

Principios termodinámicos Básicos

Ir a la sección:

La elección de un sistema de aire acondicionado requiere tener algunas nociones de física y un cierto nivel de conocimientos técnicos.

Intercambiador

Cuando dos cuerpos, con diferentes temperaturas, entran en contacto se produce un intercambio, hasta llegar a una situación de equilibrio.

Este intercambio se produce, siempre, del cuerpo caliente al cuerpo frío.

La potencia transmitida durante el intercambio es una función de la superficie del intercambiador, un coeficiente de intercambio y la diferencia de temperatura.

$$P = K \times S \times \Delta T$$

Donde:

P : Potencia del intercambio en **W**

K : Coeficiente de intercambio en **W/m².°K**

S : Superficie del intercambiador en **m²**

ΔT: Diferencia de temperatura entre fluidos, en gradosKelvin
(**°K**)

Si la diferencia de temperatura (ΔT) entre fluidos es elevada, la superficie del intercambiador grande y el coeficiente de intercambio es alto, entonces la potencia transmitida sera tambien alta.

Comentario: Este intercambio térmico puede presentar varios aspectos, por ejemplo: entre el fluido refrigerante y el aire (intercambiador tipo aletas), entre el fluido refrigerante y el agua (intercambiador de placas) o entre el fluido refrigerante y la tierra (sensores enterrados).

Evaporación, Evaporador

Los fluidos (agua, fluido refrigerante) pueden cambiar de estado: solido, liquido, gaseoso, o sea, hielo, agua, vapor de agua. La evaporación se refiere al proceso de cambio de un fluido desde el estado líquido al gaseoso (vapor). Este cambio es posible cuando se somete a un calentamiento al fluido a evaporar

Por ejemplo, el agua necesita calentarse (con una resistencia eléctrica, un quemador de gas, etc) para hervir (= evaporar).

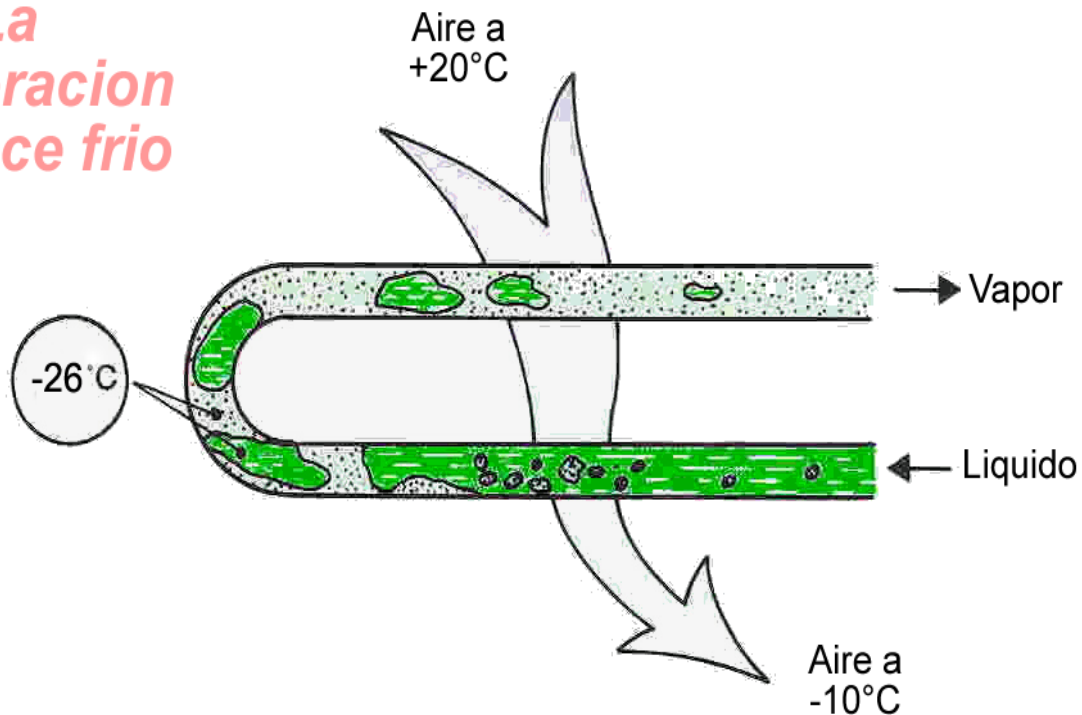
Cuando un fluido evapora se encuentra en un estado (bifásico) de liquido-vapor. Su temperatura permanece constante mientras se mantiene en uno de los estados, desde la primera "burbuja de vapor" hasta la última "gota de líquido"

En el intercambio entre aire/fluido refrigerante (evaporador)-ver figura mas abajo- el aire ambiente a 20°C calienta al fluido refrigerante, a

–40°C, el cual evapora. Este fluido a –40°C es R22, en estado líquido-vapor a la presión atmosférica.

