

CAPÍTULO 1

PRINCIPIOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN

Ésta es la sección de entrenamiento que contiene toda la teoría que Ud. recibirá mientras esté aprendiendo el trabajo de servicio del equipo de acondicionamiento de aire y refrigeración. No vamos a entrar en la teoría de la refrigeración muy detalladamente. Es suficiente que Ud. tenga un entendimiento razonable de las leyes físicas que son las bases del ciclo de refrigeración. Este tipo de información no reparará ninguna refrigeradora, ni le hará ganar ningún dinero; pero, le ayudará a preparar los cimientos sobre los cuales Ud. podrá construir un buen negocio. Ud. será un más eficiente técnico reparador si tiene esta información dentro de la cabeza. Manténgala presente y esto hará que sus manos trabajen más rápido y con más seguridad.

Lo que Ud. va a leer aquí está contenido en libros que llenarían muchos estantes de una biblioteca grande. Estos libros son altamente técnicos y llenos de palabras y frases científicas. Con el debido respeto a todos los autores de aquellos libros que proporcionaron el material, vamos a condensar todo eso en unas cuantas páginas en lenguaje fácil de entender. Los científicos que contribuyeron más a la realización de la mencionada biblioteca fueron Charles, Dalton y Boyles. Estos tres científicos descubrieron ciertas leyes que son indiscutibles. Estas leyes son de la categoría de la ley de la gravedad de Newton. Para los propósitos de este curso y con todo el debido respeto a los científicos, vamos a llamar a estas leyes, las Leyes de Doolin. Voy a enumerar estas leyes, las examinaremos y luego encontraremos sus conexiones con el ciclo de refrigeración; después de todo esto las dejaremos solas, porque de por si ellas no pueden reparar ningún equipo de refrigeración.

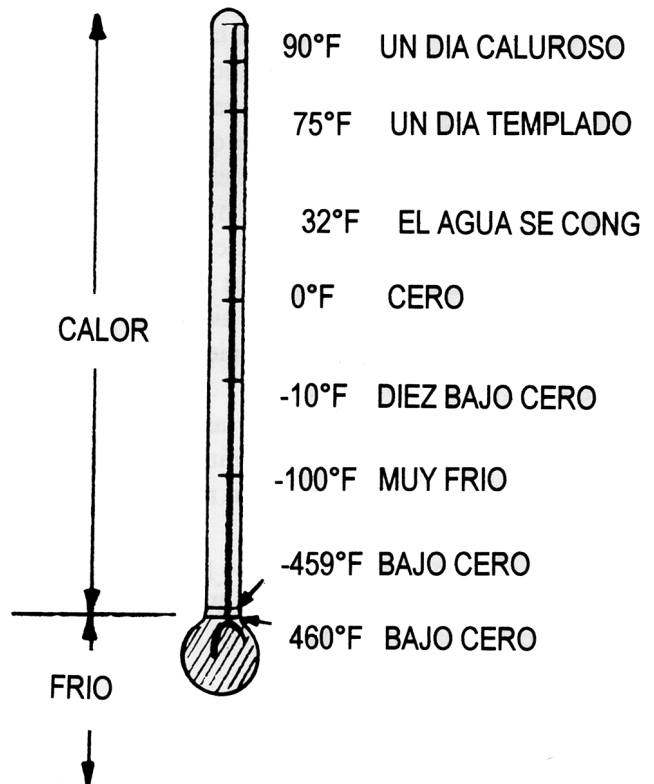
LEY NO. 1

No existe el "frío" hasta que el termómetro marque 460°F bajo cero. Todo lo que está sobre esto es calor.

Usamos el término "frío" todos los días. Decimos, "La refrigeradora se está enfriando"; pero esto no es

una verdad absoluta. En efecto, la caja simplemente tiene menos calor en el interior.

He aquí la escala de temperatura como la conocemos y además la escala más baja. (Fig. 1-1)



(Fig. 1-1)

En lenguaje simple, la refrigeración es un problema que tiene que hacer con el calor. Desde que ya he dicho que hay calor en todo hasta los 460°F bajo cero, que es donde el frío empieza, todavía hay un poco de calor a los 459°F bajo cero. Esto es tan frío (note que uso la palabra “frío”) sabiendo mejor que si Ud. fuera expuesto al mismo y yo le tocara con un destornillador, su cuerpo se rompería como si fuese de vidrio.

