



MECÁNICA ÁREA INDUSTRIAL

Aire Acondicionado y Refrigeración Manual

CUERPO COLEGIADO DE DIRECTORES Y PROFESORES

AGOSOTO 2017

Índice

¿Qué es el confort?	12
Bibliografía.....	75
Características y propiedades.....	47
Carta bioclimática	21
Carta psicométrica	23
Ciclo de Carnot	53
Ciclo de refrigeración:	57
Condensador	61
Condiciones ambientales	12
CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	37
DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN	37
Humedad	14
Identificación de Refrigerantes	47
INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y LOCALIZACIÓN CONDICIONES AMBIENTALES	36
Introducción	3
Los índices de confort	18
Normas generales de seguridad	3
Objetivo de la guía.....	3
Practica 1. Unidad de ventana.....	4
Practica 2. Confort en la climatización	11
Practica 3. Mantenimiento a refrigerador.....	28
Practica 4. Válvulas de carga	42
Practica 5. Tipos de refrigerantes y ciclo de Carnot	46
Practica 6. Reporte final en equipo.	55
Propiedades Termodinámicas	48
Refrigerante:	71
Temperatura	13
Tipos de refrigerantes	49
Velocidad de aire	15

Introducción

Desde tiempos remotos la refrigeración se ha utilizado para fines de conservar alimentos. En la actualidad y con los avances tecnológicos, casi todos los hogares satisfacen esta necesidad de conservar y enfriar líquidos con un refrigerador doméstico, Un componente primordial en un refrigerador es el sistema eléctrico. Las aplicaciones de la refrigeración son múltiples, entre las más importantes tenemos la conservación de alimentos y el acondicionamiento de aire.

El objetivo básico de la refrigeración es transferir parte del calor de un cuerpo o un espacio hacia un lugar donde ese calor no produzca ningún efecto negativo. De esta manera se logra establecer una temperatura deseada en ese cuerpo o espacio.

Objetivo de la guía

Ampliar los conocimientos técnicos de los estudiantes mediante la elaboración de prácticas en el taller mecánico para reconocer los componentes de sistemas de aire acondicionado y de refrigeración. Identificar los ciclos de un aire acondicionado además Identificar las especificaciones técnicas del mismo también se Identificaran los parámetros de funcionamiento de acuerdo al fabricante

Conocer los beneficios de la climatización y el confort así como Identificar sus propiedades para establecer parámetros de confort además Identificar las características físicas y fisiológicas para aprovechar mejor el confort.

En la parte del sistema eléctrico también se aplicará el mantenimiento al sistema de alimentación y control eléctrico además de adquirir los conocimientos básicos sobre electricidad y diagramas.

Normas generales de seguridad

- Utilice la ropa adecuada.
- Utilizar siempre gafas de seguridad
- Utilice la herramienta correcta
- Mantenga limpia la zona de trabajo
- Mantenga las herramientas en perfectas condiciones.
- Evitar los juegos en todo momento.
- Mantener el piso libre de aceite y grasa.
- Barrer con frecuencia las virutas de metal en el piso.

Practica 1. Unidad de ventana

Introducción

En esta práctica se analizará las propiedades físicas y químicas que influyen en el funcionamiento de un aire acondicionado, identificar los componentes de este, cuál es su función de cada uno de ellos y analizar el uso y el alcance de los sistemas de aire acondicionado

Objetivos

- Repasar los antecedentes del aire acondicionado y la refrigeración
- Identificar los ciclos de un aire acondicionado
- Reconocer los componentes de un aire acondicionado
- Identificar las especificaciones técnicas del aire acondicionado
- Identificar los parámetros de funcionamiento de acuerdo al fabricante

Metodología

Identificación de partes y funcionamiento de unidad de ventana



Figura 2. Unidad de ventana

Marca: Whirlpool

Modelo: ACM05XF0

Capacidad: 5000 BTU/HR

Single fase: 60 HZ

Voltios de operación: min. 103.5v Max. 126.5v

Refrigerante: R-22



EER: 8.0 Fig. 3.

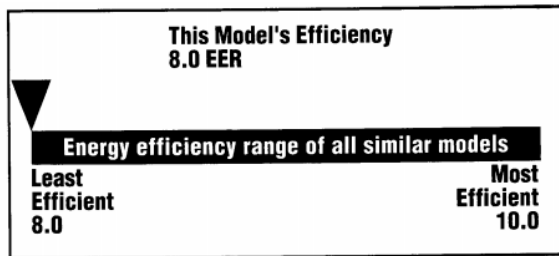


Figura 3. Rango de comparación de EER.
El índice de eficiencia energética es la medida de la eficiencia Energética de los acondicionadores de aire. Sólo los modelos de menos de 6000 BTU con las características anteriores se utilizan en esta escala

Partes

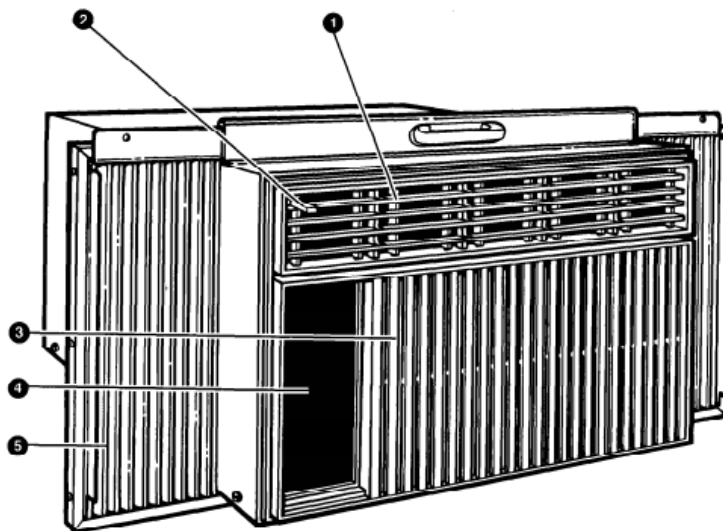


Figura 5. Vista frontal



Figura 6.. Panel de control

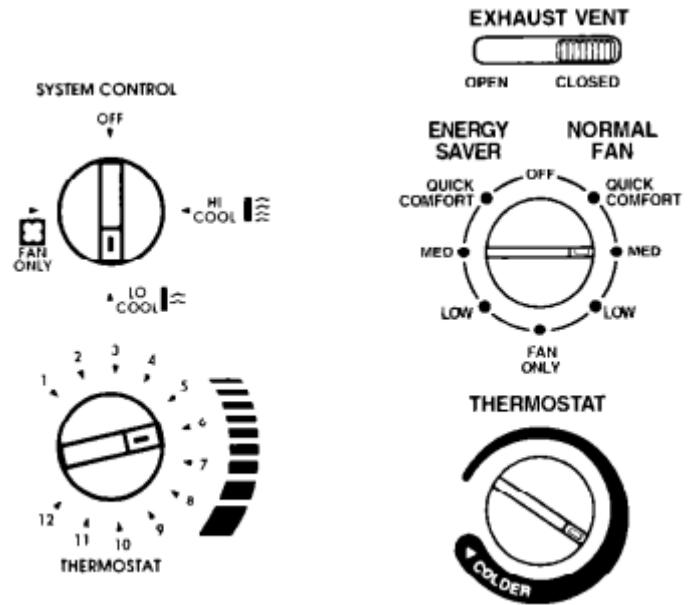


Figura 7. Panel de control

- 10 Motor, Fan
- 11 Nut, Hex 8-32 (4)
- 12 Tube, Discharge
- 13 Evaporator
- 14 Gasket, Nut
- 15 Spring, Overload
- 16 Anticipator, Temp.
- 17 Clip, Anticipator
- 18 Base
- 19 Cable, Tie
- 20 Harness, Wiring
- 21 Condenser
- 22 Grommet (3)
- 23 Bend, Return (1)
- 24 Locknut (3)
- 25 Gasket, Terminal Cover
- 26 Washer (3)
- 27 Sealer, Tube
- 28 Cover, Terminal
- 29 Nut, Hex
- 30 Tube, Feeder (Restrictor)
- 34 Sealer, Tube
- 35 Clip, Mtg (2) (Cabinet-Front)
- 36 Bend, Return (5)
- 37 Seal, Condenser (Bottom)
- 39 Compressor
(Produciton)
(Service)
- 40 Wheel, Blower

REFRIGERANT CHARGE 11.50 OZ.



Figura 8. Filtro



Figura 9. Tubos enfriándose



Figura 10. Ventilador



Figura 11. Vista interna de la unidad de ventana

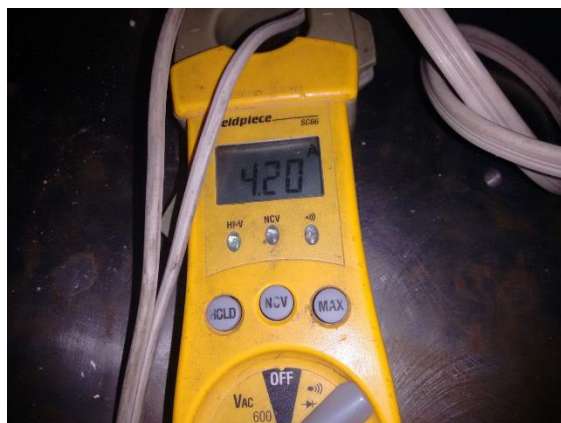


Figura 12. Medición de los amperes



Figura 13. Vista posterior de la unidad de ventana

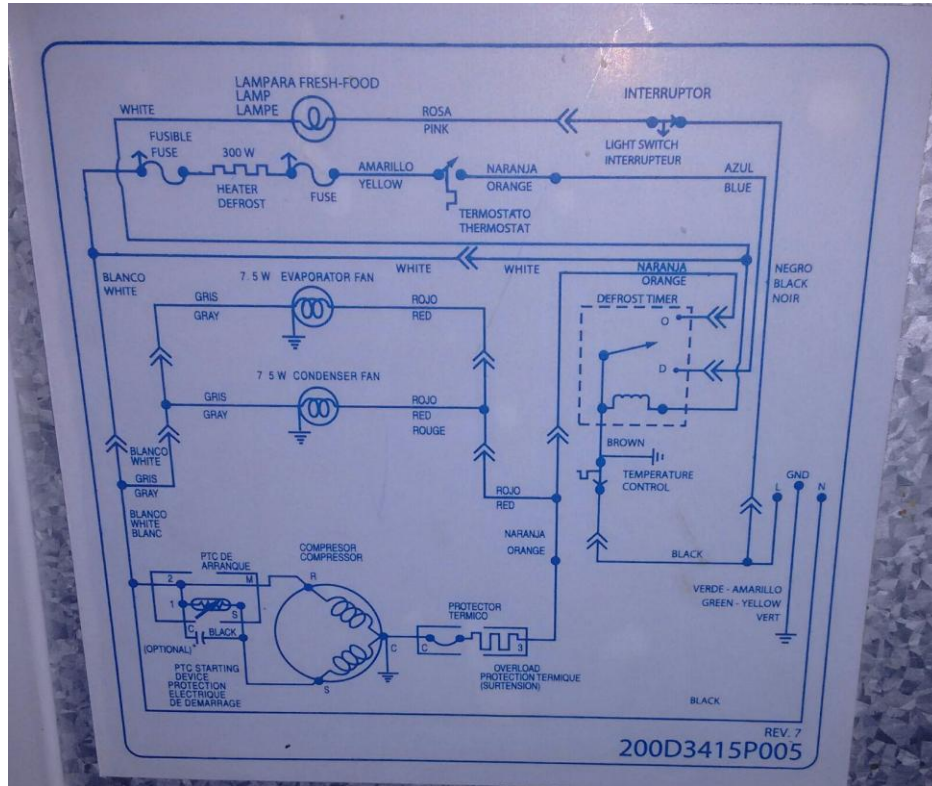


Figura 14. Diagrama eléctrico de la unidad de ventana

Resultados y conclusiones

Esta práctica ayudará a conocer físicamente los componentes que forman un sistema de refrigeración y saber cuándo un componente está funcionando de manera adecuada, además también ayudará a recordar los principios del aire acondicionado y de la refrigeración.

Practica 2. Confort en la climatización

Introducción

Ergonomía: Estudio de las sensaciones de las personas en diferentes

Condiciones del entorno.

Objetivo de una instalación de acondicionamiento: Crear un ambiente en el que los ocupantes estén satisfechos.

Calidad de las instalaciones: Porcentaje de insatisfechos con el entorno: CLASE A, B, C

Adecuar térmicamente => consumir energía

Objetivos

- Conocer los beneficios de la climatización y el confort
- Identificar las propiedades de la climatización para establecer parámetros de confort
- Reconocer las características y aplicaciones del confort
- Identificar las características físicas y fisiológicas para aprovechar mejor el confort

Metodología

Climatización: Es el proceso de tratamiento del aire de tal forma que se controlan simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución para responder a las exigencias del espacio climatizado.

Calor: es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía “el calor”. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando así la temperatura.

Frio: es un término que denota relativa ausencia de calor

Humedad: se refiere a la cantidad de agua contenida en el air. Este concepto está directamente relacionado con la sensación de confort. El aire ambiente se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humidificación o deshumidificación del ambiente.

humedad relativa: Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.

Temperatura de confort

Aunque el confort dependa de las condiciones humanas y tipo de trabajo que se realiza, los sistemas de climatización vienen preparados para controlar los cuatro elementos básicos.

- temperatura
- humedad
- movimiento y circulación del aire
- filtrado, limpieza y purificación del aire

El calor y el frío que el hombre siente no sólo dependen de la temperatura del aire, sino también de la humedad y de la apropiada distribución del aire.

¿Qué es el confort?

La confortabilidad puede ser definida como el conjunto de condiciones en las que los mecanismos de autorregulación son mínimos o como la zona delimitada por unos umbrales térmicos en la que el mayor número de personas manifiesten sentirse bien. Según la American Society of Heating Refrigeration and Air conditioning Engineers, más conocida como ASHRAE, el confort es definido como aquellas condiciones de la mente, que expresan satisfacción del ambiente térmico

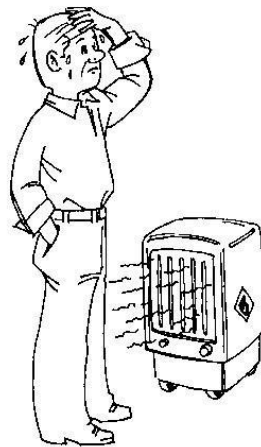
El confort sólo puede ser denido en términos generales o estadísticos. La norma ISO 7730 lo define como “aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Esta definición puede satisfacer a la mayoría de las personas, pero también es una definición que no es fácil de convertir en parámetros físicos. Esto último debido a variaciones tanto psicológicas como fisiológicas de una persona a otra. Otra definición de confort térmico se puede encontrar en el standard 55 de la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y acondicionamiento de aire (ASHRAE):”aquella sensación la cual expresa satisfacción con el ambiente y es evaluada de manera subjetiva.". Ambas definiciones son similares e indican la dificultad de su evaluación. La complejidad de la evaluación de la comodidad térmica se puede ilustrar con un ejemplo 1: Un día de invierno frío y soleado, una persona vestida normal puede descansar en una habitación con calefacción, al tiempo que otra persona con ropa ligera puede estar haciendo deporte en el exterior. Ambas personas pueden sentirse cómodas aunque se encuentren en ambientes térmicos totalmente diferentes. El ambiente térmico debe ser considerado conjuntamente con otros factores, como la calidad del aire, niveles de luz y ruido, cuando se evalúa nuestro ambiente de trabajo o doméstico. Si se siente que el entorno de trabajo diario no es satisfactorio, el rendimiento laboral disminuirá inevitablemente. Por ello, la comodidad térmica tiene un gran impacto en la eficacia laboral. El confort térmico involucra factores ambientales y personales, los cuales serán tratados en las secciones subsiguientes.

Condiciones ambientales



Para la correcta evaluación del confort térmico hay que valorar sensaciones conlleva siempre una importante carga subjetiva; existiendo unas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, éstas son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire.

Temperatura



Convección



Radiación

Existen dos tipos de intercambio de calor entre dos cuerpos:

Intercambio por Convección.- La temperatura seca del aire es la temperatura a la que se encuentra el aire que rodea al individuo. La diferencia entre esta temperatura y la de la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire.

El flujo de calor intercambiado por convección, C, en vatios por metro cuadrado

(W/m²) donde h_c es el coeficiente de convección (W/°C m²), que es una función de la diferencia entre t_{sk} y t_a en el caso de la convección natural, y de la velocidad del aire V_a (en m/s) en la convección forzada; F_{clC} es el factor de reducción del intercambio de calor por convección debido a la ropa. Puede estimarse con la siguiente ecuación:

$$C = h_c F_{clC} (t_{sk} - t_a)$$

Intercambio por Radiación.- Entre unas y otras superficies del ambiente (piel, máquinas, cristales, paredes, techos, etc.), que hace que, por ejemplo, pueda ser agradable estar en una casa en la que la temperatura es de 15° C, pero sus paredes están a 22° C.

Si la temperatura de la piel es mayor que la temperatura radiante media, el cuerpo cede calor por radiación al ambiente; si es al revés, el organismo recibe calor del medio.

El flujo térmico intercambiado por radiación, R (en W/m²), entre el cuerpo y su entorno donde: σ es la constante universal de radiación ($5,67 \times 10^{-8}$ W/m²K⁴) ϵ es la emisividad de la piel que, para la radiación infrarroja, es igual a 0,97 e independiente de la longitud de onda, y para la radiación solar es aproximadamente igual a 0,5 en las personas de raza blanca y 0,85 en las personas de raza negra A_R/A_D es la fracción de la superficie corporal que participa en los intercambios, siendo del orden de 0,66, 0,70 o 0,77, dependiendo de si la persona está en cuclillas, sentada o de pie F_{clR} es el factor de reducción de los intercambios de calor por radiación debido a la ropa T_{sk} (en K) es la temperatura media de la piel T_r (en K) es la temperatura media radiante del ambiente; esto es, la temperatura uniforme de una esfera negra mate de gran diámetro que rodearía a la persona e intercambiaría con ella la misma cantidad de calor que con el entorno real. puede describirse con la siguiente expresión:

$$R = \epsilon \sigma \left(\frac{A_R}{A_D} \right) F_{clR} (T_{sk}^4 - T_r^4)$$

Humedad

La humedad es el contenido de vapor de agua que tiene el aire.

El mecanismo por el cual se elimina calor del organismo es a través de la transpiración. Cuanta más humedad haya, menor será la transpiración; por eso es más agradable un calor seco que un calor húmedo.

Un valor importante relacionado con la humedad es el de la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría.

Velocidad de aire

La velocidad del aire interviene de forma directa en el balance térmico y en la sensación térmica, ya que, según sea la velocidad, variará la capa de aire que nos aísla y aumentará la evaporación del sudor.



La velocidad del aire debe medirse sin tener en cuenta la dirección del flujo de aire. De lo contrario, la medición tendrá que realizarse en tres ejes perpendiculares (x, y y z) y calcular la velocidad global por la suma de vectores:

$$V_a = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$$

El rango de medida recomendado por la norma ISO 7726 se extiende de 0,05 a 2 m/s. La exactitud exigida es del 5 %. Debe medirse como el valor medio de 1 o 3 minutos. Existen dos tipos de instrumentos para medir la velocidad del aire: los anemómetros de aspas giratorias y los termoanemómetros.

