

41126
33



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

CAMPUS ARAGÓN

**ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS
EVAPORADORES Y SU APLICACIÓN EN LA
REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN
MECÁNICA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

MARTÍN/FITZ MONTES

ASESOR :

ING. RODRÍGUEZ LORENZANA ALEJANDRO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS ESTA DEDICADA A.

A mis padres:

Domingo Fitz Pina

Ana Maria Montes Mejia

*Quienes me han dado todo en la vida amor, apoyo,
consejos y a quienes les debo todo lo que soy y todo lo
que seré.*

A mis hermanos:

*Gerardo, Roberto, Nicolasa, Jerónimo, Javier, Cristina,
Andrés.*

*Por su consejos, platicas interminables y tantos
momentos inolvidables que marcaron el camino de mi
vida.*

A mi familia:

Olivia Pérez Papacetzí

Jessica Fitz Pérez

Por su amor, paciencia y motivación.

A mi profesor de tesis.

Ing. Rodríguez Lorenzana Alejandro.

Por su amistad, enseñanzas y su ayuda incondicional.

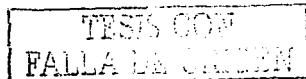
A mi sinodales

*Quienes han aportado una serie de conocimientos para
poder aplicados en la vida.*

A mis grandes amigos.

Por todo el tiempo que hemos compartido.

B



-INDICE-

TITULO DE LA TESIS.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5

CAPITULO 1

"CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA."

1.1 REFRIGERACIÓN.....	7
1.2 REFRIGERANTES.....	7
1.3 EL CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA... 8	8
1.3.1 COMPONENTES BÁSICOS DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.....	9
1.3.2 PROCESOS TERMODINÁMICOS DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.....	10
1.4 TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DEL EVAPORADOR DE UN CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.....	11

CAPITULO 2

"EVAPORADORES."

2.1 EVAPORADOR.....	14
2.2 FUNCIÓN DEL EVAPORADOR.....	14
2.3 PASO DEL REFRIGERANTE POR EL EVAPORADOR.....	15
2.4 TIPOS DE EVAPORADORES.....	16
2.4.1 EVAPORADORES DE SISTEMA INUNDADO.....	17
2.4.2 EVAPORADORES DE SISTEMA SECO DE TUBO LISO.....	20
2.4.3 EVAPORADORES DE PLACA.....	22
2.4.4 EVAPORADORES DE SISTEMA SECO, DE TUBO Y ALETAS.....	23
2.4.5 EVAPORADORES SEMI-INUNDADOS.....	23
2.4.6 EVAPORADORES DE AIRE FORZADO.....	25
2.4.7 CIRCULACIÓN DE AIRE EN LOS EVAPORADORES DE AIRE FORZADO.....	27
2.4.8 FRIGORÍFEROS.....	30

2.4.9	EVAPORADORES MIXTOS.....	34
2.5	ENFRIAMIENTO INDIRECTO.....	35
2.6	EVAPORADORES MULTITUBULARES PARA ENFRIAMIENTO DE LÍQUIDOS.....	36
2.7	ENFRIADORES DE CORTINA.....	38
2.8	EVAPORADORES ACUMULADORES DE FRÍO.....	39

CAPITULO 3

"CICLO DE DESCONGELAMIENTO EN LA REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA."

3.1	DESCONGELAMIENTO.....	41
3.2	EVAPORADORES CON ESCARCHA.....	42
3.3	EVAPORADORES SIN ESCARCHADO.....	42
3.3.1	EVAPORADORES CON DESCONGELAMIENTO.....	43
3.3.2	MÉTODO DE DESCONGELACIÓN MANUAL.....	43
3.3.3	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO A PRESIÓN.....	44
3.3.4	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO POR TEMPERATURA.....	45
3.3.5	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO POR PARO DEL COMPRESOR.....	46
3.3.6	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO TÉRMICO COMPLEMENTARIO.....	47
3.3.6.1	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO CON GASES DE DESCARGA CALIENTES DE UN COMPRESOR.....	48
3.3.6.2	MÉTODO DE TERMOBANCO CON GASES CALIENTES.....	49
3.3.6.3	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO DE CICLO INVERSO.....	49
3.3.6.4	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO CON AGUA.....	51
3.3.6.5	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO MEDIANTE ROCIADO DE SALMUERA.....	53
3.3.6.6	MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO ELÉCTRICO.....	54

"INDICE"

CAPITULO 4

"CÁLCULOS BÁSICOS APLICADOS AL EVAPORADOR."

4.1	CÁLCULO DEL EVAPORADOR.....	56
4.2	MEDICIÓN DE LA CIRCULACIÓN DEL AIRE.....	57
4.3	CAPACIDAD DEL EVAPORADOR.....	58

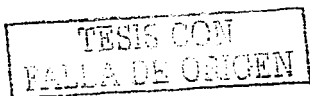
CAPITULO 5

"COMPONENTES DE LOS EVAPORADORES"

5.1	ALETAS.....	61
5.2	CIRCUITOS DEL EVAPORADOR.....	63
5.3	MÉTODOS DE ALIMENTACIÓN DEL REFRIGERANTE.....	64
5.4	USO DE DATOS DE CAPACIDAD DADOS POR EL FABRICANTE..	66
5.5	ENSAMBLES DE SERPENTÍN Y DESVIADORES.....	66
5.6	FORMAS DE DISEÑAR Y OPERAR UN SERPENTÍN DE EVAPORADOR DE EXPANSIÓN DIRECTA.....	67
5.7	HUMEDAD Y SU RELACIÓN CON LOS EVAPORADORES.....	68
5.8	HÉLICES AGITADORAS.....	68
5.9	BANDEJAS DE DESAGUE.....	69

CONCLUSIONES.....	71
-------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.....	73
-------------------	----



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ENEP ARAGÓN
TESIS DE TITULACIÓN

TÍTULO.

**ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS EVAPORADORES Y SU APLICACIÓN EN
LA REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.**

OBJETIVO GENERAL.

Establecer los criterios fundamentales desde el punto de vista teórico-práctico que se deben de seguir para hacer un buen análisis acerca de los tipos, usos y selección de evaporadores, aplicados a la refrigeración por compresión mecánica.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- A) Hacer una descripción general del ciclo de refrigeración por compresión mecánica.
- B) Remarcar la importancia que tiene el evaporador como un componente básico del ciclo de refrigeración por compresión mecánica.
- C) Investigar todos los tipos de evaporadores que se utilizan en un sistema de refrigeración por compresión mecánica.
- D) Investigar la importancia y los tipos de descongelamiento aplicados a los evaporadores que se utilizan en un sistema de refrigeración por compresión mecánica.
- E) Hacer un análisis de los materiales que usan los fabricantes para la construcción de evaporadores.

JUSTIFICACIÓN.

Este trabajo pretende recabar toda la información que sea posible investigar, acerca de los diferentes tipos de evaporadores que se aplican en la refrigeración por compresión mecánica, tanto del área comercial, como del área industrial y en el área de la refrigeración doméstica.

Dentro de las soluciones que tiene una buena operación y funcionamiento de un ciclo de refrigeración por compresión mecánica, se encuentra el de tener una buena selección del evaporador, así como de un buen programa de mantenimiento.

Este trabajo establece los criterios fundamentales que se deben de seguir para hacer un buen análisis acerca de los tipos, usos y selección de evaporadores, aplicados a la refrigeración por compresión mecánica.

Por último, dejar un manual de referencia de este componente básico del ciclo de refrigeración por compresión mecánica, para que futuras generaciones puedan tener esta obra como material de consulta, ó ¿por qué no? Mejorarlo para su trabajo recepcional de titulación.

INTRODUCCIÓN.

La refrigeración siempre a acompañado al hombre desde que éste empezó a tener conocimiento de las cosas mediante la observación.

Aún cuando los primeros antepasados del hombre, conocieron y observaron los efectos del frío, la historia nos hace referencia de éstos fenómenos naturales de la refrigeración. Los chinos fueron los primeros en recolectar y almacenar hielo del invierno empacándolo en paja o hierba seca, para su uso en los meses del verano.

Fue en la década de 1900 cuando se desarrollo la refrigeración industrial mediante el uso del ciclo mecánico; empacadoras de carne, carnicerías, cervecerías y otras industrias, empezaron a hacer uso completo de la refrigeración mecánica.

Con el crecimiento de la industria eléctrica y del alambrado de casas, los refrigeradores domésticos se popularizaron, sustituyendo a las cajas de hielo. El creciente interés en los refrigeradores domésticos fue apoyado por el diseño de motores eléctricos, de baja potencia, para operar los compresores en "cajas de hielo" mecánicas. Después de 1920 estos utensilios han sido producidos en gran número y han llegado a ser una necesidad para todos, más bien que un lujo para pocos.

Actualmente mas de tres cuartas partes de la comida que aparece en las mesas cada día, se produce, se empacka, se almacena y se preserva por medio de la refrigeración.

La preservación y el transporte de comida es tan común en nuestros días que es difícil imaginar un mundo sin el uso de la refrigeración.

En estos tiempos con tantos cambios, el panorama ocupacional del egresado de la carrera de ingeniería mecánica o como profesional técnico en refrigeración y aire acondicionado es muy amplio, logrando penetrar en todos los sectores de la sociedad.

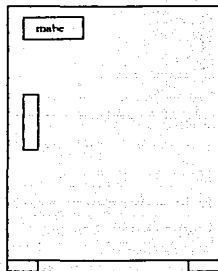
CAPITULO 1

"CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA"

1.1 REFRIGERACION.

Existen una gran variedad de definiciones de refrigeración y todas son correctas, pero una de las más comunes dice que es la remoción de calor no deseado desde espacios u objetos seleccionados y su transferencia hacia otros espacios u objetos. La remoción de calor de baja temperatura puede ser llevada a cabo mediante el uso del hielo, agua fría ó refrigeración mecánica.

Entonces podemos concluir que si existe una temperatura menor a la del medio ambiente, estamos hablando de refrigeración.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig.1 La figura de un típico refrigerador doméstico, donde la temperatura interior es aproximadamente de 5 °C y en el congelador de 0 °C, teniendo en el exterior aproximadamente 24 °C.

1.2 REFRIGERANTES.

Son compuestos químicos que son alternativamente comprimidos y forzados a circular continuamente a través de un sistema de refrigeración para que puedan absorber la carga térmica que se genera debido a las ganancias de calor de una serie de factores (en nuestro trabajo no se va a tratar este tema), y que dicha carga térmica pueda ser desechada en el condensador. Actualmente se esta tratando de hacer un gran cambio para sustituir a refrigerantes que destruyen la capa de ozono, por otros alternativos que no destruyan dicha capa.

1.3 CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.

Es la utilización de los componentes mecánicos arreglados en un sistema de refrigeración con el propósito de transferir calor. El ciclo de refrigeración se basa en un principio conocido desde tiempo atrás, de que un líquido al expandirse a gas, extrae calor del área de su alrededor (esto se puede comprobar al humedecerse un dedo, inmediatamente se empieza a sentir más frío que los otros, particularmente si se expone a una corriente de aire. Esto es a causa de que el dedo le cede calor al líquido provocando que se evapore).

Los refrigerantes se evaporan o hierven a una temperatura mucho más baja que la del agua, lo cual le permite extraer calor de un forma mucho más rápida que la del agua sobre el dedo.

El ciclo de refrigeración por compresión mecánica se basa en el ciclo inverso de Carnot de una máquina térmica.

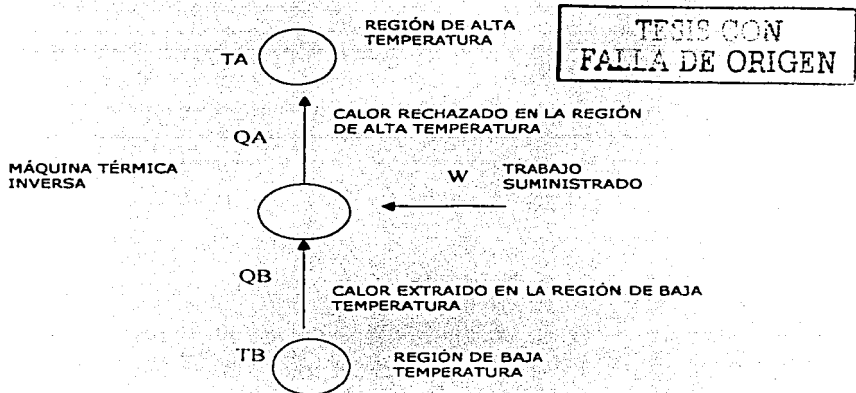


Fig.2 Figura típica de una máquina inversa de Carnot en donde se extrae calor (QB) de una región de temperatura baja(TB) (en refrigeración es el evaporador) y con ayuda de una máquina (un compresor) se expulsa el calor (QA) en una región de alta temperatura(TA) (en refrigeración es el condensador).

1.3.1 COMPONENTES BÁSICOS DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.

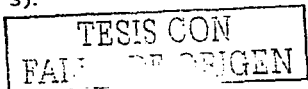
Una vez definido y entendido el concepto de refrigeración, pasaremos a analizar como se puede conseguir bajar la temperatura de un espacio con respecto a la temperatura ambiente.

El ciclo de refrigeración por compresión mecánica lleva este nombre por que usa un elemento mecánico para lograr la compresión, dicho elemento es el compresor.

Este ciclo consta de cuatro componentes básicos que son:

- a) **Compresor.**- Se le conoce como el corazón del sistema ya que se encarga de bombear todo el refrigerante a través del sistema. En términos más estrictos es una máquina térmica que se encarga de aumentar la presión y por lo tanto también la temperatura del gas en cuestión.
- b) **Condensador.**- Es el componente que cambia de fase el refrigerante de vapor a líquido (como su nombre lo indica condensa el refrigerante), ó también es un intercambiador de calor por que cede calor al medio que lo envuelve provocando la condensación.
- c) **Válvula de expansión.**- Es el componente que se encarga de regular el flujo de refrigerante, así como de determinar la presión del lado de baja.
- d) **Evaporador.**- Es el componente que se encarga de cambiar de fase líquida a fase de vapor el refrigerante (como su nombre lo indica evapora el refrigerante), ó también es un intercambiador de calor por que absorbe calor al medio que lo envuelve provocando la evaporación.