Es posible que Ud. no haya pensado mucho sobre lo siguiente, pero la refrigeradora que Ud. tiene en su casa, es simplemente una caja con una unidad mecánica cuya función es sacar el calor del interior de la caja así como de todo lo que está almacenado en la misma. La unidad no pone nada dentro de la caja, que no haya estado ahí anteriormente. La unidad de refrigeración no da ninguna característica al interior de la caja. Todo lo que hace es sacar el aire del interior, eliminándolo en el exterior. El aislamiento de la caja impide que el calor vuelva a entrar a la caja demasiado rápidamente. Hay una lucha constante de la maquinaria tratando de sacar el calor de la caja y tratando de mantenerlo fuera de la misma, para que así haya menos calor dentro de la caja que en el exterior. El motivo por el cual el agua se convierte en hielo en el compartimiento de cubitos de hielo es que se ha quitado el calor del agua hasta que alcanza los 32°F y luego se solidifica. En efecto, un cubito de hielo está bien caliente, si recordamos que el frío comienza a los 460°F bajo cero.

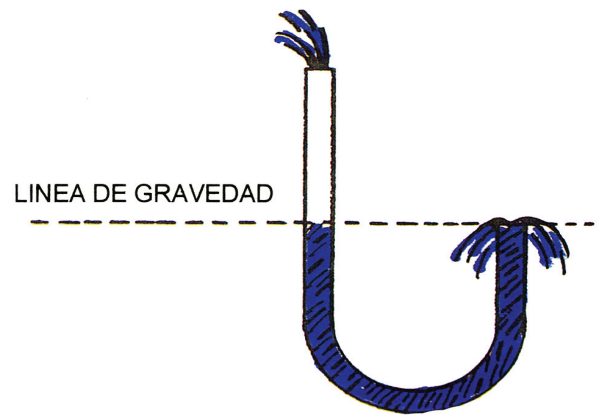
Yo sé que esto no repara las refrigeradoras, pero estamos simplemente familiarizándonos con algunos hechos que le ayudarán a ser un mejor técnico reparador.

Si Ud. ha entendido bien esta primera ley en la cual hemos dicho que refrigeración quiere decir eliminación del calor, pasemos a la *Ley No. II*.

LEY NO. II

El calor siempre está listo a fluir hacia cualquier cosa que tenga menos calor

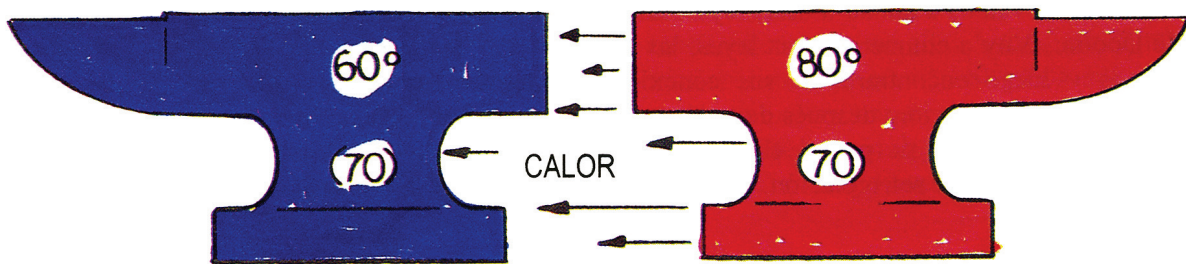
Esto es tan cierto como si dijéramos que el agua siempre corre hacia abajo o busca su propio nivel. Es la vieja ley de la gravedad. Por ejemplo, si echo agua por el extremo alto de este tubo, Ud. estará de acuerdo que el agua saldrá por el extremo corto de la “U” hasta nivelarse en la línea de la gravedad. Ud. sabe que esto pasará, y que es una verdadera ley de la gravedad.



Es un hecho tan cierto como cuando decimos que el calor fluye hacia cualquier cosa que tiene menos calor. Si tuviéramos dos yunques y uno tuviese menos calor que el otro, el calor del que está más caliente pasaría al que está más frío hasta que ambos tengan la misma temperatura.

Observe este dibujo de los dos yunques en la Fig. 1-2.

Si uno tuviera 60°F y el otro 80°F, el yunque con los 80°F de temperatura inmediatamente cedería parte de su calor al otro hasta que ambos se igualaran a los 70°F de temperatura. Ud. no podría evitar esto,



(Fig. 1-2)