La actividad del trabajo

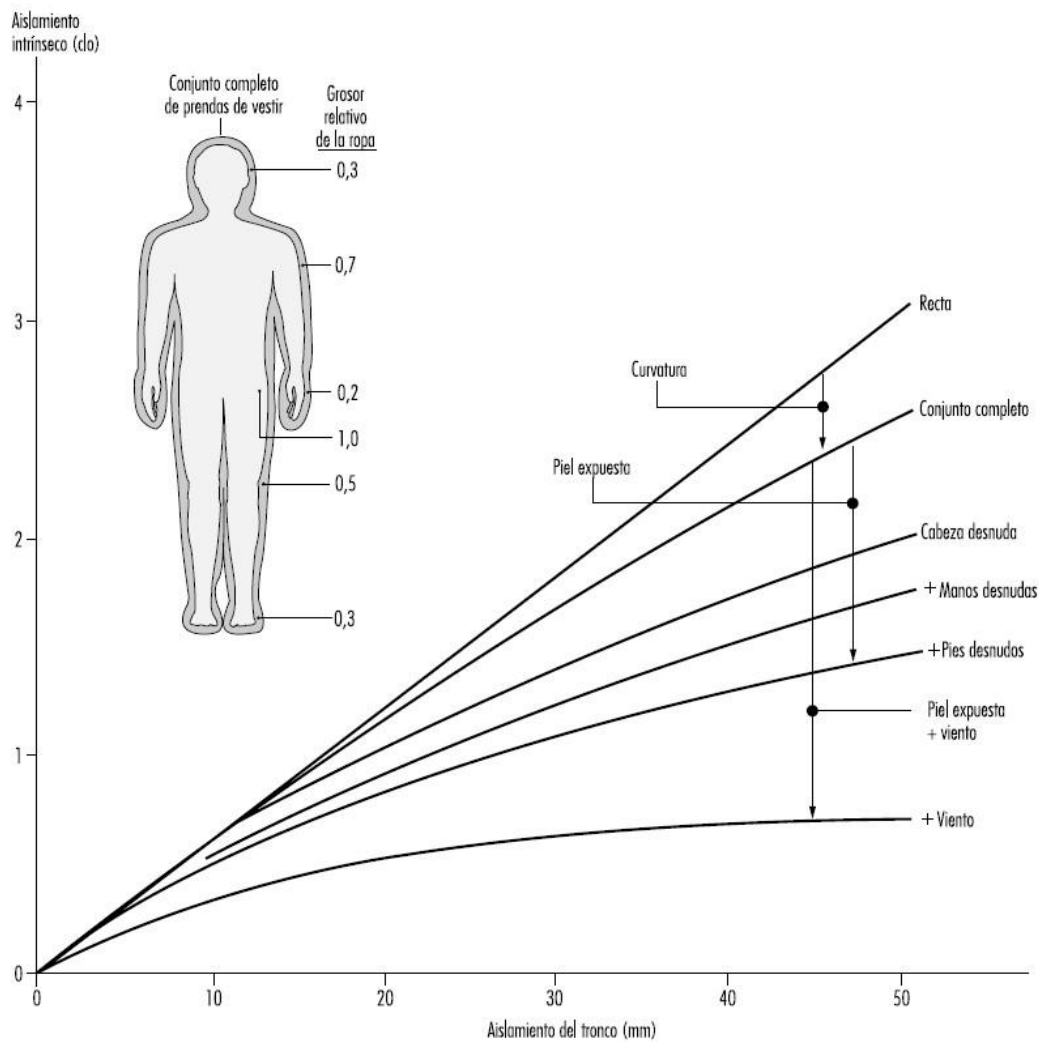


Independientemente de las condiciones ambientales, realizar una actividad intensa nos da una mayor sensación de calor. Nuestro cuerpo transforma en trabajo útil menos del 10% de la energía consumida: el resto se transforma en calor, que debe eliminarse para evitar que la temperatura del organismo se eleve hasta niveles peligrosos.

El vestido

El tipo de vestido es una variable que influye de manera importante en nuestra sensación de confort; cuanto mayor es la resistencia térmica de las prendas de vestir, más difícil es para el organismo desprenderse del calor generado y cederlo al ambiente. El confort térmico se alcanza cuando se produce cierto equilibrio entre el calor generado por el organismo como consecuencia de la demanda energética y el que es capaz de ceder o recibir del ambiente.





Aislamiento Intrínseco e influencia de la curvatura del cuerpo, la piel de desnuda y la Velocidad del viento

Los índices de confort

Los índices de confort son muy numerosos, pero los tres de uso más común son: el de la temperatura efectiva, el de de Siple y Passel y el de Hill.

1.- La temperatura efectiva se define como la temperatura del termómetro seco que para una humedad del 50% haría sudar a una persona con la misma intensidad que en las condiciones ambientales dadas (González, 1986). Es uno de los índices de mayor aceptación, ya que fue adoptado en su origen por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción y Ventilación (ASHVE o ASHRAE, en las siglas inglesas).

En la formulación original el índice combina la temperatura del termómetro seco y la humedad relativa. Más tarde se incluyó velocidad del viento y en 1947, Bedford introdujo la temperatura radiante obtenida con el termómetro de globo o de esfera, ya mencionado: el resultado lo llamó temperatura efectiva corregida

2.- El índice de enfriamiento eólico (wind chill) de Siple y Passel. En 1945 ambos autores determinaron experimentalmente el enfriamiento que se producía en un cilindro de plástico lleno de agua, a diferentes velocidades del viento y bajo distintas temperaturas

Temperatura efectiva	sensación		Respuesta física
	térmica	confort	
40°C	muy caliente	muy incómodo	problemas de regulación
35°C	caliente		aumento tensión, por sudoración y aumento de flujo sanguíneo
	templado		regulación normal por sudoración y cambio vascular
30°C			regulación vascular
25°C	neutral	cómodo	
	ligeramente fresco		
20°C		ligeramente incómodo	aumento pérdidas de calor seco
	fresco		
15°C	frío	incómodo	vasocontracción en manos y piés, estremecimiento.
10°C	muy frío		

3.- El índice de Hill. A partir de las observaciones realizadas con el katatermómetro, Hill propuso un índice en el que el medía la intensidad o poder de enfriamiento del aire expresado como la velocidad de pérdida de calor por unidad de superficie del cuerpo. La formulación original de Hill se concreta en la siguiente expresión:

$$H = (a - I - bv^n)(t_c - t_w)$$

H es la intensidad de enfriamiento, en mcal/cm²/s; a y b son coeficientes empíricos, dependientes de los procesos de difusión, transferencia de calor y características físicas y químicas del aire; v es la velocidad del viento en m/s; n, un coeficiente empírico, cuyo valor es 0.60 y t_c y t_w, las temperaturas del cuerpo y la del termómetro húmedo, expresadas en °C.

Evaluación de las personas sobre el ambiente térmico

Como primera evaluación rápida el hombre considera confortable el ambiente si no existe ningún tipo de incomodidad térmica. La primera condición de confort es la neutralidad térmica, que significa que una persona no siente ni demasiado calor ni demasiado frío. Cuando la temperatura de la piel baja de los 34 [°C], los sensores de frío empiezan a enviar impulsos al cerebro y si la temperatura continúa bajando los impulsos se incrementan en número. El número de impulsos es también una función de la rapidez del descenso de la temperatura de la piel. De forma similar, el sensor de calor en el hipotálamo envía impulsos cuando la temperatura excede de 37 [°C], y cuanto más se incrementa la temperatura, aumenta el número de impulsos. Se considera que la evaluación del ambiente térmico se fundamenta en las señales de estos dos sistemas de sensores. El cerebro interpreta las señales como una suma de impulsos positivos y negativos que se anulan entre sí. Si las señales de ambos signos son de la misma magnitud se sentirá térmicamente neutro, si no, se sentirá demasiado caluroso o demasiado frío. Una persona en un estado térmico neutro y completamente relajado es un caso especial, ya que no se activan ni los sensores de calor ni de frío. Dado que se necesita bastante tiempo para cambiar la temperatura del núcleo del cuerpo, las señales del sensor de calor varían muy lentamente comparadas con las señales de los sensores de frío

Condiciones que proveen Confort Térmico

Son dos las condiciones que deben cumplirse para mantener el confort térmico:

La combinación instantánea de la temperatura de la piel y la temperatura del centro del cuerpo debe proporcionar una sensación de neutralidad térmica.

(b) Debe cumplirse el balance térmico (el calor producido por el metabolismo debe ser igual a la cantidad de calor perdida por el cuerpo).

Factores secundarios que afectan el confort térmico

- Edad
- Sexo
- Ritmo circadiano
- Ubicación geográfica
- Tipo de Alimentación

Estándares

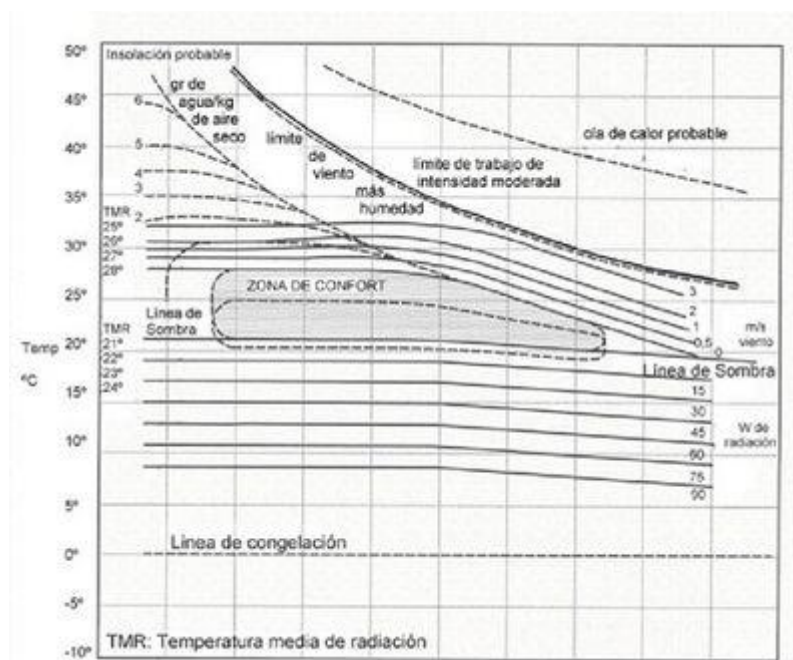
- Estándares dirigidos directamente al confort térmico:
 - ASHRAE 55:** Thermal environmental conditions for human occupancy
 - ISO 7730:** Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD índices and specification of the conditions for thermal comfort, (EN ISO 7730)
 - ISO 7993:** Hot environments - Analytical determination and interpretation of stress using calculation of required sweat rate

- Estándares que tratan el diseño de los ambientes:
 - ASHRAE 62:** Ventilation for acceptable indoor air quality
 - CR 1752:** Ventilation for buildings - Design criteria for the indoor environment
- Estándares que cubren las mediciones de los parámetros térmicos ambientales:
 - ASHRAE 55:** Thermal environmental conditions for human occupancy
 - ASHRAE 113:** Method of testing for room air diffusion
 - ISO 7726:** Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities
- estándares para la determinación de los parámetros personales:
 - ASHRAE 55:** Thermal environmental conditions for human occupancy
 - ISO 8996:** Ergonomics - Determination of metabolic heat production
 - ISO 9920:** Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble

Carta bioclimática

Los diagramas bioclimáticos también denominados cartas bioclimáticas son sistemas de representación gráfica de las relaciones entre las diferentes variables térmicas que influyen en la sensación del confort térmico.

Básicamente se trata de diagramas psicrométricos, es decir relacionan temperatura y humedad, sobre los que se establecen las condiciones de confort en función de los índices térmicos.



Carta Bioclimática de Olgyay

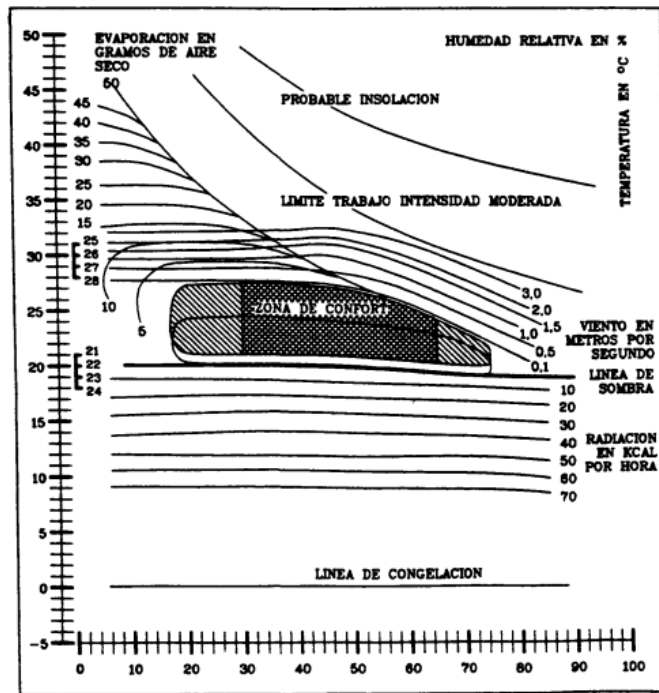
Una de las cartas bioclimáticas más habituales es la Carta Bioclimática de Olgyay. Esta carta es un diagrama de condiciones básicas donde el eje de abscisas representa la humedad relativa y el de coordenadas la temperatura. Dentro de este diagrama se localiza una zona denominada de confort con cuyos valores temperatura-humedad del cuerpo humano tiene una sensación térmica agradable.

Cada zona dispone de una carta bioclimática específica, dependiendo de las condiciones particulares de temperatura y humedad, representativa del clima. Sobre dicha carta se pueden estudiar las desviaciones respecto a la zona de confort y cómo actuar para volver a la misma.

1.- El diagrama bioclimático de Olgyay. Los hermanos Olgyay desarrollaron su carta bioclimática (The bioclimatic chart) en la que se integran las dos variables fundamentales para el bienestar como es la temperatura y humedad, y se añaden otras como la radiación, la velocidad del viento y la evaporación como medidas correctoras. La forma del diagrama aparece en el gráfico 3 y en él se pueden distinguir:

- Una zona de confort para una persona en reposo y a la sombra. Está delimitada por la temperatura del aire, que aparece en ordenadas y la humedad relativa del aire en %, en abscisas.
- Una serie de líneas, que representan las medidas correctoras que es preciso realizar en el caso de que las condiciones de temperatura y humedad salgan fuera de la zona de confort.

Estas líneas son: - La radiación expresada en Kcal/hora. se sitúa en el límite inferior de la zona de confort y con ella se dibuja la línea de sombra o límite a partir del cual el confort se pierde como consecuencia del frío. - El viento en m/s. se representa por una líneas crecientes con la temperatura y decrecientes con la humedad. - La línea de congelación, aparece en el borde inferior del gráfico e indica la temperatura mínima soportable antes de que aparezcan problemas de congelación en los miembros. - La línea de insolación, en la parte superior, indica posibles desmayos por la combinación de altas temperaturas y elevada humedad. El empleo del gráfico es muy simple y se pueden utilizar las temperaturas mensuales, medias o extremas, o los valores diarios. Los puntos situados por debajo de la zona de confort indican periodos infracalentados por lo que es necesaria la radiación solar para alcanzar la confortabilidad. Los puntos situados por encima indican periodos sobrecalentados y el bienestar requiere del concurso de la ventilación.



El diagrama bioclimático de Olgay

DIAGRAMA DE CONSTRUCCION BIOCLIMATICA

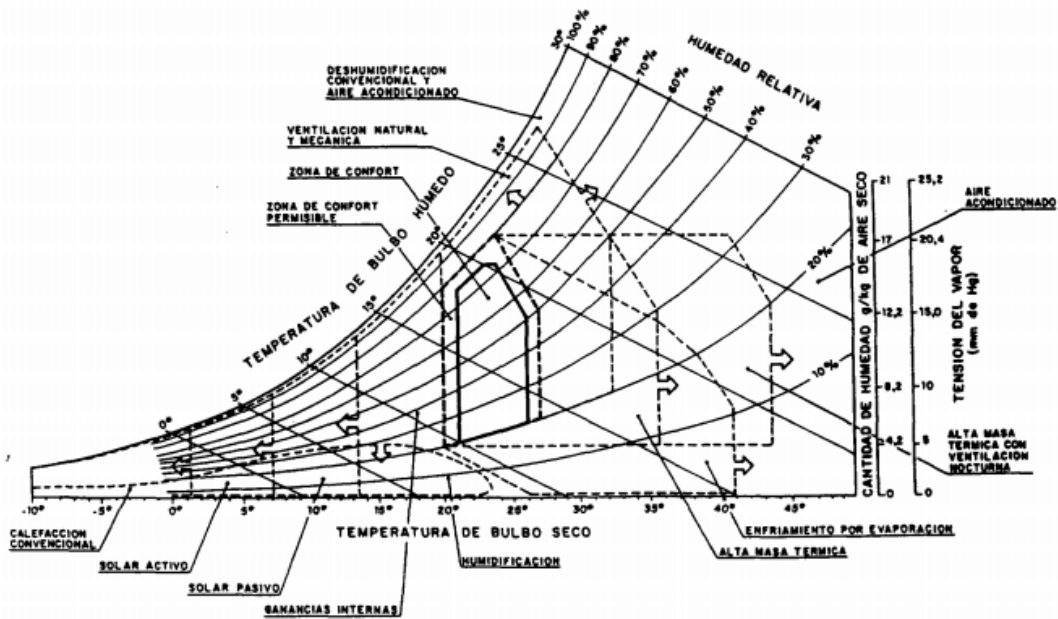


Diagrama de givoni

Carta psicométrica

Las propiedades de mezclado de aire como el vapor de agua pueden ser presentadas de forma gráfica a través de las cartas psicométricas. las cartas psicométricas son muy usadas en las aplicaciones de acondicionamiento de aire. Debe recordar que son

necesarias tres propiedades termodinámicas independientes para describir el estado de una mezcla binaria (ex. presión, temperatura e composición de la mezcla).

Para comprender el uso de este tipo de carta, es necesario entender el significado de Psicrometría, que se define como la medición del contenido de humedad del aire. Ampliando esta definición a términos más técnicos, psicrometría es la ciencia que involucra las propiedades termo-dinámicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano.

La carta psicrométrica es un diagrama de doble entrada, en el que se relacionan múltiples parámetros referentes a una mezcla de aire húmedo: temperatura, humedad relativa, humedad absoluta, punto de rocío, entalpía específica o calor total, calor sensible, calor latente y volumen específico del aire.

Los datos esenciales de la carta psicométricas son los siguientes:

- Temperatura de bulbo seco (Tbs) sobre la abscisa de la carta (línea horizontal inferior).

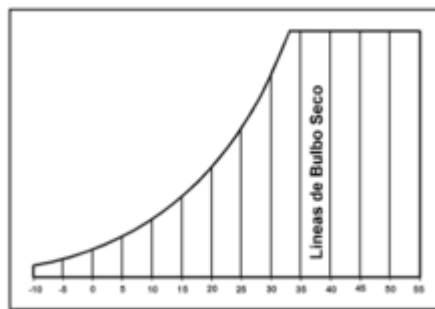


Figura 13.12 - Líneas de temperatura de bulbo seco °C.

- Contenido de agua en el aire, sobre las ordenadas, al lado derecho de la carta
- Humedad Absoluta las líneas de humedad absoluta, corren horizontalmente de derecha a izquierda, y son paralelas a las líneas de punto de rocío y coinciden con éstas

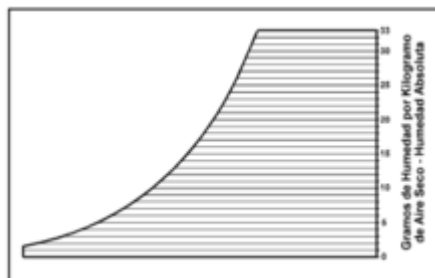


Figura 13.16 - Líneas de humedad absoluta en gramos/kg.

- Curva de saturación. Curva cóncava hacia arriba en el extremo izquierdo del diagrama.

