

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCEDIMIENTOS PARA REVISIONES DE SISTEMAS DE
REFRIGERACIÓN EN CAMIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FERNANDO ESTUARDO MOLINA SOLARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR:	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR:	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROCEDIMIENTO PARA REVISIONES DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN CAMIONES,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 24 de Julio de 2006.

Fernando Estuardo Molina Solares



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROCEDIMIENTOS PARA REVISIONES DE SISTEMAS DE
REFRIGERACIÓN EN CAMIONES**

Fernando Estuardo Molina Solares

Asesorado por el Ing. José Antonio Prera Flores

Guatemala, noviembre de 2006

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. REFRIGERACIÓN BÁSICA.....	1
1.1. Conceptos generales de refrigeración básica.....	1
1.2. Conducción.....	2
1.3. Convección.....	3
1.4. Radiación.....	4
1.5. Circuito abierto.....	6
1.6. Circuito cerrado.....	6
1.7. Válvula de servicio.....	14
1.8. Manómetro.....	14
1.8.1. Manómetro de deformación.....	15
1.8.2. Manómetro de columna líquida.....	15
1.8.3. Manómetro de émbolo.....	16
1.9. Válvulas de servicio de succión y descarga.....	16
2. PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN ELÉCTRICA GENERAL DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN.....	21

2.1. Recomendaciones para diagnosticar fallas del sistema eléctrico.....	21
2.2. Procedimiento para prueba de diodos.....	23
2.2.1. Aislamiento de circuitos.....	23
2.2.1.1. Supresión de arcos.....	23
2.3. Procedimiento para prueba de relé.....	24
2.4. Procedimiento de prueba de resistencia de los sensores del microprocesador.....	25
2.5. Procedimiento de prueba de resistencia de los sensores de estado sólido.....	26
2.6. Revisión del interruptor de aire de descongelamiento.....	27
2.7. Revisión del descargador eléctrico.....	28
3. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	31
3.1. Procedimiento para la instalación de juego de manómetros.....	31
3.1.1. Como instalar el juego de manómetros.....	31
3.1.1.1. Instalar juego de medidores múltiples sin mangueras de auto sellado.....	31
3.1.1.2. Instalar juego de medidores múltiples con mangueras de auto sellado.....	32
3.1.1.3. Cómo retirar el juego de manómetros con múltiple.....	33
3.2. Procedimiento de bombeo en el lado de baja.....	34
3.3. Prueba de presión del compresor.....	36
3.4. Como ajustar la válvula de presión CPR.....	37
3.5. Revisar el nivel de aceite de los compresores.....	38
3.6. Agregar aceite al compresor.....	39

3.6.1. Cómo sacar el aceite del compresor.....	41
3.7. Procedimiento para la prueba de supercalor.....	42
3.8. Procedimiento de prueba del nivel de carga de refrigerante.....	43
3.9. Procedimiento de carga de refrigerante.....	43
3.9.1. Cargar completamente un sistema de refrigerante.....	43
3.9.2. Cargar parcialmente un sistema de refrigeración.....	44
3.9.2.1. Retirar el exceso de carga.....	44
3.10.2.2. Procedimiento de recuperación de refrigerante.....	45
3.10.2.3. Procedimiento de calidad extrayendo el máximo refrigerante.....	46
4. PROCEDIMIENTO DE DESHIDRATACIÓN Y EVACUACIÓN DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	47
4.1. Procedimiento de evacuación # 1 (Evacuación triple).....	50
4.2. Procedimiento de evacuación # 2.....	52
4.3. Operación de la unidad en modo de enfriamiento.....	53
4.4. Operación de la unidad modo calor.....	60
4.5. Fallas y causas más comunes en el sistema de refrigeración para camión	61
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Flujo de energía o calor	2
2	Válvula de expansión térmica	10
3	Válvula de expansión térmica (TXV)	13
4	Medición de circuitos	22
5	Procedimiento de medición de diodos	24
6	Prueba de continuidad en relé	25
7	Esquema de calibración de aire de descongelamiento	28
8	Motor y compresor serie 05G	39
9	Niveles de aceite para series 05G y 05K	40
10	Medidor de micrones	49
11	Evacuación del sistema de refrigeración con un medidor de micrones	49
12	Flujo de vapor a alta presión y alta temperatura	55
13	Válvula King	56
14	Sobrecalentamiento constante del refrigerante en la salida del evaporador	57
15	El recibidor mantiene el exceso de refrigerante	58
16	Válvula TXV con conexión a evaporador	59
17	Serpentín evaporador	59
18	Retorno de refrigerante al compresor	60
19	Diagrama de presión-entalpía o diagrama de molliere	73

20	Recuperación de refrigerante	75
21	Sistema de recuperación en camión	77

TABLAS

I	Presión-Temperatura	9
II	Valores de calibración del interruptor de aire de descongelamiento	28
III	Estado de las bobinas, según el modo de operación	54
IV	Fallas y causas más comunes en válvulas principales	61
V	Fallas y causas en los componentes del sistema de refrigeración	63

LISTA DE SÍMBOLOS

BTU:	Unidad Térmica Británica.
CDT:	Temperatura de descarga del compresor.
CPR:	Válvula de presión.
HP1:	Swich de control de presión.
HP2:	Swich de control de presión.
MGS:	Juego de manómetros del múltiple.
MOP:	Presión máxima de operación.
MP:	Enchufe controlador del microprocesador.
NA:	Normalmente abierto.
NC:	Normalmente cerrado.
RAS:	Sensor de retorno de aire.
SV1:	Válvula solenoide de control de presión del condensador.
SV2:	Válvula solenoide de control de presión del condensador.
SV3:	Válvula solenoide de control de presión del condensador.
SV4:	Válvula solenoide de control de presión del condensador.
TXV:	Válvula de expansión térmica.
VDC:	Voltaje en corriente directa.
WTS:	Sensor de temperatura del agua.

GLOSARIO

Btu	Unidades de energía necesaria para elevar en grado Fahrenheit una libra de agua y se le conoce como calor específico.
Densidad	Peso por unidad de volumen y sus dimensionales son kilogramo por metro cúbico.
Calor	Es la consecuencia de los movimientos incesantes de las moléculas, las cuales, en el seno de la materia, se entrec chocan constantemente.
Calor específico	El calor específico de una sustancia es su capacidad relativa de absorber calor, y se define como la cantidad de calor necesario par elevar la temperatura de un kilogramo de cualquier sustancia un grado centígrado.

Calor latente	El calor latente se define como el calor necesario par cambiar el estado físico de una sustancia.
Calor sensible	Calor que provoca cambio de temperatura en una sustancia.
Compresor	Bomba de desplazamiento positivo, resulta apropiada para volúmenes de de desplazamiento reducido, utilizada para presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.
Condensador	Equipo en donde el calor absorbido por el refrigerante durante el proceso de evaporación es cedido al medio de condensación.
Conducción	Transferencia de calor de una molécula a través de una sustancia.
Conducción	Calor que se transfiere a través de una sustancia, sin que exista ningún movimiento de la misma.

Conductividad	Capacidad de una material para transmitir calor. Significado contrario a la resistencia.
Convección	Transferencia de calor por el movimiento de moléculas de un lugar a otro.
Entalpía	Es una forma de energía almacenada en un cuerpo.
Entropía	Propiedad física de las sustancias relacionada con la utilización y la conservación de la energía. Relación entre el calor agregado a una sustancia y la temperatura a la cual se agrega.
Evaporador	Es la parte del lado de baja presión del sistema de refrigeración en la que le refrigerante líquido hierve o se evapora, absorbiendo el calor a medida que se convierte en vapor.
Falla	Cese de la capacidad de una entidad para realizar su función específica.

Freón	Refrigerante que pertenece a la familia de los hidrocarburos fluorados, utilizado en su mayoría en aire acondicionado.
Gas Flash	Transición del estado líquido al estado gaseoso.
Manómetro	Instrumento para medir la presión de líquidos o gases contenidos en un recinto cerrado.
Mantenimiento circunstancial	Es la mezcla del mantenimiento preventivo y correctivo debido a la forma de mantenimiento este es planificado, es decir la forma en que se puede atacar la falla que ya esta estudiada, pero la característica aleatoria de los procesos impiden que las tareas planificadas tengan un punto fijo de inicio y es por ello que su punto de aplicación depende del lugar de aparición de fallas.
Mantenimiento correctivo	Su objetivo es corregir fallas que se presentan para poner en funcionamiento los sistemas productivos. La atención a la falla es inmediata.

Mantenimiento preventivo	Es el realizado por períodos de tiempo continuos, por el equipo de mantenimiento de la organización, y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los sistemas productivos realizando tareas programadas en el tiempo para evitar su desgaste.
Mantenimiento detectivo	Este guarda relación con el tipo de mantenimiento preventivo, ya que es realizado por periodos de tiempo continuos por el equipo de mantenimiento de la organización, y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los sistemas productivos realizando tareas programadas en el tiempo para evitar su desgaste.
MGS	Juego de manómetros múltiple (MGS, siglas en inglés).
Quench	Válvula de expansión térmica que monitorea la temperatura de descarga.
Radiación	Es el traslado de calor de una fuente a una sustancia pasando a través de un medio que no se caliente.

Refrigeración	Conjunto de técnicas utilizadas para eliminar calor a una sustancia o bajar la temperatura con respecto al ambiente. Sus valores comprenden entre +2°C a -18°C.
Refrigerante	Sustancia la cual tiene la capacidad de absorber y ceder calor con gran facilidad.
Supercalor	Temperatura de gas de retorno de 65 °F utilizada para aplicaciones de temperaturas bajas y medias. El gas de succión no pasa a través del motor sino que entra directamente a los rotores del compresor en un sistema de refrigeración.
Temperatura	Medida del movimiento aleatorio de las moléculas. Estado térmico de un cuerpo considerado con referencia a su capacidad de transmitir calor a otro cuerpo.
Temperatura de bulbo húmedo	Temperatura a la cual el agua (o el hielo), por evaporación de una mezcla de aire-vapor, hace que la mezcla alcance la saturación a la misma temperatura en un proceso de flujo.

Temperatura de bulbo seco	Es la temperatura de la atmósfera, también llamada temperatura ordinaria, se refiere a la temperatura de una mezcla gas-vapor que se lee en un termómetro seco de mercurio.
Termodinámica	Rama de la ciencia que comprende el estudio de las transformaciones de energía y las relaciones entre las diferentes propiedades físicas de las sustancias que sufren esas transformaciones.
Válvula King	Esta válvula tiene como función principal completar o quitar carga de refrigerante en un equipo de refrigeración.
Volumen específico	Número de metros cúbicos por un kilogramo de sustancia. Volumen por unidad de masa de una sustancia o bien el recíproco de la densidad.

RESUMEN

Hoy en día no solo se conservan alimentos en los hogares mediante la refrigeración mecánica, sino también una de las aplicaciones de mayor importancia de la refrigeración es la conservación comercial de alimentos. La mayor parte de los alimentos utilizados se producen, empaquetan, embarcan, almacenan y conservan mediante refrigeración. De no existir los diversos tipos de refrigeración en tiendas, almacenes, barcos, aeronaves, camiones, etc. Sería imposible su conservación.

La economía ha mejorado en muchas regiones por ser un medio para conservar sus productos en camino hacia los consumidores remotos. Ha contribuido de manera significativa al desarrollo de regiones agrícolas y ganaderas a través de una mayor demanda de sus productos, además de los alimentos muchas otras industrias se han beneficiado con la refrigeración.

La producción de energía también depende de procesos de refrigeración. El gas natural que se extrae de fuentes extranjeras debe ser refrigerado a -270°C para convertirlo en líquido que a continuación es cargado en un equipo refrigerado para su transporte. El líquido debe conservarse refrigerado a -270°C hasta que está listo para convertirlo en gas. La refrigeración y el aire acondicionado también se espera generaran muchas oportunidades de lograr nuevos productos y el personal calificado para aplicaciones, instalaciones y servicio.

Después de la Segunda Guerra Mundial ocurrió un rápido incremento de nuevos productos. La industria petroquímica (plástico), textiles y de procesamiento de datos se convirtieron en importantes usuarios de sistemas de refrigeración y de aire acondicionado para procesos. Sin refrigeración, gran parte de estos productos y sus aplicaciones no se habrían desarrollado tal como se conocen hoy en día.

Como resultado de los mercados en expansión para la refrigeración y el aire acondicionado y debido a los continuos cambios en la tecnología, existe una gran necesidad de personal calificado tanto localmente como en el extranjero. Los puestos de trabajo que de manera inexcusable se deben cubrir y corresponden a personal mecánicamente capacitado.

De ahí la importancia de obtener los procedimientos adecuados para tener una buena práctica y ser eficientes tanto nosotros como nuestros equipos.

OBJETIVOS

General

- Dar a conocer los procedimientos más eficientes para revisión de sistema de refrigeración en camiones para transporte de alimentos.

Específicos

1. Dar a conocer las bases del funcionamiento de los sistemas de refrigeración en camiones para transporte de alimentos.
2. Dar a conocer la forma de evaluar el sistema eléctrico, con procedimientos adecuados basados en pruebas.
3. Proporcionar la información necesaria para poder realizar una revisión general del sistema de refrigeración.
4. Proporcionar los procedimientos de deshidratación y evacuación de refrigerante en el sistema de refrigeración.

INTRODUCCIÓN

Parte de lo que se desarrolla en este trabajo es la definición de mantenimiento que fundamenta en asegurar que toda maquinaria activa continúe desempeñando las funciones deseadas. Y esto solo se logra con la mantenibilidad, que consiste en la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas. Gracias a ellos es posible determinar el buen o mal funcionamiento de las máquinas.

Hay varios tipos de mantenimiento, entre los cuales se puede determinar el mantenimiento preventivo, correctivo y detectivo, este último también llamado de búsqueda de fallas que radica en la inspección de las funciones que no logramos observar. De esta parte nos enfocamos en sistemas de refrigeración para camiones, pues es importante poder abordar con procedimientos adecuados de inspección. Estos están basados en medios de revisión, verificaron, pruebas y ajustes.

Para poder dar un buen diagnóstico en los sistemas de refrigeración es necesario examinar su ciclo termodinámico, este esta representado por una serie de cambios físicos que experimenta el refrigerante en el sistema. En cada componente del equipo cambian algunas propiedades físicas del refrigerante, esto es que cambian las condiciones, estos cambios se conocen con el nombre de procesos debido a que el refrigerante circula en un circuito cerrado, a la serie de cambios se les llama ciclo.

1. REFRIGERACIÓN BÁSICA

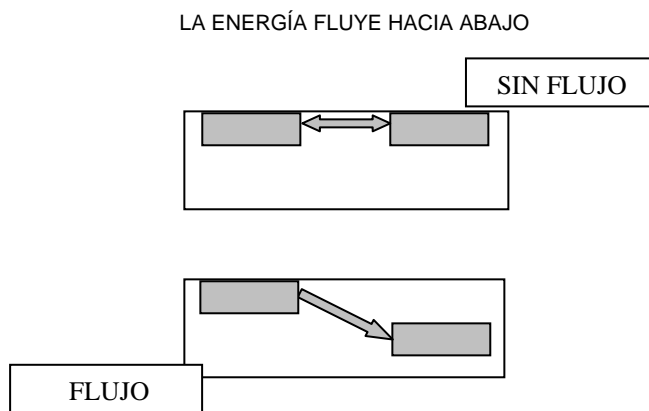
1.1. Conceptos generales de refrigeración básica

El proceso de refrigeración consiste en la remoción de calor de un cuerpo, de un lugar a otro, el calor es una forma de energía, no es un sólido, líquido o gas y no es posible medirlo o pesarlo, tampoco tiene volumen. Una definición apropiada puede ser la energía que se transfiere de un cuerpo a otro, debido a un gradiente de temperatura. La unidad para medir el calor es el BTU (Unidad Térmica Británica). Un BTU es un equivalente a la energía necesaria para elevar en grado Fahrenheit una libra de agua y se le conoce como calor específico.

“Algunos de los equipos de refrigeración miden su capacidad de refrigeración en BTU por hora. Otro concepto utilizado es la tonelada de refrigeración, cuyo equivalente es de 12,000 BTU por hora, el calor fluye de un alto nivel de energía a un bajo nivel de energía. El calor no fluirá sin una diferencia de temperatura. Al tener una diferencia de temperatura grande, la energía fluirá más rápido. Una forma muy sencilla para ayudar a comprender el flujo de energía es pensar en dos tanques de agua. Si los dos tanques conectan con un tubo, las superficies están a un mismo nivel, no existirá flujo en ninguno de los sentidos, si los dos cuerpos están en niveles diferentes, el agua fluirá desde el nivel alto hacia el nivel bajo. El flujo de calor se comporta de la misma manera, la transferencia de calor es el movimiento o flujo térmico, este puede darse entre sustancias o dentro de una resistencia.

La energía térmica puede ser controlada en un espacio con cielo, paredes piso y carga. Este espacio controlado puede ser un camión, un remolque, un contenedor o un bus. La carga puede ser cualquier cosa transportada, incluyendo personas. La energía térmica es removida desde un espacio con temperatura controlada de calor, existen tres diferentes manera de transferencia de calor conducción, convección y radiación.

Figura 1. Flujo de energía o calor



Fuente: Manual Self – Paced Carrier® Pág. 5

La figura 1 muestra que la energía fluye hacia abajo.

1.2. Conducción

Es la transferencia de calor de una molécula a molécula a través de una sustancia. Todas las sustancias están hechas de átomos. Los átomos están agrupados en moléculas. La disposición de estas moléculas determina las características de las sustancias.

1.3. Convección

Esta forma de transferencia de calor se caracteriza porque se produce a través del desplazamiento de materia entre regiones con diferentes temperaturas, esto se da únicamente en materiales fluidos. Al calentarse disminuyen su densidad y ascienden al ser desplazados por las porciones a menor temperatura que, a su vez, descienden y se calientan repitiendo el ciclo. El resultado es el transporte de calor por medio de las parcelas de fluido ascendente y descendente.

1.4. Radiación

Es el traslado de calor de una fuente a una sustancia pasando a través de un medio que no se calienta (aire). Un ejemplo de transferencia de calor por radiación sería el paso de luz solar a través de la atmósfera para calentar la superficie de la tierra. La temperatura puede medirse en dos escalas comunes Fahrenheit y Centígrados o Celsius.

Cada sustancia tiene su propio calor específico. El calor específico de una sustancia es definido como la cantidad de calor, medido en BTU's requerido para elevar una libra de una sustancia a un grado Fahrenheit. El agua tiene un calor específico de 1.00. Un BTU elevará la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit. Existen dos clases de energía térmica, calor sensible y calor latente, mientras toda la energía de calor es la misma, los dos tipos son nombrados por el efecto que podrían tener una sustancia.

La adición o remoción de calor sensible se mide con un termómetro, esto causa un incremento en el movimiento molecular. La adición o remoción de calor latente no puede ser medido con un termómetro.

El calor latente causa un cambio en el estado de una sustancia. Por ejemplo el agua con el cambio de estado de líquido a vapor, en la industria de la refrigeración se usan dos escalas de presión, estas escalas son: manométrica y absoluto.

- La escala manométrica es la escala que es usada por los manómetros de refrigeración, la escala manométrica lee 0 (cero) libras por pulgada cuadrada (Psi) a presión atmosférica.
- La escala absoluta lee 14.7 psi. a presión atmosférica. Para presiones menores que presiones atmosféricas (vacío) ambas escalas son leídas en pulgadas de mercurio.

El manómetro usado del lado de baja presión en los sistemas de refrigeración es llamado manómetro compuesto. Las escalas de graduación del manómetro de baja leerán presión positiva y presión de vacío. Para lecturas de vacío las escalas comienza en cero pulgadas de mercurio (0Hg) e indican vacío mas profundos incrementando pulgadas de mercurio. Un vacío perfecto es indicado por 29.92 Hg., debido a la graduación inexacta y al tamaño de la escala esta es redondeada o completada a 30Hg.

La temperatura a la cual una sustancia hierve variará con la presión a la cual es expuesta. El agua hervirá a 212°F (100°C) al nivel del mar, pero la temperatura de evaporación desciende a mayores altitudes. Por ejemplo el agua hierve cerca de 200°F a 5000 ft de altura.

La presión atmosférica a 5000 ft es de 12.7 libras por pulgada cuadrada absoluto (psi.). Como la presión aumenta la temperatura a punto de ebullición aumentará, si la presión disminuye, la temperatura disminuirá. La presión y la temperatura son directamente proporcionales.

Las presiones y temperaturas varían en función de un sistema de refrigeración. Por esta razón existen las tablas presión-temperatura, mediante estas tablas es posible determinar la temperatura a punto de ebullición, para un refrigerante si la presión es conocida.

Usando la tabla presión-temperatura (Tabla I) puede verse que si la presión en un sistema con refrigeración R-22 fue 143.60 psi., la temperatura a punto de ebullición del refrigerante sería de 80°F.

La temperatura a punto de ebullición puede ser la mezcla de líquido y vapor. Este estado es llamado mezcla saturada. Pero si la temperatura fue de 35°F la presión era 68.5 psi. esto significa que el refrigerante fue de 5°F menor que la temperatura a punto de ebullición y sería un líquido sub-enfriado por 5°F y sería de 100% líquido sin vapor.

Otro ejemplo, si la lectura de temperatura es de 45°F, esto significa que el refrigerante fue 5°F por encima de la temperatura de ebullición. El estado del refrigerante será vapor sobrecalentado y será 100% vapor y no líquido.

En los sistemas de refrigeración gran parte de la superficie del área del condensador se usa para condensar el refrigerante. Cuando el refrigerante está condensado, éste cambia a una mezcla saturada y el calor latente se remueve del sistema. Cuando el refrigerante es una mezcla saturada la temperatura del refrigerante permanece constante.”¹

1.5. Circuito abierto

En el sistema de circuito abierto el refrigerante es usado y perdido, el refrigerante debe ser repuesto después de cada ciclo. Ejemplo de sistema de refrigeración de circuito abierto son pedazos de hielo o nitrógeno líquido abierto.

1.6. Circuito cerrado

En un sistema cerrado el refrigerante es usado repetidas veces y no lo pierde el sistema. Un ejemplo de circuito cerrado de sistema de refrigeración es un sistema de transporte de refrigeración usando R-22 ó R-404A. El sistema de circuito cerrado es usado debido a su eficiencia y economía, todo sistema de refrigeración de circuito cerrado tiene cuatro componentes básicos; compresor, condensador, dispositivo de medición y evaporador.

¹ <http://www.mycommtty@prodigy.net.mx>, Agosto de 2006

Al compresor se le puede llamar el corazón del sistema. El compresor recibe refrigerante a baja presión y baja temperatura, vapor sobrecalentado de la salida del evaporador. Este vapor viaja debajo de la línea de succión a un costado del compresor de succión. El compresor conserva baja la presión en el evaporador para mantener baja la temperatura a punto de ebullición del refrigerante. Esto permite que el sistema logre bajas temperaturas en un espacio controlado.

El compresor comprime el refrigerante evaporado, cuando cualquier vapor o gas es comprimido, esto produce calentamiento. Esta es una ley física llamada “el calor de compresión”. El calor de compresión suma cerca de 30% el calor del sistema, el refrigerante a alta presión y alta temperatura sale del compresor, este vapor sobrecalentado se ingresa hacia el interior de la línea de descarga.

El compresor asegura que la temperatura del refrigerante sea más alta que la temperatura ambiente. El incremento de presión levanta la temperatura de evaporación y da por resultado condensación en el condensador, el refrigerante entra al condensador como vapor sobrecalentado con alta presión y alta temperatura. Como el aire del medio ambiente es forzado a través del condensador por el ventilador, el calor se remueve del sistema de refrigeración.

La temperatura del refrigerante debe ser tan alta como la temperatura del aire del medio ambiente para lograr transferencia de calor, en la primera parte del condensador, el vapor sobrecalentado con alta presión y alta temperatura es enfriado.

El calor sensible es removido del sistema, cuando todo el refrigerante se ha condensado a líquido, el condensador continuará removiendo calor al refrigerante líquido por debajo de la temperatura de ebullición. El condensador retira calor sensible mientras el refrigerante líquido se sub-enfría, este sub-enfriamiento es necesario para asegurar la eficiencia del sistema.

El refrigerante líquido sub-enfriado deja el condensador y pasa a través de la línea del líquido al dispositivo de medición, el compresor descarga presión de 260 psi. de la tabla de presión temperatura se puede observar como la temperatura a punto de ebullición para R-22 a una presión de 260 psi. es 120°F.

El líquido refrigerante entra por el dispositivo de medición a una temperatura de 105°F, esto es una muestra que el líquido refrigerante es 15°F menor en temperatura a punto de ebullición por lo tanto es 15°F más frío.

El dispositivo de medición es una simple restricción en la línea del líquido, como cualquier restricción, hay una caída de presión cuando el líquido o vapor pasan. En el dispositivo de medición y el compresor los puntos de alta y baja presión se dividen.

El condensador se encuentra en el lado de alta y el evaporador en baja, como el líquido sub-enfriado pasa a través del orificio del dispositivo de medición hay una caída de presión significativa, porque presión y temperatura a punto de ebullición son proporcionales, la temperatura también experimenta una caída. El refrigerante líquido pasa a través del orificio que tiene energía térmica, aunque está absorbido por algunos de los líquidos hierve inmediatamente a vapor.

La temperatura, la presión del líquido refrigerante y la mezcla de vapor se estabiliza en lado de baja presión y baja temperatura, este vapor que se forma es el “gas flash” y consume entre un 10% a un 20% del líquido.

Tabla I. Presión-Temperatura

		AMONIACO		FREON-12		FREON-22		FREON-502	
°C	°F	kg/cm ²	lb/in ²	kg/cm ²	lb/in ²	kg/cm ²	lb/in ²	kg/cm ²	lb/in ²
-50	-58.0	Hg. 45.36	Hg. 17.86	Hg. 46.61	Hg. 18.35	Hg. 27.49	Hg. 10.82	Hg. 14.45	Hg. 5.67
-45	-49.0	55.78	13.30	38.15	15.02	12.20	4.80	0.03	0.41
-40	-40.0	22.21	8.74	27.85	11.76	0.04	0.60	0.30	4.27
-38	-36.4	15.92	6.27	23.16	9.12	0.15	2.10	0.42	6.00
-36	-32.8	9.64	3.79	18.12	7.13	0.26	3.70	0.55	7.86
-34	-29.2	2.51	0.99	12.72	5.00	0.38	5.40	0.69	9.84
-32	-25.6	0.07	1.01	6.93	2.72	0.51	7.22	0.84	11.94
-30	-22.0	0.19	2.63	2.70	0.27	0.65	9.17	1.00	14.21
-28	-18.4	0.31	4.38	0.08	0.12	0.79	11.25	1.17	16.59
-26	-14.8	0.44	5.27	0.18	2.52	0.94	13.42	1.35	19.13
-24	-11.2	0.59	8.29	0.28	3.98	1.11	15.73	1.53	21.81
-22	-7.6	0.74	10.52	0.39	5.53	1.29	18.29	1.74	24.67
-20	-4.0	0.91	12.88	0.51	7.19	1.48	20.99	1.95	27.67
-18	0.4	1.08	15.40	0.63	8.94	1.67	23.69	2.17	30.86
-16	3.2	1.28	18.13	0.76	10.81	1.89	26.82	2.41	34.23
-14	6.8	1.48	21.05	0.90	12.77	2.11	29.95	2.66	37.77
-12	10.4	1.70	24.15	1.05	14.86	2.34	33.22	2.96	42.08
-10	14.0	1.93	27.47	1.20	17.07	2.59	36.77	3.19	45.42
-8	17.6	2.18	31.03	1.36	19.40	2.86	40.61	3.49	49.57
-6	21.2	2.45	34.80	1.54	21.86	3.14	44.59	3.79	53.89
-4	24.8	2.73	38.78	1.72	24.45	3.43	48.72	4.11	58.44
-2	28.4	3.03	43.03	1.91	27.16	3.74	53.13	4.45	63.22
0	32.0	3.35	47.57	2.11	30.34	4.07	57.82	4.80	68.23
2	35.6	3.68	52.33	2.32	33.03	4.41	62.65	5.17	73.46
4	39.2	4.04	57.43	2.55	36.21	4.79	68.06	5.55	78.94
6	42.8	4.42	62.80	2.78	39.52	5.15	73.18	5.95	84.65
8	46.4	4.82	68.47	3.02	43.00	5.54	78.71	6.38	90.65
10	50.0	5.24	74.47	3.28	46.63	5.96	84.69	6.81	96.88
12	53.6	5.68	80.78	3.55	50.46	6.39	90.81	7.27	103.35
14	57.2	6.15	87.44	3.83	54.44	6.84	97.23	7.75	110.15
16	60.8	6.64	94.46	4.12	58.60	7.31	103.89	8.24	117.17
18	64.4	7.16	101.84	4.43	62.94	7.80	110.85	8.76	124.51
20	68.0	7.71	109.59	4.74	67.47	8.32	118.25	9.30	132.19
22	71.6	8.28	117.74	5.08	72.20	8.86	125.93	9.86	140.13
24	75.2	8.88	126.29	5.42	77.13	9.42	133.90	10.44	148.40
26	78.8	9.51	135.23	5.78	82.24	10.00	142.14	11.05	157.07
28	82.4	10.17	144.62	6.16	87.59	10.60	150.66	11.67	165.89
30	86.0	10.86	154.44	6.55	93.10	11.23	159.63	12.31	174.99

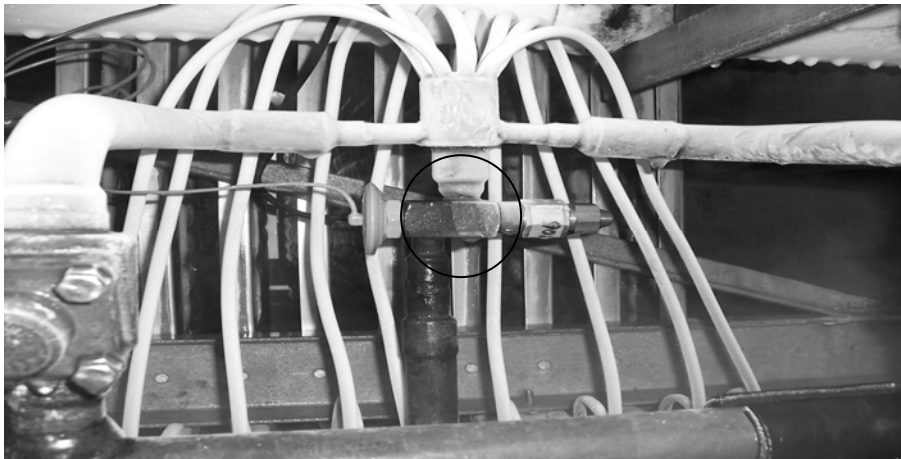
Fuente: Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado. 3ra. Ed. Tomo 1. Prince Hall, México, 1999. Pág.323.

La tabla I. Muestra las presiones y temperaturas para Freón 22.

El menor gas flash formado resulta en mayor líquido entrando al evaporador, esto implica más eficiencia y más capacidad del refrigerante. Menos gas flash se produce si hay más sub-enfriamiento en el condensador. Con más sub-enfriamiento habrá menor energía de calor en el líquido refrigerante entrando al dispositivo de medición, esto resultará en menor gas flash y más líquido.

En algunos equipos el dispositivo de medición es una válvula de expansión térmica llamada (TXV), esta consiste en tres componentes principales: asiento básico, cabeza, bulbo sensor y cuerpo de la válvula.

Figura 2. Válvula de Expansión Térmica



Fuente: Equipo de refrigeración marca Sentry II Max

La figura 2 esta señalado el cuerpo de una válvula de expansión térmica de un equipo Sentry II Max.

El asiento básico consiste en el resorte de supercalor y el cuerpo de la válvula, el resorte de supercalor actúa para mantener el vástago y orificio de la válvula cerrado, la cabeza sostiene el diafragma que actúa en el vástago de la válvula para abrir la válvula, el diafragma es empujado hacia abajo para abrir la válvula si la presión del bulbo sensor es suficientemente alta. La presión del bulbo sensor se incrementa cuando la temperatura aumenta, la presión de vapor en el bulbo sensor viaja a la cima del tubo capilar del diafragma y la presión actúa para abrir la válvula.

El cuerpo de la válvula es la porción de metal que está soldada en la línea de líquido del sistema, y rara vez necesita servicio o reposición, normalmente cuando se repara una TXV solamente la cabeza o el asiento básico son cambiados.

Debido a la caída inherente a través del serpentín evaporador la TXV está construido con una presión máxima de operación (MOP). El MOP limita la presión de succión o presión de evaporador, el MOP establecido depende del refrigerante usado y del producto. El MOP es registrado por la TXV a través de la línea externa. La línea externa está ligada a la línea de succión así como esta sale del evaporador.

El MOP tiene dos objetivos principales. Como la succión aumenta la potencia necesaria para mover al compresor y comprimir el refrigerante. Si la presión de succión se limita, la potencia requerida también se limita. El MOP establecido limitará la potencia requerida por el motor diesel ó el motor eléctrico.

El ciclo de apagado, si no hubiera MOP la TXV permanecería abierta y el evaporador estaría caliente, el refrigerante líquido del lado de alta pasaría a través del TXV e inundaría el evaporador, cuando el sistema se restablece el líquido en el evaporador pudiera regresar al compresor y causarle daño.

Con un MOP, la TXV cerrará en el ciclo apagado e impide el daño del compresor, desde el TXV, una mezcla de refrigerante saturada con baja presión, baja temperatura pasa a través de la línea de líquido en el lado bajo del evaporador.

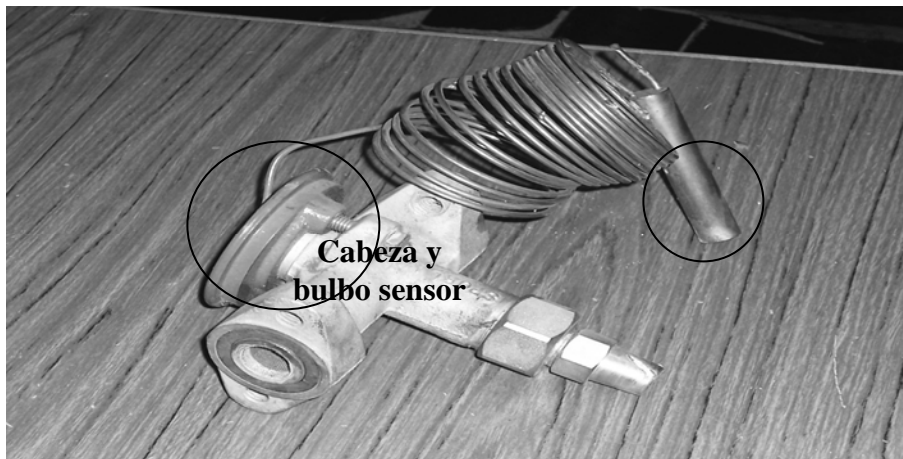
El aire en el espacio de temperatura controlado es forzado a pasar por la carga con ayuda de un abanico y a través de las aletas del serpentín del evaporador. El aire recoge el calor de la carga y lo lleva al evaporador, el calor en el aire es trasferido al refrigerante dentro del evaporador y provoca que el refrigerante ebulle, el refrigerante está absorbiendo calor latente.

Mientras el refrigerante es una mezcla y está a punto de ebullición no cambia la temperatura. Antes que el refrigerante deje el evaporador todo el líquido (mezcla saturada) es cambiando a vapor o gas. El vapor calentado sobre temperatura a punto de ebullición es vapor sobrecalentado.

La TXV tiene un bulbo sensor de temperatura en la línea de succión del evaporador, junto con la presión de la línea externa, la TXV determina el sobre-calor de vapor en la línea de succión. Si el bulbo sensor de la TXV esta caliente, la TXV abrirá más para permitir que el refrigerante entre al evaporador y baje sobre-calor, la TXV controla el flujo de refrigerante en el evaporador para mantener sobre-calor constante del vapor de succión.

La TXV no controla la temperatura de la caja. Para poder completar el circuito cerrado del ciclo de refrigeración, vapor sobrecalentado regresa al compresor a través de la línea de succión, el propósito de la refrigeración mecánica es mover calor desde un espacio con temperatura controlado, a un lugar donde no se requiera aire del medio ambiente. Esto se realiza a través del uso de un refrigerante.

Figura 3. Válvula de Expansión Térmica (TXV)



Fuente: Equipo de refrigeración marca Sentry II Max

En la figura 3 está señalada la cabeza y bulbo sensor utilizado en los equipos de refrigeración.

El refrigerante absorbe el calor del evaporador y lo lleva al condensador donde es rechazado por el sistema, para hacer esto el refrigerante debe absorber calor a punto de ebullición a una baja temperatura y baja presión.

1.7. Válvula de servicio

Para hacer un sistema de refrigeración útil, los fabricantes instalan válvulas de servicio en los equipos de refrigeración. Estas válvulas son para el servicio técnico, se conecta al sistema para revisar presiones, cargar el sistema con refrigerante, recuperar y evacuar. Para realizar un buen servicio en los equipos de refrigeración, es necesario que los técnicos entiendan por completo la operación de estas válvulas así como de todo el sistema de refrigeración al cual se le da servicio. Internamente las válvulas de servicios son semejantes a la válvula manual de líquido o válvula king. La posición normal de la válvula de servicio es con el vástago atrás. Si se gira el vástago completamente en contra del sentido de las manecillas del reloj la válvula cierra el sello trasero. El manómetro o puerto de acceso está cerrado. El sistema esta lleno y se restringe el flujo a través de la válvula, si el vástago se gira levemente la válvula se abre (en el sentido de las manecillas del reloj), el sistema permanece funcionando adecuadamente pero el puerto del manómetro está abierto también. La posición de la válvula será con el vástago a medio sitio., cuando el vástago se gira completamente en contra de las manecillas del reloj, la válvula cierra sobre el sello frontal y el flujo hacia el sistema se detiene.

1.8. Manómetro

Un manómetro múltiple de refrigeración puede usarse para controlar el funcionamiento del sistema durante procedimientos de servicio. “Los manómetros son instrumentos utilizados para medir la presión de líquidos o gases contenidos en un recinto cerrado existe una gran variedad de manómetros entre los cuales cabe citar los siguientes:

- Manómetro de deformación
- Manómetro de columna líquida

Los manómetros utilizados para medir presiones muy bajas se denominan vacuómetros.

1.8.1. Manómetro de deformación

Está basado en la que experimenta un tubo o una membrana y que se transmite a un índice móvil sobre una escala graduada; es de este tipo el de bourdon, análogo al barómetro del mismo nombre.

1.8.2. Manómetro de columna líquida

Basado en la diferencia de altura que alcanza un líquido, generalmente mercurio en las dos ramas de un tubo que suele tener la forma de U y conecta por uno de sus lados con el recinto en el que se mide la presión puede ser:

- De aire libre, si esta abierto de los dos lados
- Truncado, si esta cerrado por uno de sus lados
- De aire comprimido, es de tipo truncado, pero con la rama cerrada muy larga, que contiene cierta cantidad de aire y se emplea para medir presiones muy superiores a la atmosférica.

1.8.3. Manómetro de émbolo

Mide la fuerza ejercida sobre un émbolo de sección conocida y se usa para medir altas presiones y calibrar otros manómetros. Sirve tanto para gases como para líquidos, pero existen otros de uso exclusivo para gases, como son el piezoeléctrico, el de resistencia eléctrica, con el de descarga luminiscente, el de ionización, basados en los efectos de la presión sobre diversos fenómenos o magnitudes.”²

El manómetro conecta a ambos lados del sistema, entrada o la salida. Esto dependerá del sistema de refrigeración al cual se le da servicio. Instalados en el compresor están las válvulas de servicio de succión y descarga.

1.9. Válvulas de servicio de succión y descarga

“Las válvulas de servicio de succión y descarga del compresor cierran el paso del refrigerante hacia el compresor, accionando manualmente, con la llavaza de servicio están equipadas con una conexión para manómetro, de modo que la presión del refrigerante puede ser medida. Cuando la válvula se asiente en la parte posterior (el vástago girado hasta el tope hacia fuera), la conexión del manómetro se cierra y el paso de refrigerante hacia el compresor está abierto. Si la válvula se asienta en la parte anterior (el vástago girado hasta el tope hacia adentro) se abre la conexión del manómetro, comunicándose con el compresor y el paso de la tubería hacia el compresor se cierra.

² Navarro, Francesc. **La Enciclopedia**. 1ra. Edición Tomo XIII. Colombia. Editorial Salvat Editores, S.A. 10,400pp.

Para medir la presión de trabajo mientras el compresor está trabajando, la válvula debe estar completamente cerrada u a continuación debe darle una o dos vueltas, para abrir ligeramente la conexión del compresor con la línea de succión, quede siempre abierta. Estas válvulas vienen atornilladas al compresor, de manera que este al ser cambiado, quedan en el sistema, para ser atornilladas al nuevo compresor que se instale.

La válvula de servicio de descarga para los compresores de refrigeración permite que el gas alcance la presión deseada al momento de la descarga, mejorando considerablemente la eficiencia del compresor a elevados ratios de compresión.”³

Estas válvulas son para que los técnicos puedan controlar las presiones y funcionamiento del sistema de refrigeración durante los procedimientos de servicio, la operación normal del sistema es con válvulas de servicio con el vástagos atrás.

La posición de las válvulas en sitio medio permite controlar las presiones del sistema. Posición en asiento adelante aísla el compresor del sistema. Cuando las válvulas de servicio se encuentran sellando por delante, los manómetros están conectados al compresor y no al sistema. Un juego de manómetros múltiple (MGS, por sus siglas en inglés) es la herramienta más valiosa para el servicio técnico sin el MGS no es posible conocer la presión del sistema y como está operando el sistema de refrigeración.

³ <http://www.mycom@mayekawa.cpm.mx>, Agosto 2006

El MGS usualmente es conectado al sistema de succión y descarga de las válvulas de servicio. El MGS normalmente consta de un manómetro de baja y a un manómetro de alta y tres mancuernas. El manómetro de baja, lee presión o vacío. Para presiones de vacío la escala comienza en cero pulgadas de mercurio (0 Hg.) e indica vacío mas profundos incrementando pulgadas de mercurio. Un vacío perfecto es indicado por 29.92 en Hg.

El manómetro de alta lee solamente presión (Iniciando con 1 psi. variando su valor máximo según la capacidad del compresor), hay una manguera para conexiones de alta y baja, también hay una manguera central llamada manguera de servicio, se usa para el llevar a cabo distintas labores de servicio.

La manguera central puede conectarse a un cilindro refrigerante para cargar refrigerante, a una bomba de vacío si se evacua, a un sistema de recuperación reciclado si el refrigerante se recupera, o bien a un contenedor de aceite si se carga al sistema.

El flujo del MGS es controlado por dos válvulas de mano en cada lado múltiple las válvulas de mano en el MGS están colocadas como otras válvulas de servicio, ellas tienen posición delantera, media y trasera. En posición delantera el manómetro y la manguera están aislados de otros puertos en el MGS. En posición trasera la manguera y el manómetro están conectados al centro de la manguera por un puerto interno. La posición de la válvula de mano media y trasera funcionan igual, no hay diferencia en esas dos posiciones.

Las leyes presentes del medio ambiente requieren que el MGS use mangueras con sellos en los extremos que conectan al sistema de refrigeración, estos sellos son válvulas que impiden la fuga de refrigerante cuando las mangueras son removidas, antes de conectar un MGS a la unidad de refrigeración, las mangueras deben ser purgadas de los contaminantes de aire y otros refrigerantes. Si el MGS no es purgado al sistema de refrigeración se contaminara, si el MGS fue purgado debidamente antes de proceder al último servicio y es usado en un sistema de refrigeración que usa el mismo refrigerante, no es necesario purgarlo otra vez.

Para purgar el MGS conecte una manguera al sistema que se ha instalado o a un tanque del mismo refrigerante como lo usa el sistema. Ambas válvulas manuales en medio. Esto conecta todas las mangueras juntas, al tiempo manualmente se abre cada válvula en los extremos de las otras dos mangueras y permite que el vapor se escape por pocos segundos. Esto permitirá que el refrigerante empuje cualquier contaminante del MGS, esté listo para ser conectado al sistema de servicio interior, mientras el sistema de refrigeración opere las mangueras del lado de alta del MGS actúan como un pequeño condensador. La manguera de alta se llenará con líquido refrigerante. Si el MGS se remueve del sistema con líquido en las mangueras, el refrigerante y el aceite se perderán en la atmósfera.

Un adecuado procedimiento de traslado se debe seguir para prevenir el exceso de pérdida de refrigerante al medio ambiente. Para quitar adecuadamente un MGS, abra completamente las válvulas de servicio del compresor. Coloque las válvulas manuales del MGS en posición medio. Con el compresor corriendo, el líquido refrigerante en las mangueras del MGS se igualará con la presión de succión.

Cierre completamente la válvula de servicio de succión de la unidad y desconecte las mangueras del MGS de la unidad. El MGS dejará la presión interna del refrigerante, si el MGS es usado en un sistema, del mismo refrigerante, no se necesita purgar.

2. PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN ELÉCTRICA GENERAL DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

2.1 Recomendaciones para diagnosticar fallas del sistema eléctrico

Cuando se verifican fallas eléctricas, es necesario saber cómo opera la unidad y que se debe hacer, lo que se sugiere es que el cable negativo (negro) del medidor sea conectado al terminal común o a tierra. También revise la operación del medidor tocando con la punta roja una fuente conocida de voltaje, empezando a la izquierda del diagrama esquemático y en el voltaje de alimentación. Trace su camino a través de esquema hacia la carga del circuito probando puntos de conexión consecutivos hasta que no se halle voltaje, el problema o falla en el circuito se encontrará entre los dos últimos puntos probados.

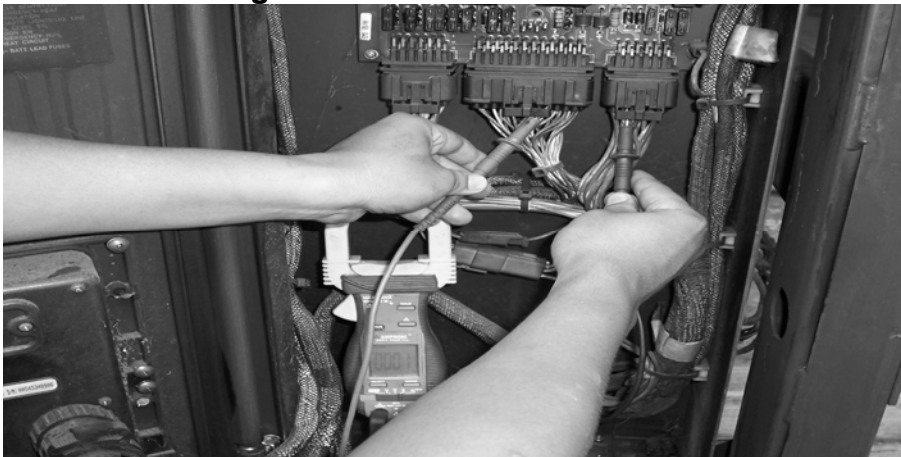
Por ejemplo, cuando el medidor indica 12VCD en cada uno de los puntos de prueba, exceptuando el último que registra 0VDC, la falla está entre los dos últimos puntos verificados. Siempre conecte un voltímetro en paralelo, utilice una conexión de gancho desde el cable negativo del medidor hacia la tierra de la unidad, esto dejará una mano libre para operar los interruptores.

NOTA: Siempre pruebe la precisión del medidor voltaje antes de rastrear fallas.

Revise que el medidor está en la escala adecuada, si no esta seguro seleccione primero la escala mayor y después seleccione progresivamente escalas menores hasta que el valor mostrado esté aproximadamente en el medio de la escala, los medidores de ohmios siempre deben estar conectados en los circuitos desactivados, al menos un lado del componente que está siendo probado debe ser desconectado del circuito para aislar al componente del resto del circuito.

Las medidas de resistencia no deben ser tomadas con la potencia aplicada al componente, (siempre pruebe el ohmiómetro tocando ambas puntas una contra otra para probar si el medidor esta en la escala adecuada. Siempre que conecte el amperímetro en serie con el circuito que esta siendo probado, debe desactivar el circuito y conectar el medidor en serie, el medidor se vuelve parte del circuito bajo prueba.

Figura 4. Medición de circuitos



Fuente: Taller industria avícola ubicado en Km. 93.5 carretera al Cajón Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla

La figura 4 muestra la forma adecuada de hacer la medición con un multímetro.

Para localizar el problema de una unidad, opere la unidad en todos sus modos de funcionamiento enfriamiento a alta velocidad, enfriamiento a baja velocidad, calefacción a alta velocidad, calefacción y deshielo a baja velocidad, siempre anote las presiones de succión y descarga en todos los modos de operación.

2.2. Procedimiento para prueba de diodos

Los diodos utilizados en los equipos son dispositivos de estado sólido que conducen corriente eléctrica en una sola dirección, son utilizados para aislamiento de circuitos y supresión de arcos.

2.2.1. Aislamiento de circuitos

En el aislamiento de circuitos, son conectados diodos para evitar que un circuito sea activado por otro circuito activo.

2.2.1.1. Supresión de arcos:

Cuando los diodos son usados para la supresión de arcos estos están, usualmente conectados a través de cargas inductivas, una carga inductiva es cualquier carga hecha de una espiral de alambre, por ejemplo, las bobinas de relee, bobinas de válvulas solenoides de marcha y velocidad y bobinas de descarga.

Cuando cualquier carga inductiva es desactivada, instantáneamente genera un pico muy alto de voltaje, este pico alto de voltaje puede destruir los contactos del relé que controlan la carga, un relé cuyos contactos se han picado, quemado o soldado uno con otro, puede ser el resultado de un diodo de supresión de arco defectuoso.

Antes que un diodo pueda ser probado utilizando un ohmiómetro, el diodo debe ser aislado del circuito al cual éste se halla conectado, utilizando un medidor análogo para probar diodos, seleccione la escala ohmios, en la revisión, éstos deben dar lecturas de resistencias muy bajas en una dirección y muy altas en la otra.

Figura 5. Procedimiento de revisión de diodos



Fuente: Taller industria avícola ubicado en Km. 93.5 carretera al Cajón Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla

2.3. Procedimiento para prueba de Relé

- Desconectar y retirar el relé sospechoso de su receptáculo.
- Revisar la bobina (pines 85 y 86) por continuidad con un ohmiómetro, una bobina en buen estado tendrá una resistencia de aproximadamente 80 a 100 ohmios, y una lectura de cero ohmios (cortocircuitado) o infinito (abierto) indican una bobina defectuosa.
- Con el relé desactivado, debe haber continuidad entre el común (pin 30) y el contacto normalmente cerrado (N.C. pin 87a), no debe haber continuidad entre el común y el normalmente abierto (N.A. pin 87).

- Conectar 12 VDC a través de las conexiones de la bobina para energizar la bobina del relé, esto hará cambiar la posición de los contactos.

Figura 6. Prueba de continuidad en relé



Fuente: Equipo de refrigeración marca Sentry II Max

- Deberá haber continuidad entre el común y el contacto normalmente abierto, pero no debe haber continuidad entre el común y el contacto normalmente cerrado.

2.4. Procedimiento de prueba de resistencia de los sensores del microprocesador

Los sensores de temperatura cambian de resistencia con la temperatura, los termistores utilizados en unidades de camión y trailer generalmente fallan abiertos o por cortocircuito. Para revisar el sensor, es necesario primeramente aislarlo del sistema eléctrico de la unidad, también es necesario conocer la temperatura del sensor antes de medir su resistencia. Un termómetro confiable puede ser colocado cerca del sensor, o el sensor se puede colocar en un baño de hielo, a una temperatura de 32°F.

Apagar la unidad y desconectar el enchufe MP del controlador microprocesador localizado en la puerta de la caja de control eléctrico refiriéndose al diagrama esquemático. El sensor de retorno de aire (RAS), el sensor de temperatura de agua (WTS), y el sensor de temperatura de descarga del compresor (CDT), están conectados al controlador microprocesador en el enchufe MP. Si el RAS parece estar defectuoso, utilice un ohmiómetro para medir la resistencia entre las terminales D1 y E1 en el enchufe MP. Un buen sensor medirá 32,700 ohm. a 32°F.

2.5. Procedimiento de prueba de resistencia de los sensores de estado sólido

- Antes de empezar, desconecte la unidad (quitar la corriente).
- Determine la temperatura del sensor, mida la temperatura del aire en la ubicación del sensor RAS (Sensor de aire de retorno) con un termómetro confiable.
- La resistencia del sensor debe estar aproximadamente 817 ohm. a una temperatura de 0°C. A la temperatura de 24°C la resistencia debe tener 1,000 ohm. y a la temperatura de -20°C, resistencia será 686 ohm.
- Separar el sensor RAS desconectando del tablero TCM.
- Verificar la resistencia del sensor entre los terminales 15 y 16 o en el enchufe, con un ohmiómetro.
- Comparar la resistencia obtenida en región 5 con la resistencia específica del reglón 3.

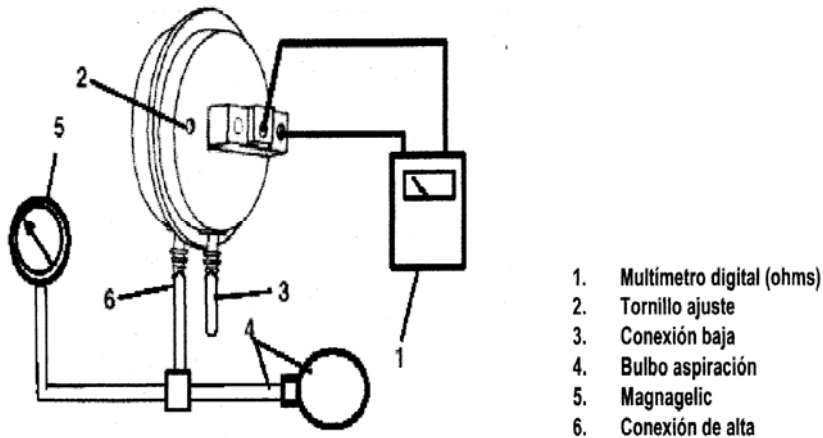
Si el valor esta dentro de una discrepancia de 10% del valor específico el sensor está bien. Los sensores generalmente fallan por un corto o se abren.

2.6. Revisión del interruptor de aire de descongelamiento

- Para revisar adecuadamente la calibración del interruptor de aire de descongelamiento se necesita un medidor magnagelic en la posición en la que será usado (horizontal o vertical).
- Con el interruptor de aire de descongelamiento en la posición vertical conecte el lado de presión alta del medidor magnagelic a la conexión del lado de alta del interruptor de aire.
- Desconecte el cableado de la unidad al interruptor de aire de descongelamiento, coloque una luz, campana de advertencia o un ohmiómetro a los contactos del interruptor para detectar el accionar del interruptor.
- Con el medidor leyendo cero, lentamente aplique presión al bulbo aspirador y la luz, campana o el ohmiómetro se activaran cuando sea alcanzada la colocación del interruptor. El interruptor de aire de descongelamiento se cierra según los valores de la tabla I.
- Para hacer un ajuste al interruptor de aire primero hay que retirar el componente de cerradura del tornillo de ajuste. Girar el tornillo de ajuste en sentido horario para incrementar la colocación y en sentidos contra horario, para disminuir la colocación.

- Repetir el procedimiento de prueba si es hecho un ajuste al interruptor de aire. Instale unos componentes de cerradura al tornillo de ajuste, si fue hecho un ajuste.

Figura 7. Esquema de calibración de aire de descongelamiento



Fuente: Manual Self – Paced Carrier® Pág. 5

Tabla II. Valores de calibración del interruptor de aire descongelamiento

MODELO	Ajuste Interruptor	Series
NDA/NDJ/NDF	1.40" ± .07"	Empezando con A87
NDJ/NDF/NDA/J/F Euro Models	1.0" ± .07"	Anteriores a A87 y 1700 RPM
'99 Modelo 622/644/722/744	1.0" ± .07"	Empezando con GFB90465510
Anteriores al '99 622/644, 722/744	.75" ± .07"	Anteriores a GFB90465510
422/922/944	.70" ± .07"	Todas las series

Fuente: Manual Self – Paced Carrier® Pág. 5

La tabla II. Muestra los valores a los que se cierra el interruptor de aire de descongelamiento según el modelo del equipo.

2.7. Revisión del descargador eléctrico

- Instalar un juego de medidores múltiple.

- Colocar el selector de temperatura en -20°F.
- Arrancar la unidad y permítale estabilizarse en enfriamiento a alta velocidad.
- Retirar el cable positivo blanco de ambas bobinas descargadoras a la del frente y la de atrás.
- Observar la presión de succión.
- Utilizando un cable puente desde el poste positivo de la batería, aplique 12VDC a la Terminal de la bobina descargadora frontal. La presión de succión deberá subir notablemente. Si la presión de succión no cambia, revise la resistencia de la bobina del unloader antes de quitarlo del compresor.
- Retirar el cable puente y la presión de succión deberá disminuir.
- Colocar de puerto los cables positivos blancos en las bobinas descargadoras.

3. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

3.1. Procedimiento para la instalación de juego de manómetros

Es muy importante purgar el juego de manómetros y el múltiple antes de utilizarlo, con esto se asegura que el aire y otros contaminantes no sean introducidos al sistema de refrigeración. Aquellos juegos de manómetros cuyos conectores no cierran automáticamente deben ser purgados cada vez antes de utilizarlos, los juegos de manómetros equipados con conectores auto sellante hay que purgarlo cuando ocurra lo siguiente:

- Las mangueras han sido desconectados del múltiple
- Si se utilizan para un refrigerante diferente al que se uso anteriormente

3.1.1. Como instalar el juego de manómetros

3.1.1.1. Instalando juego de medidores múltiples SIN mangueras de auto sellado

- Retirar los tapones para vapor de las válvulas de servicio de descarga y succión del compresor, asegurándose que la válvula esta cerrada antes de retirar los tapones de los puertos de servicio.

- Conectar la manguera del lado de alta al puerto de la válvula de servicio de descarga y asegúrela.
- Conectar la manguera sin apretarla de un todo al lado de baja del compresor, la manguera del centro debe conectarse a la conexión sin orificio ubicado en el centro del múltiple.
- Para purgar aire, contaminantes del múltiple y mangueras, abrir por la mitad las válvulas del múltiple y un poquito la válvula de servicio de descarga del compresor, forzando al aire a los contaminantes del juego de manómetros a salir por la manguera del centro y por la válvula de servicio de succión del compresor. Cerrar las llaves del múltiple y abrir por la mitad la válvula de succión del compresor.

3.1.1.2. Instalando juego de medidores múltiples CON mangueras de auto sellado

- Retirar los tapones para vapor de las válvulas de servicio de descarga y succión del compresor (abrir ambas válvulas), retire los tapones del los puertos de servicio.
- Conectar manguera del lado de alta al puerto de la válvula de servicio de descarga y asegurar, no conecte la manguera del centro o la del lado de baja.

- Abrir bien las válvulas de los medidores múltiples y ligeramente la válvula de servicio de descarga del compresor.
- Para purgar aire y contaminantes del medidor múltiple y mangueras, **APUNTAR LAS MANGUERAS HACIA UNA DIRECCIÓN SEGURA CUNADO LAS PURGUE**, utilizar un conector de ¼ tipo acampanado u otro instrumento para abrir por unos segundos la válvula de auto sellado al final de la manguera central y después en la manguera del lado de baja. Esto purgara el aire de las mangueras y el medidor múltiple y dejara las mangueras y medidor múltiple llenos de vapor refrigerante.
- Conectar la manguera del lado de baja en el puerto de la válvula de servicio de succión del compresor. Conecte la manguera central (utilitaria), en el soporte roscado del juego de medidores. Abrir ligeramente las válvula de servicio de succión, cierre bien las válvulas del juego de medidores múltiples para aislar los lados de baja y alta uno del otro.

3.1.1.3. Como retirar el juego de manómetros con múltiple

Durante el uso el vapor del refrigerante se condensara en el lado alto del múltiple en la manguera, si el juego de manómetros se retira el refrigerante liquido acumulado se dispersara en el ambiente. Para evitar que esto ocurra es recomendable el siguiente procedimiento para retirar los manómetros:

- Con el compresor funcionando, abrir la válvula de servicio de descarga.

- Abrir ligeramente ambas válvulas en el juego de manómetros y permita que la presión en el juego de manómetros múltiple se iguale a la presión de succión.
- Este procedimiento para retirar el juego de medidores múltiple permite al líquido que se condensa en la manguera del lado de alta retorne al sistema.
- Abrir bien la válvula de servicio de succión del compresor y retirar las mangueras de los puertos de servicio e instale en los puertos ficticios.
- Instalar los tapones de sellado en las válvulas de servicio de descarga y succión del compresor.

3.2. Procedimiento de bombeo en el lado de baja

- Instalar el juego de medidores múltiples.
- Cerrar bien la válvula manual de la línea de líquido (válvula king).
- Arrancar la unidad en el modo de enfriamiento y déjela funcionar hasta que la presión de succión caiga en un ligero vacío. Desconectar la unidad.

- Mirar el manómetro de presión de succión, típicamente la presión se elevara en una pequeña cantidad. Idealmente la presión deberá estabilizarse en 0 a 1 psi.
- Si la presión se eleva demasiado, podría ser necesario el arrancar la unidad y dejarla funcionar por unos cuantos segundos más. Si la presión de succión se estabiliza demasiado baja (vacío) momentáneamente, abra ligeramente ambas válvulas en el juego de manómetros, para permitir al refrigerante de lado de alta entrar al lado de baja a través del juego de múltiple.
- Cuando la presión esta estabilizada en 0 a 1 psi., cerrar bien la válvula de servicio de succión, (desconectar la batería y el cable de suministro de potencia para que el compresor arranque).
- Toda la carga de refrigerante está ahora atrapada en el compresor, condensador y deposito del sistema. Si lo necesita todos los componentes del lado de baja del sistema pueden cambiarse o darles servicio.
- Los componentes del lado de alta del sistema requieren que la carga de refrigerante sea retirada para el servicio. Si es necesario efectuar una reparación en el lado de alta presión del sistema, el refrigerante debe ser recuperado.
- Después de completar las reparaciones, evacuar el lado de baja del sistema a través del puerto de servicio de succión.

- Para retornar la unidad al servicio, abrir bien la válvula de la línea de líquido y la válvula de servicio de succión y descarga. Volver a conectar la batería y el cable de suministro de potencia.

3.3. Prueba de presión del compresor

Con la unidad operando en modo de enfriamiento se bloquea parcialmente el flujo de aire del condensador, la presión de la descarga deberá elevarse a por lo menos, 350 psi. para sistemas usando R-22. No dejar que la presión de descarga se eleve más de 375 psi. esto es suficiente para causar que la seguridad de alta presión abra y desconecte la unidad.

La inhabilidad para operar a altas presiones de descarga reducirá la capacidad de refrigeración cuando la temperatura ambiente sea alta. Algunas de las razones de fallas son las siguientes:

- Empaque de la cabeza del cilindro reventado.
- Válvulas gastadas o rotas.
- Arranque inundado.
- Carter inundado con refrigerante.
- Sobrecarga o carga baja de aceite.
- Menor vacío alcanzado durante el bombeo.
- Tiempo de igualación.
- Presión alcanzada durante la prueba de alta presión.

3.4. Cómo ajustar la válvula de presión CPR

- Instalar el juego de manómetros.
- Arrancar la unidad y dejar funcionar por 10-15 minutos hasta alcanzar la temperatura de funcionamiento normal.
- Para un ajuste correcto la unidad debe estar funcionando en calefacción a alta velocidad o ciclo de descongelar, regule los controles para que el equipo trabaje en estos ciclos.
- Comparar la presión de succión con la calibración del CPR listado en la sección de especificaciones del manual de servicio y operaciones. La presión de succión debe ser igual a la calibración del CPR.
- Si la válvula requiere ajuste, quitar la tapa del CPR.
- Con una llave Allen de 8mm, aflojar la tuerca del seguro del CPR. Deslice la llave Allen a través de la tuerca hasta que la llave entre en el tornillo de calibración. Gire el tornillo de calibración en sentido horario para incrementar la presión de succión o en sentido contrario para reducir la presión de succión.
- Cuando la presión esté correcta, apretar de nuevo la tuerca de seguridad.

- Verificar la presión y recalibrar si fuese necesario.
- Colocar la tapa en la válvula CPR.

3.5. Revisando el nivel de aceite de los compresores

Para asegurar que el compresor recibe una lubricación adecuada, el nivel de aceite del carter del compresor debe mantenerse entre 0 y $\frac{1}{4}$ de la mirilla, algunos compresores tienen dos mirillas para el nivel máximo y mínimo, un error muy común que se comete cuando se da mantenimiento y servicio a equipos de refrigeración de Camión y Trailer es sobrecargar el sistema de refrigeración con aceite. Una expresión general con relación al nivel de aceite es si se puede ver en la mirilla.

Si el nivel de aceite está en la parte inferior de la mirilla, entonces existe suficiente aceite en el compresor, en compresores anteriores, el nivel máximo de aceite es $\frac{1}{4}$ de la mirilla, para revisar el nivel de aceite del compresor hacer funcionar la unidad a velocidad máxima enfriando a plena carga, puede ser necesario quitar la fuente de energía.

Los descargadores del compresor para asegurarse que el compresor esta trabajando con todos los cilindros, después de 15-20 segundos inicie la operación de descongelar manual (manual defrost), esto permitirá que el aceite residual de la líneas de gas caliente regrese al compresor, operar la unidad en el modo de descongelar por 3-5 minutos **“NO PERMITA QUE LA UNIDAD TERMINE LA OPERACIÓN DE DESCONGELAR AUTOMÁTICAMENTE.”**

La reducción repentina de presión en el carter del compresor al terminar de descongelar puede causar un momentáneo incremento de la circulación del aceite y una lectura falsa del nivel de aceite.

Figura 8. Motor y compresor serie 05G



Fuente: Equipo de refrigeración de una industria avícola ubicada en la zona 11 colonia Castañas, Guatemala

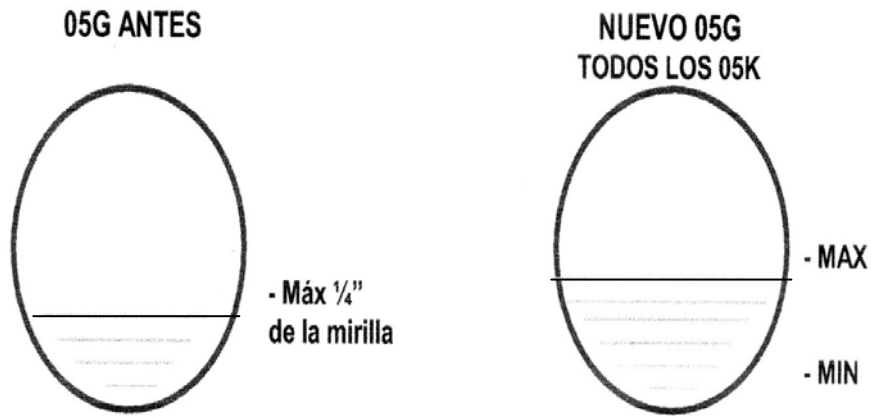
La figura 8 muestra un compresor serie 05G con mirilla.

Después de 3-5 minutos de operación de descongelar, apagar la unidad mientras esta en el ciclo de descongelar y después de 15-20 segundos, observe el nivel de aceite del compresor en la mirilla. Agregue o sustraiga aceite como sea necesario para que el nivel este entre las marcas mínimo y máximo.

3.6. Agregar aceite al compresor

Hay bombas que con las que se puede bombear aceite directamente desde el envase de aceite al compresor a través de la válvula de servicio de succión.

Figura 9. Niveles de aceite para series 05G y 05K



Fuente: Manual Copeland®. Principios de la Refrigeración. Pág. 9

Con el compresor funcionando y la válvula de servicio de succión cerrada el aceite puede ser llevado dentro de la válvula de servicio de succión. Hay que tener cuidado de no inyectar demasiado aceite al compresor, también se pueden agregar aceite al sistema a través del manómetro.

- Conectar el juego de manómetro al compresor y purgue si es necesario.
- Dejar caer la manguera central de los medidores dentro del envase con aceite del compresor, asegúrese que la punta de la manguera esta sumergida y permanezca así a lo largo de este procedimiento.
- Abrir ligeramente la válvula del lado de alta de los medidores, el refrigerante de la válvula de servicio de descarga forzara aire desde la manguera central y burbujeara dentro del aceite. Si el nivel de aceite es demasiado alto saque para disminuir el nivel de aceite de 0 a 1/4 de la mirilla.

3.6.1. Cómo sacar el aceite del compresor

Instalar un juego de manómetros múltiples y llevar a cabo el bombeo del compresor por el cierre de la válvula de servicio de succión, poner a funcionar el compresor hasta que la presión de succión descienda a vacío, desconectar la unidad y observar la presión de succión.

Es necesario para la presión detenerla en una ligera presión positiva (0 ó 1 Psi), si la presión se eleva demasiado, ponga a funcionar el compresor por unos segundos mas, si la presión permanece demasiado baja momentáneamente abra ambas válvulas manuales en el juego de medidores múltiples, esto permite que algo de refrigerante del lado de alta pase a través de los medidores y eleve la presión del lado de baja.

Cuando la presión esta correcta y estabilizada retire el cable negativo de la batería para evitar arrancar accidentalmente el compresor. Cerrar las válvulas de servicio de succión y descarga para aislar al compresor del sistema. Cuidadosamente libere la restante presión interna del compresor quitando la manguera del juego de medidores múltiple de la válvula de servicio de succión, el tapón del drenaje de aceite ahora puede ser retirado con seguridad y drenar el exceso de aceite del carter del compresor.

Es recomendable que el compresor sea evacuado después de este procedimiento y después de cualquier procedimiento que abra internamente al condensador a la atmósfera.

3.7. Procedimiento para la prueba de supercalor

- Revisar la calibración de los manómetros del juego de pruebas múltiples, especialmente el manómetro compuesto (baja presión). Ajustar si es necesario.
- Instalar el juego de prueba múltiple en la unidad.
- Aflojar y/o retirar el aislamiento del bulbo sensor TXV. Ajustar firmemente un dispositivo sensor de temperatura a la línea de salida del evaporador en el sitio del bulbo TXV. Aísle de nuevo el área.
- Arrancar la unidad y prepararla para operar en el modo de enfriamiento de alta velocidad. Permita a la unidad hasta que la temperatura de la caja caiga a 32°F.
- Cuando la temperatura requerida ha sido alcanzada anotar la lectura del medidor compuesto y la temperatura en el bulbo sensor TXV (la temperatura del vapor refrigerante).
- Repetir el paso 5 al menos cuatro veces en intervalos de dos a tres minutos y guarde la información.
- Después de registrar las cuatro o más lecturas, calcular para cada juego de lecturas.

- Promediar las cuatro o mas cifras de supercalor y comparar a la especificación para la unidad (supercalor promedio). Para obtener el valor correcto de supercalor de la unidad que está revisando referirse al manual de operación.

3.8. Procedimiento de prueba del nivel de carga de refrigerante

Un sistema con baja carga puede mostrar bajas presiones de succión y descarga, este tendrá una capacidad de refrigeración baja. Un sistema sobrecargado puede tener presiones de descarga extremadamente altas. Las presiones pueden ser lo suficientemente altas para causar daños al sistema. La temperatura de descarga del compresor puede causar averías en el aceite. Los ácidos ó residuos formados por la avería del aceite pueden dañar el compresor, un sistema sobrecargado puede además tener una capacidad refrigerante baja.

3.9. Procedimiento de carga de refrigerante

3.9.1. Cargar Completamente un Sistema de Refrigeración

Un sistema de refrigeración necesita ser cargado completamente si éste está evacuado, un sistema de refrigeración para transportes es cargado totalmente utilizando liquido refrigerante a través de la válvula de la línea de liquido válvula king, con el cilindro refrigerante en una balanza, pesar cuidadosamente la cantidad correcta, conecte el conector de refrigerante a la válvula king y purgar la manguera para retirar cualquier cantidad de aire.

Abrir ligeramente la válvula king y la válvula de líquido del cilindro de refrigerante, la carga correcta de refrigerante puede ser hallada en la placa de características de la unidad.

3.9.2. Cargar parcialmente un sistema de refrigeración

Es necesario cargar parcialmente un sistema de refrigeración cuando la carga de refrigerante sea baja o cargar completamente la unidad, se introduce una carga parcial dentro del sistema a través de la válvula de servicio de succión, solo que en forma de vapor.

Con el cilindro de refrigerante en una balanza mida cuidadosamente una pequeña cantidad y después vuelva a revisar la carga. Conectar el cilindro de refrigerante a la válvula de servicio de succión y purgar el aire de la manguera, con el compresor funcionando permita al vapor refrigerante entrar al sistema, cuando la carga es completada, cerrar la válvula del cilindro y retirar los manómetros múltiples utilizando el procedimiento correcto indicado anteriormente.

3.9.2.1. Retirar el exceso de carga

Si un sistema de refrigeración se halla conteniendo una excesiva carga de refrigerante, el exceso debe ser retirado para asegurar la operación adecuada y segura, el exceso de refrigerante es retirado en forma líquida a través de la válvula king.

Sujetar el cilindro de refrigerante a la válvula rey, purgar de aire la manguera (asegurarse que el cilindro de refrigerante es del tipo reutilizable y tenga la capacidad para contener el refrigerante que va a ser agregado a su contenido).

Conectar el cilindro a la válvula king, purgar las mangueras, poner a funcionar la unidad en modo de enfriamiento y abrir ligeramente la válvula king. Abrir la válvula del cilindro de refrigerante y permita a la presión del lado de alta del sistema forzar líquido refrigerante al cilindro, con el cilindro en una balanza, retirar cuidadosamente una pequeña cantidad y luego revisar nuevamente la carga.

3.10.2.2. Procedimiento de recuperación de refrigerante

Conectar un juego de múltiples entre la unidad de refrigeración y la unidad, conectar la manguera del lado de alta del juego de manómetros múltiples a la válvula king de la unidad (válvula manual de la línea de líquido) y la manguera del lado de baja del juego de manómetros múltiples a la válvula de servicio de succión del compresor. La manguera central del juego de manómetros múltiples deberá tener una mirilla en línea.

Ésta conecta a la unidad en la manguera de arriba que está designada como la conexión “negra”. La válvula king y la válvula de servicio de succión deben estar ligeramente abiertas y las válvulas manuales del juego de manómetros de mangueras múltiples deben estar cerradas, aislando la manguera central de la conexión de alta presión y de baja presión.

3.10.2.3. Procedimiento de calidad extrayendo el máximo refrigerante

Si la unidad de refrigeración es operable, colocar el sistema de recuperación en los modos “líquido” y “recuperación positiva” y presionar el botón de inicio. Abrir ligeramente la válvula manual del lado de alta en el juego de manómetros múltiple para permitir que el líquido refrigerante fluya de la válvula king y de la unidad de refrigeración, a través del juego de manómetros múltiple hacia la unidad, con la unidad de refrigeración funcionando en el modo de enfriamiento mientras se bloquea el flujo de aire del condensador. La presión de la válvula king se elevara y reducirá el tiempo de recuperación apreciablemente, puede dejar funcionando la unidad todo el tiempo que esta extrayendo refrigerante teniendo cuidado que el compresor no se sobrecaliente.

“Cuando las presiones del lado de alta y baja son iguales, abrir la válvula manual del lado de baja en el juego de manómetros múltiples y desconecte la unidad de refrigeración si la unidad de refrigeración es inoperable, y no ha funcionado por 24 horas, algo de refrigerante puede haberse dispersado a través de la unidad y estar en forma de vapor. En la unidad de refrigeración inoperable algo de refrigerante puede migrar al carter del compresor y mezclarse con el aceite del compresor. Este refrigerante puede ser difícil de retirar y el proceso de recuperación puede tomar más tiempo”⁴.

⁴ <http://www.about.com>, Agosto de 2006

4. PROCEDIMIENTO DE DESHIDRATACIÓN Y EVACUACIÓN DE REFRIGERANTE EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los procedimientos de evacuación y deshidratación adecuada son imperativos cuando se da servicio a un sistema de refrigeración para asegurar el buen desempeño y larga vida del compresor. Los resultados de una evacuación impropia son severos, gases no condensables en el sistema resultan en una alta presión de descarga; la humedad puede causar bloqueo con hielo en la válvula de expansión; la humedad y el refrigerante pueden reaccionar para formar ácido. Las altas presiones de descarga pueden causar altas temperaturas de descarga, esto puede causar que los refrigerantes y aceites formen residuos que pueden bloquear el flujo de refrigerante en el sistema o bloquear la lubricación a los cojinetes del compresor. El ácido puede causar corrosión de la superficie de los cojinetes y una eventual falla del compresor.

La bomba de vacío debe ser una bomba de dos etapas y tener una capacidad promedio de tres a cinco pies cúbicos por minuto. El aceite usado en la bomba atrapa la humedad que es retirada del sistema de refrigeración. La humedad atrapada en el aceite reduce la eficiencia ya que el aceite es el medio sellador en la bomba de vacío, si es dejada en la unidad por periodos largos de tiempo, esta humedad puede además causar daño a los sellos en la bomba de vacío.

Para asegurar una buena evacuación del sistema, se debe usar mangueras de evacuación de diámetro grande, las cuales están diseñadas especialmente para este propósito. Las mangueras para cargas normales, como las usadas en el juego de medidores múltiples están hechas para ser muy flexibles y para minimizar fugas bajo altas presiones, sin embargo no están hechas para prevenir fugas dentro de la manguera bajo vacío.

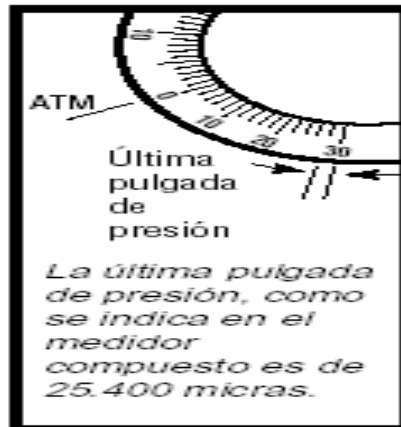
Las mangueras de evacuación son obtenibles de los distribuidores de refrigeración y deben ser usadas para todas las conexiones durante la evacuación del refrigerante. Las mangueras deben ser usadas tan cortas como sea posible.

El juego de manómetros múltiples normal, no puede ser usado para evacuación, ya que el cuerpo del puerto es demasiado pequeño para un buen flujo en bajas presiones. Un juego de manómetros múltiple grande hecho para evacuación puede ser usado o ajustado directamente a la bomba de vacío.

La única manera para asegurarse que se ha llevado a cabo una buena evacuación es a través del uso de un medidor de micrones (medidor de vacío electrónico) un medidor múltiple normal no es aceptable.

Un medidor de micrones mide las presiones absolutas extremadamente bajas que son necesarias para retirar la humedad del sistema. El uso de este medidor es esencial en la determinación de la calidad del vacío. 500 micrones, un número utilizado en evacuación, es aproximadamente 1/50 de una pulgada de mercurio.

Figura 10. Medidor de Micrones



Fuente: <http://www.sales@jbind.com>

Figura 11. Evacuación del sistema de refrigeración con medidor de micrones



Fuente: Taller industria avícola ubicado en Km. 93.5 carretera al Cajón Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla

La evacuación debe ser llevada a cabo a través de los tres puertos en el sistema de refrigeración. En las unidades de refrigeración de camiones las mangueras deben ser conectadas a los puertos de servicio de descarga y succión del compresor, y al puerto de servicio de la válvula rey.

El procedimiento de evacuación 1 deberá ser llevado a cabo después de una reparación mayor del sistema (reemplazo del compresor, evaporador o condensador). Después de una reparación menor del sistema (reemplazo de una válvula solenoide o el filtro/secador) llevar a cabo el procedimiento de evacuación # 2 estos procedimientos se describen mas adelante.

Asegurarse de revisar las fugas antes de la evacuación. Si las mangueras o sellos gotean, es imposible una adecuada evacuación. Repare cualquier fuga encontrada antes de comenzar. Conectar las mangueras de la unidad de refrigeración al múltiple de evacuación en los montajes abocinados de 3/8", utilizando mangueras. Un sistema de recuperación de refrigerante es además, conectado al sistema.

Un termistor, medidor de vacío es conectado al juego de medidores múltiple. El medidor compuesto en el juego de medidores múltiple será usado para monitorear la presión del sistema, no vacío. Antes de proceder es una buena idea reemplazar el filtro con una sección de tubería de cobre con las montaduras apropiadas.

4.1. Procedimiento de evacuación 1

1. Retirar cualquier sobrante de refrigerante en el sistema utilizando un sistema de recuperación de refrigerante.
2. Conectar las mangueras de vacío, bomba de vacío, medidor de vacío y unidad de recuperación de refrigerante a la unidad de refrigeración.

3. Con las válvulas de servicio de la unidad cerradas y las válvulas del termistor y la bomba de vacío abiertas, arrancar la bomba y lleve al medidor y mangueras a un muy profundo vacío. Desconectar la bomba y revisar para ver si el vacío se mantiene. Esto es para probar el montaje por fugas.
4. Abrir ligeramente las válvulas de servicio del sistema de refrigeración.
5. Con las válvulas de la bomba de vacío y del termistor abierto, arrancar la bomba y evacuar a una presión debajo de 500 micrones. Espere unos segundos para asegurarse que el vacío se sostiene.
6. Cerrar las válvulas de la bomba de vacío y el termistor, desconectar la bomba de vacío; cerrando la válvula termistor que protege al termistor de daños.
7. Romper el vacío con refrigerante limpio; elevar la presión a aproximadamente 2 psi. Monitorear la presión con el medidor compuesto.
8. Retirar el refrigerante usando un sistema de recuperación de refrigerante.
9. Repetir los pasos 5, 6, 7 y 8 una vez.

10. Después de la segunda vez que se rompa el vacío, cambiar el filtro secador si no lo ha hecho ya, evacuar a una presión debajo de 2000 micrones. Revisar que el vacío se mantenga. Si la presión se eleva significa que hay una fuga o hay humedad remanente en el sistema.

11. Cargar el sistema con refrigerante a lo especificado por procedimientos de carga normales.

4.2. Procedimiento de evacuación 2

- “Retirar cualquier refrigerante sobrante en el sistema utilizando un sistema de recuperación de refrigerante.
- Reemplazar el filtro/secador antes de evacuar.
- Instalar mangueras de vacío, bomba de vacío, sistema de recuperación de refrigerante y medidor de micrones a la unidad.
- Con las válvulas de servicio de la unidad cerradas y las válvulas del termistor y bomba de vacío abiertas, empezar el bombeo y lleve al múltiple y mangueras a un profundo vacío.
- Desconectar la bomba y revisar para ver si el vacío se mantiene. Esto es para probar el montaje por fugas.

- Con las válvulas del termistor y la bomba de vacío abiertas, iniciar el bombeo y evacuar a una presión debajo de 1,000 micrones.
- Cerrar las válvulas de la bomba de vacío y el termistor y desconectar la bomba. Revisar que el vacío se mantenga.

Si la presión se eleva, esto podría indicar que hay una fuga o hay humedad remanente en el sistema.

- Cargar el sistema con refrigerante a lo especificado por procedimientos de carga normales.”⁵

4.3. Operación de la unidad en modo de enfriamiento

La operación de la unidad en modo de enfriamiento, inicia en el compresor con la válvula de servicio de descarga con vapor a alta temperatura y alta presión, pasando por las líneas de descarga hacia el vibra sorber, el vibra sorber de descarga aísla la vibración del motor y del compresor de la tubería de la unidad para prevenir fracturas por vibración.

Delante de la línea de descarga, el refrigerante circula a través de la válvula check de descarga es abierta durante la operación del compresor y cierra cuando la unidad corta para prevenir migración de liquido al compresor proveniente del condensador.

⁵ <http://www.ashrae.com/journal>, Agosto 2006

Tabla III. Estado de bobinas y válvula según el modo de operación

Válvula	Estado normal de la válvula	MODO FRÍO		MODO CALOR	
		Estado bobina	Estado válvula	Estado bobina	Estado válvula
SV1	Abierto	No energizado	Abierto	Energizado	Cerrado
SV2	Cerrado	Energizado	Abierto	Ambos*	Ambos*
SV3	Cerrado	No energizado	Cerrado	Ambos**	Ambos**
SV4	Cerrado	No energizado	Cerrado	Energizado	Abierto

* = Controlado por HP-2

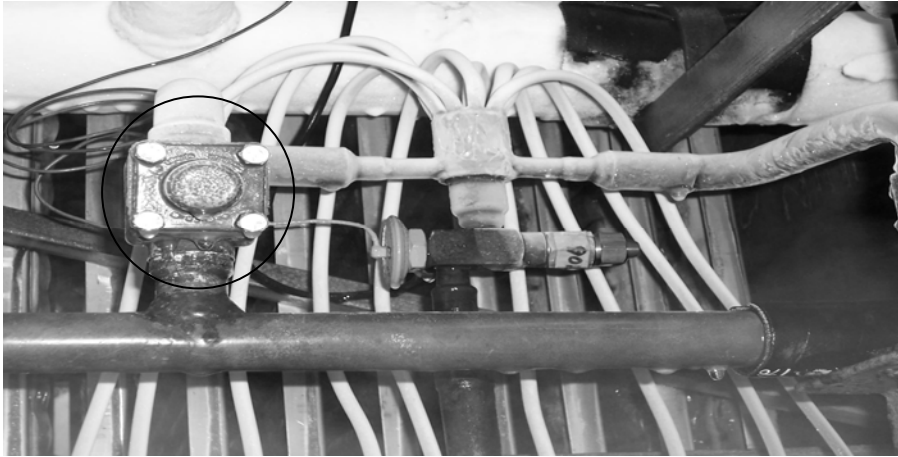
** =Controlado por microprocesador

Fuente: Manual Self – Paced Carrier® Pág. 51.

Las válvulas solenoides SV3 y SV4 son normalmente cerradas, en el periodo de enfriamiento son desenergizadas y permanecen cerradas. Desde la válvula check de descarga el vapor a alta presión y alta temperatura continúa hacia el serpentín condensador. El aire es forzado a circular a través de las aletas del serpentín para extraer el calor proveniente del refrigerante, este último es enfriado hasta su temperatura de cambio de estado por la extracción de calor sensible.

Una vez que se alcanza su temperatura de cambio de estado el refrigerante comienza a condensarse pasando al estado líquido, mientras el refrigerante esta en el estado de mezcla saturada en alta presión y alta temperatura, el calor latente se transfiere al aire ambiente, la mayor parte del calor extraído del sistema es por intercambio de calor latente. Cuando todo el refrigerante es condensado hacia líquido y no hay vapor, el líquido es sub-enfriado antes de salir del condensador, el calor sensible es removido del sistema con subenfriamiento del refrigerante líquido.

Figura 13. Válvula King

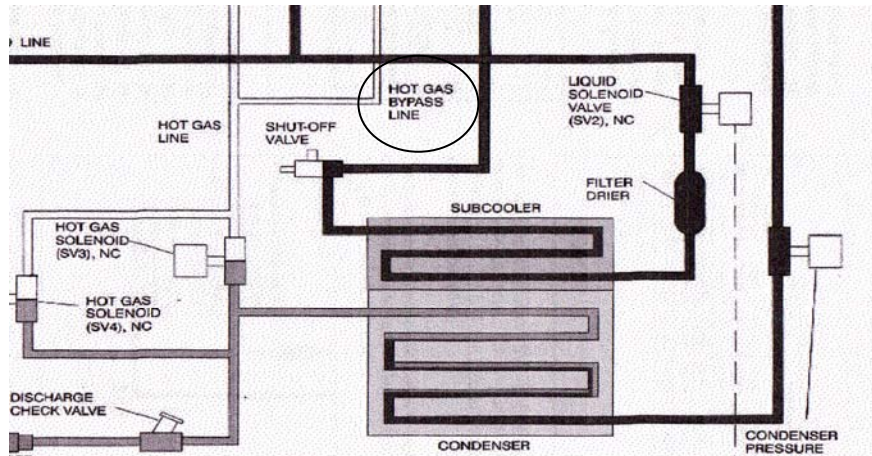


Fuente: Equipo de refrigeración marca Sentry II Max

La válvula king tiene un puerto de servicio que puede ser usado para completar o quitar carga de refrigerante u otros procesos de servicio. El flujo de refrigerante puede ser detenido en la válvula king si el vástago se cierra. De la válvula king, el líquido sub-enfriado a alta presión y alta temperatura circula a través de una porción del condensador para un mayor sub-enfriamiento. Mayor sub-enfriamiento logra menor vapor cuando el refrigerante pase por la TXV, esto aumentara la eficiencia del sistema e incrementa la capacidad del enfriamiento.

Del sub-enfriador, líquido sub-enfriado a alta presión y la alta temperatura pasa a través del filtro deshidratador. El filtro deshidratador sustraerá cualquier partícula sólida que pueda ser movida por el refrigerante en el sistema. Cualquier mezcla en el refrigerante será absorbida por el filtro secador para prevenir daño en el sistema. A continuación el refrigerante pasa a través del SV2, esta es la válvula solenoide de líquido esta normalmente cerrado, la cual es energizada y abierta en ciclo de enfriamiento.

Figura 14. Sobrecalentamiento constante del refrigerante en la salida del evaporador

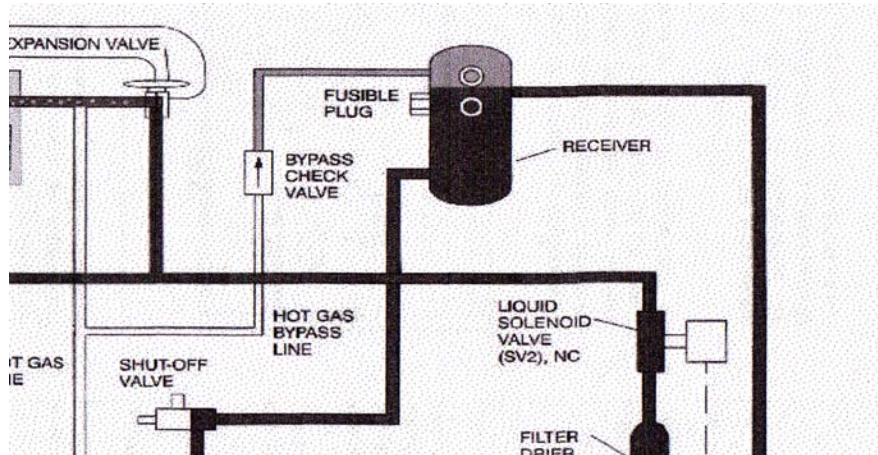


Fuente: Manual Carrier® Transicold Pág. 60

Después de pasar por SV2, el líquido sub-enfriado a alta temperatura y a alta presión viaja a través de la TXV, ésta controla el refrigerante hacia el evaporador para mantener un sobrecalentamiento constante del refrigerante en la salida del evaporador. Si la presión de succión llegara a ser muy alta se cierra para prevenir un mayor flujo de refrigerante hasta que la presión de succión se reduce.

El líquido sub-enfriado a alta presión y alta temperatura pasa a través de la TXV provocando una significativa caída de presión del lado de alta, al lado de baja presión del sistema. Esta caída de presiones también acompañada por una correspondiente caída en la temperatura del cambio de estado del refrigerante.

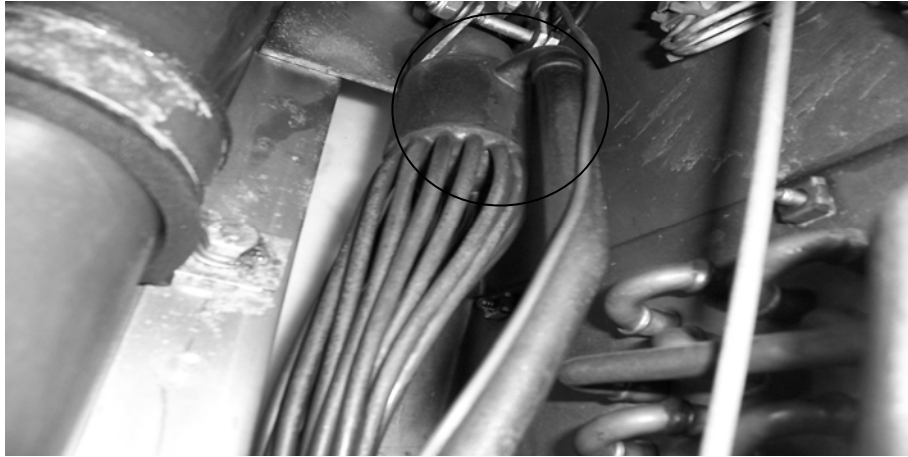
Figura 15. El recibidor mantiene el exceso de refrigerante



Fuente: Manual Carrier® Transicold Pág. 60

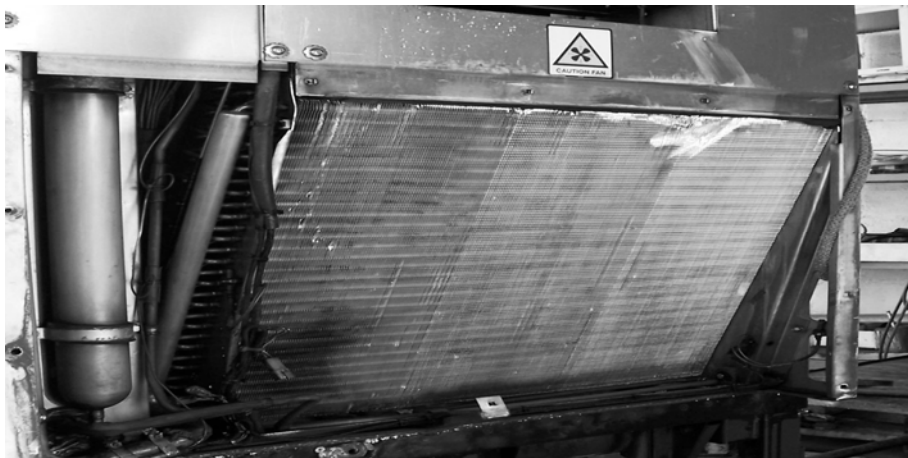
La energía calorífica del propio líquido es la fuente del calor latente provocando que de un 10% a un 20% del líquido refrigerante cambie a vapor etapa conocida como gas flash. Este refrigerante sale a baja presión y a baja temperatura en estado de mezcla saturada. Proveniente de la línea de líquido a la TXV una pequeña línea conecta a la válvula quench, la válvula quench es una pequeña válvula TXV que monitorea la temperatura de descarga. Si la temperatura de descarga excediera los límites de seguridad la válvula quench se abre permitiendo que una pequeña cantidad de líquido refrigerante se suministre a la línea de succión. Este líquido refrigerante pulsa y enfría al compresor, resultando en un decremento en la temperatura de descarga. Si el sistema operara con temperaturas de descarga extremadamente altas podría dañar al sistema en el aceite del compresor y se dañaría por la alta temperatura. Mezcla saturada a baja presión y a baja temperatura proveniente de la TXV entra al evaporador, el aire que circula sobre la carga también circula a través de las aletas de serpentín evaporador. El calor proveniente de la carga es transferido al refrigerante interno en el serpentín evaporador.

Figura 16. Válvula TXV con conexión a evaporador



Fuente: Taller industria avícola ubicado en Km. 93.5 carretera al Cajón Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla

Figura 17. Serpentín evaporador



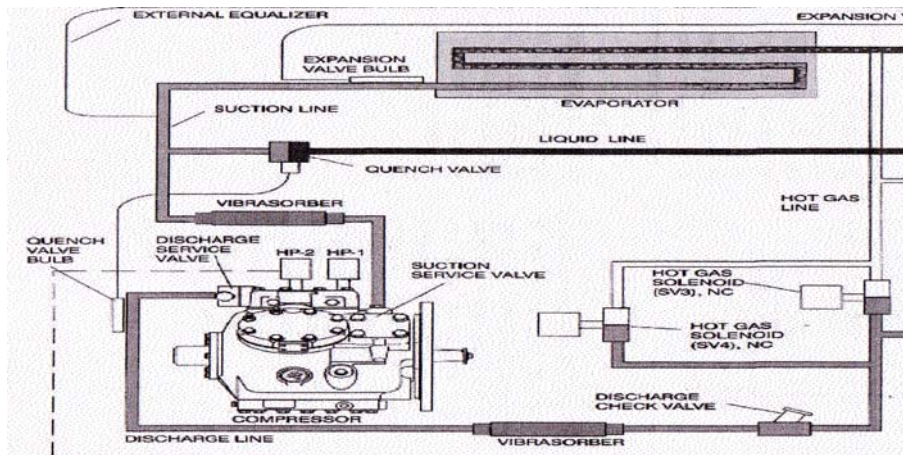
Fuente: Taller industria avícola ubicado en Km. 93.5 carretera al Cajón Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla

El vapor sobrecalentado a baja presión y a baja temperatura continúa a través de la línea de succión hacia el vibra sorber que aísla la vibración del motor y compresor de la tubería de la unidad para prevenir fallas por vibración. Del vibra sorber de succión el refrigerante en forma del vapor completa el ciclo cuando regresa al compresor por la válvula de servicio de succión.

4.4. Operación de la unidad modo calor

La operación de la unidad modo calor inicia en el compresor con la válvula de servicio de descarga, con vapor a alta temperatura y alta presión pasando por la línea de descarga hacia la válvula de gas caliente o válvula de tres vías. En modo calor la válvula de gas caliente es energizada, esto permite que el gas proveniente del compresor pase a través de la línea de gas caliente, hacia el calentador en la bandeja de deshielo y hacia el evaporador, el refrigerante será atrapado en el condensador durante el proceso de calor, la línea de gas caliente se conecta a la línea de bypass de gas caliente. La alta presión en la línea de gas caliente presuriza al recibidor y cierra la válvula check en la línea de líquido, esto para el flujo de refrigerante del condensador hacia recibidor.

Figura 18. Retorno de refrigerante al compresor



Fuente: Manual Carrier® Transicold Pág. 60

La figura 18 muestra que el vapor refrigerante completa el ciclo cuando retorna a la válvula de servicio de succión del compresor.

4.5. Fallas y causas más comunes en el sistema de refrigeración para camión

Dependiendo de los sistemas las fallas son variables, a continuación presentamos algunas de las fallas más comunes.

Tabla IV. Fallas y causas más comunes en válvulas principales

FALLA	CAUSA
Baja presión de descarga	Escapes en válvulas de descarga del compresor
Inhábil formar vacío en el compresor	
Inhábil mantener vacío en el compresor	
Alta presión de succión	Escapes en válvulas de succión del compresor
Inhábil bombear abajo el sistema	
Baja presión de descarga	Placa de válvula quebrada en el compresor
Inhábil bombear abajo el sistema	
Inhábil formar vacío en el compresor	
Inhábil mantener vacío en el compresor	
Compresor ruidoso	
Baja presión de succión	Válvula de expansión dañada
La unidad no refrigera	
Alta presión de succión	Válvula de expansión mal instalada
Tubería de succión escarchando con hielo	
Alta presión de succión	Válvula de expansión demasiado abierta
Tubería de succión escarchando con hielo	
Baja presión de succión	Válvula de expansión demasiado cerrada
La unidad no refrigera	
Alta presión de succión	Aguja de válvula de expansión corroída o con fuga
Baja presión de succión	Válvula de expansión obstruida o cerrada
Falta de presión de succión	
La unidad funciona en vacío	
Alta presión de succión	Refrigerante liquido entrando al compresor
La unidad no refrigera	
Falta de presión de descarga	Válvula de servicio de descarga asentada atrás

Continuación de la Tabla IV

Falta de presión de succión	Válvula de servicio de succión asentada atrás
Enfría en ciclo de descongelación	Daño en la válvula de tres pasos
Calienta en ciclo de refrigeración	
Baja presión de descarga	
Alta presión de succión	
Inhábil bombear abajo el sistema	
Inhábil mantener vacío en el compresor	
La unidad no descongela	
Enfría en ciclo de descongelación	Solenoides piloto
Calienta en ciclo de refrigeración	
La unidad no refrigera	
La unidad no descongela	
Inhábil bombear abajo el sistema	Válvula de salida, tanque receptor tiene fuga
Inhábil formar vacío en el compresor	
Inhábil mantener vacío en el compresor	

Tabla V. Fallas en los componentes del sistema de refrigeración

FALLA	CAUSA
Alta presión de descarga	Sobrecarga de refrigerante
Compresor ruidoso	
Baja presión de descarga	No suficiente refrigerante
Baja presión de succión	
La unidad funciona en vacío	
Burbujas en el vidrio de mira	
La unidad no refrigera	
La unidad no descongela	
Alta presión de descarga	
Alta presión de descarga	Flujo de aire a través del condensador restringido
Baja presión de descarga	
Baja presión de succión	Aire a través del condensador demasiado frío
Burbujas en el vidrio de mira	
Compresor ruidoso	
La unidad no refrigera	
Alta presión de descarga	
Compresor ruidoso	Aire en el sistema
La unidad no refrigera	
Alta presión de descarga	
Baja presión de succión	Alas del ventilador del condensador quebrador o doblados
Baja presión de succión	Aire a través del evaporador restringido
La unidad funciona en vacío	Evaporador requiere descongelamiento
Tubería de succión escarchando con hielo	
Compresor ruidoso	
La unidad no refrigera	
Compresor ruidoso	Demasiado aceite en el sistema
Compresor ruidoso	Bomba de aceite defectuosa
Compresor ruidoso	Polea del compresor suelta o quebrada
Alta presión de succión	Refrigerante líquido entrando al compresor
Tubería de succión escarchando con hielo	
Compresor ruidoso	
Baja presión de succión	Tubería obstruida en el lado de baja presión
La unidad funciona en vacío	
Tubería de succión escarchando con hielo	
Alta presión de descarga	
La unidad funciona en vacío	Tubería obstruida en el lado de alta presión
Baja presión de succión	
La unidad no refrigera	
Baja presión de succión	Deshidratador restringido
La unidad no refrigera	

Continuación de tabla V

La unidad no descongela	Postigo del evaporador abierto
Baja presión de succión	Postigo del evaporador pegado o cerrado
La unidad funciona en vacío	
La unidad no refrigera	
La unidad no descongela	Conexiones eléctricas sueltas
Alta presión de descarga	Termostato, termómetro, manómetro mal calibrados
Baja presión de descarga	
Falta de presión de descarga	
Alta presión de succión	
Baja presión de succión	
Falta de presión de succión	
La unidad funciona en vacío	
Tubería de succión escarchando con hielo	
Inhábil bombear abajo el sistema	
La unidad no refrigera	

CONCLUSIONES

1. Un buen procedimiento de revisión en los sistemas de refrigeración disminuye la probabilidad de falla, manteniendo los sistemas en óptimas condiciones e incrementando su eficiencia.
2. Antes de llegar a la práctica debemos entender los conceptos generales de los sistemas de refrigeración, esta es la base para describir la función de cada uno los componentes así como entender el comportamiento del refrigerante en el sistema.
3. La metodología adecuada para evaluar cada uno de los componentes del sistema eléctrico es fundamental en el diagnóstico, ya que estos pueden dar una falla innecesaria.
4. El procedimiento correcto facilita la visualización y reconocimiento de falla haciendo la reparación más eficaz.
5. Realizar el procedimiento adecuado en la deshidratación ó en la evacuación de refrigerante, da como resultado un incremento en la vida útil de nuestros equipos.

RECOMENDACIONES

1. La periodicidad de las revisiones y del mantenimiento son fundamentales para lograr optimizar los sistemas de refrigeración, evitando con ello daños mayores que implicarían un aumento en el costo de reparación.
2. Adquirir información de equipos con innovaciones buscando accesorios que puedan mejorar la eficiencia
3. Los requerimientos de un control efectivo en los circuitos eléctricos en el sistema de refrigeración son de aplicación continua y deben de llevar un registro para futuras reparaciones.
4. Con el procedimiento adecuado podemos mejorar los tiempos de reparación de los sistemas de refrigeración, ya que si no contamos con los repuestos necesarios se reduce su tiempo de trabajo efectivo.
5. Utilizar el equipo adecuado así como también el refrigerante, aceite y repuestos originales recomendados por el fabricante evita desperfectos innecesarios y deterioro prematuro en los accesorios del sistema de refrigeración.

REFERENCIAS

1. <http://www.mycommtty@prodigy.net.mx>, Agosto de 2006
2. Navarro, Francesc. **La Enciclopedia**. 1ra. Edición Tomo XIII. Colombia. Editorial Salvat Editores, S.A. 10,400pp.
3. <http://www.mycom@mayekawa.cpm.mx> Agosto 2006
4. <http://www.about.com> Agosto de 2006
5. Manual Carrier® Transucold
6. <http://www.ashrae.com/journal> Agosto 2006

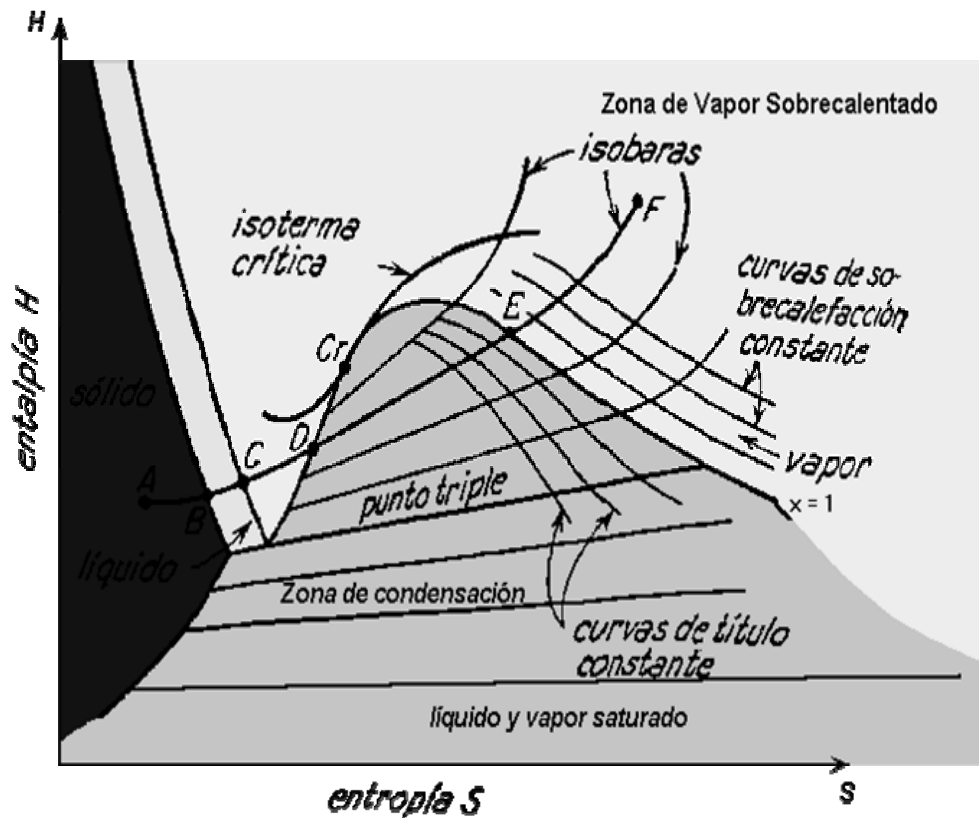
BIBLIOGRAFÍA

2. Galvadá M., Jaime. **Tecnología de Refrigeración y Aire Acondicionado**. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2000. 121pp.
3. Avallon, Eugene A., Theodore Baumeister III. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 3ª. Edición en español Tomos I y II. México. Editorial Mc-Graw Hill, S.A.
4. Kohan, Anthony B. **Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado**. 3ra. Edición en español Tomo I. Prince Hall, México, 1999. 368pp.
5. Bouquet Jhon F. **Principios de la Refrigeración**. 1ra. Edición en español Tomo I. Mexico. Editorial Mc-Graw Hill, S.A. 149pp.
6. Maltez Mendoza, José Luis **Manual de Instrucción Buenos Procedimientos de Refrigeración**. Claudio Miel Gómez, Traductor. Tomo I. Madrid, Editorial Mc-Graw Hill, S.A. Dic. 1994.

ANEXOS

ANEXO 1

Figura 17. Diagrama Presión – Entalpía o Diagrama De Molliere

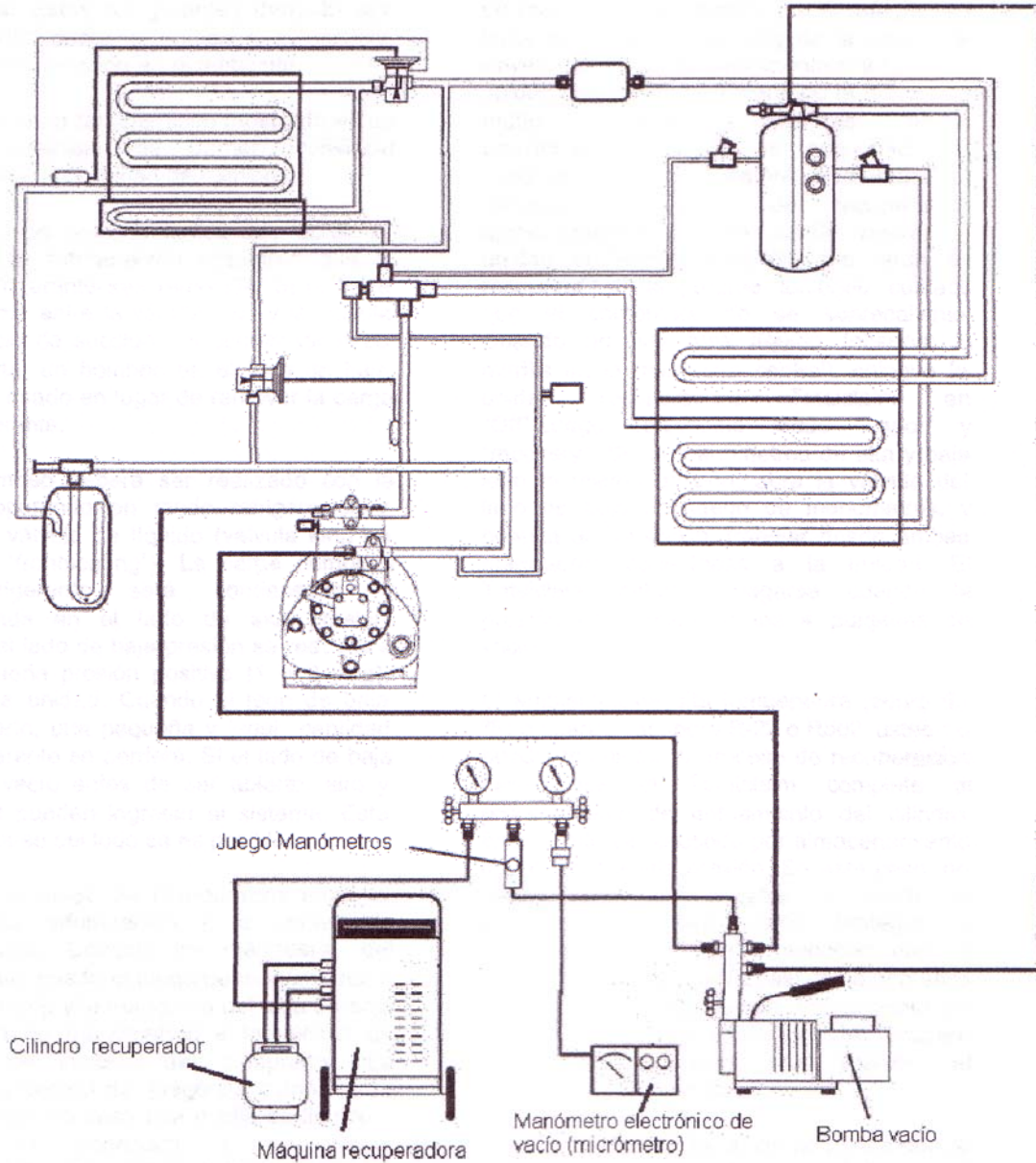


En el diagrama la *línea de saturación* (borde de la campana de cambio de fase) es una línea de importancia. Separa la zona de *líquido saturado* de la zona de *vapor sobrecalentado*. Dentro de la campana de cambio de fase las isóbaras se confunden con las isotermas. Es decir si la condensación es a presión constante, también será a temperatura constante. Una propiedad importante de estas líneas de condensación es que son *rectas*. El punto de origen del diagrama de Molliere (coordenadas 0) es a 1 atm. de presión y 0°C de temperatura. Allí se fija a la entropía y entalpía con valor 0. Los diagramas de Molliere usuales solo representan una *porción* del espacio completo H - S . Esta representación se limita a las temperaturas y presiones más usuales y en general se excluye la zona de líquido saturado o subsaturado.

Fuente: Manual Maycom® Mayekawa Pág.18

ANEXO 2

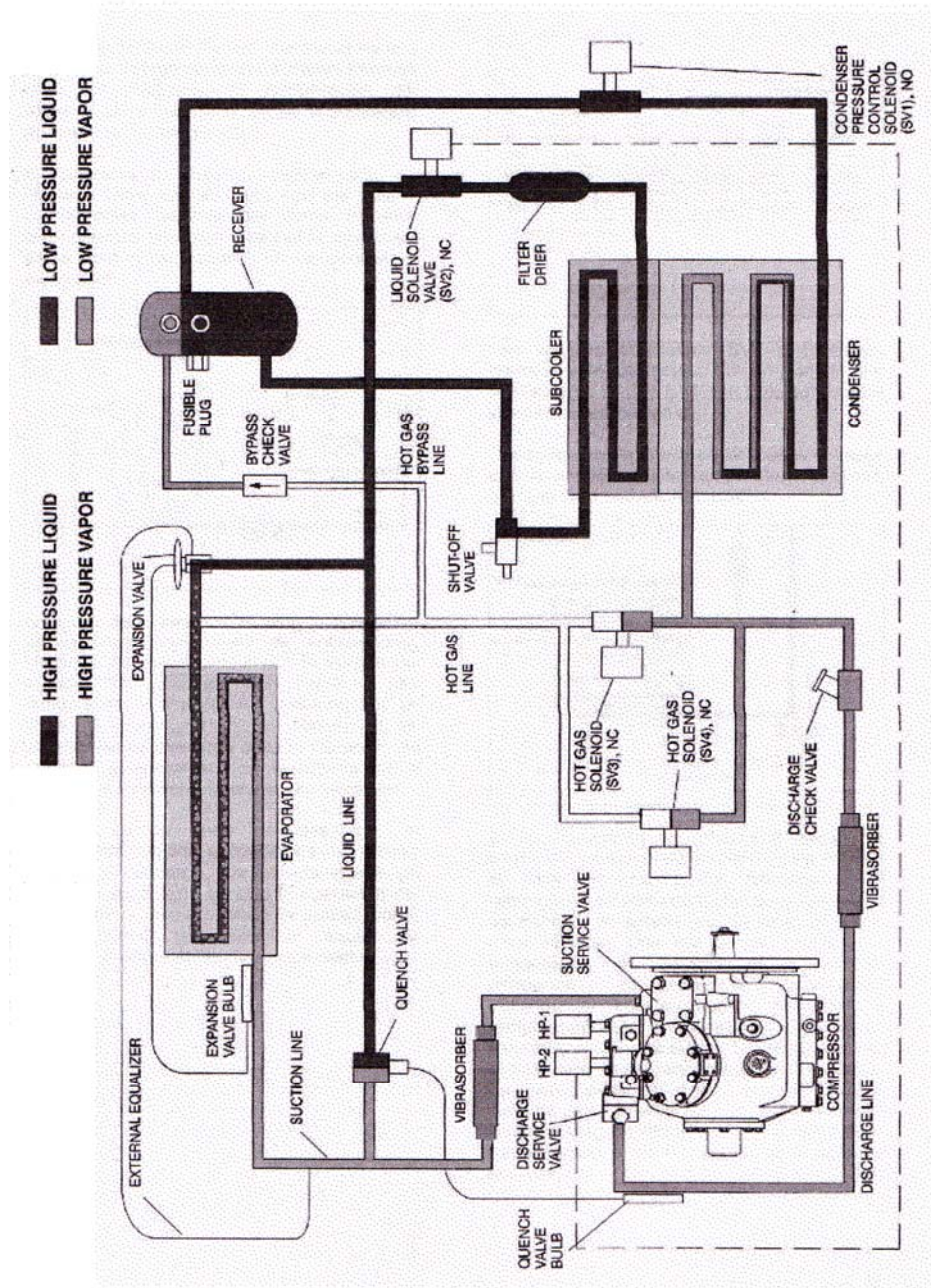
Figura 18. Recuperación de Refrigerante



Fuente: Manual Self – Paced Carrier® Pág. 68

ANEXO 3

Figura 19. Sistema de Refrigeración en Camión



Fuente: Manual Carrier® Transicold Pág. 6