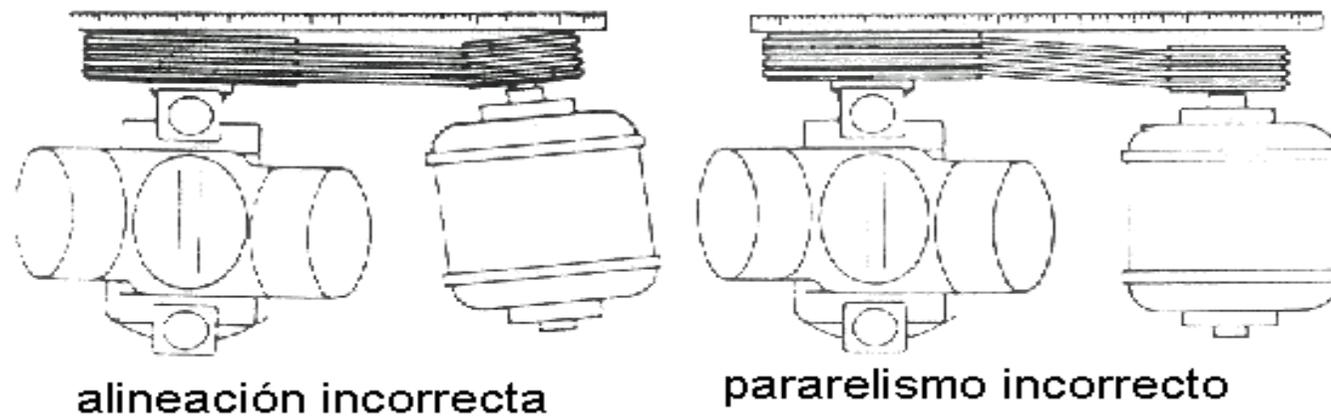
6 x 4	Y
10 x 6	Z
13 x 8	A
17 x 11	B
22 x 14	C
32 x 19	D
38 x 25	E

Las dos primeras son las menos utilizadas en la industria frigorífica.

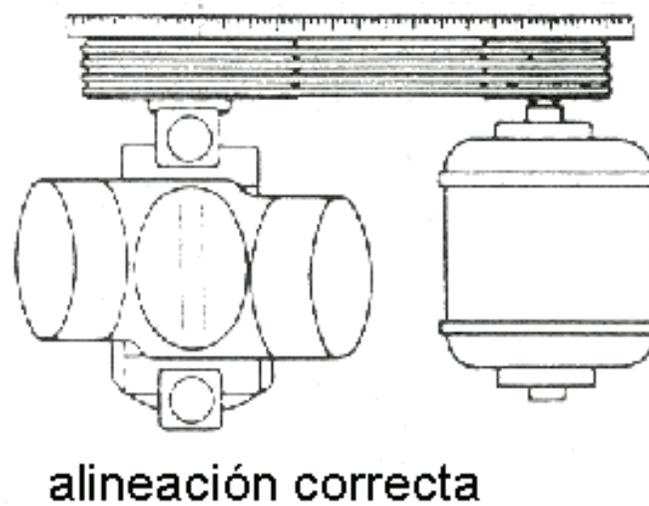
Cada correa tiene un diámetro mínimo de polea para evitar que estas sufran:

	<i>Sección de la correa (mm)</i>	<i>Diámetro polea (mm)</i>	
		<i>Normal</i>	<i>Mínimo</i>
Z	10 x 6	60	50
A	13 x 8	80	70
B	17 x 11	128	108
C	22 x 14	221	204
D	32 x 19	340	310
E	38 x 25	550	500

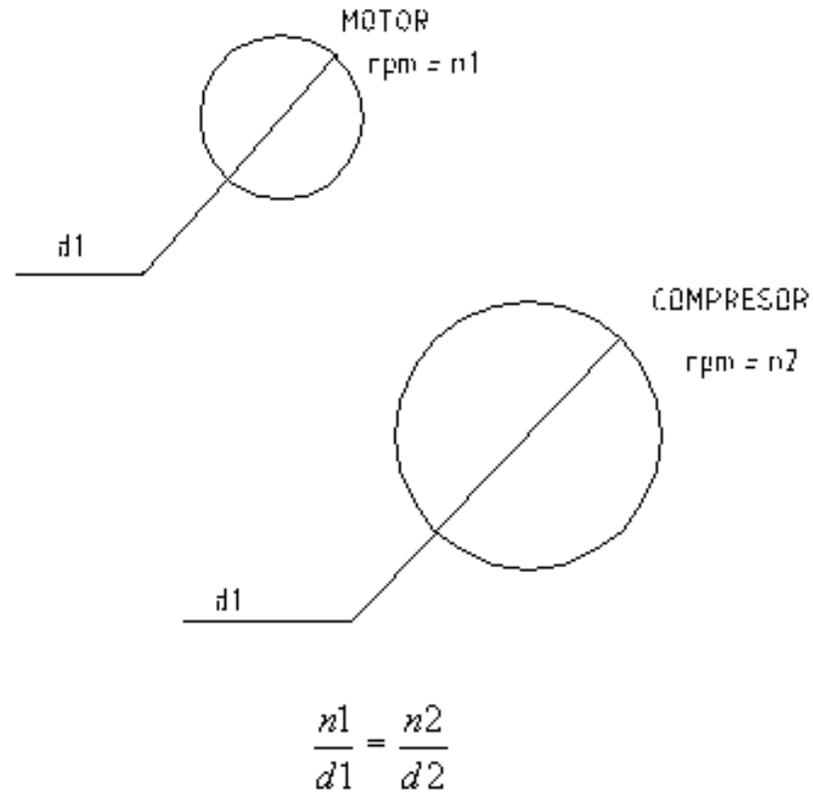
Para el cálculo del diámetro de la polea del compresor se ha de respetar la velocidad mínima que indica el fabricante del compresor ya que sino el aceite no haría su función de sellado del prensa.



Al contrario si nos pasamos de la velocidad máxima se produce un mayor desgaste y calentamiento.



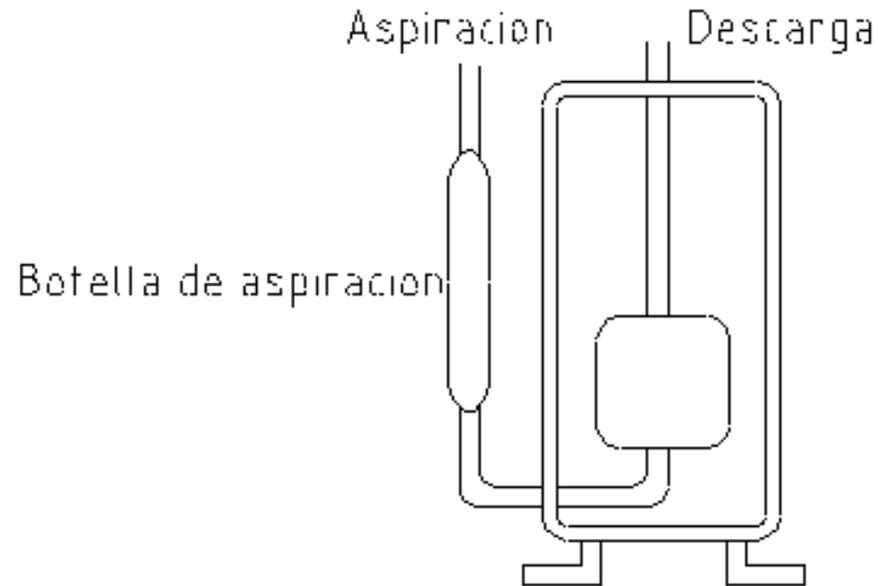
La fórmula para el cálculo del diámetro de la polea es:



La tensión de la correa ha de ser un 5% de la longitud libre de la correa, si no fuera así llegaríamos a forzar el prensaestopas.

COMPRESOR ROTATIVO:

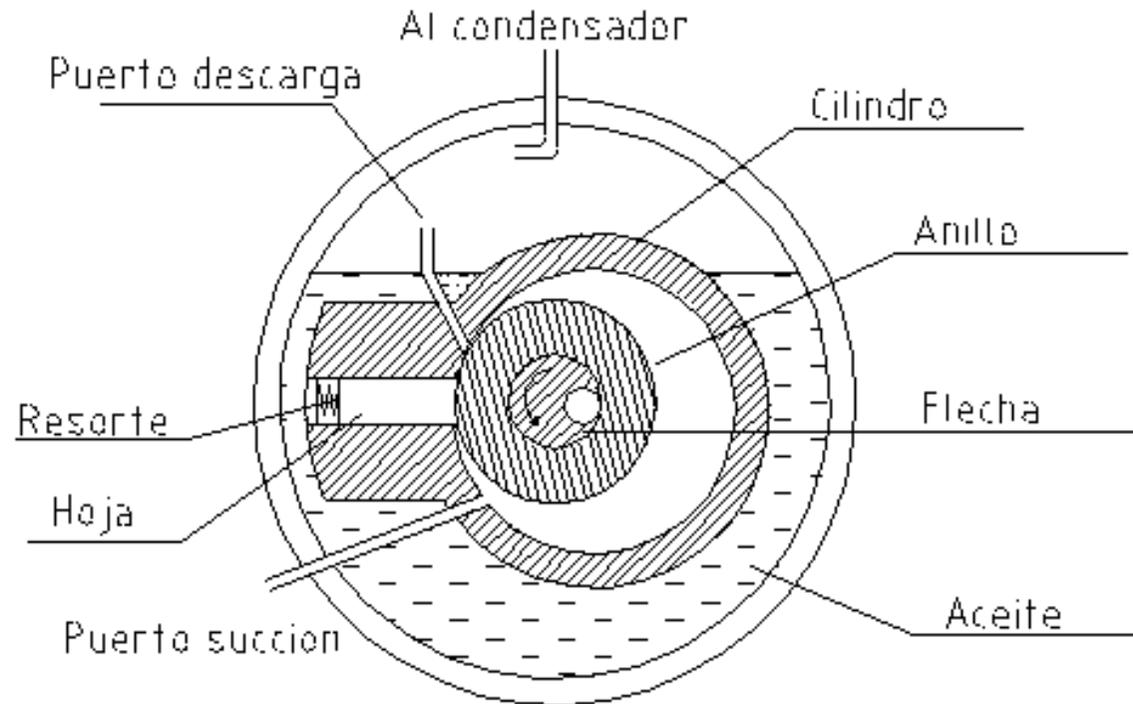
Esta formado por una excéntrica que va rodando dentro de una cavidad de manera que va aspirando y comprimiendo gas a la vez.



Tiene la misma apariencia que un compresor hermético alternativo pero a diferencia de este el rotativo es más pequeño y menos ruidoso, otra diferencia es que la presión de alta se descarga dentro de la carcasa por lo tanto está muy caliente.

Tienen más rendimiento que los alternativos al carecer de tantas partes móviles.

Se usan casi exclusivamente en aire acondicionado y es necesario que lleven una botella de aspiración.

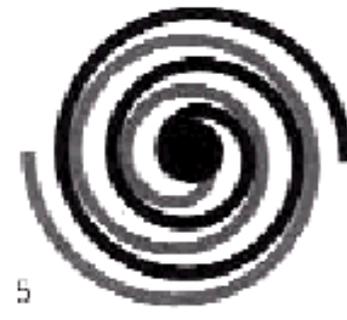
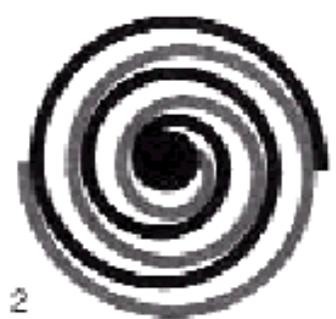


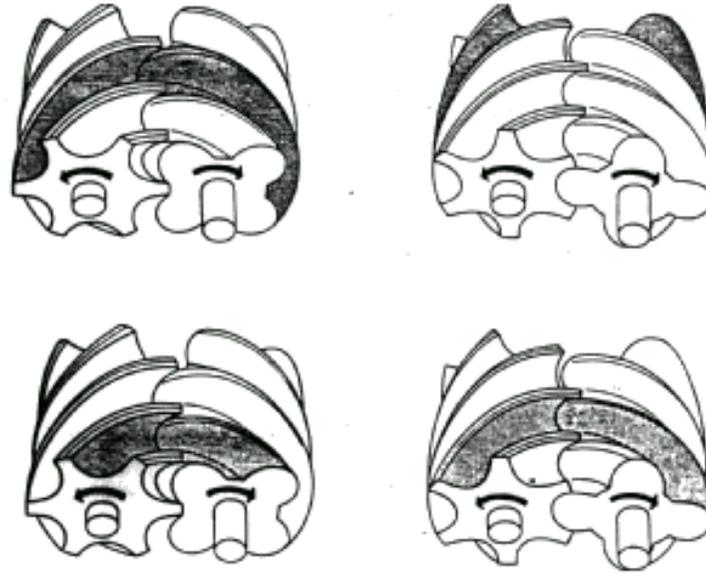
COMPRESOR SCROLL:

Está formado por dos espirales, una fija y otra móvil de manera que la móvil se va cerrando sobre la fija.

La espiral móvil va aspirando el gas y lo va cerrando contra la otra espiral y lo va comprimiendo. Igual que el rotativo el scroll va comprimiendo y aspirando continuamente.

Admite golpes de líquido, tiene bajo nivel sonoro y de vibraciones, no arrastra casi aceite, tiene bajo par de arranque y se utiliza generalmente en aire acondicionado.





Este tipo de compresores se utiliza a partir de los 300m³ de aspiración, suelen ser abiertos accionados por motores a partir de los 100-500CV.

Las instalaciones para este tipo de compresores son costosas ya que requieren bastantes aparatos auxiliares.

El aceite va en la parte de alta, el circuito de aceite se pone en marcha antes que el compresor para que suba la temperatura.

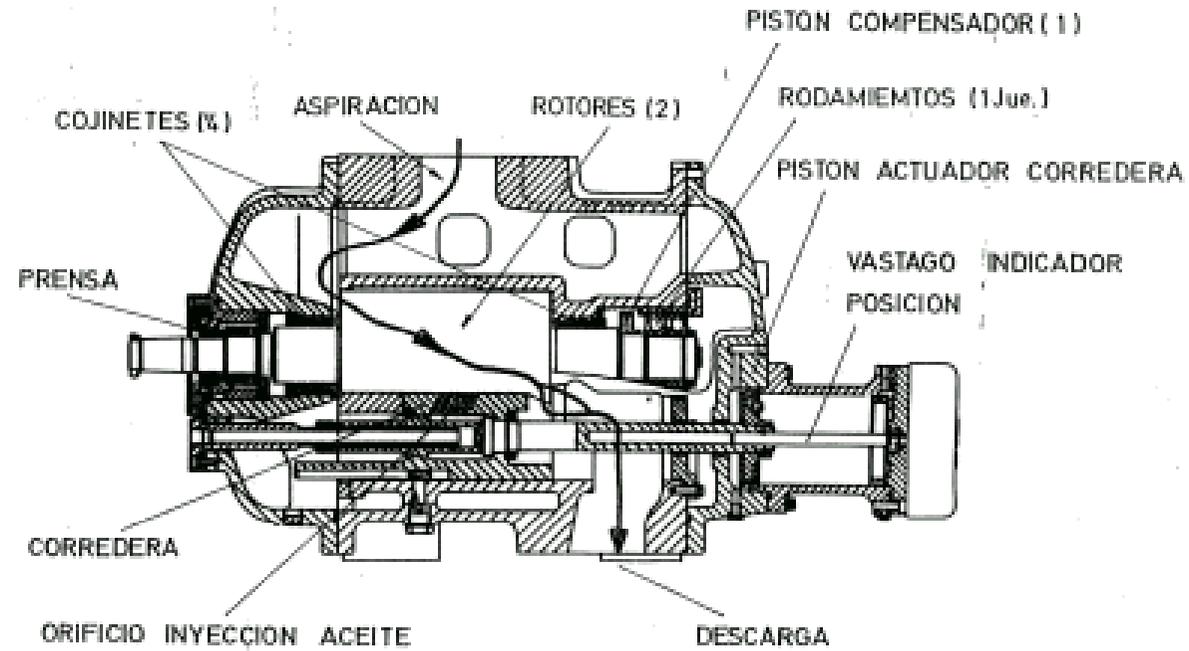
El aceite se inyecta por los rodamientos, prensa y otras partes móviles.

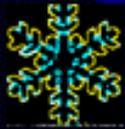
El aceite se cambia cada 3000 horas de funcionamiento, el presostato diferencial de aceite es de acción inmediata, no tiene retardo.

Este tipo de compresor es el que mejor se puede regular (de forma lineal desde el 10% hasta el 100%), esta regulación se lleva a cabo con un pistón de capacidad que abre o cierra el espacio entre los dos tornillos. (El accionamiento de este pistón se lleva a cabo con el aceite).

Son bastante ruidosos y aceptan retornos de líquido, la temperatura máxima de descarga son 100°C.

Funcionan las 24 horas del día y el mantenimiento más común es el cambio de rodamientos.





FRIGORISTA TORPE

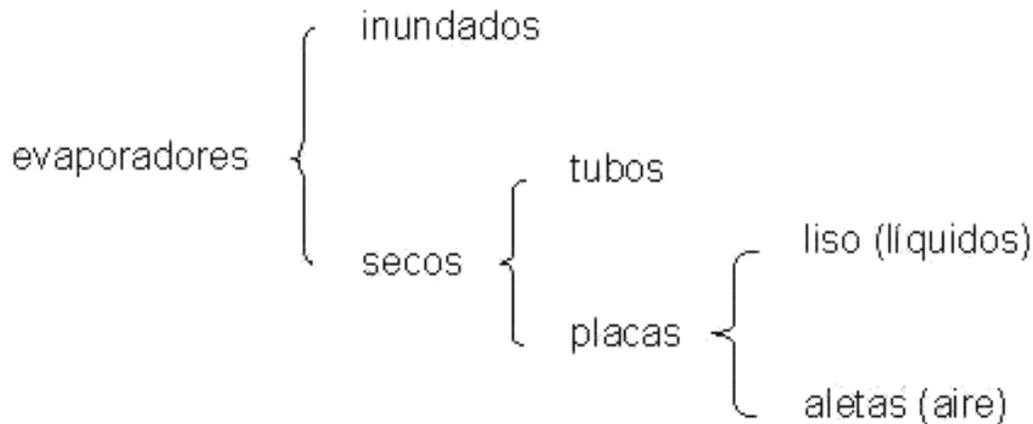


- PRINCIPAL
- MOTORES
- TUBERIAS
- MEDIDA
- REFRIGERACION
- COMPRESOR
- EVAPORADOR
- EXPANSION
- CONDENSADOR
- AUXILIAR
- GASES
- ACEITE
- VACIO
- HIGROMETRIA
- FORO
- QUIEN SOY



El evaporador es el lugar de la instalación donde se produce el intercambio térmico entre el refrigerante y el medio a enfriar.