- Curvas o isolíneas de humedad relativa (hr), curvas cóncavas hacia arriba en el interior del diagrama. Las curvas localizadas entre el eje de las abscisas y la curva de saturación corresponden a las isolíneas de humedad relativa cuyo valor disminuye a medida que se alejan de la curva de saturación. La siguiente figura representa las líneas de humedad relativa.

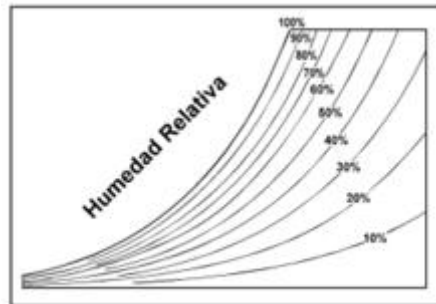


Figura 13.15 - Líneas de humedad relativa %.

- Líneas auxiliares. Además de las isolíneas anteriores existen gráficas auxiliares que permiten la determinación de otras propiedades, tales como: el calor húmedo, volumen saturado y volumen seco, así como la entalpía de saturación. La localización de estas gráficas sobre el diagrama psicrométrico es muy variable. Como se puede observar en la mayoría de los diagramas psicrométricos su construcción está basada para una presión de 1 atm, sin embargo, puede emplearse para otras presiones, por medio de un factor de corrección, que consiste en multiplicar los valores obtenidos de las humedades relativas en el diagrama por la relación entre la presión de operación y la presión a que se ha construido el diagrama.
- Temperaturas de bulbo húmedo (Tbh). Rectas de pendiente negativa que comienzan en la curva de saturación y descienden en la medida que Tbs aumenta. Estas rectas se denominan también “líneas de saturación adiabáticas” debido a que a Tbh constante no existe transferencia neta de calor entre el bulbo húmedo y sus alrededores.

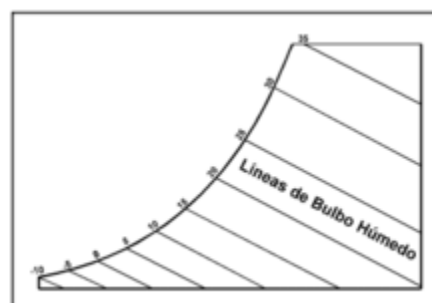


Figura 13.13 - Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.

- Además de los datos esenciales de la carta psicrométrica, a menudo existen otros datos auxiliares que pueden ser de gran utilidad:
- Entalpía o calor total en el punto de saturación. Es una escala proyectada al lado izquierdo del diagrama.

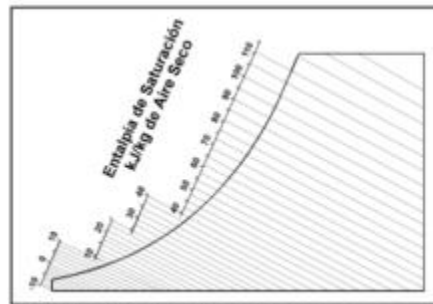


Figura 13.18 - Líneas de entalpía en kJ/kg de aire seco.

- Líneas de volumen específico. Son rectas de pendiente negativa mucho más inclinadas que las líneas de saturación adiabáticas o líneas de T_{bh} .

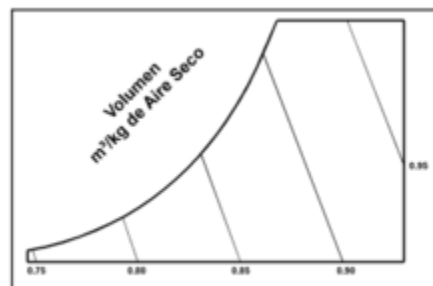


Figura 13.19 - Líneas de volumen específico en m³/kg de aire seco.

- Además de los anteriores, las cartas psicrométricas pueden contener otros datos, tales como: corrección para la desviación de presión, entalpía y humedad. Para interpretar correctamente la carta psicrométrica deberá tener muy en cuenta las unidades que se indican.

Resultados y conclusiones

El confort no sólo ofrece comodidad, sino también otras ventajas importantes. En la oficina, el confort contribuye a un mejor ambiente de trabajo, lo cual se refleja en la productividad.

En el hogar, el confort mejora la calidad de vida.

Los parámetros de confort con respecto al aire acondicionado de acuerdo a la organización ASHRAE son los siguientes:

- Temperatura: entre 22 y 24 grados centígrados.
- Humedad relativa: entre 45 y 55%.
- Pureza de aire: mínimo 30% de eficiencia en el filtrado (Nivel 1) en edificios de oficinas.
- Nivel de ruido: bajos decibeles.
- Distribución del aire: debe cuidarse que el flujo de aire no cause molestia al usuario.

El confort es muy importante en la vida actual de todas las personas y es indispensable para que las personas se puedan sentir cómodas y por ejemplo en un trabajo puedan desarrollarse mejor y más eficientemente y en las tiendas las personas se sientan cómodas comprando cosas, esto hizo que algunos buscaran la manera de hacer sentir bien a las demás personas y ayudaran a hacer de la climatización algo indispensable en estos días.

Practica 3. Mantenimiento a refrigerador

Introducción

Desde tiempos remotos la refrigeración se ha utilizado para fines de conservar alimentos. En la actualidad y con los avances tecnológicos, casi todos los hogares satisfacen esta necesidad de conservar y enfriar líquidos con un refrigerador doméstico, Un componente primordial en un refrigerador es el sistema eléctrico. Las aplicaciones de la refrigeración son múltiples, entre las más importantes tenemos la conservación de alimentos y el acondicionamiento de aire.

El objetivo básico de la refrigeración es transferir parte del calor de un cuerpo o un espacio hacia un lugar donde ese calor no produzca ningún efecto negativo. De esta manera se logra establecer una temperatura deseada en ese cuerpo o espacio.

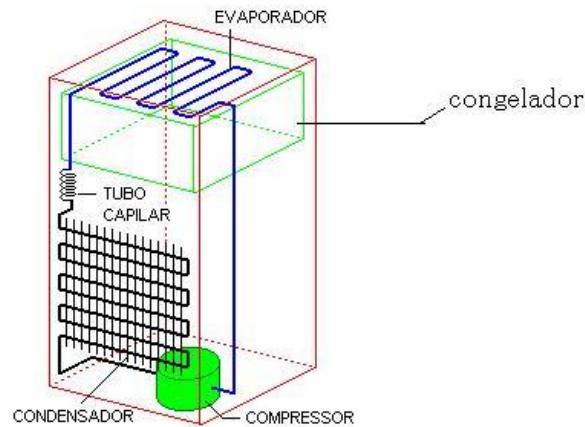
Objetivos

- Aplicar el mantenimiento al sistema de alimentación y control eléctrico.
- Mantener equipo de aire acondicionado y refrigeración.
- Adquirir los conocimientos básicos sobre electricidad y diagramas
- Identificar los elementos básicos de un refrigerador

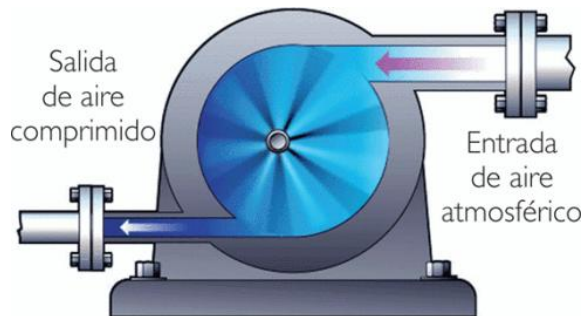
Metodología

¿Cómo funciona un refrigerador?

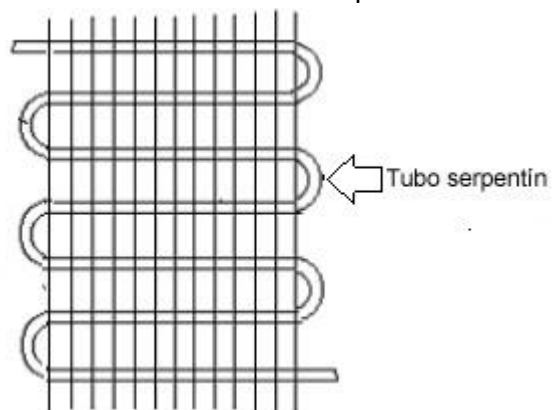
La función de una máquina de refrigeración es tomar el calor del lado de baja temperatura y expulsarlo al exterior, empleando una fuente de energía externa para mantener el proceso. Un refrigerador es una bomba de calor, impulsada generalmente por un motor eléctrico. Es asimismo posible emplear sales eutécticas o absorción. El refrigerador funciona a base de un sistema o circuito cerrado de procesos, que opera gracias a un gas refrigerante. Este circuito, a grandes rasgos, consta de dos procesos, uno de compresión y otro de descompresión del gas, que lo hacen pasar de estado gaseoso a líquido y viceversa. Por medio de estos dos procesos, el refrigerador es capaz de generar frío para su interior y liberar el calor a través de la rejilla con que cuenta en la parte posterior, que también se denomina condensador. Para poder controlar estos procesos, los refrigeradores cuentan con un sistema de termostato para regular el frío de su interior, que controla el proceso de compresión del gas refrigerante.



1. El gas refrigerante pasa a través del compresor. Aquí el gas es comprimido y por lo tanto la presión sobre él aumenta. La temperatura del gas refrigerante en cambio aumenta como resultado del incremento de presión y toma la forma de vapor sobrecalentado.



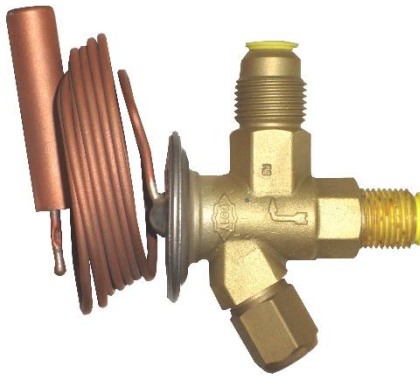
2. El refrigerante pasa a través de los serpentines y libera "calor" a su alrededor. Entonces el refrigerante se enfría debido a esa pérdida de calor.



3. Cuando el refrigerante pasa por el condensador, su temperatura se reduce. Sin embargo su presión se mantiene constante. Debido a la reducción de su temperatura, el refrigerante cambia a su fase líquida.



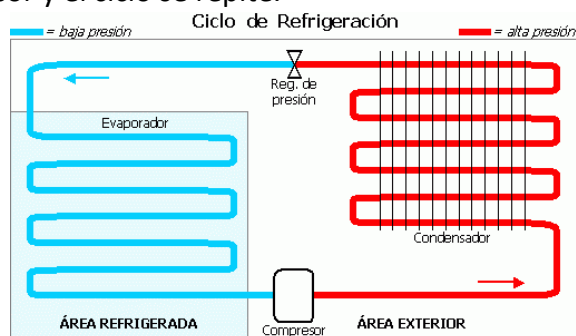
4. La válvula de expansión causa una repentina reducción en la presión sobre el refrigerante. Una parte del refrigerante se evapora y se expande. Esta expansión causa un descenso en la temperatura del refrigerante.



5. La evaporación del líquido refrigerante, está presente en el evaporador, el cual absorbe el calor de los alimentos que están en el refrigerador y por lo tanto los mantiene fríos. Aquí es donde interviene la ley cero de la termodinámica, el refrigerante está a una temperatura menor que los alimentos.

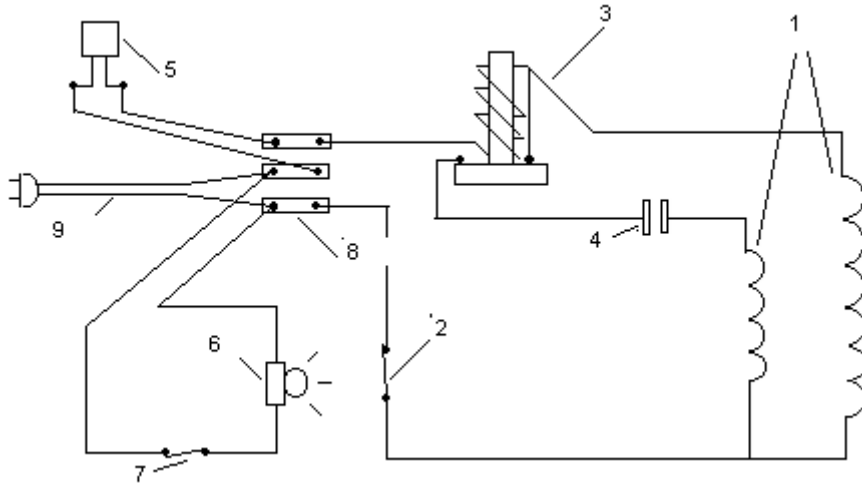


6. El refrigerante eleva su temperatura (debido al equilibrio térmico que debió ocurrir) y pasa a su fase gaseosa. El refrigerante que es ahora un gas entra de nuevo al compresor y el ciclo se repite.



Componentes Eléctricos}

En la siguiente ilustración se pueden observar todos los componentes eléctricos y su conexión.



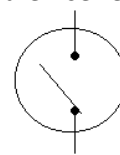
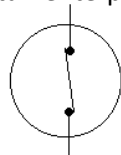
1. Motor eléctrico
2. Interruptor térmico
3. Disyuntor (Relay)
4. Capacitor
5. Termostato (Control de frío)
6. Lámpara de iluminación interna
7. Interruptor de la lámpara (Normalmente cerrado)
8. Regleta de conexiones
9. Líneas de alimentación de corriente.

MOTOR ELÉCTRICO:

Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, requerida para la operación de un compresor de refrigeración. Esta transformación de energía se logra mediante el uso de las fuerzas de atracción y repulsión entre polos magnéticos para la operación de los motores de corriente directa y alterna. En refrigeración doméstica se usan motores de corriente alterna y de inducción monofásica, en este motor el inductor está bobinado sobre el estator y el inducido es de jaula de ardilla, sobre el rotor. La corriente que atraviesa el estator produce un campo magnético alterno que solicita al rotor al reposo tanto en un sentido como en otro.

INTERRUPTOR TÉRMICO:

Estos interruptores se utilizan principalmente para proteger el motor del refrigerador de una sobrecorriente, producida muchas veces por la prolongada conexión del bobinado de arranque, por exceso de refrigerante o por un cortocircuito. Estos interruptores están conformados por un elemento térmico compuesto de una hoja bimetálica calentada indirectamente por una resistencia en serie sobre el circuito del bobinado de marcha

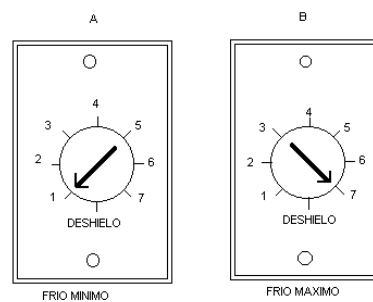


DISYUNTOR O RELEVADOR DE CORRIENTE (RELAY):

Un bobinado de funcionamiento consume mayor cantidad de corriente cuando el rotor no gira o en caso de que lo haga lentamente. Conforme el rotor adquiere más velocidad, los campos magnéticos se generan y se destruyen en el motor. Este efecto produce un voltaje o fuerza contra electromotriz en el bobinado de funcionamiento

CONTROL DE TEMPERATURA (TERMOSTATO):

El dispositivo de regulación de temperatura puede ser considerado como típico en los refrigeradores familiares. Este regulador es del tipo denominado control termostático de temperatura, cuyo funcionamiento consiste en arrancar y parar el compresor. Está conformado por un bulbo termostático, un tubo capilar y un diafragma o fuelle. Este conjunto está cargado con una pequeña cantidad de refrigerante y se halla herméticamente cerrado.



LUZ INTERIOR:

La luz interior de un refrigerador doméstico se instala de tal forma que únicamente encienda en el momento que se abra la puerta, esto se logra con un interruptor tipo pulsador normalmente cerrado, es decir que en el momento que se lo oprime el interruptor abre sus contactos interrumpiendo el circuito y esto es lo que sucede cuando se cierra la puerta del refrigerador doméstico, particularmente las neveras.

REGLETA DE CONEXIONES Y LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN:

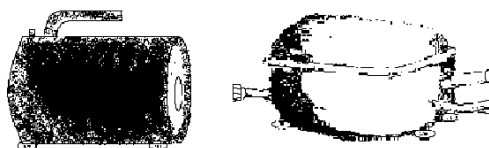
Las regletas de conexión se utilizan con el fin de organizar de manera eficaz la instalación del circuito eléctrico del refrigerador. En la regleta de conexión se reparten los dos circuitos independientes que son, el circuito de instalación del compresor con todos sus accesorios de automatismo y control y el circuito de iluminación interior.



Equipos y herramientas

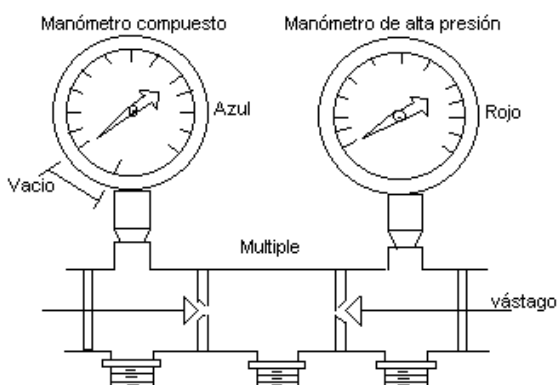
BOMBA DE VACÍO.

La bomba de hacer vacío es uno de los equipos más útiles en refrigeración, En vista de que de un buen vacío depende el buen funcionamiento del sistema. Dado el alto costo de una bomba de vacío, muchos técnicos frigoristas acostumbran a hacer autovacio lo cual no es recomendable hacerlo porque el compresor puede sufrir daños irreparables. Para contar en el taller con una bomba de vacío se puede construir con un compresor que de pronto ya no se pueda utilizar en un refrigerador pero que para este propósito puede servir.



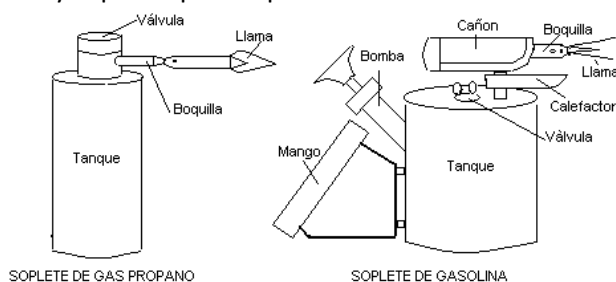
MANÓMETROS

Los manómetros o múltiple de manómetros permiten al técnico diagnosticar problemas y facilitan la carga de refrigerante. El juego consta de un manómetro compuesto incluye el manómetro de baja presión y el manómetro de vacío en uno solo, este generalmente es de color azul, el manómetro de alta presión generalmente de color rojo y el múltiple o cuerpo del juego



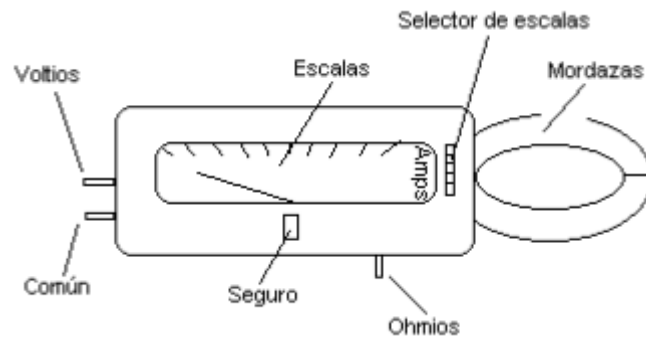
SOLDADORES

El soldador más utilizado en refrigeración doméstica en este momento es el de gas propano. La comodidad, eficiencia, economía y fácil reposición han hecho que el soplete de gas propano haya desplazado prácticamente al soplete de gasolina, el cual presenta muchas desventajas con respecto al de gas propano tales como el peligro que presenta de incendiarse, el tiempo que se gasta calentándolo, la difícil consecución de una buena temperatura, el peso y espacio que ocupa Etc.