Durante este intercambio el aire es enfriado.

**La
evaporacion
produce frio**



Condensación, condensador

El cambio de líquido a vapor puede ser invertido y esta inversión se conoce con el nombre de condensación.

La condensación consiste en cambiar el estado de un fluido de vapor a líquido.

El fluido, al ser condensado, desprende calor durante el proceso.

Al igual que en la evaporación el fluido condensado se encuentra en un estado de líquido-vapor y su temperatura permanece constante mientras se encuentra en ese estado.

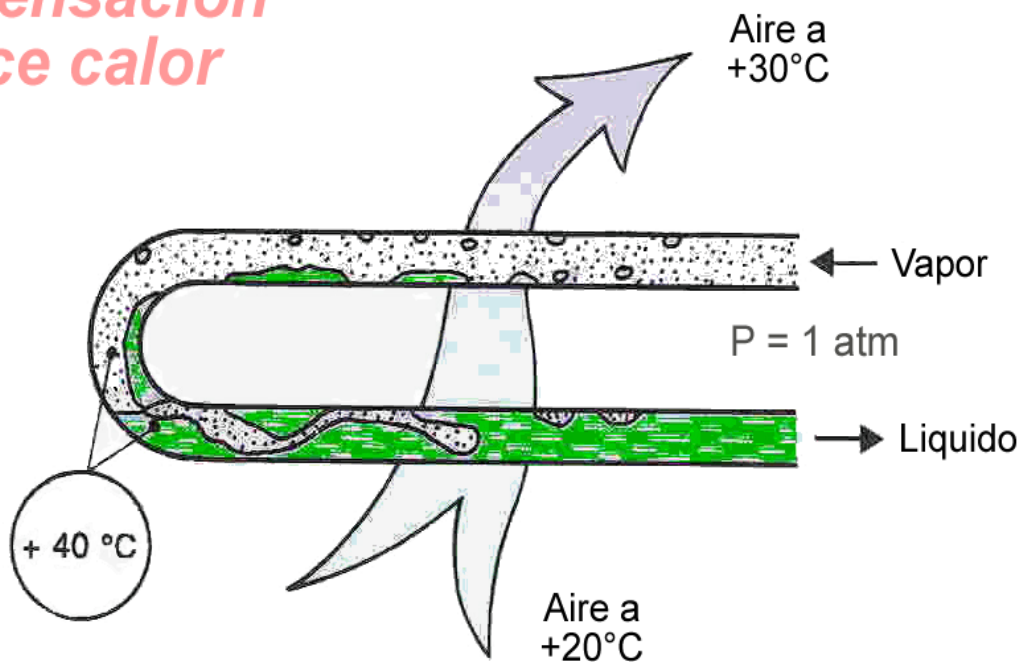
La cantidad de calor necesaria para evaporar un fluido en estado líquido es igual a la transmitida por ese fluido, en estado gaseoso,

durante la condensación.

En el intercambio aire/fluido refrigerante, por ejemplo, el aire ambiente a $+20^{\circ}\text{C}$ " absorbe " calor del fluido refrigerante, que condensa a $+40^{\circ}\text{C}$.

Durante este intercambio el aire es calentado.