La interconexión de todos los componentes arriba descritos se puede observar en el siguiente diagrama (figura 3).



CAPÍTULO I
"CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA"

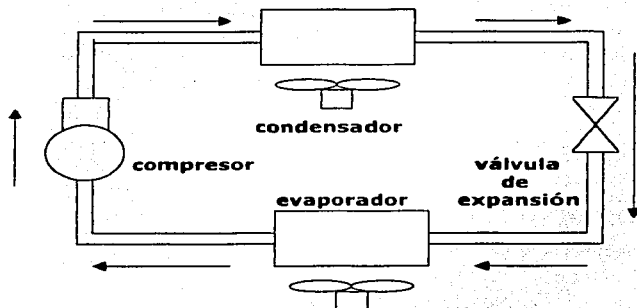


Fig.3 Ciclo de refrigeración por compresión mecánica con sus cuatro componentes básicos, las flechas indican la dirección del refrigerante.

Tomando como referencia el compresor, el refrigerante es comprimido aumentando su presión y su temperatura, logrando que entre refrigerante sobrecalentado al condensador, una vez en el condensador, el refrigerante cede calor al medio ambiente provocando que cambie de estado gaseoso a estado líquido. Al entrar a la válvula de expansión el refrigerante se expande convirtiéndose una parte en vapor, entra al evaporador donde empieza a hervir cambiando de fase a vapor saturado.

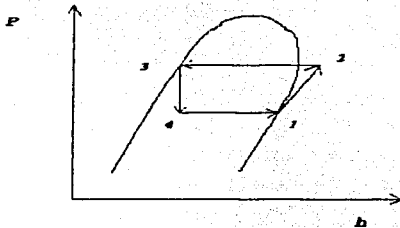
1.3.2 PROCESOS TERMODINÁMICOS DE CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.

Para su análisis a continuación menciono los procesos que componen el ciclo y el componente donde se lleva a cabo.

Proceso	Componente
1-2 Compresión isentrópica	Compresor
2-3 Calor rechazado	Condensador
3-4 Expansión isoentálpica	Válvula de expansión
4-1 Calor suministrado	Evaporador

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la figura 4, se muestran los procesos del ciclo de refrigeración por compresión mecánica en un diagrama Presión-Entalpía.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig.4 Ciclo de refrigeración en un diagrama P-h con sus cuatro componentes básicos.

Al analizar todo lo escrito anteriormente podemos concluir que si no existiera el evaporador como componente básico, no podríamos tener un ciclo de refrigeración por compresión mecánica, por eso nuestro interés de realizar una investigación acerca de dicho componente.

1.4 TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DEL EVAPORADOR DE UN CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.

Las aplicaciones de la refrigeración son numerosas y variadas. Además de las más comunes en relación con la fabricación de hielo, conservación de los alimentos, acondicionamiento de aire y construcción de pistas de patinaje sobre hielo, la refrigeración se emplea también en la conservación del plasma sanguíneo, en el tratamiento de bajas temperaturas de los metales y en la licuefacción de gases.

Cada uno requiere de una temperatura diferente para el espacio por refrigerar, la determinación de esta temperatura constituye la primera decisión que el ingeniero y su equipo técnico debe tomar para el diseño de un equipo de refrigeración.

Primero se debe de plantear la necesidad de una planta de refrigeración de determinada capacidad para una aplicación dada,

CAPÍTULO I
"CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA"

debemos decidir que tipo de energía alimentará nuestro sistema de refrigeración. A veces se necesita de un motor de combustión interna como medio externo de energía para hacer trabajar el compresor (como en el caso del aire acondicionado automotriz).

Después se debe de seleccionar el tipo de sumidero en donde se debe de rechazar el calor.

Si se trata de la atmósfera, que constituye un sumidero natural, estaremos restringidos a operar entre la temperatura ambiente y la temperatura del espacio refrigerado. Otro sumidero común es el agua, donde el agua absorbe el calor (como en el caso de ciertos condensadores) ó a veces cede el calor (como en los casos de las unidades manejadoras de agua).

También es necesario determinar el ciclo de refrigeración que nos va a regir, así como también la sustancia de trabajo que se utilizará. Pero lo más importante es buscar la combinación más óptima que de cómo resultado el empleo de la mínima potencia por unidad de refrigeración obtenida.

Una vez ya hecho lo anterior procedemos a seleccionar el equipo de refrigeración que el fabricante nos pueda ofrecer. Por lo regular se debe de consultar todos los catálogos posibles para que entre una gran variedad de productos se seleccione el componente más adecuado.

En caso de que el evaporador(en nuestro caso) no sea el más óptimo se puede mandar a construir con ciertas características de acuerdo a nuestras necesidades, pero en este caso el costo se elevaría y el cliente podría acudir a otra opción.

CAPITULO 2

"TIPOS DE EVAPORADORES"

2.1 EVAPORADOR.

Es el dispositivo en el lado de baja presión del sistema de refrigeración a través del cual fluye el calor que se pretende desechar. El evaporador absorbe el calor que entra al sistema con objeto de que pueda transferirse al condensador.

El evaporador también se conoce como "serpentin de enfriamiento", "serpentin de absorción", "unidad de enfriamiento" o "hervidor".

2.2 FUNCION DEL EVAPORADOR.

Diremos que son unos recipientes cerrados de paredes metálicas donde se efectúa la evolución del refrigerante líquido que procede del equipo de refrigeración, con la consiguiente absorción de las calorías en la nevera, cámara o depósito a enfriar.

Su función es absorber el calor del medio a medida que el fluido líquido se convierte en vapor. Con ello se logrará el objetivo del sistema, la producción de frío.

Cualquiera que sea el tipo de enfriador elegido para conseguir eficientes rendimientos se deben cumplir ciertas condiciones como:

1. Presentar el mayor contacto posible con el fluido refrigerante, en forma líquida, es decir, barrer toda la superficie transmisora del calor con el refrigerante.
2. Resistencia térmica mínima del material empleado (las capas de hielo y aceite aumentan la resistencia).
3. Velocidad elevada del fluido refrigerante. La circulación rápida facilita la transmisión, en corto tiempo, de gran cantidad de calor al enfriador. Las pérdidas de carga deben ser mínimas y se debe facilitar una buena separación y retorno de aceite.
4. Construcción sencilla y económica.
5. De fácil acceso.

2.3 PASO DEL REFRIGERANTE POR EL EVAPADOR.

En la figura 5 se expresan los diversos estados que atraviesa el refrigerante a su paso por el evaporador después de ser expansionado a través del estrangulamiento a que da lugar la válvula reguladora (válvula de expansión o tubo capilar).

Antes de llegar al evaporador, el refrigerante como ya se a indicado anteriormente se halla en estado líquido a alta presión, y después de atravesar el citado estrangulamiento se convierte en ese instante líquido a baja presión. Al efectuarse este descenso de presión tiene lugar la ebullición y por consiguiente la absorción de calor, en una acción parecida a la ebullición del agua, originando las clásicas burbujas. Mientras avanza a lo largo del evaporador, la masa de líquido conteniendo burbuja de vapor se convierte en una masa de vapor que arrastra gotas del líquido, mezcla que se denomina vapor húmedo. Finalmente, cuando las últimas gotas del líquido se han evaporado, solo resta vapor saturado. Si se aumenta la presión o temperatura de evaporación, parte de este vapor se condensará, convirtiéndose en vapor húmedo, y contrariamente, si se rebaja la presión o temperatura donde exista ya vapor saturado, sin líquido disponible para evaporar se expandirá el vapor, reduciendo la densidad del mismo.

La temperatura del vapor saturado aumenta por el calor que absorbe de ambiente a enfriar, y cuando llega a un punto mas alto que la temperatura de saturación, a la presión de evaporación existente se llama vapor recalentado.

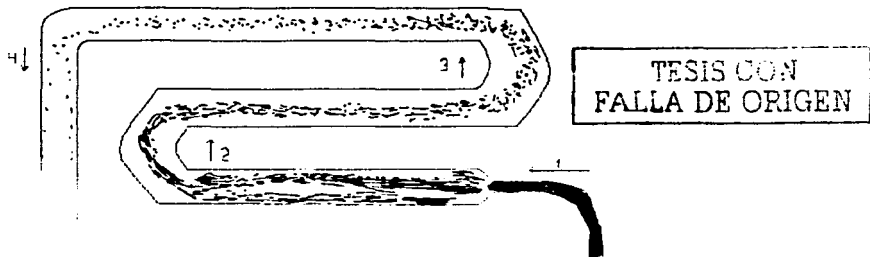


Fig.5 Nos señalan los cambios de estado del refrigerante en el interior del evaporador. La flecha 1 indica el refrigerante entrando como líquido, la flecha 2 vapor húmedo, la flecha 3 vapor saturado seco y la flecha 4 vapor recalentado.

2.4 TIPOS DE EVAPORADORES.

Siendo tan extenso el campo de expansión de la refrigeración, así mismo tan variadas las diferentes condiciones que deben cumplirse en cuanto a temperatura y grado de humedad, se comprende el empleo de diversos tipos de evaporadores variando unos de otros notablemente en su forma y construcción.

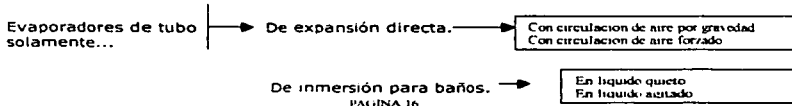
Esta expansión de tipos se clasifica en tres grandes grupos de acuerdo a la forma en que el evaporador trabaja con el refrigerante, que corresponden a los sistemas de evaporadores conocidos:

1. **Sistema húmedo o inundado**, el cual, como su nombre lo indica, conserva el evaporador lleno de líquido.
2. **Sistema seco**, en el que el evaporador contiene la cantidad de refrigerante líquido necesario, reduciendo al mínimo la cantidad de refrigerante en el sistema, y formando una corriente continua entre el punto de expansión y la compresión.
3. **Sistema semi-inundado**, que consiste en una variante del anterior, estableciendo por medio de tubos conectados en paralelo a unos conectores distribuidores provocando una más rápida y uniforme evaporación.

En los tres sistemas, el primer paso estriba en el control del refrigerante líquido, que debe entrar en el evaporador en la misma expansión que lo absorbe el compresor.

Los evaporadores inundados, cuya expansión ha sido olvidada a favor de los otros sistemas mencionados, empleaban la válvula del flotador, bien en el lado de alta o de baja presión del sistema.

En los evaporadores de tipo seco o semi - inundado, el control de refrigerante líquido se efectúa por medio de válvulas de expansión (termostática o automáticas), y en casos en que tengan que manejarse cantidades muy pequeñas de refrigerante por medio de difusores graduados o tubos capilares cada uno de dichos grupos o sistemas se hallan subdivididos en los siguientes tipos.



Evaporadores de tubo
y aletas....

De expansión directa.

Con circulación de aire por gravedad.
Con circulación de aire forzado.

2.4.1 EVAPORADORES DE SISTEMA INUNDADO.

Las formas que adoptan estos evaporadores son también muy variadas. Su construcción se basa, sin embargo, en el mismo principio, o sea, la de un depósito cilíndrico, donde se mantiene el nivel de líquido adecuado, por medio de una válvula de flotación al que van soldados unos tubos tal como se señala en la figura 6.

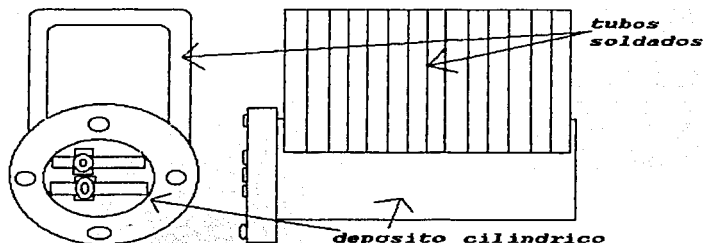


Fig.6 Evaporador de flotador de tipo inmersión.

El principio del flotador puede definirse como una válvula colocada en el lado de baja del sistema para permitir la entrada del refrigerante líquido en la parte alta a medida que sea necesario, siendo controlada su acción por el nivel de líquido en el mencionado depósito cilíndrico, que normalmente debe hallarse en sus cuatro quintas partes de dicho nivel. Los vapores desprendidos por la ebullición llenan el espacio libre en la parte superior de dicho depósito (figura 7).

TIPO CON
FALLA DE ORIGEN

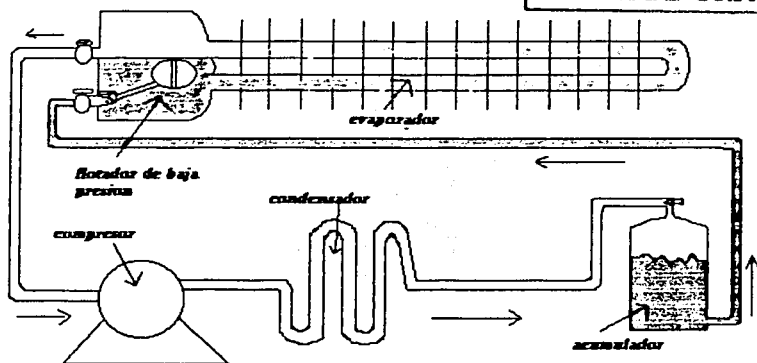


Fig.7 Sistema de flotador de baja presión.

Estos evaporadores, cuyo uso, sin embargo, ha venido decreciendo considerablemente hasta desaparecer del mercado, son de un gran rendimiento, ya que ellos, al hallarse toda su superficie bañada en el líquido refrigerante, se obtiene una plena ebullición de toda la masa en forma muy vigorosa, y por lo consiguiente una rápida absorción en grado máximo y calor en toda la superficie del evaporador.

Cuando se trata de cámaras de tipo industrial y han de trabajar con circulación de aire natural por gravedad, se adhieren también unas aletas de gran superficie a los tubos, aumentando así la capacidad de radiación.

Para instalaciones de tipo doméstico se utilizaba normalmente el tipo de tubos sin aletas (figura 8).

Algunos sistemas de evaporadores inundados usaban la válvula de flotación instalada en el lado de alta presión, normalmente en el mismo depósito del líquido del compresor, que actúa de cámara de flotador (figura 9).

