



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

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD  
REFRIGERADA DE FURGONES**

**Axel Iván López Caal**

Asesorado por el Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD  
REFRIGERADA DE FURGONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**AXEL IVÁN LÓPEZ CAAL**

ASESORADO POR EL ING. LUIS ALFREDO ASTURIAS ZÚÑIGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD REFRIGERADA DE FURGONES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de marzo de 2015.

  
**Axel Iván López Caal**

Guatemala, 15 de julio de 2015

Ingeniero  
Roberto Guzmán Ortiz  
Director de escuela de Ingeniería Mecánica

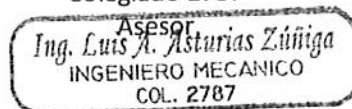
Ingeniero Guzmán

Le saludo atentamente informándole que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo graduación titulada MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD REFRIGERADA DE FURGONES, desarrollada por el estudiante Axel Iván López Caal.

Después de haber realizado todos los cambios necesarios y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, se ha cubierto el estudio planeado, habiendo proyectado un plan de ingeniería; en virtud me admito a recomendar su aprobación.

Atentamente

  
Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga  
Ingeniero Mecánico  
Colegiado 2787





**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.207.2015

El Coordinador del Área de Complementaria, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD REFRIGERADA DE FURGONES**, desarrollada por el estudiante **Axel Iván López Caal**, recomienda su aprobación.

**"Id y Enseñad a Todos"**



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador del Área de Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, julio de 2015.



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.260.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, del trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA UNIDADES REFRIGERADAS DE FURGONES** del Estudiante **Axel Iván López Caal**, carné **2009-24563**, procede a la autorización del mismo.

**"Id y Enseñad a Todos"**

  
Ing. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica




Guatemala, septiembre de 2015



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD REFRIGERADA DE FURGONES**, presentado por el estudiante universitario: **Axel Iván López Caal**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2015

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por su infinita misericordia y amor permitiéndome culminar una de las metas de mi vida. Porque me ha guiado a través de los años de estudio y me ha dado fortaleza.
- Mi madre** Aurelia Caal, quien supo enseñarme a conducir mis pasos por buen camino y enseñarme con amor, respeto y alegría a vencer cada uno de los retos de la vida.
- Mi esposa** Consuelo del Rosario Soto, quien ha estado a mi lado y me ha regalado su compañía en los momentos difíciles y junto a ella he sido capaz de tener el privilegio de ser padre.
- Mis hermanos** Alan Gildardo y Edy David López Caal, quienes fueron apoyo en todo momento a lo largo de mi carrera universitaria y en mi vida, quienes han sido fuente de inspiración y ejemplo como hermanos mayores.
- Mi tío** José Gilberto Caal, quien estuvo a mi lado durante mi vida brindándome su apoyo y su cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por darme la oportunidad de lograr cada una de las metas que he trazado en mi vida, por darme una madre tan maravillosa, y brindarme la oportunidad de ser padre.
- Mi madre** Por su esfuerzo y dedicación para brindarme los estudios necesarios y luchar siempre por educarme como un hombre de principios y valores.
- Mi esposa** Porque a su lado aprendí cómo ser más fuerte cada día.
- Mis hermanos** Por brindarme siempre protección y apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	1
1.1. Refrigeración .....	1
1.2. Refrigerante.....	1
1.3. Transferencia de calor.....	2
1.4. Descripción de un compresor.....	3
1.5. Descripción de un condensador .....	3
1.6. Descripción de un dispositivo de expansión .....	3
1.7. Descripción de un evaporador.....	4
1.8. Capacidad frigorífica.....	4
2. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PARA FURGONES.....	5
2.1. Unidades refrigeradas para furgones .....	7
2.2. Unidad tipo independiente .....	7
2.3. Componentes de unidad refrigerada tipo independiente .....	8
2.3.1. Compresor.....	8
2.3.2. Dispositivos de seguridad del compresor .....	9
2.3.3. Aceite del compresor .....	11
2.3.4. Antivibradores.....	12

2.3.5.	Interruptor de deshielo .....	13
2.3.6.	Válvula de tres vías .....	13
2.3.7.	Sensor de temperatura de aire .....	15
2.3.8.	Ventiladores del evaporador.....	16
2.3.9.	Evaporador .....	18
2.3.10.	Condensador/radiador.....	20
2.3.11.	Ventilador del condensador .....	21
2.3.12.	Fajas de transmisión .....	21
2.3.13.	Motor diésel.....	27
2.3.14.	Dispositivos de seguridad del motor.....	28
2.3.15.	Aceite de motor .....	30
2.3.16.	Embrague de motor/compresor .....	31
2.3.17.	Filtros del motor diésel .....	33
2.3.18.	Control cabina .....	35
2.3.19.	Microprocesador.....	42
2.4.	Unidad tipo dependiente .....	48
3.	MANTENIMIENTO DE UNIDADES TIPO INDEPENDIENTES.....	55
3.1.	Mantenimiento preventivo .....	55
3.2.	Etapas del mantenimiento.....	55
3.2.1.	Mantenimiento de 250 horas.....	56
3.2.2.	Mantenimiento de 1 000 horas .....	57
3.2.3.	Mantenimiento de 5 000 horas .....	60
3.2.4.	Mantenimiento de 12 000 horas .....	61
3.3.	Mantenimiento de los serpentines del condensador y del evaporador .....	64
3.4.	Mantenimiento predictivo .....	65
3.5.	Mantenimiento del sistema eléctrico en general .....	66

3.5.1.	Mantenimiento de sensores y dispositivos de protección .....	67
3.5.2.	Mantenimiento de alternador y motor de arranque .....	70
3.5.3.	Mantenimiento de batería de unidad refrigerada ....	71
3.6.	Ventajas del mantenimiento en los tiempos requeridos .....	72
4.	MANTENIMIENTO DE UNIDADES TIPO DEPENDIENTES.....	73
4.1.	Mantenimiento preventivo y predictivo.....	74
4.2.	Mantenimiento de serpentines de evaporador y condensador .....	74
4.3.	Mantenimiento del compresor .....	76
4.3.1.	Mantenimiento de 250 horas .....	77
4.3.2.	Mantenimiento de 500 horas .....	77
4.3.3.	Mantenimiento de 1 000 horas .....	78
4.4.	Mantenimiento del sistema eléctrico en general.....	79
4.5.	Mantenimiento de sensores de protección .....	80
4.6.	Mantenimiento de electro-ventiladores del condensador y evaporador .....	81
	CONCLUSIONES .....	83
	RECOMENDACIONES.....	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	87



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Sistema de refrigeración por compresión para furgones.....	6
2.	Válvula de tres vías en posición de enfriamiento .....	14
3.	Válvula de tres vías en posición de deshielo.....	15
4.	Faja tipo trapezoidal con flancos abiertos y ranurado interior .....	23
5.	Procedimiento para verificar tensado de fajas de forma empírica .....	25
6.	Procedimiento para verificar tensado de fajas tensiómetro simple.....	26
7.	Procedimiento para verificar tensado de fajas tensiómetro doble .....	27
8.	Control cabina de una unidad tipo independiente .....	35
9.	Sistema de refrigeración para unidades dependientes .....	49
10.	Control cabina para unidad tipo dependiente, señales luminosas.....	50
11.	Control cabina para unidad tipo dependiente descripción de las teclas.....	51
12.	Mantenimiento serpentines de unidad refrigerada .....	65
13.	Partes internas de un alternador .....	71

### TABLAS

I.	Borrar alarma de la memoria del microprocesador .....	41
II.	Configuración del microprocesador para unidad independiente .....	43
III.	Configuración para el microprocesador.....	44
IV.	Parámetros de funcionamiento para unidades independientes.....	45
V.	Códigos de funcionamiento del equipo .....	46
VI.	Alarmas de unidad tipo independiente .....	47

VII.	Configuración del microprocesador de una unidad dependiente .....	52
VIII.	Códigos de alarma de una unidad dependiente .....	53
IX.	Operaciones del mantenimiento de 250 horas. ....	56
X.	Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas I.....	58
XI.	Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas II.....	58
XII.	Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas III.....	59
XIII.	Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas IV .....	59
XIV.	Operaciones del mantenimiento de 5 000 horas .....	61
XV.	Operaciones del mantenimiento de 12 000 horas.....	63
XVI.	Consejos para diagnosticar fallas en el sistema eléctrico.....	66
XVII.	Valores de resistencia en ohmios de los sensores de protección.....	69
XVIII.	Datos de referencia del compresor TM 16.....	76
XIX.	Operaciones del mantenimiento de 250 horas unidades dependientes .....	77
XX.	Operaciones del mantenimiento de 500 horas unidades dependientes .....	78
XXI.	Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas unidades dependientes .....	79
XXII.	Especificaciones para el mantenimiento del sistema eléctrico .....	80
XXIII.	Tipo de operación de los sensores de protección.....	81
XXIV.	Característica de electroventiladores.....	82



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CC</b>	Centímetros cúbicos
<b>HCFC</b>	Hidroclorofluorocarbono
<b>HFC</b>	Hidrofluorocarbono
<b>N</b>	Newton
<b>CFM</b>	Pies cúbicos por minuto
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>BTU</b>	Unidad térmica británica, unidad de energía



## GLOSARIO

<b>Aspas</b>	Mecanismo exterior de un ventilador con forma de cruz o equis.
<b>Bendix</b>	Mecanismo de engranaje utilizado en motores de arranque.
<b>Bimetálico</b>	Objeto compuesto de dos o más metales juntos.
<b>Chaveta</b>	Pieza de sección rectangular o cuadrada que se inserta sobre dos elementos que deben ser solidarios entre sí, para evitar el deslizamiento de una pieza sobre la otra.
<b>Devanado</b>	Hilo conductor, enrollado y aislado empleado en circuitos eléctrico.
<b>Electromagnético</b>	Objeto que funciona bajo los fenómenos de eléctricos y magnéticos.
<b>Escarcha</b>	Capa de hielo cristalino que se forma capas sobre superficies expuestas a la intemperie o a temperaturas bajo cero.
<b>Flanco</b>	Transición del nivel alto al bajo o del bajo al alto en una faja.

<b>Fricción</b>	Fuerza de contacto que actúa para oponerse al movimiento deslizando entre superficies.
<b>Herrumbre</b>	Óxido de hierro de color naranja rojizo semioscuro.
<b>Mampara</b>	Estructura divisoria de dos espacios.
<b>Punto de consigna</b>	Temperatura deseada en un lugar determinado.
<b>Serpentín</b>	Tubo de forma frecuente espiral utilizado para enfriar vapores.
<b>Solenoides</b>	Dispositivo físico capaz de crear un campo magnético sumamente intenso en su interior y débil en su exterior.
<b>Sonda de temperatura</b>	Dispositivo para medir la temperatura y transmitirla.
<b>Tolva</b>	Dispositivo similar a un embudo destinada para utilizarse como depósito de materiales.
<b>Viscosidad</b>	Propiedad de los fluidos que mide la resistencia de los líquidos al desplazarse libremente. Esto debido a las fuerzas de cohesión moleculares.

## **RESUMEN**

En el siguiente trabajo de graduación se desarrolla un manual de mantenimiento sobre equipos de refrigeración de transporte, en el cual se destacan y se describen los elementos más importantes que estas máquinas requieren para su funcionamiento, así como su manejo y su acción durante el funcionamiento. También se definen los diferentes arreglos de estas maquinarias que son las unidades dependientes e independientes.

Se definen las rutinas de mantenimiento adecuadas para cada tipo de unidad, según los periodos de tiempo de funcionamiento de la máquina. En estos se considera conveniente la intervención del personal técnico de mantenimiento para verificar el estado en el que se encuentran los componentes principales de la máquina. Con esto se toman acciones preventivas y correctivas con la finalidad de prolongar el buen funcionamiento del equipo y permite que la máquina alcance su tiempo de vida útil. Evita con esto los desperfectos prematuros en los equipos y el colapso de los mismos.



# OBJETIVOS

## General

Realizar un manual de mantenimiento para las unidades refrigeradas de furgones.

## Específicos

1. Describir diferentes tipos de equipos de refrigeración de transporte.
2. Definir el funcionamiento de los componentes de un equipo básico de refrigeración de transporte.
3. Identificar cada una de las fallas de un equipo.
4. Realizar una guía para mantenimiento preventivo que ayude a evitar fallas en los equipos.





## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la refrigeración es indispensable en la vida cotidiana, ya que interviene de forma continua y fundamental para la preservación de productos que requieren almacenaje a temperaturas específicas para su preservación. En las industrias se genera cada día más la necesidad de transportar productos alimenticios o materias primas de un lugar a otro. Para ello es necesario contar con vehículos con compartimientos refrigerados para que el traslado de estos productos sea posible y que estos guarden los estándares de calidad que su naturaleza requiere.

Actualmente se cuenta con equipos de refrigeración de transporte que llenan las necesidades de estas industrias. Las mismas tecnologías adaptables para las diferentes necesidades de temperaturas debido a la diversidad de productos que requieren de la refrigeración. Estos equipos, a su vez, aun con una manufactura de sus componentes de alta calidad sufren desgastes ocasionados por las condiciones climáticas desfavorables, largos periodos de trabajo y muchas veces el descuido o la falta de un buen mantenimiento preventivo. Esto puede ser por desconocimiento acerca del equipo y el cuidado que debe tenerse para cada uno sus componentes, además de la importancia del mantenimiento.

Siendo estas las principales causas por las cuales surgen las necesidades de un Departamento Técnico de Mantenimiento, que esté a su vez suficientemente capacitado y con el conocimiento para ser el encargado de realizar un mantenimiento preventivo adecuado. También detectar fallas de los equipos para reducir averías mayores lo cual generaría un alto costo de

reparación, llevar el control del mantenimiento de los equipos para prolongar vida útil y así brindar a las industrias la confiabilidad y la cobertura de las necesidades del transporte refrigerado, para que operen de forma continua.

# **1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

Es un conjunto de componentes que al interactuar son capaces de extraer calor de un lugar, cuerpo o sustancia. Esto mediante la acción de un fluido que contiene características especiales y sufre cambios físicos y químicos mediante el proceso llamado ciclo de refrigeración.

Existen diferentes tipos de sistemas de refrigeración, entre ellos se menciona: por absorción, en cascada, de usos múltiples con un solo compresor y por compresión que es la utilizada en la refrigeración para transporte.

La refrigeración por compresión consiste en forzar mecánicamente la circulación de un refrigerante en un circuito cerrado. Esto crea zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en el evaporador y lo ceda en el condensador.

## **1.1. Refrigeración**

Es definida como la transferencia de calor de un lugar donde no es deseada, a un lugar donde es inobjetable. Esta transferencia generalmente tiene por objeto bajar la temperatura del espacio o sustancia refrigerada.

## **1.2. Refrigerante**

Es un producto químico, líquido o gaseoso fácilmente licuable. Es el elemento fundamental que produce el efecto de refrigeración pues es utilizado como medio transmisor de calor entre otros dos, en una máquina térmica. Entre

los más utilizados están: los inorgánicos como el amoníaco y el agua, los orgánicos que son derivados de los hidrocarburos o gases freón.

### **1.3. Transferencia de calor**

Es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor a otro de menor temperatura. Esta transferencia siempre ocurre desde un cuerpo de mayor a uno de menor temperatura, jamás ocurre de forma contraria como resultado el segundo principio de la termodinámica. Entre las formas de transferencia de calor que actúan en un sistema de refrigeración se pueden mencionar:

- Transferencia de calor por convección

Se produce por medio de un fluido (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas de diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. En refrigeración se habla de desplazamiento de densidades así el aire frío que desciende y desplaza al aire caliente hacia arriba para transportar el calor a un lugar donde no es necesario.

- Transferencia de calor por conducción: es la transferencia de calor que se produce a través de un medio estacionario que puede ser un sólido cuando existe una diferencia de temperatura.
- Transferencia de calor por radiación: se puede atribuir a cambio en las configuraciones electrónicas de las moléculas constitutivas. En ausencia de un medio, existe una transferencia de calor neta por radiación entre dos superficies de diferente temperatura.

#### **1.4. Descripción de un compresor**

Es una máquina de fluido construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles como lo son los gases y vapores.

#### **1.5. Descripción de un condensador**

Es un cambiador de calor latente cuya función principal en una máquina frigorífica es disipar el calor absorbido en el evaporador y de la energía del compresor mediante el refrigerante. La condensación es posible mediante la utilización de aire o agua para el caso de una máquina frigorífica. Esta se lleva a cabo por aire mediante un ventilador. En un sistema de refrigeración de transporte; el condensador también es llamado condensador radiador, ya que comparte su estructura con el radiador de un motor diésel.

#### **1.6. Descripción de un dispositivo de expansión**

Es un elemento que disminuye la presión de un fluido pasando de un estado de mayor presión y temperatura a un estado de menor presión y temperatura. Al producirse la expansión del líquido, en un ambiente de menor presión, se evapora parcialmente reduciendo la temperatura al absorber calor latente de él mismo.

A su salida se pretende tener un aerosol, pequeñas gotas de refrigerante en suspensión, que facilite la posterior evaporación. En refrigeración es amplio el uso de estos dispositivos siendo los más comunes: tubo capilar, válvula de expansión termostática.

En los equipos de refrigeración para transporte el tipo de dispositivo de expansión utilizado es la válvula de expansión termostática. El control se efectúa por el grado de recalentamiento del gas de admisión que sale del evaporador. La válvula de expansión termostática regula el caudal de líquido refrigerante en función de la evaporación por unidad de tiempo en el evaporador.

### **1.7. Descripción de un evaporador**

Es un intercambiador de calor de un sistema de refrigeración. El calor pasa desde la sustancia que se va a enfriar hasta el refrigerante en ebullición. El fin de un sistema de refrigeración es absorber calor del aire, agua o cualquier otro elemento realizándose esta operación en el evaporador.

### **1.8. Capacidad frigorífica**

Es la medida de la potencia de un sistema de refrigeración que indica la cantidad de calor que es capaz de absorber (expresada en frigorías o BTU/hora) en un periodo de tiempo.

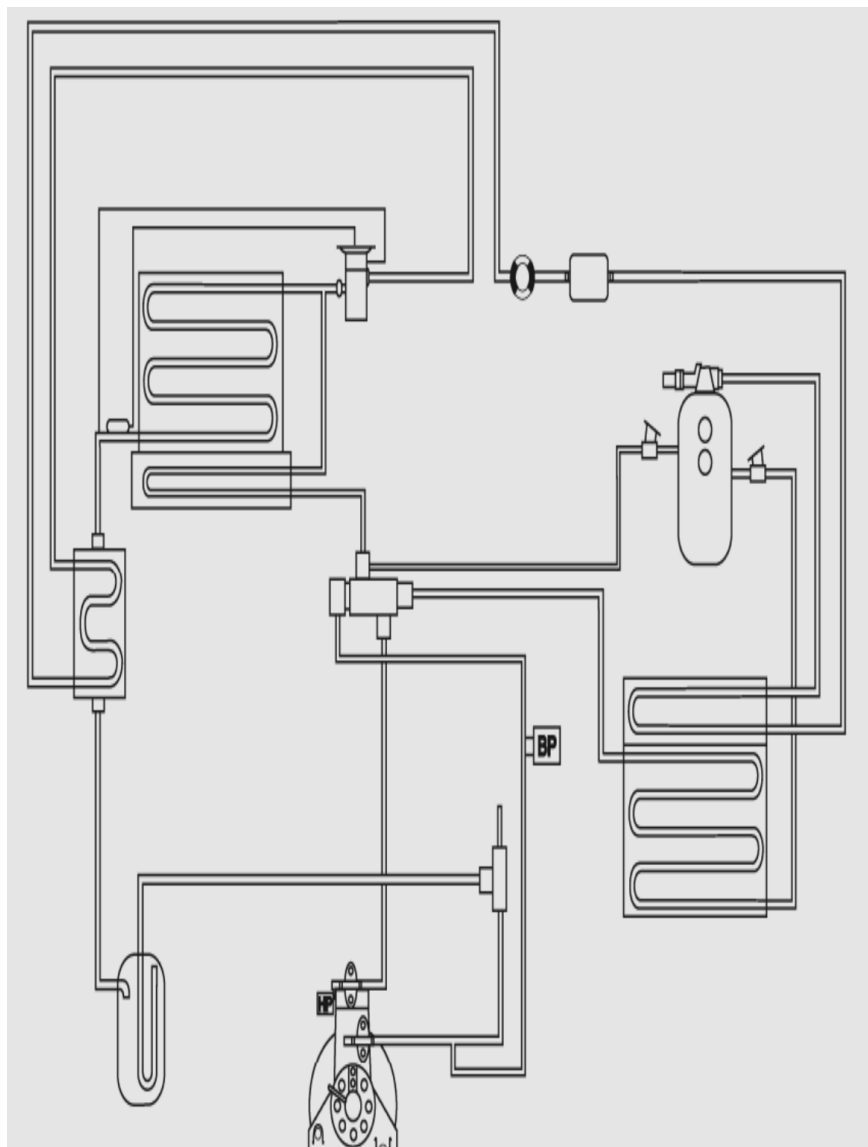
## 2. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PARA FURGONES

Los sistemas de refrigeración utilizados en furgones son sistemas de refrigeración por compresión mecánica en los cuales el compresor obtiene el movimiento giratorio de un motor de combustión interna (diésel). Este puede ser un arreglo de la unidad refrigeradora o un arreglo de una unidad que utilice el motor del vehículo de transporte para impulsar al compresor del sistema de refrigeración. Este sistema contiene los componentes básicos del sistema de refrigeración compresor, condensador, dispositivo de expansión y evaporador.

Estos sistemas de refrigeración a diferencia de los comerciales que usan resistencias eléctricas para el proceso de deshielo del evaporador, utilizan gas caliente o sistema de *bypass*. Esto consiste en ingresar gas proveniente del compresor hacia el evaporador, para lograr eliminar el hielo formador en la superficie, debido a las bajas temperaturas de trabajo, con la ayuda de un dispositivo llamado válvula de tres vías. Además la aplicación permite realizar intercambios de energía calórica en procesos que requieren ganancias o pérdidas de calor según sea la necesidad.

La transmisión de calor en los intercambiadores de calor principales (condensador y evaporador) se logra mediante la ventilación forzada. El condensador consiste en un ventilador impulsado por la acción motriz de un motor diésel, y el evaporador consiste en un arreglo de ventiladores eléctricos que son los encargados de circular el aire dentro del furgón para extraer el calor y enfocarlo hacia la superficie del evaporador.

Figura 1. **Sistema de refrigeración por compresión para furgones**



Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht).

Consulta: 5 de marzo de 1999.



## **2.1. Unidades refrigeradas para furgones**

Existen dos tipos de unidades refrigeradas para furgones: las que utilizan un motor diésel por adjunto al sistema de refrigeración como medio impulsor del compresor las llamadas unidades independientes y las que utilizan el motor del vehículo que la transporta como medio impulsor del compresor: unidades tipo dependientes o de velocidad variable. Puesto que las unidades de velocidad variable dependen del motor del vehículo para su funcionamiento, las fallas que afecten al motor del vehículo también afectarán el funcionamiento de la unidad refrigerada.

Ambos tipos utilizan el sistema de deshielo por gas caliente. Es común que las unidades del tipo independiente utilicen como refrigerante el gas R 404 A en todas sus aplicaciones, ya que son utilizadas a temperaturas de congelamiento. Mientras que las unidades del tipo dependiente o de velocidad variable utilizan gas R 404 A en algunas aplicaciones y el R 134 A para otras aplicaciones que requieren de menor capacidad frigorífica o lo que se llaman unidades de enfriamiento.

## **2.2. Unidad tipo independiente**

Es la unidad cuyo arreglo constituye un motor diésel adjunto al sistema de refrigeración como medio impulsor del compresor, el cual lleva a cabo la transmisión del movimiento por medio de fajas. A continuación los principales componentes de las unidades tipo independientes.

## **2.3. Componentes de unidad refrigerada tipo independiente**

Entre los principales componentes de las unidades refrigeradas tipo dependiente se encuentran: compresor, dispositivos de seguridad del compresor, antivibradores, interruptores de deshielo, válvula de tres vías, sensor de temperatura de aire, motor diésel, control cabina. Estas se describen a continuación.

### **2.3.1. Compresor**

El compresor de una unidad independiente es un compresor alternativo de dos o cuatro cilindros. Comúnmente se denotan con los modelos: 05K2 Y 05K4 en los que las primeras tres letras hacen referencia al tipo de unidad a la que pertenecen (unidad tipo independiente) y los números 2 y 4 al número de cilindros del compresor. Siendo la capacidad del compresor 05K2 igual a 12 CFM (pies cúbicos por minuto) y para el compresor 05K4 24 CFM.

Es el encargado de mantener en circulación el refrigerante dentro del sistema de refrigeración para que se lleven a cabo el ciclo generando una zona de alta presión. Aproximadamente 325 psi en condiciones de presión atmosférica y temperatura estándar y zonas de baja presión aproximadamente 25 psi bajo las mismas condiciones. Estas presiones varían dependiendo de las condiciones de trabajo siendo el clima uno de los factores externos teniendo como límite rangos entre  $\pm 10$  psi para el caso de la alta presión y  $\pm 5$  psi para el caso de la zona de baja presión.

Una falla que eleve o disminuya los rangos de presiones admisibles en el compresor y ocasionará que se activen sus dispositivos de seguridad. Estos están diseñados para detectar este tipo de anomalía y detener el

funcionamiento de la unidad refrigerada para proteger al compresor de alguna avería mayor y el técnico de mantenimiento pueda verificar y rectificar la falla a tiempo.

Es importante destacar que las variaciones de las presiones en el compresor no son indicio único de falla en los compresores, ya que factores externos al compresor dentro del sistema también pueden variar. Las presiones que cambian son: una carga inadecuada de refrigerante en el sistema, humedad dentro del sistema, dispositivos de ventilación en mal estado, tuberías del sistema obstruidas, entre otras.

### **2.3.2. Dispositivos de seguridad del compresor**

Son componentes bimetálicos cuyas funciones son proteger el compresor de alguna avería manteniéndolo siempre al margen de los estándares del funcionamiento. Algunos ejemplos son: temperatura del compresor, presión de aceite, presión de descarga, presión de succión.

Estos se encuentran ubicados estratégicamente en el arreglo del compresor. Cada uno de los parámetros es medido en un punto aceptable para el funcionamiento del compresor.

Entre estos dispositivos de protección para el compresor se pueden encontrar:

- Interruptor de baja presión Transducer: este dispositivo es el encargado de verificar la presión de absorción del refrigerante de retorno proveniente del evaporador hacia el compresor o la baja presión. Se ubica a la entrada de la succión del compresor conectado al plato de

válvulas con una “T” de cobre. Es un dispositivo de conexión del tipo hembra. Este dispositivo envía la información continuamente sobre la presión de absorción hacia el control cabina, donde el operador corrobora si esta es correcta. Si lo anterior es correcto y muy baja, se abre, desconectando el compresor para evitar que trabaje con poca carga de refrigerante, vacío, ya que ocasiona daños internos del compresor y posiblemente alta temperatura de trabajo.

- Interruptor de alta presión: este dispositivo es el encargado de verificar la presión de compresión en la salida del plato de válvulas de la descarga, y también es del tipo de conexión macho. Al igual que el de baja presión mantiene un registro de información que se lee en el control cabina de la unidad refrigerada donde el operador verifica las presiones de trabajo. Este dispositivo se mantiene en el circuito cerrado, cuando el compresor trabaja a presiones estándares, si la presión varía de forma tal que sobre pasa los límites establecidos, se abre y corta el circuito haciendo que el sistema se apague para proteger al compresor.

Cabe mencionar que es mucho más peligroso el funcionamiento de un compresor con altas presiones de trabajo que con bajas presiones. Esto por los daños internos al motor ocasionados por la alta presión que van desde la ruptura de las lengüetas en el plato de válvulas hasta la fractura del *block* del compresor según sea el caso y el tiempo de trabajo.

- Sensor de temperatura de descarga del compresor (CDT): reconocido como CDT por su nombre en inglés. Es un componente que se utiliza para medir la temperatura en la descarga del compresor para tener mayor información y mejor control de su funcionamiento. Se encuentra conectado en el plato de válvulas mediante una “T” de cobre es un

componente de conexión del tipo hembra muy cercano al sensor de presión de descarga. Al igual que los anteriores este dispositivo envía una señal constante hacia el control cabina de la unidad para mantener constantemente el control de la temperatura de descarga el cual debe oscilar entre los 250 y 270 °F según las condiciones climáticas y de operación de la unidad.

En conjunto con el sensor de presión de descarga protegen al compresor de la alta presión y temperatura de trabajo, ya que la temperatura es directamente proporcional a la presión de trabajo del mismo. Además se maneja entre estos estándares para mantener la viscosidad del aceite del compresor, pues de lo contrario perdería su viscosidad y la lubricación sería ineficiente.

### **2.3.3. Aceite del compresor**

El aceite del compresor de una unidad tipo independiente es un aceite sintético poliolester, el cual además de tener las características lubricantes de un aceite tiene una característica llamada higroscopia que absorbe humedad y se encuentra en el medio circundante. Por esta razón es de suma importancia su manejo adecuado para evitar humedad dentro del sistema de refrigeración. Cada compresor de unidades independientes requiere de entre 2,5 y 3,7 litros de aceite para su buen funcionamiento. Tiene un tiempo de vida aproximadamente de 4 000 horas de trabajo del compresor. Por ello debe manipularse adecuadamente a la hora de hacer el cambio o la carga del mismo al compresor.

Además, es un aceite con la peculiaridad que puede utilizarse para aplicaciones con diversos refrigerantes, por ejemplo: HFC R 134-A, R 404-A, R

407-C, 410-A y los del tipo HCFC como el R-22. Característica que no se encuentra en los aceites acapella que requieren aplicaciones específicas para los distintos tipos de refrigerantes.

Se recomienda mantener lo más herméticamente posible los recipientes de almacenaje de estos aceites, pues tienden a absorber humedad del aire ocasionando daños en los sistemas de refrigeración, debido al taponamiento en el dispositivo de expansión que cuenta con tuberías de pequeño diámetro interno. Además la rápida oxidación de los componentes internos del compresor.

#### **2.3.4. Antivibradores**

Son tubos de red de cobre que se utilizan para amortiguar o disminuir las vibraciones en los tubos de descarga y succión a la salida y entrada del compresor. Estos elementos son de gran importancia y de gran cuidado, ya que las redes de cobre tienden a deshilarse y provocar fugas de gas, sirven como punto de absorción de energía para que las soldaduras y vueltas de las tuberías no se fracturen y creen fugas de refrigerante en el sistema.

Es importante destacar que son elementos de alta durabilidad, pero el técnico de mantenimiento debe prolongar la limpieza en la superficie externa del componente, pues en ella se esconden fugas que se detectan fácilmente por las manchas de aceite. Este dispositivo falla comúnmente cuando se ha realizado algún trabajo de soldadura en las cercanías al mismo, por ello se recomienda mantenerlo húmedo en el momento en el que se esté reparando una fuga con soldadura.

### **2.3.5. Interruptor de deshielo**

Es conocido con su nombre comercial clixon de deshielo. Es uno de los elementos más importantes del sistema de refrigeración pues ante las bajas temperaturas, el evaporador suele saturarse de hielo. Esto obstaculiza el paso del aire frío hacia el furgón o espacio a refrigerar provocando deficiencia en el ciclo de refrigeración.

Este dispositivo se encuentra ubicado en la esquina inferior izquierda del evaporador internamente (en la última vuelta de la tubería del evaporador). Es el encargado de medir su temperatura y si está por debajo de los límites establecidos envía una señal electromagnética hacia bobina ubicada en la válvula de tres vías, (se describe más adelante), para que cambie el flujo de gas caliente que comúnmente va hacia el condensador y pasarlo hacia el evaporador. Así también cambia el modo de refrigeración de la unidad a modo de calefacción, en donde la temperatura del gas caliente derrite el hielo que se forma en las superficies del evaporador.

A su vez este clixon de deshielo es el encargado de enviar la señal hacia la válvula de tres vías indicando cuándo debe finalizar el modo de calefacción de la unidad refrigerada. Esto para que la ganancia de calor dentro del furgón no sea excesiva y lleve siempre un control en la temperatura de trabajo.

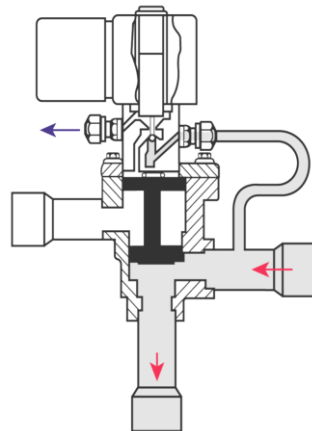
### **2.3.6. Válvula de tres vías**

Es un dispositivo con cuerpo de cobre por donde circula el gas caliente proveniente del compresor y se encarga de direccionarlo hacia el condensador (cuando está en modo de enfriamiento) o hacia el evaporador (cuando la unidad se encuentra en modo de calefacción). Esto mediante un arreglo interno que le

permite cumplir con esta función de ahí su nombre de “válvula de tres vías”. En su interior se encuentra un dispositivo metálico cilíndrico llamado vástago de la válvula de tres vías encargado del desvío del flujo de gas caliente. Se conecta hacia una válvula solenoide la recibe una señal eléctrica desde el clixon de deshielo indicando cuando es necesario que circule una porción de gas caliente hacia el evaporador de la unidad refrigerada.

Comúnmente esta válvula se encuentra en la posición de enfriamiento y marca si se está cumpliendo con el ciclo de refrigeración donde el gas caliente, que proviene del compresor, pasa al condensador y hacia la válvula de expansión abriendo paso hacia el evaporador. En esta posición el clixon de deshielo no ha enviado ninguna señal hacia la bobina de la válvula de tres vías. Por lo cual el vástago interno de la válvula se encuentra en su posición inferior bloqueando el paso de gas caliente hacia el evaporador.

Figura 2. **Válvula de tres vías en posición de enfriamiento**

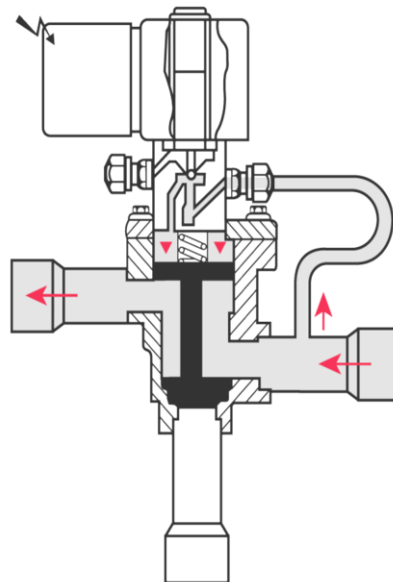


Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht). Consulta: 5 de marzo de 1999.



Cuando el clixon de deshielo envía la señal hacia la válvula de tres vías porque el evaporador se encuentra saturado de hielo; el vástago de la válvula se contrae llegando a la posición dos liberando el paso a una porción de gas caliente, hacia un arreglo especial en el evaporador de la unidad refrigerada. Esta debe ser suficiente para lograr desbloquear el evaporador de las capas de hielo que se forman por las bajas temperaturas de trabajo.

Figura 3. **Válvula de tres vías en posición de deshielo**



Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht).

Consulta: 5 de marzo de 1999.

### 2.3.7. **Sensor de temperatura de aire**

Su nombre en inglés es termostato en los sistemas de refrigeración comercial; es el encargado de monitorear la temperatura dentro del furgón refrigerado. Este envía una señal electrónicamente hacia el control cabina de la

unidad e indica al operario de la unidad la temperatura a la que se encuentra el espacio refrigerado.

También conocido por sus siglas en inglés RAS (*return air sensor*). Sensor de aire de retorno, es un dispositivo del tipo electrónico que consta con una sonda metálica en cuyo interior se encuentra un dispositivo electrónico sensible a las variaciones de temperatura. Se ubica en la parte inferior izquierda del evaporador a la entrada del aire que retorna al mismo para dar una lectura precisa de la temperatura que se está manejando dentro del furgón refrigerado.

Las funciones del sensor de temperatura de aire son: indicar la temperatura a la cual se encuentra el furgón refrigerado, detener el funcionamiento del motor diésel cuando se ha alcanzado la temperatura de trabajo (conocida también como punto de consigna) y accionar nuevamente el motor diésel cuando la temperatura del furgón alcance el límite establecido en el punto de consigna.

Este dispositivo es de larga vida útil de funcionamiento se estima entre 5 y 7 años. Las fallas pueden detectarse fácilmente, las más comunes son: lectura errónea de la temperatura interna del furgón, el motor funciona continuamente (sin detenerse al alcanzar el punto de consigna establecido por el operario), el motor no arranca en el límite establecido en el punto de consigna, la lectura de la temperatura oscila continua y repentinamente.

### **2.3.8. Ventiladores del evaporador**

Son dispositivos eléctricos del tipo abierto que utilizan 12 voltios para su funcionamiento. Estos son los encargados de hacer circular el aire dentro del furgón tomando aire del ambiente y haciéndolo pasar por las tuberías, a baja

temperatura del evaporador, teniendo como resultado aire frío dirigido hacia el furgón logrando la transferencia de calor por convección, que ocurre cuando el aire frío desplaza al aire caliente hacia las cercanías del evaporador debido a la diferencia de densidad entre estos.

La mayor parte de modelos de unidades refrigeradas para furgón utilizan tres ventiladores en el evaporador de capacidades variables, según la capacidad frigorífica de cada unidad. Entre las capacidades se pueden mencionar: 1/6, 1/5 y 1/3 de caballos de fuerza, los cuales deben ser capaces de hacer circular en conjunto como mínimo 630 CFM para que la transmisión de calor sea eficiente y se logren mantener las temperaturas necesarias de cada producto.

La detección de fallas de estos dispositivos consiste en verificar que su eje este alineado y que no oscile en pleno funcionamiento. El eje debe de girar libremente sin atascamiento, y que el color de sus devanados y bobinas no se encuentren oscurecidos, de lo contrario se puede buscar algún fusible quemado. Esto sucede frecuentemente por la ruptura de estos, debido al alto porcentaje de calor ocasionado por el flujo eléctrico y las condiciones de trabajo.

Una de las consecuencias de los ventiladores averiados es el congelamiento parcial o total del evaporador debido a la falta de extracción del frío de su superficie. Esto es fácilmente detectable, ya que basta con una inspección visual a la superficie del evaporador para verificar el escarache en su superficie.

Cada ventilador cuenta en su interior con un juego de dos carbones cada uno, y suelen ser puntos de falla en los mismos; esto debido al desgaste normal

o la fractura anormal, cuyo origen proviene de las vibraciones en el funcionamiento de los ventiladores. Los mismos son ocasionados comúnmente por una mala instalación durante el reemplazo o reinstalación después de una rutina de mantenimiento.

### **2.3.9. Evaporador**

En los sistemas de refrigeración para transporte el evaporador opera como intercambiador de calor, por cuyo interior fluye el refrigerante el cual cambia su estado de líquido a vapor. Este cambio de estado permite absorber el calor sensible contenido alrededor del evaporador y de esta manera el gas, al abandonar el evaporador lo hace con una energía interna notablemente superior debido al aumento de su entalpía, cumpliéndose así el fenómeno de refrigeración.

El flujo de refrigerante en estado líquido es controlado por la válvula de expansión generando una abrupta caída de presión en la entrada del evaporador. En los sistemas de expansión directa, como es el caso de la refrigeración de transportes, esta válvula despiden una fina mezcla de líquido y vapor a baja presión y temperatura. Debido a las propiedades termodinámicas de los gases refrigerantes, este descenso de presión está asociado a un cambio de estado y, lo que es más importante aún, al descenso en la temperatura del mismo.

De esta manera, el evaporador absorbe el calor sensible del medio a refrigerar transformándolo en calor latente quedando incorporado al refrigerante en estado de vapor. Este calor latente será disipado en otro intercambiador de calor del sistema de refrigeración por compresión conocido como condensador/radiador generando el cambio de estado inverso, es decir, de vapor a líquido.

Los serpentines para refrigeración de transporte son del tipo aleteados, estos son de tubo descubierto, sobre ellos se colocan placas metálicas o aletas y son los más ampliamente utilizados en la refrigeración industrial como en los equipos de aire acondicionado. Las aletas sirven como superficie secundaria para incrementar la velocidad de absorción del calor y tiene por efecto aumentar el área superficial externa del intercambiador de calor, mejorándose por tanto la eficiencia para enfriar aire u otros gases.

El tamaño y espaciado de las aletas depende del tipo de aplicación para el cual está diseñado el serpentín. Tubos pequeños requieren aletas pequeñas y viceversa. El espaciado de las aletas varía entre 1 hasta 8 aletas por pulgada, dependiendo principalmente de la temperatura de operación del serpentín. A menor temperatura, mayor espaciado entre aletas; esta distancia entre las aletas es de elemental relevancia frente a la formación de escarcha debido a que destruye parcial o totalmente la circulación de aire y disminuir el rendimiento del evaporador.

Respecto de los evaporadores aleteados para refrigeración de transporte, y debido a que evaporan a menores temperaturas generando escarcha, estos pueden tener hasta 6 aletas por pulgada. Ya que existe una relación entre superficie interior y exterior para estos intercambiadores de calor. Resulta del todo ineficiente aumentar el número de aletas por sobre ese valor (para aumentar superficie de intercambio optimizando el tamaño del evaporador), ya que disminuye la eficiencia del evaporador, dificultando la circulación del aire ocasionada por la formación de hielo entre ellas.

### **2.3.10. Condensador/radiador**

El condensador recibe el vapor refrigerante recalentado procedente del compresor. A continuación elimina el calor del refrigerante lo que origina su condensación. Algunos fluidos que existen en abundancia tales como aire o agua son los que se encargan de llevarse el calor fuera del sistema y por consiguiente se dice que son enfriador por aire o por agua.

Los condensadores para este tipo de unidades son condensadores de tubo y aletas aumentando la velocidad de la transmisión de calor y a la vez implementando su superficie y genera también un aumento en su eficiencia. El condensador libera el calor del refrigerante por medio de la ventilación forzada, pues cuenta con un ventilador el cual es el encargado de hacer circular aire en la superficie de este.

Como se requiere de gran velocidad y capacidad de transmisión de calor en la superficie del condensador, contrario al evaporador, la distancia entre las aletas debe ser menor, pues debe ser capaz de liberar todo el calor posible. Estos condensadores tienen un arreglo de 12 aletas por pulgada.

Reciben su nombre de condensador/radiador, pues en la parte frontal se encuentra la tubería del radiador del motor diésel de la unidad, que es por donde circula el líquido refrigerante. Este tiene por misión absorber el calor ocasionado por la combustión dentro de las camisas de los cilindros del motor, el cual depende también del ventilador de la unidad refrigerada para aumentar la transmisión de calor.

### **2.3.11. Ventilador del condensador**

El ventilador de la unidad refrigerada para furgones es un ventilador mecánico y no eléctrico, ya que su fuente motriz proviene del movimiento que proporciona el motor diésel de la unidad. El mismo cuenta con un arreglo de dos chumaceras, pues su cuerpo es un tubo de hierro fundido que funciona como eje para las aspas que se encuentran dentro de una tolva en el arreglo del condensador/radiador, comúnmente son de 5 y 6 aspas, según sea el tamaño es del condensador y debe ser capaz de hacer circular 800 CFM por la n superficie del condensador.

Como su movimiento depende de la transmisión del movimiento del motor, por medio de fajas y una polea. Es de vital importancia cuidar el tensado de la faja que transmite este movimiento, ya que una inadecuada tensión podría generar grandes complicaciones. Las aspas del ventilador también requieren de gran cuidado, pues en ocasiones rozan con la tolva del condensador debido a los movimientos bruscos ocasionados por el vehículo de transporte y se doblan o se desbalancean.

Lo anterior generando un desgaste anormal de la superficie de los cojinetes internos de las chumaceras y del eje del ventilador. Además una falla de estas en el ventilador ocasiona ineficiencia para ventilar el condensador creando que las presiones y temperaturas de trabajo se desequilibren y por lo consiguiente una reducción en la eficiencia de los procesos en general.

### **2.3.12. Fajas de transmisión**

Las fajas o correas son los elementos que transportar el movimiento giratorio desde el eje motriz. El eje impulsor que comúnmente es el de la polea

del motor diésel, conectada a su eje cigüeñal, hasta el eje conducido donde donde se requiere la potencia.

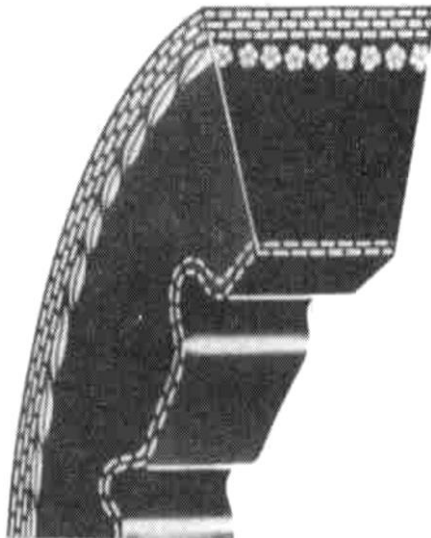
Cada tipo de unidad lleva un arreglo que utiliza 5 fajas utilizadas y distribuidas de la siguiente manera: dos fajas para la transmisión de potencia entre el motor diésel y compresor, ya que es donde se requiere mayor potencia y estabilidad de la misma razón. Estas fajas son de mayor grosor que las otras, una faja para transmitir la potencia del compresor al ventilador del condensador, una faja para transmitir potencia entre el compresor y alternador, una faja de la bomba de agua del motor diésel siendo la faja de menor longitud y grosor más no de menor importancia dentro del diseño de la unidad.

Se recomienda al Departamento Técnico encargado del mantenimiento que reciba la tensión de estos componentes, cada 1 000 horas. Esto es considerado como el servicio menor de estas unidades y se deben sustituir a razón de las 2 000 horas de trabajo, para garantizar el buen funcionamiento de estos componentes.

Las fajas son del tipo trapezoidal de flancos abiertos con ranuras interiores, pues deben tener una larga durabilidad, buena flexión al pasar por los radios de las poleas, deben tener resistencia a las altas temperaturas de trabajo y ganancias de calor debido a los rayos del sol, ser resistentes al agua, ya que están expuestas al exterior. Estas con características que se encuentran únicamente en este tipo de fajas.



Figura 4. **Faja tipo trapezoidal con flancos abiertos y ranurado interior**



Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV. <https://books.google.com.gt/books?isbn=>. Consulta: 5 de marzo de 1999.

Estas fajas necesitan tener un adecuado tensado, ya que de esto depende la correcta transmisión del movimiento giratorio. Una faja muy tensa provoca desgaste excesivo de la misma, en el canal de la polea donde va montada, excesiva ganancia de calor debido al aumento de fricción entre la faja y la polea generando problemas con los cojinetes de las poleas, pues la alta temperatura tiende a licuar la grasa de estos y provoca resequedad en el componente y el atascamiento del mismo.

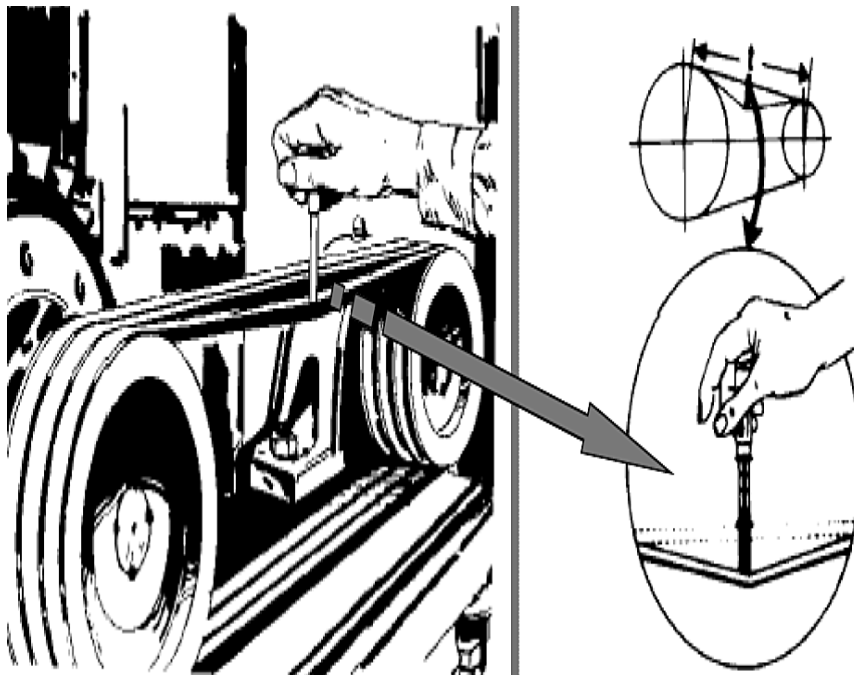
Una faja poco tensa no transmitirá adecuadamente la potencia y oscilará entre las poleas, sin transmitir eficientemente la potencia entre ellas y en ocasiones las fajas con poca tensión suelen salirse de las canaletas de las poleas trayendo como consecuencia que otras fajas salgan de su lugar.

La durabilidad de las fajas es resultado directo del correcto cuidado en el tensado procedimiento que a su vez conllevará a menores fallas y paros en el funcionamiento de la unidad refrigerada. También brinda menores riesgos de avería en componentes eléctricos pues dependen de las temperaturas de trabajo que la unidad este manejando.

Las fallas en las fajas o rupturas de estas pueden reducirse con el adecuado mantenimiento (establecido en el capítulo III) y las revisiones periódicas. Existen dos formas para tensar una faja, uno que requiere cierto conocimiento del operador llamado método empírico y otro que conlleva a la capacitación del personal para la utilización de instrumentos, llamado método de precisión. Cada uno requiere de cierto conocimiento y experiencia para el manejo de las fajas.

El método empírico requiere de habilidad del técnico de mantenimiento, así como también de sus experiencia previa para decidir y concluir cuando la faja se encuentra con la suficiente fuerza de flexión. Este procedimiento consiste en aplicar una fuerza en el punto medio del ramal más largo de la faja y concluir con base en la experiencia cuando la faja se encuentra con la suficiente tensión para realizar su trabajo. Esta es una operación en la que se corre el riesgo de una mala decisión del técnico por ello debe ser una persona calificada para realizar este trabajo.

Figura 5. **Procedimiento para verificar tensado de fajas de forma empírica**

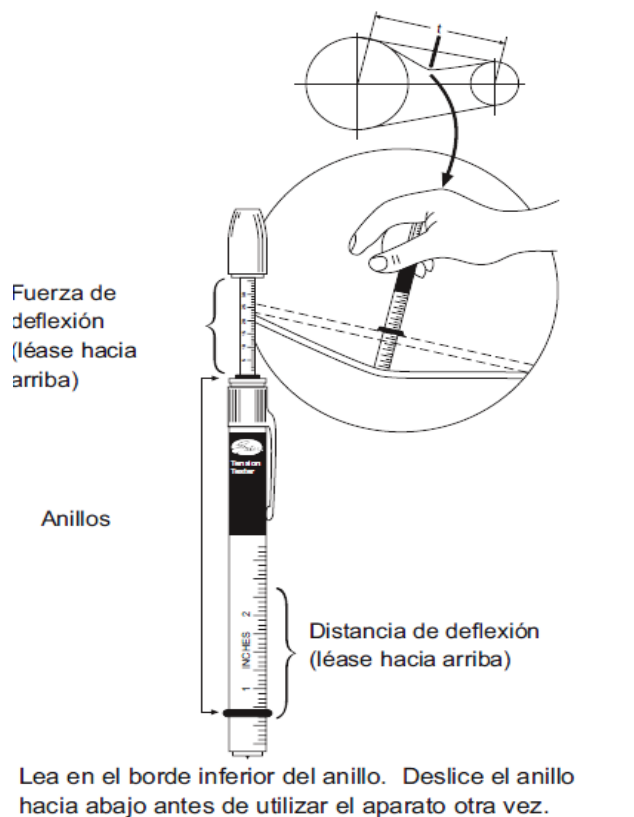


Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht).

Consulta: 5 de marzo de 1999.

Entre el método de precisión se encuentra el método con tensiómetro simple y el método con tensiómetro doble. Ambos son para las aplicaciones de arreglos simples y arreglos doble a diferencia con el método empírico que es aplicable a cualquier tipo de arreglo.

Figura 6. **Procedimiento para verificar tensado de fajas tensiómetro simple**

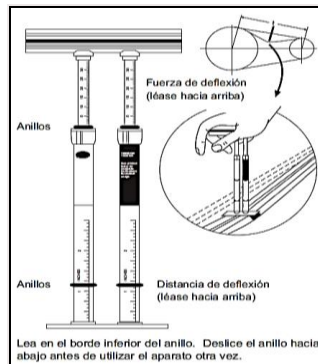


Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht).

Consulta: 5 de marzo de 1999.

Los tensiómetros son instrumentos que miden la tensión en función de la fuerza de deflexión. Un tensiómetro simple tiene una capacidad de medición hasta los 120 Newton y un tensiómetro doble tiene una capacidad de medición hasta los 300 Newton. Ambos se componen de un resorte calibrado equipado con una escala para medir la deflexión y de otra escala para medir la fuerza aplicada.

Figura 7. **Procedimiento para verificar tensado de fajas tensiómetro doble**



Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht).

Consulta: 5 de marzo de 1999.

### 2.3.13. **Motor diésel**

Las unidades refrigeradas para furgón dependen de un motor de combustión interna del tipo alternativo (motor diésel) para hacer funcionar el compresor del sistema de refrigeración. Este motor además de ser el encargado de impartir potencia al compresor también la imparte en el alternador de la unidad refrigerada y en el ventilador del condensador/radiador.

El arreglo de estos motores comúnmente es de 2 y 3 cilindros sus modelos son: CT2-29-TV para el motor de dos cilindros CT3-44-TV para el motor de 3 cilindros. Estos motores también cuentan con su propia bomba de inyección del tipo mecánica que trabaja con el eje de levas en la parte superior izquierda del mismo.

Utilizan 3,3 litros de líquido refrigerante en el caso de los motores de dos cilindros y ellos 3,7 litros para el caso de los motores de tres cilindros,

independientemente de la cantidad de cilindros los motores diésel cuentan con un sistema de enfriamiento por líquido refrigerante. Este consiste en un radiador adherido al condensador de la unidad refrigerada y enfriado por el mismo ventilador, que indica que una falla en el ventilador provocará altas temperaturas de trabajo para el motor y altas presiones para el compresor.

El aceite recomendado para estos motores es el SAE 15 w 40, el cual es recomendable cambiar por lo menos cada 500 horas de trabajo del equipo para mantener el motor en las mejores condiciones posibles. En el caso de los motores de dos cilindros utilizan 6,4 litros de aceite y para el caso de los motores de 3 cilindros es necesario 8 litros del aceite. Cada motor cuenta con su propia varilla de medición de aceite para que el técnico tenga una guía de la medida del aceite necesario.

En el arreglo interno del motor también se encuentra ubicado a la salida del sistema de enfriamiento un termostato que es el encargado de controlar el flujo de agua dentro del motor (cuando este se encuentra frío) y también dar paso al radiador cuando este ha alcanzado una temperatura específica. Esto permite que el motor trabaje con la temperatura adecuada siendo esta en un rango de 120 a 135 °F. Además de este dispositivo de seguridad, el motor al igual que el compresor se encuentra protegido por sensores que son capaces de indicar mediante datos numéricos parámetros, como temperatura de trabajo del motor, presión de aceite, control de revoluciones por minuto, entre otros.

#### **2.3.14. Dispositivos de seguridad del motor**

Como se había mencionado acerca del motor diésel de la unidad, el mismo al igual que el compresor cuenta con dispositivos de seguridad que controlan e indican los estándares bajo los cuales el motor debe trabajar. Estos

son capaces y a través de un sistema computarizado (microprocesador) de indicar en el control cabina de la unidad, datos numéricos que sirven como guía para conocer acerca de las condiciones de trabajo a las cuales está sometido el motor de la unidad. Por su parte la función de estos dispositivos no consiste solo en enviar los datos, pues también son capaces de indicar fallas en el control cabina que indica al operador o al técnico de mantenimiento que uno de los estándares no se está cumpliendo.

Entre estos dispositivos de seguridad del compresor se encuentran:

- Sensor de temperatura de agua: este sensor del motor diésel conocido por su nombre en inglés como WTS (*water temperature sensor*). Su función consiste en controlar la temperatura del líquido refrigerante del motor para mantener la eficiencia de la combustión controlando la temperatura del agua en las camisas del motor y brindar un dato numérico de la misma.
- Este dispositivo es capaz de detener la marcha del motor, si la temperatura del líquido refrigerante sobre pasa los estándares. El sensor de temperatura del motor se encuentra ubicado en la parte superior del motor, en las cercanías de la tapadera de válvulas, es un componente con tipo de conexión macho de 13/32" de diámetro.
- Interruptor de presión de aceite o presostato de aceite: otro de los dispositivos de seguridad del motor es el interruptor de presión de aceite conocido como OPS (*oil pressure switch*). Este dispositivo es el encargado de controlar e indicar que el motor funcione con la presión adecuada del flujo de aceite para lograr una buena lubricación de todos los componentes internos del motor.

- Además al igual que el sensor de temperatura de agua, también es capaz de indicar una alarma de forma computarizada y de parar el funcionamiento del motor si es necesario. Esto indica al técnico de mantenimiento el indicio de la falla. Este sensor se encuentra ubicado a un costado del motor en la parte inferior derecha del mismo.
- Control de revoluciones del motor: además de los dispositivos anteriores, el motor cuenta con un sensor de revoluciones (conocido como revoluciones por minuto sensor) se encuentra ubicado en el embrague del motor. Su función principal es controlar y enviar un dato numérico hacia el control cabina de la unidad de la cantidad de revoluciones por minuto como un parámetro de funcionamiento óptimo del motor.
- Esto ayuda a controlar la aceleración del motor, pues si este funcionara a muy bajas revoluciones el compresor no sería capaz de mantener las presiones adecuadas para el sistema de refrigeración y si este funcionara a excesivas revoluciones podría generar recalentamiento en componentes como poleas, cojinetes, fajas y desgaste de estas. Además daños al alternador y altos niveles de amperaje en el sistema eléctrico lo cual no es recomendable, pues por su parte estos también tienen dispositivos de seguridad como fusibles con rangos de amperajes determinados que genera una falla o la ruptura de estos.

### **2.3.15. Aceite de motor**

Es un aceite sintético del tipo 15 w 40 es común, pues se utiliza en muchos vehículos de transporte liviano. El aceite para un motor debe ser capaz no solo de lubricar sino de ofrecer protección a los motores y a sus



componentes principales, pues se mantienen en constante movimiento generando calentamiento y desgaste.

Se recomienda utilizar un aceite por un periodo no mayor de 1 000 horas de trabajo de la unidad, pues estos están sometidos a condiciones de trabajo muy desfavorables y el aceite puede perder sus capacidades para proteger adecuadamente el motor. También se recomienda un monitoreo continuo del aceite pues en él se contiene la información del estado interno del motor, información que puede ser utilizada para el análisis del periodo de mantenimiento o para un análisis de planificación de trabajos futuros hacia el motor.

Como ya se ha mencionado con anterioridad los motores para unidad refrigerada requieren de una medida de aceite de entre 6,4 y 8,1 litros para su buen funcionamiento.

### **2.3.16. Embrague de motor/compresor**

El embrague del motor de la unidad refrigerada es un embrague mecánico que cuenta con un arreglo interno de dos zapatas, más comúnmente conocidas como fricciones, que son los elementos que hacen que la transmisión sea posible. Este funciona de tal manera que el motor de combustión arranca y se estabiliza por un periodo de tiempo corto alrededor de 15 segundos, en los cuales no transmite la fuerza par de su eje hacia el compresor, ya que durante este periodo de tiempo se encuentra nivelando las presiones de gas que están atrapados dentro su interior y dentro del sistema de refrigeración, ocasionado por sus ciclos de trabajos o por un equipo en anterior reposo. Al alcanzar la nivelación de presiones el embrague del motor se acciona transfiriendo el

movimiento desde el cigüeñal del motor hacia la polea del embrague y esta a través de las fajas la transmiten hacia el compresor.

Para estabilizarse el motor de la unidad arranca a bajas revoluciones alrededor de 1 800 rpm durante los primeros 15 segundos, pues requiere de mayor torque en el momento en el que todo el refrigerante esta reposo del sistema de refrigeración. Por ello debe estabilizarse o nivelar sus presiones, luego al momento en el que el embrague se acciona sus revoluciones se elevan hasta las 2 320 rpm para generar suficientes revoluciones al compresor, ya que el compresor requiere una carga extra para el motor debido al contenido de trabajo requerido para generar las presiones adecuadas del sistema de refrigeración.

La carga hacia el motor que ejerce el compresor se debe a la gran cantidad de refrigerante que el sistema contiene dentro de su interior y la potencia requerida para que el fluido obtenga la energía y lograr los cambios bruscos de presión que son requeridos dentro de un sistema de refrigeración.

En este componente y en las fajas descansa la responsabilidad de transmitir la potencia razón por la cual el técnico de mantenimiento debe prestar mucha atención al estado de ambos. Se considera el embrague como un componente de alto rendimiento pues se aproxima su vida útil entre las 5 000 y 7 000 horas de trabajo, luego de este periodo es necesario cambiar las zapatas o fricciones para evitar complicaciones posteriores; una avería dentro del embrague significará que la unidad quede sin funcionamiento.

### **2.3.17. Filtros del motor diésel**

Al igual que el de un vehículo común los motores cuentan con filtros que utilizan como agentes de limpieza para su funcionamiento. Se evita que las partículas indeseables se introduzcan en los elementos donde la holgura es milimétrica y cualquier sólido contenido en el aire, aceite o combustible puedan ocasionar daños internos del motor que lleven a reparaciones mayores.

Como antes se ha mencionado es de suma importancia el cuidado de los motores en las unidades de refrigeración pues un descenso en las compresiones ocasionará torque insuficiente al motor. Esto impedirá que el compresor trabaje con su máxima eficiencia ya que la relación es directamente proporcional y reducirá también la vida útil de este. El arreglo de estas unidades requiere de un filtro de combustible en este caso diésel, un filtro de aire y un filtro de aceite de motor.

- Filtro de aceite de motor: la principal función el filtro de aceite es retener los contaminantes o partículas de desgaste dentro del aceite para evitar su circulación por el motor, debido a que estas pueden causar daños en su interior, ya que pueden funcionar como partículas abrasivas y lijar las partes por donde el aceite circula.

Este filtro es un filtro de 5/8" de diámetro enroscado en el cuerpo del motor cada marca de unidad refrigerada tiene sus propios filtros, estos al igual que el aceite deben cambiarse en periodos no mayores a las 750 horas de trabajo de motor. Esto genera la necesidad que el filtro cumpla las siguientes características: alta resistencia a la herrumbre, soporte de las presiones de trabajo, válvula de retención de aceite con alto rendimiento,

sello permanente, suficiente superficie del elemento filtrante, buena capacidad de flujo.

- Filtro de aire del motor: su función principal es contener partículas sólidas que no deben ingresar a la cámara de mezcla del combustible o a los cilindros tales como: polvo y materias abrasivas. Estas pueden provocar un desgaste mecánico o contaminación del aceite de motor, su constitución es similar a la de un filtro de papel plegado de sección plana de forma cilíndrica. Se instala en un cilindro plástico al cual se le nombre *housing* del filtro a la izquierda del motor de la unidad y contiene un tiempo de vida útil de no más de 750 horas de funcionamiento del motor.
- Filtro de combustible: su función es evitar que partículas contaminantes que se encuentran en el combustible ingresen a los inyectores y el motor. Estos contaminantes comúnmente vienen desde el surtidor, los tanques de combustible, recipientes en los que se transporta el combustible, cuellos del tanque o el óxido de los tanques de almacenamiento. Una buena parte de problemas de arranque en estos motores constituye taponamiento en los inyectores y sus tuberías, ocasionados por los sólidos contenidos en el combustible.

Es recomendable la práctica de una limpieza periódica del filtro de combustible como del filtro de aire de estos sistemas. Como antes se ha mencionado las fallas del motor de combustión prácticamente anulan el sistema de refrigeración.

### 2.3.18. Control cabina

Es un dispositivo electrónico que recibe señales de los parámetros del funcionamiento de la unidad refrigerada del microprocesador y los presenta en datos numéricos como las presiones, temperaturas, revoluciones de motor, y otros. Estos son de gran ayuda al operador del vehículo y al técnico de mantenimiento para tomar referencias sobre el estado del sistema de refrigeración y sus componentes.

Este es el dispositivo por el cual puede programarse el microprocesador, que funciona como computadora registradora de datos y fallas de las unidades. Se encuentra instalado dentro de la cabina del vehículo de transporte a la derecha del piloto de la unidad, ya sea abajo o arriba donde el conductor lo verifica rápidamente cuando indique algún error.

También llamado *display* por su función de entregar datos numéricos. Cuenta con una serie de botones que permiten ingresar diferentes configuraciones de funcionamiento de la unidad refrigerada, según sea la necesidad del producto a transportar.

Figura 8. Control cabina de una unidad tipo independiente



Fuente: SUPRA TRAINING DR /REV:A. [www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht](http://www.abbottvascular.com/.../hi-torque-supra-core.ht).

Consulta: 5 de marzo de 1999.

- Tecla de información de la unidad: esta tecla ayuda a encontrar todos los parámetros del funcionamiento de la unidad. Presionándola una vez ingresa al menú de parámetros, las siguientes veces ubica en parámetros específicos como la temperatura de descarga del compresor, alta presión del compresor, presión de aspiración, presión de aceite, entre otras. Con la ayuda de la tecla número 6 la tecla de validación se deja el dato en la pantalla por un periodo de tiempo aproximado de 60 segundos para sondear el comportamiento de este dato.
- Tecla de *Auto start/stop*: esta tecla cambia la configuración del funcionamiento de la unidad refrigerada, pues esta funciona en modo cíclico que es el más recomendable y en modo directo. El modo cíclico consiste en establecer un punto de consigna a la unidad y cuando el furgón alcance la temperatura establecida, esta se detendrá para el descanso del motor.
- Luego de un periodo de tiempo que el furgón incremente su temperatura, el motor se encenderá de nuevo para descender la temperatura hasta el punto de consigna nuevamente. El modo directo trabaja permanentemente sin realizar estos ciclos, no se recomienda, pues incrementa innecesariamente las cantidad de horas trabajadas de los motores generando así un mayor desgaste.
- Tecla previaje: la función de esta tecla llamada *pretip* es activar la unidad refrigerada en lo que se le conoce como una autoevaluación antes de un viaje. Esta tecla se acciona siempre y cuando la unidad haya alcanzado por lo menos 25 °F, de lo contrario no se activará el funcionamiento de la unidad. Esta busca indicios de fallas en sensores, interruptores, presiones de refrigerante, niveles de aceite, y otras. Para lo cual se

necesita un registro de funcionamiento previo de la unidad refrigerada, pues requiere que cada componente alcanza un promedio de la temperatura de funcionamiento habitual.

- Tecla eléctrica: en algunas unidades refrigeradas el ventilador del condensador es un motor eléctrico que incrementa su valor, pues este es un motor trifásico que permite conectar la unidad refrigerada a una fuente de alimentación de 440 voltios corriente alterna. Esta tecla se utiliza cuando las unidades refrigeradas cuentan con este arreglo, pues desconecta el motor de combustión interna y conecta el motor eléctrico como fuente motriz del compresor de la unidad refrigerada.
- Tecla desconectar alarma sonora: cada vez que uno de los parámetros establecidos para el funcionamiento de la unidad refrigerada se rompe, ya sea presiones de gas, temperaturas de motor, ventiladores atrancados, y otros, estas envían una señal al microprocesador de la unidad refrigerada. Ella es la encargada de enviar la información precisa al control cabina para que el operador de la unidad se percate de la falla y avise al Departamento Técnico.

Todas las alarmas se muestran en el *display* del microprocesador acompañados de una luz roja en la parte superior derecha del *display* y un sonido que alerta al conductor de la unidad. En ocasiones existen alarmas que requieren de una inspección o reparación, pero no desconectan el funcionamiento del sistema de refrigeración. La unidad puede seguir trabajando, pero el sonido de esta alarma persiste, con la ayuda de esta tecla se puede eliminar este sonido, pues solo es una forma de asegurarse que el operador de la unidad se percate de la alarma.

- Tecla de validación: esta tecla contiene una figura de una flecha hacia la izquierda comúnmente llamada en inglés *enter* que sirve como su nombre lo indica para validar parámetros de la unidad cada vez que se requieran modificarlos. Además, como se había mencionado antes, cuando se requiere del seguimiento de un dato en específico por ejemplo: la temperatura del compresor se busca primero el parámetro con la tecla información de la unidad y luego se presiona la tecla de validación. Esto para que el dato quede congelado en la pantalla del control cabina, y así monitorear el comportamiento de la temperatura del compresor durante el tiempo que se considere necesario.
- Tecla descarche manual: antes se había mencionado que el clixon de deshielo es el encargado de enviar las señales al microprocesador cuando el evaporador se encuentre obstruido por las capas de hielo que se forman debido a las temperaturas de operación. Este es el modo operativo común de la unidad refrigerada pues cuenta con un sistema automático computarizado que se encarga de realizar esta tarea.

Si en algún caso el clixon de deshielo llegara a fallar o el tiempo de deshielo de la unidad no fue suficiente, para botar el hielo en el evaporador, se puede utilizar esta tecla que envía a la unidad a realizar un deshielo sin la ayuda del clixon. Además de esta situación puede accionarse el mando de deshielo con esta tecla, para comprobar el funcionamiento del clixon. Sin embargo, que esta tecla no activará el deshielo manual, si la unidad no se encuentra por debajo de los 5 °F.

Si se oprime la tecla de descarche manual y la unidad no se encuentra por debajo de los 5 °F simplemente, aparecerá en la pantalla del control cabina



unas flechas onduladas, que son el símbolo del deshielo en cualquier sistema de refrigeración. La operación de la unidad seguirá siendo la misma.

- Tecla de velocidad ciudad: esta tecla tiene como símbolo una figura similar a la silueta de una tortuga razón por la cual muchos operadores suelen llamar a esta función tortuga. La función de esta tecla es disminuir las revoluciones del motor de combustión en pleno funcionamiento hasta las 1 800 rpm.
- Este tipo de operación no es recomendable para la unidad refrigerada, pues las bajas revoluciones del motor de combustión ocasionan variaciones en las presiones de trabajo del compresor. Además ocasiona efectos como la baja carga entregada por el alternador hacia la batería de la unidad refrigerada que en un futuro ocasionan intentos de arranque de la unidad fallido debido al bajo voltaje de la batería.
- Tecla carretera: esta tecla comúnmente es llamada tecla de velocidad de carretera. Su función contraria a la de la tecla de velocidad ciudad, es incrementar las revoluciones del motor después que se haya utilizado la tecla de baja velocidad. La operación de estas unidades debe ser a 2 200 rpm para que tanto el sistema de refrigeración y el sistema eléctrico se mantengan en las mejores condiciones y operen al máximo de eficiencia como les sea posible.
- Tecla de función: esta tecla comúnmente tiene como nomenclatura dos flechas curvas que conforman un círculo para cualquier marca y tipo de unidad refrigerada cuyo significado simbolizan los ciclos de trabajo. Con esta tecla se encuentran los parámetros de operación en los que se puede programar cada unidad refrigerada. Entre ellos: tiempo de

deshielo que oscila entre 20, 25, 30 y 35 minutos, modo de función del ciclo de refrigeración, ya sea continuo o modo cíclico, temperatura del punto de consigna, entre otros.

Para cambiar cada parámetro, según las necesidades del producto a transportar, se debe buscar el parámetro que se desea mejorar y con la tecla de validación ingresar a las opciones de este para que mediante las teclas de dirección (descritas posteriormente) se puedan incrementar, disminuir o modificar cada parámetro según se requiera. Luego se debe presionar la tecla de validación nuevamente para que el parámetro sea modifica, de lo contrario en el control cabina, se podrá observar el mensaje que indica que el parámetro no fue alterado y la operación seguirá siendo la misma.

Entre estas funciones también se puede programar el microprocesador para establecer en qué forma aparecerán los códigos de alarmas, ya que en ellas se establecen en forma numérica, forma de códigos o la forma de mensajes que simbolizan las abreviaciones en inglés de cada falla.

Además, de los parámetros que se encuentran con esta tecla, es de suma importancia destacar que aquí se encuentra la función para borrar una alarma de la memoria del microprocesador. Estas en ocasiones se quedan grabadas en la memoria a pesar de las reparaciones necesarias, lo cual llegan a confundir al operador que la unidad sigue con una falla.

Tabla I. **Borrar alarma de la memoria del microprocesador**

<b>Pasos para borrar la alarma de la memoria del microprocesador</b>		
PASO	Descripción	Tecla a usar
1	Presiones 6 veces la tecla de función hasta que aparezca en el <i>display</i> la frase listado de alarmas.	Función
2	Presiones la tecla de validación para ingresar a la lista de alarmas que se encuentran activas.	Validación
3	Con la tecla direccional hacia arriba ubique las posibles alarmas.	Direccional arriba
4	Presione durante cinco segundo la tecla de validación para borrar las alarmas.	Validación
5	Por último presione la tecla Función para salir del listado de alarmas.	Función

Fuente: elaboración propia.

- Tecla de apagado/encendido: como en la mayoría de dispositivos esta tecla se identifica por su simbología. Es un círculo para identificar que la unidad está apaga y de una línea vertical cuando la unidad se encuentra encendida. Se considera a la primer tecla del *display*, pues es la que es capaz de accionar o interrumpir el funcionamiento de todo el sistema.

Como su nombre lo indica esta es la tecla que enciende o apaga la unidad. Cabe destacar que ni el encendido ni el apagado de estas unidades es inmediato, ya que cuando la unidad se enciende se puede escuchar cuando el compresor libera las presiones de gas para nivelarlas antes de su funcionamiento y al momento de apagar la unidad el equipo sigue funcionando por un periodo aproximado de cinco segundo. En él, el microprocesador desactiva el circuito.

- Teclas de dirección: estas teclas se identifican con una flecha hacia arriba para el caso de la direccional positiva y una flecha hacia abajo para el caso de la direccional negativa. En todos los modelos, tipos y marcas de unidades estas flechas utilizan esta nomenclatura, cuya función es variar el parámetro deseado en la dirección que se requiera. Ya sea que se desee incrementar o disminuir un parámetro.
- Indicador de fallo: el indicador de fallo es una luz que se encuentra ubicada en la parte superior derecha del control cabina la cual se torna de color rojo al momento en el que una falla sea detectada por el microprocesador de la unidad. Se debe mantener presente que el control cabina cuenta con una tapadera giratoria que puede obstruir la visibilidad al indicar. Por ello las fallas siempre vienen acompañadas de una alarma sonora anteriormente descrita.

### **2.3.19. Microprocesador**

Es un dispositivo electrónico capaz de guardar, procesar y enviar al control cabina información que recibe de los sensores de la unidad refrigerada. Tales como guía para el operador o técnico de mantenimiento del estado y las condiciones en las que se encuentra todo el sistema. Se encuentra ubicado en la parte derecha de la unidad refrigerada en una caja metálica que le brinda protección contra el agua, polvo y otros contaminantes que al estar en contacto con su superficie provocan desgaste, corrosión, corto circuito, y otros.

Prácticamente es el microprocesador el que dirige la operación de los componentes de la unidad refrigerada, pues recibe y envía las señales a través de una compleja red de cables o circuito eléctrico.

Es el encargado de decodificar las señales de los sensores que resguardan el funcionamiento de la unidad y de controlar los parámetros bajo los cuales la unidad ha de funcionar. En el microprocesador se encuentra un apagador manual de toda la unidad, pues si el técnico se encuentra trabajando esta no debería encender por ninguna circunstancia.

En la siguiente tabla se encuentran los parámetros estándar para programar un microprocesador.

Tabla II. **Configuración del microprocesador para unidad independiente**

<b>Como configurar el microprocesador</b>	
<b>PASO</b>	<b>Descripción</b>
1	Coloque el interruptor en la opción ON, luego de unos segundos una alarma se pone en marcha.
2	Apague la alarma según la tabla I.
3	En la pantalla aparecerá el código "CFN1 TV o DI" pues ninguna función esta activa.
4	Utilice la tecla "Función" hasta que aparezcan los parámetros a modificar. Para este ejemplo se modificará el tiempo de deshielo.
5	Presiones la tecla "validación" para poder modificar el parámetro deseado. En este caso deshielo.
6	Utilice las teclas "Dirección" para buscar la cantidad del parámetro adecuado. Hacia arriba hasta que aparezca 20 minutos.
7	Presione la tecla de "validación" cuando encuentre los 20 minutos para cambiar el parámetro.
8	Luego la pantalla regresara al menú principal, repita estos pasos para cada función que desee modificar.

Fuente: elaboración propia.

Se debe tener en cuenta que la configuración que se codifique para el microprocesador marcará el funcionamiento de la unidad; por tanto deben tenerse en cuenta programar por lo menos los aspectos que se describen en la siguiente tabla.

Tabla III. **Configuración para el microprocesador**

FUNCIÓN	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN
CNF 1	ENCENDIDO	Pre calentamiento lento del motor.
CNF 2	ENCENDIDO	Sensor de temperatura de descarga del compresor.
CNF 3	ENCENDIDO	Para equipos con encendido por válvula electrónica.
CNF 4	ENCENDIDO	Diferencial de temperatura punto de consigna.
CNF 5	APAGADO	Para equipos con motor eléctrico en el ventilador.
CNF 6	ENCENDIDO	Sistema con altas revoluciones.
CNF 7	ENCENDIDO	Sistema con bajas revoluciones.
CNF 8	ENCENDIDO	Ventiladores eléctricos.
CNF 9	ENCENDIDO	Alarma cuando la temperatura se queda fuera de rango, se apaga el equipo.
CNF 10	APAGADO	No utilizado, próximas aplicaciones.
CNF 11	ENCENDIDO	Cambio de funciones.
CNF 12	APAGADO	Aplicado para condiciones de operación severa, temperaturas bajo cero.
CNF 13	APAGADO	No utilizado, próximas aplicaciones.
CNF 14	ENCENDIDO	Para variación de temperaturas. Parada del equipo en punto de consigna.
CNF 15	ENCENDIDO	Equipos de operación y temperaturas menores a cero grados.
CNF 16	ENCENDIDO	El equipo se para cuando el alternador no está entregando carga a la batería.

Fuente: elaboración propia.

Con la tecla Función se pueden encontrar los parámetros bajo los cuales una unidad trabaja. Parámetro que visualizar en la siguiente tabla.

Tabla IV. **Parámetros de funcionamiento para unidades independientes**

<b>Código</b>	<b>Mensaje</b>	<b>Parámetro</b>
FN 0	DEFR	Intervalo de deshielo 1.5, 3, 6, 9, horas.
FN 1 ON	CITY SPEED	Solamente baja velocidad de motor.
FN 1 OFF	HIGH SPEED	Alta y baja velocidad del motor.
FN 2	OFF T	Tiempo mínimo de parada de motor.
FN 3	ON T	Tiempo mínimo de funcionamiento.
FN 4 A	REM PROB	Aire de retorno activo.
FN 4 B	SUP PROBE	Aire de suministro activo.
FN 5	DEGREES F/C	Elegir temperatura según la escala.
FN 6 ON	TIME STR	Tiempo máximo de apagado 30" FN2.
FN 6 OFF	TEMP STR	Tiempo mínimo de apagado 10,20,30,40".
FN 7	MOP V	Humedad estándar para camiones.
FN 8	2 SET	Ajuste del punto de consigna (parada).
FN 9	3 SET	Ajuste del punto de consigna (inicio).
FN 10 ON	AUTO OP	Arranque automático.
FN 10 OFF	MAN OP	Arranque manual "continuo".
FN 11	T RANGE	Tolerancia fuera de rango 2 a 4°.
CODES or ENGILSH		Códigos o formato de pantalla en inglés.
ADD GLOW		Tiempo de calentamiento normal.
ALARME CLR		Tiempo de calentamiento + 3 min.
ALARME RST		Volver a inicializar alarmas.
ALARME CLR		Ninguna alarma activa.

Fuente: elaboración propia.

Para visualizar los códigos del funcionamiento del equipo se debe utilizar los datos de la unidad que se encuentra en la parte superior derecha del control cabina, presionando las teclas se encuentran en el orden que marca la siguiente tabla.

Tabla V. **Códigos de funcionamiento del equipo**

<b>Código</b>	<b>Mensaje</b>	<b>Parámetro</b>
CD 1	SUCT	Presión de absorción del compresor.
CD 2	ENG	Horas de trabajo motor diésel.
CD 3	WT	Temperatura del agua del motor.
CD 4	RAS	Temperatura de aire de retorno.
CD 5	SAS	Temperatura del aire de suministro.
CD 6	REM	Temperatura aire remoto.
CD 7	ATS	Temperatura ambiente.
CD 8	EVP	Previsto para futuras aplicaciones.
CD 9	CDT	Temperatura de descarga del compresor.
CD 10	BATT	Voltaje de batería.
CD 11	SBY	Horas motor eléctrico (si cuenta con él).
CD 12	MOD V	Previsto para futuras aplicaciones.
CD 13	REV	Serie del programa.
CD 14	SER L	Número de serie bajo de microprocesador.
CD 15	SER U	Número de serie alto de microprocesador.
CD 16	2 RA	Previsto para futuras aplicaciones.
CD 17	3 RA	Previsto para futuras aplicaciones.
CD 18	MHR 1	Contador de horas de mantenimiento 1.
CD 19	MHR 2	Contador de horas de mantenimiento 2.
CD 20	SON	Contador de horas totales de funcionamiento.

Fuente: elaboración propia.



Además de estas funciones el microprocesador envía mensajes o los códigos de las alarmas de la unidad a continuación una descripción de las mismas.

Tabla VI. **Alarmas de unidad tipo independiente**

<b>Código</b>	<b>Mensaje</b>	<b>Alarma</b>
AL 0	ENG OIL	Baja presión de aceite.
AL 1	ENG HOT	Alta temperatura del líquido refrigerante.
AL 2	HI PRESS	Alta presión.
AL 3	STARTFAIL	Fallo de arranque después de 3 intentos.
AL 4	LOW.BATT.	Voltaje de la batería demasiado bajo.
AL 5	HI.BATT.	Voltaje de la batería demasiado alta.
AL 6	DEFRFAIL	Descarhe mayor a 45 minutos.
AL 7	ALT.AUX.	Fallo del alternador auxiliar.
AL 8	STARTER	Fallo del motor de arranque o de suministro.
AL 9	RA.SENSOR	Fallo de sensor de aire de retorno.
AL 10	SA.SENSOR	Fallo del sensor de aire de suministro.
AL 11	WT.SENSOR	Fallo del sensor de temperatura de agua del motor.
AL 12	HI. CDT	Alarma temperatura de descarga elevada.
AL 13	CD.SENSOR	Fallo del sensor temperatura de descarga.
AL 14	SBY.MOTOR	Sobrecarga del motor eléctrico.
AL 15	FUSE BAD	Fallo de fusible.
AL 16	-----	-----
AL 17	DISPLAY	Fallo de pantalla.
AL 18	SERVICE 1	Contador de horas mantenimiento 1.
AL 19	SERVICE 2	Contador de horas mantenimiento 2.
AL 20	RAS OUT	Compartimiento principal fuera de rango.
AL 21	2 RA. OUT	Compartimiento auxiliar 2 fuera de rango.
AL 22	3 RA OUT	Compartimiento auxiliar 3 fuera de rango.
AL 23	NO POWER	No hay suministro de corriente eléctrica.

Fuente: elaboración propia.

Las alarmas 21 y 22 son para unidades en los que se requieren divisiones dentro del furgón por medio de mamparas, pues se requiere de diferentes temperaturas para diferentes productos que se transportan dentro de un mismo furgón. Las alarmas 14 y 23 son para unidades que tienen un ventilador eléctrico en el condensador. En el capítulo siguiente se hablará sobre medidas que deben tomarse para cada alarma de la unidad.

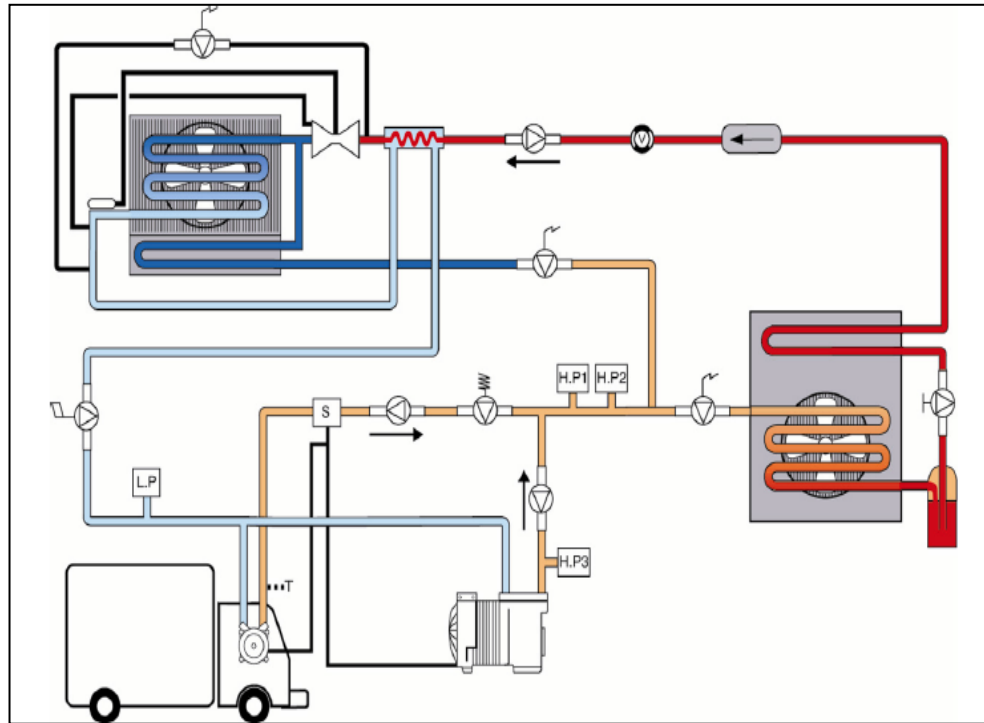
#### **2.4. Unidad tipo dependiente**

Estas, a diferencia de las independientes, son de menor volumen y peso en su estructura, lo cual es una ventaja para el furgón de la unidad con la inconveniencia que este tipo de unidades no se recomiendan para temperaturas de congelamiento (debajo de los) y la mayoría de los casos se utilizan solo para temperaturas de enfriamiento (arriba de los 0°) pues son máquinas de velocidad variable afectando el flujo de refrigerante que circular el compresor por el sistema y esto es directamente perjudicial a la eficiencia de este. La operación de este tipo de unidades requiere de operadores calificados para prolongar la durabilidad de las mismas.

Este tipo de unidad es muy parecido al aire acondicionado de los vehículos cotidianos, pues es el motor del vehículo es quien impulsa al compresor del sistema de refrigeración por la transmisión de una faja que pasa por un arreglo en la polea del compresor. Los compresores de las unidades dependientes son de menor volumen, por lo cual se requieren de altas velocidades de funcionamiento para que el volumen de refrigerante comprimido sea ideal para el sistema de refrigeración.

A continuación un diagrama del funcionamiento del sistema frigorífico para unidades tipo dependientes.

Figura 9. **Sistema de refrigeración para unidades dependientes**



Fuente: D.Chauvin / Xarios 500. [www.transcold.co.nz/.../xarios\\_500\\_600\\_mt\\_parts](http://www.transcold.co.nz/.../xarios_500_600_mt_parts).

Consulta: 24 de febrero del 2000.

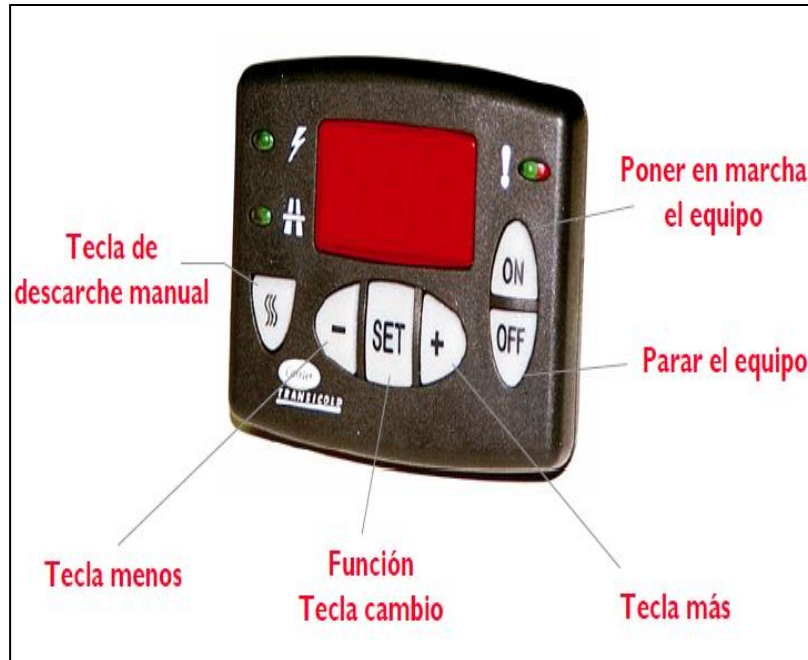
Al igual que las unidades independientes las dependientes, o de velocidad variable, cuentan con un control cabina que indican las alarmas al operador del equipo sobre el funcionamiento de general de la unidad. Puesto que estas unidades tienen menos funciones de programación, estos controles son de menor tamaño pues cuentan con menor cantidad de botones, ya que no requieren de tantos botones para la programación básica de sus funciones.

Figura 10. **Control cabina para unidad tipo dependiente, señales luminosas**



Fuente: D.Chauvin / Xarios 500. [www.transcold.co.nz/.../xarios\\_500\\_600\\_mt\\_parts](http://www.transcold.co.nz/.../xarios_500_600_mt_parts).  
Consulta 24 de febrero del 2000.

Figura 11. **Control cabina para unidad tipo dependiente descripción de las teclas**



Fuente: D.Chauvin / Xarios 500. [www.transcold.co.nz/.../xarios\\_500\\_600\\_mt\\_parts](http://www.transcold.co.nz/.../xarios_500_600_mt_parts).

Consulta 24 de febrero del 2000.

Entre las diferencias de estos, con los de unidades independientes se encuentran señales luminosas, en el control que indican el funcionamiento de la unidad. Además este control no tiene la función de alarma sonora que tienen los controles de las unidades independientes razón por la cual una falla, en cualquiera de los dispositivos, detiene el funcionamiento de la unidad refrigerada para que el operador preste atención a las señales. La función de las teclas y su simbología es similar a la de los otros controles, sustituyendo la tecla "set" por la tecla de "función" de los controles de unidades independientes.

En la siguiente tabla los procedimientos para cambiar los parámetros de la unidad tipo dependiente.

Tabla VII. **Configuración del microprocesador de una unidad dependiente**

<b>Configurar el microprocesador.</b>	
PASO	Descripción.
1	Poner en marcha el equipo con la tecla “más”.
2	Mantener presionada la tecla “set” durante cinco segundos.
3	Visualizará en la pantalla el mensaje “A 00”.
4	Presionar la tecla “set” para cambiar de función hasta encontrar el parámetro que desea cambiar.
5	Con la tecla “más” aumentará el valor del parámetro que desee cambiar y con la tecla “menos” disminuirá su valor.
6	Cuando encuentre el valor que desea presione una vez la tecla “set” hasta que el valor escogido comience a parpadear.
7	Para seguir buscando parámetros debe seguir presionando la tecla “set”. Si ya no desea seguir cambiando presionar la tecla durante 5 segundos.
8	En la pantalla comenzará a visualizar la temperatura a la que se encuentra el furgón en ese momento.

Fuente: elaboración propia.

A diferencia de las unidades independientes este tipo de unidades por causa del microprocesador no envían mensajes para una alarma, pues sus pantallas únicamente muestran cuatro dígitos. Estos envían códigos de error que el operador debe saber leer o tener una tabla de valores para saber el significado de estos códigos.

Tabla VIII. **Códigos de alarma de una unidad dependiente**

<b>Código</b>	<b>Mensaje</b>
A 00	Sin fallo de funcionamiento.
A 01	Interruptor de baja presión abierto.
A 02	Interruptor de alta presión abierto.
A 03	Compresor eléctrico sobrecalentado.
A 04	Fallo del embrague del compresor.
A 05	Fallo del contactor de alimentación.
A 06	Fallo en el ventilador del condensador.
A 07	Fallo en el ventilador del evaporador.
A 08	Fallo en solenoide de gas caliente.
A 09	Fallo en la válvula de tres vías.
A 10	Fallo de la válvula de inyección de líquido.
A 11	Para futuras aplicaciones.
A 12	Alta temperatura de descarga.
A 13	Baja presión de aspiración.
A 14	Fallo de deshielo mayor a 45 minutos.
A 15	Punto de consigna fuera de rango.
A 16	Para futuras aplicaciones.
A 17	Ruptura de circuito del transformador.
A 18	Falló de funcionamiento de relés.
A 19	Fallo de solenoide de líquido.
A 20	Presos tatos de baja presión abiertos.
A 21	Circuito del contactor del compresor abierto.

Continuación de la tabla VIII.

A 22	Circuito de condensador de ventilador abierto.
A 23	Circuito de solenoide de de gas caliente abierto.
A 24	Circuito de válvula de descarche abierto.
A 25	Para futuras aplicaciones.
A 26	Circuito de válvula de gas caliente abierto.
A 27	Circuito de resistencia de agua de drenaje abierto.
A 28	Circuito de relé de precalentamiento abierto.
A 29	Circuito de válvulas de líquido abierto.
A 30	Fallo de válvula de líquido.
A 31	Fallo de válvula de deshielo.
A 32	Para futuras aplicaciones.
A 33	Fallo de calor de relé eléctrico.
A 34	Fallo de la resistencia de drenaje.
A 35	Fallo del ventilador del evaporador.
A 36	Alarma de temperatura alta.
A 37	Alarma de temperatura baja.
A 38	Temperatura seleccionada fuera de rango.
A 39	Para futuras aplicaciones.
A 40	Para futuras aplicaciones.
A 41	Para futuras aplicaciones.
A 42	Para futuras aplicaciones.
A 43	Para futuras aplicaciones.

Fuente: elaboración propia.



### **3. MANTENIMIENTO DE UNIDADES TIPO INDEPENDIENTES**

El mantenimiento es parte fundamental para la prolongación del buen funcionamiento y la vida útil de cualquier máquina. La utilización de materiales de la mejor calidad es otro de los factores que ayudan a mejorar el rendimiento de los equipos. Se deben definir etapas o periodos de tiempo en los cuales un equipo debe ser sometido a inspección, lubricación, sustitución de componentes, reparaciones, entre otros.

#### **3.1. Mantenimiento preventivo**

Es el mantenimiento, que tiene por misión, mantener un nivel de servicio determinado en los equipos programando, las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

En algunos equipos suelen considerarse periodos oportunos de mantenimiento y rutinas del mismo con base en la experiencia del pasado sobre el comportamiento de sus componentes, es necesario el estudio y el monitoreo de este para generar y organizar los mantenimiento de cualquier maquinaria.

#### **3.2. Etapas del mantenimiento**

En los equipos de refrigeración para transporte se han establecido ciertos periodos de mantenimiento con base en las horas de funcionamiento de los mismos y en condiciones medias de funcionamiento, basados en los análisis de

aceites, análisis de filtros, desgaste de componentes rotativos, y otros. Se ha podido definir un mantenimiento preventivo para mejorar y asegurar el funcionamiento adecuado de los equipos mediante etapas que consisten en horas de funcionamiento de los equipos.

### 3.2.1. Mantenimiento de 250 horas

Cuando un equipo es nuevo se encuentra a cero horas y es recomendable que las primeras dos horas de trabajo del equipo se realicen sin carga a refrigerar y a temperatura de enfriamiento (sobre los 0 °F). Esto para que los componentes se vayan climatizando al trabajo. Este mantenimiento es muy simple, pero de un buen análisis del aceite durante estas primeras 250 horas de trabajo de la unidad se puede deducir sobre el comportamiento del motor durante toda su vida, pues es aquí donde el aceite da indicio de alguna falla interna del motor o de su buen funcionamiento. Esta es la rutina más sencilla y se describe en la siguiente tabla.

Tabla IX. Operaciones del mantenimiento de 250 horas

Servicio	Operaciones del servicio
Servicio 250 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite de motor (toma de muestra para análisis).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de filtro de aceite del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear y limpiar filtro de aire.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear sistema de enfriamiento del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear tensión de las fajas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear tornillería del montaje y apretar los que sea necesario.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó con anterioridad, este servicio es el primero que se debe realizar a la unidad. Se debe de enviar a un laboratorio especializado el aceite indicando el tipo de aceite y horas de trabajo para que proporcione resultados del funcionamiento interno de motor y verificar la existencia o la ausencia de un desgaste prematuro y anormal de los componentes internos de motor.

### **3.2.2. Mantenimiento de 1 000 horas**

Este es el segundo mantenimiento que experimentará la unidad refrigerada luego del mantenimiento de 250 horas. A partir de las mil horas se considera pertinente mantener una secuencia de mantenimientos a las 1 000 horas, este dependerá del costo de operación dentro de la empresa y las condiciones de trabajo, pues en condiciones severas se recomienda realizar el mantenimiento a las 750 horas.

A partir de este mantenimiento se deben contar en secuencias de mantenimientos con periodos de 1 000 horas cada uno de la siguiente manera:

- Mantenimiento de 1 000 horas I
- Mantenimiento de 1 000 horas II
- Mantenimiento de 1 000 horas III
- Mantenimiento de 1 000 horas IV

Esta secuencia es necesario seguir hasta las 5 000 horas. Luego de esto empezar nuevamente cada 1 000 horas, pues se dice que este es el mantenimiento permanente a lo largo de la vida de cualquier unidad refrigerada tipo independiente, la diferencia es de ciertos pasos y cambios de componentes que pueden verse en las tablas.

Tabla X. **Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas I**

Servicio 1 000 horas I.	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite de motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del filtro de la bomba de combustible.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar filtro de aire, combustible y aceite.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear sistema de enfriamiento del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear condiciones de las fajas, ténselas si es necesario.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear carbones de ventiladores del evaporador y del alternador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricar cojinetes de chumacera del ventilador del condensador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar nivel de aceite del compresor.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas II**

Servicio 1 000 horas II.	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite de motor (toma de muestra para análisis).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar filtro de aire, combustible y aceite.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar líquido refrigerante del radiador del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar todas las fajas de la unidad, verificar la tensión adecuada.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear el nivel de aceite del compresor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricar cojinetes de las poleas y chumaceras del ventilador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el termostato del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la carga de la batería y el suministro del alternador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar ajuste en funciones.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el ciclo de deshielo finalice automáticamente.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas III**

Servicio 1 000 horas III	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite de motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar filtro de aire, combustible y aceite.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la tensión de las fajas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del condensador / radiador de la unidad refrigerada.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la lineación de las aspas de ventiladores del evaporador</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar cojinetes de las poleas y chumaceras de ventilador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las presiones de trabajo del compresor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar motor de arranque y componentes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar nivel de líquido de la batería de la unidad refrigerada.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de terminales de batería y limpieza de bornes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar condiciones de trabajo de la unidad; presiones, temperaturas, revoluciones, entre otras.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar con la función previaje las funciones de la unidad refrigerada en plena marcha.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas IV**

Servicio 1 000 horas IV.	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite de motor</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar filtro de aire, combustible y aceite.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar líquido refrigerante del radiador del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar todas las fajas de la unidad, verificar la tensión adecuada.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento de los ventiladores.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricar cojinetes de las poleas y chumaceras del ventilador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento de la válvula de tres vías, probando la unidad refrigerada en modo de enfriamiento y calentamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio del aceite del compresor, realizar limpieza interna con aire.</li> </ul>	

Continuación de la tabla XIII.

	• Verificar las velocidades del motor.
	• Chequear la tornillería de montaje de la unidad y apretar si es necesario.
	• Reemplazar el filtro de la bomba de combustible.
	• Verificar las presiones de trabajo del compresor.
	• Verificar el sistema de enfriamiento del motor.

Fuente: elaboración propia.

Como se había destacado antes, los aceites para motores diésel de estas unidades pueden realizar hasta un máximo de 1 000 horas de trabajo, periodos en los cuales es necesario reemplazarlo. Estos mantenimientos son la secuencia que debe seguir la unidad a lo largo de toda la vida de trabajo para garantizar el funcionamiento y evitar fallas prematuras en los equipos o emergencias para el Departamento Técnico.

### **3.2.3. Mantenimiento de 5 000 horas**

Este mantenimiento es equivalente a la inspección o cambio de ciertos componentes que sufren desgaste por el tipo de operación dentro del funcionamiento de las unidades, componentes eléctricos que sufren de recalentamiento, elementos de paredes internas delgadas, entre otras. Este mantenimiento debe programarse adecuadamente, ya que se requieren de bastas horas de trabajo para la inspección de la unidad pues se toma en cuenta que se llega al 25 % de la vida útil de la unidad refrigerada. A continuación se describen las operaciones que deben realizarse.

Tabla XIV. **Operaciones del mantenimiento de 5 000 horas**

Servicio 5 000 horas.	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar y ajustar inyectores de combustible del motor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar y ajustar tuberías del sistema de combustible.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desensamblar motores del evaporador para limpieza de componentes; aspas, ejes, devanado.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar los carbones de los ventiladores del evaporador</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar baleros y fricciones del embrague.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el alternador y sus componentes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desensamblar tapadera frontal del evaporador y limpiar el serpentín.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza interna del radiador a presión, bomba de agua del motor y cambio del líquido refrigerante.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desensamblar el motor de arranque y limpiar las piezas internas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar el filtro deshidratador del sistema de refrigeración.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las condiciones de las poleas, sustituirlas si es necesario.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontar la batería de la unidad, verificar niveles y realizar limpieza.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar medición de compresiones del motor diésel (normalmente 350 psi por cilindro).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la presión de la bomba de inyección.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desensamblar escape del motor de combustión, limpiar y cambiar la tornillería.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar el aceite de motor.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar filtro de aceite, combustible, aire.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del condensador / radiador de la unidad.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4. **Mantenimiento de 12 000 horas**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca ningún fallo. Cuando la fiabilidad del

equipo ha disminuido apreciablemente, resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Muy pocas empresas adoptan este mantenimiento para sus unidades refrigeradas debido al costo y el tiempo en el que este se encontrará fuera de uso, pero se debe tener la capacidad de analizar sus beneficios. Es a partir de las 12 000 horas de funcionamiento del motor cuando los sistemas de refrigeración empiezan a disminuir su capacidad frigorífica, pues los motores de la unidad comienzan a perder compresión en sus cilindros generando los problemas en el sistema de refrigeración. Además estas unidades cuentan con un tiempo de vida útil aproximadamente de 20 000 horas de trabajo de motor.

Este mantenimiento sigue las bases del mantenimiento de cero horas lo cual implica la aplicación *overhaul* tanto al compresor de la unidad refrigerada como al motor de combustión. Se pretende sustituir elementos internos desgastados donde el uso es alentador y de menor costo, si se han llevado a cabo las buenas prácticas de mantenimiento desde las cero horas del equipo.



Tabla XV. Operaciones del mantenimiento de 12 000 horas

Servicio 12 000 horas.	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar el kit de fricciones y sistema mecánico del embrague.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontar el motor diesel de la unidad y desarmar para sustituir componentes internos que hayan sufrido <i>desgaste overhaul</i>.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontar el compresor del sistema de refrigeración, desarmar para sustituir componentes internos que hayan sufrido <i>desgaste overhaul</i>.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desensamblar la válvula de expansión del evaporador y limpiar con refrigerantes de limpieza, sustituya el orificio de esta.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desensamblar el acumulador de líquidos para limpieza con gas a presión.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar limpieza interna del evaporador y del condensador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir el filtro deshidratador del sistema de refrigeración.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar carbones de motores eléctricos del evaporador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar escobillas, cojinetes internos del alternador, realizar limpieza de los componentes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una limpieza de la tubería de suministro de combustible</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar elementos tensores de poleas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el estado de los canales de las poleas, sustituir si el desgastar es basto.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, la mayoría de rutinas del mantenimiento consiste en la sustitución de los elementos, llevando a nombrar este tipo de servicio como *overhaul*, pues se lleva la unidad a las cero horas del funcionamiento. La finalidad es evitar emergencias o fallas en ruta de las unidades.

### **3.3. Mantenimiento de los serpentines del condensador y del evaporador**

Los serpentines son tubos forrados con aletas de aluminio los cuales se utilizan para aumentar la velocidad de transmisión de calor. A su vez estas aletas, por la humedad, tienden a saturarse con polvos de elementos que se encuentren dentro del espacio a refrigerar. En el caso de los evaporadores y para el caso de los condensadores que se encuentran expuestos al ambiente se crea en su superficie una mezcla de polvo, humo, partículas adheridas por la humedad, lo que crea obstrucciones en su superficie para el aire y la disminuye su capacidad de transferencia del calor.

Por estas razones estos componentes deben llevar un mantenimiento adecuado con personal previamente capacitado, pues se requiere de ciertas técnicas simples pero fundamentales para la limpieza de los serpentines. Se incluyen lavado con detergentes de aluminio, desengrasantes, protectores de aluminio, agua a presión y cepillado de las aletas. Cuando estas se encuentren dobladas esto impide que el aire circule por la superficie de los serpentines.

Incluso una mala operación en el proceso de lavado resulta un problema, pues el agua a presión suele doblar las aletas del serpentín y resulta en un problema para el técnico de mantenimiento. El uso de productos inadecuados para el lavado de estos componentes suele resultar en oxidación prematura de las aletas de los serpentines reduciendo así su superficie de transmisión de calor.

Figura 12. **Mantenimiento serpentines de unidad refrigerada**



Fuente: CHAUVIN, D. / Xarios 500. [www.transcold.co.nz/.../xarios\\_500\\_600\\_mt\\_parts](http://www.transcold.co.nz/.../xarios_500_600_mt_parts).  
Consulta 24 de febrero del 2000.

### **3.4. Mantenimiento predictivo**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, entre otras.) cuya variación sea indicativa de problemas que aparecen en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

Para el caso de las unidades independientes este mantenimiento es posible y se basa en las lecturas que los sensores e interruptores envían al microprocesador. Los mismos pueden leerse en el control cabina de la unidad lo cual funciona como base para el análisis de la falla que realizará el técnico de mantenimiento.

### 3.5. Mantenimiento del sistema eléctrico en general

El mantenimiento de los circuitos eléctricos de estas unidades requiere de gran precisión en la ejecución y destreza del técnico que ha de realizarlo. Es de suma importancia una buena inspección de los componentes eléctricos y debido a su gran variedad requiere de la previa capacitación del técnico encargado de ejecutar el mantenimiento. El conocimiento del equipo y el uso adecuado de las herramientas necesarias ayudará a prolongar la vida de los componentes, pues algunos componentes roscados requieren que el desmontaje sea muy cauteloso, los mismos están sometidos a altas temperaturas de trabajo. Para mediciones previas en el diagnóstico de fallas eléctricas siga los siguientes consejos.

Tabla XVI. **Consejos para diagnosticar fallas en el sistema eléctrico**

Paso	Operación a realizar
1	Siempre conectar el voltímetro en paralelo.
2	Usar una conexión de <i>clip</i> desde el terminal negativo (negro) del medidor a la tierra de la unidad. Esto le dejará una mano libre.
3	Siempre probar el medidor con un voltaje conocido antes de diagnosticar fallas.
4	Comprobar que el medidor este en la escala correcta.

Continuación de la tabla XVI.

5	Si el medidor no es autoajustable, seleccionar la mayor escala primero y proceda a las menores progresivamente hasta que el valor mostrado este a la mitad de la escala.
6	Siempre conectar el medidor de resistencia (ohm) en paralelo a circuitos desenergizado.
7	Las lecturas de resistencia no deben ser tomadas con aplicación de corriente al componente.
8	Siempre pruebe el medidor tocando ambos terminales para asegurar una medida correcta, debería medir 0 ohm (o muy bajo).
9	Siempre conectar el amperímetro en serie con el circuito en prueba.
10	Para localizar un problema en una unidad, operar la unidad en todos los modos de operación, frío y calor en altas y bajas revoluciones, descongelamiento.
11	Nunca cortar y pinchar los cables para tomar medidas de voltaje o resistencia porque ocasionará futuras fallas.

Fuente: elaboración propia.

### **3.5.1. Mantenimiento de sensores y dispositivos de protección**

Entre las tareas del mantenimiento predictivo del sistema eléctrico se encuentra la inspección de los sensores de la unidad y los dispositivos de protección del motor y compresor. Estos componentes se encuentran sometidos a jornadas de trabajos con temperaturas variables, la acción climática sobre ellos, exposición a la lluvia, polvo, entre otros.

Se requiere de una inspección de estos dispositivos, ya que es recomendable el cambio de estos cada dos años de uso de la unidad refrigerada no se consideran horas de trabajo pues no se sabe el uso que se le da diariamente a las unidades refrigeradas, por ello se considera este lapso de tiempo debido a factores como el clima como antes se mencionó.

Se sugiere desmontar los dispositivos de protección y sensores de la unidad para realizar medidas de las características eléctricas. Estos dispositivos deben manejar los ohmios de cada componente, valores que varían respecto a la temperatura a la que se encuentre el dispositivo. La resistencia de los sensores cambia con la temperatura, estos sensores usualmente fallan por corto circuito o se abren. Para probar un sensor sospechoso es necesario primero aislarlo del sistema eléctrico de la unidad.

Es necesario saber la temperatura de un sensor antes de medir su resistencia pues esta varía respecto a la temperatura. Un termómetro exacto se coloca cerca del sensor que se desea medir o se puede colocar el sensor en un baño de hielo para obtener una temperatura de 0° o en agua hirviendo para lograr una medición del sensor a 100 °C.

En la siguiente tabla se muestran valores de temperaturas y medición de ohmios para los diferentes sensores y dispositivos de seguridad tanto del motor como del compresor. Son las medidas que deben de utilizarse como parámetros cuando se sospeche de la falla de alguno de estos sensores. En el caso que un sensor se encuentre abierto bastará con la medición de continuidad entre sus puntos de conexión para diferenciar el estado de estos.

Tabla XVII. **Valores de resistencia en ohmios de los sensores de protección**

<b>Temperatura en grados Centígrados</b>	<b>Resistencia en ohmios de sensores WTS, RAS, ATS</b>	<b>Resistencia en ohmios CDT</b>
-28	165 300	1 653 000
- 23	117 800	1 178 00
-17	85 500	855 000
-12	62 400	624 000
-6	46 300	463 000
-1	34 500	345 000
0	32 700	327 000
4	26 200	262 000
10	19 900	199 000
15	15 300	153 000
21	11 900	119 000
25	10 000	100 000
26	9 300	93 000
32	7 300	73 000
37	5 800	58 000
43	4 700	47 000
48	3 800	38 000
90	915	9 150
100	680	6 800
130	301	3 010
150	186	1 860

Fuente: SUPRA TRAINING / DR / REV. <https://books.google.com.gt/books?isbn.>

Consulta: 5 de marzo de 1999.

### **3.5.2. Mantenimiento de alternador y motor de arranque**

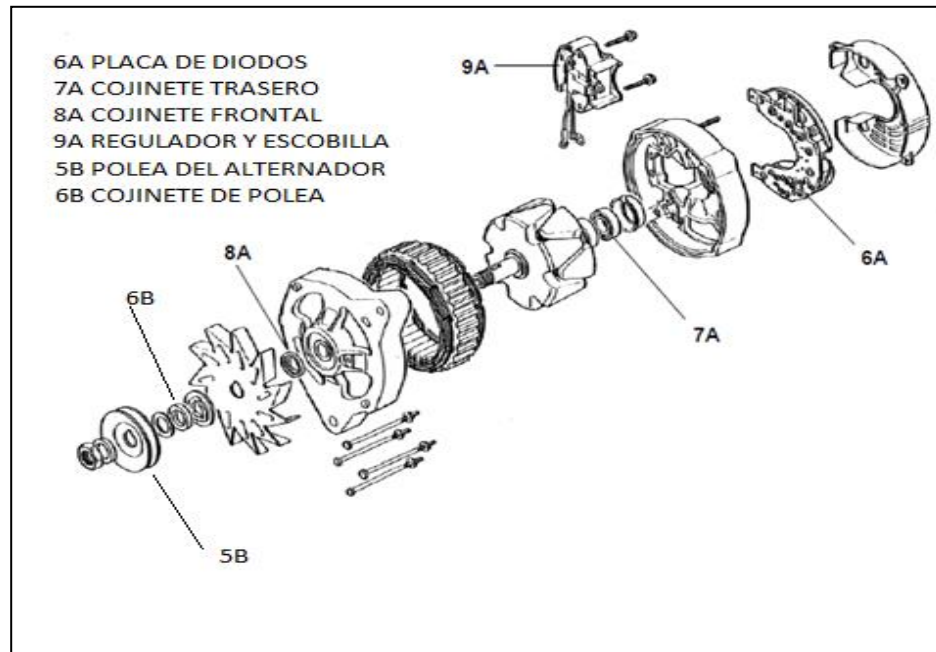
Parte del mantenimiento eléctrico de las unidades consiste en el desmontaje del alternador y motor de arranque cada cierto tiempo para una inspección de los componentes internos. Se debe contar con un banco diseñado para pruebas de alternadores donde se compruebe la carga que entrega a la batería, esta debe ser en un rango de 13 a 13,6 voltios, pues debajo o arriba de este rango se encenderá la alarma en el microprocesador del alternador.

Parte del mantenimiento del alternador consiste en desmontarlo y desensamblarlo a su totalidad para revisar cojinetes, escobillas, regulador, devanados, diodo, tapaderas, polea y tensores de la correa. Es recomendable sustituir los cojinetes internos del alternador por los menos cada 5 000 horas de trabajo del motor, con las escobillas, cada vez que se encuentren dañadas, pues son consecuencia de tapaderas quebradas.

Las anteriores son consecuencia de vibraciones del funcionamiento de los equipos y de mala reinstalación después de un mantenimiento. La polea se reemplaza cuando el canal por donde la faja descansa en la operación se encuentra muy desgastada, pues esto ocasionará que la faja se desgaste irregularmente o se agriete, de lo contrario tan solo es necesario sustituir el cojinete de la polea por lo menos cada 4 000 horas de trabajo de motor. La placa de diodos se sustituye cuando la corriente no es transportada del positivo al punto de salida del alternador o cuando se encuentra recalentada.



Figura 13. Partes internas de un alternador



Fuente: SUPRA TRAINING / DR / REV:A. <https://books.google.com.gt/books?isbn.>

Consulta 5 de marzo de 1999.

El mantenimiento del motor de arranque consiste en el reemplazo de la bobina de ignición cada 4 000 horas de trabajo de motor, pues debido a la vibración tienden a aflojarse y generar falsos contactos. Lo anterior genera arranques fallidos. Por otro lado, una de las piezas de desgaste del motor de arranque es el engrane de acoplamiento con el volante del motor bendix desgastado debido a los repetitivos roses en cada arranque del motor.

### 3.5.3. Mantenimiento de batería de unidad refrigerada

La unidad refrigerada trabaja con una batería de 12 voltios 14 amperios para generar el arranque del motor y manejo de dispositivos electrónicos. Estas

baterías son comunes como las de un vehículo particular, las cuales requieren de nivelaciones de fluido que utilizan para almacenar y transportar la corriente. Además una limpieza de las conexiones para terminales de la batería y el reemplazo de las terminales de la misma, un lavado del cuerpo de la batería preferiblemente con agua caliente, pues estas están expuestas en la parte inferior del camión de transporte y suelen saturarse de lodos que pueden recalentar e inflar una batería.

### **3.6. Ventajas del mantenimiento en los tiempos requeridos**

Toda máquina, equipo o automóvil requiere de un buen programa de mantenimiento que se logra a través del estudio del comportamiento individual de los equipos. Se ha mencionado hasta ahora las rutinas de mantenimiento que se requieren a lo largo de la vida útil de las unidades refrigeradas para furgón, pues se busca mantener el buen funcionamiento del equipo el mayor tiempo posible para que la inversión sea recuperada. A continuación se detallan algunas de las ventajas de seguir estas rutinas de mantenimiento.

- Reducción de costos para el Departamento Técnico por reducción de emergencias y jornadas laborales extensas.
- Menores riesgos de pérdida de productos perecederos.
- Mayor control y conocimiento de los equipos.
- Menores regímenes de desgaste en los componentes sometidos a fricción constante el cual se refleja en el mantenimiento de cero horas *overhaul*.

#### **4. MANTENIMIENTO DE UNIDADES TIPO DEPENDIENTES**

Las unidades tipo dependientes son unidades con arreglos de funcionamiento más simples que las unidades del tipo independiente. Estas unidades requieren de la propulsión del motor de un vehículo para hacer funcionar el compresor. También se conocen como unidades de velocidad variable, pues la velocidad angular del compresor dependerá de la aceleración del vehículo de transporte. Se requieren ciertos criterios de manejo cuando un vehículo cuenta con una unidad del tipo dependiente entre los cuales se pueden marcar:

- El compresor de la unidad refrigerada alcanza su máxima eficiencia cuando opera a 4 500 revoluciones por minuto.
- Las presiones del sistema de refrigeración son directamente proporcionales a la velocidad de rotación del compresor y este a su vez de la velocidad del motor del vehículo.
- Cuando el vehículo se encuentran encendido sin movimiento se debe mantener una velocidad mínima de 1 500 revoluciones por minuto, pues es el rango menor para que se conserven las presiones de trabajo de la unidad refrigerada.
- Cuando el vehículo se encuentra en reposo y con la unidad refrigerada encendida el alternador del vehículo recibe una carga extra debido su funcionamiento, afectando el arranque de esta razón por la cual se debe mantener el vehículo con una velocidad de por lo menos 1 500 revoluciones por minuto.

#### **4.1. Mantenimiento preventivo y predictivo**

Para este tipo de unidades es necesario mantener revisiones que consten con etapas del mantenimiento preventivo y predictivos, pues se debe tener una intervención de los puntos vulnerables de la máquina. También mantener un conocimiento del estado del equipo a través de valores numéricos como los patrones de presiones, temperaturas, niveles, y otros.

Se debe cuidar que las rutinas de mantenimiento consten de estas operaciones y deben registrarse en un historial del mantenimiento por máquina, pues estos valores no es posible obtenerlos del control cabina como en las unidad tipo independientes. Las anteriores solo mediante pruebas directas con instrumentos de medición como manómetros, multímetros, amperímetros, y otros.

#### **4.2. Mantenimiento de serpentines de evaporador y condensador**

El evaporador es de tipo tubo y aleta. La operación del compresor mantiene baja la presión dentro del serpentín. Con esta reducción de presión, el líquido refrigerante se evapora a una temperatura lo suficientemente baja para absorber calor del aire. El movimiento del aire a través del evaporador lo brinda el ventilador eléctrico.

El uso de cartón reciclado está aumentando. Los cartones reciclados crean mucho más polvo de fibra durante el transporte que los nuevos cartones. El polvo de fibra y las partículas van hacia el evaporador donde se alojan entre las aletas. Si no se limpia el evaporador de forma constante, en algunas ocasiones después de cada viaje, la acumulación es suficiente para restringir el flujo de aire. Esto debido a la congelación del serpentín, los deshielos

constantes y la pérdida de la capacidad de la unidad debido a la acción de lavado del deshielo normal, el polvo de fibra y las partículas pueden no ser visibles frente al serpentín, pero se acumulan en esta área.

Se recomienda limpiar el serpentín del evaporador de forma regular, no solo para retirar el polvo del cartón, sino para retirar cualquier residuo de aceite que se pueda acumular en las aletas y evitar que el agua se drene a la charola de drenaje. Puede ser difícil retirar las partículas de fibra de cartón después de mojarlas y secarlas varias veces. Por lo tanto, pueden necesitarse varias lavadas.

- Rocíe el serpentín con una solución de detergente suave tal como un detergente de disco comercial y permita que la solución repose durante unos minutos. Invierta el nivel (opuesto al flujo de aire normal) con agua limpia a presión media. Es suficiente el uso de una manguera para jardín con boquilla rociadora. Asegúrese de que las líneas de drenaje estén limpias.
- Arranque la unidad hasta que se inicie el modo de deshielo para revisar que el drenaje de la charola de deshielo sea el correcto.

El condensado es de tipo tubo y aleta y actúa como un intercambiador de calor donde el gas refrigerante comprimido se condensa en líquido y su temperatura baja. El movimiento del aire sobre el condensador lo brinda el ventilador montado en la sección condensadora.

Para la limpieza del condensador retire todo el material extraño del serpentín del condensador invirtiendo el flujo normal de aire (el aire es empujado de adentro hacia el frente). Se puede utilizar aire o agua comprimida

como un agente de limpieza. Puede ser necesario utilizar agua tibia mezclada con detergentes de limpieza para serpentines. Enjuague el serpentín con agua fresco si utiliza detergentes.

### 4.3. Mantenimiento del compresor

El compresor cuenta con aceite de Poliéster carrier (POE). Asegurarse que el compresor esté marcado con una calcomanía de fábrica indicando que se ha instalado el aceite correcto. Los aceites tipo PAG son totalmente incompatibles con la operación de esta unidad, así que nunca utilizar un aceite diferente al aprobado por carrier. El compresor de esta unidad requiere de las características mencionadas en la siguiente tabla.

Tabla XVIII. **Datos de referencia del compresor TM 16**

Modelo	TM 16	06VM306Y TC6	06V30660Y
		230/1/60	230/3/60
Desplazamiento	163 cc	6,9 cfm	6,9 cfm
No. Cilindros	6	2	
Peso	7 kg	40 kg	40 kg
Cargad de aceite	230 cc	1 200 cc	
Aceite aprobado	POE-MobilArtic EAL 68		

Fuente: D.Chauvin / Xarios 500. <https://books.google.com.gt/books?isbn.>

Consulta 24 de febrero del 2000.

Estos compresores alcanzan su máxima eficiencia a 4 500 revoluciones por minutos, pues sus componentes son de dimensiones pequeñas. Por ello requieren de velocidades angulares elevadas a diferencia de los compresores de unidades dependientes.

El mantenimiento de los compresores se divide en las etapas del mantenimiento general de la unidad, pues se requiere de la inspección de los elementos externos que afectan directamente el funcionamiento de este, se definen en las etapas del mantenimiento a continuación.

#### 4.3.1. Mantenimiento de 250 horas

Este mantenimiento es el primero que experimenta una unidad tipo dependiente, bastante simple, pero necesario. A continuación se describen sus acciones a seguir.

Tabla XIX. **Operaciones del mantenimiento de 250 horas unidades dependientes**

Servicio 250 horas	Operaciones del servicio
	• Revisar la tensión de las bandas del compresor y alternador del camión.
	• Revisar que el kit de embrague del compresor se active correctamente.
	• Revisar la tornillería del montaje de la unidad apriete si es necesario.
	• Lubricar le cojinete de la polea tensora de la faja del compresor.
	• Revisar el tiempo en que la unidad alcanza una temperatura de 5 grados centígrados (aproximadamente 20 minutos).

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. Mantenimiento de 500 horas

Este mantenimiento se realiza en las primeras 500 horas de uso de la unidad, requiere de pasos de limpieza y chequeos técnicos los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla XX. **Operaciones del mantenimiento de 500 horas unidades dependientes**

Servicio 500 horas	Operaciones del servicio
	• Limpieza de los serpentines del condensador y evaporador.
	• Reemplazar la banda del compresor.
	• Revisar el nivel de aceite del compresor debe estar a $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ de la mirilla.
	• Revisar las operaciones del control cabina.
	• Revisar el sistema de deshielo que ingrese y salir automáticamente.
	• Revise la luz intermitente de emergencia.
	• Verificar que el sistema de destilamiento de agua del evaporador no esté obstruido.
	• Verificar las presiones de trabajo del compresor.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.3. Mantenimiento de 1 000 horas**

Los compresores de las unidades dependientes presentan severos desgastes ocasionados por la variación de la velocidad del vehículo que lo transporta. Por esta razón, el aceite debe conservarse en las mejores condiciones posibles para mantener los márgenes de lubricación lo más alto como sea posible.

A partir de este mantenimiento se repite la secuencia de los dos anteriores, pues estos son los tres tipos de servicios recomendados para estas unidades. En la siguiente tabla los pasos del mantenimiento de 1 000 horas para unidades dependientes.



Tabla XXI. **Operaciones del mantenimiento de 1 000 horas unidades dependientes**

Servicio 1 000 horas	Operaciones del servicio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar el cojinete de la polea tensora de la banda.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la operación de los ventiladores del evaporador y condensador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir los fusibles removibles y reelevadores de la caja de control.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que el refrigerante este visible en la mirilla de la línea de líquido.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el control del ciclo de temperatura.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner la unidad en modo de deshielo manual y verificar que finalice automáticamente.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir el aceite del compresor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar la banda tensora.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir el filtro deshidratador.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el amperaje de la bobina del compresor.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento de la válvula de tres vías.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. **Mantenimiento del sistema eléctrico en general**

Este tipo de equipo utiliza un circuito de operación más sencillo que las unidades independientes, sus controles y dispositivos de seguridad requieren de mayor cuidado, pues su consumo energético de operación es menor y lo hace más vulnerables a las fallas ocasionadas por los altibajos de voltajes.

El mantenimiento consiste en revisar periódicamente los contactos, cables y componentes, así como sus capacidades eléctricas que se describen la siguiente tabla.

Tabla XXII. **Especificaciones para el mantenimiento del sistema eléctrico**

Componente	Amperes	Resistencia en ohm
Bobina del compresor	3,5	3,2
Solenoides de gas	1,50	7,2
Válvula de <i>bypass</i>	1,60	7,2
Válvula Quench	1,16	10,3
Relevador electrónico	0,76	5,46
Ventiladores	8,4-8,7	

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. **Mantenimiento de sensores de protección**

Los componentes del sistema están protegidos de daños ocasionados por condiciones inseguras de operación a través del cierre automático de la unidad cuando se genera dicha condición. Esto se cumple por medio de los fusibles y dispositivos de seguridad que requieren de cierto mantenimiento y acciones preventivas, las cuales se enlistan en la siguiente tabla, en conjunto de los ajuste de la misma.

Tabla XXIII. **Tipo de operación de los sensores de protección**

Condiciones inseguras	Dispositivo de seguridad	Ajuste de dispositivo
1. Caída de presión.	Interruptor baja presión	Abre: -2,9 psi
2. Corriente excesiva.	Relevador electrónico	Autoprotegida
3. Corriente excesiva de motor.	Relevador de sobrecarga	30 amperios
4. Presión de descarga excesiva.	Interruptor de alta presión	Abre: 240 psi
5. Corriente excesiva de unidad.	Fusible general	50 amperios
6. Corriente excesiva en circuito de control cabina.	Fusible tablero electrónico	1 amperio
7. Temperatura excesiva de motor.	Protector de sobrecarga	Apertura de autoprotección
8. Mal funcionamiento de embrague del compresor.	Relevador electrónico	Apertura de autoprotección 750 amperios
9. Suplemento de potencia doble.	Microprocesador	Desconecte uno de los dos
10. Bajo voltaje de batería.	Microprocesador	Se apaga a 10 voltios
11. <i>Bypass</i> de succión.	Fusible de <i>bypass</i> F4	3 amperios

Fuente: elaboración propia.

#### **4.6. Mantenimiento de electro-ventiladores del condensador y evaporador**

Estos componentes son los encargados de realizar la transferencia de calor y temperatura de los serpentines del condensador y evaporador. Son de similares dimensiones y sistema de operación, aunque claramente puede notarse que el ventilador del condensador es de mayor diámetro que el ventilador del evaporador, ambos funcionan con 12 voltios. Al carecer de escobillas este tipo de componentes requiere de menor mantenimiento que los

ventiladores de unidades independientes, pues su única operación requiere de la inspección de sus conectores y lubricación de su cojinete periódicamente.

En la siguiente tabla se muestran las características de los electroventiladores.

**Tabla XXIV. Característica de electroventiladores**

Ventilador del evaporador		Ventilador del condensador	
Lubricante de Cojinete	Lubricante de fábrica	Lubricante de Cojinete	Lubricante de fábrica
Caballos de fuerza	100 watts	Caballos de fuerza	70 watts
Amperaje de operación	8,4 amperes	Amperaje de operación	7,5 amperes
Velocidad	2100 rpm	Velocidad	2350-2600 rpm

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. El buen funcionamiento de los equipos y la prolongación del mismo depende directamente de un buen mantenimiento.
2. El personal técnico que ejecute el mantenimiento debe ser consciente de la importancia de su labor y tener el conocimiento requerido para realizar dicha operación.
3. Para alcanzar el tiempo de vida útil de un equipo deben programarse de forma conveniente los periodos de mantenimiento.
4. El estudio del comportamiento de los componentes de un equipo de refrigeración es indispensable, pues con base en este se pueden definir las rutinas de mantenimiento y deducir el periodo de tiempo en el que es conveniente realizar una intervención o rutina de mantenimiento.



## RECOMENDACIONES

1. Es indispensable capacitar al personal técnico para que tenga el conocimiento de la operación de la máquina, los dispositivos de protección y del sistema eléctrico. Esto ayudará al diagnóstico de fallas y reparación de averías en la unidad.
2. Para el diseño de un buen plan de mantenimiento se debe estudiar previamente el tipo de condiciones a las que están sometidos los equipos, pues estas actividades pueden cambiar si las condiciones de trabajo son demasiado desfavorables para los equipos.
3. El control de los tiempos de las rutinas de mantenimiento debe llevarse y mantenerse bajo el control del Departamento Técnico, pues es sobre este Departamento donde recae la responsabilidad del buen funcionamiento de los equipos. Además de la prolongación de la vida útil de cada uno de los componentes y del equipo en general.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Carrier y United Technologies. *Technological Leadership*. México: Limusa, 2007. 125 p.
2. JENNINGS-Lewis. *Aire acondicionado y refrigeración*. México: CECSA, 2010. 78 p.
3. SALGADO, Janet M. *Aire acondicionado*. México: Limusa-Wiley, 2009. 89 p.
4. STOECKER, Kandam. *Refrigeración y acondicionamiento del aire*. EE.UU: Thompson, 2000. 78 p.