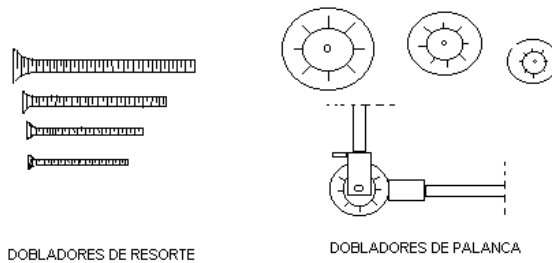
PINZA VOLTIAMPERIMETRICA

La pinza voltiamperimétrica es una herramienta indispensable para el trabajo en refrigeración doméstica en la parte eléctrica. La parte que corresponde al amperímetro es la de mayor utilidad dado que con él se puede verificar si el motor eléctrico que está dentro de la unidad sellada está funcionando de una manera adecuada, el fabricante establece una intensidad determinada para cada unidad dependiendo de la potencia de la misma con un rango de tolerancia mínimo. Si la intensidad no corresponde a la especificada indica que hay problemas en la unidad. El voltímetro sirve para verificar la tensión de entrada tanto en él toma como en cada uno de los componentes del sistema eléctrico y el óhmetro del cual también está provista sirve para medir continuidad en los componentes eléctricos.



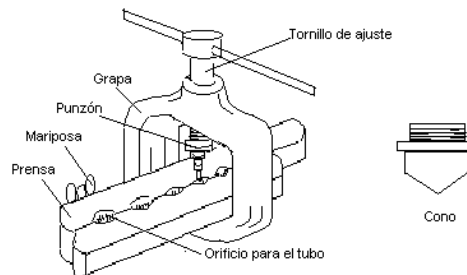
DOBLADORES DE TUBO

Hay dos tipos de herramientas para doblar tubería de cobre, el uno consiste en un juego de resortes de diferentes diámetros los cuales se utilizan externamente, el otro tipo es un juego de dobladores de palanca y vienen con moldes de diferentes diámetros intercambiables.



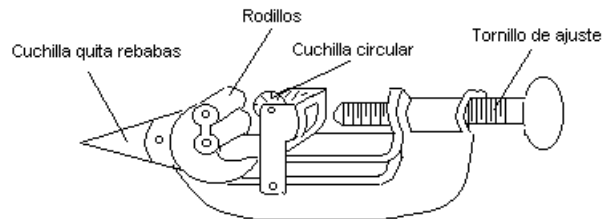
ABOCARDADORES

Los abocardadores se encuentran en el mercado de diferentes tamaños y formas, pero para refrigeración doméstica los más utilizados son los que tienen orificios con dimensiones de $\frac{1}{4}$ y otras alrededor de la misma. Algunos vienen compuestos en cuanto a la prensa o sea las dimensiones de los orificios se reparten en dos prensas.



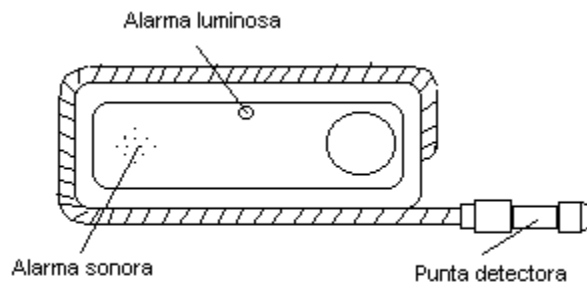
CORTATUBOS

Para cortar tubo de cobre de uso en refrigeración doméstica se utiliza básicamente los cortatubos. Herramienta provista de rodillos, una cuchilla quita rebabas, una cuchilla circular y un tornillo de ajuste. Estas herramientas se encuentran en dos tamaños uno que es estándar y otro pequeño que se utiliza en sitios de difícil acceso para el de tamaño estándar.



DETECTORES DE FUGAS DE REFRIGERANTES

El método más simple para la detección de fugas de refrigerantes es la utilización de las burbujas de jabón. A pesar de su simplicidad es un método muy efectivo, dado que se puede emplear con cualquier tipo de refrigerante. La presencia de burbujas de jabón indica indiscutiblemente fuga de refrigerante. La lámpara de halón es un detector de fugas que su uso ha disminuido debido a su baja sensibilidad y por lo tanto poca confiabilidad. El detector de fugas electrónico es el dispositivo más sensible, y son de costo relativamente bajo. Por esto y por su versatilidad es el dispositivo de mayor uso en estos momentos, se diseñan para la detección de un refrigerante específicamente, para la refrigeración doméstica se necesita un detector de Freón 12 y uno de R-134 A. Para el uso de estos dispositivos se debe contar con una atmósfera limpia, si está contaminada por refrigerante o humo puede presentar reacciones falsas. Su manipulación es simple únicamente se acerca su punta detectora en los lugares donde se sospeche exista la fuga y en presencia del refrigerante para el cual ha sido diseñado, activa una alarma luminosa o sonora.



HERRAMIENTAS MANUALES

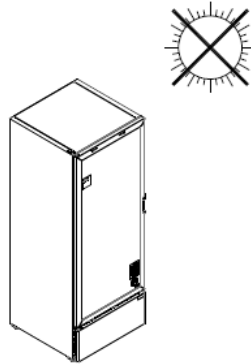
Un buen técnico de refrigeración doméstica además de los equipos y herramientas anteriormente citadas debe contar con algunas herramientas manuales como válvulas de servicio o carga de refrigerante para acoplarlas a los cilindros de refrigerantes que vienen en botes de una o dos libras normalmente. Un juego de llaves de boca fija de diferentes dimensiones, un juego de destornilladores de pala, un juego de destornilladores de estrella, unos alicates de presión (hombre solo), alicates universales, un juego de limas de diferentes formas, un cuchillo o navaja, y por último debe contar con materiales tales como lija para metal, racores de diferentes dimensiones, soldadura de plata, fundente para soldadura de plata, jabón detergente, Etc.

TRASLADO DEL EQUIPO

Utilice un montacargas, “diablo” o patín insertándolo por uno de los costados del mueble. **IMPORTANTE:** -Nunca empujar o tirar el equipo de la parte delantera ya que podría dañar la puerta de cristal. -Nunca acueste el equipo para su traslado.

INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y LOCALIZACIÓN CONDICIONES AMBIENTALES

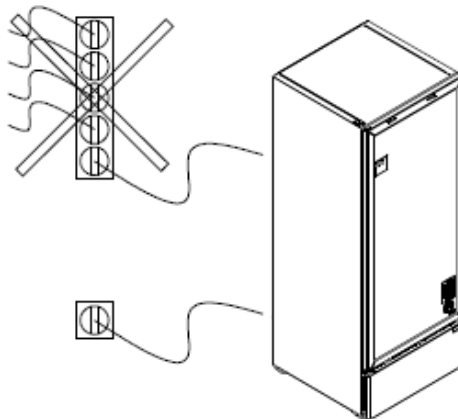
Este equipo no se puede instalar en un ambiente con gases explosivos. El equipo está diseñado para funcionar únicamente en interiores. Mantenga el enfriador lejos de fuentes de calor y la exposición directa del sol.



El equipo está diseñado para funcionar sin empañamiento o condensación en la puerta de cristal en un ambiente de 32 °C (90 ° F) y 70% de humedad relativa.

PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Antes de conectar el equipo verifique que los datos de la placa del equipo correspondan a la salida eléctrica del lugar. La tensión mínima para el trabajo adecuado de este equipo es de 95 volts.



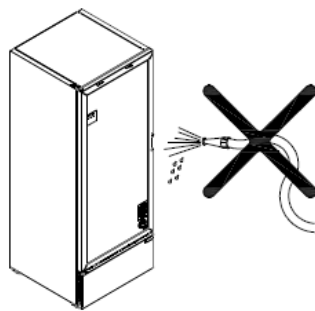
CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

Este equipo ha sido diseñado para garantizar una operación segura, con características tales como:

- Libre de filos cortantes.
- Protección térmica del compresor.
- El uso de materiales no tóxicos.

PRECAUCIÓN:

- No tocar el equipo si tiene los pies o las manos mojadas.
- No exponer los equipos al aire libre.
- Nunca usar chorro de agua para la limpieza del producto.



- No permitir que el control electrónico de la temperatura sea manipulado por los clientes o personal no calificado.
- Para realizar cualquier tipo de ajuste del equipo contactar a un distribuidor autorizado.
- Para no afectar el funcionamiento del equipo, tener cuidado de que el aire caliente que sale de la parte posterior de uno y otro equipo no caiga directamente entre ellos, ya que esto afectará seriamente su eficiencia.
- Asegurar que el frente del equipo siempre permanezca libre de cualquier bloqueo.

DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Es común utilizar dos tipos de diagramas eléctricos o de alambrado con el fin mostrar la conexión de los equipos y controles en los sistemas de refrigeración. Uno de ellos se conoce usualmente como “Diagrama gráfico o de conexión”. En este diagrama se muestra a cada componente y sus partes aproximadamente en su posición real. El otro diagrama conocido como “Diagrama esquemático o de escalera” se utiliza universalmente como un auxiliar para entender el funcionamiento del sistema de control. En estos diagramas se utilizan símbolos gráficos para representar los dispositivos incluidos. Como ejemplo describiremos un diagrama eléctrico de un refrigerador de doble puerta o dúplex. En este tipo de diagrama, puede variar la instalación de acuerdo al fabricante del refrigerador; en la actualidad en lugar de reloj de descongelación se está utilizando una placa electrónica (o tarjeta) que realiza las mismas funciones del reloj.

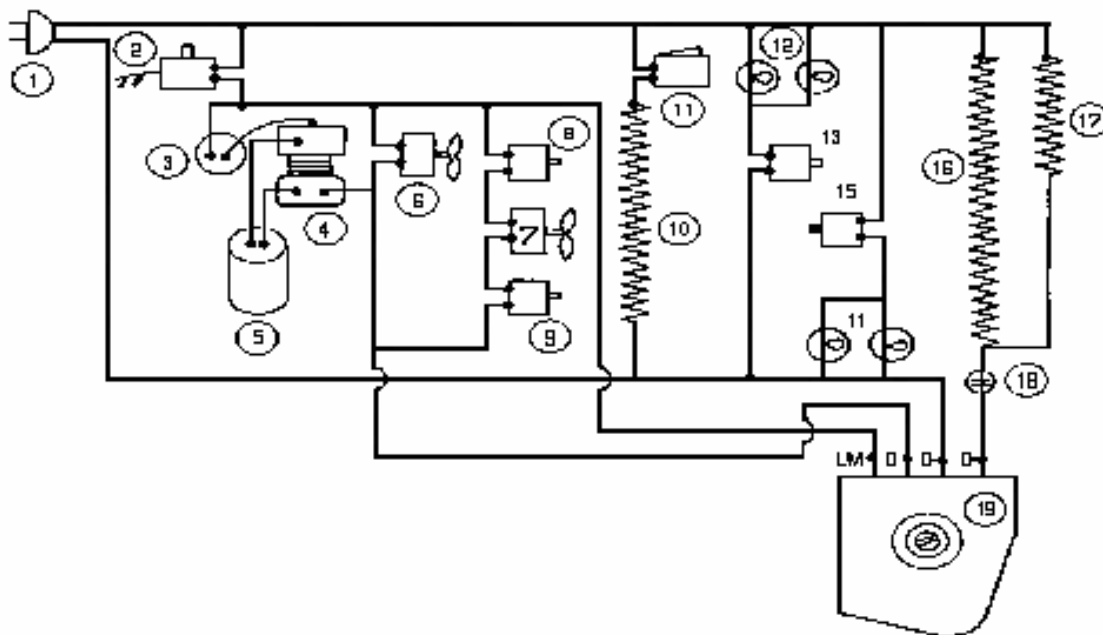


Diagrama del sistema eléctrico de refrigeración

Elementos de un diagrama eléctrico en un refrigerador dúplex con deshielo automático por resistencia calefactora.

1. Línea de alimentación a corriente alterna (clavija).
 2. Control automático de temperatura.
 3. Protector térmico de sobrecarga del compresor.
 4. Relevador electromagnético de arranque del compresor.
 5. Capacitor electrolítico de arranque.
 6. Ventilador del condensador (opcional).
 7. Ventilador del evaporador.
 8. Interruptor de compuerta del evaporador.
 9. Interruptor de compuerta del evaporador.
 10. Resistencia calefactora de marco.
 11. Interruptor de resistencia.
 12. Focos o lámparas del congelador.
 13. Interruptor de focos del congelador.
 14. Focos del refrigerador.
 15. Interruptor de focos del refrigerador.
 16. Resistencia calefactora de deshielo.
 17. Resistencia calefactora del desagüe.
 18. Interruptor límite de deshielo.
 19. Timer o reloj de deshielo automático.
- LM.- Terminal línea motor.
R.- Terminal de enfriamiento.
C.- Terminal línea común del timer.
D.- Terminal de deshielo.

Este tipo de diagrama en la actualidad ha variado en cuanto alguno de sus componentes, con fines de eficiencia y para evitar el alto consumo de energía eléctrica.

Normatividad

Para la realización del presente estudio se tomaron como referencia las siguientes normas nacionales:

NOM-024-SCFI-1998. Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos.

NOM-015-ENER-2002. Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos, límites y métodos de prueba y etiquetado.

NOM-008-SCFI-2002. Sistema general de unidades de medida.













NMX-J-521/1-ANCE-1999. Productos eléctricos.

Aparatos y equipos de uso doméstico. Seguridad en aparatos electrodomésticos y similares. Parte 1.

Requisitos generales.

NMX-J-521/2-24-ANCE-2001. Seguridad en aparatos electrodomésticos y similares. Parte 2-24. Requisitos particulares para refrigeradores, máquinas para hacer nieve y máquinas para hacer hielo.

> Recomendaciones de uso

-  Para sacar el mayor provecho a su aparato **revise el manual de usuario antes de conectarlo y ponerlo en funcionamiento.**
-  **Evite sobrecargar de alimentos las parrillas u obstruir los conductos de salida de aire del refrigerador**, dado que esto evitará que circule el aire frío en su interior por lo que algunas zonas no alcanzarán a enfriarse adecuadamente.
-  **Procure guardar los alimentos en recipientes cerrados** para evitar la combinación de olores.
-  Para evitar la contaminación de alimentos, con frecuencia **lave su refrigerador por dentro** (aproximadamente cada dos semanas).
-  **Los líquidos o los alimentos que contienen agua deben guardarse tapados** para evitar que se deshidraten.
-  **No introduzca comida o recipientes calientes**, primero déjelos enfriar en el exterior.
-  Para evitar el consumo excesivo de energía **no abra con demasiada frecuencia o por tiempo prolongado las puertas del refrigerador.**
-  **Revise periódicamente que los empaques de las puertas se encuentren en buenas condiciones** para que el cierre sea hermético.
-  **Si las parrillas de su refrigerador tienen huecos, no las forre con papel encerado o aluminio;** si lo hace, evitará que el frío circule libremente.
-  **Si sale de casa por más de quince días, desconecte el refrigerador, límpielo y deje las puertas abiertas** para que se ventile y no guarde malos olores.
-  **Bajo ninguna circunstancia incline el refrigerador cuando esté en uso**, ya que puede sufrir daños permanentes. Si lo va a mover, apáguelo, trásélalo procurando inclinarlo lo menos posible y, una vez en su lugar, déjelo reposar varias horas antes de conectarlo de nuevo.
-  **Cuando su refrigerador requiera mantenimiento o reparación recurra a los centros de servicio autorizados.** Si está en tiempo de garantía, hágala valer.

Imágenes de la práctica en el taller



Termostato



Componentes internos



Compresor

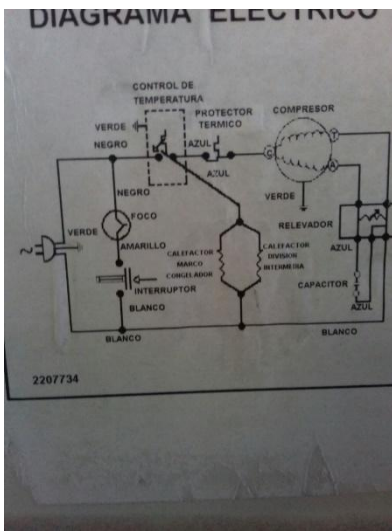


Diagrama eléctrico



termostato



Vista frontal

Resultados y conclusiones

Un refrigerador es un sistema de refrigeración creado con fines domésticos cuyo principal fin fue el de alargar la vida de los alimentos y de las bebidas, anteriormente eran tan grandes y pesados que solamente eran para uso de las empresas y gente con suficiente dinero para poder permitírselos, hoy en día estos aparatos están presentes en prácticamente cualquier hogar de la mayoría de las familias mexicanas y del mundo, con el paso de los años se han vuelto más económicos que cada vez más gente tiene acceso a ellos, hoy en día son indispensables tanto que cada vez van haciéndolos más “desechables” para que las personas compren piezas o bien el refrigerador completo, a esto se le llama “obsolescencia programada” y que aunque está presente en prácticamente todos los aparatos de nuestras casas, se nota más en aparatos caros y grandes como los refrigeradores.

Esta práctica sirve para nuestra formación en general ya que empezamos por el lado de identificar los componentes que integran un sistema de refrigeración y después detectar las fallas cuando el equipo no está funcionando de manera adecuada además de saber cómo actuar ante tales fallas y cuáles son los pasos y medidas de seguridad ante estos aparatos, aunque no nos toca a todos manipular las piezas, nos vamos dando una idea de cómo esto se hace en la vida real ya que esto no solo se trata de abrir un refrigerador sino también identificar por medio de diagramas las fallas, saber utilizar los refrigerantes y cambiar las piezas obsoletas.

Practica 4. Válvulas de carga

Introducción

En esta práctica se abordara el tema de la refrigeración artificial y el llenado de refrigerante a un sistema, se repasaran los temas de la refrigeración y los tipos de refrigerantes para así saber cuál es el adecuado para cada sistema.

Objetivos

- Conocer los tipos de refrigerantes
- Aprender a soldar tubos de cobre
- Soldar válvulas de carga a los tubos
- Aprender a cargar refrigerante

Metodología

Refrigérate:

Es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión

Refrigerante R134

El R134a es un gas refrigerante del tipo HFC (hidrofluorcarbono) que no daña la capa de ozono. Es de baja toxicidad, no es inflamable con la presencia del aire atmosférico a temperatura inferior a 100 °C y a presión atmosférica. No es corrosivo, y es compatible con la mayoría de materiales. Sus vapores tienen un olor levemente dulce.

Ventajas:

- ✓ El refrigerante R134a no contiene átomos de cloro, por lo tanto, no produce ningún daño a la capa de ozono.
- ✓ R134a es seguro de usar, ya que es ignífugo, no explosivo, no tóxico, no irritante y no corrosivo.
- ✓ En comparación con R12, el R134a tiene una mejor conductividad de calor. Esto reduce considerablemente el consumo de refrigerante. Además, ambos tienen una conductividad térmica similar, así que la modificación de su sistema de refrigeración es mucho más fácil.

Peso Molecular	102.03	Vaporización de calor BP (KJ/Kg)	215
Punto de ebullición (°C)	-26.2	ODP	0
Temperatura crítica (°C)	101.1	GWP	0.29
Presión crítica (MPa)	4.067	Pureza (%)	≥99.9
Densidad del líquido saturado 25,(g/cm ³)	1.207	Humedad (%)	≤0.001
Calor específico del líquido 25, [KJ/(KG)]	1.51	Acides (%)	≤0.00001
Solubilidad (agua, 25)%	0.15	Residuo de evaporación (%)	≤0.01
Densidad crítica (g/cm ³)	0.512	Apariencia	Sin color, sin elementos turbios
Olor	No hay olor extraño		

Aplicaciones:

El R134a es utilizado por la mayoría de fabricantes de equipos, debido a su excelente eficacia, como sustituto a largo plazo del R12 en aplicaciones tales como:

- ✓ Aparatos de aire acondicionado
- ✓ Aire acondicionado industrial (grupos de refrigeración rápida)



- ✓ Refrigeración doméstica
- ✓ Refrigeración comercial y de transporte Como todos los HFC, el R134a necesita el uso de aceites sintéticos para asegurar el retorno óptimo del aceite hacia el compresor

Materiales utilizados:

- Tubo de cobre de ½ pulgada
- Válvulas de carga
- Lija

Herramientas utilizadas:

- Cortadora de tubo
- Taladro radial
- Pinzas
- Soplete
- Brocas

1. Primero se dobló el tubo para formar un cuadro



2. Una vez dado la forma rectangular se perforaron con ayuda del taladro una broca dos orificios para insertar las válvulas de carga



3. Con la lija se lijaron los orificios y las válvulas para quitar el óxido de cobre y hacer una mejor soldadura
4. Posteriormente se soldaron las válvulas al tubo, quitando antes los centros para no quemar las gomas con el calor



5. Una vez soldadas las válvulas así quedaría el sistema listo para la carga del refrigerante



Refrigerante utilizado: genetron 134a



Resultados y conclusiones

El objetivo general de esta práctica fue el de aprender a soldar cobre y aprender a cargar refrigerante a un sistema de refrigeración

Es muy interesante porque cada vez más se tendrá más visión acerca de lo que se hace en la industria en el área de la refrigeración y saber aplicar estas técnicas y principios cuando trabajemos o diseñemos algún sistema de refrigeración

Practica 5. Tipos de refrigerantes y ciclo de Carnot

Introducción

En este trabajo se aprenderá cómo analizar las propiedades de un refrigerante para transportar el calor. Existe una cantidad grande de refrigerantes actualmente utilizados en aplicaciones comerciales e industriales. Cada refrigerante tiene propiedades que difieren de otros, tales como: puntos de ebullición, calor específico, calor latente, densidad y otros factores que afectan la habilidad del refrigerante para transferir el calor.

En 1824 el ingeniero francés Sadi Carnot estudió la eficiencia de las diferentes máquinas térmicas que trabajan transfiriendo calor de una fuente de calor a otra y concluyó que las más eficientes son las que funcionan de manera reversible. Para ello diseñó una máquina térmica totalmente reversible que funciona entre dos fuentes de calor de temperaturas fijas. Esta máquina se conoce como la máquina de Carnot y su funcionamiento se llama el ciclo de Carnot.

- ¿Qué es un refrigerante?

Un refrigerante Es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

- Identificación de Refrigerantes

Los refrigerantes se identifican por números después de la letra R, que significa "refrigerante". El sistema de identificación ha sido estandarizado por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Es necesario estar familiarizado con los números, así como con los nombres de los refrigerantes. En la tabla 12.3, aparecen los refrigerantes más comunes.

Cabe mencionar que las mezclas zeotrópicas, son refrigerantes transitorios que se desarrollaron para substituir al R- 22 y al R-502, aunque algunas de estas, van a permanecer como sustitutos de estos refrigerantes.

- Características y propiedades

Para que un refrigerante sea apropiado y se le pueda usar en el ciclo antes mencionado, debe poseer ciertas propiedades físicas, químicas y termodinámicas que lo hagan seguro durante su uso.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

No existe un refrigerante ideal ni que pueda ser universalmente adaptable a todas las aplicaciones. Entonces, un refrigerante se aproximará al ideal, solo en tanto que sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para la que va a ser utilizado.

Para tener uso apropiado como refrigerante, se busca que los fluidos cumplan con la mayoría de las siguientes características:

Baja temperatura de ebullición: Un punto de ebullición por debajo de la temperatura ambiente, a presión atmosférica. (Evaporador)

Fácilmente manejable en estado líquido: El punto de ebullición debe ser controlable con facilidad de modo que su capacidad de absorber calor sea controlable también.

Alto calor latente de vaporización: Cuanto mayor sea el calor latente de vaporización, mayor será el calor absorbido por kilogramo de refrigerante en circulación.

No inflamable, no explosivo, no tóxico. Químicamente estable: A fin de tolerar años de repetidos cambios de estado.

No corrosivo: Para asegurar que en la construcción del sistema puedan usarse materiales comunes y la larga vida de todos los componentes.

Moderadas presiones de trabajo: las elevadas presiones de condensación (mayor a 25-28kg/cm²) requieren un equipo extrapesado. La operación en vacío (menor a 0kg/cm²) introduce la posibilidad de penetración de aire en el sistema.

Fácil detección y localización de pérdidas: Las pérdidas producen la disminución del refrigerante y la contaminación del sistema.

Inocuo para los aceites lubricantes: La acción del refrigerante en los aceites lubricantes no debe alterar la acción de lubricación.

Bajo punto de congelación: La temperatura de congelación tiene que estar muy por debajo de cualquier temperatura a la cuál pueda operar el evaporador.

Alta temperatura crítica: Un vapor que no se condense a temperatura mayor que su valor crítico, sin importar cuál elevada sea la presión. La mayoría de los refrigerantes poseen críticas superiores a los 93 °C.

Moderado volumen específico de vapor: Para reducir al mínimo el tamaño del compresor.

Bajo costo: A fin de mantener el precio del equipo dentro de lo razonable y asegurar el servicio adecuado cuando sea necesario.

Se mencionan las más importantes para la selección del refrigerante adecuado para la aplicación de que se trate y el equipo disponible. Todos los refrigerantes se identifican mediante un número reglamentario.

- Propiedades Termodinámicas
-

1. Presión - Debe operar con presiones positivas.

2. Temperatura - Debe tener una temperatura crítica por arriba de la temperatura de condensación. Debe tener una temperatura de congelación por debajo de la temperatura del evaporador. Debe tener una temperatura de ebullición baja.

3. Volumen - Debe tener un valor bajo de volumen específico en fase vapor, y un valor alto de volumen en fase líquida.

4. Entalpia - Debe tener un valor alto de calor latente de vaporización.

5. Densidad
6. Entropía
 - Propiedades Físicas y Químicas
7. No debe ser tóxico ni venenoso.
8. No debe ser explosivo ni inflamable.
9. No debe tener efecto sobre otros materiales.
10. Fácil de detectar cuando se fuga.
11. Debe ser miscible con el aceite.
12. No debe reaccionar con la humedad.
13. Debe ser un compuesto estable.

Tipos de refrigerantes

Clasificación de los refrigerantes:

Por las **presiones de trabajo**:

- Baja presión, a P atm su T ebullición es alta, superior a +20°C
- Media presión, T ebullición entre +20°C y -30°C
- Alta presión, T ebullición es baja, entre -30°C y -80°C
- Muy alta presión, a T ebullición es muy baja, inferior a -80°C

Por el **Reglamento de Seguridad (I)**

- GRUPO PRIMERO: si no es combustible ni toxico.
- GRUPO SEGUNDO: tóxica o corrosiva; combustible o explosiva a un 3,5 % o más en volumen
- GRUPO TERCERO: comb. o expl. a menos de un 3,5%

G 1º
R 12 / R 22
R 134a
R 404a

G 2º
R 717

G 3º
Propano R 290
Butano R 600

- **Toxicidad** (concentración y tiempo de exposición); Dos Grupos: A y B
 - TVL (TWA):** valor límite umbral de concentración para la jornada laboral, 8 h/día, sin sufrir efectos adversos
 - TVL (STEL):** valor límite umbral de concentración para 15 min, que no se debe exceder en la jornada laboral
 - TVL (C):** valor límite umbral de concentración instantánea que no se debe pasar

- **Inflamabilidad y Explosividad** (% vol. o ppm), tres Grupos: 1, 2 y 3
 - LI,** límite de concentración el aire a partir del cual la mezcla puede ser explosiva
 - LS,** límite de concentración el aire a partir del cual la mezcla deja de ser explosiva por falta de oxígeno

Nueva Designación	No propaga llama (1)	Baja Inflam. (2)	Alta Inflam. (3)
Baja Toxicidad (A)	A1 G1	A2 G3b	A3 G3
Alta Toxicidad (B)	B1 G2	B2 G2	B3 G3a

Por su **composición química (I)**: Inorgánicos y orgánicos (hidrocarburos)

CFC's: dos átomos Cl, muy estables en la atmósfera (+100 años), contribuyen a la destrucción del ozono. **R11, R12, R113, R114, R115, R-500 y R-502**

HCFC's: un solo átomo de Cl, vida 2 a 28 años, afectan la capa de ozono 2 al 10% de los CFC, han sido una solución intermedia; influyen en mayor medida que los CFC en el calentamiento del planeta. **R-22, R-123, R-124 y R-141b**

Los **HFC's**: H, F y C, no destruyen el ozono, pero algunos de ellos tienen un efecto importante sobre el efecto invernadero. **R-152a, R-32, R-125 y R-143a**

El **R134a** niveles de toxicidad muy bajos, propiedades termodinámicas parecidas al R-12 en alta y media T. Como inconvenientes: disminuye el COP a medida que desciende T evaporación y aumenta la de condensación, no es miscible con aceites convencionales

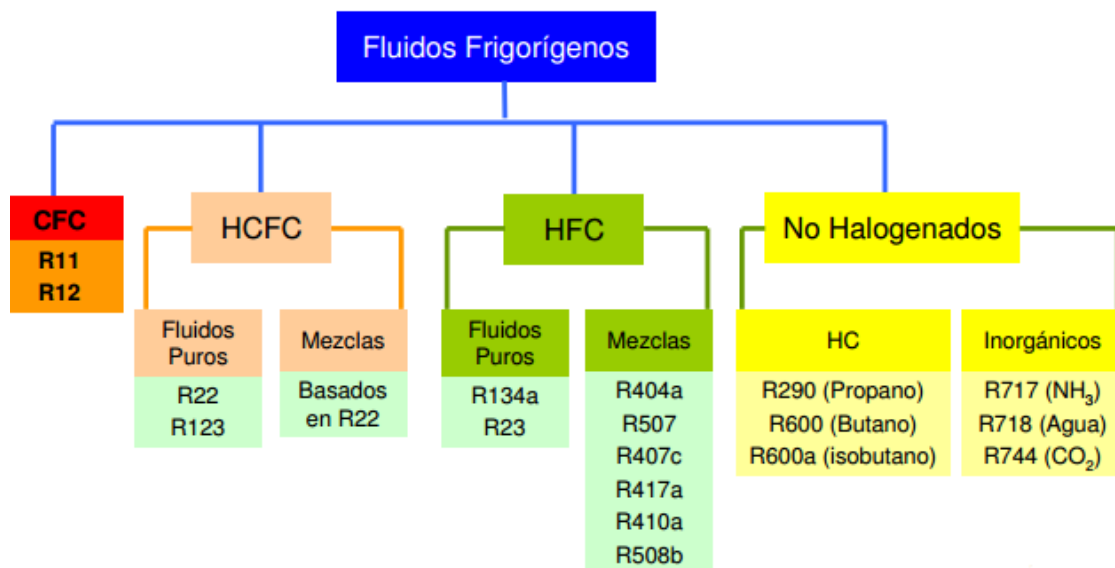
Por su **composición química (II)**: Inorgánicos y orgánicos (hidrocarburos)

Mezclas: varían sus propiedades en función de la composición

- **Azeotrópica**: evaporan y condensan a temperatura constante, **R5XX**
- **Zeotrópica**: presentan deslizamiento, **R4XX**

Fluidos de trabajo naturales:

- **El amoníaco R717 (NH₃)**, excelente refrigerante, sus inconvenientes son su elevada toxicidad y no ser compatible con el cobre, componentes de acero
- **Los hidrocarburos (HC's)**, propano (R290), butano (R600) y sus mezclas; su problema es su alta inflamabilidad
- **El agua (R718)** es un excelente fluido de trabajo para alta T
- **CO₂(R744)**



No.	NOMBRE QUIMICO	FORMULA QUIMICA
Serie Metano		
10	Tetraclorometano (tetracloruro de carbono)	CCl ₄
11	Tricloromonofluorometano	CCl ₃ F
12	Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂
13	Clorotrifluorometano	CClF ₃
20	Triclorometano (cloroformo)	CHCl ₃
21	Diclorofluorometano	CHCl ₂ F
22	Clorodifluorometano	CHClF ₂
23	Trifluorometano	CHF ₃
30	Diclorometano (cloruro de metileno)	CH ₂ Cl ₂
40	Clorometano (cloruro de metilo)	CH ₃ Cl
50	Metano	CH ₄
Serie Etano		
110	Hexacloroetano	CCl ₃ CCl ₃
113	1,1,2-triclorotrifluoroetano	CCl ₂ FCClF ₂
115	Cloropentafluoroetano	CClF ₂ CF ₃
123	2,2-Dicloro-1,1,1-Trifluoroetano	CHCl ₂ CF ₃
134a	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	CH ₂ FCF ₃
141b	1,1-Dicloro-1-fluoroetano	CH ₃ CCl ₂ F
150a	1,1-Dicloroetano	CH ₃ CHCl ₂
152a	1,1-Difluoroetano	CH ₃ CHF ₂
160	Cloroetano (cloruro de etilo)	CH ₃ CH ₂ Cl
170	Etano	CH ₃ CH ₃
Hidrocarburos		
290	Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃
600	Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃
600a	2-Metilpropano (isobutano)	CH(CH ₃) ₃
Compuestos Inorgánicos		
702	Hidrógeno	H ₂
704	Helio	He
717	Amoniaco	NH ₃
718	Agua	H ₂ O
720	Neón	Ne
728	Nitrógeno	N ₂
732	Oxígeno	O ₂
744	Bióxido de Carbono	CO ₂
764	Bióxido de Azufre	SO ₂
Mezclas Zeotrópicas		
400	R-12/114 (60/40)	
401A	R-22/152a/124 (53/13/34)	
401B	R-22/152a/124 (61/11/28)	
402A	R-22/125/290 (38/60/2)	
402B	R-22/125/290 (60/38/2)	
404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	
407A	R-32/125/134a (20/40/40)	
407B	R-32/125/134A (10/70/20)	
407C	R-32/125/134a (23/25/52)	
408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	
409A	R-22/124/142b (60/25/15)	
410A	R-32/125 (50/50)	
Mezclas Azeotrópicas		
500	R-12/152a (73.8/26.2)	
502	R22/115 (48.8/51.2)	
503	R-223/13 (40.1/59.9)	
507	R-125/143a (50/50)	

Designación de números a los principales refrigerantes. Los números entre paréntesis indican el porcentaje de cada componente en la mezcla.

REFRIG. N°	EVAPORADOR A -15°C		CONDENSADOR A 30°C	
	kPa	psig	kPa	psig
12	183	11.8	754	93.2
22	296	28.2	1,192	158.2
30	8	27.6*	69	9.5*
123	16	25.2*	110	1.2
134a	164	9.1	767	96.6
170	1627	221.3	4,660	661.1
500	214	16.4	880	113.4
502	348	35.9	1,319	176.6
717	236	19.6	1,167	154.5
718	0.8	29.7*	4.5	28.6*

Presiones de operación. Los valores presentados con asterisco, indican pulgadas de vacío.

REFRIG. N°	TEMPERATURAS EN °C		
	EBULLICION	CRITICA	CONGELACION
12	-29.8	112	-158
22	-40.7	96	-160
30	40.6	216.1	-97
123	27.9	---	-107
134a	-26.5	101.1	-103
170	-88.6	32.3	-172
502	-45.4	82.2	---
507	-46.7	71	---
717	-33.3	132.9	-78
718	100	374.5	0

Tabla 12.5 - Temperaturas a presión atmosférica.

	Temp. del Evaporador	Temp. de Ebullición
Enfriadores de Bebidas	4 °C	-2 °C
Aire Acondicionado	6 °C	0 °C
Gabinetes de Helados	-20 °C	-26 °C
Refrigeradores Domésticos	-15 °C	-20 °C
Exhibidores de Lácteos	2 °C	-4 °C
Cámara de Enfriamiento	3 °C	-3 °C
Cámara de Congelación	-26 °C	-32 °C

Tabla 12.6 - Temperaturas recomendadas para varias aplicaciones de refrigeración.

Ciclo de Carnot

La máquina de Carnot.

La máquina de Carnot puede pensarse como un cilindro con un pistón y una biela que convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento circular. El cilindro contiene una cierta cantidad de un gas ideal y la máquina funciona intercambiando calor entre dos fuentes de temperaturas constantes $T_1 < T_2$. Las transferencias de calor entre las fuentes y el gas del cilindro se hacen isotérmicamente, es decir, manteniendo la temperatura constante lo cual hace que esa parte del proceso sea reversible. El ciclo se completa con una expansión y una compresión adiabáticas, es decir, sin intercambio de calor, que son también procesos reversibles.

La máquina funciona así:

1) Expansión isotérmica. Se parte de una situación en que el gas ocupa el volumen mínimo V_{\min} y se encuentra a la temperatura T_2 y la presión es alta. Entonces se acerca la fuente de calor de temperatura T_2 al cilindro y se mantiene en contacto con ella mientras el gas se va expandiendo a consecuencia de la elevada presión del gas. El gas al expandirse tiende a enfriarse, pero absorbe calor de T_2 y así mantiene su temperatura constante durante esta primera parte de la expansión. El volumen del gas aumenta produciendo un trabajo sobre el pistón que se transfiere al movimiento circular. La temperatura del gas permanece constante durante esta parte del ciclo, por tanto no cambia su energía interna y todo el calor absorbido de T_2 se convierte en trabajo.

$$dQ_1 = dW_1 \geq 0, dU_1 = 0$$

2) Expansión adiabática. La expansión isotérmica termina en un punto preciso tal que el resto de la expansión, que se realiza adiabáticamente (es decir sin intercambio de calor, el cilindro se mantiene totalmente aislado de cualquier fuente de calor), permite que el gas se enfríe hasta alcanzar exactamente la temperatura T_1 en el momento en que el pistón alcanza el punto máximo de su carrera y el gas su alcanza su volumen máximo V_{\max} . Durante esta etapa todo el trabajo realizado por el gas proviene de su energía interna.

$$dQ_2 = 0, dU_2 = dW_2 \geq 0$$

3) Compresión isotérmica. Se pone la fuente de calor de temperatura T_1 en contacto con el cilindro y el gas comienza a comprimirse pero no aumenta su temperatura porque va cediendo calor a la fuente fría T_2 . Durante esta parte del ciclo se hace trabajo sobre el gas, pero como la temperatura permanece constante, la energía interna del gas no cambia y por tanto ese trabajo es absorbido en forma de calor por la fuente T_1 .

$$dQ_3 = dW_3 \leq 0, dU_3 = 0$$

4) Compresión adiabática. La fuente T_1 se retira en el momento adecuado para que durante el resto de la compresión el gas eleve su temperatura hasta alcanzar exactamente el valor T_2 al mismo tiempo que el volumen del gas alcanza su valor mínimo V_{\min} . Durante esta etapa no hay intercambio de calor, por eso se llama

compresión adiabática, y se realiza un trabajo sobre el gas todo el cual se convierte en energía interna del gas.

$$dQ_4 = 0, dU_4 = dW_4 \leq 0$$

El ciclo 1) 2) 3) 4) se repite indefinidamente.

En cada ciclo la máquina realiza un trabajo mecánico dW igual al calor transferido dQ de T_2 a T_1 . Esto se deduce del primer principio de la termodinámica, pero también lo podemos comprobar usando las igualdades obtenidas en cada ciclo. En efecto,

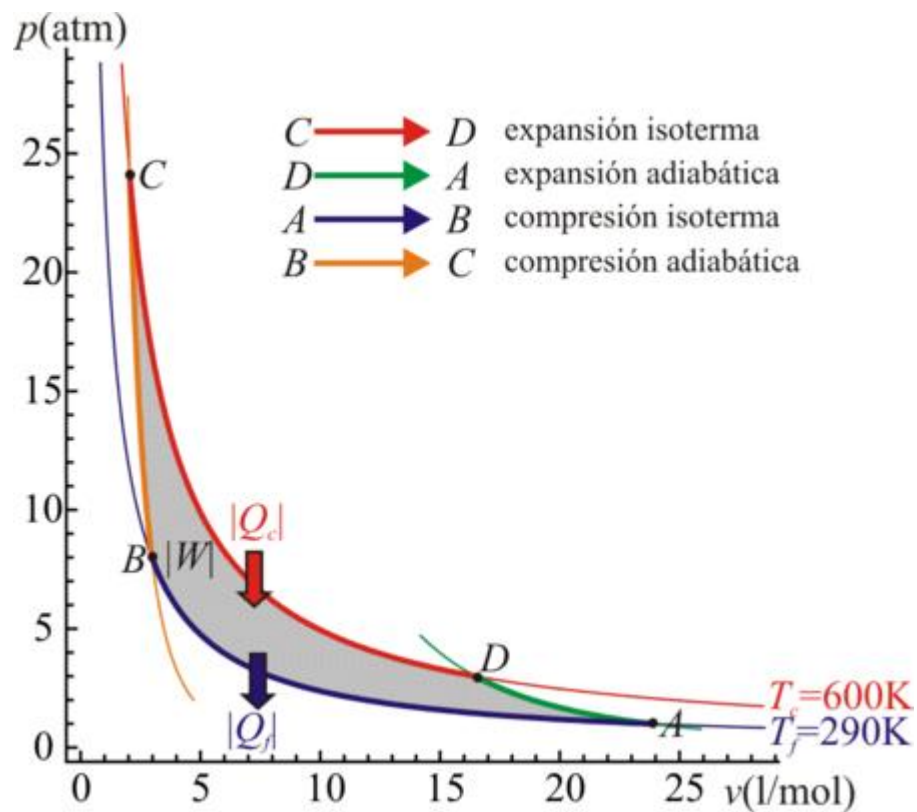
$$dQ = dQ_1 + dQ_3 = dW_1 + dW_3$$

donde la segunda igualdad se obtiene de 1) y 3). Por otro lado, el estado del gas al terminar un ciclo es el mismo que al comenzarlo, por lo que el cambio de su energía interna debe ser cero, es decir:

$$dU_1 + dU_2 + dU_3 + dU_4 = 0$$

De esta última igualdad y de 1), 2), 3) y 4) se deduce que $dW_2 + dW_4 = 0$. Por lo tanto

$$dQ = dW_1 + dW_3 = dW_1 + dW_2 + dW_3 + dW_4 = dW.$$



Practica 6. Reporte final en equipo.

Introducción.

Este trabajo ha sido realizado con el fin de mostrar todo el proceso frigorífico de un sistema de refrigeración, nos introduciremos a observar cómo es que funcionan estos sistemas, que funciones cumplen, cuales son las normas a las que son sometidos, explicaremos como podemos cargar un refrigerador de su refrigerante correspondiente en un cierto lapso de tiempo, cuales son los periodos de mantenimiento que se le da, al igual explicaremos como es que funcionan todos sus elementos como lo son, el evaporador, condensador, compresor, tubo capilar y a sí mismo como funcionan ayudándose unos con otros, analizaremos cuando, como y porque ocurren fallas dentro del.

Tengamos en cuenta que un sistema de refrigeración hay muchos factores que se deben cumplir uno de ellos es que, se debe seguir las reglas del manual del fabricante para así evitar fallas a la hora de dar mantenimiento a nuestro equipo, un ejemplo nos dice que al cargar de refrigerante nuestro sistema en caso de que sea necesario no debemos rebasar los 125g de refrigerante 134^a ya que al rebasar esta cantidad sometemos a nuestro equipo más presión y podemos dañar una parte de él, otra condición que se indica es que nuestro equipo de refrigeración debe estar funcionando con una corriente nominal de 8.5 amperes a una tensión nominal de 127v, observamos que lo que se indica es muy preciso y se debe cumplir, te invitamos a echar un vistazo más a fondo al mundo de la refrigeración.

Antecedentes históricos de la refrigeración

El frío natural

El arte de la refrigeración basado en el hielo natural es muy antiguo y se practicó mucho antes de construirse cualquier máquina térmica. Hay escritos chinos, anteriores al primer milenio a. J.C. que describen ceremonias religiosas para llenar en invierno y vaciar en verano sótanos de hielo.

Los griegos y los romanos comprimían la nieve en pozos aislados con pasto, paja y ramas de árboles. La nieve comprimida se convertía en hielo para ser usado en épocas de mayor calor.

Estos primeros métodos de producir refrigeración son otro notable ejemplo de la habilidad humana, patente en toda la historia de la termotecnia y las máquinas térmicas, para desarrollar un arte útil mucho antes de la existencia de las correspondientes bases racionales y científicas; facultad de utilizar y crear lo que no se entiende que ha marcado la evolución de la humanidad. Asimismo, hasta mediados del siglo XIX existían navieras especializadas que transportaban miles de toneladas de hielo de Suecia y de los Grandes

Lagos de EE.UU.A y Canadá a las Indias orientales, Australia, las Antillas y América del Sur.

La utilización de los procesos químicos mediante mezclas refrigerantes se puede considerar como una etapa intermedia entre el frío natural y el frío artificial, y desde antiguo se conocía que añadiendo ciertas sales, como por ejemplo el nitrato sódico, al agua, se consigue disminuir su temperatura.

Este procedimiento era utilizado en la India en el siglo IV y durante la dominación musulmana en la península Ibérica. Así, los Omeyas introdujeron en Córdoba los sorbetes que elaboraban usando una mezcla de nieve con salitre.

En 1553 un médico español, aposentado en Roma, Blas Villafranca se ocupaba, en su libro, editado en Roma, *Methodes refrigerandi ex vocato sale nitro vinum aquamque ac potus quodvis aliud genus, cui accedaent varia naturalium rerum problemata, non minus jucunda lectu, quam necessaria cognitu*, del enfriamiento del agua y el vino por medio de mezclas refrigerantes, nombrando por primera vez la palabra refrigerar en el sentido de lograr y mantener una temperatura inferior a la del ambiente. En 1607 se descubrió que podía utilizarse una mezcla de agua con sal para congelar el agua.

Refrigeración:

Se entiende por refrigeración aquel proceso mediante el cual bajar o reducir la temperatura del ambiente de un objeto o de un espacio cerrado a partir del enfriamiento de las partículas. Este proceso de refrigeración es por lo general artificial aunque sus principios se basan en la refrigeración natural que se da en el medio ambiente. Hay diversos tipos que son utilizados en diversos tipos en diferentes situaciones, pero por lo general los más utilizados en el ambiente doméstico a través de aparatos son las heladeras refrigeradores etc.

El proceso de refrigeración que se puede aplicar sobre un ambiente u objeto se basa en la noción de que si se lo extrae o quita la energía a ese ambiente u objeto, su temperatura bajara. Al retirar energía de una maquina refrigerante el objeto pierde su temperatura ambiente y tiende a enfriarse.

Si el proceso es aplicado sobre un ambiente o espacio cerrado este se volverá más fresco y agradable si antes permaneciera de manera calurosa.

Las aplicaciones de refrigeración son entre muchas:

- La climatización de espacios habitados, para alcanzar un grado de confort térmico adecuado para la habitabilidad de un edificio.
- La conservación de alimentos, medicamentos u otros productos que se degraden con el calor. Como por ejemplo la producción de hielo o nieve, la mejor conservación de órganos en medicina o el transporte de alimentos perecederos.

- Los procesos industriales que requieren reducir la temperatura de maquinarias o materiales para su correcto desarrollo. Algunos ejemplos son el mecanizado, la fabricación de plásticos, la producción de energía nuclear.
- La criogénesis o enfriamiento a muy bajas temperaturas empleada para licuar algunos gases o para algunas investigaciones científicas.
- Motores de combustión interna: en la zona de las paredes de los cilindros y en las culatas de los motores se producen temperaturas muy altas que es necesario refrigerar mediante un circuito cerrado donde una bomba envía el líquido refrigerante a las galerías que hay en el bloque motor y la culata y de allí pasa un radiador de enfriamiento y un depósito de compensación. El líquido refrigerante que se utiliza es agua destilada con unos aditivos que rebajan sensiblemente el punto de congelación para preservar al motor de sufrir averías cuando se producen temperaturas bajo cero.
- Máquinas-herramientas: las máquinas herramientas también llevan incorporado un circuito de refrigeración y lubricación para bombear el líquido refrigerante que utilizan que se llama taladrina o aceite de corte sobre el filo de la herramienta para evitar un calentamiento excesivo que la pudiese deteriorar rápidamente,
- Aparatos electrónicos: la mayoría de los aparatos electrónicos requieren refrigeración, que generalmente consiguen mediante un ventilador, que hace circular el aire del local donde se sitúan, y otras veces sencillamente haciendo circular el aire por convección.

Ciclo de refrigeración:

La refrigeración, que es la transferencia de calor de una región de temperatura inferior hacia una temperatura superior. Los dispositivos que producen la refrigeración se llaman refrigeradores, y los ciclos en lo que operan se denominan ciclos de refrigeración por compresión de vapor, donde el refrigerante se evapora y condensa alternadamente, para luego comprimirse en la fase de vapor. Otros ciclos de refrigeración conocidos son los ciclos de refrigeración de gas en la que el refrigerante permanece todo el tiempo en fase gaseosa y el de absorción de amoníaco donde existe mezcla de amoníaco y agua en algunos procesos en el ciclo.

CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.

En el proceso de compresión de vapor se realizan modificaciones al ciclo de Carnot basados en las siguientes consideraciones:

- En el proceso de compresión, el fluido de trabajo solo debe estar en la fase de vapor.
- Para expandir el refrigerante es recomendable utilizar un dispositivo más económico y con cero mantenimientos (válvula de estrangulamiento o tubo capilar).

- La temperatura de condensación no debe limitarse a la zona de saturación.

Muchos aspectos imprácticos asociados con el ciclo invertido de Carnot, se eliminan al evaporar el refrigerante completamente antes de que se comprima y al sustituir la turbina con un dispositivo de estrangulamiento, tal como una válvula de expansión o tubo capilar.

CICLO REAL DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

Un ciclo real de refrigeración por compresión de vapor, difiere de uno ideal por varias razones. Entre las más comunes están las irreversibilidades que suceden en varios componentes. Dos fuentes comunes de irreversibilidades son la fricción del fluido (que provoca caídas de presión) y la transferencia de calor hacia o desde los alrededores.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN CASCADA

El ciclo en cascada es un conjunto de ciclos de compresión de vapor simple en serie, de manera que el condensador de un ciclo de temperatura inferior, proporciona calor al evaporador de un ciclo de temperatura mayor. El refrigerante por lo general en cada circuito es diferente con el objeto de ajustar los intervalos de temperatura y presión.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR MÚLTIPLES ETAPAS

Para sistemas de compresión de vapor, donde se desea reducir el trabajo de entrada del compresor, se realizan modificaciones que consiste en incluir la compresión con refrigeración intermedia. En estos ciclos de refrigeración intermedia el sumidero de energía puede ser el mismo refrigerante, ya que en muchos puntos del ciclo, la temperatura del refrigerante es inferior a la temperatura del ambiente. Por tanto, el intercambiador de calor que funciona como refrigerador intermedio, se convierte en un intercambiador regenerativo, ya que el calor se transfiere de forma interna en el sistema.

El ciclo de refrigeración

Una comprensión profunda de la función de un compresor frigorífico no puede existir sin un debate del ciclo de refrigeración, consiste en la transformación de un líquido a gas y viceversa..) Existen cinco pasos principales en un circuito de refrigeración: evaporación, condensación, compresión, expansión y recepción.

1) La evaporación: el líquido refrigerante entra en el evaporador el cual absorbe el calor cuando se evapora, lo que produce el enfriamiento. El refrigerante del evaporador alimenta a un tanque como un débil o saturado gas sobrecalentado. La presión del tanque se eleva hasta que se iguala a la presión del evaporador. Se detiene el flujo del refrigerante y la temperatura, tanto en el tanque como en el evaporador, elevándose a la temperatura ambiente.

2) La compresión: para mantener las presiones y temperaturas más bajas, se necesita un compresor para eliminar el vapor. Debido a que el circuito de refrigeración está cerrado, se mantiene el equilibrio, si la carga sobre el aumento del evaporador y el

refrigerante se evapora la temperatura y la presión del elevador se elevará. La energía que requiere un compresor es entrada de compresión y se transfiere al vapor de la refrigeración.

3) La condensación: después de dejar el compresor, se mueve el refrigerante al condensador, que emite el calor que transfiere al aire o agua que tiene una temperatura más baja. La cantidad de calor emitido es el calor absorbido por el refrigerante en el evaporador, más el calor creado por la entrada de compresión.

4) Recepción: La presión en el receptor es mayor que la presión en el evaporador debido a la compresión por lo tanto debe reducirse para que coincida con la presión de evaporación. Esto se logra mediante el uso de una válvula de expansión.

5) Expansión: Antes de que el líquido entre en la válvula de expansión, la temperatura estará justo bajo el punto de ebullición, se reduce la presión en la válvula de expansión y hace que el líquido a ebullición se evapore. Esta evaporación se lleva a cabo en el evaporador y el circuito está completo.

Tipos

Los principales tipos de compresores de refrigeración son alternativos, de tornillo, de desplazamiento y centrífuga. Son utilizados en las aplicaciones de refrigeración, bombas de calor, aire acondicionado, en actividades tales como procesamiento de alimentos, pistas de hielo, estadios y fabricación de productos farmacéuticos.

Compresores de tornillo rotativo

Los compresores rotativos de tornillo tienen husillos que comprimen el gas a medida que entra en el evaporador. El compresor de tornillo cuenta con un funcionamiento suave y requisitos mínimos de mantenimiento, ya que estos compresores sólo necesitan cambios en el aceite, el filtro de aceite y el separador de aire/aceite. Hay dos tipos de compresores de tornillo rotativo: individuales y dobles.

Compresores alternativos

Un compresor alternativo utiliza un mecanismo de pistón accionado por descargas con resorte de carga y pasadores para elevar la placa de la válvula de succión de su asiento, permitiendo que la unidad pueda ser utilizada en cualquier relación de presiones. Este tipo de compresor es eficiente a tiempo completo y carga parcial de trabajo. Otras ventajas incluyen controles simples y la capacidad de controlar la velocidad mediante el uso de correas de transmisión. El compresor de pistón se utiliza en aplicaciones de baja potencia.

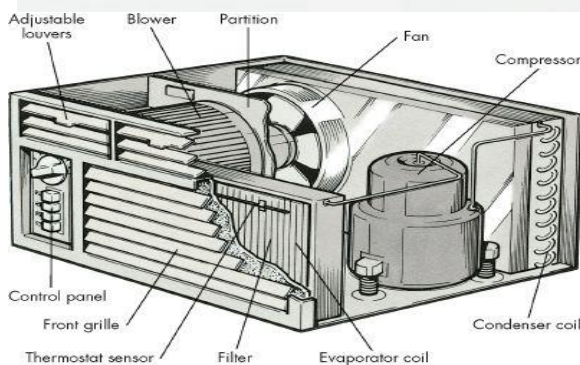
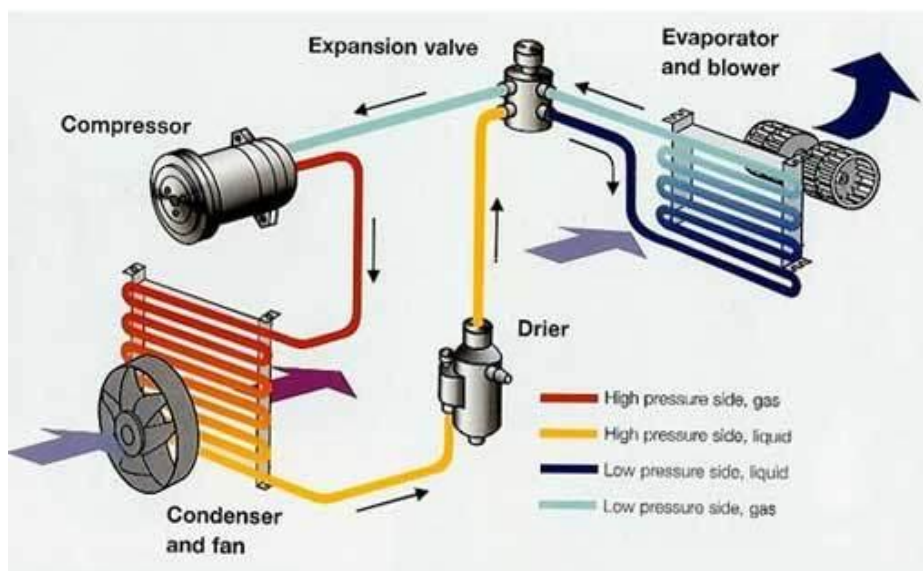
Los compresores de desplazamiento

Los compresores de desplazamiento funcionan moviendo un elemento en espiral dentro de otra espiral estacionaria para producir bolsas de gas que a medida que se hacen más pequeñas, aumentan la presión del gas. Durante la compresión, varios bolsillos se

comprimen a la vez. Al mantener un número par de bolsas de gas equilibradas en lados opuestos, la compresión fuerza dentro el equilibrio de desplazamiento y reduce la vibración en el interior del compresor. Este tipo de compresor utiliza el diseño de desplazamiento en lugar de un cilindro fijo o un mecanismo de compresión del pistón o de una sola cara, eliminando el espacio desperdiciado en la cámara de compresión y la necesidad de comprimir el gas otra vez durante el ciclo (recompresión). Esto reduce el consumo de energía.

Los compresores centrífugos

Los compresores centrífugos comprimen el gas refrigerante a través de la fuerza centrífuga creada por los rotores que giran a alta velocidad. Esta energía se envía a un difusor, que convierte una porción de él en aumento de la presión. Esto se hace mediante la ampliación de la región del volumen de flujo para desacelerar la velocidad de flujo del fluido energético. Los difusores pueden utilizar superficies de sustentación, también conocidos como paletas, para mejorar este aspecto. Los compresores centrífugos son adecuados para la compresión de grandes volúmenes de gas a presiones moderadas.



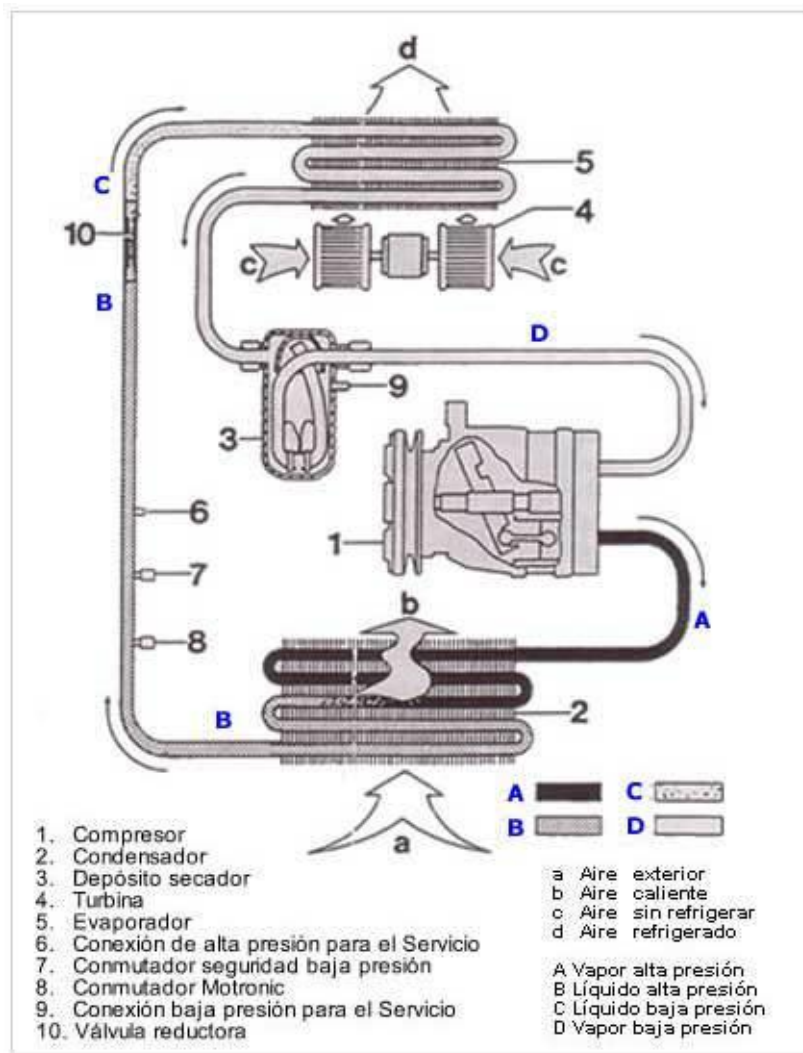


Condensador

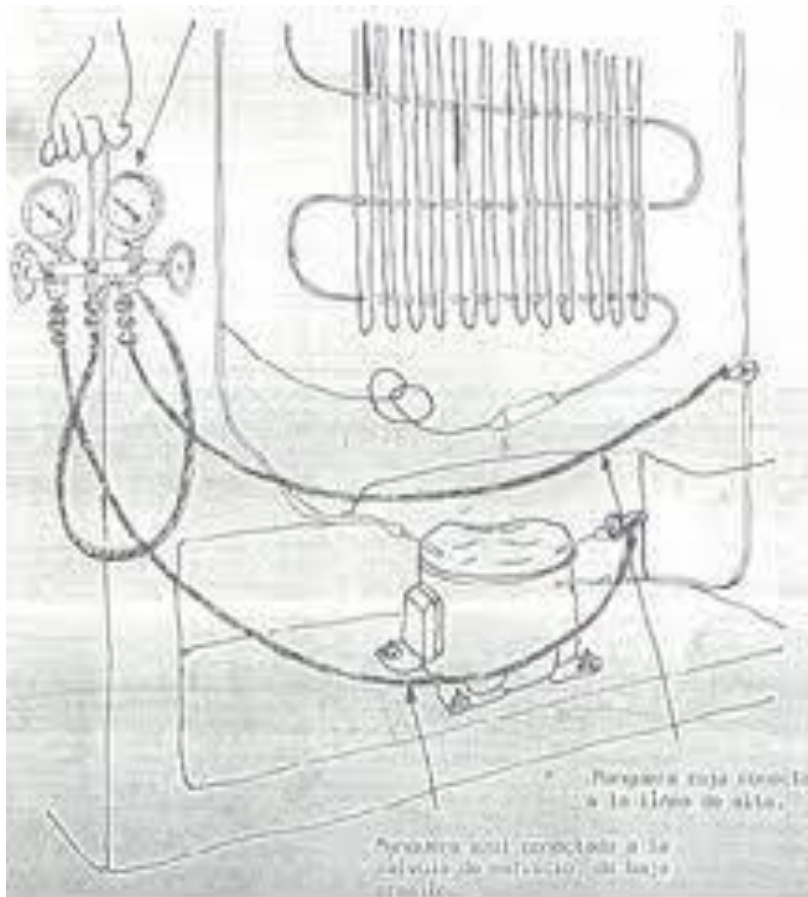
La función de los condensadores para refrigeración.

No hay que ser experto para saber que la combinación entre aire frío y húmedo genera una sensación de malestar y molestia generalizada. En general durante el verano hay mucha humedad en los ambientes. Parte de esta humedad es la atmosférica pero mucha de ella es la generada por la respiración y en especial por la transpiración de las personas que circulan dentro del ambiente refrigerado. Si no sacamos esta humedad del circuito la sensación de pesadez se volverá bastante intolerable y no podremos disfrutar de nuestro aire fresco. Cuanto más transitada y húmeda esté la habitación más agua se liberará al exterior. En verano el condensador de refrigeración puede llegar a generar la increíble cantidad de hasta 1 litro de agua por hora. Aquí es donde generalmente empiezan los problemas, porque si no estamos atentos a cambiar el recipiente contenedor este se puede volcar afectando los pisos de abajo, si vivimos en edificio, o nuestro patio si vivimos en una casa. Para evitar tener problemas con los vecinos hay que recordar que la producción de agua debido a la deshumidificación en verano es mucha y que probablemente haya que vaciar el recipiente contenedor con bastante asiduidad.

Muchas veces ocurre que uno llega de la calle acalorado y el primer instinto al entrar en el comedor de nuestra casa es prender el equipo de aire acondicionado. Rara vez chequeamos a ver si el recipiente contenedor se está por llenar o ya está para cambiar. La consecuencia de esto es que probablemente el contenedor se arte o se caiga antes de que tengamos la oportunidad de descargarlo.



El condensador tiene gran parecido con el radiador debido a que ambos cumplen la misma función. El condensador está diseñado para disipar calor, y normalmente está localizado frente al radiador, pero a veces, debido al diseño aerodinámico de la carrocería del vehículo, se coloca en otro lugar. El condensador debe tener un buen flujo de aire siempre que el sistema esté en funcionamiento. Dentro del condensador, el gas refrigerante proveniente del compresor, que se encuentra caliente, es enfriado; durante el enfriamiento, el gas se condensa para convertirse en líquido a alta presión.

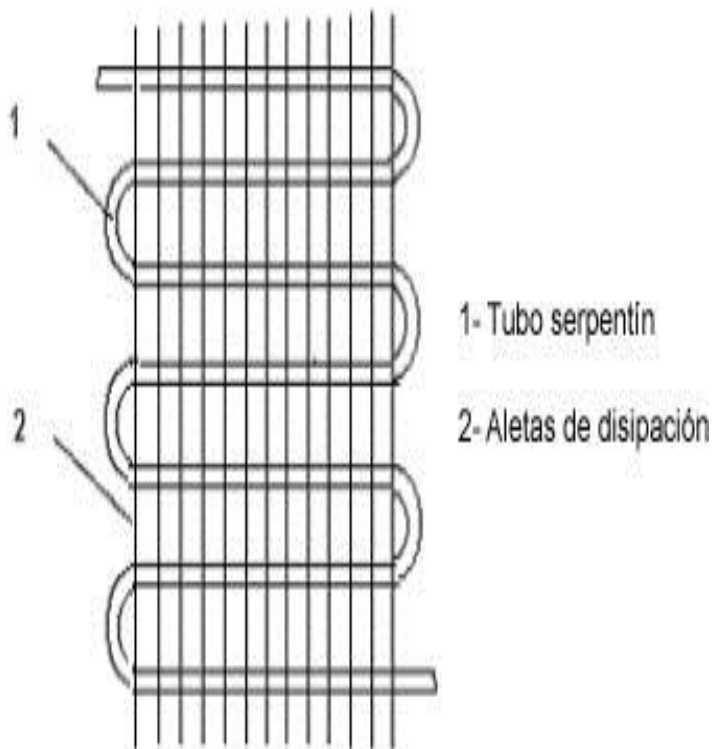


Condensador

El condensador utilizado en refrigeración doméstica es del tipo de placas y está colocado en la parte posterior del gabinete, enfriándose el vapor refrigerante por la circulación natural del aire entre las placas las cuales tienen ondulaciones que forman canales o tubos.

La función del condensador es transformar en su interior el gas refrigerante comprimido en el compresor en líquido refrigerante. En el interior del condensador el gas refrigerante pierde el calor que absorbió durante el proceso de su evaporación desde el espacio a enfriar, así como también hace entrega del calor absorbido durante su circulación a través de la línea de retorno al compresor y el calor absorbido durante el fenómeno de compresión en el interior del compresor.

Debido a esta entrega o pérdida de calor y a la elevada presión a que se lo somete, el gas se condensa y constituye una fuente de agente refrigerante en estado líquido en condiciones de ser entregado repetidamente en el interior de un equipo de refrigeración, produciendo en consecuencia el efecto de enfriamiento buscado.



Los condensadores en su parte exterior pueden ser enfriados por aire o por agua.

En refrigeración doméstica los condensadores son enfriados por aire y estos a su vez también se dividen en dos grupos que son del tipo de circulación forzada y del tipo de circulación natural.

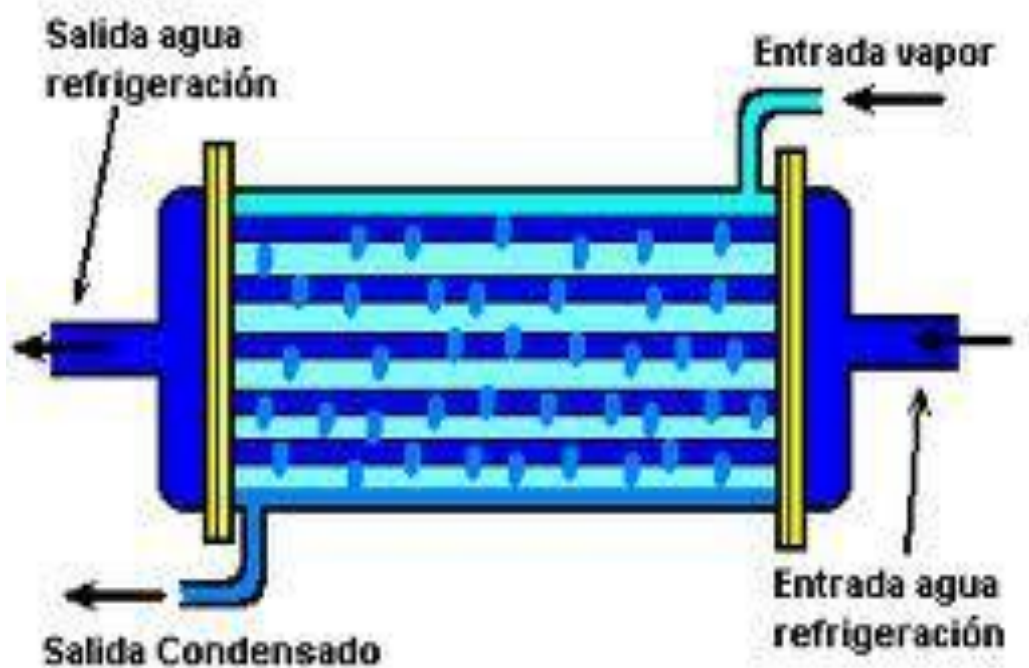
Cuando se emplea un tipo de condensador enfriado por circulación forzada la circulación se obtiene mediante la acción de un ventilador, el que establece una corriente de aire sobre la superficie del condensador.

En el tipo de circulación natural, se recurre al fenómeno de convección natural del aire, el aire caliente de menor densidad que el frío tiende a elevarse, estableciendo así la corriente de convección mediante la cual al elevarse el aire calentado por la extracción del calor del condensador será sustituido por aire más frío, proceso que seguirá produciéndose en forma ininterrumpida durante todo el tiempo en que en el condensador haya una temperatura.

Función del condensador

La función principal del condensador en una central térmica es ser el foco frío o sumidero de calor dentro del ciclo termodinámico del grupo térmico. Por tanto, su misión principal es condensar el vapor que proviene del escape de la turbina de vapor en condiciones próximas a la saturación y evacuar el calor de condensación (calor latente) al exterior mediante un fluido de intercambio (aire o agua).

En el caso de una máquina frigorífica, el condensador tiene por objetivo la disipación del calor absorbido en el evaporador y de la energía del compresor. El refrigerante que circula por su interior pasa de estado gaseoso a líquido.



Adicionalmente, el condensador recibe los siguientes flujos:

Las purgas de los calentadores y otros elementos, que una vez enfriadas son incorporadas al circuito de condensado.

El aire que procede de entradas furtivas en los diversos elementos del ciclo agua-vapor, a través de los cierres de la turbina de vapor o con el agua de reposición al ciclo. Éste debe ser extraído y enviado al exterior mediante eyectores o bombas de vacío. El vapor procedente del escape de la turbo-bomba de agua de alimentación si la hay en la instalación.

El vapor de los by-passes de turbina de vapor, que en determinados modos de operación transitorios (arranques, paradas, disparos, cambios bruscos de carga) conducen directamente al condensador todo el vapor generado en la caldera una vez atemperado. El agua de aportación al ciclo para reponer las purgas, fundamentalmente la purga continúa. Esta agua es desmineralizada y proviene del tanque de reserva de condensado.

Las condiciones en el interior del condensador son de saturación, es decir, está a la presión de saturación correspondiente a la temperatura de condensación del vapor. Esta presión es siempre inferior a la atmosférica, es decir, se puede hablar de vacío.

Tipos de condensadores para centrales térmicas

Según su disposición relativa con respecto de la turbina de vapor, los condensadores pueden clasificarse en:

Axiales. Están situados al mismo nivel que la turbina de vapor. Son típicos de turbina de vapor hasta 150 MW, potencias hasta las cuales el cuerpo de baja presión es de un solo flujo y escape axial.

Laterales. Están situados al mismo nivel que la turbina de vapor. El cuerpo de baja presión de la turbina de vapor es de dos flujos.

Inferiores. Están situados debajo de la turbina de vapor de baja presión, lo que les obliga a estar metidos en un foso y que el pedestal del grupo turbo generador esté en una cota más elevada, encareciéndose la obra civil. Dadas las potencias de las centrales convencionales actuales, éste es el tipo de condensador más usualmente empleado. La turbina de vapor de baja tiene doble flujo, pudiendo haber además varios cuerpos. Según el número de pasos pueden ser:

Un paso. Hay una única entrada y una única salida de agua en cada cuerpo del condensador. Típica en circuitos abiertos de refrigeración.

Dos pasos. El agua entra y sale dos veces en el cuerpo del condensador. Según el número de cuerpos:

Un cuerpo. El condensador tiene una sola carcasa.

Dos cuerpos. El condensador tiene dos carcasas independientes. Esta disposición es muy útil, ya que permite funcionar sólo con medio condensador.

Evaporador

El evaporador es el aparato destinado a la producción de frío en el interior del recinto mediante la absorción de calor del mismo, utilizando para ello la evaporación de un líquido.

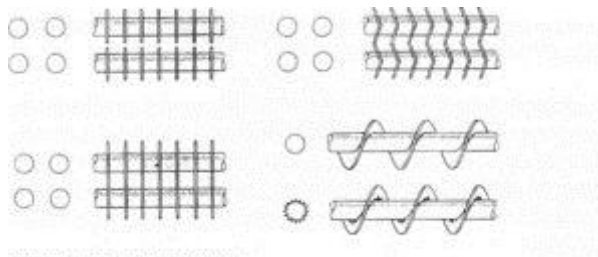
Se trata por tanto de un intercambio de calor, que en función de la capacidad requerida, necesita una determinada superficie de intercambio. El evaporador es el elemento que proporciona finalmente la temperatura necesaria para la conservación de los productos, mediante el cambio de estado de un determinado fluido refrigerante, a una presión y temperatura dadas.

Tipos de evaporadores

Se pueden establecer varios criterios de clasificación de los evaporadores:

A) según como estén contruidos

Puede observarse que en la construcción de los evaporadores suelen utilizarse tubos lisos provistos de aletas que permiten aumentar la superficie de transmisión en algunos tipos o bien contruidos con placas.



Diversas formas de aleteado de tubos

No se utilizan tubos corrugados porque éstos tienen menor coeficiente de transmisión de calor debido a las rápidas incrustaciones de hielo que se producen.

Los tubos lisos son de acero cuando se utiliza R717 y se suelen encontrar en evaporadores de grandes capacidades. Para los refrigerantes fluorados se utiliza el cobre y suelen emplearse de forma unitaria en instalaciones de menores dimensiones, o bien de varios evaporadores.

Si a los tubos lisos se les coloca unas aletas o placas metálicas, soldadas o expandidas, a presión sobre los tubos, se consigue aumentar considerablemente la superficie de intercambio de calor.

Los tubos forman un serpentín y las distancias de separación entre ellos o la de las aletas es variable, siendo en general mayor la densidad cuanto menor es la temperatura y viceversa, debido a las exigencias de circulación de aire; si las aletas están muy juntas se llenan de escarcha impiden la circulación de aire. Para temperaturas bajas el número de aletas puede oscilar de 2 a 3 aletas/pulgada, y para temperaturas de refrigeración puede llegar a ser de hasta unas 14 aletas/pulgada.

El hecho de utilizar aletas o placas representa una disminución de tamaño del evaporador, ya que éstas aumentan el coeficiente de transmisión para una misma superficie total de intercambio. El aire suele ser forzado a circular mediante ventiladores.



Evaporadores de Superficie de Placa

Para pequeños congeladores, como los de tipo doméstico, se fabrican también evaporadores consistentes en dos placas generalmente planas, metálicas, soldadas por puntos, de manera que por su interior circule el refrigerante.

B) según como se comporte y circule el refrigerante

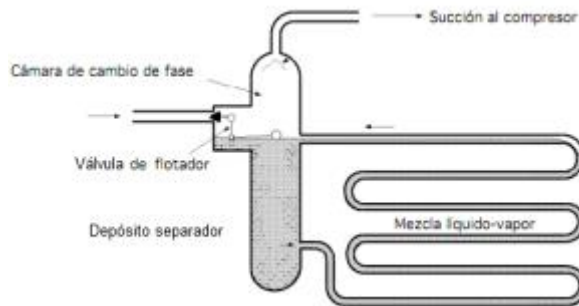
Si todo el líquido refrigerante que penetra en el evaporador se convierte completamente en vapor en el intervalo de tiempo que media desde que entra hasta

que sale por el otro extremo, el refrigerante llegará a la tubería de aspiración del compresor en forma de vapor.

Para su funcionamiento suele utilizarse una válvula de expansión termostática que regula el paso del líquido de acuerdo con la aspiración del compresor, de forma que sólo deja entrar la cantidad que puede ser vaporizada totalmente.

Para conseguir este efecto suele ser necesario un recalentamiento de unos 8 ó 10 °C aproximadamente o mayor en algunas ocasiones. Esto supone una variación del trabajo del compresor y un sobredimensionamiento del orden del 15% de la superficie total del evaporador.

No obstante, debido a su sencillez de diseño y a su menor precio (piénsese que el evaporador es uno de los elementos más caros de toda la instalación) es el procedimiento más utilizado.



Quando los evaporadores se llenan completamente de líquido refrigerante, se les denomina de tipo inundado. En este caso, el nivel del líquido se controla mediante una válvula de flotador que se cierra y no deja pasar más líquido cuando se alcanza el nivel fijado. Mediante este sistema, se consigue aumentar el rendimiento del evaporador hasta en un 20% aproximadamente. También se emplean dispositivos de columna de mercurio para abrir y cerrar contactos.

Otro tipo de evaporador es aquél en el que la circulación del refrigerante se controla regulando el caudal mediante una válvula fija que da paso a una bomba. En éstos, existe un exceso de líquido, por lo que suele llamarse de tipo sobrealimentado; el exceso de líquido se separa del vapor, se recoge en un colector y se recircula de nuevo hacia el evaporador, en tanto el vapor es aspirado hacia el compresor. Cuanto mayor es el número de recirculaciones de líquido, mayor es el rendimiento del evaporador en general.

C) según el método de circulación del aire

Hay que procurar que el aire que circula en el interior de la cámara o recinto que se desea refrigerar, lo haga de forma adecuada, ya que su velocidad es esencial en los intercambios de calor entre el ambiente, los productos y el evaporador.