En los evaporadores inundados la transmisión de calor es uniforme, en los secos es una mezcla de gas y líquido pulverizado.



La cantidad de calor que absorbe el evaporador depende de la superficie, la diferencia de temperatura (entre el exterior y la temperatura de evaporación) y el coeficiente de transmisión de calor (K) que es el material que empleamos.

$$Q = S \cdot \Delta t \cdot k$$

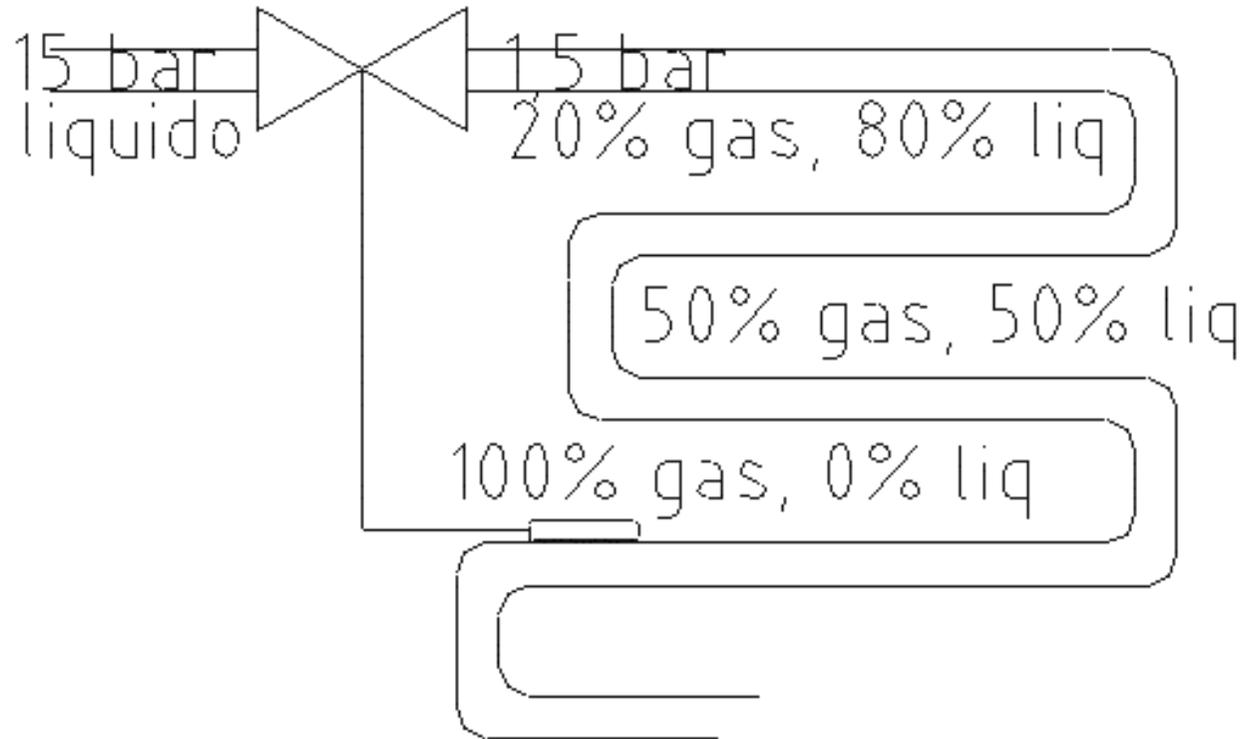
S= Superficie (m²)

$D t$ = Diferencia de temperatura

K = Coeficiente de transmisión de calor ($Kcal/m^2/C^0$; $W/m^2/C^0$)

Q = Cantidad de calor (W , $Kcal$)

La superficie es siempre constante, puede variar el $D t$ (ventiladores) o la K (hielo en el evaporador, exceso de aceite, etc.).



Cuando el líquido entra en el evaporador a través del elemento de expansión una parte se evapora (30%) para enfriarse a sí mismo, el resto va robando calor al exterior y va evaporándose a medida que atraviesa el evaporador.

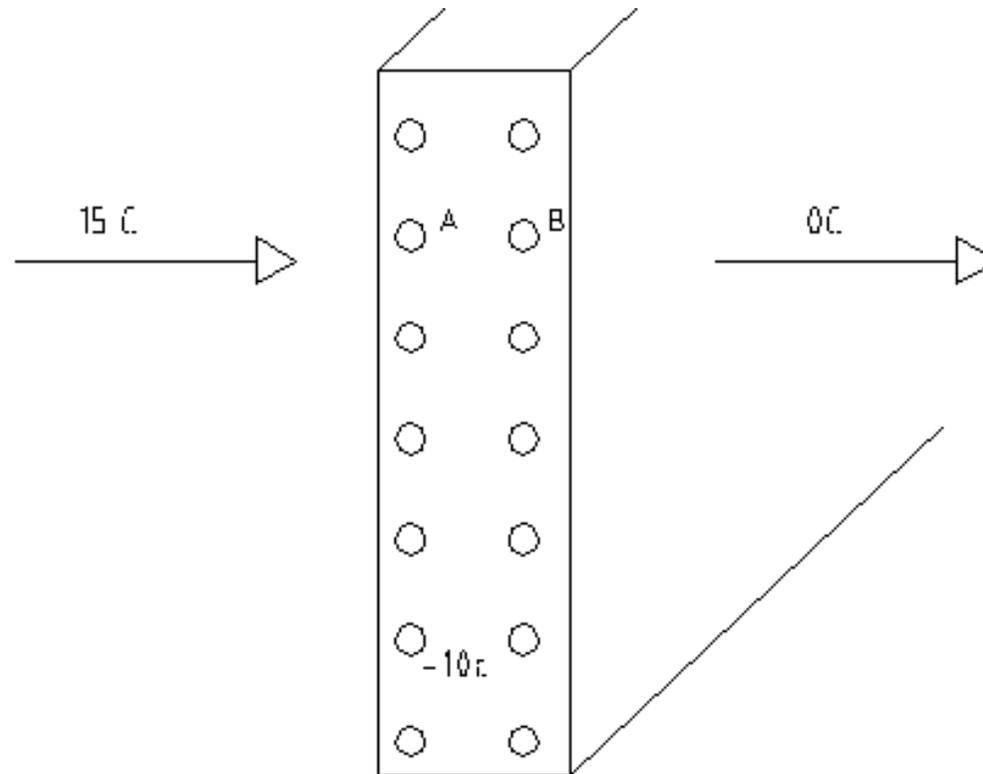
La presión y la temperatura se mantienen constantes siempre que por el evaporador circule líquido, en el momento que se halla evaporado todo, si el refrigerante sigue robando calor del exterior obtendremos gas

recalentado o recalentamiento.

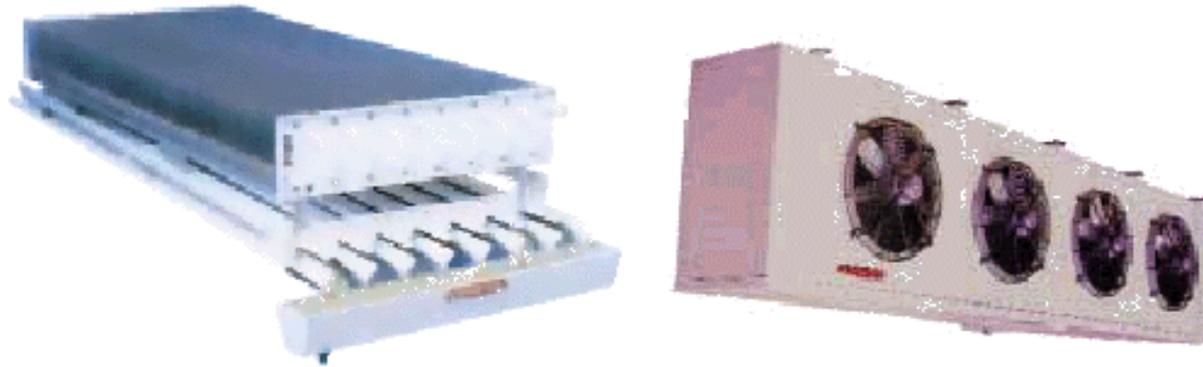
Lo ideal sería que el recalentamiento empezara en la llave de aspiración del compresor, de esta manera disminuimos la temperatura de descarga del gas e incrementamos capacidad frigorífica, pero resulta complicado ya que corremos el riesgo de que nos llegue líquido al compresor.

Una vez el refrigerante sale del evaporador se aísla la tubería de aspiración para evitar más recalentamiento.

La cantidad de calor que puede absorber el evaporador viene expresado en Kcal/h o W/h.



- Los evaporadores pueden ser estáticos o de tiro forzado, según el Δt que quedamos conseguir.

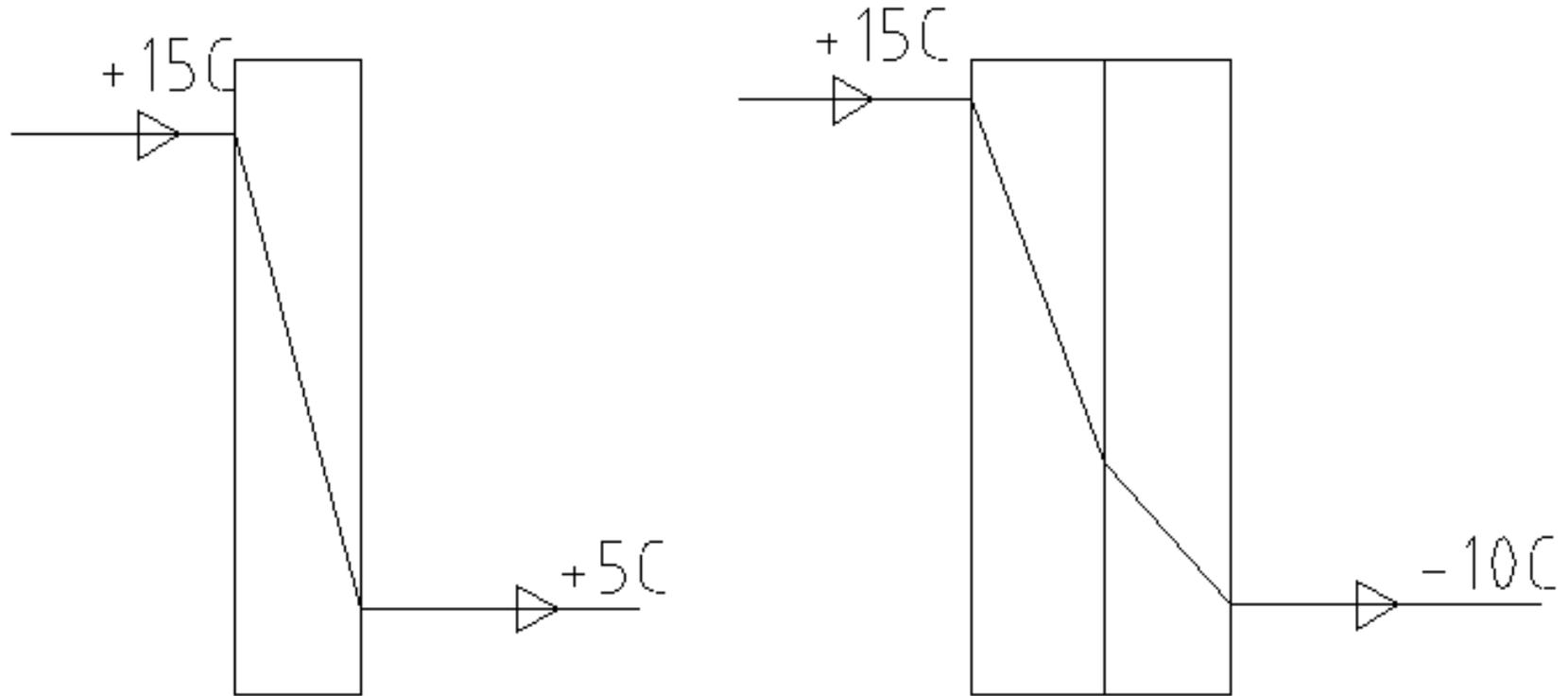


- El aire al tocar el tubo del evaporador enfría el aire y lo pone a 5°C , al pasar por el segundo tubo lo enfriamos más y lo ponemos a 0°C .

El segundo tubo roba menos calor ya que hay menos Δt .

Si pusiéramos una sola fila de tubos para conseguir la misma temperatura necesitaríamos más espacio, pero obtendríamos mejor rendimiento.

En evaporadores estáticos no es recomendable poner más de dos filas de tubos, para ello necesitaremos un ventilador para que el aire circule por todos los tubos. (a más tubos mayor velocidad de aire debemos conseguir).



La presión en el evaporador no se mantiene constante a causa de las pérdidas de carga.

Para evitar estas pérdidas de carga en evaporadores grandes se divide en secciones.

Cada parte del evaporador ha de ser de igual longitud y van a parar a un colector.

- La humedad afecta negativamente en el rendimiento del evaporador, al enfriar el aire de 2°C (70% de humedad relativa) a -30°C la humedad pasa a ser del 100% y pasamos de 10 gr de agua por m³ de aire a 3 gr/m³. Los 7 gr/m³ restantes se quedan en el evaporador en forma de escarcha.

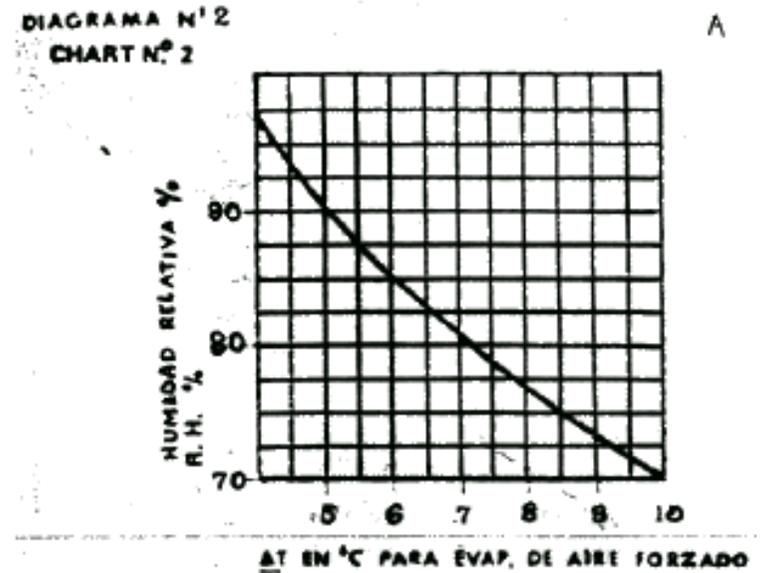
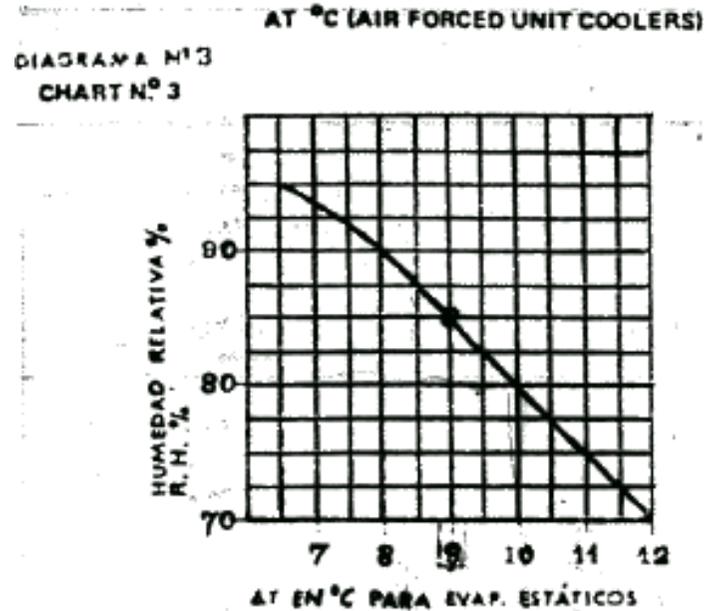
Al tocar el aire con el producto robamos calor al producto, como al aire le falta agua también robamos humedad del producto.

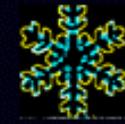
La humedad relativa necesaria depende del producto que tenemos que almacenar para no deshidratar el

producto.

Para evitar la deshidratación del producto, se debe envasar o acortar el $D t$.

A mayor velocidad de aire mayor $D t$ conseguimos y enfriamos más rápido, para conservar alimentos sin envasar necesitamos poco $D t$ para no deshidratarlo (utilizando evap. estáticos P.E.).





PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

La misión de los elementos de expansión es la de controlar el paso de refrigerante y separar la parte de alta con la de baja, los diferentes tipos de elementos de expansión son:

- Tubo capilar.
- Válvula de expansión termostática.
- Válvula de expansión automática.
- Válvula manual.
- Válvula de flotador en alta presión.
- Válvula de flotador en baja presión.
- Válvula electrónica.

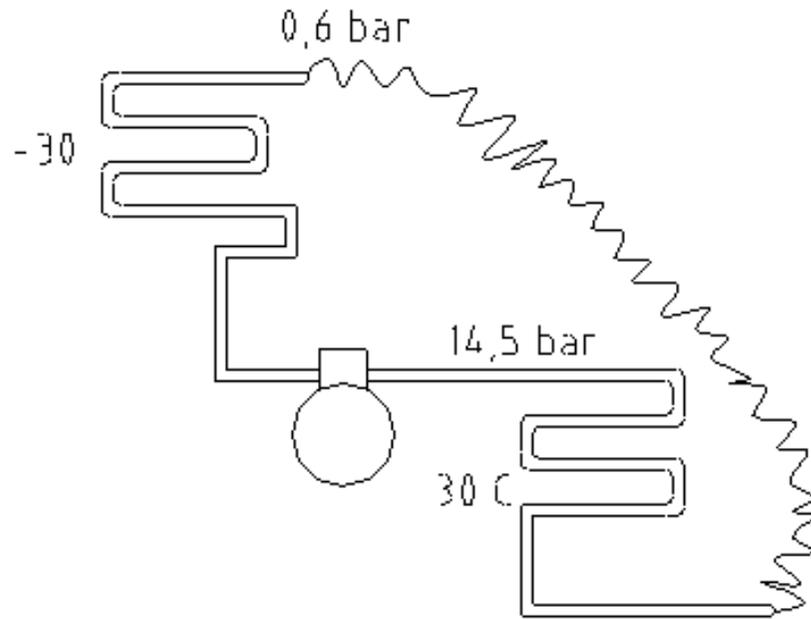
TUBOS CAPILARES.