La condensacion produce calor



Temperatura

Se utilizan varias escalas de temperatura

Escala KELVIN (símbolo K)

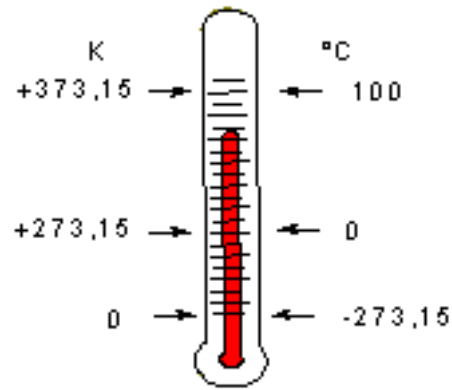
Unidad legal de temperatura absoluta. Esta escala se utiliza en termodinámica. El 0 (K) es conocido como el cero absoluto y es igual a

$-273,15^{\circ}\text{C}$, temperatura inaccesible correspondiente a un estado totalmente inerte de la materia

Escala CELSIUS (símbolo °C)

0 °C = + 273,15 K, es la temperatura a la que funde el hielo.

100 °C = + 373,15 K, es la temperatura de ebullición del agua, a la presión atmosférica normal.



Presión

La presión es el resultado de la aplicación de una fuerza a una superficie.

$$P = \frac{F}{S}$$

Pressure units

La unidad legal es el Pascal (Pa) igual a 1 Newton por m² (N/m²).

Al ser muy bajo este valor, se utilizan otras unidades.

El Bar igual a 100 000 Pa (10⁵Pa). Es la presión aplicada por el peso de una masa de 1.02 kg (10 N) a una superficie de 1 cm².

El Milibar Unidad antigua usada en climatología que es igual a un hecto-pascal (hPa).

El metro de columna de agua (m H₂O) (10.33 m H₂O = 101 325 Pa) y **el milímetro de columna de agua** (mm H₂O) se utilizan en hidráulica y aerólica (altura manométrica de una bomba, depresión de los ventiladores, pérdidas de carga)

Existen varios tipos de presión o medidas de presión:

La presión atmosférica (p_{atm}) Es la presión ejercida por el aire ambiente. Es igual a 101 300 Pa = 1.013 bares, en condiciones normales al nivel del mar.

La presión absoluta (p_a) Es la suma de todas las presiones ejercidas sobre un cuerpo, incluyendo la presión atmosférica. El cero representa el vacío absoluto.

La presión relativa o efectiva (p_e) Es una presión expresada en función de la presión atmosférica, donde ésta se representa por el valor 0.

La presión diferencial (ΔP) Expresa el valor de la diferencia entre dos presiones. Se utiliza para el control de dispositivos de seguridad y de control.



Relación Presión – Temperatura

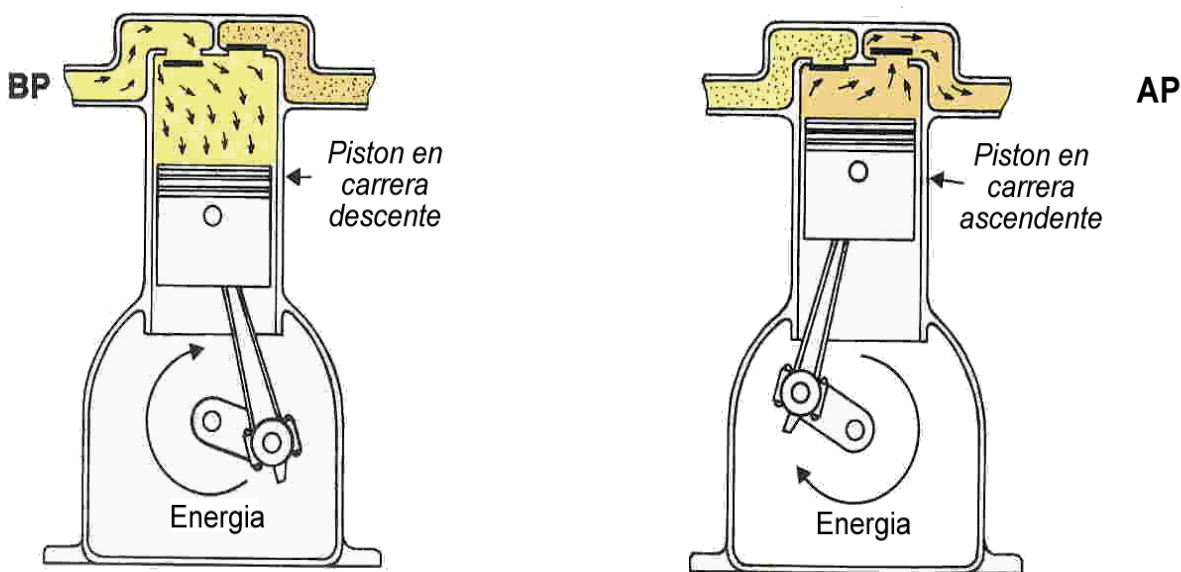
Para el agua y todo fluido refrigerante, la temperatura de evaporación (y de condensación) y la presión están relacionadas. Es decir, cuanto más alta sea la presión más alta será la temperatura de evaporación (o de condensación).