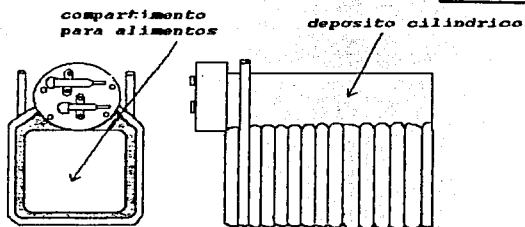


Fig.8 Evaporador de flotación para refrigerador de uso doméstica.

Esta válvula se abre al admitir mas cantidad de refrigerante líquido en el depósito procedente del condensador, y deja pasar cierta cantidad de dicho líquido, que se dirige al evaporador, siempre lleno casi al tope, para reemplazar la cantidad previamente evaporada. Dicho ciclo se repite automáticamente mientras el sistema se haya en funcionamiento.

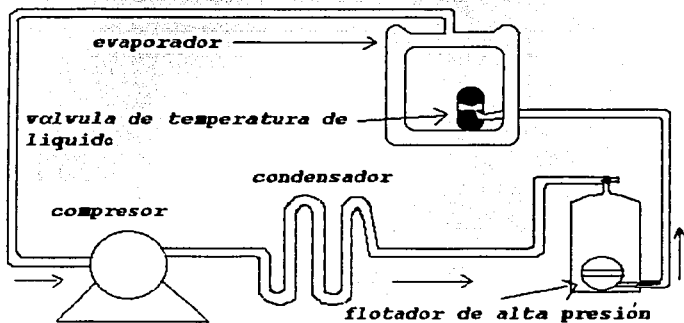


Fig.9 Sistema de flotador de alta presión.

La carga del refrigerante en el compresor resulta en estas instalaciones de importancia capital para su funcionamiento perfecto, ya que un exceso de carga ocasionaría que al llenarse en el depósito del compresor por encima del nivel previsto, se abra la válvula de flotación y admita el evaporador una cantidad superior a la que puede evaporar causando un retorno de líquido por la línea de succión hasta el compresor, con las consiguiente producción de escarcha en el mismo.

A la inversa, si la carga es insuficiente, o sea, por debajo del nivel necesario en el depósito, la válvula no se abrirá, dejando de suministrar el necesario líquido al evaporador.

2.4.2 EVAPORADOR DE SISTEMA SECO DE TUBO LISO.

Estos evaporadores están formados por un tubo al cual se le da la forma más conveniente para su colocación en el recinto o recipiente que se desea enfriar. El material empleado principalmente en los evaporadores de este tipo, para instalaciones frigoríficas automáticas, es el tubo de cobre, en los diámetros siguientes:

De 1/2" (10/12mm)
De 5/8" (14/16mm)
De 3/4" (18/20mm)

Dependiendo la selección de dicho diámetro de la capacidad frigorífica de la instalación y en la superficie de radiación constituida por la longitud de tubo que se precise. En algunas ocasiones, y únicamente tratándose de instalaciones de gran capacidad, se emplean serpentines de tubo de acero.

Actualmente, y en evaporadores destinados a instalaciones comerciales empleando compresores de tipo hermético o semi-hermético de pequeña potencia (normalmente hasta 1/2 h.p), se utilizan evaporadores con tubo de cobre de 3/8" (8/10mm) de diámetro con los que, si bien se reduce la superficie de radiación, esta disminución queda compensada por una mayor velocidad de refrigerante que aumenta la eficiencia del evaporador a la vez que se consigue una notable reducción de la carga del refrigerante.

Como ya se ha indicado, son dos las principales aplicaciones que se destinan estos evaporadores:

- 1ª. Al enfriamiento de cámaras o refrigeradores por expansión directa.
- 2ª. Al enfriamiento de baños líquidos por inmersión en los mismos.

Las formas mas corrientes que suelen adoptarse son las de zigzag abierto o cerrado, y se instalan indistintamente en el techo o en los lados (figura 10) para baños se adoptan la forma del depósito o tanque donde deben ir instalados, colocando separados los tubos unos 5 cm las paredes del mismo (figura 11).

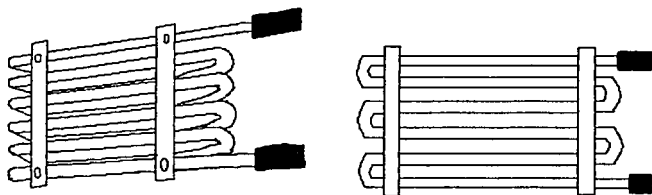


Fig.10 Serpentines de los evaporadores de tubo liso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

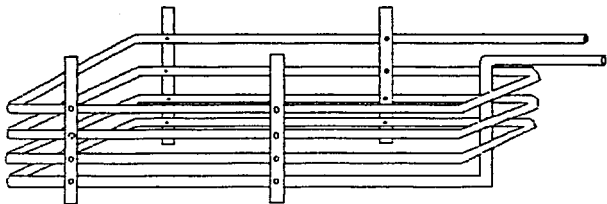
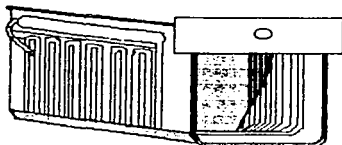


Fig.11 Serpentín del evaporador de tubo liso para baños.

2.4.3 EVAPORADORES DE PLACAS.

Una variante del tipo de evaporadores de tubo son los llamados de placas, cuyo uso se viene generalizando actualmente. Se fabrican generalmente con dos placas de aluminio acanalado, soldadas entre si y formando tubos en los cuales se evapora el refrigerante.

Se emplean generalmente para refrigeradores de uso doméstico (figura 12) y también en placas de mayores dimensiones para aplicaciones de orden comercial e industrial (figura 13), formando en algunos casos el propio depósito de almacenamiento, como ocurre en los muebles destinados a la conservación de cremas heladas y demás productos congelados.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig.12 Evaporador de placa tipo doméstico.

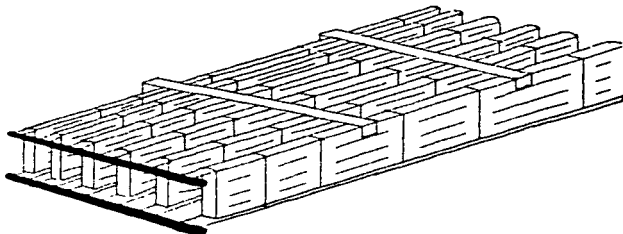


Fig.13 Evaporador de placa para usos comerciales e industriales.

2.4.4 EVAPORADORES DE SISTEMA SECO, DE TUBO Y ALETAS.

El empleo de los referidos serpentines de tubo en el enfriamiento de muebles, cámaras o refrigeradores ha sido abandonado casi por completo, dando preferencia a los clásicos evaporadores de tubo y aletas.

Estos están formados por una orquillas de tubo generalmente de cobre, en los diámetros empleados en los serpentines de tubo liso ya descritos, o los que se implican, fuertemente adheridas, aletas o placas cuadradas o rectangulares, de latón, cobre o aluminio.

Es muy interesante que las aletas se hallen separadas entre si de forma conveniente (normalmente unos 14 mm) a fin de que entre ellas se establezca una adecuada circulación de aire, evitando así que la formación de escarcha entre las mismas impida la perfecta absorción de calor.

El grueso de dichas aletas puede ser también pequeño, siempre que dicho limite no sea causa de deformación (normalmente varían de 0,4 a 0,7 mm).

Estos evaporadores adoptan también diversas medidas supeditadas a la capacidad frigorífica de la instalación y a la estructura de la cámara.

Las casas fabricantes establecen sus rendimientos con la superficie total del evaporador (tubo y aletas) y las diferencias de temperatura consiguientes entre la de evaporación y el ambiente de la cámara (figura 14).

Normalmente estos evaporadores van colocados en el techo de las cámaras, y la entrada de la válvula de expansión debe efectuarse por extremo inferior.

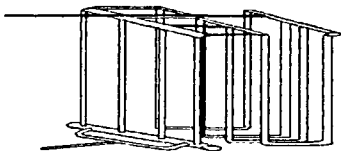
En ocasiones, a causa del espacio disponible por la estructura de la cámara o armario se instalan verticalmente, en cuyo caso varia la colocación de las curvas a fin de lograr la entrada de líquido, o sea, el lugar de emplazamiento de la válvula de expansión, por la parte inferior, y la salida para el retorno del compresor, por la parte superior.

2.4.5 EVAPORADORES SEMI-INUNDADOS.

Este tipo de evaporadores están formados por varias series de tubos cuyo extremo inferior esta conectado a un colector o tubo de

**FALTA
PAGINA**

24



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig.16 Evaporador semi-inundado de tubo liso.

2.4.6 EVAPORADOR DE AIRE FORZADO.

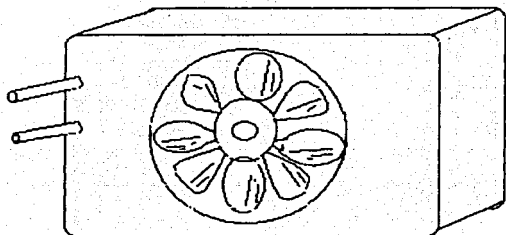
Están formados por un serpentín de tubo de cobre con aletas adheridas en igual forma que los anteriormente descritos trabajando en régimen semi- inundado, y el conjunto va montado dentro de una caja metálica con un ventilador directamente dirigido que establece de esta forma una circulación de aire forzado (figura 17), aumentando así considerablemente la absorción de calor y reduciendo en consecuencia la superficie de evaporador que se necesitaría empleando el tipo de circulación por gravedad.

Su empleo se ha extendido últimamente por las notables ventajas que presentan y que en resumen, son:

- a) forma mas compacta
- b) tamaño mas reducido
- c) facilidad de instalación
- d) obtención de una temperatura mas uniforme, debido a la rápida circulación del aire.

El espacio entre aletas de estos evaporadores es normalmente más reducido que los de tipo corriente con circulación de aire natural, por este motivo, a fin de evitar la formación de escarcha debe establecerse una diferencia de temperatura reducida, en aumento, naturalmente, del grado de humedad.

La técnica en lo referente a la separación entre aletas, que normalmente era de 7 mm ha variado últimamente, utilizándose medidas entre 4 y 5 mm, aun en los tipos de evaporadores destinados a la obtención de temperaturas negativas bajo cero grados centígrados, en el interior de las cámaras.



FALLA DE ORIGEN

Fig.17 Nos muestra un evaporador de aire forzado.

La formación de una escarcha excesiva que pueda perjudicar la eficacia del evaporador queda superada por los sistemas de desescarchado promovido artificialmente merced a una eficiente automatización de los correspondientes ciclos, a fin de mantener libre del hielo la batería y conseguir su máxima eficiencia de transmisión.

Debe tenerse muy en cuenta que en el empleo de este tipo de evaporador será un éxito siempre que sea de la capacidad adecuada y la instalación este perfectamente bien ajustada.

El motor del ventilador va controlado automáticamente por medio de un termostato cuya colocación puede efectuarse en la pared opuesta a la mitad de su altura total.

La válvula de expansión, al igual que los demás tipos de evaporadores anteriormente descritos, se coloca en la parte inferior del serpentín del tubo.

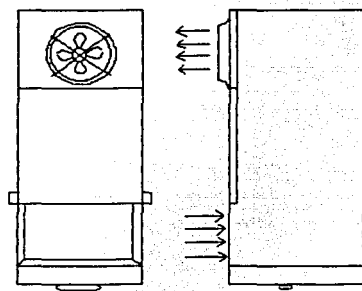
Como variante al tipo mas corriente de evaporador de aire forzado descrito anteriormente, existe el llamado de pared, formado por una caja vertical en cuyo interior y en el centro, se haya el elemento evaporador del tubo y aletas.

CAPITULO 2
"TIPOS DE EVAPORADORES"

El ventilador, que actúa de aspirador, se coloca en la parte superior, frente a la compuerta de descarga, absorbiendo aire por otra abertura en la parte inferior (figura 18).

También esta teniendo mucha aceptación el tipo horizontal de techo similar al ilustrado en la figura 19, por su perfecta distribución de aire a través de la cámara, particularmente en aquellas de poca altura.

El aire es aspirado por la parte central inferior por medio de uno o varios ventiladores, según sea su capacidad, descargando por ambos lados del evaporador.



FALLA DE ORIGEN

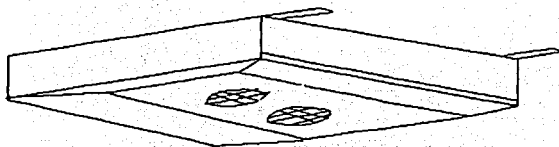
Fig. 18 Evaporador de aire forzado, tipo pared.

2.4.7 CIRCULACION DE AIRE EN LOS EVAPORADORES DE AIRE FORZADO.

Existen dos variantes en el sentido de la circulación de aire a través de los evaporadores de aire forzado del tipo de techo llamado "cúbico", tal como se muestra en la figura 20. En el sistema A) el aire se descarga por la parte frontal del evaporador aspirando a través del motor - ventilador colocado en la parte de atrás.

En el sistema B), de concepción mas actualizada que en el anterior, se aspira el aire de la cámara o espacio a refrigerar a través de

la batería evaporadora, descargando aquel, una vez enfriado, por el lado del motor- ventilador.



TIPO CON
FALLA DE ORIGEN

Fig.19 Evaporador de aire forzado, tipo horizontal de techo.

En este último sistema se obtiene una circulación de aire a velocidad constante en toda la superficie del elemento o batería evaporadora, consiguiéndose, en consecuencia, una mayor eficiencia en el rendimiento de la misma debido a un total aprovechamiento de la superficie radiante.

A la vez, se consigue proyectar mas lejos el aire enfriado por la menor resistencia ofrecida de la descarcha (figura 21).

En la figura 22, se ilustran los sistemas más recomendables para la instalación de estos a fin de obtener la circulación de aire favorable dentro del espacio a enfriar.

A pesar de que en dicho grabado esta señalada la circulación de aire de los evaporadores bajo el anteriormente aludido sistema A), puede utilizarse la misma disposición en su emplazamiento cuando se trate de unidades de circulación de aire invertida, o sea, de acuerdo con el sistema B).