Los tubos capilares se utilizan habitualmente como elementos de expansión en pequeñas instalaciones por las razones siguientes:

- Facilidad de instalación.
- Bajo coste.
- Fiabilidad, no hay piezas en movimiento.
- Permiten la utilización de compresores de bajo par de arranque por el buen equilibrio de presiones.

Cuando el refrigerante líquido entra dentro del tubo capilar se produce una estrangulación, (aumenta la velocidad y disminuye la presión) debido a esto parte del líquido se evapora al cambiar de presión.

Para evitar que se evapore todo el líquido antes de entrar al evaporador se suele soldar junto con la línea de aspiración para evitar que robe calor del exterior.



Cuando ponemos en marcha el compresor empezamos regar el evaporador, se evapora y va avanzando el refrigerante, se suele colocar un termostato en la línea de aspiración antes del compresor para pararlo cuando llegue el refrigerante en estado líquido.

Al parar el compresor todo el refrigerante pasa al evaporador al no haber nada que lo impida y gracias a la diferencia de presiones.

Por esta razón no se puede utilizar recipiente en instalaciones con tubo capilar y hay que tener cuidado al dimensionar el filtro ya que este podría hacer de recipiente.

Al estar las presiones igualadas el motor arranca sin muchos esfuerzos.

Los equipos congeladores suelen llevar un separador de partículas para evitar los golpes de líquido.

En la placa de características del equipo ha de llevar el peso de refrigerante que ha de llevar la instalación ya que la carga es crítica.

El tubo está calibrado, la potencia frigorífica está en función con el diámetro y la longitud del tubo.

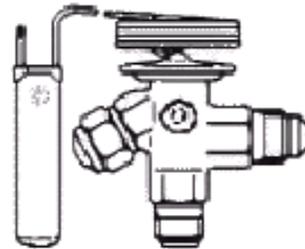
La carga exacta para estos equipos es cuando todo el refrigerante está evaporado en el evaporador en el momento en que el compresor está parado.

Ajustamos las condiciones de trabajo de los equipos con tubo capilar con la carga de refrigerante;

Una carga escasa es causa de una temperatura de evaporación demasiado baja, lo que tiene como consecuencia la disminución del rendimiento frigorífico y por lo tanto aprovechamiento solamente parcial del evaporador.

En cambio una carga demasiado fuerte es causa de una presión demasiado elevada y conduce a la sobrecarga del compresor pudiéndole llegar golpes de líquido.

VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICAS



Las válvulas de expansión termostáticas están formadas por:

- bulbo: Es un elemento cargado con el mismo refrigerante que hay que controlar. La presión que ejerce este refrigerante depende de la temperatura al final del evaporador y actúa sobre el orificio calibrado de la válvula.

La presión del bulbo es presión de apertura (a más temperatura mayor apertura).

- Tornillo de recalentamiento, va ajustado de fábrica con 4°C (respecto la presión de baja), la presión que ejercemos con el tornillo contrarresta la presión del bulbo.

$$P_{\text{cierre}} = P_{\text{tornillo}} + P_{\text{baja}}$$

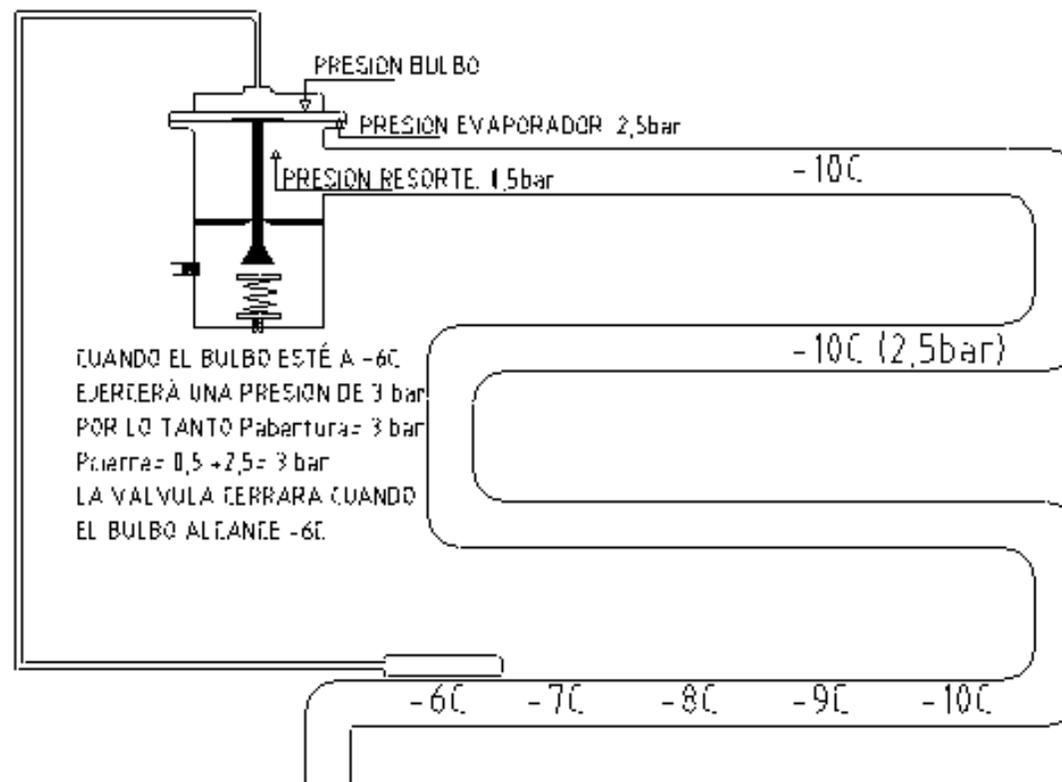
$$P_{\text{apertura}} = P_{\text{bulbo}}$$

VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA CON COMPENSACIÓN INTERNA:

Una vez entra el refrigerante en el evaporador va robando calor del medio a enfriar y se va evaporando. Hasta el momento que no llegue líquido al bulbo y lo enfríe la válvula de expansión no cerrará.

Cuando conseguimos enfriar el bulbo y el recalentamiento es de 4°C empezamos a cerrar la válvula.

Una vez cerrara la válvula aumenta el recalentamiento y por lo tanto la presión del bulbo vuelve abrir la válvula.



de válvulas no son recomendables para evaporadores que existan grandes pérdidas de presión.

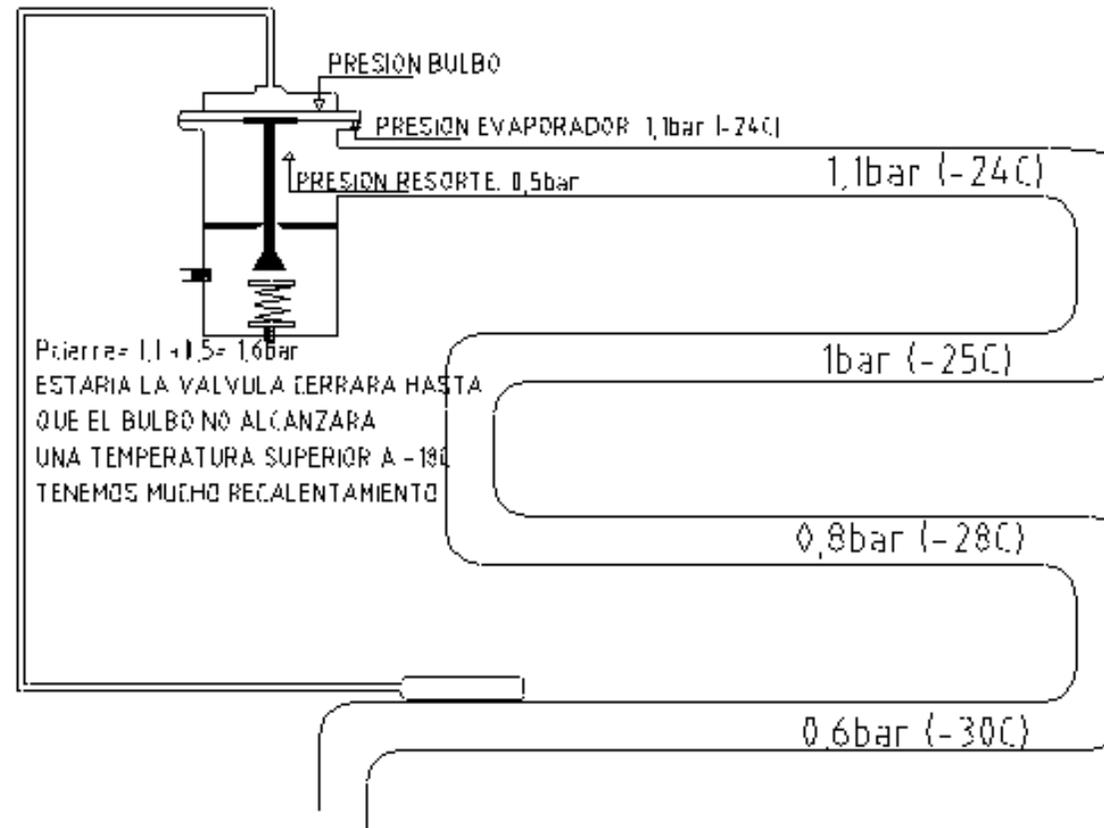
Este tipo

VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICAS DE COMPENSACIÓN EXTERNA.

Cuando las pérdidas de carga en el evaporador son considerables se emplean válvulas de expansión de compensación externa.

Estas a diferencia de las anteriores toman la presión de baja al final del evaporador justo detrás del bulbo, de esta manera aunque existan pérdidas de carga la presión de baja es más exacta.

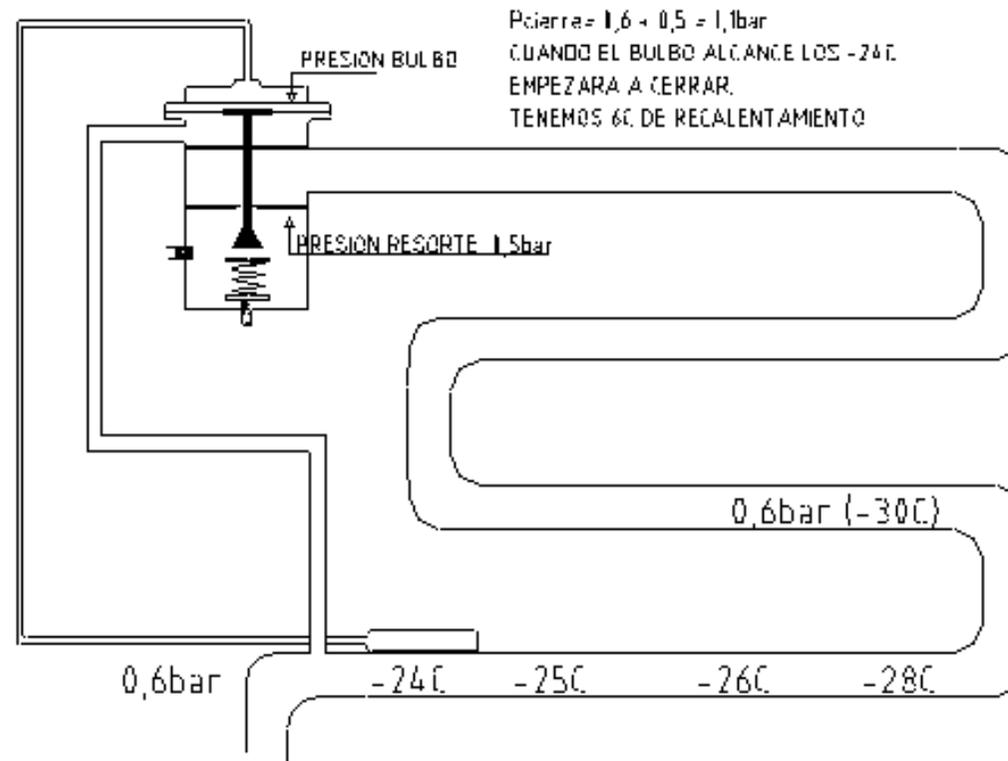
Por ejemplo si tenemos pérdidas de presión la presión de baja es de 0,6 bar pero al principio tengo 1,1 bar.



La presión de cierre sería $1,1 + 0,5$ (tornillo) = 1,6 bar, por lo tanto el bulbo debe estar a más de -18°C para que la válvula empiece a regar.

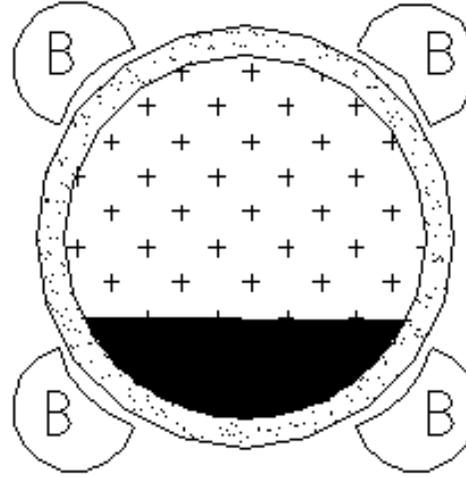
Entonces necesito 12°C de recalentamiento ($0,6 \text{ bar} = -30^{\circ}\text{C}$) no regamos todo el evaporador.

Con una válvula de compensación externa la presión que existe después de la válvula ya no es importante, cogemos la que existe después del bulbo que es la presión de aspiración.



NORMAS DE COLOCACIÓN DEL BULBO:

- Debe estar bien amarrado al tubo, no debe ir con cinta aislante o tiras de plástico, se debe colocar con la presilla metálica que suele acompañar.
- Colocarlo en una superficie limpia y lisa, no se debe colocar sobre un codo, curva o soldadura.
- El bulbo tiene una hendidura que es la que se aloja sobre el tubo.
- No colocar el bulbo en la parte baja del tubo ya que por esa parte es por donde circula el aceite que hace de capa aislante. Se debe colocar entre las 2 y las 4.



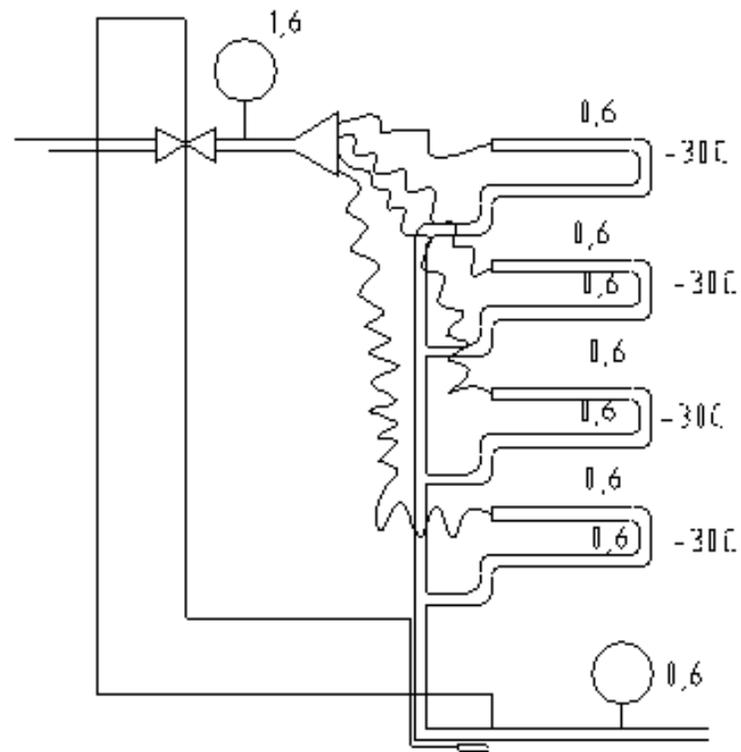
El bulbo se debe colocar siempre en tramos horizontales, en los casos que sólo se pueda colocar en un tramo vertical se colocará con el bulbo hacia arriba.

Se debe aislar siempre el bulbo para que no le afecte en su funcionamiento las corrientes de aire, se debe colocar siempre dentro del medio a enfriar.

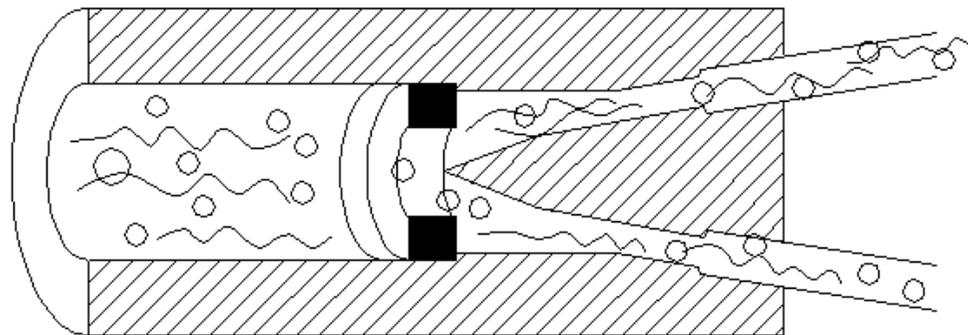
El tubo de compensación exterior debe estar entre 10 o 15 cm después del bulbo.

DISTRIBUIDORES:

Si dividimos un evaporador en varias secciones conseguimos un mayor rendimiento ya que reducimos las pérdidas de carga y se mantiene una temperatura de salida del evaporador más uniforme.



Para ello se utilizan distribuidores que pueden ser de caída de presión o de efecto Venturi.



La distancia entre la válvula de expansión y el distribuidor a de ser mínima, a la salida, la longitud de los tubos que alimentan a cada tramo de evaporador también ha de ser mínimo y además han de tener todos la misma longitud así evitamos que un tramo esté mejor regado que otro.

El de efecto Venturi reparte la misma proporción de gas y líquido en cada tubo ya que gracias a la reducción que lleva aumenta la velocidad y mezcla el gas y el líquido.

La pérdida de presión que ejerce este distribuidor es de ½ kilo y funciona en cualquier posición.

VÁLVULAS M.O.P.:

Si añadimos mucha carga térmica en una cámara (teníamos -20°C y pasamos a 0°C). dentro del evaporador se nos evapora más gas, la válvula no cierra y el compresor trabaja más.

Para evitar que el consumo del compresor sea elevado se coloca una válvula de expansión MOP o de presión de operación máxima.

Este tipo de válvulas nos limita la presión máxima de trabajo, por ejemplo una válvula MOP fijada a -20°C significa que la presión máxima de evaporación que deja pasar es de 1,5bar.

Esto se consigue llenando el bulbo de gas con un poco de líquido que se evapora a -20°C o a la temperatura de la presión máxima de trabajo que queramos conseguir.