Comprimir, compresión

Comprimir un fluido consiste en elevar, en fase gaseosa, su nivel de presión.

La presión en la aspiración del compresor se llama Baja Presión (BP) y la de salida se llama Alta Presión (AP).

La energía suministrada al árbol del compresor se transmite, parcialmente, al fluido.



Ciclo de compresion de un compresor a piston

FLUIDO REFRIGERANTE



Los fluidos refrigerantes se utilizan en todos los procesos de producción de frío debido a una de las particularidades importantes de estos fluidos, como es la de tener una temperatura de evaporación muy baja (varía entre -40°C a $+10^{\circ}\text{C}$, dependiendo del fluido utilizado).

Como ya es sabido, los fluidos refrigerantes utilizados hasta hace poco eran los CFCs y los HCFCs (R12, R22 and R502) peligrosos para

nuestro planeta y ambiente ya que son responsables de la disminución de la capa de ozono. Se han propuesto varias soluciones y algunas de ellas están ya en vigor, como por ejemplo la sustitución de estos productos por fluidos sintéticos (producidos a base de HCFC y HFC), utilización exclusiva de los HFC así como otros fluidos caloportadores, en las aplicaciones del frío, como el amoníaco (NH_3) o el CO_2 , por ejemplo.

Se ha previsto que el R404 A (con un campo de aplicación de -40°C to 0°C) sea el sustituto del R502 y del R22.

Para la sustitución del R12 se ha previsto el R134 A (con un campo de aplicación de -20°C to $+10^\circ\text{C}$).

Balance general en Europa

La producción de los HCFCs, que son los sustitutos actuales de los CFCs, finalizará el 31 de diciembre, 2014, con los siguientes índices de disminución:

-35% en 2004

-60% en 2007

-80% en 2010

-95% en 2013

La reglamentación varía en función de los países:

è Suecia

Desde 1998 los HCFCs están prohibidos en instalaciones nuevas (todas las aplicaciones).

è Alemania

Prohibición del R22, en nuevas instalaciones, a partir del 2000; el R12 debería estar eliminado desde hace mas de un año.

è Resto Europa

Voluntad de ciertos organismos de no utilizar los HCFCs para favorecer la adopción de los HFCs.

Por tanto, el R22 desaparecerá, a corto plazo, de las instalaciones nuevas.

Para reemplazar el R502 y el R22 esta previsto el R404 A , con un campo de aplicación de -40°C a 0°C .

Para reemplazar al R12 esta previsto el R314 A , con un campo de aplicación de -20°C a $+10^{\circ}\text{C}$.

Los fluidos de sustitución

Los diferentes fluidos de sustitución para reemplazar a los anteriores quedan indicados en la siguiente tabla, de acuerdo con las aplicaciones:

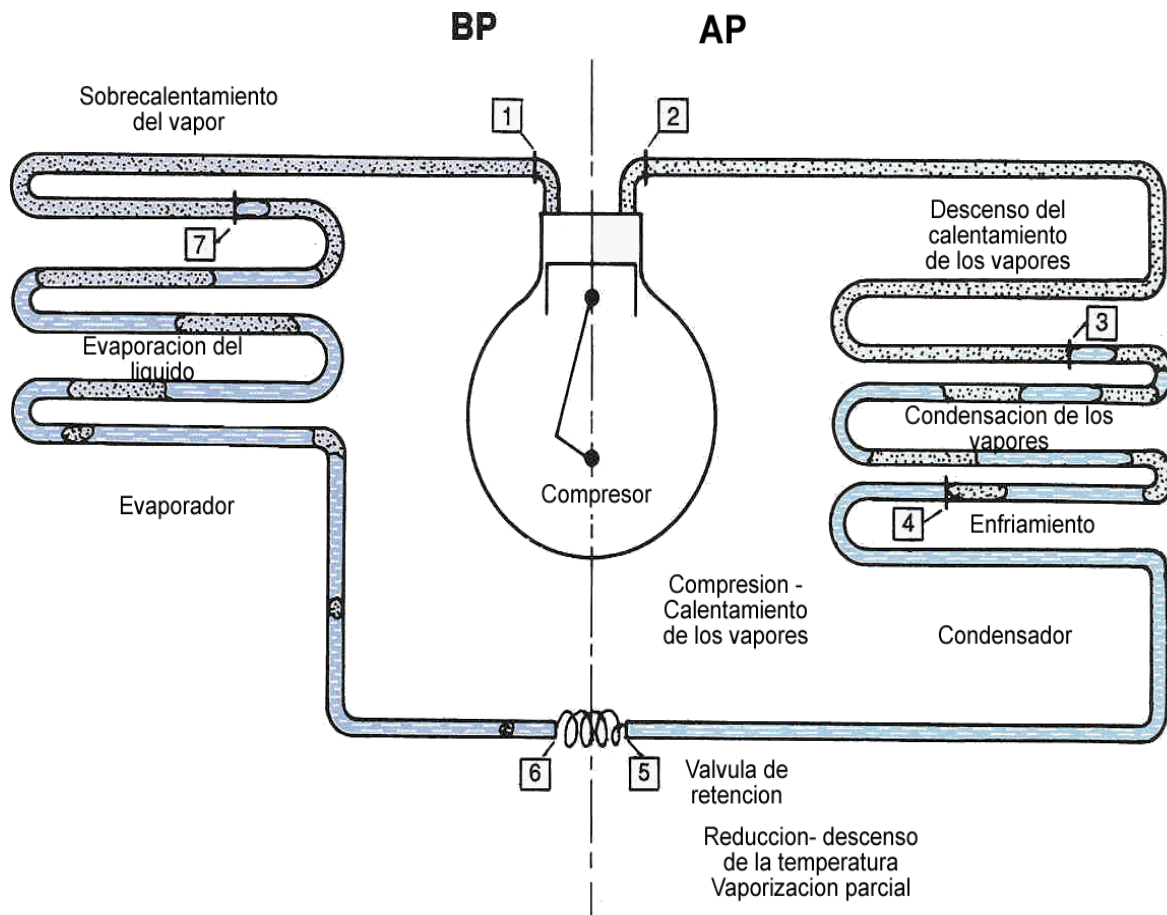
	Fluido anterior	Posible retrofit *	Fluidos de conversion	Fluidos instalacion nueva
Aire acond. Domestico	R12	No	***	R134a
Conserva de alimentos	R12	Si	FX56/R134a	R134a
	R22	***	R22	R22
	R502	Si	FX10	FX40/FX70

Aire Acondicion. edificios c/ compresores a piston	R12	Si	DP40/R134a	R134a
	R113	No	***	(?)
	R114	Si	FP40/R124	R124
	R500	Si	FX57	R134a
	R22	***	R22	R22
Aire Acondicion. edificios c/ compresores centrifugos	R11	Si	R123	R123
	R12	Si	R134a	R134a
Bombas de calor	R12	Si	DP40/R134a	R134a
	R22	***	R22	R22
	R114	Si	FP40/R124	R124
	R11	Si	R123	R123
	R142b	***	R142b	R142b
	R500	Si	FX57	R134a
	R502	Si	FX10	FX40/70
	R113	No	***	***

*El Retrofit consiste en el reemplazo del fluido frigorífico contaminante, por un fluido de conversión. Esta operación necesita, en algunos casos, reemplazar, también, el aceite.

Ciclo continuo de refrigeración





1. Evaporación (6 → 7)

El calor penetra en el local de diferentes formas:

- Radiación solar en los cristales de las ventanas
- Por conducción, a través de las paredes
- Por los ocupantes, la iluminación y otros aparatos eléctricos; es lo que llamamos aportes internos.

Este aporte calorífico se absorbe por la evaporación del líquido refrigerante, en el evaporador.

2. Compresión (1 → 2)

Los vapores formados durante la evaporación son aspirados por el compresor que los envía al condensador.

Como resultado de la compresión, la cantidad de calor y la temperatura de este vapor aumenta. La presión aumenta al mismo tiempo que la temperatura.