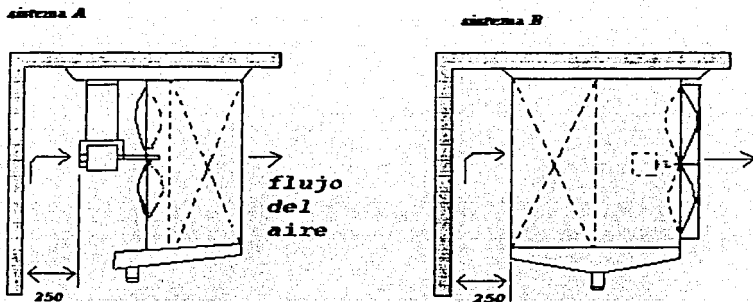


Fig.20 Nos muestra el sentido de la circulación del aire en los evaporadores de aire forzado "cúbicos".

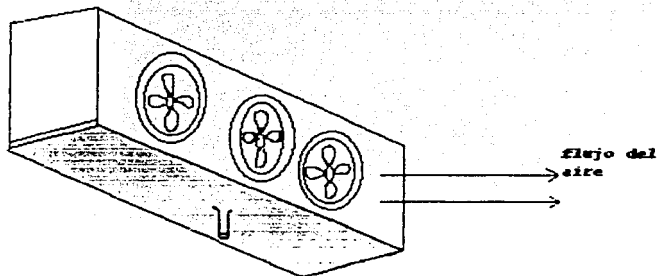


Fig.21 Nos muestra un evaporador de aire forzado descargando el aire frío por el lado de los ventiladores.

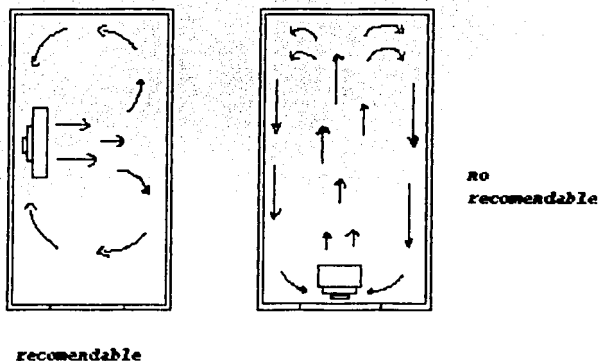


Fig.22 Emplazamiento de evaporadores de aire forzado en cámaras de diversas estructuras, recomendables y no recomendables.

2.4.8 FRIGORÍFEROS.

En determinados casos, el evaporador se coloca fuera del recinto de la cámara, encerrado en un departamento anexo a la misma al que se da el nombre de *frigorífero*. Se comunica con la cámara por medio de dos conductos en los cuales circula el aire en el sentido del frigorífero a la cámara, y el otro de la cámara al frigorífero, manteniéndose dicha circulación mediante un ventilador aplicado directamente sobre el evaporador encerrado en dicho departamento (figura 23).

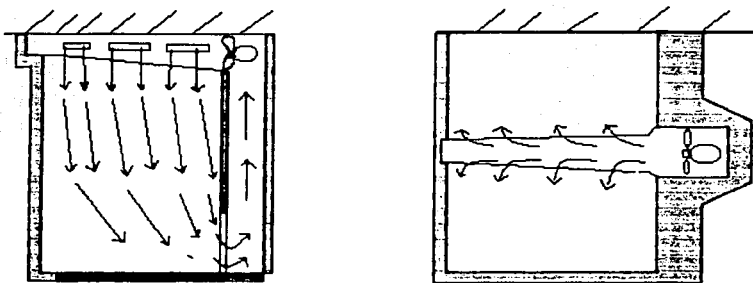


Fig. 23 Nos muestra una cámara a base de frigorífero con conductor de descarga central.

En ocasiones y atendiendo siempre a la estructura y volumen de la cámara, se suprimen dichos conductos, haciendo directa la descarga y aspiración, o bien se mantiene el conducto de descarga, de cuya manera siempre se uniforma mejor el movimiento de aire a través de las compuertas de descarga; y se hace la aspiración directa a través de la puerta inferior del frigorífero.

El frigorífero se utiliza principalmente cuando se trata de enfriar cámaras de alguna capacidad a fin de obtener una rápida y uniforme distribución de frío y de una manera especial en aquellas destinadas a la conservación de huevos, frutas y carnes, y de un modo particular cuando se tratan de una congelación a bajas temperaturas en los frigoríferos se emplean baterías del tipo de tubo con aletas (figura 24), atendiendo a las separaciones entre aletas anteriormente descritas para los evaporadores de aire forzado, según sea la gama de temperatura a obtener.

Para las instalaciones a bajas temperaturas acostumbra a utilizarse también los evaporadores a base de tubo con aletas circulares en espiral, cuya formación de escarcha es inferior a los tipos con aletas rectangulares.

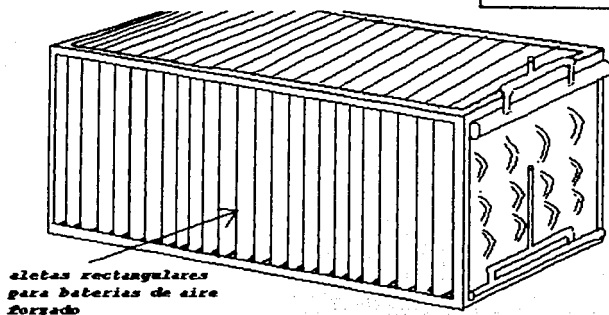


Fig.24 Evaporador de tubo y aletas rectangulares para baterías de aire forzado. Sistema semi-inundado.

En estas instalaciones se emplean ventiladores de helicoidal o centrífugo (figura 25), dependiendo de la capacidad de las mismas, regulándose el correspondiente caudal de aire por medio de las compuertas de los conductos.

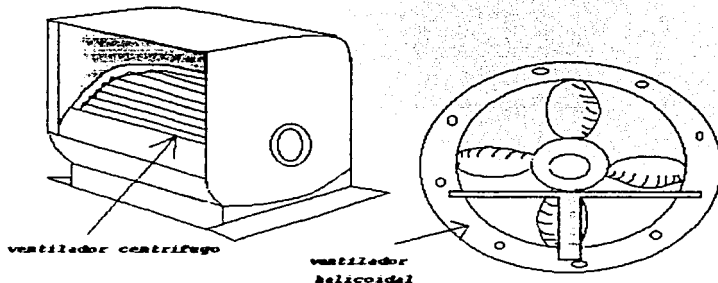


Fig.25 Ventilador centrífugo y ventilador helicoidal.

La dirección de la corriente de aire tiene gran importancia para obtener el mayor rendimiento posible de estos evaporadores. En la figura 26 las flechas 1 y 2 indican las direcciones de ventilación recomendadas en estos casos la dirección 1 representa el principio de la corriente paralela, en cuyo caso la diferencia de temperatura de aire que sale y la tubería de aspiración donde va conectado el bulbo de la válvula de expansión no experimentará gran variación.

La dirección de la flecha 2, o sea la contra corriente, se consigue al obtener el máximo rendimiento del evaporador, aunque debe procurarse proteger el bulbo de la válvula de expansión de la tubería de aspiración del aire caliente procedente de la cámara a fin de evitar alteraciones en la alimentación del evaporador.

Desde luego no puede recomendarse la dirección de aire que señalan las flechas 3 y 4, que ocasionaría pérdidas de temperaturas entre la superficie del evaporador del aire suministrado.

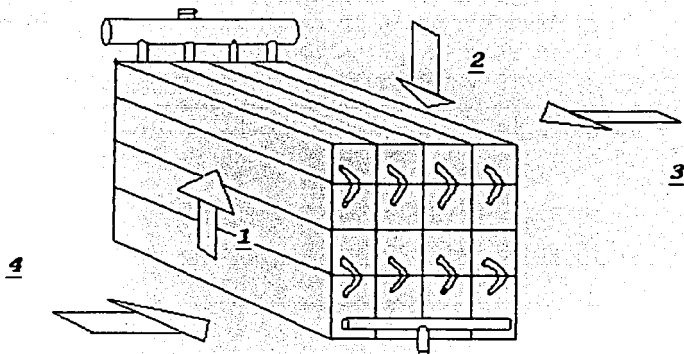


Fig.26 Muestra la dirección de la corriente en los evaporadores colocados en frigoríferos.

Otra solución muy empleada, en lugar del frigorífero construido de albañilería en las instalaciones de gran capacidad, es el frigorífero metálico que comprende los mismos elementos: Batería evaporadora y ventilador, pero contenidos dentro de una estructura metálica que se emplaza en el interior de la cámara sustentada sobre el suelo de la misma (figura 27).

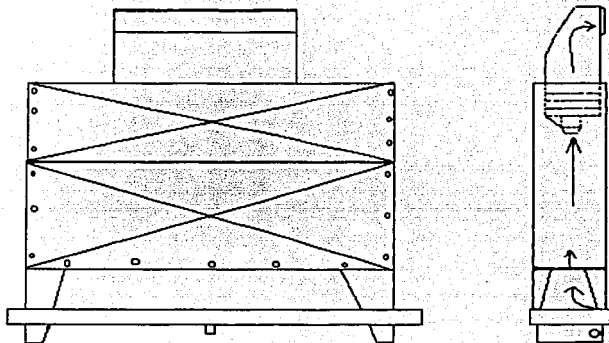


Fig.27 Nos muestra un frigorífero metálico.

2.4.9 EVAPORADORES MIXTOS.

Están formados por unas cajas metálicas que constituyen el cuerpo cristal con serpentines de tubo liso soldados en la parte inferior de cada estante sobre los cuales se colocan las bandejas de agua para la producción de cubitos de hielo o otros productos a congelar.

A los lados de dichas cajas se acoplan unos elementos de tubo y aletas que sirven de transmisores de frío al ambiente de la cámara o nevera su empleo es indicadísimo en instalaciones para bares y restaurantes, e instalaciones de tipo doméstico de gran capacidad en fincas o casa de campo (figura 28).

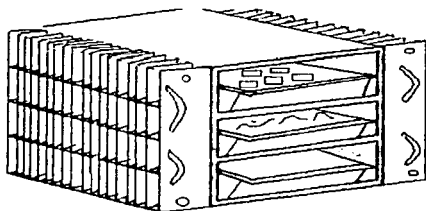


Fig.28 Nos muestra un evaporador tipo mixto.

2.5 ENFRIAMIENTO INDIRECTO.

En determinados casos, el enfriamiento no se obtiene por la expansión directa del refrigerante evaporado si no de forma indirecta a través de la circulación de un líquido (agua o salmuera) que ha sido enfriado previamente por el correspondiente evaporador de refrigeración en un tanque aparte.

Este sistema se emplea con mucha frecuencia en las instalaciones de acondicionamiento de aire, en las que se envían agua enfriada, por medio de una bomba, a los paneles o enfriadores individuales, evitando así la posibilidad de fuga del refrigerante en las habitaciones o locales a acondicionar; además, bajo este sistema se tiene la ventaja de poder acomodar una importante cantidad de frío en el baño durante los espacios de tiempo en el que no trabaja la instalación a su máxima capacidad, permitiendo de esta forma reducir considerablemente la potencia original el equipo frigorífico.

También se aplica este sistema cuando se trata del enfriamiento de varias cámaras o de distintos servicios, simplificando extraordinariamente el automatismo de la instalación.

En la figura 29 se ilustra el circuito de una instalación de este tipo, donde puede verse que la salmuera enfriada directamente por el evaporador se hace circular después a lo largo de un serpentín enfriador en el lugar donde se requiere la refrigeración.

Cuando se desean temperaturas superiores a los 2 grados centígrados, el líquido enfriador puede ser agua, pero para temperaturas inferiores en el serpentín enfriador debe emplearse una solución de cloruro calcio o sódico (salmuera).

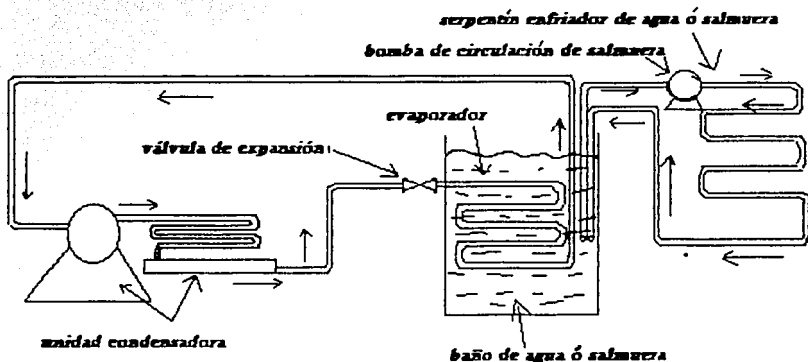


Fig.29 Esquema de una instalación de enfriamiento indirecto.

2.6 EVAPADORES MULTITUBULARES PARA ENFRIAMIENTO DE LÍQUIDOS.

Estos evaporadores que se emplean normalmente para el enfriamiento de líquidos por expansión directa del refrigerante, tiene su aplicación más directa en instalaciones de aire acondicionado por fábricas de medidas carbónicas.

Están formadas por un haz de tubos en el interior de un cilindro de chapa de acero y pueden ser de dos tipos: con el refrigerante en el cilindro circulando el líquido a enfriar por el interior de los tubos, o bien, con el refrigerante evaporado en dichos tubos y el líquido a enfriar circulando por el cilindro.

En el agregado de la figura 30 y 31 nos muestran esquemáticamente varios tipos de evaporadores. En el primero de ellos con el refrigerante expandido en el cilindro, el líquido a enfriar se mantiene a un nivel por debajo de la parte superior del envoltente a fin de que haya suficiente espacio para la separación entre el refrigerante líquido y vapor, trabajando, pues, el régimen inundado y regulando la reacción por medio de una válvula de flotador.

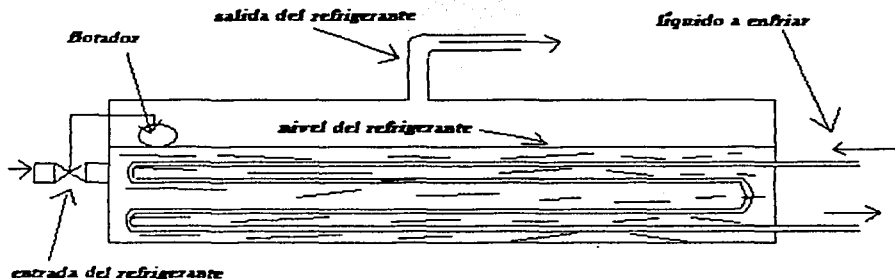


Fig.30 Nos muestra un evaporador multitubular con válvula de flotador e inundado.