como que no podría evitar que el agua corra hacia abajo. Ud. puede construir un dique para contener el agua. Asimismo, Ud. puede contener el calor con una barrera de aislamiento; pero esto no detendría el flujo del calor. Pasará a través del aislamiento aunque le tome diez años. Todo lo que el aislamiento de su refrigeradora está haciendo es retardar el flujo de calor lo suficiente para que la unidad se le adelante. Nada puede detener el flujo del calor. Todo lo que hace es retardar la velocidad con la que se mueve. Todas las cosas son conductoras de calor; el aire, el acero, la madera, el cobre y aún la carne humana. Algunos materiales son mejores conductores que otros. Los egipcios tenían un sistema de acondicionamiento de aire que utilizaba la ley del flujo del calor en el palacio del Faraón, dos mil años antes de Cristo. Trabajaba de esta manera: Todas las noches, tres mil esclavos venían al palacio al anochecer y sacaban la pared principal del palacio. La pared era de 15 pies de alto, 10 pies de ancho y 60 pies de largo y pesaba más de mil toneladas. Un lado de este enorme bloque de mármol estaba pulido y formaba parte de un lado del salón principal del palacio, el otro lado era simplemente de piedra. Usando rodillos los esclavos transportaban esta enorme pared hasta el desierto del Sahara donde permanecía toda la noche. En el desierto hacía frío durante la noche y el calor de la piedra fluía hacia el aire frío del desierto. En la madrugada la volvían a traer al palacio y la colocaban en su lugar. Durante todo el día, mientras la temperatura del techo del palacio era de 130°F, la pared de piedra absorbía el calor del mismo. Se calcula que la temperatura del interior del palacio se mantenía en los 80°F durante todo el día. Imagínese la labor de 3,000 hombres haciendo lo que hoy día puede hacerse con un motor de 100 H.P.

El principio es el mismo. Pero en lugar de los 3,000 hombres usamos un sistema mecánico; y un gas refrigerante transporta el calor al exterior donde es eliminado. Más simplemente, la refrigeración moderna absorbe el calor de donde no sea deseado y lo transporta a donde no cause ningún inconveniente para eliminarlo. Es el mismo principio de los esclavos y la piedra, pero ahora usamos un refrigerante y una bomba. El calor siempre está listo a fluir hacia cualquier cosa que tenga menos calor. Su cuerpo se enfría cuando Ud. está incorrectamente vestido, no porque el “frío penetra” su ropa, sino porque el calor de su cuerpo sale a través de la misma.

Ahora hemos establecido dos leyes. Hemos dicho en la *Ley No. I*, que la refrigeración es un problema que tiene que hacer con el calor hasta el cero

absoluto a los 460°F bajo cero. En la *Ley No. II*, dijimos que el calor está en un continuo movimiento y siempre está listo a dirigirse hacia cualquier cosa con menos calor, o “más fría”. Con estas dos leyes en mente, vamos a inventar una refrigeradora inmediatamente después de explicar otra ley más.

Esta tercera ley, quizás le cause algún problema, pero estoy seguro que podremos sobrepasarlo. Al principio da la impresión de que no tiene una conexión tan clara con la refrigeración, pero después de entenderla bien, Ud. se dará cuenta de las posibilidades de inventar una refrigeradora juntos, utilizando estas tres simples leyes.

LEY NO. III

Siempre que un líquido cambia a gas o vapor, tiene que dar su calor; y el calor es transportado en el vapor.

Es decir, cuando un líquido cambia de líquido a vapor, el calor es sacado del líquido que todavía queda y este calor es transportado en el vapor.

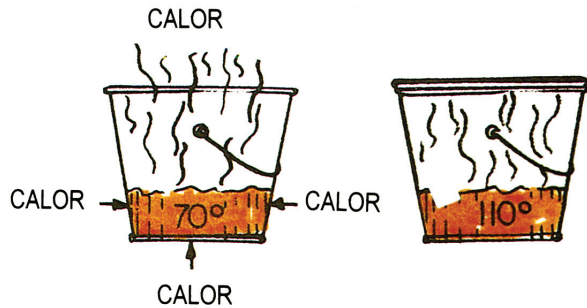
Ésta es la ley del cambio del estado de los líquidos. Es posible que Ud. no haya pensado mucho en esto, pero cuando su piel está mojada y Ud. la seca rápidamente con una toalla, el líquido está cambiando a vapor. El calor está siendo eliminado de la carne de su cuerpo; y Ud. se enfría un poco. El calor ha salido en el vapor del agua. Ésta es una ley muy simple si Ud. se detiene y piensa en su significado. ¿Ha tenido Ud. alguna vez gasolina, gas o tetracloruro de carbono en sus manos? ¿Notó Ud. el frío (pérdida del calor) de sus manos?

Tomando el riesgo de hablar demasiado sobre este punto, quiero asegurarme de que Ud. haya entendido esto. Es la base de toda la refrigeración del mundo entero, natural o mecánica (salvo por la relación entre el Sol y la Tierra o calor solar).

Tomemos dos baldes de agua. Tapamos uno de ellos y dejamos el otro abierto y los ponemos en el exterior de la casa. El balde que se está evaporando (secándose) estará de entre 20 a 30°F más frío que el balde cerrado. Ponga un termómetro en el agua del balde abierto. Debería indicar aproximadamente 70°F. Abra el otro balde y haga lo mismo. El agua debería estar casi tan caliente como la temperatura de la tapa del balde. El agua que se estaba evaporando estaba más fría porque el calor que quedaba en el agua residual del balde se estaba escapando en el vapor del agua de la evaporación.