3. Condensación (3→4)

La temperatura de condensación del vapor del fluido refrigerante es superior a la del medio refrigerado (aire o agua).

El vapor comprimido va, pues, a ceder su calor (que va siempre del cuerpo mas caliente hacia el cuerpo mas frio) al condensarse, de ahí el nombre de condensador.

El fluido refrigerante hierve a baja presión. Los vapores emitidos por el fluido no pueden licuarse salvo que se mantenga una presión importante en el condensador.

4. Reducción de presión (5→6)

A la salida del condensador, el fluido refrigerante esta, todavía, a una presión elevada; la válvula reductora se encarga de crear una depresión (=pérdida de carga) permitiendo al fluido poder evaporarse facilmente, en el evaporador. Comienza un nuevo ciclo.

APLICACIONES

LAS Aplicaciones son numerosas : refrigeración, climatización...y de forma general todos los locales que necesitan una evacuación del calor.

Es preciso dimensionar bien la instalación (Evaporador, Compresor, Condensador, Sistema de retención) para combatir los diferentes aportes de calor internos (ocupantes, aparatos, iluminación) así como los externos (radiación solar, conducción a través de las diferentes paredes).

El evaporador se colocará en el local que se desea refrigerar, la potencia fria suministrada será P_{frio} .

El compresor es un motor eléctrico que suministra una potencia, $P_{\text{eléctrica}}$, sobre el árbol de compresión y parcialmente transmitida al fluido refrigerante. Es esta potencia la que será facturada al usuario.

El condensador se colocará en el exterior o en una sala técnica, si existe, permitiendo la evacuación del calor, por lo que se necesita una buena ventilación en la zona del condensador. La potencia evacuada por el condensador será $P_{\text{calorífica}} = P_{\text{frio}} + P_{\text{eléctrica}}$.

La máquina frigorífica puede, si es reversible, producir frío en verano (climatización) y calor en invierno.

Para ello basta con invertir el ciclo por medio de una válvula de 4 vías, el evaporador colocado en el local actúa de condensador y el condensador, colocado en el exterior, se convierte en evaporador.

CALOR SENSIBLE, CALOR LATENTE

Calor sensible

Es la cantidad de calor que es necesario suministrar o retirar a un cuerpo para elevar o disminuir su temperatura sin provocar un cambio de estado.

Se expresa con la siguiente ecuación:

$$Q_s = m \cdot c_p \cdot \Delta t_o$$

Donde:

Q_s en (kJ) es la cantidad de calor

m en (kg) es la masa del cuerpo

c_p en (kJ/kg.K) es la capacidad térmica de la masa del cuerpo

Δt_0 en (K) or ($^{\circ}\text{C}$) es la variación de la temperatura del cuerpo

(temperatura final – temperatura inicial).

Calor latente

Es la cantidad de calor que permite a un cuerpo cambiar de estado o de fase sin provocar variación de temperatura.

Se expresa con la siguiente ecuación:

$$Ql = m.L$$

Donde:

Ql en (kJ) es la cantidad de calor

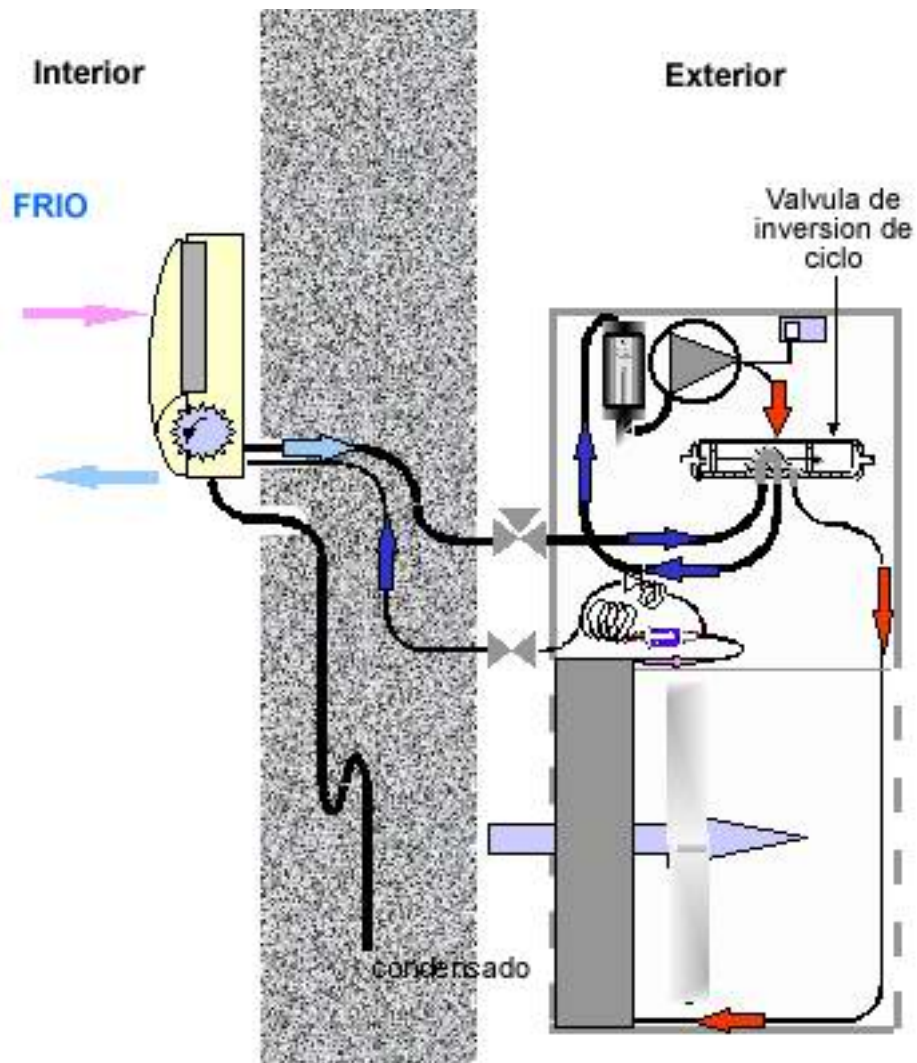
m en (kg) es la masa del cuerpo

L in (kJ/kg) es el calor latente inherente al cambio de estado

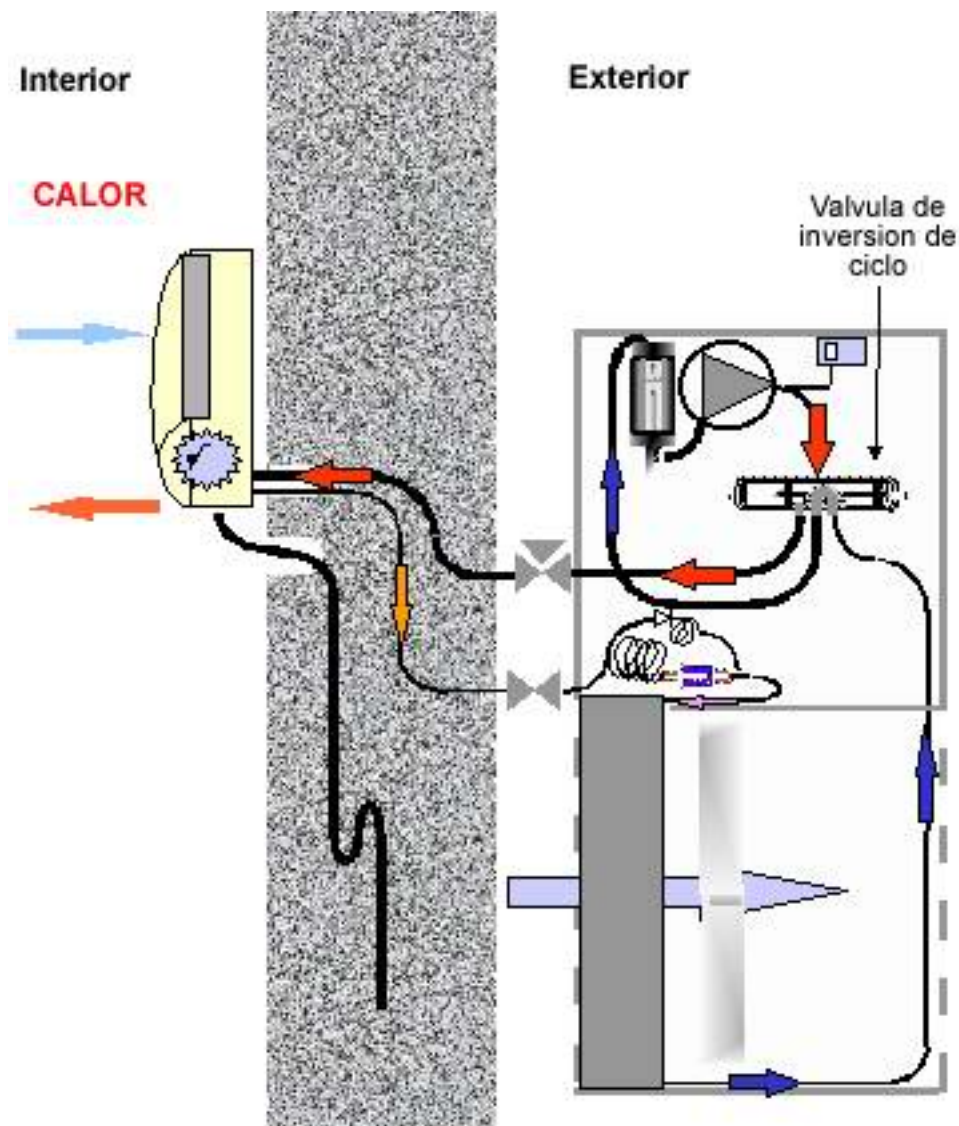
Reversibilidad

El climatizador, por su funcionamiento, produce calor en el condensador y frio en el evaporador. Al objeto de optimizar la utilización de estos aparatos los fabricantes han añadido una válvula de inversión de ciclo que permite producir frio o calor, opción interesante en invierno porque permite una economía de energía.

Las unidades exteriores, a aire, permiten funcionar como bomba de calor , con una temperatura exterior de 0°C a $+4^{\circ}\text{C}$, como media. Por debajo de esta temperatura la máquina debe equiparse con resistencias eléctricas o estar ayudadas por otro tipo de calefacción.



Posición bomba de calor (Calor)



Posición refrigeración (frio)

Se recomienda la instalación de aparatos reversibles en locales nuevos o en proceso de reforma, que no esten equipados de calefacción. Algunos de estos aparatos polivalentes pueden estar equipados, opcionalmente, con resistencias calefactoras(apoyo).

COP Y EFICIENCIA ENERGETICA

El rendimiento de las máquinas frigoríficas se caracterizan por su eficiencia energética.

Cuando se trata de producción de frio se habla de eficiencia energética EER (acrónimo del inglés "Energy Efficiency Ratio"), es

decir la relación entre la capacidad frigorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad:

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\text{Potencia frigorífica}}{\text{Potencia suministrada al compresor}} = \text{EER}$$