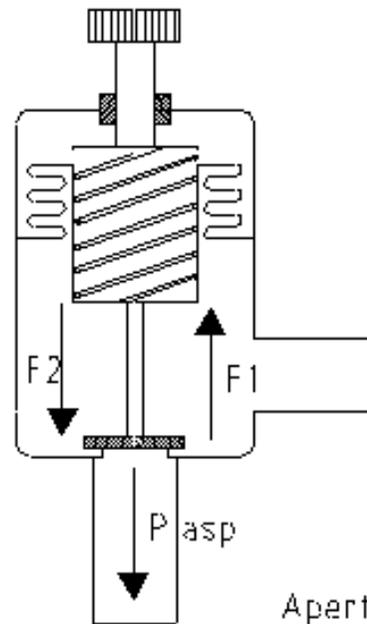
Si la temperatura es inferior a -20°C podemos controlar el recalentamiento pero si superamos esta temperatura el líquido se evapora y el bulbo no es capaz de dar más presión de apertura y va cerrando la válvula hasta que se consigue la presión adecuada.

Escalas de las válvulas:

N	+10°C	-40°C
NM	-5°C	-40°C
NL	-15°C	-40°C
B	-25°C	-60°C

VÁLVULA DE EXPANSIÓN AUTOMÁTICA:

Físicamente es parecida a la termostática pero sin bulbo



Apertura si $F1 > F2$

Cierre si $F2 > F1$

Esta válvula mantiene la presión del evaporador constante.

Si ajustamos la válvula a 1 bar, si el evaporador está a menos vence la fuerza del resorte y abre la válvula.

En el momento en que el evaporador alcance 1,1 bar la válvula cierra.

No se puede utilizar con solenoide se usa en instalaciones que cierran por temperatura.

Tiene bastantes inconvenientes el uso de este tipo de válvulas:

- Si tenemos la cámara a 20°C en el evaporador tenemos 8 bar y la válvula está cerrada.
- Por lo tanto dejará pasar poco refrigerante y tardará horas en conseguir la temperatura.
- Al contrario si tenemos la cámara muy fría, porque se ha estropeado el termostato, tenemos menos presión en el evaporador y por lo tanto vence la presión del muelle y entra aún más líquido llegando retorno al compresor.

VÁLVULA DE EXPANSIÓN MANUAL

Es parecida a una llave de paso, se utiliza en grandes instalaciones bajo la supervisión de un mecánico.

VÁLVULAS DE FLOTADOR:

Se usa en evaporadores inundados, mantienen un nivel de líquido en el evaporador. A medida que se evapora el líquido la bolla abre la válvula y entra líquido en el evaporador. El gas evaporado se va al condensador.

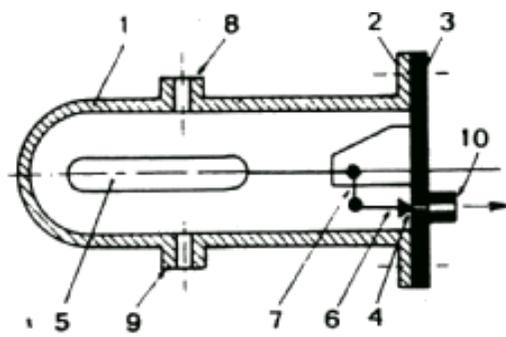


Figura 322 Válvula con flotador de alta presión.

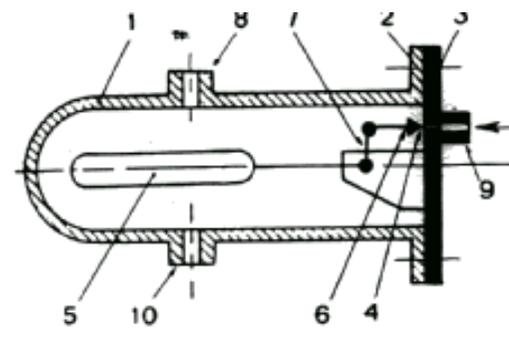


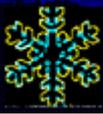
Figura 323 Válvula con flotador de baja presión.

VÁLVULA DE EXPANSIÓN ELECTRÓNICA.

Esta formado por una válvula solenoide conectada a un microprocesador el cual lleva un programa y dos sondas, una conectada al principio y otra al final del evaporador.



Podemos trabajar con mucha precisión, hasta con 1°C de recalentamiento.



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

El condensador tiene la función de poner en contacto los gases que provienen del compresor con un medio para licuarlo.

Una parte de condensador tiene la función de quitar el calor sensible (1/6 parte), cuando llegamos a la temperatura de condensación ya no podemos enfriar más y empezamos a condensar. (4/6).

El condensador suele ser un 30% más grande que el evaporador.

Para poder condensar ha de haber 10°C de Δt entre la temperatura de condensación y el medio condensable.

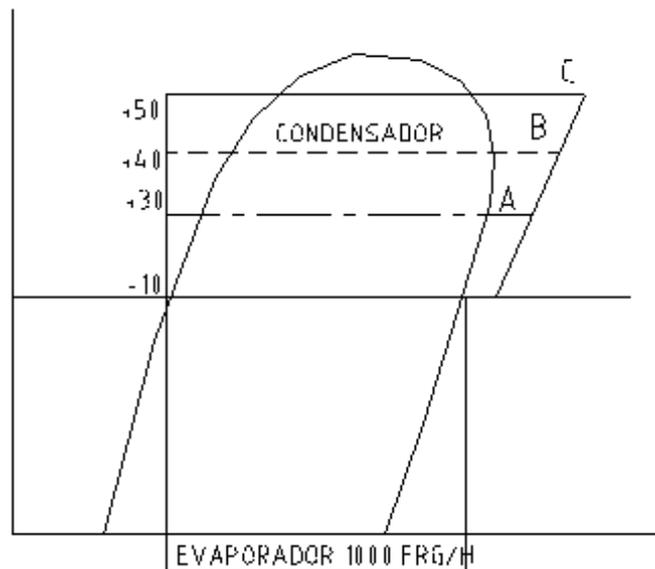
Un buen subenfriamiento es de 6- 8°C por debajo de la temperatura de condensación.

Si el condensador fuera demasiado grande no tendríamos suficiente presión de alta y no podríamos empujar el líquido hacia el evaporador.

La presión ideal de condensación es la mínima que podamos mantener todo el año.

En el momento que cesa el medio condensable aumentaría la temperatura de condensación y la presión.

CAPACIDAD DEL CONDENSADOR:



La capacidad del condensador es la cantidad de calor que el condensador es capaz de extraer al refrigerante.

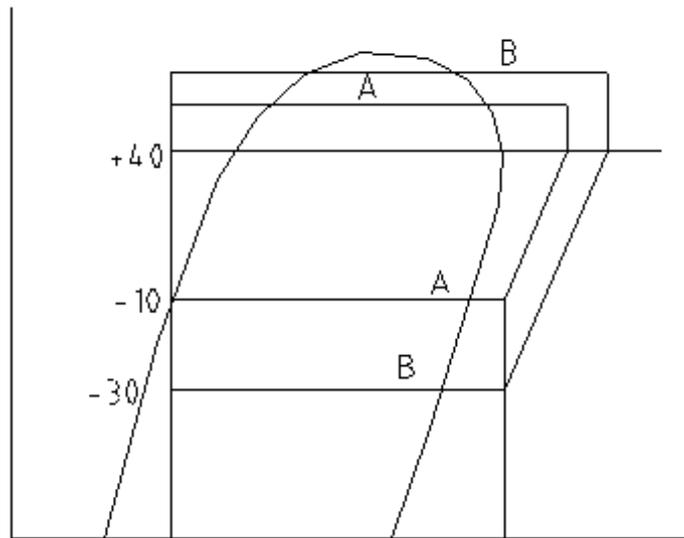
Si disminuimos la temperatura de condensación el condensador podrá ser más pequeño.

También nos modifica la capacidad del condensador la relación de compresión, o la diferencia de presión entre la baja y la alta.

Cuando más alta sea la temperatura de condensación más grande deberá ser el condensador para la misma potencia frigorífica.

Por ejemplo si tenemos dos cámaras de la misma potencia frigorífica pero de diferentes temperaturas aumentaría la capacidad del condensador al aumentar la relación de compresión.

La diferencia de temperatura entre el invierno y el verano afecta negativamente en los condensadores de aire, ya que en invierno tendremos menos presión de alta. Para compensar esto es necesario una regulación de condensación (ventiladores, etc.).



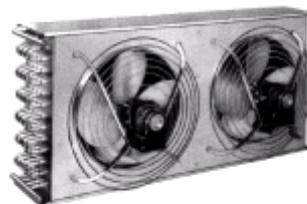
El Δt de condensador es la diferencia de temperatura entre el medio condensante y la temperatura de condensación.

El problema de todos los condensadores es la suciedad que se acumula que hace de aislante impidiendo que salga el calor.

CONDENSADOR DE AIRE:

Los condensadores que tienen como medio enfriador el aire ambiente pueden ser estáticos o de tiro forzado:

- Estáticos: Suelen ser de tubo liso, como la velocidad del aire es lenta se acumula mucha suciedad. Suelen ser bastante largos y se usa sólo en el entorno doméstico.
- Tiro forzado: Utilizan ventiladores para aumentar la velocidad del aire, por lo tanto reducimos superficie de tubo. Exteriormente es bastante parecido a un evaporador.



Cuando está instalado junto con el compresor el condensador a de tomar el aire en el lado contrario de este para evitar tomar el aire ya caliente.

CONDENSADOR DE AGUA:

Son aquellos que usan el agua como medio condensable.

Para asegurar un buen funcionamiento y limitar el consumo de agua, las temperaturas idóneas del agua a la salida del condensador con respecto a la temperatura de entrada han de ser:

- Temperatura de entrada hasta 15°C, la salida ha de ser 10°C más que la entrada.
- Temperatura de entrada a partir de 16°C, la salida ha de ser 9°C más que la entrada.
- Temperatura de entrada a partir de 21°C, la salida ha de ser 8°C más que la entrada.

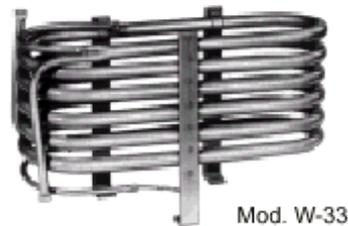
Se deben instalar torres de recuperación de agua a partir de las siguientes potencias frigoríficas:

En sistemas de refrigeración, a partir de 18.000frg/h.

En aire acondicionado, a partir de 6.000frg/h.

Estas torres de recuperación deben de recuperar hasta el 75 % del agua.

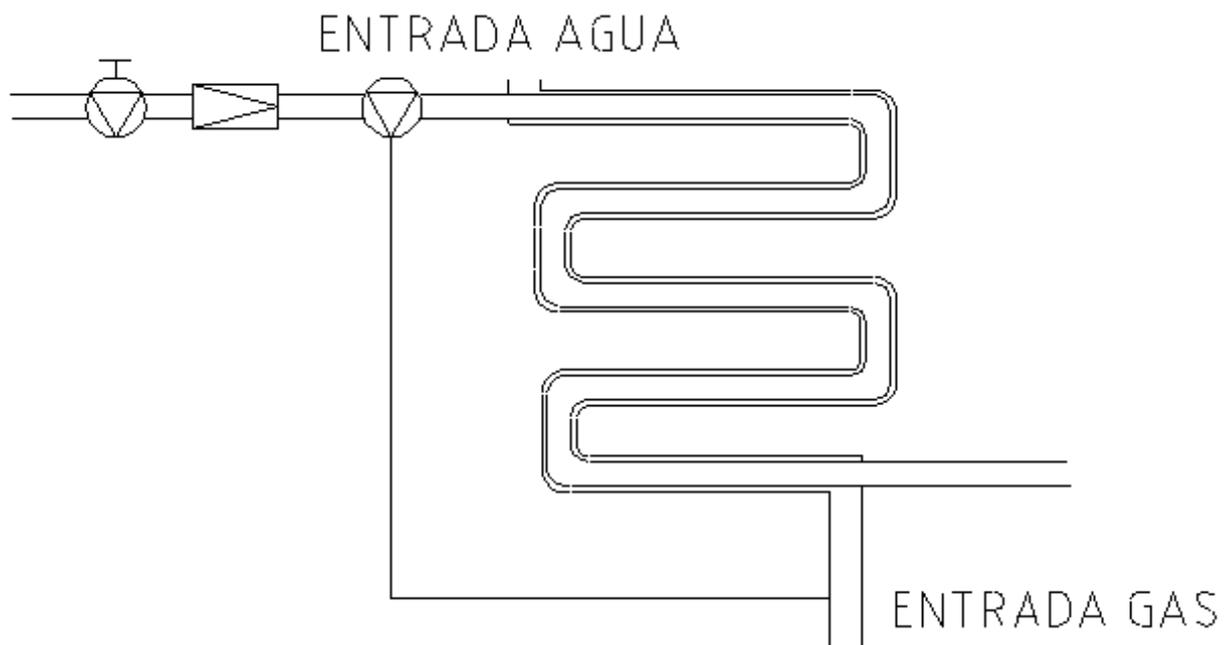
CONDENSADOR DE DOBLE TUBO:



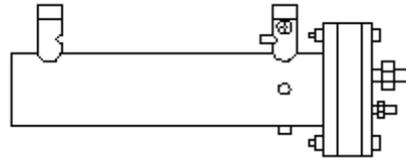
Es un serpentín formado por dos tubos concéntricos, por el tubo interior circula el agua y por el exterior el refrigerante, se hace circular a contracorriente para robar mejor el calor al refrigerante.

Se instala junto con el serpentín una válvula presostática para controlar la presión del agua según la presión de alta de la instalación de manera que cuando la instalación está parada no circule agua.

Son condensadores pequeños y se usa como refuerzo.



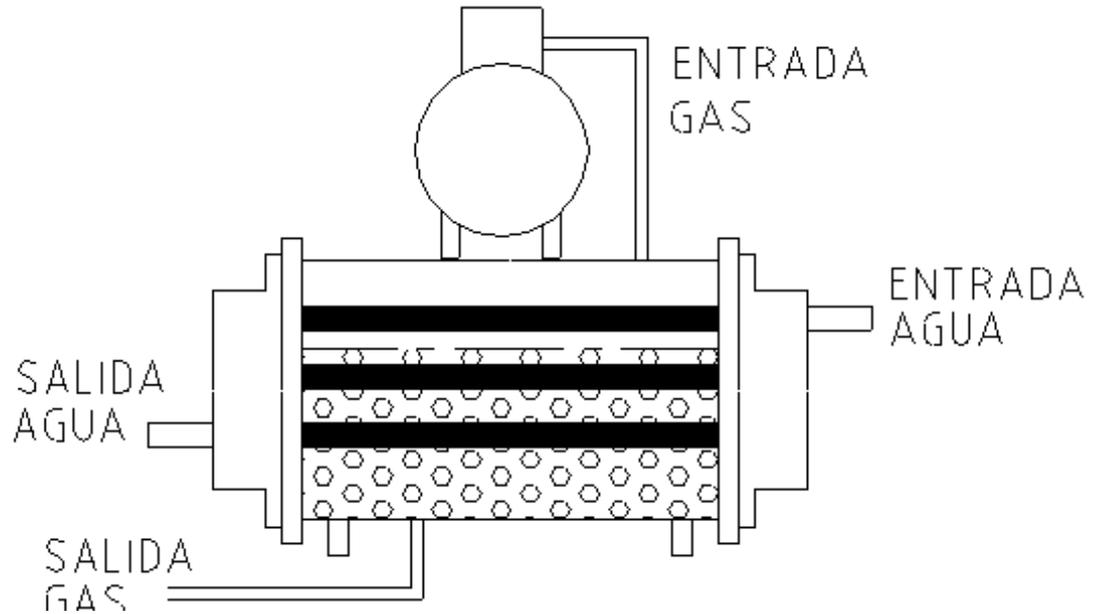
CONDENSADOR MULTITUBULAR:



Se utiliza como bancada del compresor y hace de recipiente en los equipos medianos.

Circula agua por los tubos interiores y condensa el refrigerante contenido en el recipiente.

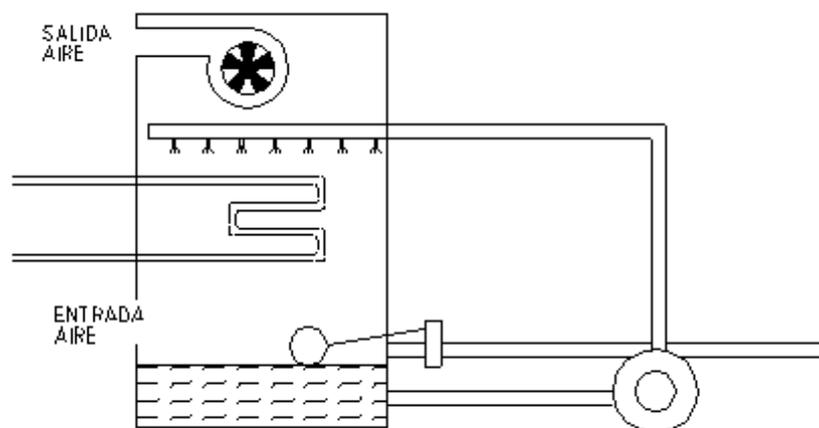
Llevar un tapón fusible de seguridad y una válvula de purga para extraer los gases incondensables.



CONDENSADOR EVAPORATIVO:

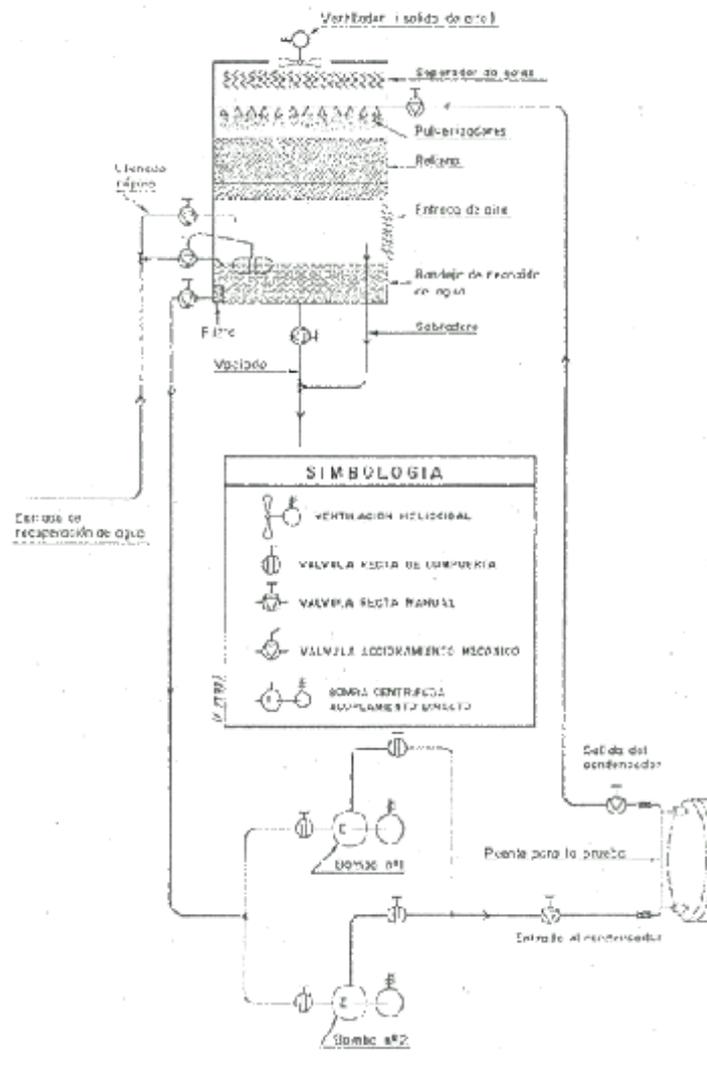
Está formado por un serpentín por el cual circula el refrigerante, este serpentín es mojado por unas duchas de agua de manera que al hacer circular una corriente de aire el agua que moja los tubos se evapora extrayendo calor.