Otro ejemplo, en vez de agua Ud. pone gasolina en los dos baldes. Ud. tiene la misma cantidad en

cada balde y sabe que la gasolina se evapora aún más rápido que el agua. La gasolina que queda en el balde abierto antes de terminar de evaporarse estaría de 40 a 50°F más fría que la del balde cerrado del cual el vapor no podría escapar para llevarse el calor. (Figura 1-3)



(Fig. 1-3)

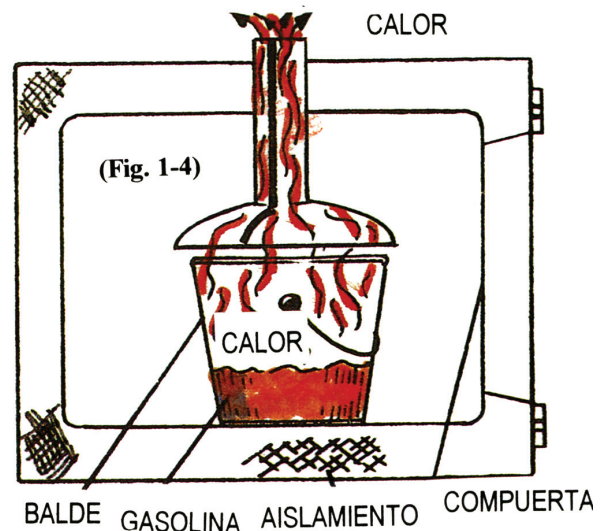
Ésta es una regla indiscutible. Cualquier líquido capaz de evaporarse da vapor, y el calor necesario para hacer que el líquido se evapore es transportado en el vapor. El calor que se necesita para hacer hervir el agua o hacerla que se convierta en vapor siempre está contenido en el vapor. En un caldero de vapor el calor del horno pasa por el agua y es eliminado en el vapor.

En breve, cualquier clase de líquido capaz de cambiar a vapor y de vapor a líquido es un *refrigerante*; es decir que mueve o desplaza calor. Toma calor al cambiar de líquido a vapor y elimina la misma cantidad de calor cuando se vuelve a convertir en líquido.

Por medio del uso de estas tres leyes como base de los experimentos se inventó la refrigeración mecánica moderna. En primer lugar, se sabía que había un problema con el tratamiento del calor — *Ley No. 1*. Se tenía que eliminar el calor y no poner frío dentro de una caja. En segundo lugar, se sabía que el calor era fluido y que siempre se movería hacia algo con menos calor, como un pedazo de hielo. En tercer lugar, se conocía la ley del cambio de estados del líquido. Con estas leyes en mente se inició la refrigeración comercial.

El calor era el problema, no el enfriamiento. Si se pudiese desplazar el calor, habría frío porque habría menos calor. Los iniciadores de la refrigeración sabían que el calor fluiría inmediatamente hacia algo con menos calor. También sabían que si dentro de la caja había algo más frío que los alimentos alma-

cenados en la misma, el calor iría hacia esta cosa más fría. Pensaron que si aislaban la caja podrían retrasar la entrada de calor a la caja. Sabían que el hielo podría usarse en las dos primeras leyes, pero ellos estaban buscando algo mejor. Entonces pusieron la tercera ley en acción. Pensaron que si todo esto era verdad, lo que se necesitaba era algún tipo de líquido en un envase que podría evaporarse transportando el vapor hacia el exterior de la caja por medio de una chimenea. Este vapor sacaría el calor del interior de la caja. Esta fue una buena idea, desde que es casi exactamente el principio de la refrigeración moderna. He aquí una versión mejorada de nuestra refrigeradora muy parecida a la original. (Fig. 1-4)



El balde está lleno de gasolina. A medida que la gasolina se evapora, el humo sube y sale por la chimenea. El humo de la gasolina está cargado de calor que fue sacado del líquido que queda en el fondo del balde. Más calor está llegando al líquido a través de los lados del balde y está siendo eliminado en el vapor. Aproximadamente, esta caja rudimentaria estaría 20°F más fría en el interior que en el exterior.