Para el segundo de dichos evaporadores de tipo seco, la alimentación de refrigerante a los tubos interiores se hace por medio de una válvula de expansión termostática; el líquido a enfriar circula por el cilindro a través de unas mamparas que aumentan la turbulencia y por consiguiente el coeficiente de transmisión.

TIPO CON
FALLA DE ORIGEN

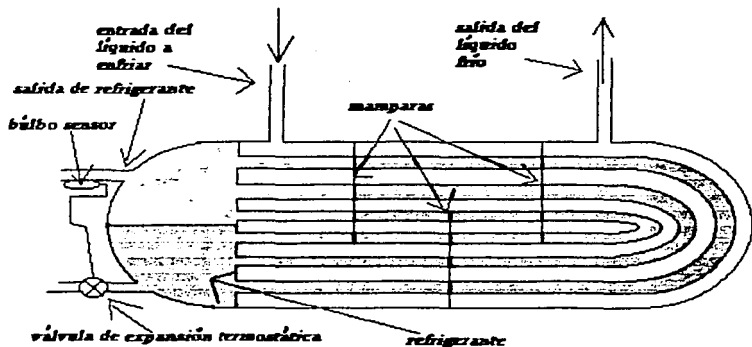


Fig.31 Nos muestra un esquema de un evaporador multitubular con válvula de expansión termostática y seco.

2.7 ENFRIADORES DE CORTINA.

ESTACION
FALLA DE ORIGEN

Otra modalidad especial de los evaporadores de tubo son llamados "de cortina", que se emplean casi exclusivamente para el rápido enfriamiento de la leche recién ordeñada.

Consiste en varios tubos paralelos, conectados en serie en cuyo interior circula la salmuera enfriada en tanque a parte y en cuyo exterior cae la leche en forma de cortina.

En muy pocos casos se produce en estos serpentines la expansión de refrigerante, siendo en cambio, mas corriente la instalación de serpentines dobles, con circulación de agua en la primera mitad y salmuera en la inferior (figura 32).

Actualmente, esos enfriadores de cortina han sido reemplazados por los llamados (de placas), en los que se establecen unos circuitos cerrados por cuyo interior circula a contra corriente la leche y la salmuera o el agua helada (véase las figuras 30 Y 31).

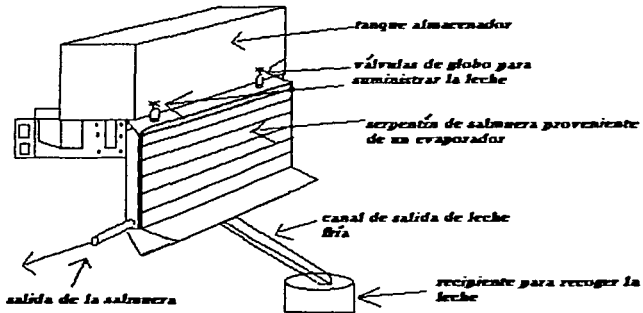


Fig.32 Nos muestra un evaporador de cortina para enfriamiento de leche.

2.8 EVAPORADORES ACUMULADORES DE FRIO.

Para determinar aplicaciones (lecherías, enfriamiento de cerveza, etc.) en que la carga frigorífica alcanza valores altos en determinados momentos solamente, para reducirse las demás horas del día se emplean evaporadores que establecen una reserva de frío bajo la forma de hielo acumulado alrededor de los tubos en el interior de baño, construyendo la titulada "agua helada" que se haya a una temperatura entre 0,5 y 1 grado centígrado a la salida del tanque.

Estos evaporadores están diseñados al igual que los mencionados serpentines enfriadores de líquido, pero con una mayor separación entre tubos permitiendo la formación de un manguito de hielo de 3cm de espesor a su alrededor, sin llegar nunca a juntarse a fin de permitir la debida circulación del baño de agua.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 3

"CICLO DE DESCONGELAMIENTO EN LA REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1 DESCONGELAMIENTO.

Es evidente que cualquier cosa que reduzcan la capacidad de un evaporador para la transferencia de calor altera la capacidad y el coeficiente de operación del sistema de refrigeración. En resumen, se puede decir que la habilidad de un evaporador para absorber calor depende de:

- Su tamaño, condición de la superficie material.
- El método calidad del aire circulando sobre el mismo.
- La diferencia de temperaturas entre el evaporador y el aire circunvecino.
- La turbulencia del aire.
- El tipo de refrigerante en el evaporador.
- La cantidad de aceite en el refrigerante.

Un evaporador con una superficie limpia que no tenga incrustaciones o películas absorbe calor con facilidad y rapidez. Cualquier recubrimiento como el herrumbre, escarcha hielo o corrosión actúa como aislante y reduce la capacidad del sistema. En tales condiciones, la presión de succión disminuye para balancear la reducida cantidad de calor absorbido por el evaporador. Cuando la eficiencia del evaporador disminuye el costo de la refrigeración aumenta.

Las condiciones ideales para el evaporador requieren de:

- La mayor área superficial posible y que puede mantenerse completamente refrigerada.
- Circulación rápida del aire alrededor de las superficies de la unidad de evaporación limpias y libres de escarcha.
- Una diferencia de temperaturas baja de 5 a 6 grados entre refrigerante y el aire.
- Una presión alta de succión que resulte en una gran capacidad y eficiencia de la unidad de condensación.
- Una baja remoción del vapor de agua para dejar una alta humedad con objeto de preservarla para la apariencia de los elementos, el contenido de humedad y el peso de los mismos.

La instalación de muchas plantas de congelación de alimentos, cuartos de almacenamiento de baja temperatura, la fabricación de amplios usos de los refrigerantes de baja temperatura, recipientes de demostración para el almacenamiento y preservación de los alimentos, además instalaciones que requieren de controles de temperatura precisos para los procesos de manufactura, han manifestado la necesidad de descongelamiento automático.

Existen varios métodos de descongelamiento que hacen usos de fuentes de suministro de calor dentro del refrigerador. También existen diversos métodos de parada y otros mas que emplean fuentes de suministro de calor exterior. Estos incluyen resistencias eléctricas, descongelamiento por agua y por gases calientes etc.

3.2 EVAPORADORES CON DESCARCA.

Los evaporadores se pueden clasificar dentro de tres grupos generales de acuerdo con las condiciones de operación:

- a. Evaporadores con escarchado.
- b. Evaporadores sin escarchado.
- c. Evaporadores con descongelamiento.

El serpentín con escarchado fue uno de los primeros tipos que se fabrico para uso en gabinetes refrigerados de todos tipos. Ya que los primeros gabinetes tenían evaporadores con áreas limitadas, tenían que operarse a temperaturas bastante bajas para producir el efecto de refrigeración requerido. Como tales nunca lograban calentarse lo suficiente para permitir la fusión de la escarcha y hielo.

El evaporador de tipo escarchado siempre opera a temperaturas mayores de 0 °C . Esto significa que el serpentín se descarcha continuamente cuando se encuentra en uso la máquina, debe dejar de funcionar a intervalos regulares para eliminar la escarcha, esta condición se presenta debido a que el sistema funciona a temperaturas extremadamente bajas con objeto de mantener fría la instalación de refrigeración. Conforme el escarchado aumenta de espesor, la eficiencia del serpentín disminuye hasta que se elimina el escarchado y hielo.

3.3 EVAPORADORES SIN ESCARCHADO.

Los evaporadores sin escarchado utilizan solamente el control del refrigerante de tipo válvula de expansión termostática. El área de estos evaporadores es tan grande que a una temperatura de -6 °C a 0 °C , el evaporador tiene la capacidad de enfriar la caja del refrigerador hasta aproximadamente 3 °C, debido a esto, tales serpentines se denominan "sin escarchado". El refrigerante dentro de los serpentines operan a temperaturas de -7°C a -6°C aún cuando ocasionalmente se puede presentar una ligera capa de escarchado en los serpentines cuando el compresor se encuentra funcionando, desaparece cuando el compresor deja de funcionar.

La mayor ventaja del evaporador sin escarchado es su operación a una temperatura cercana a la de congelación.

A esta temperatura no extrae la unidad del aire con demasiada rapidez esto permite que la unidad relativa en el gabinete sea de 75 a 85%. En estas condiciones los alimentos se mantienen frescos y no pierden peso.

Ya que los serpentines sin escarchado tienen una mayor área, son mas voluminosos que los de tipo con escarchado.

Esto también requiere de mamparas para dirigir el flujo de aire en una dirección después de haber pasado por los serpentines. La eficiencia del serpentín se incrementa conforme a las mamparas aceleran el proceso de enfriamiento del aire.

3.3.1 EVAPORADORES CON DESCONGELAMIENTO.

Es aquel en que la escarcha se acumula en los serpentines de enfriamiento cuando el compresor se encuentra funcionando y que se funde una vez que el compresor deja de funcionar.

Este proceso se realiza cuando se hace uso de un serpentín "tipo descongelador" con un control de válvula de refrigerante de expansión termostática.

3.3.2 MÉTODO DE DESCONGELACION MANUAL.

La forma más primitiva y simple de descongelamiento consiste en el método de parada manual. Ya sea el compresor deje de funcionar o que el refrigerante a uno de los evaporadores (en las instalaciones de gran capacidad) se interrumpa hasta que toda la escarcha o hielo se haya fundido.

En este momento el compresor se arranca o la válvula del refrigerante se vuelve a abrir.

Este método se utiliza aún en equipos grandes en que intervienen operadores expertos.

Cuando no se considera el descongelamiento el proceso se vuelve costoso, en especial cuando es necesario la remoción de los elementos o en aquellos casos en el que el hielo deba raspase mecánicamente (figura 33).

3.3.3 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO A PRESIÓN.

El método del "ciclo de presión" o de "descongelamiento a presión" se utiliza en los evaporadores con aletas. Estos se emplean cuando se requieren de temperaturas de 2 °C a 15 °C. para la preservación de alimentos frescos. Las altas humedades evitan la pérdida de peso y preservan la apariencia de los alimentos y flores y otros productos del mercado.

La temperatura que el evaporador controla indirectamente es la temperatura del aire del refrigerador en el método de descongelamiento a presión. A su vez, la temperatura del evaporador se controla mediante la presión de saturación corresponde a la temperatura requerida para el evaporador. El control se establece para permitir que el serpentín se caliente hasta 0 °C y que se congele antes de iniciar su funcionamiento nuevamente.

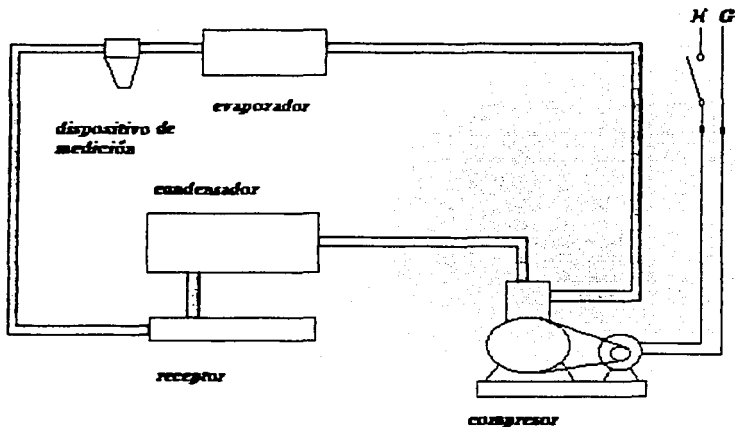


Fig.33 Diagrama esquemático del método de descongelamiento manual.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

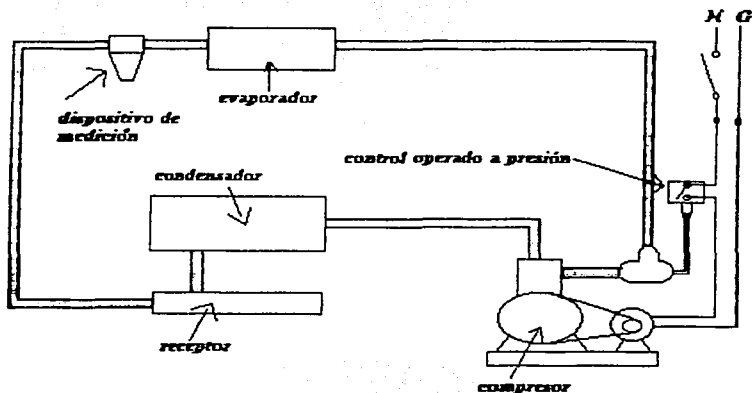


Fig.34 Diagrama esquemático del método de descongelamiento por presión.

3.3.4 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO POR TEMPERATURA.

Los métodos de " descongelamiento por temperatura" y de descongelamiento a presión son similares en el que para cada periodo en el que el compresor se encuentra funcionando, existe un " ciclo de descongelamiento".

Un termostato de tipo bulbo localizado en una parte remota se adapta al evaporador. Su localización en el evaporador debe seleccionarse con gran cuidado y dependen de los requisitos de temperatura en el sistema. El termostato de tipo bulbo remoto controla los puntos de parada y de arranque del compresor que son de 1 °C y -6 °C respectivamente.

La temperatura en el evaporador, mas que la presión, es la que controla tal sistema de refrigeración.

TECNOLOGÍA DE REFRIGERACIÓN
FALLA DE ORIGEN

El método de descongelamiento por temperatura hace posible el mantenimiento de las temperaturas independientemente de la variación de la carga.

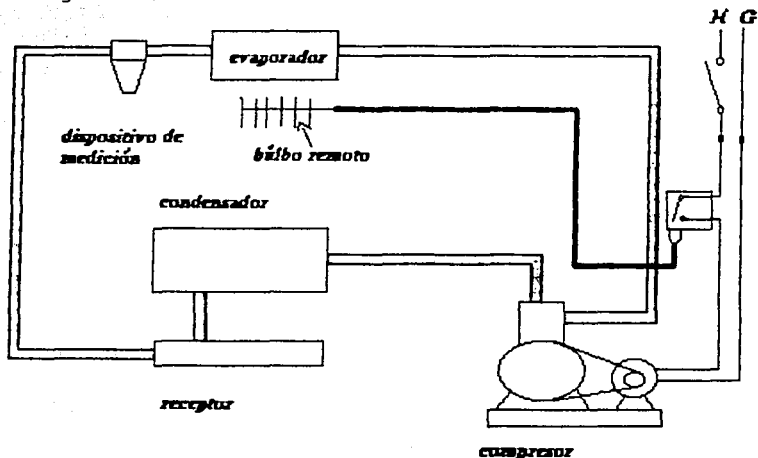


Fig.35 Diagrama esquemático del método de descongelamiento por temperatura.