Tiene un rendimiento muy bueno.



En una torre de enfriamiento hay que tener en cuenta:

- La cantidad de calor.
- Caudal de agua.
- Temperatura entrada del agua.
- Temperatura de salida.
- Temperatura de bulbo húmedo.



El margen de la torre es: $T_{entrada} - T_{salida}$

El acercamiento de la torre es la diferencia entre la temperatura de salida y la temperatura de bulbo húmedo el aire.

$$\text{acercamiento} = T_{salida} - TBHA$$

El rendimiento de la torre depende de la humedad relativa, si el aire es muy húmedo no se podrá llevar mucho vapor de agua.

Para conseguir un buen rendimiento el acercamiento ha de ser de 5 -6 °C, el margen de 6 – 7C.

El caudal de aire que tenemos que mover es de 175-225m³/h por cada 1000frig/h.

Se evapora 1 litro de agua por cada 538 kcal/h de calor extraído al agua, aproximadamente el 5% de agua que hacemos circular. (2% cada 5°C de margen).

Las torres suelen llevar una resistencia dentro de la cubeta del agua con un termostato para que el agua nunca llegue a 0°C.

Algunas llevan una válvula de 3 vías para evitar quedarse sin presión en invierno si la temperatura de entrada es menor de 20°C.

Si esto ocurre el agua vuelve a circular por el condensador hasta que alcance una temperatura elevada.

TRATAMIENTO DEL AGUA:

Los problemas que puede crear el agua como elemento refrigerante son muchos, los más habituales son:

- La formación de incrustaciones.
- Los cultivos orgánicos.
- La corrosión de los metales empleados en la instalación.
- Las aguas pueden clasificarse como duras o blandas o también ácidas o alcalinas.

Las aguas duras son aquellas que contienen un elevado contenido en sales de calcio y magnesio.

Las blandas son aquellas que contienen pequeñas cantidades de estas sales.

La acidez o alcalinidad del agua se refleja principalmente por su P.H.

El agua utilizada en refrigeración generalmente procede de;

- Aguas subterráneas.
- Aguas superficiales.
- Aguas de mar.
- Aguas de la red urbana.

Las aguas subterráneas o de pozos profundos son muy estimadas para procesos de enfriamiento debido a su temperatura. Pero usualmente estas aguas son muy duras y tienen un alto contenido de sólidos disueltos por lo que si no son debidamente tratadas presentan problemas de incrustaciones.

Las aguas superficiales generalmente están sujetas a grandes variaciones de temperatura y por el contrario contienen poca cantidad de sólidos disueltos.

El agua de mar puede ser empleada siempre que la instalación esté construida con materiales resistentes a la corrosión.

Las aguas de la red urbana no son adecuadas para muchos procesos de refrigeración.

Antes de realizar un tratamiento del agua debemos conocer su P.H. siendo por debajo de P.H. 7 ácida y por encima alcalina.

Existen varios procedimientos para evitar la formación de incrustaciones o el ensuciamiento del circuito de refrigeración, los más destacados son:

- Filtración.
- Descalcificación.
- Acidificación.

La filtración del agua es empleada para evitar el ensuciamiento de las instalaciones. Los filtros están formados por elementos filtrantes como pueden ser tejidos metálicos o sintéticos.

La descalcificación se emplea para evitar la formación de incrustaciones.

Consiste en pasar el agua a una determinada velocidad a través de una resina que está alojada en un depósito.

La resina cede los iones de sodio al agua modificando la dureza de ésta.

Cuando todos los iones del agua han sido cedidos el intercambiador está gastado y hay que regenerarlo.

El agua, una vez descalcificada, tiene tendencia a producir fenómenos de corrosión, por lo que es conveniente complementar este tratamiento con otro para la corrosión.

La acidificación consiste en la adición de un ácido, normalmente el sulfúrico, que evita las incrustaciones.

CÁLCULOS DEL CONDENSADOR.

En los condensadores de aire debemos conocer el volumen de aire que es capaz de mover el condensador para asegurar el intercambio de calor.

Para conocer el volumen primero debemos conocer la velocidad del aire, este valor nos lo da el anemómetro.

Las medidas se han de hacer dentro de la superficie del condensador, se suman todas y se divide por el número de lecturas.

Después debemos conocer la superficie del condensador.

Por ejemplo si el condensador hace 40 cm x 25 cm = 1m² y si la velocidad obtenida es de 10m/s el resultado será:

$$10 \text{ m/s} \times 1 \text{ m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{s} = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ejemplo 1: Tenemos un condensador que mueve 500m³/h, la temperatura del aire que entra es de 30°C y del que sale 38°C.

El calor específico del aire seco es 0,24 y el del aire húmedo 0,29.

La cantidad de calor que roba el condensador al refrigerante es de:

$$Q = m \times D \times t \times c \times Ce$$

$$Q = 500 \text{ m}^3/\text{h} \times 8 \times 0,29 = 1160 \text{ kcal/h.}$$

Ejemplo 2: Tenemos un condensador de agua que mueve 500 l/h de agua. La temperatura de entrada es de 18°C y la de salida de 25°C.

El calor específico del agua es 1.

La potencia del condensador es de:

$$Q = 500 \text{ l/h} \times (25-18) \times 1 = 3500 \text{ kcal/h}$$

Ejemplo 3: Hallar la longitud de un condensador a contra corriente para ayudar a un condensador de aire, la ayuda es de 1.500 kcal/h, empleando un tubo exterior circulación del agua de 7/8" y 5/8" para la circulación del gas.

$$K = 600$$

$\Delta t =$ de entre 10 a 12°C

1 metro lineal de 5/8" tiene 0,05m²

$$Q = 600 \times 0,05 \times 12 = 360 \text{ kcal/h./m}$$

Longitud del tubo = $1500 : 360 = 4,16 \text{ m}$ de tubo de 5/8".



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

PRESOSTATO DE BAJA:

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY



El presostato de baja es el responsable de parar el compresor antes de que éste llegue hacer el vacío en la instalación.

Este presostato está formado por dos escalas:

- La principal o gama que es la escala de arranque.
- El diferencial, que es la que restada la principal nos da la presión de paro.

Las escalas son orientativas y se ha de comprobar con el manómetro.

La presión de arranque a la cual ha de arrancar el compresor será la correspondiente a la temperatura que ha de haber en el recinto a enfriar.

De lo contrario si es inferior tendremos falsas arrancadas y si es superior el compresor no arrancará hasta que la temperatura de la cámara no sea elevada.

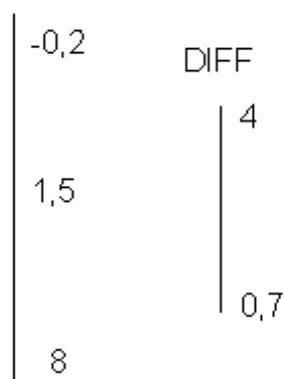
La presión de parada será normalmente entre 0 y 0,1 bar.

Por ejemplo para que un compresor arranque a 1,5 bar y pare a 0,1 bar.

Principal: 1,5bar

Diferencial: 1,4bar

Todos los presostatos tienen una estrangulación para evitar golpes de presión en el fuelle.



PRESOSTATO DE ALTA:

El presostato de alta es un elemento de seguridad que tiene la función de parar la instalación cuando la presión de ésta es excesiva.

La escala principal es de parada y suele poner "STOP".

El diferencial es de arranque.

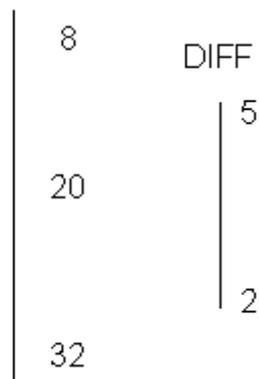
Por ejemplo queremos que el compresor pare a 20bar y vuelva arrancar a 15bar.

Principal: 20bar

Diferencial: 5bar

El rearme de la mayoría de estos presostatos es manual.

El diferencial en algunos modelos no es regulable y viene fijado a 3bar.



PRESOSTATO DE CONDENSACIÓN:

Este presostato se emplea para mantener una presión de alta constante durante todo el año mediante los ventiladores.

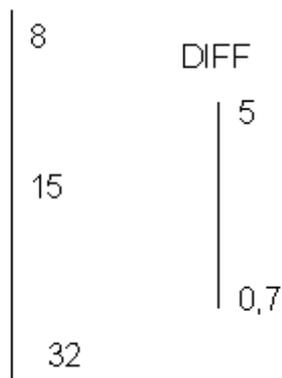
En verano cuando la presión de condensación es alta el presostato, pone en marcha el ventilador/es del condensador. Cuando la presión de alta disminuye, los vuelve a parar.

La escala principal es de arranque y todos llevan rearme automático.

Por ejemplo queremos que el segundo ventilador del condensador arranque a 18 bar y pare a 15:

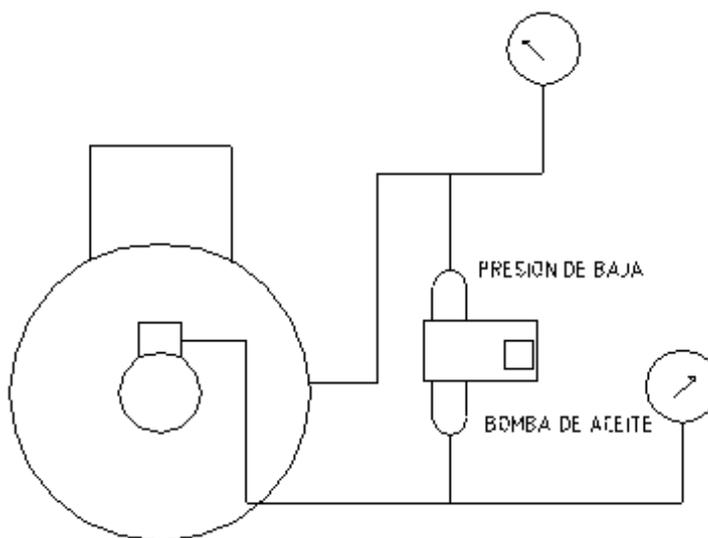
Principal: 18 bar.

Diferencial: 3 bar.



PRESOSTATO DIFERENCIAL DE ACEITE:

Todos los compresores que van lubricados con bomba de aceite deben llevar presostato diferencial de aceite.



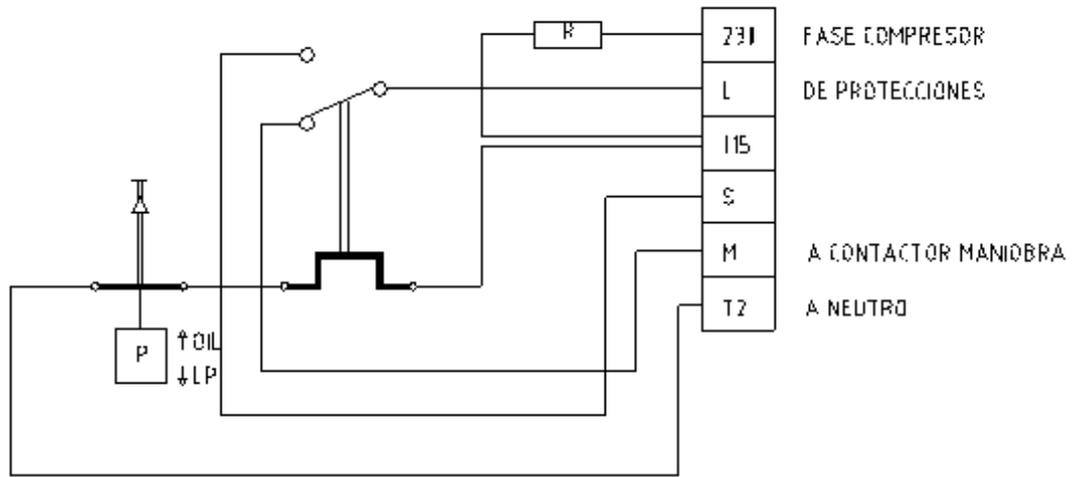
El presostato tiene dos entradas, una que va conectada a la parte de baja del compresor y la otra a la salida de la bomba de aceite.

La presión con la que trabaja la bomba es la diferencia entre la presión de baja y la que obtenemos a la salida de la bomba, el resultado es de 4 bar.

Si las dos presiones fueran iguales significa que la bomba no funciona y para el compresor.

El presostato tiene un retardo ya que la bomba aparte de aceite también recoge refrigerante que al comprimirlo se evapora, esto provoca que se igualen las presiones y haría saltar el presostato.

Estos presostatos llevan rearme manual.



VÁLVULA DE CONTROL DE ASPIRACIÓN (KVL):

Este tipo de válvulas regula la presión de aspiración del compresor cuando ésta supera ciertos valores que podrían sobrecargar el compresor.

Normalmente se calculan los compresores para que trabajen a régimen. En el momento que se pone en marcha por primera vez, introducimos una carga térmica muy grande o sale de un desescarche, la válvula de expansión se abre a tope para poder regar el evaporador. Éste al estar caliente produce la total evaporación del refrigerante aumentando la presión de evaporación. Si esta sobrepresión se prolonga se dispararía el protector térmico del compresor.

Con la válvula KVL podemos evitar que al compresor le llegue tanta presión de aspiración en las arrancadas limitando la presión.

Por ejemplo en una instalación con R-22 si la cámara tiene 20°C la presión de aspiración sería de 5 bar, esta presión es elevada para el compresor que tenemos instalado, entonces con la ayuda de un manómetro regulamos la válvula para tener una presión máxima de evaporación de 2bar.

La válvula mientras tenga una presión superior a 2 bar ira cerrando para limitarla, en el momento que la máquina trabaje a régimen y consigamos una presión inferior a 2 bar la válvula no actúa.

Se debe instalar lo más cercano posible del compresor.



VÁLVULAS DE CONTROL DE CONDENSACIÓN (KVR, KVD):

La válvula KVR se coloca a la salida del condensador para aumentar la presión de condensación cerrando el paso de refrigerante.

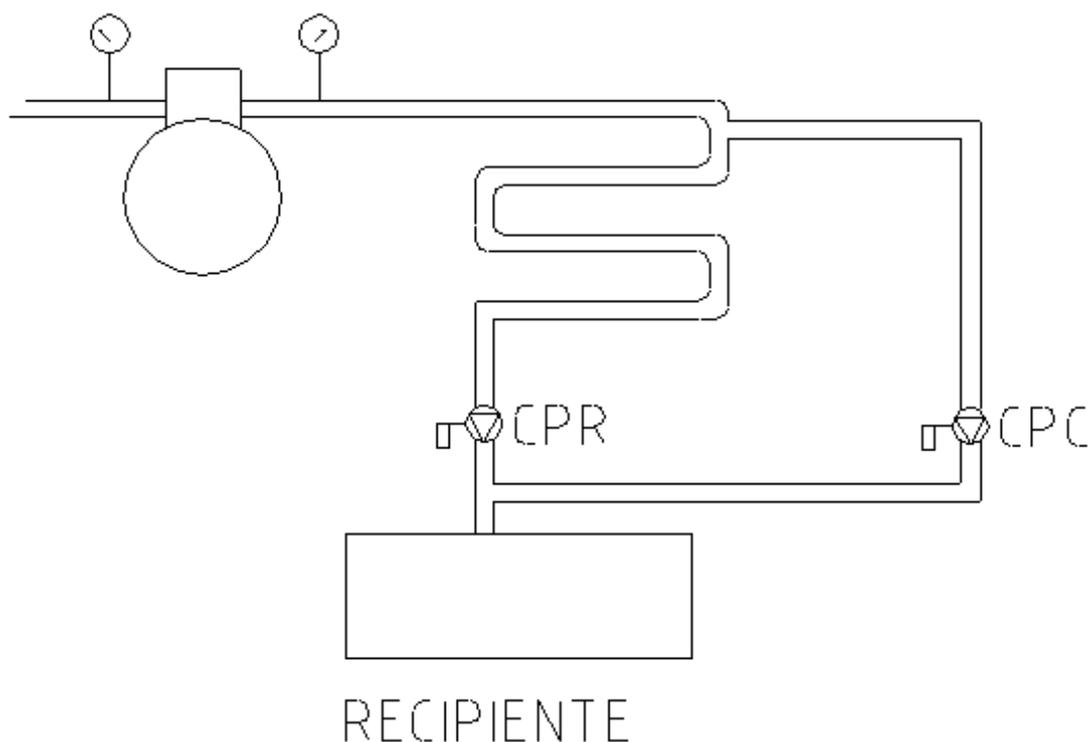
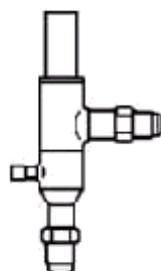
Hasta que no alcanza la presión a la cual la hemos ajustado no abre y por lo tanto llenamos el condensador de líquido haciéndolo más pequeño.

De esta manera aumentamos la presión pero también dejamos el calderín sin presión. Para evitar esto se coloca también junto a ésta una KVD que inyecta gas caliente al calderín.

Normalmente mantiene 1bar por debajo de la presión de la línea de líquido.

Las KVD se usa también para aumentar la presión de alta comunicando la alta con la baja para aumentar la presión de descarga.

En verano no actúa ninguna de las dos válvulas.



VÁLVULA DE CONTROL DE EVAPORACIÓN (KVP):

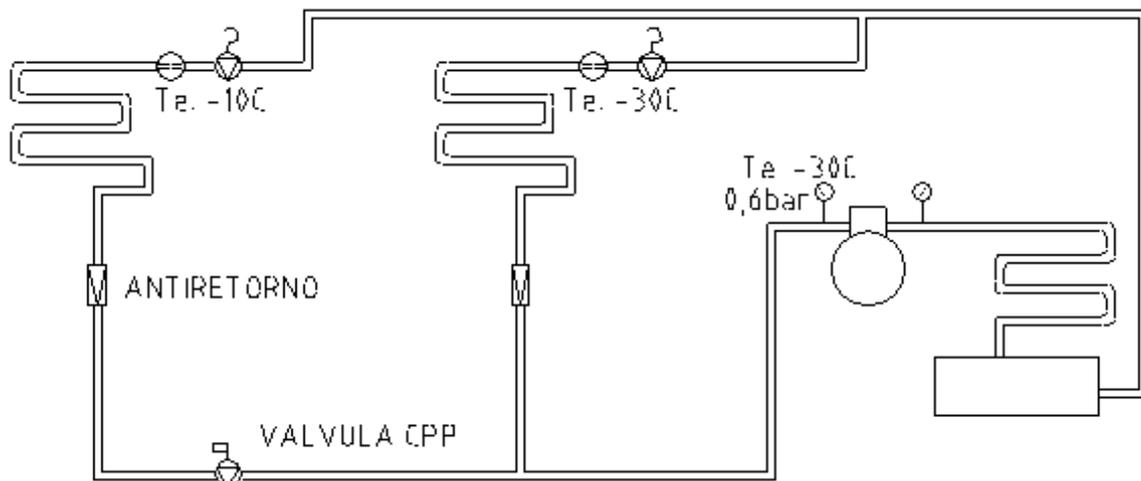
Se coloca en la línea de aspiración justo después del evaporador para regular la presión de evaporación.

Se utiliza normalmente en el caso que tengamos un compresor con varios evaporadores y en estos quedamos conseguir temperaturas diferentes.

La válvula regula el paso de refrigerante para conseguir la presión correspondiente a la temperatura que quedamos conseguir en la cámara aunque el compresor aspire por debajo de ésta.

Por ejemplo si el compresor aspira a 0,6bar la válvula la regulamos a 2,5bar para conseguir la temperatura deseada en el recinto a enfriar.

También se utiliza en los casos en que el compresor es de mayor potencia que los evaporadores, de esta manera podemos conseguir en el evaporador la presión adecuada para conseguir la temperatura deseada en la cámara.

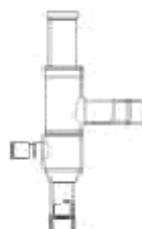


Si tenemos varias cámaras conectadas en la misma línea de aspiración, han de llevar una antiretorno cada una ya que si una de ellas para por temperatura se quedaría a menor presión que las demás. Entonces las demás que sí funcionan enviarían el gas a la cámara que está parada. Este gas se acumula y se condensa provocando en el momento de la arrancada golpes de líquido en el compresor.

El tornillo de regulación de estas válvulas opone una resistencia al paso del refrigerante desde 0,5 hasta 5 bar.

Estas válvulas son útiles para ajustar el Δt en las cámaras con producto fresco.

Es igual que la KVR pero trabajan en un margen diferente de presiones.

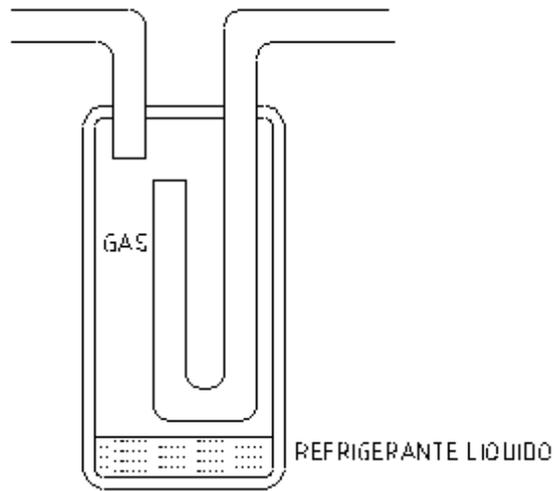


SEPARADOR DE PARTICULAS:

El separador de partículas se encuentra al final del evaporador en instalaciones de baja temperatura y que están alimentados por tubo capilar.

Como en este tipo de instalaciones no existe ningún elemento de regulación con este elemento evitamos que lleguen gotas de líquido al compresor, sobretodo en las arrancadas.

Se utiliza con refrigerantes muy miscibles con el aceite ya que sino se acumularía éste en el fondo del separador.



Es imprescindible que lleven este elemento los compresores rotativos ya que estos, en contra de los alternativos, aspiran directamente de la aspiración y no permiten ni una gota de líquido.

SEPARADOR DE ACEITE:

El separador de aceite se emplea para recuperar la mayor cantidad de aceite posible para llevarlo al compresor que es donde es realmente útil.

Con R-12 no era necesario, con amoniaco es imprescindible y en R-22 es recomendable sobretodo en bajas temperaturas.

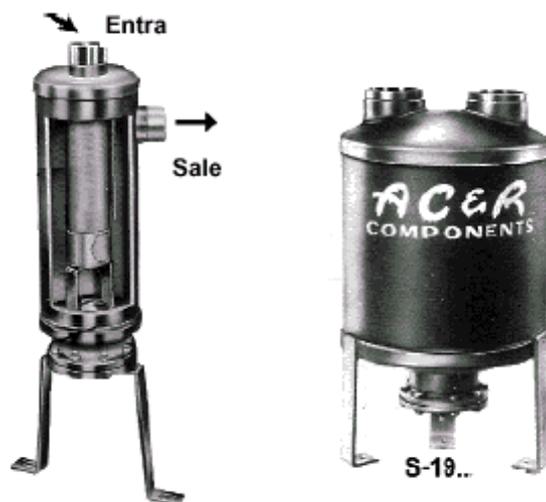
Se coloca en la descarga del compresor lo más cercano posible a éste.

Su funcionamiento es el siguiente:

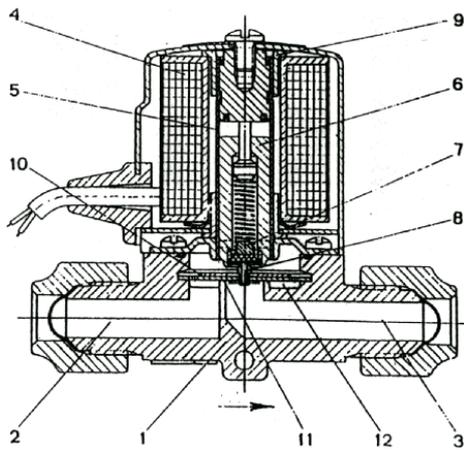
Cuando el gas a alta presión entra en el separador se golpea contra una pared desprendiéndose el aceite del gas.

Después entra en una cavidad donde el gas pierde velocidad para evitar que se lleve el aceite.

Se hace pasar el gas por otra cavidad en forma de malla, donde obligamos al gas a continuos cambios de dirección donde se acaba de desprender el aceite.



VÁLVULA SOLENOIDE:



Las válvulas solenoides pueden ser de dos tipos, de vástago que se utilizan en válvulas pequeñas y algo antiguas y de membrana.

Todas tienen sentido de circulación, deben funcionar en posición horizontal con la bobina hacia arriba y su consumo eléctrico es muy pequeño.

Cuando la bobina de la solenoide no tiene tensión la válvula está cerrada mediante un muelle y la presión de alta que se queda en la parte superior.

Cuando excitamos la bobina hacemos subir el vástago y abre la válvula.

La bobina no hace ningún esfuerzo ya que no tienen que vencer ninguna presión.

FILTRO DESHIDRATADOR:



La cantidad de humedad que puede haber en la instalación depende del tipo de refrigerante y de la temperatura de evaporación.

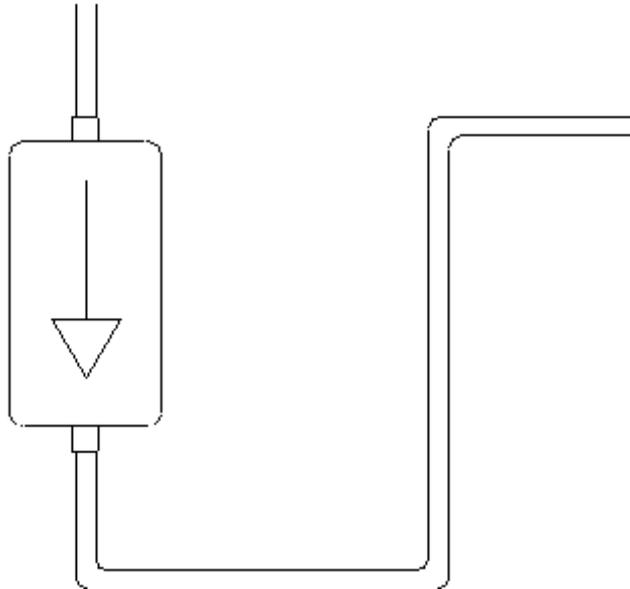
La cantidad máxima de humedad que son capaces de absorber los refrigerantes viene dada en "partes por millón" (ppm).

Para detectar la humedad se coloca un detector de humedad, el cual lleva un visor formado por sal de cobalto que es una substancia que tiene la particularidad que cambia de color al absorber humedad. A parte el visor nos permite ver la carga de refrigerante de la instalación.

Los nuevos refrigerantes son muy higroscópicos y absorben bastante humedad.

CFC: 12-25 ppm

HFC: 150 –300 ppm



Existen básicamente dos tipos de filtro deshidratador:

- Los que se descomponen, que son bastante absorbentes pero tienen el inconveniente que se descomponen cuando se saturan.
- Los que no se descomponen; (silicagel, etc), Estos cuando se saturan no se descomponen, simplemente no aceptan más humedad. Son los que más se emplean y tienen sentido de circulación.

Estos últimos tienen mayor capacidad filtrante cuando más baja es la temperatura.

En la línea de aspiración se suele colocar tamices moleculares, estos suelen ser cerámicos y los pasos de estos filtros es de 4Å ($1\text{Å} = 1 \times 10^{-7}\text{mm}$).

Gracias a este paso tan pequeño sólo absorbe moléculas de agua ya que las moléculas de refrigerantes son más grandes.

Para escoger un filtro se ha de tener en cuenta los siguientes cálculos:

Por ejemplo queremos emplear el R-22 para una equipo , este gas absorbe 1050ppm y nosotros deseamos conseguir 60ppm por kg de refrigerante, que en nuestro caso es de 10 kg.

Por lo tanto:

$$1050 - 60 = 990\text{ppm} \cong 990\text{mgr agua/kg refrigerante. (1gr de agua son 20 gotas).}$$

$$10\text{kg} \times 990\text{mgr} = 9900\text{mgr de agua.}$$

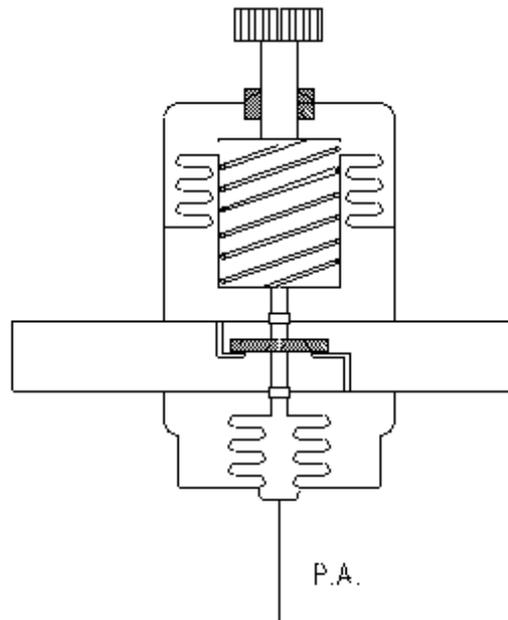
Por lo tanto necesitamos un filtro de:

$$\frac{1\text{gr}}{1000\text{mgr}} = 9,9\text{gr} \cong 10\text{gr}$$

$$9900\text{mgr} \times$$

$$10\text{gr} \times 20 = 200\text{ gotas de agua.}$$

VÁLVULAS PRESOSTÁTICAS:



Se emplean para controlar la presión de condensación en los condensadores de agua.

Se conecta a la presión de alta y abre o cierra la válvula dependiendo de ésta.

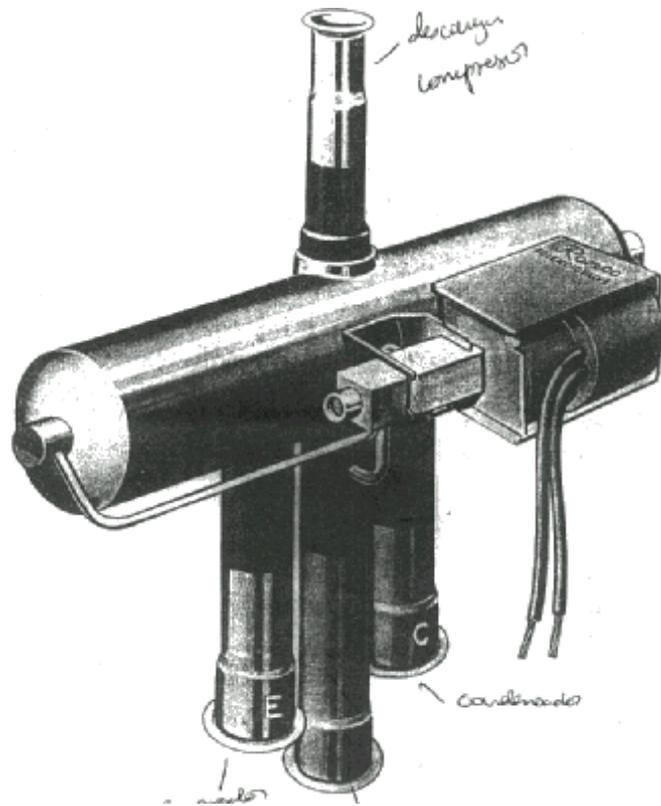
La presión se controla con el tornillo de manera que cuando la instalación esté parada ha de cortar el agua.

VÁLVULA DE 4 VIAS:

La válvula inversora es un dispositivo capaz de provocar el cambio de la dirección del refrigerante de manera que el evaporador se convierte en condensador, y el condensador se convierte en evaporador, lo que completa una fase de ciclo invertido.

La válvula inversora actúa bajo la presión mandada por una válvula piloto cuando esta última recibe corriente a través de un dispositivo de conexión eléctrica.

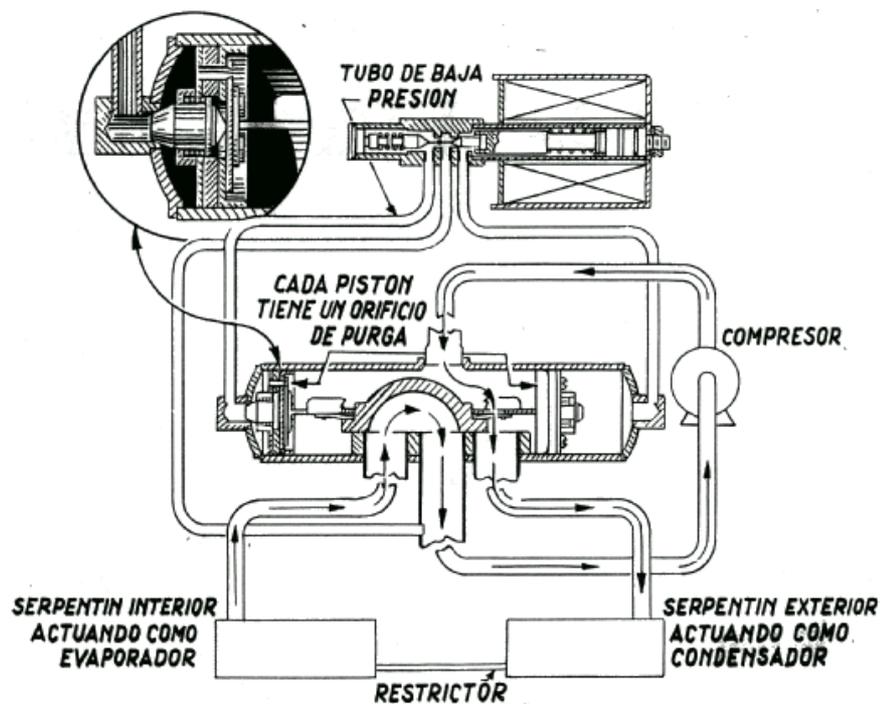
- La válvula está formada por dos partes principales, la válvula maestra que determina el camino seguido en el sistema por el refrigerante y una válvula piloto, cuya función es la de provocar la inversión de la posición de la compuerta que resbala en la válvula maestra.



La válvula maestra tiene cuatro conexiones principales para las tuberías: De un lado está la acometida a la tubería de salida del compresor, que sigue en todo momento conservando esta función; diametralmente opuestas se encuentran tres conexiones, siendo las dos laterales las acometidas a los dos cambiadores de calor y la central, la que recibe la tubería de aspiración.

La compuerta interna deslizante está construida de tal manera que pone en comunicación uno u otro de los conductos laterales con la tubería de aspiración, al mismo tiempo que aísla con relación al lado de alta presión del conjunto.

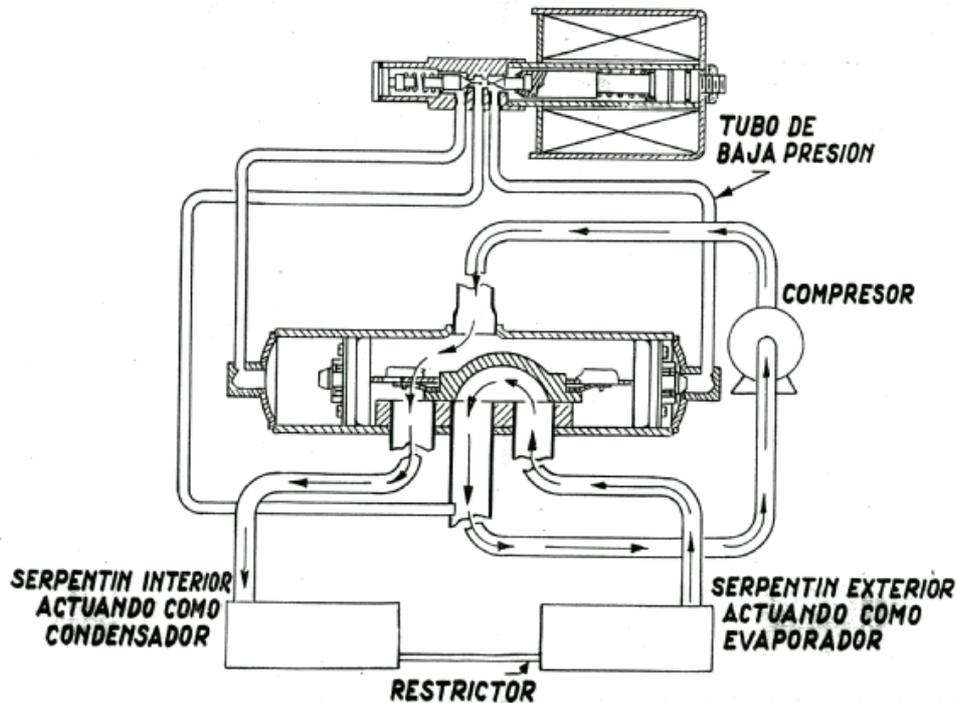
Cuando queremos enfriar en el interior del local, el gas de la descarga penetra en la válvula maestra y sigue por el conducto inferior derecho para llegar al cambiador de calor exterior que actúa como condensador. El gas de aspiración que procede del evaporador, entra a través del conducto inferior izquierdo, y es canalizado por la compuerta deslizante hasta la salida central y la tubería de aspiración.



La fase de calentamiento se producirá cuando la solenoide sea excitada, la fase de enfriamiento se interrumpirá y la de

calentamiento empezará cuando la compuerta deslizante haya sido desplazada.

El movimiento de la compuerta deslizante obedece a la diferencia de presiones en las dos cámaras del pistón, proporcionando la fuerza motriz para la inversión. La diferencia de presión necesaria es creada por la válvula piloto.



El gas de salida fluye ahora a través del conducto inferior izquierdo hacia el evaporador que actúa como condensador mientras que la compuerta deslizante conecta el condensador que actúa como evaporador.

Esta válvula se emplea en aire acondicionado para su utilización como bomba de calor y también para realizar los desescarches por gas caliente.

Estas válvula sólo funcionan si existe presión en el circuito sino no son capaces de cambiar de posición.

INTERCAMBIADOR DE CALOR:



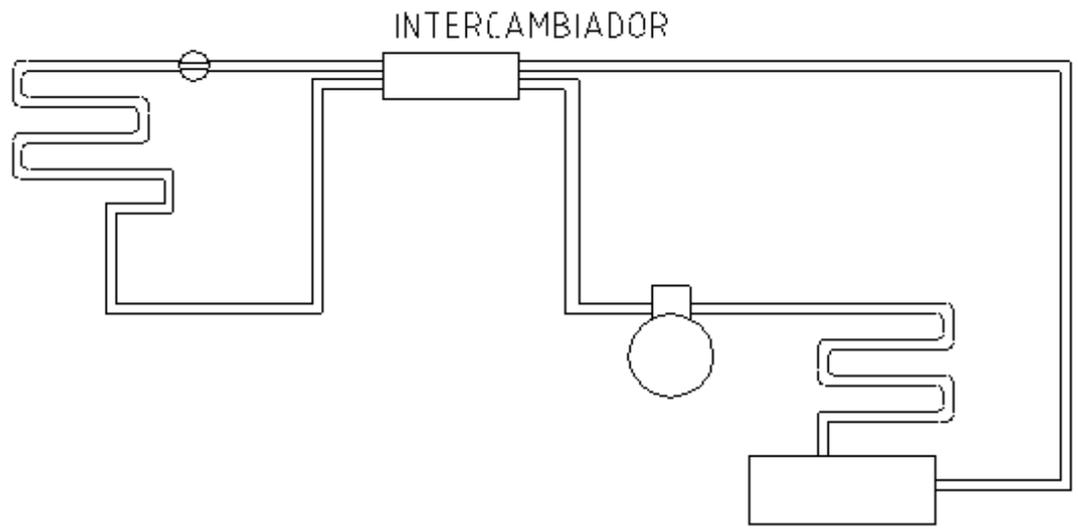
Los intercambiadores de calor se empleaban mayoritariamente en R-12 y R-502 ya que aumentábamos considerablemente su rendimiento.

El intercambiador simplemente pone en contacto la tubería de aspiración y la de líquido a contracorriente de manera que incrementamos el recalentamiento y el subenfriamiento.

Con los gases antes mencionados se incrementaba el rendimiento sin elevar demasiado la temperatura de descarga cosa que no pasa por ejemplo con el R-22.

Va colocado lo más cerca posible del evaporador , la línea de liquido se aísla una vez pasado el intercambiador. El condensador se sobredimensionaba.

En los sistemas con capilar se provoca un intercambio entre la línea de líquido y la aspiración para evitar que el gas se expanda antes de llegar al evaporador.





FRIGORISTA TORPE



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

Refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia.

Un refrigerante ideal a de cumplir las siguientes propiedades:

- Ser químicamente inerte hasta el grado de no ser inflamable, ni tóxico, ni explosivo, tanto en estado puro como cuando esté mezclado con el aire en determinada proporción.
- No reaccionar desfavorablemente con los aceites o materiales empleados en la construcción de los equipos frigoríficos.
- No reaccionar desfavorablemente con la humedad, que a pesar de las precauciones que se toman, aparece en toda instalación.
- Su naturaleza será tal que no contamine los productos almacenados en caso de fuga.
- El refrigerante ha de poseer unas características físicas y térmicas que permitan la máxima capacidad de refrigeración con la mínima demanda de potencia.
- La temperatura de descarga de cualquier refrigerante siempre disminuye a medida que baja la relación de compresión. Por lo tanto deseamos que la temperatura de descarga sea la más baja posible para alargar la vida del compresor.
- El coeficiente de conductancia conviene que sea lo más elevado posible para reducir el tamaño y costo del equipo de transferencia de calor.
- La relación presión-temperatura debe ser tal que la presión en el evaporador para la temperatura de trabajo sea superior a la atmosférica, para evitar la entrada de aire y de humedad en el sistema en caso de fuga.
- Temperatura y presión crítica, lógicamente el punto de congelación deberá ser inferior a la temperatura mínima de trabajo.
- Finalmente ha de ser de bajo precio y fácil disponibilidad.

Los refrigerantes son nombrados por un R y tres cifras:

- A la primera cifra se le suma 1 para obtener el número de átomos de carbono que contiene la molécula.
- A la segunda se le resta 1 para obtener el número de átomos de Hidrógeno.
- La tercera se refiere al número de átomos de fluor.
- El resto de valencias, salvo que se indique lo contrario, quedan cubiertas con cloro.

Por ejemplo la fórmula del R-245 sería:

Carbono: $2+1=3$ átomos

Hidrógeno: $4-1=3$ átomos

Fluor: 5 átomos

El resto de valencias cubiertas con cloro no existen.

Cuando sólo aparezcan dos cifras se entiende que la primera no escrita será cero. Así tendríamos:

R-11

Carbono: $0+1= 1$ átomo Cl

Hidrógeno: $1-1= 0$ átomo Cl C F

Flúor: 1 átomo Cl

Resto: Cloro

Existen en la actualidad tres tipos de refrigerantes de la familia de los hidrocarburos halogenados:

CFC: (Flúor, Carbono, Cloro), Clorofluorocarbono totalmente halogenado, no contiene hidrógeno en su molécula química y por lo tanto es muy estable, esta estabilidad hace que permanezca durante largo tiempo en la atmósfera afectando seriamente la capa de ozono y es una de las causas del efecto invernadero.(R-11, R-12, R-115). Esta prohibida su fabricación desde 1995.

HCFC: (Hidrógeno, Carbono, Flúor, Cloro), Es similar al anterior pero con átomos de hidrógeno en su molécula. La presencia de Hidrógeno le confiere menos estabilidad, en consecuencia, se descompondrá en la parte inferior de la atmósfera y no llegará a la estratosfera. Posee un potencial reducido de destrucción de la capa de ozono. Su desaparición está prevista para el año 2015. (R-22)

HFC: (Hidrógeno, Flúor, Carbono), Es un Fluorocarbono sin cloro con átomos de hidrógeno sin potencial destructor del ozono dado que no contiene cloro. (R-134a, 141b).

Los nuevos refrigerantes (HFC) tenderán a sustituir a los CFC y HCFC:

USO O SERVICIO	CFC/HCFC	HFC
<i>Limpieza</i>	R-11	R-141b
<i>Temperatura media</i>	R-12	R-134a/R-409
<i>Baja temperatura</i>	R-502	R-404/R-408
<i>Aire Acondicionado</i>	R-22	R-407c

Los refrigerantes pueden ser puros o mezcla de diferentes gases, las mezclas pueden ser azeotrópicas o no azeotrópicas.

Las mezclas azeotrópicas están formadas por tres componentes y se comportan como una molécula de refrigerante puro. Empiezan por 5 (R-500, R-502).

Las mezclas no azeotrópicas están formado por varios componentes pero la mezcla no se comporta como una molécula de refrigerante puro. Por lo tanto la carga de refrigerante que funciona con estos gases se ha de realizar siempre por líquido ya que cada gas se comporta diferente en estado gaseoso. Empiezan por 4 (R-404, R-408, R-409). Aparte este tipo de mezclas tiene deslizamiento, lo que quiere decir que a la misma presión la temperatura es diferente si está en estado gaseoso o en estado líquido. Este deslizamiento puede ser desde 1º hasta 7°C.

Estos gases no son tóxicos en estado normal pero desplazan el oxígeno produciendo asfixia. Cuando están en contacto con llamas o cuerpos incandescentes el gas se descompone dando productos altamente tóxicos y capaces de provocar efectos nocivos en pequeñas concentraciones y corta exposición.

Los refrigerantes que empiezan por 7, indican que son fluidos inorgánicos. Por ejemplo, el amoníaco (NH_3) que se denomina R-717 o el R-744 que es el anhídrido carbónico (CO_2), el R-764 es el anhídrido sulfuroso (SO_2).

Los que empiezan por 6 son los isobutano como el R-600, se emplean en instalaciones domésticas. Son altamente inflamables.

CARACTERISTICAS DEL R-12:

Era el que más se empleaba por su buen comportamiento en general hasta su prohibición.

Evapora -29.4°C a presión atmosférica, era el más miscible con el aceite mineral, tenía una buena temperatura de descarga, admitía intercambiador de calor, se empleaban condensadores más pequeños.

El R-12 absorbía poca humedad y por lo tanto formaba poco ácido en comparación con los nuevos refrigerantes.

Las fugas se pueden detectar con lampara buscafugas.

CARACTERISTICAS DEL R-22:

Este refrigerante es del grupo de los HCFC, inicialmente estaba diseñado para aire acondicionado pero hasta hace poco se emplea para todo.

Evapora a $-40,8^\circ\text{C}$ a presión atmosférica, es miscible con el aceite mineral y sintético pero en bajas temperaturas es recomendable utilizar separador de aceite.

Acepta poco recalentamiento ya que de lo contrario aumentaría demasiado la temperatura de descarga.

Absorbe 8 veces más humedad que el R-12.

Actualmente se prohíbe su empleo en equipos e instalaciones nuevas excepto para equipos de aire acondicionado inferior a 100kw (ver calendario).

Las fugas también se pueden detectar con lampara.

CARACTERISTICAS DEL R-134a:

Pertenece al grupo de los HFC, al no tener cloro no son miscibles con los aceites minerales, sólo se emplea aceite base ESTER.

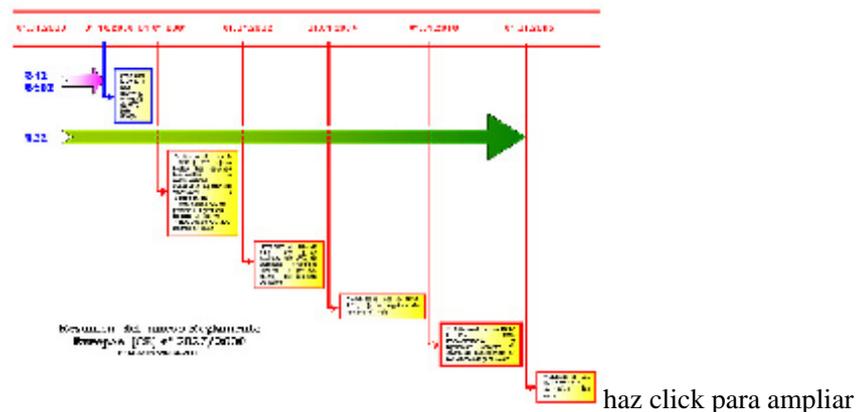
Evapora a -26°C a presión atmosférica y es el sustituto definitivo para el R-12.

Los HFC son muy higroscópicos y absorben gran cantidad de humedad.

De los HFC el 134a es el único definitivo los demás se emplean para mezclas (R-125, R-143a, R-152a).

Se detectan las fugas mediante buscafugas electrónicos o con otros medios como colorantes o el jabón de "toda la vida".

Actualmente se comenta que los gases que pertenecen al grupo de los HFC agraban más el efecto invernadero y al recalentamiento del planeta que las emisiones de CO_2 , de manera que nos plantea una gran duda, ¿Qué gases emplearemos en el futuro?.



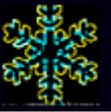
RECUPERACIÓN Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES:

Cada día es más importante la recuperación y el reciclaje de los refrigerantes, para evitar las emisiones de gases afectan al medio ambiente.

Para eso se emplean unidades de recuperación que extraen el gas de la instalación, lo deshidratan y extraen el aceite. Después este gas se puede emplear otra vez o almacenarse para su destrucción en el caso de los CFC.

Estos equipos llevan un pequeño compresor hermético, normalmente rotativo, además de los separadores de aceite y los filtros separadores, cuando más grande más rápido extrae el refrigerante y más pesado.





PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

Los aceites para refrigeración deben de estar deshidratados, soportar temperaturas frías y no debe descomponerse



CARACTERÍSTICAS:

- Viscosidad: Es la resistencia a fluir por un sitio, si es viscoso es que es muy denso, y si tiene poca viscosidad es muy fluido.

Se mide en grados Engler y se suele acompañar la temperatura del aceite y el tiempo que tarda en fluir por el equipo de medición Engler.

Otra medida es la ISO VG que tiene una escala del 2 hasta el 100.

Para refrigeración se emplean aceites con poca viscosidad.

- Punto de congelación: Es la temperatura a la cual el aceite deja de fluir, se solidifica.

Minerales = -50°C

Alquibencénicos, base Ester = -100°C

- Carbonización: Es el punto de inflamación y combustión del aceite.

Al soportar temperaturas elevadas el aceite se ennegrece y se carboniza, la temperatura de carbonización es entre $120 - 130^{\circ}\text{C}$.

- Punto de fluclación: Es la temperatura a la cual en el aceite, mezclado con refrigerante,

aparecen granos de cera, esta temperatura es más baja que la de congelación.

Al subir la temperatura el aceite ya no se puede reutilizar. ,

- Índice de neutralización: Cuando los aceites se mezclan con agua o oxígeno suelen crear ácidos, este índice nos indica la cantidad de ácido que es capaz de crear, es mejor cuando menor es este índice.
- Rigidez dieléctrica: Es la resistencia eléctrica del aceite, suele ser de 25Kv.

Por ejemplo características del SUNISO 365:

viscosidad: SSU -37,8° 150"

Índice de neutralización: 0,1

Rigidez dieléctrica: 25Kv

ACEITE MINERAL:

Se emplean con los CFC HCFC, son muy miscibles y poco higroscópicos.

No son miscibles con los nuevos refrigerantes ya que estos arrastran el aceite y se acumula en el evaporador.

POLI-ALQUIL-GLICOL (PAG):

Se emplea con los HFC, es muy higroscópico, se oxida en exposición con el aire, no se puede mezclar con mineral y se debe mantener en recipientes herméticos. Se usa casi exclusivamente en automoción.

POLIOL-ESTER, (BASE ESTER):

Es miscible con todos los refrigerantes (CFC, HCFC, HFC), es miscible con el aceite mineral si no supera el 1% de este en la instalación si se emplea HFC. Si se emplea HCFC se puede mezclar mineral y base Ester al 50%-50%. No es tan higroscópico como el PAG pero lo es más que el mineral.



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

40 VACIO EN EL SISTEMA

El vacío se emplea en refrigeración para lograr la eliminación de incondensables y de la humedad.

- La humedad se ha de eliminar para evitar que las válvulas de expansión o el tubo capilar se obstruyan por un tapón de hielo. También para evitar la posibilidad de oxidación, corrosión y deterioro del refrigerante y del aceite.
- Los incondensables (O_2 , N_2) se han de eliminar para evitar el aumento de presión de condensación y la oxidación de los materiales.
- La relación entre el vacío y la humedad es muy simple, cuando más baja sea la presión obtenida, menos humedad y aire quedan en el sistema. Es más difícil eliminar agua en forma líquida de un sistema, que en forma gaseosa

El tiempo de vacío es función de:

- a.) Volumen en m^3/h de la bomba de vacío.
- b.) El volumen de los tubos.
- c.) El volumen del sistema y su tipo.
- d.) Contenido de agua en el sistema.

Es fácil fijar a, b y c.

Una cosa muy importante es el hecho que se tarda 16 veces más para lograr el vacío en un nivel fijado si se usa un tubo de $\frac{1}{4}$ que si se hace servir un tubo de $\frac{1}{2}$ y el doble de tiempo si el tubo mide 2m en lugar de 1m.

El contenido de humedad es el parámetro más variable que al mismo tiempo es el que influye más en el tiempo de vacío. La humedad depende de la temperatura ambiente, de las condiciones en las cuales fueron almacenados los componentes, del estado de la humedad (líquido o vapor).

NIVELES DIFERENTES DE VACIO

La elección del nivel de vacío depende de:

- El tipo y la construcción del sistema.
- El grado de impurezas.

- El tiempo necesario para el vacío.
- Se pueden obtener dos tipos de vacío:

0,05 – 0,1 mbar (alto vacío)

0,5 – 2mbar

Para lograr el primero se tarda mucho tiempo y por lo tanto no es muy frecuente pero es el que ofrece mayor seguridad.

El grado más frecuente de vacío está entre 0,5 y 2 mbar.

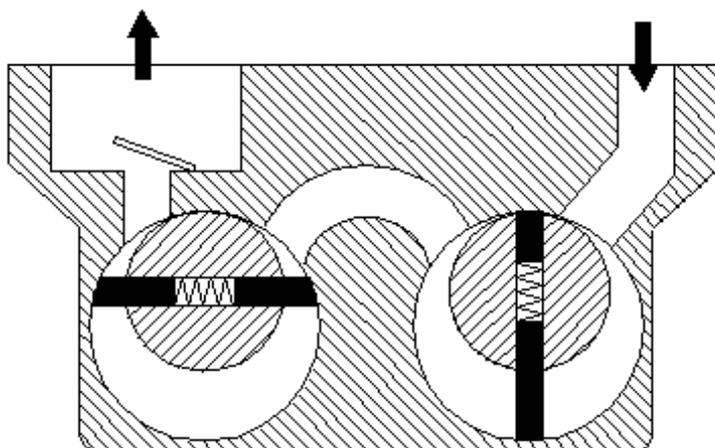
SELECCIÓN DE LA BOMBA DE VACIO



Las bombas de vacío se caracterizan por lo siguiente:

- El vacío límite
- La velocidad de bombeo.