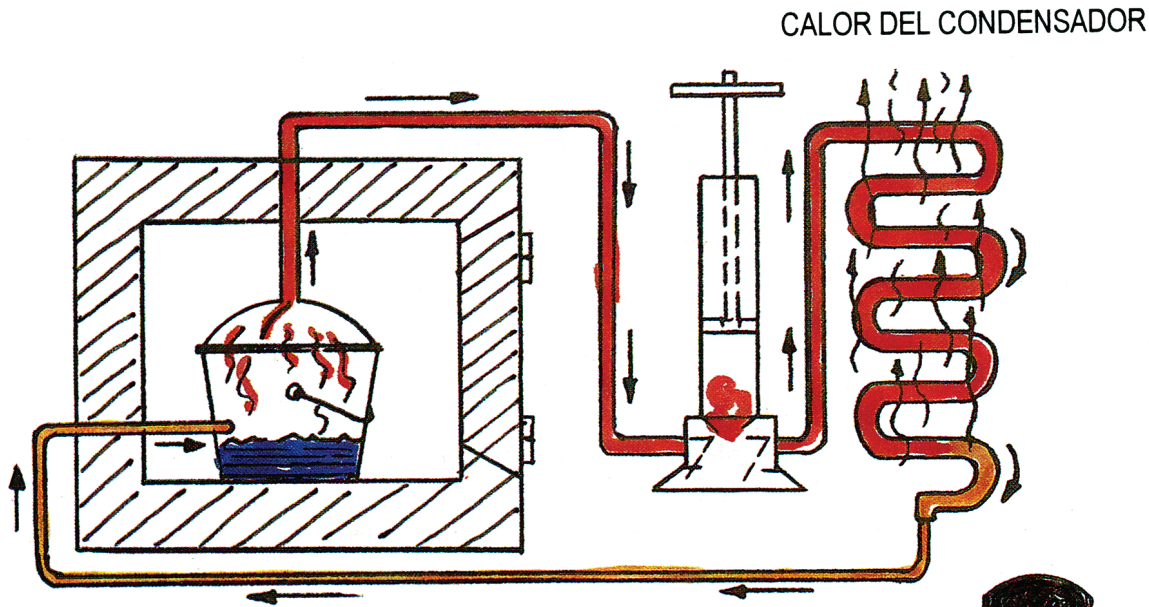
Pero, ¿Cuáles son los defectos de esta unidad? En primer lugar, no podría mantener carne. En segundo lugar, si algún humo se escapara daría un mal olor a la caja. En tercer lugar, Ud. siempre tendría que estar poniendo un balde fresco de gasolina; de manera que habría mucha pérdida. Ud. tampoco desearía encender un fósforo para ver que hay dentro de la refrigeradora. Pero supongamos que soldamos la cubierta encima del balde. Ahora hemos eliminado el mal olor, pero tendríamos que llenar el balde por la chimenea. Hemos mejorado el aparato, pero todavía necesitamos llenar el balde y no es lo suficientemente frío debido al calor eliminado del interior del balde.

Podemos mejorar eso poniendo una bomba de plomo vieja y absorbiendo el humo en una forma más rápida. Pero, ¿Por qué desperdiciar el humo del vapor que contiene el calor? ¿Por qué no bombear el humo hacia afuera y luego hacia un serpentín similar a los que se usan en un alambique de alcohol y eliminar así el calor? Esto volvería a condensar el vapor en gasolina. Ahora tenemos un completo ciclo de refrigeración. Por supuesto que tenemos que trans

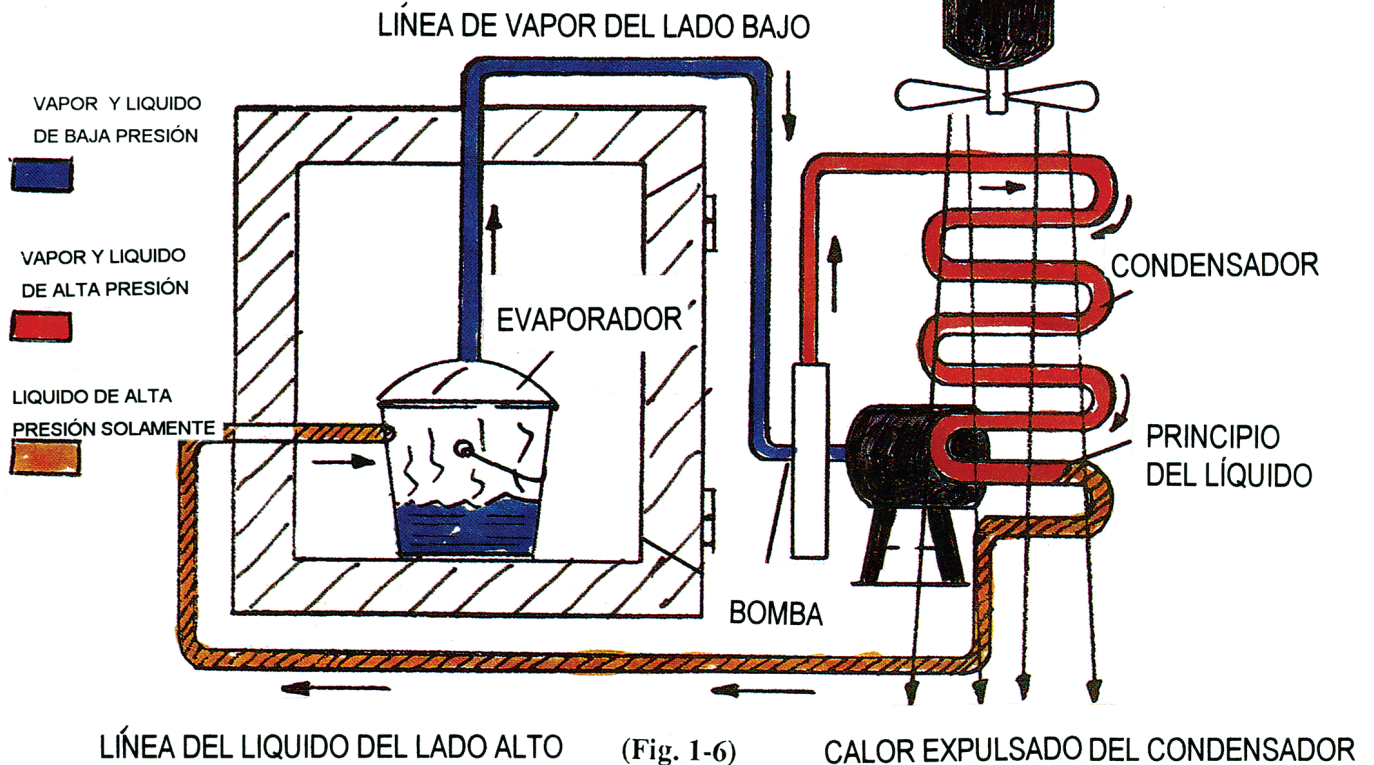
portar el humo o el vapor hasta la bomba, luego hacerlo pasar por el serpentín del condensador y luego hacerlo volver al balde del interior de la caja.