3.3.5 MÉTODO DE DESCONGELACION POR EL PARO DEL COMPRESOR.

TESTES CON
FALLA DE ORIGEN

En algunos sistemas donde el intervalo de temperaturas requerido dentro del área refrigerada es de aproximadamente de -4°C a 2°C ., es posible interrumpir el funcionamiento del compresor durante un periodo de carga del servicio.

La ilustración muestra que en este método el periodo de funcionamiento detenido se puede controlar por un periodo con un cronómetro mientras que las puertas del refrigerador permanezcan cerradas y en el que no se agregue nada al gabinete.

Antes que el compresor arranque nuevamente, la temperatura del aire aumenta a mas de cero grados centígrados con objeto de descongelar el evaporador.

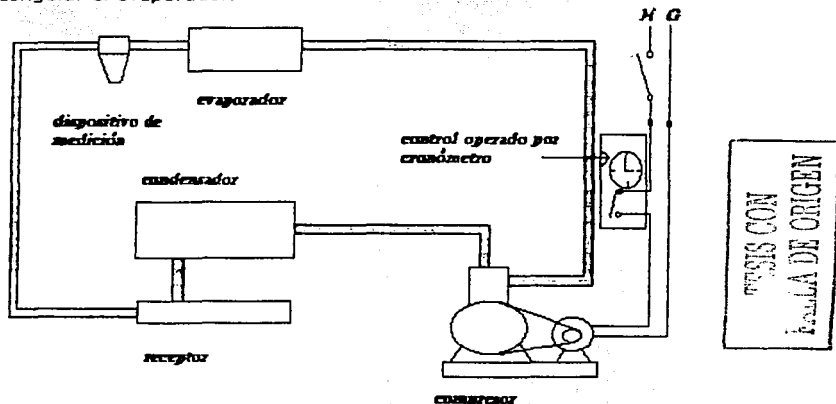


Fig.36 Diagrama esquemático del método de descongelamiento por paro de compresor.

3.3.6 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO TÉRMICO COMPLEMENTARIO.

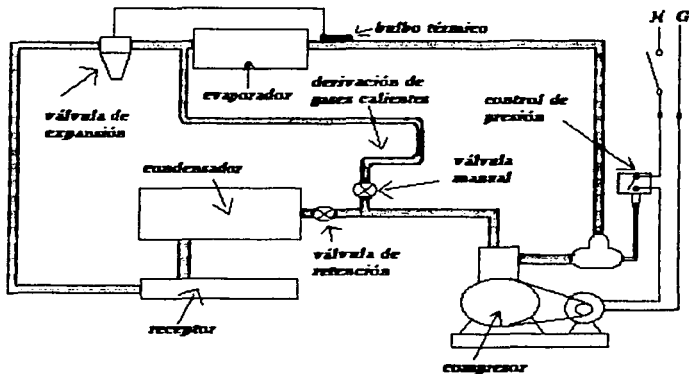
Es evidente que cuando la temperatura del aire en el refrigerador debe mantenerse debajo de 0 grados centígrados, el sistema de paro del compresor no es practico.

Ya que el evaporador debe absorber calor del aire en el refrigerador, la temperatura debe aumentar en no más de 1.6 °C arriba de 0 °C durante un periodo suficiente para descongelación del evaporador. En caso de que esto no sea posible se debe suministrar calor adicional al aire que se encuentra en el refrigerador.

Cuando se considera el suministro de calor adicional el método se conoce como descongelación mediante el calor adicional.

Existen cuatro fuentes de suministro de calor adicional de tipo común:

- Gases de descarga calientes de un compresor
- Agua
- Resistencia eléctrica
- Aire exterior



RECIBO
 TERCER
 PAIS DE ORIGEN

Fig.37 Diagrama esquemático del método de descongelamiento con gases calientes.

3.3.6.1 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO CON GASES DE DESCARGA CALIENTES DE UN COMPRESOR.

La función del condensador consiste en remover calor del sistema en el lado de alta presión del sistema. En este proceso el vapor se transforma nuevamente en líquido. Cuando el vapor se hace pasar por una línea de derivación hacia el evaporador como el punto entre el evaporador y la válvula de expansión, el calor del gas puede proporcionarse en forma directa al evaporador. Esto es exactamente lo que se realiza en el "descongelamiento con gases calientes".

Al principio del ciclo de descongelamiento por gases calientes, estos últimos contiene lo siguiente:

- El calor del refrigerador
- El calor de la línea de succión
- El calor del compresor

3.3.6.2 MÉTODO DE TERMOBANCO CON GASES CALIENTES.

Como su nombre lo indica, el "termo banco" es un banco de calor almacenado.

El calor de la descarga del compresor se almacena en un pequeño tanque de líquido durante el ciclo de refrigeración normal.

Durante el ciclo de descongelamiento este calor pasa a la línea de succión en lugar de pasar en forma directa a la línea de derivación de gas caliente.

Esto asegura que el líquido del evaporador se evapore inicialmente en el ciclo de descongelamiento.

Como tal, se evita la presencia de refrigerante líquido en el compresor. También ayuda a mantener el nivel de calor para el descongelamiento.

3.3.6.3 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO DE CICLO INVERSO.

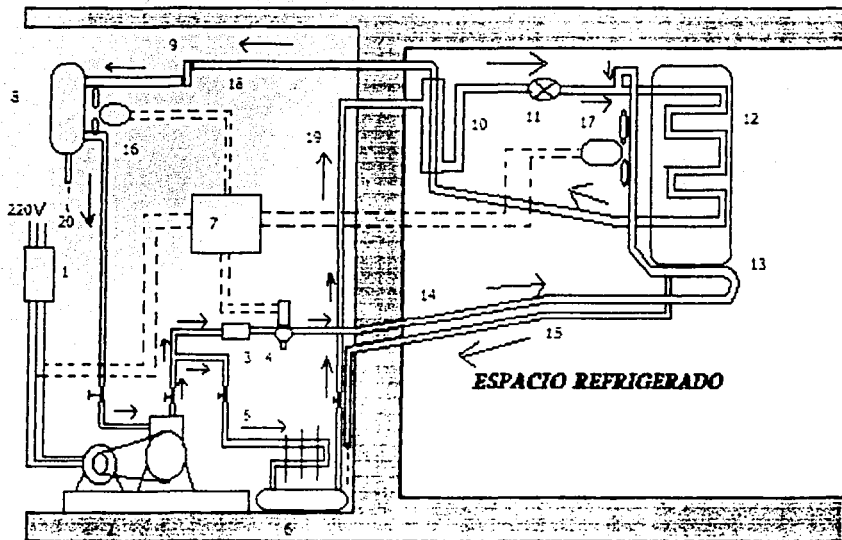
El evaporador también se puede descongelar al invertir el flujo de refrigerante en el sistema. El serpentín de enfriamiento se transforma en condensador y este pasa a ser el serpentín de enfriamiento.

En consecuencia, las funciones del condensador y el evaporador se invierten. Esta inversión del ciclo de refrigeración normal a uno de calentamiento para el ciclo de descongelamiento con gas caliente y nuevamente al normal se logra mediante la instalación de un válvula de cuatro pasos, dos de retención y una de expansión, un control de tiempo y una válvula de control de baja presión.

Las posiciones de estas válvulas en controles se identifican en la fotografía de una unidad de condensación para ciclo de descongelamiento inverso.

UNIDAD CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 3
 "CICLO DE DESCONGELAMIENTO EN LA REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA"



- 1 ARRANCADOR DE MOTOR.
- 2 UNIDAD CONDENSADORA.
- 3 FILTRO.
- 4 VÁLVULA SOLENOIDE.
- 5 CONDENSADOR.
- 6 RECEPTOR.
- 7 SINCRONIZADOR DE DESCONGELAMIENTO.
- 8 REVAPOADOR.
- 9 VÁLVULA DE REGULACIÓN.
- 10 INTERCAMBIADOR DE CALOR.
- 11 VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA.
- 12 EVAPORADOR.
- 13 ELEMENTO DE CALENTAMIENTO ELÉCTRICO.
- 14 LÍNEA DE GAS CALIENTE.
- 15 AL DRENAJE.
- 16 MOTOR ELÉCTRICO.
- 17 MOTOR ELÉCTRICO.
- 18 LÍNEA DE SUCCIÓN.
- 19 LÍNEA DE LÍQUIDO.
- 20 AL DRENAJE.

TESIS CON
 FOTOGRAFÍA DE ORIGEN

Fig.38 Sistema simple de descongelamiento automático con gases calientes y evaporador.

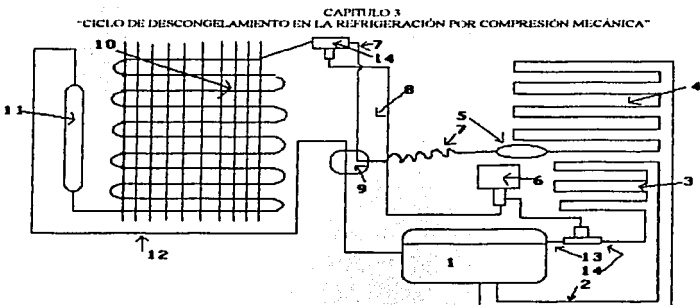


Fig.39 Sistema de descongelamiento inverso. 1. Compresor, 2. Tubos de enfriamiento de aceite del compresor 3. Condensador auxiliar para enfriamiento de aceite y la evaporación del agua de deshielo del serpentín , 4. Condensador principal, 5. Filtro deshidratador, 6. Válvula solenoide de deshielo , 7. Línea capilar, 8. Línea de deshielo, 9. Intercambiador de temperatura, 10. Serpentín de evaporación, 11. Trampa de líquido, 12. Línea de baja presión o de retorno, 13. Tubo de baja presión del compresor para servicio, 14. "T" soldable.

3.3.6.4 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO CON AGUA.

En un sistema de descongelamiento con agua tal como el que se ilustra la posición (A) muestra el sistema sin funcionamiento de la bomba del lado de baja presión del refrigerador. Esta acción deja el evaporador libre de refrigerante líquido antes de que se inicie el descongelamiento. Posteriormente se interrumpe el funcionamiento de los ventiladores del compresor y evaporador y, en caso de existir ventanillas, se cierran de modo que el serpentín de evaporación quede encerrado. A continuación se abre la válvula de 3 pasos (posición B). El agua se suministra al cabezal de rociado arriba del evaporador.

El hielo y la escarcha se funde por efecto del lavado del agua sobre el evaporador. El agua se recoge en una charola de drenaje y se extrae a través de la línea de drenaje. En la posición (C) la válvula de tres pasos se pasa a la tercera posición que permite al agua vaciar la línea de suministro y otras líneas de drenaje en el descongelamiento.

TUSEE CON
FALLA DE ORIGEN

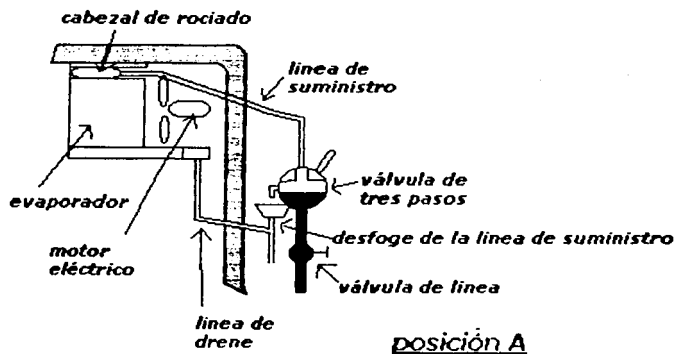


Fig.40 Método de descongelamiento con agua en posición A.

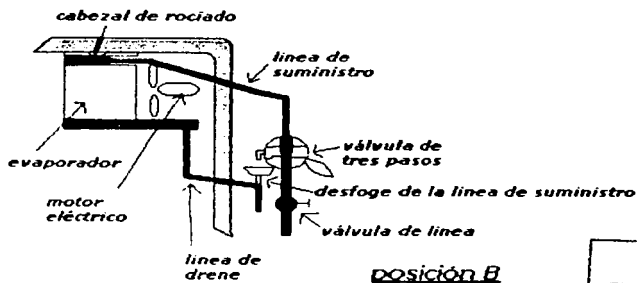
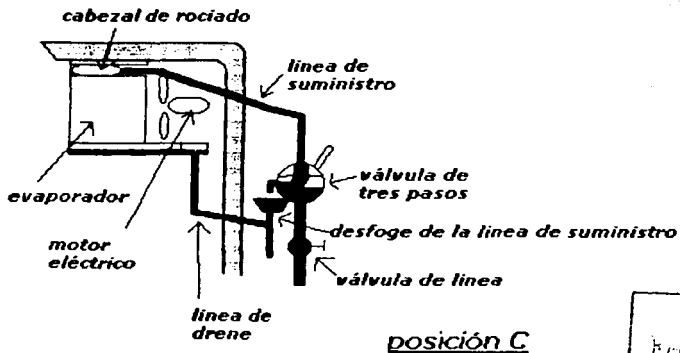


Fig.41 Método de descongelamiento con agua en posición B.

TEXTO CON
FALLA DE ORIGEN



TRABAJO CON
FOLIO DE ORIGEN

Fig.42 Método de descongelamiento con agua en posición C.

3.3.6.5 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO MEDIANTE ROCIADO DE SALMUERA.

En algunas grandes instalaciones el descongelamiento se realiza por rociado de una salmuera sobre el serpentín de enfriamiento.

Se dispone de elementos en estos sistemas para la remoción de la salmuera y recirculación con una bomba.

También es necesario el uso de las "placas de supresión" que protegen el espacio refrigerado y el rocío de salmuera.

Los "concentradores" también se utilizan debido a que el agua de hielo fundido y de la escarcha diluyen la salmuera.