En la modalidad de calefacción el término se denomina COP (acrónimo del inglés "Coefficient of Performance"), y es la relación existente entre la capacidad calorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad:

$$\text{COP} = \frac{\text{Potencia calorífica}}{\text{Potencia suministrada al compresor}}$$

El valor de la eficiencia energética esta comprendido, generalmente, entre 2 y 2.5.

El rendimiento (COP) esta comprendido, generalmente, entre 2.5 y 3.

Breve enunciado de los principios básicos

La climatización se ha convertido en un medio de mejora del confort y precisa del conocimiento y empleo de términos técnicos apropiados.

El sistema internacional de medidas o sistema métrico es el utilizado para las medidas de longitud, superficie, volumen, masa, calor y presión.

El funcionamiento de un climatizador es la transformación de la energía eléctrica en energía termodinámica, calorífica o frigorífica, mediante la utilización de un fluido refrigerante que disminuye la potencia a suministrar.

Esta eficacia se llama COP para la relación calorífica y Eficiencia para la producción frigorífica.

El aire que nos rodea trasporta el calor y la humedad. estos dos elementos son necesarios para el bienestar del individuo. Están definidos por la temperatura y la cantidad de agua, en suspensión, en

el aire, llamada humedad relativa.

La zona de confort térmica se situa entre 18°C y 27°C para la temperatura, y de 30% a 70% para la humedad relativa.

El confort acústico es , también necesario para el bienestar del individuo.

Las emisiones sonoras se mezclan y suman resultando en una molestia para las personas y el ambiente. Las normas acústicas fijan las características a respetar para los edificios y el nivel de ruido que no deben sobrepasar los aparatos y equipos.