La Fig. 1-5 muestra una versión mejorada de nuestra refrigeradora original.

Si hemos llegado hasta este punto ¿Por qué no mejorarla más? Añadiremos una bomba eléctrica y un ventilador de condensador para impulsar el calor a través del serpentín del condensador. (Fig. 1-6)



(Fig. 1-5)



(Fig. 1-6)

Esta refrigeradora rudimentaria funciona y podría conservar alimentos en su interior. Pero aun podemos mejorar más nuestro evaporador (el balde) y el tipo de refrigerante que estamos usando (gasolina). La gasolina es peligrosa.

Comenzando con el refrigerante (gasolina), deberíamos saber algo sobre las características o las peculiaridades de los líquidos que son apropiados para ser refrigerantes. Antes de todo, debemos tener en mente que todos los líquidos capaces de evaporarse y condensarse son en el sentido exacto de la palabra capaces de tomar o dar calor y, por lo tanto, son refrigerantes. El agua es un refrigerante, pero su límite de ebullición o evaporación es muy alto. Para entender mejor los refrigerantes, deberíamos comprender que cuando un líquido se está evaporando; simplemente está hirviendo lentamente. Cuando está hirviendo, simplemente se está evaporando a alta velocidad. He aquí un punto importante: la velocidad a la cual un líquido se evapora determina la cantidad de calor que se absorberá y la velocidad a la cual el mismo será tomado y eliminado en el vapor.