Los concentradores lo evaporan el exceso de agua con lo cual se mantiene la temperatura de congelación de la salmuera debajo de la temperatura del evaporador.

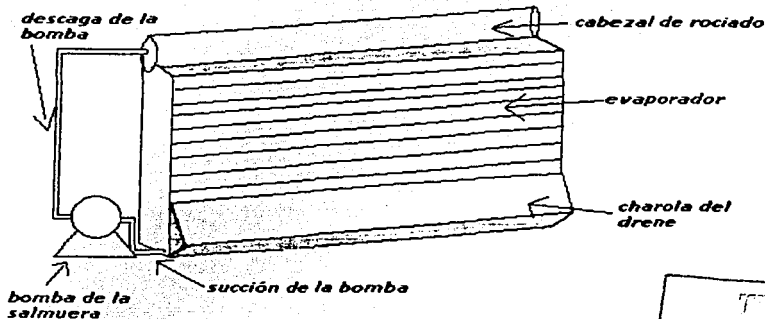


Fig.43 Unidad de descongelamiento por rociado de salmuera.

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

3.3.6.6 MÉTODO DE DESCONGELAMIENTO ELÉCTRICO.

El último de los métodos que se describe es uno de creciente importancia, es especial cuando se desea el descongelamiento totalmente automático. El calor para el descongelamiento se aplica en los serpentines de enfriamiento, líneas charola de drenaje.

Los elementos de resistencia eléctrica para el calentamiento están adaptados directamente o se construyen dentro del evaporador o en los pasadizos de refrigerante.

Se requiere de evaporadores especiales para la instalación de este tipo de sistema. En operación se deja sin funcionar la bomba en el lado de baja presión inicialmente, se interrumpe el funcionamiento de los ventiladores del compresor y evaporador y se cierran las mamparas.

A continuación los evaporadores de resistencia eléctrica se conectan para fundir el hielo del evaporador y para calentar la charola y línea de drenaje con objeto de evitar la recongelación. Cuando la escarcha y el hielo se han removido, el control termostático regresa el sistema de refrigeración a la operación normal.

CAPITULO 4

**"CÁLCULOS BÁSICOS APLICADOS AL
EVAPORADOR"**

33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1 CÁLCULO DEL EVAPORADOR.

El cálculo del evaporador tiene por finalidad determinar la superficie necesaria para obtener la debida absorción de calorías por día durante el tiempo de funcionamiento del compresor.

Sentado el hecho de que un compresor tenga la capacidad suficiente para producir por 14 o 16 horas (que es el tiempo señalado como límite por día para el máximo rendimiento económico para una instalación automática) con la cantidad de frío necesaria y deducida consiguientemente la potencia horaria, el evaporador debe calcularse sobre la base de que su capacidad sea la adecuada para producir en dicho espacio de tiempo las frigorías por hora en cuestión.

Ello no quiere significar de una manera terminante que en una instalación no pueda funcionar perfectamente por que el evaporador sea de capacidad un poco menor que el compresor, pero si la diferencia es muy grande no podrá obtenerse en muchos casos su rendimiento máximo, y tratándose de cámaras puede hacer variar notablemente las condiciones higrométricas en perjuicio de la perfecta conservación de determinados artículos.

La capacidad frigorífica de un evaporador depende de los siguientes factores:

- a) Superficie del evaporador.
- b) Diferencia de temperatura en que la ebullición del refrigerante y la que se desea obtener.
- c) Coeficiente que varía de acuerdo con el tipo de evaporador a emplear, sistema de válvula de expansión, velocidad de movimiento del medio que rodea al evaporador, formación de hielo y su superficie y otros factores mas.

De lo expuesto se deduce fácilmente que cuando mayor sea la superficie del evaporador y mayor la diferencia de temperaturas entre la ebullición del refrigerante la que se desea obtener, mayor será su capacidad.

Quando se trate de obtener temperaturas superiores a un grado centígrado, para la conservación de alimentos, tales como carnes, huevos, frutas, etc; tienen una gran importancia de grado higrométrico.

Este varía de acuerdo con la diferencia de temperaturas, correspondiendo menor grado de humedad a mayor diferencia de temperatura y, a la inversa, mayor grado higrométrico con menor diferencia de temperatura.

Los factores anteriormente citados, y los que depende la capacidad del evaporador, se relacionan por medio de la ecuación siguiente:

$$C = S (T-t) K$$

Despejando S

$$S = C / ((T-t) K)$$

Donde:

S = Superficie total de evaporador en metros cuadrados.

C = Capacidad en frigorías por hora que deben obtenerse.

T = Temperatura a obtener.

t = Temperatura de evaporación del refrigerante.

K = Coeficiente de transmisión en calorías - hora por metro cuadrado de superficie y grado centígrado de diferencia de temperatura.

4.2 MEDICIÓN DE LA CIRCULACIÓN DEL AIRE.

Pocos montadores frigoríferos tienen a mano los instrumentos necesarios para medir la velocidad del aire y emplean otros medios más sencillos para determinarla.

El método más usado consiste en medir el aire dentro de la cámara o nevera habiendo enseñado la experiencia que una buena cifra promedio es aproximadamente de una y media a dos veces por minuto, o sea, que si al volumen del aire en la cámara circula completamente a través del evaporador aproximadamente de una vez y media dos veces por minuto, la velocidad del aire sobre el género resultará alrededor de los 60 a 90 metros por minuto, en el supuesto de que el género este colocado de forma que no dificulte la circulación.

Si hay unos jamones apilados en un rincón de la cámara, el aire pasará por encima, y no habrá la debida circulación a través de cada jamón, aunque las circulaciones de aire sean las normales de una y media a dos veces por minuto.

Ejemplo:

Una cámara cuyas dimensiones exteriores sean de 2.50 x 3 x 2.40 metros por paredes aisladas de 15cm de corcho, tiene un volumen de 12,5 metros cúbicos. El evaporador de aire forzado empleado en esta cámara tiene una capacidad de 1.250 frigorías por hora, basado en 16 hrs. De trabajo del compresor una diferencia de temperatura de 8 °C del evaporador entre la refrigerante en el evaporador y la del aire en la cámara.

A fin de hacer circular los 12.5 m³ de aire de 1.5 a 2 veces por minuto, el caudal de aire del ventilador debería ser de 19 a 25 m³ por minuto.

Para una conservación a largo plazo sería deseable ajustar el ventilador (si se trata de un motor de velocidad regulable o de palas cuya curvatura pueda variarse), a fin de que el volumen de aire sea menor de unos 12 m³ por minuto (cerca de una recirculación por minuto) o, si se trata de un almacenamiento de corto tiempo, el volumen de aire a circular debería ser de 28 m³ por minuto. Estas cifras se basan en un porcentaje de humedad relativa de 85 a 95%.

Aumentando el volumen de aire a circular, la capacidad del evaporador subirá la aspiración y la temperatura del refrigerante en el evaporador, teniendo, por consiguiente que aumentar la humedad relativa de forma tal que llegaría a anular el efecto deshidratante del movimiento del aire aumentado.

Si la cámara se emplea para enfriar cerveza de barril o leche embotellada, el volumen de aire a circular puede aumentar entonces hasta 38 m³ por minuto.

4.3 CAPACIDAD DEL EVAPORADOR.

La capacidad de cualquier evaporador o serpentín de enfriamiento, es la razón por la cual pasa calor a través de las paredes del evaporador proveniente del espacio o producto refrigerado a la vaporización del líquido interior y generalmente se expresa en Btu por hora. Un evaporador seleccionado para cualquier aplicación específica deberá tener suficiente capacidad de transferencia de calor para permitir la vaporización del refrigerante para obtener calor con la rapidez necesaria para producir el enfriamiento requerido cuando está trabajando a las condiciones de diseño.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El calor llega al evaporador por los tres métodos de transferencia de calor, en las aplicaciones con enfriamiento de aire, casi todo el calor que llega al evaporador es por corrientes de convección puestas en el espacio refrigerado ya sea por la acción de un ventilador o por circulación debida a la gravedad, resultante por la diferencia de temperatura entre el evaporador y el espacio refrigerado.

La capacidad del evaporador que es la razón a la cual pasa calor a través de las paredes, se obtienen por los mismos factores que gobiernan la razón de flujo de calor por convección a través de cualquier superficie de transferencia de calor y es expresada por la ecuación.

$$Q = A \times U \times D$$

Donde:

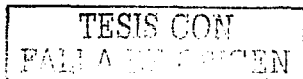
Q = Cantidad de calor transferido en Btu por hora.

A = Área de la superficie exterior del evaporador (tanto para primarios como aleteados).

U = factor total de conductancia en Btu / (hr) (pie cuadrado de superficie exterior) (°F)

D = Diferencia de temperatura media logarítmica en grados Fahrenheit, entre la temperatura exterior del evaporador y la temperatura del refrigerante dentro del evaporador.

En este capítulo no pretendemos hacer el diseño de un evaporador ya que nuestro enfoque es de solo un análisis cualitativo y no su diseño, pero si queremos dar una referencia de las variables a considerar para hacer una buena selección y aplicación de un evaporador.



CAPITULO 5

**"COMPONENTES DE LOS
EVAPORADORES"**

5.1 ALETAS.

La ventaja del aleteado depende de los valores relativos de los coeficientes de conductancia de las superficies de película interior y exterior y el valor de R .

$R =$ Es la resistencia térmica entre las paredes del evaporador.

En cualquier caso donde la rapidez de flujo de calor de la superficie interior del evaporador al refrigerante líquido si es tal que exceda a la rapidez del paso de calor a las superficie exterior del medio enfriado, la capacidad total del evaporador esta limitado por la capacidad de la superficie exterior.

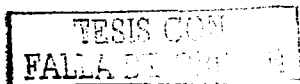
Para esos casos el valor total de U puede aumentarse usando aletas para aumentar el área de la superficie exterior hasta un valor tal de la cantidad de calor absorbido por la superficie exterior hasta un valor tal que la cantidad de calor absorbido por la superficie exterior sea aproximadamente igual a la que pueda pasar a la superficie del interior al refrigerante líquido.

Debido a que la transferencia de calor es mayor con líquidos y con vapores, esta situación existe con frecuencia en aplicaciones de enfriamiento de aire donde la razón de flujo de calor desde la superficie interior hasta el refrigerante líquido es mucho mayor que la del aire a la superficie exterior.

Por esta razón el uso de evaporadores aleteados por aplicaciones como enfriamiento de aire resulta muy utilizada.

Por otra parte, en aplicaciones de enfriamiento de líquido, donde el líquido esta en contacto en ambos lados del tubo y en los que la transferencia de calor es aproximadamente igual para ambas superficies, los evaporadores de tubo descubierto muestran una alta eficiencia y el aleteado no es necesario.

Las figuras números 44, 45, Y 46 nos muestran algunos métodos de aleteados internos.



CAPITULO 5
"COMPONENTES DE LOS EVAPORADORES"

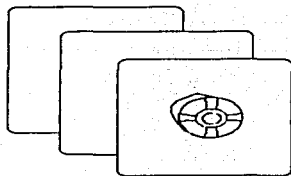


Fig.44 Método de aleteado interno.

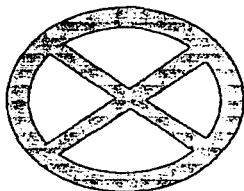


Fig.45 Método de aleteado interno.

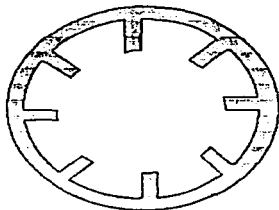


Fig.46 Método de aleteado interno.

5.2 CIRCUITOS EN EL EVAPORADOR.

La caída de presión excesiva del evaporador da como resultado una presión menor que la realmente es necesaria con la succión del vapor a la entrada del compresor, causando así una pérdida de capacidad y eficiencia del compresor.

Para evitar pérdidas innecesarias en la capacidad y eficiencia del compresor, es muy deseable diseñar el evaporador de tal manera que el refrigerante experimente una caída mínima de presión. Por otra parte, se requiere una cierta cantidad de caída de presión para que el refrigerante fluya a través del evaporador y ya que la velocidad es función de caída de presión, la caída de presión debe ser suficiente para asegurar velocidades altas del refrigerante, suficiente para dejar a la superficie del tubo libre de burbujas de vapor y aceite y para hacer regresar el aceite al compresor.

Entonces, un buen diseño requiere de varios circuitos en el evaporador de tal manera que la caída de presión a través del evaporador sea la mínima necesaria para producir necesidades suficientes en el refrigerante para proveer una razón alta de transferencia de calor y un buen retorno de aceite.

En general, la caída de presión a través del cualquier circuito de un evaporador dependerá del tamaño del tubo, de la longitud del circuito y de la carga en el circuito. Por carga en el circuito se entiende la rapidez de flujo de calor a través de las paredes de tubo de circuito. La carga del circuito determina la cantidad de refrigerante que debe pasar a través del circuito por unidad de tiempo.

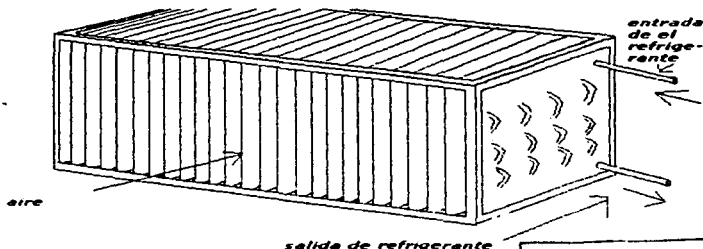


Fig.47 Evaporador con circuito refrigerante en serie.

TECNOLOGIA
FALLA DE ORIGEN

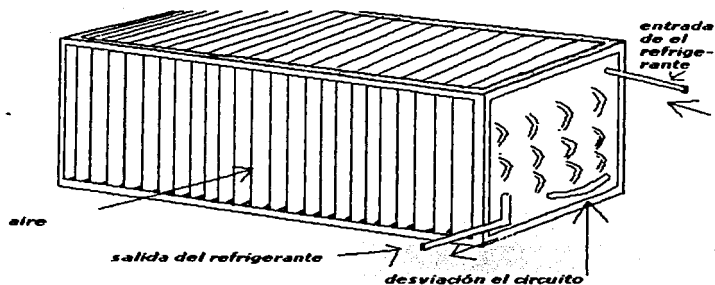


Fig.48 Evaporador con circuito con refrigerante dividido.