No todos los productos y su período de conservación tienen las mismas exigencias térmicas ni de grado de humedad. La adecuada velocidad de circulación del aire está íntimamente relacionada con estos aspectos.

El aire puede circular por simple convección natural asegurada por los gradientes térmicos que se producen en las distintas zonas. La velocidad de movimiento en este caso es baja y sus efectos deshidratantes sobre las superficies de los productos, en particular los no empaquetados o envueltos, es mínima. Su utilización es más extensa en el campo de pequeños congeladores domésticos, armarios o muebles de exposición en locales de venta, o en almacenes de refrigeración.



Cuando se utilizan ventilación para la succión o impulsión del aire con el fin de obligarle a pasar por entre los serpentines de tubo liso con o sin aletas metálicas, se trata de evaporadores de convección forzada. Son muy utilizados, y en grandes instalaciones los serpentines pueden ser secos o húmedos, tal como ya se ha explicado en apartados anteriores.

Separadores de líquidos

Muchos evaporadores, especialmente los utilizados en la refrigeración doméstica, tienen un separador de líquido. El objetivo es recoger el líquido no evaporado, evitando así. Que el fluido refrigerante llegue al compresor en la fase líquida.

El separador de líquido puede ser de dos tipos:

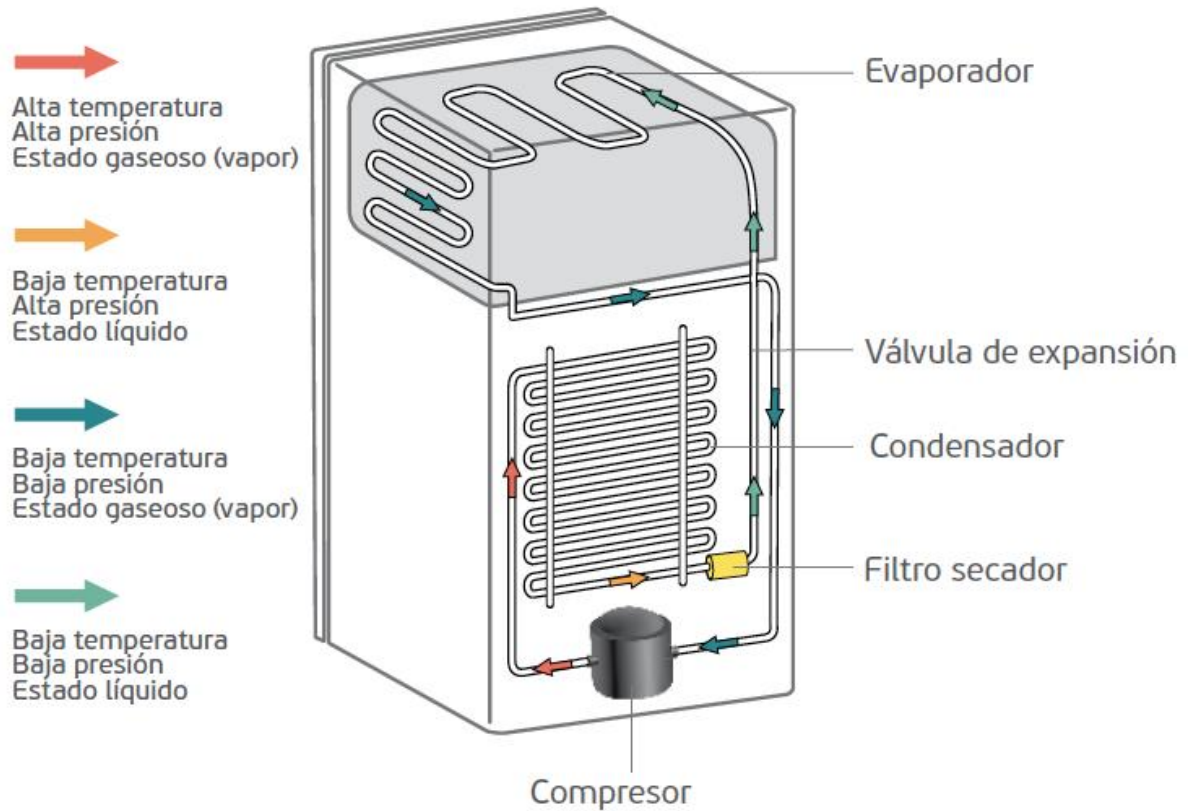
Estampado en el evaporador, en forma de colmena;

Cilíndrico, con el tubo situado en la salida del evaporador. Este modelo también se utiliza en los refrigeradores frost-free y no frost.

Reemplazo del evaporador

Si es necesario reemplazar al evaporador, es esencial tener en cuenta la capacidad de refrigeración del sistema, seleccionando un modelo apropiado para ello. Se debe, en lo posible, mantener las mismas características del componente original.

Entienda el rol del evaporador en un ciclo de refrigeración típico:



Refrigerante:

Un refrigerante es un producto químico líquido o gaseoso, fácilmente licuable, que es utilizado como medio transmisor de calor entre otros dos en una máquina térmica. Los principales usos son los refrigeradores y los acondicionadores de aire.

El principio de funcionamiento de algunos sistemas de refrigeración se basa en un ciclo de refrigeración por compresión, que tiene algunas similitudes con el ciclo de Carnot y utiliza refrigerantes como fluido de trabajo.

Historia

Cuando comenzaron las preocupaciones por la capa de ozono, los refrigerantes más usados eran los clorofluorocarbonos R-12 y R22. El primero era empleado principalmente para aire acondicionado de vehículos y para pequeños refrigeradores; el segundo para aire acondicionado, refrigeradores, y congeladores comerciales, residenciales y ligeros. Algunos de los primeros sistemas emplearon el R-11 por su bajo punto de ebullición, lo que permitía construir sistemas de baja presión.

La producción de R-12 cesó en Estados Unidos en 1995, y el R-22 fue eliminado posteriormente [2010]. Se está empleando el R-134a y ciertas mezclas (que no atentan contra la capa de ozono) en remplazo de los compuestos clorados.

Características principales de los refrigerantes

- **Punto de congelación.** Debe ser inferior a cualquier temperatura que existe en el sistema, para evitar congelamientos en el evaporador.
- **Calor específico.** Debe ser lo más alto posible para que una pequeña cantidad de líquido absorba una gran cantidad de calor.
- **Volumen específico.**- El volumen específico debe ser lo más bajo posible para evitar grandes tamaños en las líneas de aspiración y compresión
- **Densidad.** Deben ser elevadas para usar líneas de líquidos pequeñas.
- **La temperatura de condensación,** a la presión máxima de trabajo debe ser la menor posible.
- **La temperatura de ebullición,** relativamente baja a presiones cercanas a la atmosférica.
- **Punto crítico** lo más elevado posible.

Válvula de expansión (Tubo capilar)

Tiene uso en sistemas de refrigeración. Es el tipo más sencillo de dispositivo de expansión, pues consiste únicamente en un tubo (generalmente de cobre), que actúa

por tener una gran pérdida de carga, debido a su pequeño diámetro, de modo que el líquido refrigerante pierde la mayor parte de la presión con la que viene del compresor, presión que mantenía su volumen reducido; al perder presión, se expande en la salida hacia el evaporador.

La pérdida de carga que origina el capilar en este punto se define en función de la longitud del mismo, y corresponderá a la caída de presión del sistema entre el condensador y el evaporador.



Ventajas y Desventajas frente a otros sistemas de expansión.

Sus ventajas

- Sencillez
- Fiabilidad: no tiene piezas móviles
- Facilidad de reparación
- No necesita depósito de líquido
- Económico

Desventajas

- Rigidez: no permite adaptar el caudal de refrigerante a las variaciones de carga térmica y de temperatura del medio.
- El punto de fusión es bajo ya que tiene poco diámetro.

El tubo capilar como dispositivo de expansión

El tubo capilar es un dispositivo de control de refrigerante. Se trata de un simple tubo de cobre con una longitud específica que depende de la aplicación o unidad donde se lo use, y en cuyo interior posee un orificio de diámetro muy reducido, que actúa como restricción al paso del refrigerante que ingresa al evaporador de un frigorífico o sistema de refrigeración.

A la entrada del tubo capilar, suele instalarse un filtro deshidratador, con el fin de prevenir la obstrucción del tubo capilar, ya que su orificio interior, de pequeño diámetro, es propenso a bloquearse con impurezas o humedad.

La longitud del tubo capilar es lo que hace posible la resistencia necesaria para crear la diferencia de presión entre el lado de alta y baja presión de un sistema frigorífico.

Una de las ventajas del tubo capilar, es que equilibra las presiones tanto del lado de alta como de baja presión cuando el sistema frigorífico se detiene. Esto es, debido a que mientras el sistema está detenido, la presión de alta y de baja tiende a buscar el equilibrio a través del tubo capilar. Cuando el compresor vuelve a arrancar, las presiones en ambos lados son prácticamente las mismas. De esta manera, no se somete al compresor a un arranque con una gran presión en contra. Esta característica del tubo capilar, es lo que permite el empleo de compresores más económicos y con bajo torque de arranque en pequeñas unidades frigoríficas.

A diferencia de la válvula de expansión termostática, el tubo capilar no opera eficientemente sobre un amplio rango de condiciones. Sin embargo, es su bajo costo de fabricación lo que lo hace tan popular en aplicaciones de pequeñas potencias frigoríficas.

Ventajas del uso del tubo capilar

Los sistemas frigoríficos que emplean tubo capilar como dispositivo de expansión, no requieren el empleo de tubo o tanque receptor ya que todo el refrigerante en estado líquido es almacenado en el evaporador. Sin embargo, pueden encontrarse en la línea de baja presión un acumulador de succión que previene la posible entrada de refrigerante en estado líquido al compresor. Los acumuladores de succión evitan la entrada de refrigerante líquido al compresor, el cual no está diseñado para comprimir refrigerante en estado líquido.

¿Cómo funciona el tubo capilar?

El tubo capilar puede describirse como un tubo de longitud fija y con orificio muy pequeño que conecta el lado de alta presión (condensador) y de baja presión (evaporador) de un sistema frigorífico.

El tubo capilar funciona ofreciendo cierta resistencia al flujo del refrigerante en estado líquido, manteniendo la diferencia de presión necesaria entre el condensador y el evaporador. Debido a la fricción y aceleración generada dentro del tubo capilar, la presión desciende a medida que el refrigerante atraviesa la longitud del tubo capilar. Con el objeto de reducir la temperatura del líquido a la temperatura de saturación del evaporador, una parte del líquido debe convertirse en vapor dentro del tubo capilar.

Consideraciones importantes a la hora del empleo del tubo capilar

Dado que las presiones del lado de alta y de baja se equilibran a través del tubo capilar durante la parada del compresor, no se debe sobrecargar el sistema frigorífico con refrigerante. Es por esta razón que no se instalan receptores de líquido en las unidades que emplean tubo capilar como elemento de expansión. Si la unidad es sobrecargada

con refrigerante, la presión de descarga será mayor y el compresor se sobrecalentará. Por lo tanto, la carga de refrigerante en sistemas frigoríficos que empleen tubo capilar es muy crítica. Se recomienda realizar la carga de refrigerante siguiendo las instrucciones del fabricante de la unidad. Si sabemos la cantidad de refrigerante que lleva la unidad, deberemos cargar usando balanza para minimizar el riesgo de una sobrecarga de refrigerante.

El técnico deberá tener especial cuidado durante la soldadura del tubo capilar. Dado que el diámetro del tubo capilar es muy pequeño, el tubo capilar puede llegar a bloquearse con material de soldadura si no se toman las precauciones adecuadas. La soldadura del tubo capilar requiere de cierta paciencia y experiencia.

En aquellos escenarios, en donde por distintas razones deba cambiarse el tubo capilar, debe reemplazarse por otro de las mismas características que el original, con el fin de que el sistema frigorífico alcance la misma performance. En el caso de no disponer las medidas originales del tubo capilar, será la experiencia del técnico y las distintas pruebas con distintas longitudes la que determinará el largo ideal.

El acumulador de succión en las unidades con tubo capilar

El acumulador de succión es un pequeño recipiente con forma cilíndrica hecho de cobre. Se instala entre el evaporador y el compresor de un sistema frigorífico.

Algunas veces, el refrigerante circula con pequeñas partículas de este en estado líquido. Estas partículas quedan separadas en el acumulador. El refrigerante en estado líquido alojado en el acumulador lentamente se evapora y luego es aspirado por el compresor. Además, el acumulador previene la entrada de refrigerante en estado líquido al compresor cuando la carga en el evaporador disminuye de manera drástica.

Problemas de bloqueo u obstrucción del tubo capilar

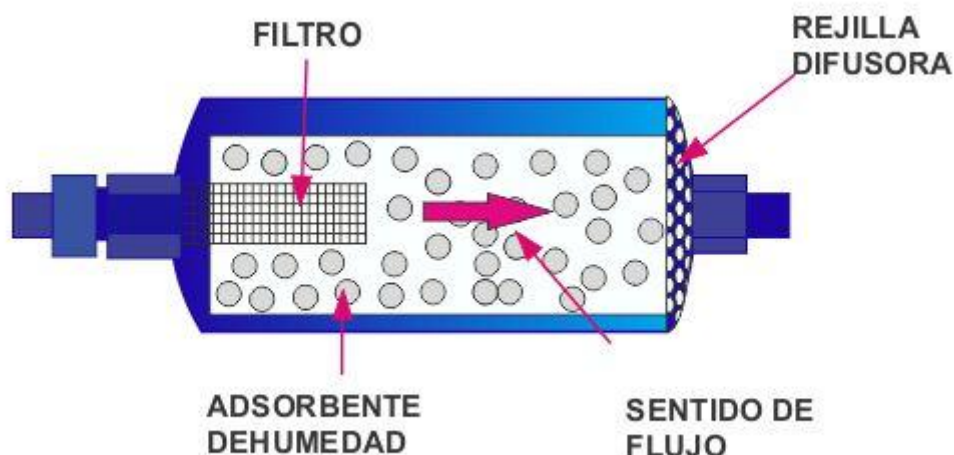
Durante el servicio o reparación de unidades equipadas con tubo capilar, el técnico puede llegar a encontrarse con un tubo capilar bloqueado. Entre las causas que provocan esta falla podemos mencionar:

- Presencia de humedad en el sistema frigorífico que al intentar atravesar el tubo capilar se congela y obstruye el mismo.
- Presencia de impurezas generadas por la degradación del aceite que se acumulan en el tubo capilar y lo obstruyen.
- Malas prácticas durante la reparación de la unidad que provocan la obstrucción del tubo capilar.
- Degradación de las moléculas del filtro deshidratador que se acumulan en el tubo capilar impidiendo el paso de refrigerante

Filtro deshidratador del tubo capilar del sistema frigorífico.

El filtro deshidratador está ubicado en la línea de líquido del sistema frigorífico. La línea de líquido está ubicada entre el tubo receptor y el dispositivo de expansión. Los filtros deshidratadores pueden obstruirse por humedad, lodo, impurezas o aceite. Sin

embargo, cualquier restricción o daño a la línea de líquido desde la salida del recibidor hasta la entrada al dispositivo de expansión tendrá los mismos síntomas que el filtro deshidratador obstruido. Debido a que el filtro está ubicado en la línea de líquido, un filtro deshidratador obstruido puede denominarse como una restricción en la línea de líquido en sí misma.



Fuentes de consulta

- <http://www.whirlpool.com/digitalassets/MLPDF/Use%20and%20Care%20Guide%20-%201168978.pdf>
- <http://www.whirlpool.com/manuals/>
- habitat.aq.upm.es/temas/a-eficiencia-energetica.html
- www.elaireacondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado
- www.fayerwayer.com/2011/08/el-origen-de-el-aire-acondicionado/
- https://es.wikipedia.org/wiki/Elementos_de_refrigeraci3n
- <http://autodaewoospark.com/diagrama-descripcion-sistema-refrigeracion-motor.php>
- <http://www.gildardoyanez.com/manual/>
- http://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/im/termofluidos/refrigeracion/a_acondicionado.pdf
- <http://es.slideshare.net/dialmi/1-principios-fsicos-de-climatizacion>
- <http://aireacondicionadojr.blogspot.mx/2013/03/las-leyes-de-la-refrigeracion.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos/aireacondi/aireacondi.shtml>
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/486_97/PDFs/realdecreto4861997de14deabrilporelqueseestablecenlas.pdf
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/ntp-779.pdf>
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_501.pdf
- http://www.almassepahan.com/fh/download/ASHRAE_Thermal_Comfort_Standard.pdf
- <http://www.divulgameteo.es/fotos/meteoroteca/Clima-Confortabilidad.pdf>
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_99.pdf
- http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/Torres_climatizacion.pdf
- http://www.construmatica.com/construpedia/Cartas_Bioclim%C3%A1ticas

- [http://procesosbio.wikispaces.com/Carta+Psicrom%C3%A9trica#Relación entre Humedad relativa y específica del Aire-APLICACIONES](http://procesosbio.wikispaces.com/Carta+Psicrom%C3%A9trica#Relación+entre+Humedad+relativa+y+específica+del+Aire-APLICACIONES)
- www.arqhys.com/blog/que-es-el-confort.html
- [http://shared.whirlpoolcorp.com/assets/pdfs/literature/Use%20and%20Care%20Guide%20-%202314457%20\(SP\).pdf](http://shared.whirlpoolcorp.com/assets/pdfs/literature/Use%20and%20Care%20Guide%20-%202314457%20(SP).pdf)
- <http://ojeda.com.mx/recursos/pdf/manuales/rvp-ni.pdf>
- <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/curso-basico-refrigeracion-domiciliaria/curso-basico-refrigeracion-domiciliaria.pdf>
- <http://www.mabe.com.ar/contenido//productos/manuales/manual%20heladera%20mabe%20HMA450NFM.pdf>
- <http://www.geprofile.com.mx/contenido/productos/descargas/PSMN3FFBFBN.pdf>
- http://cecytebc.edu.mx/hd/archivos/guias_didacticas/mantenimiento_ga_m3s3.pdf
- http://biblioteca.upc.es/bib240/serveis/fhct/expo_et/refrig.pdf
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerador>
- <http://es.scribd.com/doc/78679393/Historia-de-Los-Refrigeradores#scribd>
- <http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2012/04/RC-389-Refrigeradores.pdf>
- <http://dam162.blogspot.mx/2007/10/historia-del-refrigerador-datos.html>
- <http://www.muyinteresante.com.mx/salud/15/08/10/comida-refrigerador-segura/>
- <http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2012/04/RC-389-Refrigeradores.pdf>
- **<http://refrigeracionyventilacion195.blogspot.mx/2011/03/introduccion-la-refrigeracion-y-aire.html>**
- http://www.cifplalaboral.es/ckfinder/userfiles/files/Carga_de_refrigerante.pdf
- <http://www.ecured.cu/Refrigerante>
- <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/02/16/06.pdf>
- <http://refrigeracionyventilacion195.blogspot.mx/2011/03/introduccion-la-refrigeracion-y-aire.html>
- <https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2007/02/los-refrigerantes-y-sus-propiedades/>
- http://www.ehowenespanol.com/clasificacion-refrigerantes-hechos_74091/
- <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Manual-de-manipulacion-de-gases-refrigerantes-fenercom-2013.pdf>
- laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_de_Carnot
- arquimedes.matem.unam.mx/Descartes4/doctec/.../CicloDeCarnot.htm
- www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_estadistica/.../carnot/carnot.html
- cuentos-cuanticos.com/2011/11/02/el-ciclo-de-carnot/
- <http://www.ecured.cu/Refrigerante>
- <http://personales.unican.es/renedoc/Trasparencias%20WEB/Trasp%20Tec%20Frig/005%20Ref%20y%20Salm.pdf>
- www.indubel.com.ar/pdf/gases/refrigerantes.pdf
- <https://www.youtube.com/watch?v=qSFbhSr4D4>