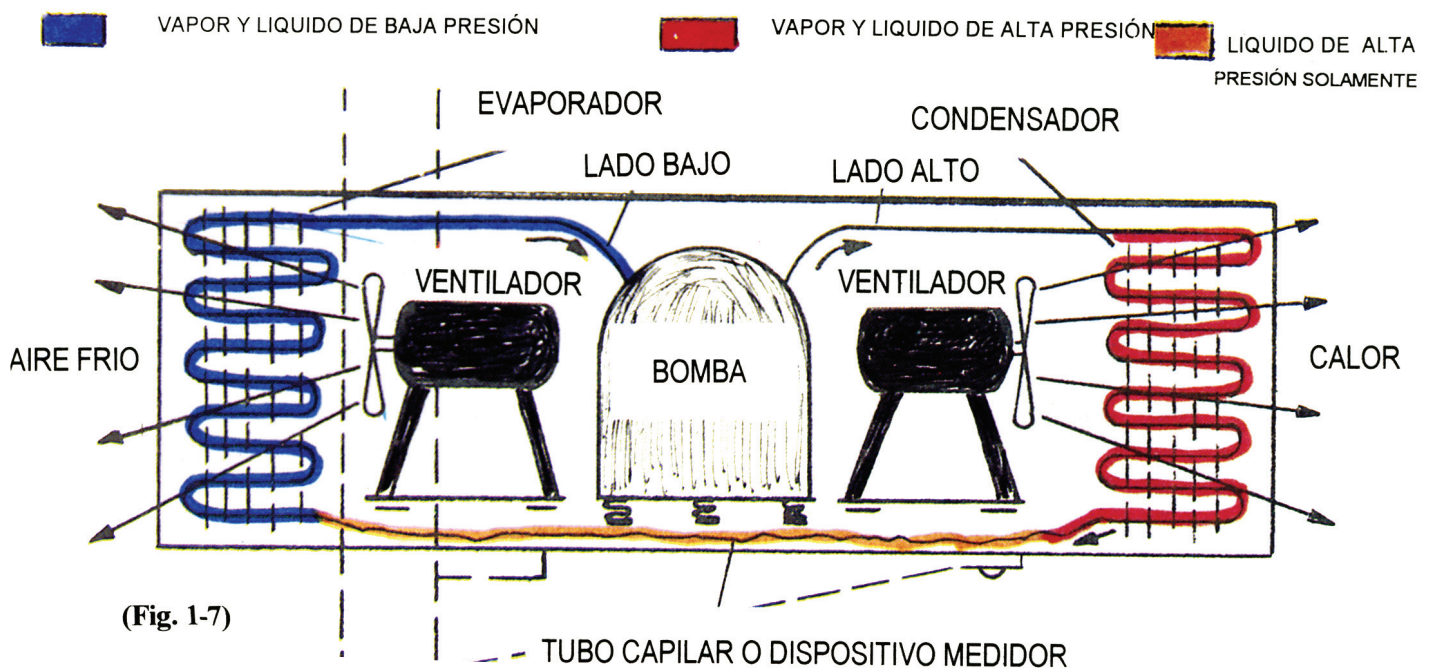
Algunos líquidos, como por ejemplo el agua, se evaporan muy lentamente a menos que estén calentados hasta los 212°F. A esa temperatura el agua se evapora o hierve muy rápido, pero no tiene ningún valor refrigerante. La gasolina se evapora con mayor facilidad. Gasolina de alto octano y otros gases hierven muy fácilmente y hasta pueden congelar cualquier cosa que se ponga en contacto con ellos cuando están hirviendo rápidamente. El tetracloruro de carbono es un refrigerante bueno. El propano y el bu-

tano son excelentes refrigerantes. Pero estos son altamente inflamables y explosivos. Entonces el refrigerante ideal sería un líquido que podría evaporarse muy rápido o que podría hervir a una temperatura muy baja sin ser peligroso. Los refrigerantes de hoy día reúnen esos requisitos. Hierven fácilmente (cambian a vapor) y no son tóxicos ni inflamables. Para mejorar el evaporador vamos a usar un tubo y dejaremos que el líquido hierva dentro del mismo en lugar del balde. Pondremos aletas en el tubo para así aumentar la superficie de transferencia del calor.

Ahora volvamos a nuestra refrigeradora y vamos a modernizarla mejorando el evaporador, el condensador y el refrigerante. Supongamos que encontramos un líquido que hierve tan fácilmente que cuando lo hace está bajo la temperatura de congelación. El Freón hace esto. Ahora, Ud. puede ver nuestro moderno acondicionador de aire usando Freón como refrigerante. Una unidad de ventana, por ejemplo: (Fig. 1-7)

En este dibujo rudimentario Ud. puede ver la máquina básica de refrigeración utilizando los principios de los cuales hemos estado hablando. Primero, tenemos el evaporador donde el líquido cambia a vapor y al hacerlo toma el calor del tubo de cobre y las aletas que están bien frías. Estos tubos y aletas luego toman el calor del aire que circula a su alrededor.

Yendo paso a paso a lo largo del extremo de enfriamiento o de evaporación en la refrigeración en una unidad de ventana, primero descubrimos que el tubo cede su calor al vapor (Ley No. III). El calor de las aletas pasa por el tubo hacia el vapor. El calor en



CAPÍTULO CATORCE

1. Para hacer hielo se necesitan tres cosas, y ellas son
 - A. agua, aire y una temperatura fría
 - B. agua, refrigeración y una cámara para congelar el agua
 - C. agua, una bomba y un estante de almacenamiento
2. El agua para producir hielo debe ser
 - A. agua de pozo
 - B. agua de la ciudad
 - C. agua libre de impurezas
3. El hielo se forma al bombear agua a través
 - A. del evaporador
 - B. del condensador
 - C. de la unidad de condensación
4. El hielo generalmente se produce de dos formas
 - A. del tipo célula y del tipo tubo
 - B. del tipo placa y del tipo molde
 - C. del tipo en cubos o del tipo escamas de hielo
5. Los refrigerantes más comúnmente usados son
 - A. F-12 - F-22 - F-502
 - B. F-500 - F-12 - F-22
 - C. F-502 - F-22 - F-11
6. La válvula de expansión termostática alimenta la cantidad apropiada de refrigerante cuando
 - A. el evaporador se ha enfriado
 - B. el supercalor ha sido fijado correctamente
 - C. el evaporador forma un bloque completo de hielo
7. Cuando el hielo se forma en la placa de la máquina congeladora de los cubos, el hielo es eliminado
 - A. descongelándolo con gas caliente
 - B. por medio de una válvula de inversión
 - C. apagando la unidad
8. Un secador restringido
 - A. tiene demasiada presión
 - B. no tiene suficiente presión
 - C. tiene una caída de la presión a través del mismo
9. Si un sistema está sobrecargado
 - A. la mayor parte del condensador se sentirá frío
 - B. el condensador estará muy caliente
 - C. todo el condensador se sentirá caliente
10. Los compresores en las máquinas de hielo son
 - A. los mismos que en los otros equipos de refrigeración
 - B. diferentes
 - C. más pequeños que la mayoría de los compresores

11. Un evaporador parcialmente congelado en una máquina de hielo generalmente significa
 - A. que el sistema está bajo de carga
 - B. el secador está restringido
 - C. el dispositivo medidor está restringido

12. Cuando la línea de succión se congela hasta el compresor, esto significa
 - A. que la presión de carga es demasiado alta
 - B. que el sistema está sobrecargado
 - C. que hay una restricción en el secador

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO DE PRUEBA

- CAPÍTULO UNO: 1-C, 2-B, 3-A, 4-C, 5-B, 6-C, 7-B, 8-B, 9-A, 10-C, 11-A, 12-C, 13-A, 14-C, 15-B, 16-C, 17-A, 18-C
- CAPÍTULO DOS: 1-C, 2-A, 3-C, 4-A, 5-C, 6-B, 7-A, 8-B, 9-A, 10-C, 11-A, 12-B, 13-A, 14-B, 15-C, 16-A, 17-A
- CAPÍTULO TRES: 1-B, 2-A, 3-B, 4-B, 5-C, 6-A, 7-A, 8-B, 9-FRÍO, CALIENTE, CALUROSO, 10-FRÍO, CALIENTE, 11-BAJO EN REFRIGERANTE, 12-SUCCION, ESCARCHA, COMPRESOR, 13-B, 14-B, 15-A, 16-C, 17-C, 18-SUBE, BAJA, 19-C, 20-B
- CAPÍTULO CUATRO: 1-C, 2-A, 3-B, 4-C, 5-C, 6-C, 7-B, 8-A, 9-C, 10-C, 11-B, 12-B, 13-C, 14-B, 15-C, 16-A, 17-C, 18-B
- CAPÍTULO CINCO: 1-C, 2-B, 3-C, 4-A, 5-C, 6-B, 7-C, 8-B, 9-C, 10-A, 11-C, 12-C, 13-B
- CAPÍTULO SEIS: 1-C, 2-B, 3-C, 4-B, 5-A, 6-C, 7-C, 8-C, 9-B, 10-B
- CAPÍTULO SIETE: 1-C, 2-B, 3-C, 4-A, 5-C, 6-A, 7-B, 8-C, 9-C, 10-B, 11-A, 12-B, 13-C
- CAPÍTULO OCHO: 1-A, 2-C, 3-C, 4-C, 5-C, 6-A, 7-C, 8-C, 9-C, 10-C, 11-B, 12-C, 13-C
- CAPÍTULO NUEVE: 1-C, 2-B, 3-B, 4-A, 5-A, 6-A, 7-C, 8-B, 9-A, 10-A, 11-C, 12-B, 13-A, 14-B
- CAPÍTULO DIEZ: 1-C, 2-B, 3-A, 4-C, 5-B, 6-A, 7-A, 8-A, 9-B, 10-C, 11-C, 12-A, 13-C
- CAPÍTULO ONCE: 1-C, 2-A, 3-B, 4-C, 5-C, 6-C, 7-C, 8-C, 9-C, 10-B, 11-A, 12-B, 13-A, 14-C
- CAPÍTULO DOCE: 1-C, 2-C, 3-B, 4-A, 5-C, 6-C, 7-A, 8-C, 9-B, 10-A, 11-B, 12-B, 13-C, 14-C, 15-A, 16-C, 17-B, 18-C, 19-B, 20-C, 21-B, 22-A, 23-C, 24-A, 25-C, 26-B, 27-A, 28-C, 29-C, 30-A, 31-A, 32-C, 33-A, 34-C, 35-A, 36-A, 37-B
- CAPÍTULO TRECE: 1-A, 2-C, 3-C, 4-A, 5-A, 6-A, 7-A, 8-A, 9-C, 10-A, 11-C, 12-B, 13-A
- CAPÍTULO CATORCE: 1-B, 2-C, 3-A, 4-C, 5-A, 6-B, 7-A, 8-C, 9-A, 10-A, 11-A, 12-B