Las bombas de vacío son bombas rotatorias de paletas, están compuestas por una caja (estator) en el cual gira un rotor con ranuras que está fijado excéntricamente. Este rotor tiene paletas que son empujadas generalmente por la fuerza centrífuga o por muelles. Estas paletas se deslizan a lo largo de las paredes del estator y de esa manera empujan el aire que ha aspirado en la entrada, para finalmente expulsarlo a través del aceite por la válvula de salida.



El contenido de aceite en estas bombas sirve de lubricante y de junta estanca, llena los huecos vacíos y ayuda a refrigerar la bomba.

Es importante cambiar el aceite de la bomba con regularidad ya que la humedad del circuito de refrigeración vuelve a aparecer en la bomba y provoca la oxidación de esta. Además no existe estanqueidad entre las paletas y el estator y el agua evapora en la cámara de vacío.

Las bombas de doble efecto alcanzan presiones más bajas que con bombas de simple efecto.

El tamaño de la bomba ha de ser el adecuado para el circuito. Una bomba demasiado grande

puede hacer un vacío en muy poco tiempo, pero produce formación de hielo. Como que el hielo evapora muy lentamente, tenemos la impresión de que hemos obtenido el vacío deseado. Después de un cierto tiempo el hielo empezará a deshelar y evaporará, lo que aumenta la presión y en consecuencia encontraremos otra vez humedad en el circuito.

Con una bomba demasiado pequeña, el tiempo de evacuación será demasiado largo.

GAS BALLAST

Es el nombre técnico de un dispositivo que se usa en las bombas de vacío.

Su propósito es impedir que los vapores condensen dentro de la bomba durante la acción de descarga.

Los vapores bombeados sólo pueden ser comprimidos hasta su presión de vapor de saturación a la temperatura de la bomba. Si por ejemplo, sólo se bombea vapor de agua a 70°C, solamente puede ser comprimido hasta 312mbar. Si se sigue comprimiendo, el vapor de agua se condensa sin que la presión aumente. No existe ninguna sobrepresión en la bomba de manera que no se abre la válvula de descarga y el agua se queda en la bomba y emulsiona con el aceite de la bomba. Como consecuencia, las características lubricantes del aceite se deterioran muy rápidamente y la bomba puede agarrarse si contiene demasiada agua.

Con el gas Ballast antes de que empiece la compresión se deja entrar en la cámara de compresión el lastre de aire, que es una cantidad de aire exactamente regulada, justo la cantidad, que la compresión directa de la bomba haya disminuido a un máximo de 10:1. Ahora los vapores bombeados pueden ser comprimidos con gas ballast antes de que obtengan el punto de condensación.

La presión parcial de los vapores de la bomba, de cualquier modo, no tendría que sobrepasar ciertos valores; ha de ser tan baja que con una sobrepresión con el factor 10, los vapores no puedan condensar a la temperatura de trabajo de la bomba. En el caso que se bombee sólo vapor de agua, este valor crítico se llama tolerancia del vapor de agua.

TEST DE CAIDA DE VACIO

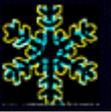
Para realizar una prueba de vacío es necesario un vacuómetro colocado en el puente de manómetros.

Cuando se alcanza la presión de 30mbar se ha de continuar durante 10 o 20 minutos el proceso. Luego se cierra la válvula y se observa el vacuómetro. Si existe una pequeña fuga o si el sistema continúa húmedo, el indicador del medidor se moverá y de este modo indica una subida de presión en el sistema.

Si existe una fuga la presión seguirá subiendo indefinidamente. Si el sistema es estanco, la subida de la presión sólo puede ser por evaporación de vapor en el sistema. El agua continuará evaporándose en el sistema hasta que exista un equilibrio de vapor, a una presión ligeramente más alta que al comenzar el test. A ese punto, la lectura del vacuómetro se mantendrá estacionaria.



FRIGORISTA TORPE



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY

El aire normal es la mezcla de aire seco más vapor de agua.

Estados del vapor:

- Vapor saturado: Es aquel que a una presión determinada le corresponde una temperatura, no admitiendo más evaporación. Los vapores saturados pueden ser secos y húmedos, según tengan o no líquido mezclado con el vapor.
- Vapor recalentado: Aquél que se encuentra a más temperatura que la correspondiente a su saturación, admitiendo más evaporación; también se le llama vapor no saturado.

Propiedades del vapor del agua:

- El aire atmosférico tiene una cierta cantidad de vapor de agua, normalmente en estado de vapor sobrecalentado, a baja presión y baja temperatura.

Calor específico del vapor de agua:

- Basándose en datos experimentales y en el campo del aire acondicionado, se ha adoptado como valor del calor específico del vapor del agua:

$$C_{pv}=0,46 \text{ Kc/Kg}^{\circ}\text{C}$$

Ley de Dalton:

- En cualquier mezcla mecánica de gases y vapores (aquellos que no se combinan químicamente):

Cada gas o vapor en la mezcla ejerce una presión parcial individual que es igual a la presión que ejercería si el sólo ocupara todo el espacio.

La presión total de la mezcla es igual a la suma de las presiones ejercidas por cada uno de los gases o vapores en particular.

El aire obedece a dicha ley ya que es una mezcla de gases y vapores.

La presión barométrica total es la suma de todas las presiones parciales ejercidas por los gases secos y por el vapor de agua.

Por lo tanto:

$$P_{\text{atmosferica}} = P_{\text{aire seco}} + P_{\text{vapor agua}}$$

Humedad específica:

La humedad específica es la cantidad de vapor de agua contenida en 1 Kg. de aire seco.

Aire saturado:

- Con esta expresión se quiere decir que el vapor de agua está saturado. Es decir que la presión parcial en la mezcla es igual a la presión de saturación correspondiente a la temperatura a la que se encuentra la mezcla.

Si a partir de este punto se aumenta la proporción de vapor de agua se llegará a la condensación o la formación de niebla.

Si por el contrario el aire está sobrecalentado, se podrá añadir más hasta llegar a la saturación.

- **Punto de rocío:**

Si una mezcla de aire y vapor de agua es enfriada a presión constante, la temperatura a la que tendríamos vapor saturado es llamado punto de rocío. Dicha temperatura es evidentemente correspondiente a la presión parcial del vapor de agua de la mezcla.

Temperatura de bulbo húmedo y bulbo seco:

Es la temperatura que se determina con un termómetro (llamado de bulbo húmedo) que tiene el bulbo cubierto de una gasa empapada en agua.

Haciendo pasar el aire a una velocidad suficientemente elevada (siempre que el aire no esté saturado) se nota un descenso de la temperatura respecto a la indicada en un termómetro normal (de bulbo seco) y que es producida por la evaporación del aire.

- **Humedad en el aire:**

El aire totalmente seco no existe pues siempre contiene vapor de agua.

El vapor del agua proviene de la evaporación parcial de las grandes masas de agua, (mares, ríos, lagos, etc.) su conocimiento es importante, ya que las variaciones de vapor de agua afectan sensiblemente al confort de las personas, o a las condiciones de los procesos industriales.

Humedad relativa y humedad absoluta:

La humedad del aire se puede indicar en forma absoluta y relativa.

- Humedad absoluta(H_a):

Es la cantidad de vapor de agua contenida en una unidad de volumen de aire. Se expresa en gr/m^3 .

$$H_a = m^v/V$$

m^v = masa de vapor de agua (gr)

V = volumen del aire (m^3)

- Humedad relativa(Hr):

Es la relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una determinada masa de aire y la que tendría si estuviese saturado de humedad a la misma temperatura.

$$Hr = m_v / m_{vs}$$

m_v = masa de vapor que contiene el aire.

m_{vs} = masa de vapor que contendría si estuviera saturado.

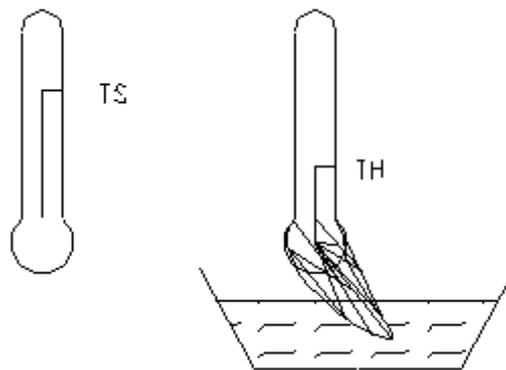
Psicrometros:

Están formados por dos termómetros, uno seco y otro húmedo.

El termómetro húmedo se encuentra rodeado por una gasa humedecida permanentemente, al estar parte de la misma sumidera en agua.

La determinación de la humedad relativa del aire se realiza de la siguiente manera:

La gasa que rodea al termómetro húmedo al evaporar parte del agua que contiene, provoca un descenso de temperatura en el termómetro, ya que para evaporarse un líquido necesita absorber calor, calor que recoge del que tiene el propio bulbo, haciendo que este se enfríe.



Una vez conocidas las temperaturas TS (termómetro seco) y TH (termómetro húmedo) se puede determinar la humedad relativa con el diagrama psicrométrico.

Diagrama psicrométrico:

Existen varias formas de relacionar la temperatura con la humedad, entre ellas tenemos el Diagrama Psicrométrico, con el cual podemos ver la humedad relativa, cantidad de agua, etc.

La escala horizontal, está constituida por los valores de la temperatura que encontramos en un termómetro cualquiera.

Todas las líneas verticales se denominan °C, esa temperatura, estarán en cualquier punto de la línea vertical que corresponda a 25°C.

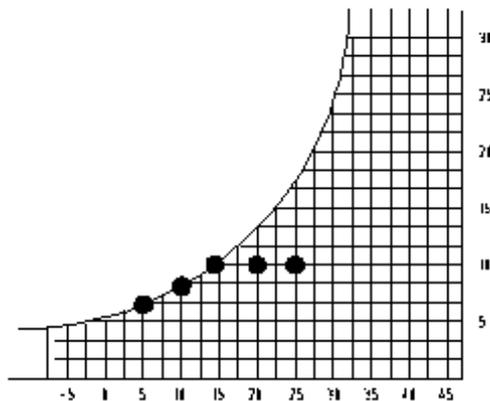
La escala de la derecha indica el contenido de agua, y lo mismo que decíamos en el caso anterior, si tomamos por ejemplo 10 gramos, los 10 gramos estarán en cualquier punto de la recta horizontal correspondiente.

Simplemente con esta parte del gráfico podemos ver algunas propiedades del aire.

Por ejemplo, según el gráfico el aire se $^{\circ}\text{C}$ y 10gr).

Supongamos que este aire es enfriado a 20°C (sólo disminuye la temperatura), la cantidad de agua sigue la misma, luego ahora estará el aire en el punto 20°C y 10gr.

Si seguimos enfriando el aire hasta dejarlo a 14°C seguiremos disminuyendo sólo la temperatura, pero la cantidad de agua es la misma (10gr), pero observamos que en ese punto hemos llegado al final del gráfico en la línea 14°C y 10gr. Lo que indica que en ese punto se encuentra el aire con la máxima humedad que admite en esas condiciones, si lo seguimos enfriando por debajo de los 14°C el vapor de agua que contiene el aire empezará a condensarse ya que el aire a menor temperatura no puede contener tanta cantidad de humedad.



Si lo enfriamos a 10°C descenderíamos desde el punto 14°C 10gr por el borde del gráfico hasta encontrar la temperatura deseada 10°C y observamos que estamos en la línea horizontal correspondiente a 7,7gr y si lo seguimos enfriando hasta dejarlo a 5°C seguiremos descendiendo, por el borde del gráfico y nos encontramos con la línea de contenido de agua de 5,5gr.

El aire queda saturado de humedad pero con menos gramos de agua por kilo de aire, el resto se ha condensado.

La línea que une todos los puntos de saturación del gráfico se denomina punto de rocío o temperatura de saturación.

Con el gráfico podemos determinar la humedad relativa sin necesidad de hacer cálculos:

El gráfico dispone de unas curvas que se parecen a la línea de saturación y que corresponden a cada tanto por ciento de humedad.

De esta forma podemos, conocida la humedad relativa, conocer los gramos de agua o viceversa, como ejemplo verá qué humedad relativa corresponde a las temperaturas del ejemplo anterior 25°C 10gr.

Buscando en el gráfico la intersección de las líneas tendremos 50% Hr y cuando lo enfriamos a 20°C teníamos 67% Hr, y le seguimos enfriando hasta 14°C y teníamos 100% Hr hasta los 5°C .

Si partimos de 25°C 10gr 50% y calentamos el aire hasta 35°C 10gr, obtenemos un Hr del 28%.

De estas pruebas deducimos:

- Al enfriar el aire aumenta el % de Hr.
- Al calentar el aire disminuye el % de Hr.
- Ahora vamos a incluir en el ábaco la temperatura de bulbo húmedo.

Supongamos que tenemos 1 kg de aire a una temperatura de B.S. de 24°C y 8,5gr de agua. Si pudiéramos saturar completamente el aire, aumentando los gramos de vapor de agua, su temperatura disminuirá, pues las gotas de agua para vaporizarse necesitan calor y lo recogen del mismo aire haciéndolo descender de temperatura.

Imaginemos que su temperatura hubiera descendido hasta aproximadamente 16,4°C y a esa temperatura el aire saturado contendría 11,6 gr de agua.

A la temperatura del aire saturado se le denomina TBH en este caso la TBS es 24°C, TBH 16,4°C y el contenido de agua de 8,5gr.

Las líneas del BH aparecen en forma diagonal.

Otra propiedad a tener en cuenta es el volumen específico, que representa el volumen que ocupa la mezcla de aire y vapor de agua a una determinada temperatura en metros cúbicos por kilo.

Por ejemplo, un kilogramo de aire a 24°C (B.S.) ocupa aproximadamente 0,84m³ a la presión atmosférica.

Si se calienta a 35°C este mismo kilo de aire ocupará un mayor volumen, o sea 0,87 m³.

Pero si se enfría a 13°C este kilo de aire ocuparía sólo 0,81 m³.

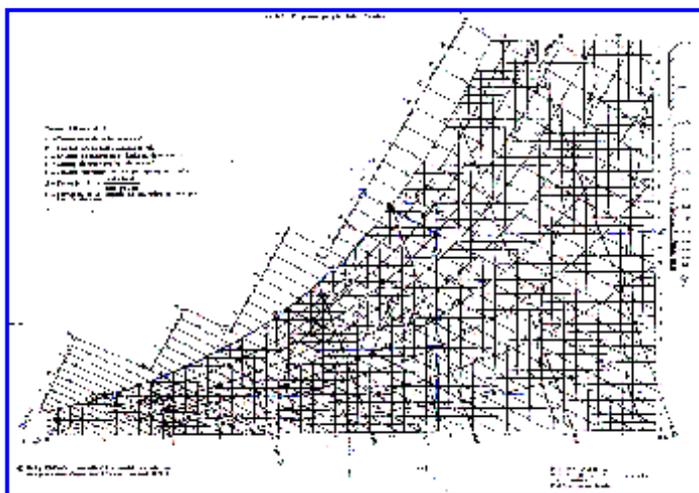
Las líneas de los volúmenes específicos aparecen en el gráfico como líneas oblicuas.

Otra propiedad muy útil es la llamada entalpía o contenido total del calor en la mezcla de aire humedad.

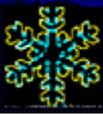
El uso de la entalpía permite determinar el calor añadido o quitado al aire en cualquier proceso.

Las líneas de entalpía aparecen casi sobrepuestas a las líneas de B.H.

Por ejemplo un aire a 25°C de B.S. y 15°C de B.H. y con un contenido de agua de 6,5 gramos, en ese punto el aire tendrá la entalpía de 10Kcal/kilo de aire.



[Haz click para ampliar](#)



FRIGORISTA TORPE



PRINCIPAL

MOTORES

TUBERIAS

MEDIDA

REFRIGERACION

COMPRESOR

EVAPORADOR

EXPANSION

CONDENSADOR

AUXILIAR

GASES

ACEITE

VACIO

HIGROMETRIA

FORO

QUIEN SOY



Bueno, me presentaré soy Jesús Blesa Montalbán, el de la derecha de la foto, el de la izquierda es Santi Griñó un compañero que hizo conmigo el cursillo de frío.

La verdad que el frío me viene de hace poco, yo cursé la Formación profesional en la rama de electricidad-electrónica. Al finalizar curse un Ciclo Formativo de Grado Superior donde me forme como técnico en sistemas informáticos y telecomunicaciones ya que me tiraba bastante el rollo informático (y ahora también).

A los 22 añitos me puse a currar en Sintronic nada más acabar el Ciclo Formativo, para los que no conocéis Sintronic, esta empresa era en informática lo que es Pecomar en frío, o sea, un mayorista bastante importante a nivel nacional, y digo lo de era porque la empresa se fue a hacer puñetas.

Allí empecé en el servicio técnico cogiendo llamadas y acabé como responsable de las garantías, o sea que gestionaba el material que había llegado defectuoso al cliente se lo cambiaba y lo enviaba al fabricante que podía ser de Alicante o de Taiwan y eso sin tener casi ni idea de inglés.

Como la cosa la vi negra en Sintronic, envié un currículum a una importante cadena de supermercados que necesitaba personal de mantenimiento. Entré en esta empresa y tras 4 meses de cursillo me convirtieron en Frigorista.

Ahora llevo 3 años trabajando en esta empresa donde a parte de frío y electricidad llevo cortadoras, picadoras, balanzas, traspaletas y maquinas de fregar o sea maestro de nada y aprendiz de todo.



Esta web surge a raíz del cursillo que realicé al entrar a trabajar de frigorista. Está compuesto por 13 temas, como vereis no soy ingeniero ni un maestrillo ni lo pretendo ser, simplemente he puesto a disposición de todo el mundo los apuntes de aquel cursillo.

Por lo tanto os ruego que si veis algun error o burrada hacérmelo saber para modificarlo. A parte pretendo hacer un foro de frigoristas para proponer temas y problemas que surgen en nuestra profesión y entre todos poder solucionarlos.

Gracias y saludos de un frigoristatorpe.



01.01.2000 01.10.2000 01.01.2001 01.07.2002 01.01.2004 01.01.2010 01.01.2015

R-12
R-502

Prohibida la venta y uso (nuevo o recarga) de CFC (R12, R502)

R-22

Prohibido el uso de HCFC (R22, ...) en todos los equipos fabricados o instalaciones realizadas a partir del 01.01.2001, a excepción de :
- Equipos de A/C de potencia frigorífica inferior a 100 Kw
- Equipos de A/C tipo bomba de calor

Prohibido el uso de HCFC (R22, ...) en equipos de A/C de potencia frigorífica inferior a 100 Kw, excepto en bombas de calor

Prohibido el uso de HCFC (R22, ...) en equipos de bombas de calor

Prohibido el uso de HCFC (R22, ...) para mantenimiento y reparación, excepto los HCFC de procedencia de reciclado o regeneración

Prohibido el uso de HCFC (R22, ...) en todos los usos

Resumen del nuevo Reglamento Europeo (CE) n° 2037/2000
Publicado 29.09.2000