5.3 MÉTODOS DE ALIMENTACIÓN DE REFRIGERANTE.

Los evaporadores pueden ser calificados de acuerdo al método de alimentación del líquido:

Como de expansión seca, inundados o líquidos sobrealimentados.

Con el método de expansión seca la cantidad de líquido refrigerante alimentando al evaporador esta limitado a la cantidad que pueda ser completamente vaporizado durante el tiempo de llegada hasta el extremo final del evaporador, de tal manera que solo llegue vapor a la línea de succión.

La válvula generalmente empleada con este método para el control de flujo de refrigerante es de expansión termostática o de tubo capilar.

Para estar seguros de tener completa vaporización del refrigerante en el evaporador y prevenir así el llevar liquido en la tubería de succión al compresor, se permite un sobre calentamiento de 10 °F al final del evaporador, esto requiere aproximadamente del 10% al 25% de la superficie total del evaporador.

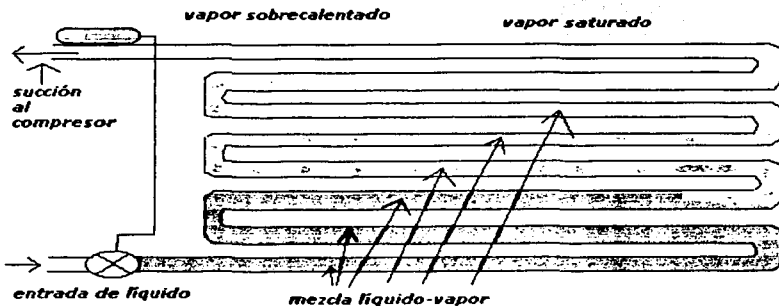


Fig. 49 Evaporador de expansión seca.

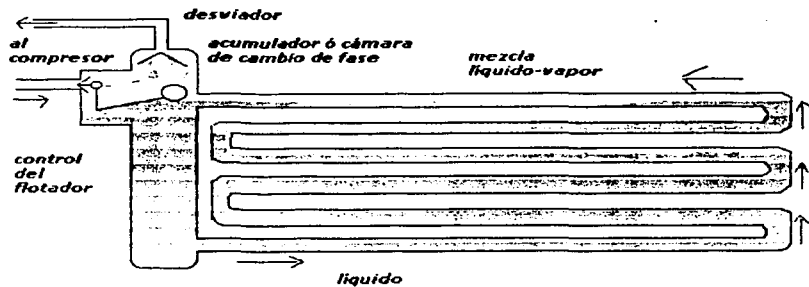


Fig.50 Evaporador inundado.

Obsérvese al acumulador del control del flotador. La circulación del refrigerante a través del serpentín es por gravedad.

El vapor acumulado debido a la acción de ebullición del serpentín escapa hacia la parte superior del acumulador de ahí es sacado por la succión del compresor.

5.4 USO DE DATOS DE CAPACIDAD DADOS POR LOS FABRICANTES.

Debido a que la evaluación matemática de todas las variables que intervienen en el rendimiento de un evaporador no resulta ser práctico, el rendimiento de un evaporador, generalmente se obtienen en base de pruebas reales verificada en el evaporador.

Debido a las muchas variables que se tienen en los usos de la refrigeración, no hay estándares industriales muy amplios para capacidades en evaporadores de baja temperatura. Por lo mismo el método para determinar capacidades varía algo según el tipo de evaporador de acuerdo al fabricante en particular involucrado.

Sin embargo, los métodos de clasificación no difieren grandemente, junto con los datos de capacidad del evaporar, se tiene instrucciones de cómo usar los datos.

La selección de evaporadores a partir de los datos dados por el fabricante, es relativamente simple, una vez que ya han sido definidas las condiciones a las cuales va a trabajar el evaporador.

Las condiciones dadas se obtienen a partir de un análisis muy meticuloso de la carga térmica que se va a remover en el sistema de refrigeración.

5.5 ENSAMBLES DE SERPENTÍN Y DESVIADORES

La disponibilidad de ensambles de serpentín con desviadores, elimina prácticamente la necesidad de fabricar desviadores en el lugar de trabajo.

En la siguiente figura se muestra un arreglo típico de serpentín de desviadores debido a que estos están disponibles en una gran variedad de tamaños y colores, estos pueden con facilidad utilizarse para casi todas las aplicaciones de convección natural.

CAPITULO 5
"COMPONENTES DE LOS EVAPORADORES"

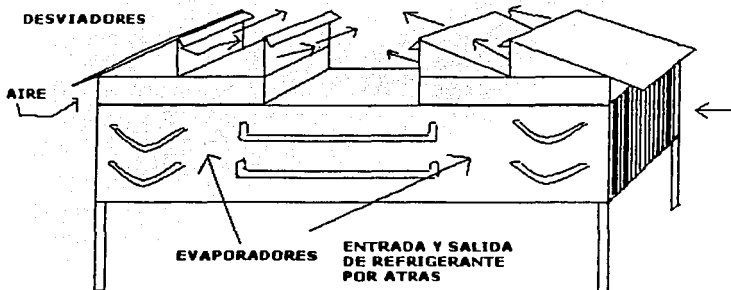


Fig.51 Ensamble serpentín y desviadores de convección natural.

5.6 FORMAS DE DISEÑAR Y OPERAR UN SERPENTÍN DE EVAPORADOR DE EXPANSIÓN DIRECTA.

La forma mas conocida de evaporador es el serpentín de enfriamiento de expansión directa, que algunas veces se denomina serpentín DX. Estos serpentines se pueden utilizar en las unidades de acondicionamiento de aire o como parte de un sistema de refrigeración central. La capacidad del serpentín DX depende de:

- La cantidad de aire que se infiltra través del serpentín.
- La temperatura del aire.
- La temperatura del refrigerante en ebullición.

Al aumentar la cantidad de aire o la diferencia de temperatura entre el aire y el refrigerante se aumenta la capacidad del serpentín. En estas condiciones el serpentín tiene la capacidad de evaporar la cantidad máxima de refrigerante en cierto tiempo.

El aumento de la velocidad de evaporación origina que la presión de succión aumente. Esto se debe al hecho de que se forma gas adicional aun cuando el compresor funciona a velocidad constante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.7 HUMEDAD Y SU RELACIÓN CON LOS EVAPORADORES.

Dos propiedades del aire que necesitan revisarse son la humedad relativa y la temperatura del punto de rocío.

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de agua en el ambiente y la que él ambiente puede conservar a cierta temperatura.

La humedad es de importancia en la refrigeración debido a que los alimentos frescos y los productos derivados de la leche requieren de condiciones de alta humedad para reducir la pérdida de humedad.

Los artículos sellados dentro del recipiente a prueba de vapor no son alterados por las condiciones de humedad.

A continuación se mencionan algunos principios básicos para demostrar el efecto de la humedad de refrigeración. Cuando el aire caliente se enfría, su capacidad de retención de humedad disminuye y su unidad relativa aumenta.

Cuando la temperatura del aire alcanza el punto en que la unidad relativa es del 100% se "satura" debido a que ya no puede retener mayor cantidad de humedad. Esta temperatura se denomina del "punto de rocío".

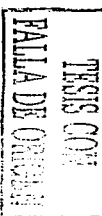
El aire que se enfría debajo de la temperatura del punto de rocío cede la humedad que no puede retener y la deposita en una superficie mas fría cercana: El evaporador.

En consecuencia, la humedad se deposita en la superficie del evaporador.

5.8 HÉLICES AGITADORAS.

Las hélices agitadoras se instalan en los tanques enfriadores de líquidos ó salmueras, de cierta capacidad, a fin de aumentar el rendimiento del serpentín de evaporador, consiguiendo por medio de la rotación de la hélice uniformar rápidamente la temperatura de la masa del líquido a refrigerar.

Existen dos tipos de hélices agitadoras: Las verticales, con un electromotor aplicado directamente a un árbol transmisor que giran normalmente alrededor de 700 revoluciones por minuto, y cuya instalación es sencillísima, ya que solo requieren una fijación en la tapa de madera del tanque, con un orificio en dicha tapa para el paso del eje.



El segundo tipo empleado es el horizontal con polea exterior y correa de transmisión, girando a velocidades alrededor de 250 a 300 revoluciones por minuto.

Van dispuestas con unas bridas de sujeción distintas según se trate de tanques de hormigón o de hierro, e incorporar un prensaestopas exterior para lograr un paso estanco del árbol de transmisión.

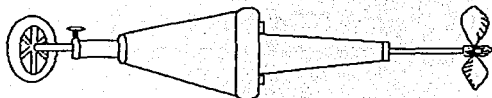


Fig.52 Agitador de tipo horizontal.

5.9 BANDEJAS DE DESAGÜE.

Lo expuesto sobre el ciclo de descarchado natural sé resume simplemente como un problema de circulación de aire.

El aire caliente en la parte alta del espacio a refrigerar para que través del evaporador y, se enfría; mas pesado que el aire caliente, se dirige ala parte baja y absorbe calor; al calentarse entonces se aligera su peso y sube hacia la parte superior, estableciéndose de esta forma una convección de aire natural.

Para facilitar dicho movimiento de aire en las instalaciones a base de evaporadores del tipo de tubo y aletas con circulación de aire por gravedad, y al poco tiempo para recoger el goteo que se produce durante el periodo de descarchado, se coloca debajo de los citados evaporadores unas bandejas colectoras.

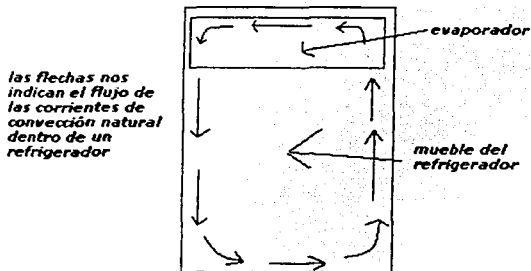


Fig.53 Convección natural.

Estas bandejas se construyen normalmente de planchas de galvanizada o bien de zinc, alguna de ellas se fabrican bien aisladas para evitar condensaciones, comunicando por medio de una tubería con el desagüe establecido en la cámara o nevera para la expulsión de dicha agua. Adoptan diversas formas de acuerdo con el tipo de estación y el criterio particular de cada instalador.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

A partir del trabajo realizado se concluye lo siguiente:

El ciclo de refrigeración por compresión mecánica esta compuesto por cuatro componentes, que hacen un proceso termodinámico único, que de no existir sería imposible realizar dicho ciclo de refrigeración.

Uno de éstos componentes es el evaporador, ya que se encarga de extraer el calor del medio circundante para poder "producir frío".

El evaporador es un intercambiador de calor que trabaja a una presión constante (sin tomar en cuenta la fricción de la tubería) y se encarga de remover toda la carga térmica del medio.

Existe una gran variedad y tipos de evaporadores que van desde usos domésticos hasta los de usos industriales de gran capacidad para remover carga térmica.

Para que se comprenda mejor el ciclo de refrigeración es necesario tener cierta teoría básica que nos la proporciona la termodinámica, de no ser así este trabajo sería muy abstracto para el lector.

Se hace una descripción del paso de refrigerante a través del evaporador para que el lector se imagine el proceso, donde realmente el refrigerante hierve como si fuera agua en ebullición, a veces es difícil imaginar este proceso por que no se esta viendo físicamente.

Existen evaporadores para sistemas secos, sistemas inundados y sistemas semi-inundados, en el transcurso de la carrera solo se mencionan estos tipos de evaporadores y es difícil que se les pueda ver físicamente y reconocerlos rápidamente. En éste trabajo pretendemos que el lector se de una idea de lo que se puede encontrar en la industria de la refrigeración y que piense que esta industria no son solo refrigeradores domésticos y unidades de ventana.

Se establecieron los criterios fundamentales que se deben de seguir para hacer un buen análisis acerca de los tipos, usos y selección de evaporadores, aplicados a la refrigeración por compresión mecánica.

Se investigo la importancia y los tipos de descongelamiento aplicados a los evaporadores que se utilizan en un sistema de refrigeración por compresión mecánica. Reconociendo que si no existiera el descongelamiento, el refrigerador trabajaría un tiempo mayor

"CONCLUSIONES"

teniendo como consecuencia un gran gasto de energía eléctrica por parte del compresor.

Logramos hacer un análisis de los materiales que usan los fabricantes para la construcción de evaporadores, siendo uno de los más comunes el cobre y el aluminio, ya que éstos dejan fluir muy rápidamente el calor (son buenos conductores de calor).

Se obtuvo toda la información que sea acerca de los diferentes tipos de evaporadores tanto del área de refrigeración comercial como del área de la refrigeración industrial y doméstica.

Se deja este texto como un manual de referencia de este componente básico del ciclo de refrigeración por compresión mecánica, para que futuras generaciones puedan tener esta obra como material de consulta.

Al analizar todo lo anterior se concluye finalmente que se cumplió con todos los objetivos propuestos desde el principio de este trabajo recepcional de titulación.

TESIS CON
FALLA DE CALIFICACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

TERMODINÁMICA.
VIRGIL MORING FAIRES.
ED. LIMUSA. 1997.

REFRIGERACION Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.
W.F. STOECKER.
ED. MC. GRAW HILL, 1965.

TERMODINAMICA CLÁSICA.
RUSSELL Y ADEBIYI.
ED. ADDISON-WESLEY IBEROAMERICANA, 1997.

INGENIERÍA TERMODINÁMICA.
FRANCIS F. HUANG.
ED. CECSA, 1994.

MANUAL DE REFRIGERACIÓN Y ARE ACONDICIONADO.
TOMO I. II. III Y IV.
CAMILO BOTERO.
ED, PRENTICE HALL.

FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION.
HERNANDEZ GORIBAR.
ED LIMUSA, 1992.

TRATADO PRACTICO DE REFRIGERACION AUTOMATICA.
ALARCON GREUS.
ED MARCOMBO, 9ª EDICIÓN, 1981.

MANUAL DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA.
HERNÁNDEZ VALADEZ JOSÉ.
ED. TRILLAS. 2ª EDICIÓN, 1999.

PRINCIPIO DE REFRIGERACIÓN
R. WARREN MARSH
C. THOMAS OLIVO.
ED DIANA, 2ª EDICIÓN, 1994.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN