



INSTITUTO TECNOLÓGICO TUXTLA GUTIERREZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL:

“ELABORACION DE LA BASE DE DATOS PARA DIAGNOSTICAR FALLAS CRITICAS EN LAS MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO(CHILLERS,UMAS,ETC) PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL EDIFICIO PEMEX-1, CIUDAD DEL CARMEN,CAMPECHE.”

ALUMNO: JOSE GARCIA TOALA

NÚMERO DE CONTROL: 10270768

PERIODO: ENERO-JUNIO- 2015

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A 17 DE JUNIO DEL 2015.

INDICE

1.-INTRODUCCION	1
2.-JUSTIFICACION	3
3.-OBJETIVOS	4
4.-CARACTERIZACION DEL AREA	5
5.-PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACION	7
6.-ALCANCES Y LIMITACIONES	8
7.-FUNDAMENTO TEORICO	9
7.1.-EQUIPOS Y COMPONENTES	9
7.2.-UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (UMA)	9
7.2.1.-SECCION DE VENTILACION	9
7.2.2.-SERPENTIN	10
7.2.3.-RECALENTADOR ELECTRICO	11
7.2.4.-HUMIDIFICADOR	11
7.2.5.-FILTROS	12
7.2.6.-PANEL ELECTRICO	12
7.2.7.-VARIADOR DE VELOCIDAD	13
7.2.8.-CARCASA	13
7.3.- CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACION	14

7.3.1.-BOMBAS DE VELOCIDAD VARIABLE	14
7.3.2.-VARIADOR DE FRECUENCIA	17
7.3.3.-VALVULA DE BY-PASS	17
7.3.4.-SENSORES DE TEMPERATURA COMUN	18
7.3.5.-SWITCH DIFERENCIAL DE PRESION	18
7.3.6.-VALVULA DE AISLAMIENTO	19
7.3.7.-VALVULA TRIPLE	20
7.3.8.-TANQUE DE EXPANSION	21
7.3.9.-SEPARADOR DE AIRE DE LA RED HIDRAULICA	21
7.3.10.-VALVULA REGULADORA DE CAUDAL DE DOS VIAS	22
7.3.11.-TUBERIAS Y ACCESORIOS	23
7.4.-CIRCUITO DE AIRE	23
7.4.1.-DUCTERIA METALICA	23
7.4.2.-CONTROL DE VOLUMEN POR ZONA	23
7.4.3.-DIFERENCIAL DE PRESION ESTATICO	25
7.5.-CHILLERS	26
7.5.1.-CICLO DE REFRIGERACION	26
7.5.2.-ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	28
7.5.2.1.-TIPOS DE COMPRESORES	29
7.5.2.2.-LUBRICACION DE COMPRESORES	34

7.5.2.3.-CONDENSADOR	37
7.5.2.4.-EVAPORADOR	40
7.5.2.5.-DISPOSITIVO REGULADOR DE PRESION	44
7.5.2.6.-REFRIGERANTES	47
8.-PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	50
8.1.-UNIDAD MANEJADORA DE AGUA (CHILLERS)	51
8.2.-BOMBAS CENTRIFUGAS	54
8.3.-UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE (UMAS)	56
8.4.-IDENTIFICACION DE FALLAS PERIODO:	
SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2014	58
8.4.1.-UNIDADES MANEJADORAS DE AGUA HELADA (CHILLERS)	58
8.4.2.-UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE(UMAS)	61
8.4.3.-BOMBAS CENTRIFUGAS	63
9.-RESULTADOS	66
9.1.- BASE DE DATOS PARA DIAGNOSTICAR FALLAS CRITICAS EN LAS MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO	66
9.2.-PLAN DE MANTENIMIENTO	67
9.2.1.-PLAN DE MANTENIMIENTO MANEJADORAS DE AIRE (UMAS)	67
9.2.2.-PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS CENTRIFUGAS	68
9.2.3.-PLAN DE MANTENIMIENTO CHILLERS	69

10.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
11.-FUENTES DE INFORMACIÓN	73
12.- ANEXOS	74

1.-INTRODUCCION

El acondicionamiento de aire es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales. Entre los sistemas de acondicionamiento se cuentan los autónomos y los centralizados. Los primeros producen el calor o el frío y tratan el aire (aunque a menudo no del todo). Los segundos tienen un/unos acondicionador/es que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema centralizado. En este último caso, la producción de calor suele confiarse a calderas que funcionan con combustibles. La de frío a máquinas frigoríficas, que funcionan por compresión o por absorción y llevan el frío producido mediante sistemas de refrigeración.

Actualmente son muchas las industrias que utilizan tecnologías de ventilación, refrigeración o aire acondicionado en sus procesos productivos. Sin ir más lejos, segmentos de negocio como la minería, alimentos y retail, por nombrar algunos, se destacan por seguir las últimas tendencias tecnológicas que encontramos a nivel internacional. Un ejemplo de ello son los equipos utilizados en el edificio Pemex-1 ubicado en ciudad del Carmen, Campeche. Dichos equipos satisfacen la necesidad de la empresa, caracterizándose por estar a la vanguardia de confort y tecnológica, el funcionamiento de dichos equipos manejan el ciclo básico de refrigeración (compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador), este ciclo lo conforman un proceso dentro del equipo de refrigeración tales como: manejadoras de aire (Uma), Unidades manejadoras de agua helada (Chillers) y motores centrífugos (sistema de bombeo). Estos equipos de encargan del proceso de aire acondicionado de Pemex-1, de manera general la tarea de los equipos se resume en:

1.- El recirculamiento del agua, esta acción es llevada a cabo mediante las bombas centrífugas que bombean el agua dirigiéndola hacia las unidades manejadoras de agua (Chillers).

2.- El agua llega al Chiller, este equipo consiste en realizar el proceso de refrigeración o calefacción, recibe el agua y la combina con el refrigerante, llegan al compresor donde eleva su presión y temperatura, fluye directo al condensador donde existe un intercambio de calor, bajando la temperatura y presión del agua, para llegar a la válvula de expansión donde existe una disminución muy significativa de la temperatura del agua, pasan al separador

donde el refrigerante acceda al evaporador para volverse gas junto con un nuevo flujo de agua.

3.- El agua que se separó del refrigerante sale del Chiller por medio de tuberías hasta llegar a las unidades manejadoras de aire(Umas), el agua “helada” accesa a un serpentín donde entra en función el ventilador de la Uma para poder succionar todo el aire helado, este aire helado pasa por algunos filtros eliminar agentes contaminantes. Este aire helado es dirigido hacia unos conductos que son redirigidos al inmueble (edificio Pemex-1).

El uso frecuente de estos equipos tarde o tempranocomienza a cobrar factura respecto al funcionamiento, ya que un inadecuado mantenimiento puede afectar el proceso de acondicionamiento de aire. Este proyecto surge de la necesidad de poder analizar las unidades manejadoras de aire (Uma), conocer sus características, su funcionamiento, su labor, etc. Pero, para entender de mejor manera su funcionamiento hay que entender el ciclo completo de refrigeración con todas sus partes (Chillers, Bombas Centrifugas) y analizarlos para localizar sus fallas críticas de funcionamiento, elaborando mejoras al plan de mantenimiento vigente para alargar la vida útil de los equipos y que sigan en ejecución de la mejor manera posible.

2.-JUSTIFICACION

La confiabilidad y disponibilidad de un sistema de Aire acondicionado depende en gran medida del estado de los equipos asociados al mismo. Para tal fin es necesario desarrollar modelos de mantenimiento acertados que permitan garantizar altos niveles de confiabilidad y así obtener cero interrupciones en el sistema de Aire acondicionado, para ello deben determinarse los posibles problemas o fallas que puedan presentarse en el sistema para facilitar la corrección del mismo y no interrumpa el funcionamiento de los equipos. En la actualidad el uso de Aires acondicionados ha tomado más fuerza en cuestión de confort, grandes empresas han optado por estos equipos en respuesta a tener la satisfacción del cliente, o en una industria al mejor desempeño del personal de trabajo. El uso continuo de los equipos manejadores de aire acondicionado provoca desgastes externos e internos, la utilización de un programa de mantenimiento adecuado es de amplia utilidad para poder prever fallas presentes y futuras. Teniendo como beneficio prolongar la vida útil del equipo y calidad en su funcionamiento. Por ello es la importancia de este proyecto, que permitirá la correcta elaboración de un programa de mantenimiento ideal para los equipos estudiados.

3.-OBJETIVOS

GENERALES

- Identificar, diagnosticar y analizar las fallas críticas en las manejadoras de aire acondicionado.
- Diseñar el programa de mantenimiento del edificio Pemex.1 Ciudad del Carmen, Campeche.

ESPECIFICOS

- Mejorar y actualizar el mantenimiento preventivo-predictivo en las manejadoras de aire acondicionado.
- Resolver las fallas críticas de las manejadoras de aire acondicionado estableciendo posibles causas y soluciones.
- Programar los tiempos requeridos para realizar dichos mantenimientos a las manejadoras.
- Reducir los costos por mantenimiento.

4.-CARACTERIZACION DEL AREA

El lugar donde se desempeñaron las actividades fue en el edificio Pemex-1 Ciudad del Carmen, Campeche. Específicamente en la Gerencia de Mantenimiento Integral Marino en donde se realizan las siguientes actividades:

Monitoreo del funcionamiento de las manejadoras de agua helada (Chillers).

- 2 Computadoras con el programa IV-U de Carrier para monitorear funcionamiento.

Monitoreo del funcionamiento del sistema de Bombeo de agua (cuarto de máquinas).

Resolución de problemas de mantenimiento de sistemas eléctricos.

Resolución de problemas de fugas de agua en tuberías (fontanería), etc.

Monitoreo del funcionamiento de las unidades manejadoras de aire. (Uma).

En la imagen número 1 se observa el organigrama del área.



Figura 1.- Organigrama del área

En la imagen número 2 se ejemplifica la ubicación del área.

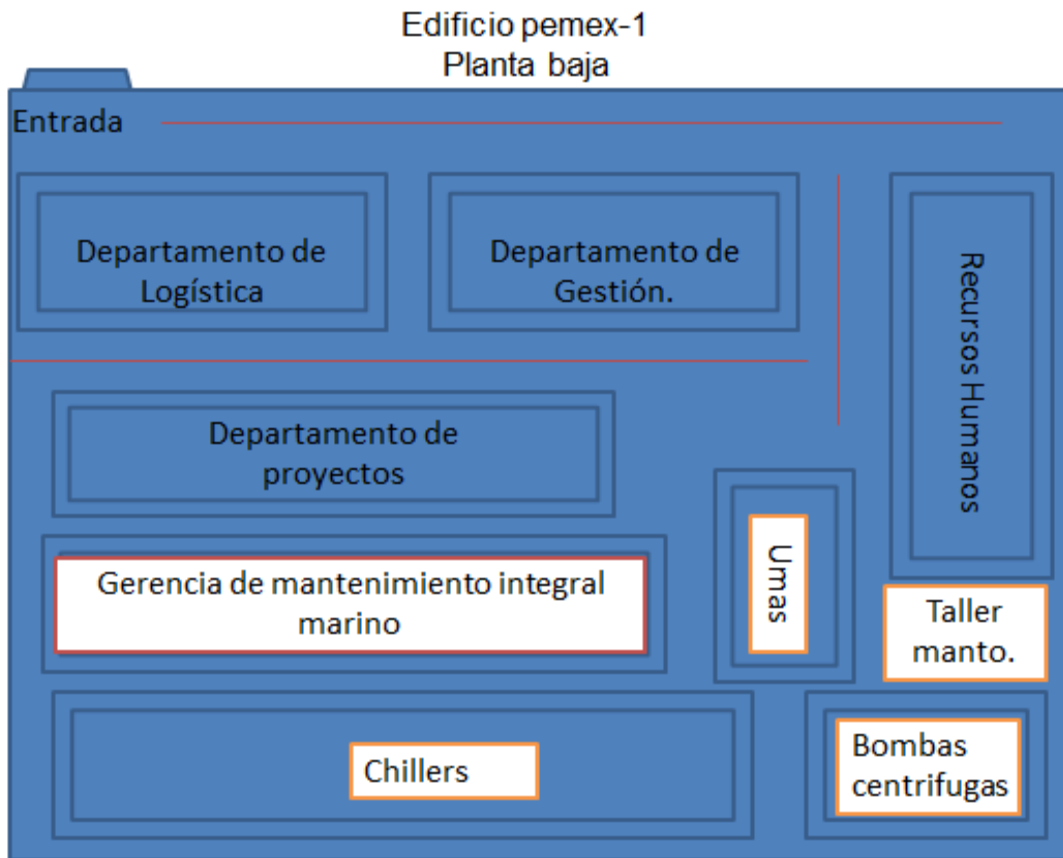


Figura 2.- Ubicación del área

Estas son algunas actividades que caracterizan al área, contribuye de gran manera para realización de todo tipo de mantenimiento en el edificio Pemex-1, desde el control y funcionamiento de todos los equipos de aire acondicionado, fallas en los elevadores del edificio hasta pequeñas fugas de agua. Todo para el confort de las personas que están involucrados en sus labores dentro del edificio.

5.-PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACION

Un sistema de aire acondicionado dentro de una industria es una necesidad que afortunadamente ahora es más accesible de obtener. En general se utiliza un proceso de tratamiento del aire para modificar ciertas características como son la humedad y temperatura; adicionalmente, también puede controlarse la pureza del aire. Para crear un ambiente frío, el aparato de aire acondicionado obtiene el calor del medio ambiente y lo expulsa al exterior o en los sistemas de aire acondicionado cerrado solo se trata el aire para su calefacción o enfriamiento, mientras que el aire fresco permanece en la habitación y a través del sistema de ventilación el aire se distribuye uniformemente. El aire acondicionado es un servicio, su uso de forma cuidadosa y organizada ayuda a evitar gastos innecesarios, las falla más comunes en los equipo de aire acondicionado es la parte mecánica y eléctrica. Por ello se plantea realizar un escrutinio de los equipos de circuito de Aire acondicionado, evaluar su condición actual de cada uno, los problemas que presentan, e iniciar la elaboración de una base de datos donde se ejemplificara los componentes del sistema, los problemas que pudieran presentar, el modo de localizar la falla y corregirla. Con base a los resultados obtenidos en la base de datos se actualizara los planes de mantenimiento para los dispositivos de Aire acondicionado (Chillers, Umas, Bombas centrifugas.) Un mal funcionamiento de los equipos de aires acondicionados trae como consecuencia el no uso de la misma como sistema de refrigeración ambiental y también trae problemas de salud como tos, mareos, náuseas, problemas respiratorios, etcétera. Debido a sus espacios cerrados como serpentines, bandejas de condensados, cañerías de desagües, privados de luz a temperatura estable, con humedad y suciedad provocan el crecimiento de bacterias patógenas, hongos y virus, y se transmiten fácilmente mediante los conductos.

6.-ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Se pretende que éste estudio sirva como marco de referencia para activar y profundizar investigaciones sobre mantenimiento de equipos de aire acondicionado, ya que la localización de las fallas críticas en el sistema de refrigeración representa una gran ventaja para que el sistema siga siendo efectivo sin afectar su funcionamiento.
- Se espera que el resultado de este proyecto sirva como punto de partida hacia una mejora en los planes de mantenimiento futuros prolongando la vida útil de su sistema de refrigeración manteniendo el rendimiento óptimo esperado.
- Al mejorar el plan mantenimiento actual, este proyecto tiene como ambición ser tomado en cuenta para que algunos aspectos de su estructura sean parte de la próxima licitación de Mantenimientos de Aires Acondicionados.

LIMITACIONES

- Las jornadas de mantenimiento no están acordes al periodo de realización del proyecto, por lo que no se puede profundizar el estado y funcionamiento de algunas partes del sistema de refrigeración.
- En PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION el mantenimiento es realizado por compañías foráneas a partir de una licitación se selecciona la empresa que representa la opción más conveniente para realizar el mantenimiento. Por lo cual dicha empresa utiliza su personal para las acciones en torno al mantenimiento de los equipos, y existen ciertas acciones donde personal de PEMEX no tiene participación, lo que dificulta el desarrollo del proyecto.

7.-FUNDAMENTO TEORICO

7.1.-EQUIPOS Y COMPONENTES

- Unidades manejadoras de aire (UMA)
- Circuito de agua de refrigeración
- Circuito de aire
- Manejadoras Chillers

7.2.-UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (UMA)

Es el equipo fundamental en el tratamiento del aire en las instalaciones de climatización, en cuanto a los caudales correctos de ventilación (aire exterior), limpieza (filtrado), temperatura (calentamiento o enfriamiento) y humedad (humectando en invierno y deshumectando en verano).

Por sí mismos no producen calor ni frío, que les llega de fuentes externas (caldera o máquinas frigoríficas) por tuberías de agua o gas refrigerante. Puede, no obstante, haber un aporte propio de calor mediante resistencias eléctricas de apoyo incorporadas en algunos equipos.

7.2.1.-SECCION DE VENTILACION

Un sistema dual configurado con sopladores centrífugos de doble entrada. Los sopladores van montados en una base ajustable la cual asegura facilidades de mantenimiento y acople, El acople de las poleas se hace a través de correas para asegurar la funcionalidad del sistema si una de ellas se rompe. El sistema normalmente esta equipado con los siguientes componentes como se observa en la figura 3:

- Correa
- Polea
- Motor
- Eje
- Rodamientos

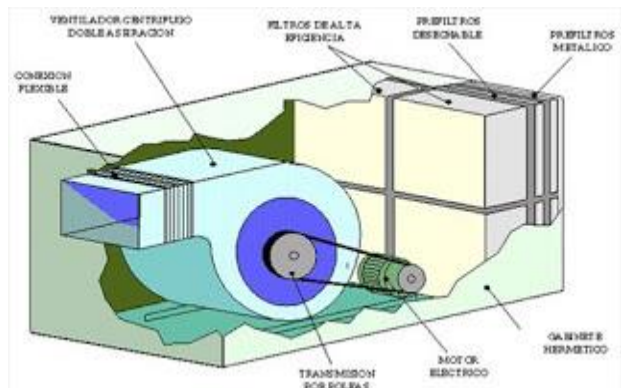


Figura 3.- Ventilación

7.2.2.-SERPENTIN

El serpentín (figura 4) es un equipo intercambiador de calor que al estar en contacto con el aire de retorno el cual regresa caliente, enfría el aire gracias al refrigerante a baja temperatura que circula por su interior, y lo envía de nuevo mediante los ductos transportadores a las instalaciones y mediante este proceso la temperatura del aire presente en las instalaciones se mantiene bajo condiciones de confort.

Su función es la de proveer el mayor rendimiento y mejorar la capacidad de deshumidificación. Es fabricado con aletas en aluminio y tubería de cobre, el arreglo de las hileras es en forma escalonada, la tubería mecánicamente expandida dentro de aletas y la trayectoria del circuito están diseñadas para distribuir el refrigerante del circuito en ambas caras del serpentín.



Figura 4.- Serpentín

7.2.3.-RECALENTADOR ELECTRICO

Es un banco de resistencias para el calentamiento de aire y control de humedad, posee resistencias eléctricas de 3 etapas en acero inoxidable, encaquetadas para evitar contacto o chispa, del tipo tubular, aletadas de baja densidad de potencia para evitar puntos de alta temperatura y eliminar el efecto de ionización de partículas de polvo.

7.2.4.-HUMIDIFICADOR

Las unidades manejadoras de aire cuentan con un sistema de control para mantener las condiciones de humedad requeridas en el recinto.

El humidificador (figura 5) tipo “Generador de Vapor” está diseñado para proporcionar el vapor necesario de forma eficiente, el cual funciona por medio de 2 electrodos colocados dentro de un cilindro que al llenarse de agua, se cierra un circuito que hace que los electrodos se calienten y empiecen a generar vapor de agua. Un sensor colocado en la parte superior del cilindro controlará el nivel de agua en el recipiente. Este humidificador opera en un amplio rango de condiciones de la calidad del agua, ya que en forma automática ajusta los cambios conforme la conductividad del agua cambia. El humidificador automáticamente drena y rellena de agua para mantener un ajuste preestablecido en su consumo de corriente y le permite extender su vida de operación. Básicamente el humidificador está compuesto por los siguientes componentes.

- Cilindro
- Electrodo
- Sensor de nivel
- Mangueras
- Válvula de llenado
- Válvula de drenaje
- Tanque
- Toroide
- Tuberías de cobre
- Filtro

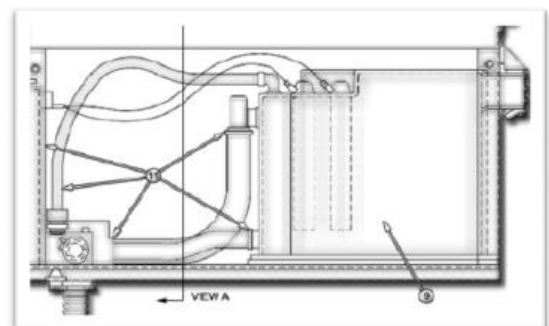


Figura 5.- Humidificador

7.2.5.-FILTROS

El sistema posee filtros estándar de pliegues profundos en la entrada de agua; estos pueden ser cambiados fácilmente. Su remoción se hace a través del frente de la unidad al frente de las líneas de retorno.

7.2.6.-PANEL ELECTRICO

Es una sección del frame de la carcasa donde se alojan los componentes eléctricos tales como, transformadores, contactores, cables y demás equipos que tiene tensiones peligrosas expuestas: Cada componente eléctrico está protegido por un dispositivo de sobre corriente.

El panel eléctrico posee un frente muerto que brinda seguridad a los mantenedores y operarios de tensiones peligrosas.

- Panel eléctrico
- Controlador
- Fusibles
- Contactores
- Relés
- Contactos auxiliares
- Display
- Cables
- Transformador
- Carcaza
- Terminales
- Interruptores

7.2.7.-VARIADOR DE VELOCIDAD

Son dispositivos que permiten variar la velocidad y la acopla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

El variador de frecuencia se hace necesario para regular el caudal de aire que suministran las unidades de precisión. El variador de frecuencia está compuesto por:

- Disipador de calor
- Ventilador de refrigeración principal
- Condensadores
- Rectificadores de onda convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores, diodos, tiristores, etc.
- Filtros para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.
- Inversor: Convierte la tensión continua en otra tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos.
- Panel de control
- Bornes de conexión

7.2.8.-CARCASA

Diseñada para albergar todos los equipos de la unidad paquete asegurando la mayor hermeticidad. Dispuesta con paneles desmontables y un marco que asegura total hermeticidad de aire y mayor durabilidad de los equipos y partes. En la figura 6 se observa una carcasa manejada en el sistema de aire acondicionado del edificio Pemex-1.

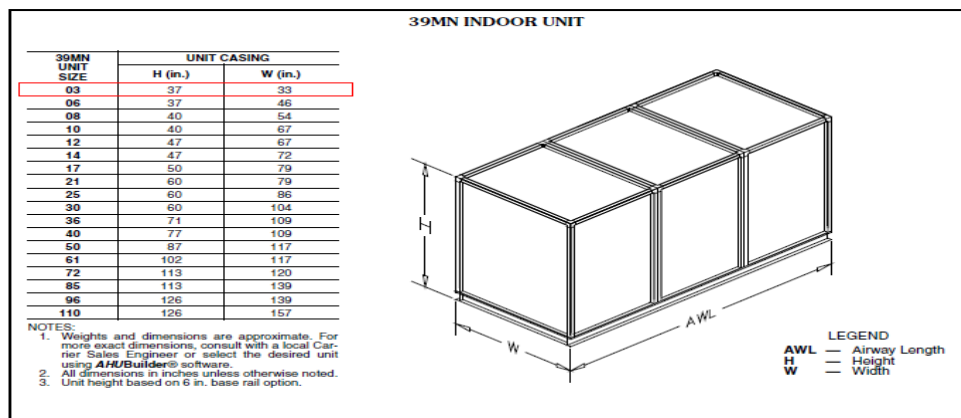


Figura 6.- Carcasa

7.3.-CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACION

El circuito cerrado de agua es el encargado de conducir el agua enfriada por los evaporadores de los chillers, hacia las unidades manejadoras donde los serpentines de enfriamiento disipan la carga térmica de los espacios acondicionados, el enfriador de agua descarga este calor a la atmósfera y así enfría el agua. La bomba y la tubería de distribución permiten la circulación del agua fría entre estos dos componentes y el tanque de expansión permite la expansión térmica segura del agua para evitar daño a los componentes del sistema por la dilatación del agua con los cambios de temperatura.

7.3.1.-BOMBAS DE VELOCIDAD VARIABLE

Para entender el sistema, existen conceptos básicos relacionados con las bombas hidráulicas:

- Presión.- La definición básica de presión es fuerza por unidad de área, comúnmente en hidráulica se expresa como libras por pulgada cuadrada.
- Presión atmosférica.- Es la fuerza ejercida en una unidad de área por el peso de la atmósfera.
- Gasto.- Es la cantidad de fluido (volumen) que proporciona una bomba en una unidad de tiempo.
- Carga.- Es una medida de presión, normalmente expresada en metros o pulgadas de agua (inwg).
- Carga estática.- Es la diferencia de la altura entre la succión y la descarga, esta carga debe ser vencida por la bomba para mover el fluido.
- Carga dinámica.- Es la pérdida de presión a través de una tubería o sistema debida al flujo de agua, y solo se presenta cuando la bomba se encuentra en operación.
- Carga neta positiva de succión (NPSH, por sus siglas en inglés "Net Positive Suction Head").- Es la condición mínima de presión requerida por la bomba en la boquilla de succión. Si en algún momento durante la operación se tiene en la línea de succión una presión menos al NPSH requerido por la bomba. El estado del fluido dentro de la bomba puede cambiar de líquido a vapor.

Para conocer un poco más de la bomba centrífuga, estudiaremos generalidades de la misma y de las variables que se presentan en los sistemas de bombeo.

En la figura 7 se muestra un diagrama de la clasificación de las bombas.

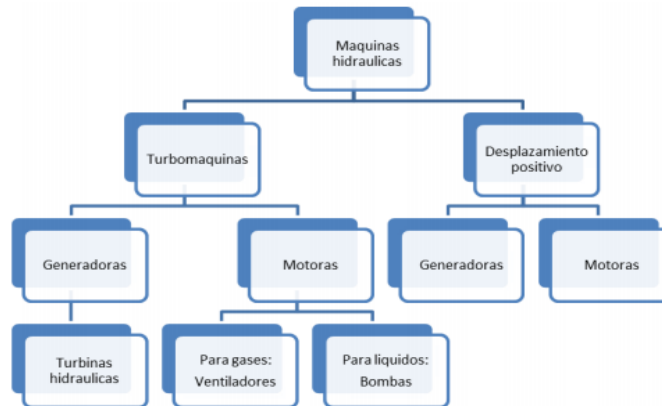


Figura 7.- Clasificación de bombas

La bomba se define como una máquina que absorbe energía mecánica y restituye al líquido que la atraviesa, energía hidráulica.

Las bombas se emplean para impulsar toda clase de líquidos, incluso algunos con sólidos en suspensión. Las bombas se clasifican en:

1. Las bombas turbomáquinas o rotodinámicas.- Estas son siempre rotativas y su órgano transmisor de energía se llama rodete.
2. Bombas de desplazamiento positivo.

Clasificación de las bombas rotodinámicas.

- Según la dirección del flujo: bombas de flujo radial, de flujo axial y de flujo radioaxial.
- Según la posición del eje: Bombas de eje horizontal, de eje vertical y de eje inclinado.
- Según la presión engendrada: Bombas de baja presión, de media presión y de alta presión.
- Según el número de flujos en la bomba: de simple aspiración o un flujo y de doble aspiración o de dos flujos.
- Según el número de rodetes. De un escalonamiento o de varios escalonamientos.

Entre las bombas rotodinámicas está la bomba centrífuga. A continuación se describirá la bomba centrífuga o bomba radial de eje horizontal (figura 8) y se mostrarán sus partes en la figura 9.

- Rodete (1), es el elemento que gira con el eje de la máquina y consta de un cierto número de alabes que imparten energía al fluido en forma de energía cinética y presión.

- Corona directriz (2), recoge el líquido del rodete y transforma la energía cinética comunicada por el rodete en presión. Este elemento no se presenta en todas las bombas por que encarece su construcción; aunque hace a la bomba más eficiente.
- Caja espiral (3), es la parte que transforma la energía dinámica en presión, y recoge el fluido que sale del rodete, conduciéndolo hasta la tubería de salida o tubería de impulsión.
- Tubo difusor troncocónico (4), realiza una tercera etapa de difusión, es decir de transformación de energía dinámica en presión.



Figura 8.- Bomba centrífuga

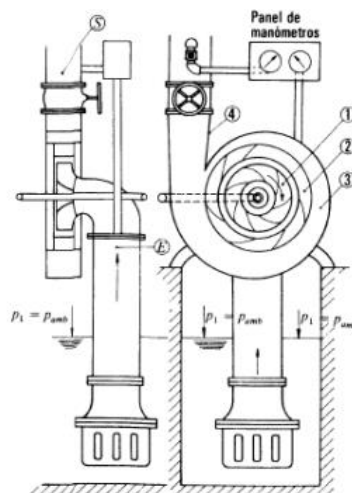


Figura 9.- Partes de Bomba centrífuga

Las bombas hacen posible la distribución del agua entre el Chiller y los serpentines de enfriamiento en las manejadoras, éstas cuentan con variadores de frecuencia que reduzcan el caudal según las necesidades de los equipos de precisión.

7.3.2.-VARIADOR DE FRECUENCIA

Son dispositivos que permiten variar la velocidad y la acopla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

El variador de frecuencia se hace necesario para regular el caudal de agua que se suministra a las unidades de precisión porque éstas llegaron con válvulas de control de dos vías y se requerían válvulas de control de tres vías. El variador de frecuencia está compuesto por:

- Disipador de calor
- Ventilador de refrigeración principal
- Ventilador de refrigeración interno
- Condensadores
- Rectificadores de onda convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.
- Filtros para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.
- Inversor: convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos.
- Panel de control

7.3.3.-VALVULA DE BY-PASS

Es un mecanismo de llave de paso (véase figura 10) que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada. Las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto. Su fin es garantizar el caudal mínimo de agua de los enfriadores.

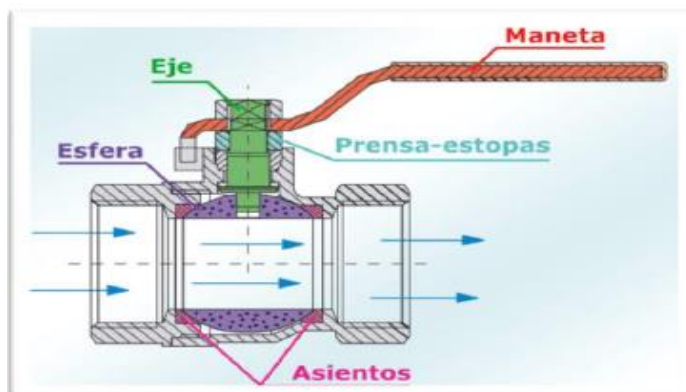


Figura 10.- Válvula By-Pass

La válvula está compuesta básicamente de los siguientes elementos:

- Manija
- Esfera
- Eje
- Asientos
- Prensa-estopas
- Cuerpo

7.3.4.-SENSORES DE TEMPERATURA COMUN

Sensores de temperatura de 5 pulgadas por inmersión con rango de medición entre -40 y 121 °C, cuya función es monitorear la temperatura en el circuito de agua, básicamente este elemento de medida tiene los siguientes componentes:

- Termopozo
- Termistor
- Cables
- Caja de conexión

7.3.5.-SWITCH DIFERENCIAL DE PRESION

Su función es la de mantener la integridad de los enfriadores y bombas estos elementos informando la falta de caudal en los equipos. Al medir la caída de presión en el intercambiador del evaporador del Chiller o en el impulsor de las bombas. Sus componentes básicamente son:

- Pistón de amortiguamiento
- Transductor de presión
- Flexible
- Fuente AC/DC
- Resistor de 500 ohm

7.3.6.-VALVULA DE AISLAMIENTO

Como se puede apreciar en la figura 11 son un dispositivo para cierre y apertura manuales diseñadas y construidas para las presiones de trabajo y caudal requeridas, su función es la de restringir y permitir el paso de agua en el circuito. Dentro de sus principales componentes están:

- Volante
- Cuerpo
- Asiento
- Vástago
- Compuerta
- Cojinete
- Conectores de lubricación

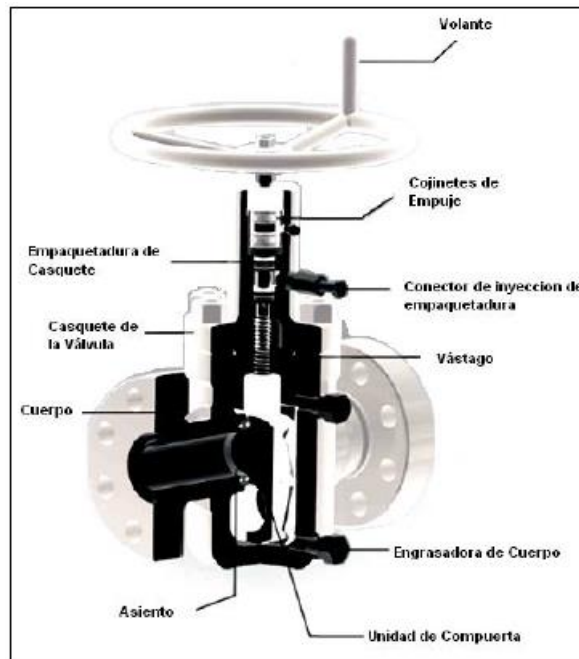


Figura 11.- Válvula de aislamiento

7.3.7.-VALVULA TRIPLE

Es una válvula multiuso que incorpora todas las funciones necesarias en el lado de descarga de una bomba en un sistema hidráulico en una válvula. Está compuesto por un resorte de carga y una válvula de cheque, una válvula de cierre, una válvula de control de flujo y una válvula de medición de flujo.

Cada válvula tiene una placa calibrada para el equilibrio del sistema, la válvula está equipada con puertos de medición para tomar las lecturas de presión diferencial, a continuación la figura 12 ilustra sus principales componentes.

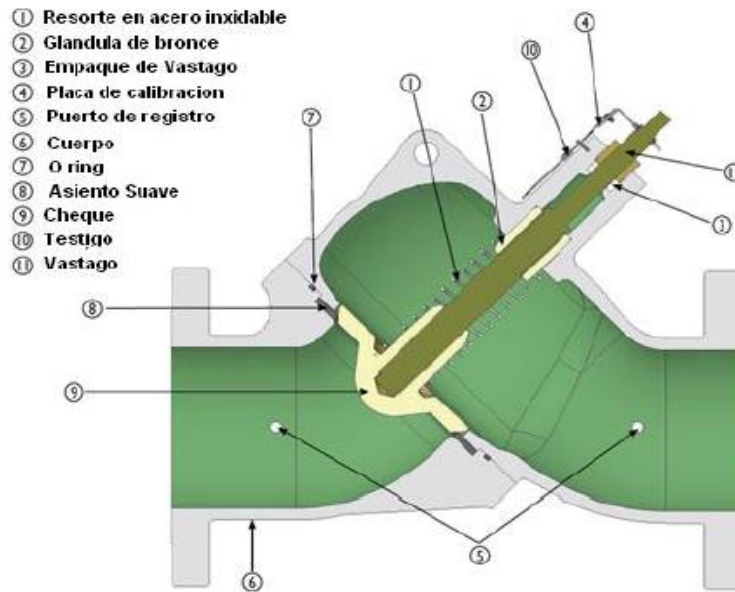


Figura 12.- Válvula triple

7.3.8.-TANQUE DE EXPANSION

El tanque de expansión (figura 13) permite la expansión térmica segura del agua para evitar daño a los componentes del sistema por la dilatación del agua con los cambios de temperatura. El tanque de expansión es un dispositivo que permite absorber los cambios de temperatura del circuito cerrado de agua helada y hacer la reposición de esta, debido a los intercambios térmicos que ocurre. El tanque trabaja mediante un sistema de diafragmas para absorber los cambios de temperatura del circuito.



Figura 13.- Tanque de expansión

7.3.9.-SEPARADOR DE AIRE DE LA RED HIDRAULICA

Es un dispositivo que tiene internamente unos anillos de acero que hacen que mediante choque del agua se separe el aire de esta y mediándote un sistema de venteo, el aire del circuito cerrado es expulsado a la atmosfera. Su unión es mantener el agua libre de aire para evitar corrosión y cavitación del sistema. Véase figura 14.

Básicamente el separador está compuesto por los siguientes elementos.

- Cuerpo
- Anillos de acero

- Venteo
- Válvula de bola



Figura 14.- Separador de aire

7.3.10.-VALVULA REGULADORA DE CAUDAL DE DOS VIAS

Es un dispositivo que posee un mecanismo proporcional que actúa mediante una señal de temperatura que envía la orden para la apertura o cierre de la misma (véase figura 15). Está construida de acuerdo a los requerimientos de trabajo de presión y caudal. Es un mecanismo de dos vías porque permite únicamente el paso del agua o de cualquier otro elemento en un solo sentido. Básicamente la válvula reguladora tiene los siguientes componentes:

- Cuerpo y canales
- Actuador
- Resorte
- Balanza compensadora



Figura 15.- Válvula Reguladora 2 vías

7.3.11.-TUBERIAS Y ACCESORIOS

Tubería instalada para los ramales y redes principales para la circulación y recirculación de agua fría, tubería de acero. La tubería cuenta con los siguientes elementos y componentes:

- Tubería
- Soportes
- Drenajes y purgas
- Pasa-muros y Juntas de expansión
- Aislamiento

7.4.-CIRCUITO DE AIRE

Comprende el medio y los equipos necesarios para suministrar un flujo y distribución adecuada del aire, desde las unidades manejadoras hasta los cuartos a refrigerar.

7.4.1.-DUCTERIA METALICA

Está conformado por conductos cuadrados, redondos y ovalados de láminas de acero galvanizado en caliente, de diferentes calibres y dimensiones. Se incluyen así los ángulos, refuerzos, varillas de suspensión, soportes y accesorios. La ducteríametálica cuenta con un aislamiento exterior térmico hecho en fibra de vidrio recubierto con un foil de aluminio.

7.4.2.-CONTROL DE VOLUMEN POR ZONA

Para controlar el adecuado suministro de aire a cada zona del edificio se implementó un sistema que se compone de los siguientes equipos:

- Dámpers de balanceo manuales

Instalados en cada ramal que se desprende del punto común de la descarga de las unidades de precisión. Véase figura 16. Estos manejan un flujo de aire desde un valor mínimo a un valor máximo, bien sea un servicio de suministro o extracción, la regulación se logra por restricción del flujo con el cambio de posición de los alabes del dámper que se pueden posicionar manualmente; los alabes deben estar montados sobre cojinetes de plásticos.



Figura 16.- Dámper de balanceo

Debido a la no simetría entre los ductos de suministro que salen de la caja de mezclas, se hace necesario instalar dámpers de balanceo y regulación de presión proporcionales en la salida de cada uno de los ductos de la caja de mezcla con el sensor de presión ubicado en el respectivo ramal del difusor más lejano y el dámper.

Dampers de alivio

Localizados aguas arriba del dámper de balanceo. Por medio de un sensor de presión estática localizado en el cuello de la última rejilla del ramal más crítico se controlara la apertura del dámper de alivio, logrando es esta manera mantener las condiciones de diseño para las demás zonas. Véase figura 17



Figura 17.- Dámper de alivio

Difusor de volumen variable

Este equipo se encargara de aumentar la velocidad del aire y descargarlo al área de suministro con el fin de que se haga una distribución uniforme del mismo. Está equipado con un controlador inteligente el cual puede ser operado a control remoto o desde una consola central.

- Panel controlador
- Servomotor
- Dámper aerodinámico
- Placa de montaje
- Boquilla de entrada

Dampers proporcionales

Están conformados por una carcasa de forma rectangular estándar generalmente la unión es bridada para permitir instalar un empaque o sellante este tipo de dampers regulan el caudal del aire en cada rama también se cuenta con sensores de presión ubicado a $\frac{3}{4}$ partes de la distancia del difusor más lejano y el dámper.

Los controladores de volumen, aplican para manejar un flujo de aire desde un valor mínimo a un valor máximo, bien sea un servicio de suministro o extracción, la regulación se logra por restricción del flujo con el cambio de posición de los alabes del dámper que se pueden posicionar manualmente o de otra manera.

7.4.3.-DIFERENCIAL DE PRESION ESTATICO

Es un dispositivo que mide la caída de presión mediante un transductor y manda la señal al dispositivo de control para mantener las condiciones de trabajo requeridas. El control del caudal de aire del sistema variable depende de la presión de este. En la medida que los dampers se cierran aumenta la presión y mediante el sensor de presión y el variador de velocidad de las unidades manejadoras mantenemos la presión constante.

7.5.-CHILLERS

El enfriador de líquido es un caso especial de máquina de refrigeración cuyo cometido es enfriar un medio líquido, generalmente agua. En modo bomba de calor también puede servir para calentar ese líquido. El evaporador tiene un tamaño menor que el de los enfriadores de aire, y la circulación del agua se asegura desde el exterior. Son sistemas muy utilizados para acondicionar grandes instalaciones. Edificios de oficinas y sobre todo aquellas que necesitan simultáneamente y agua caliente sanitaria (ACS), por ejemplo hoteles y hospitales. El agua enfriada, se usa posteriormente para:

Refrigerar maquinaria industrial. Producir agua para duchas y calentar piscinas. Acondicionar el aire de un recinto. La máquina enfriadora de agua necesita de elementos adicionales que le permitan funcionar: Redes de tubería y colectores. Distribuyen el agua enfriada hacia donde se necesita, bombas de circulación. Generalmente dos en paralelo para asegurar que al menos una funciona, vaso de expansión. Compensan la dilatación de la red de tubería, elementos de control, presostatos y sondas de temperatura, depósito de inercia, válvula de llenado y válvula de vaciado, decantadores.

7.5.1.-CICLO DE REFRIGERACION

Mientras el refrigerante circula por el sistema, sufre un gran número de cambios de estado y de condición. El refrigerante tiene una condición y un estado inicial, sufre entonces una serie de procesos en un orden definido, y vuelve a su estado inicial. Un ciclo simple frigorífico comprende cuatro procesos fundamentales:

➤ Regulación

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador, en efecto, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y a alta temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador. La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde se enfría. Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación.

➤ Evaporación

En el evaporador, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constantes gracias al calor latente suministrado por el refrigerante que cruza el espacio del evaporador. Todo el refrigerante se vaporiza completamente en el evaporador, y se recalienta al final del evaporador. La temperatura del vapor aumenta un poco al final del evaporador debido al sobrecalentamiento, la presión se mantiene constante. Aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración, aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tiene en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.

➤ Compresión

Por la acción del compresor, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por el evaporador por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumentan considerablemente gracias a la compresión, entonces el vapor a la temperatura y a alta presión es devuelto por la línea de expulsión.

➤ Condensación

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador donde libera el calor hacia el aire exterior. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a su nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión, en la liberación de su calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado, el líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo. Véase figura 18.

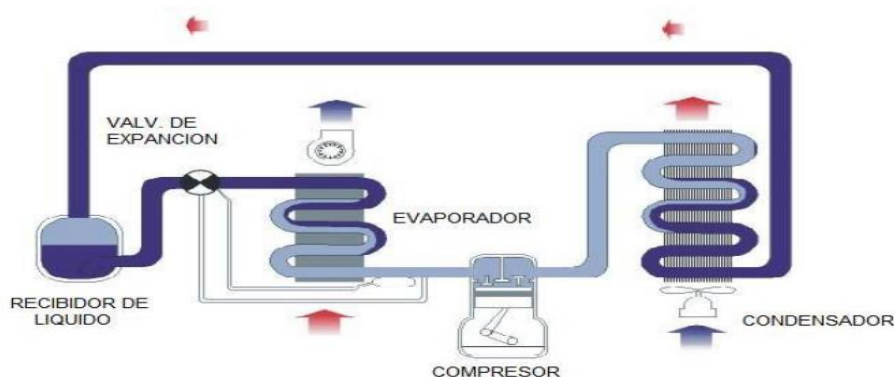


Figura 18.- Ciclo de compresión

7.5.2.-ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

➤ Compresor

Son máquinas que sirven a aumentar la presión y la temperatura (comprimir) del gas refrigerante. Por un lado, aspira el gas refrigerante, y por el otro lo impulsa. Además de comprimir el gas refrigerante, posibilita la circulación del gas a lo largo del circuito, venciendo las pérdidas de carga de la instalación. La energía que absorben de la red eléctrica se la cede al gas, impulsándolo, comprimiéndolo y aumentando su temperatura. Su trabajo principal consiste en:

- 1.- Aspirar los vapores de refrigerante producidos en el evaporador
- 2.- Comprimir estos vapores para ayudar a la condensación

La transferencia de energía del compresor al gas refrigerante se produce aproximadamente a entropía constante. El gran peligro que se presenta en el funcionamiento de los compresores es que le entre líquido, ya que esto hace que la duración del compresor disminuya mucho, este líquido puede provenir del evaporador en el que todo el refrigerante no se ha evaporado y transformado en gas, y por tanto el gas, al ser aspirado por el compresor arrastre algo de líquido, que penetra en el compresor.

Para evitar que el líquido entre en el compresor se hace un recalentamiento del gas refrigerante.

➤ Entropía

Es una magnitud, y que sirve para valorar el desorden que existe en las transformaciones de energía. El trabajo es una energía útil, por tanto muy ordenada, porque se puede utilizar directamente para producir movimientos; en cambio el calor no es tan útil ni tan ordenado, porque solo una parte del calor se transforma en trabajo, y ser por tanto utilizable.

➤ Recalentamiento

Es la diferencia entre, la temperatura del gas refrigerante medida en la salida del evaporador, que llamaremos TR, y la temperatura de evaporación, que corresponde a la presión de evaporación, que llamaremos TE, por tanto, el recalentamiento es TR-TE.

➤ **Presión absoluta**

Es la que existe en un fluido, independientemente de la presión atmosférica. El vacío absoluto, o sea un recipiente que no contuviese absolutamente nada, ni siquiera aire, tiene una presión absoluta de 0 bar. La presión absoluta del aire atmosférico es aproximadamente 1 bar. La presión se mide con aparatos llamados manómetros, existiendo dos tipos básicos, uno que mide la presión absoluta, y otro que mide la presión relativa.

Por lo tanto la misión del compresor es la de aspirar el gas que proviene del evaporador y transportarlo al condensador aumentando su presión y temperatura.

7.5.2.1.-TIPOS DE COMPRESORES

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración por compresión. En primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a un punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la del medio de enfriamiento disponible para la condensación del vapor refrigerante.

Existen los siguientes tipos de compresores para aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado:

- Reciprocantes: tipo abierto, semiherméticos, herméticos
- Rotativos
- Centrífugos
- Scroll (Espirales)

Para este proyecto solo nos referiremos a los tipos tornillo.

➤ **Compresores reciprocantes**

Compresor recíprocante es una máquina que comprime el gas mediante el desplazamiento de un pistón dentro de un cilindro.

➤ **Compresores herméticos**

El compresor está contenido en un cárter de acero, es empleado generalmente en heladeras / neveras familiares, aire acondicionado y unidades de poca potencia. Véase figura 19.



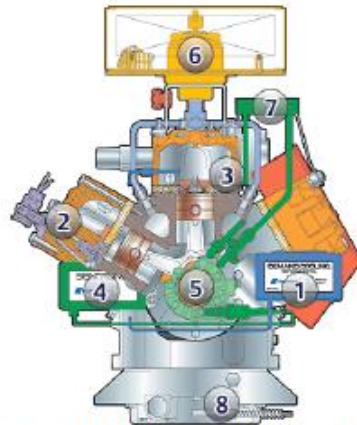
Figura 19.- Compresor hermético

➤ **Compresores semi-herméticos o alternativos**

Es igual que el anterior pero es accesible, se puede reparar cada una de sus partes. Están compuestos por un número variable de cilindros en el interior de los cuales se desplazan pistones que comprimen el fluido. En el que el motor se encuentra fuera del flujo del gas de aspiración. El motor es refrigerado mediante ventiladores extremos y flujo de aire definido, gracias a ellos, en la parte de la compresión también se produce un nivel de temperatura relativamente bajo.

Se alcanza un máximo de seguridad incluso si a pesar de la segura protección, el motor se llegara a quemar, se impediría la contaminación, del circuito de frío gracias a un sistema de seguridad que lleva instalado. Véase figura 20.

- 1.-Demand Cooling
- 2.-Control de Capacidad
- 3.-Plato de Válvulas Discus®
- 4.-Sentronic®
- 5.-Bomba de Aceite
- 6.-Ventilador de Cabeza
- 7.-Enfriador de Aceite
- 8.-Calefactor de Cárter



PARTES CONSTITUTIVAS DEL COMPRESOR SEMIHERMETICO

Figura 20.- Compresor semihermético

➤ Compresores abiertos

En este caso el compresor y el motor están completamente separados (véase figura 21), un compresor abierto necesita sellos para evitar la pérdida del refrigerante. En la mayoría de los casos tiene un ventilador que se utiliza para refrigerarlo utilizando el aire de ambiente. Muchos compresores de los grandes sistemas de refrigeración son compresores abiertos.

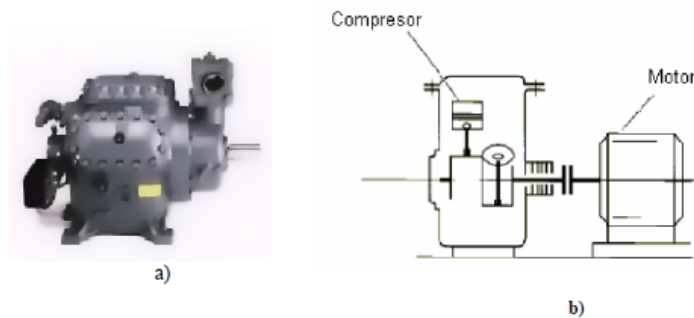


Figura 21.- Compresor abierto

➤ **Compresor rotativo**

Los compresores rotativos (véase figura 22) producen aire comprimido por un procedimiento rotatorio y continuo, es decir, que empujar el aire desde la aspiración hacia la descarga, comprimiéndolo. Consiguen aumentar la presión del aire mediante el giro de un rotor. El aire se aspira cuando el rotor gira en un determinado sentido y después se comprime dentro de la cámara de compresión que se origina en el compresor.



Figura 22.- Compresor rotativo

➤ **Compresor scroll**

Este tipo de compresores utilizan dos espirales para realizar la compresión del gas. Las espirales se disponen cara contra cara. Siendo la superior fija y la que incorpora la puerta de descarga. La inferior es la espiral motriz, Las espirales disponen de sellos a lo largo del perfil en las cargas opuestas. Estos actúan como segmentos de los cilindros proporcionando un sello de refrigerante entre ambas superficies, el centro del cojinete de la espiral y el centro del eje del cigüeñal del conjunto motriz están desalineados. Esto produce una excentricidad o movimiento orbital de la espira móvil, el movimiento orbital permite a las espirales crear bolsas de gas, y, como la acción orbital continua, el movimiento relativo entre ambas espirales, fija y móvil, obliga a las bolsas de refrigerante a desplazarse hacia la puerta de descarga en el centro del conjunto disminuyendo progresivamente el volumen.

Durante el primer giro o fase de aspiración, la separación de las paredes de las espirales permite entrar al gas, al completar el giro, las superficies de las espirales se vuelven a unir formando las bolsas de agua, durante el segundo giro o fase de compresión, el volumen de las bolsas de gas se reduce progresivamente, la finalización del segundo giro produce la

máxima compresión, durante el tercer giro o fase de descarga, la parte final del scroll obliga al gas comprimido a salir a través de la puerta descargada. Véase figura 23.



Figura 23.- Compresor Scroll

➤ **Compresor de tornillo**

Estos están formados por dos tornillos (véase figura 24) que van aspirando y comprimiendo gas a la vez. De manera que el espacio entre los dos tornillos se va reduciendo y comprimiendo el gas. Este tipo de compresores se utiliza a partir de los 300m³ de aspiración, suelen ser abiertos accionados por motores a partir de 100-500CV.

Las instalaciones para este tipo de compresores son costosas ya que requieren bastantes aparatos auxiliares. El aceite va en la parte de alta, el circuito de aceite se pone en marcha antes que el compresor para que suba la temperatura. El aceite se inyecta por los rodamientos, prensa y otras partes móviles, el aceite se cambia cada 3000 horas de funcionamiento, el presostato diferencial de aceite es de acción inmediata, no tiene retardo.

Este tipo de compresor es el que mejor se puede regular (de forma lineal desde el 10% hasta el 100%), esta regulación se lleva a cabo con un pistón de capacidad que abre o cierra el espacio entre los dos tornillos. (El accionamiento de este pistón se lleva a cabo con el aceite). Son bastante ruidosos y aceptan retornos de líquido, la temperatura máxima de descarga son 100°C. Funcionan las 24 horas del día y el mantenimiento más común es el cambio de rodamientos. En la figura 28 se puede ver el corte de un compresor de tornillo y el cual muestra el tornillo sinfín que es el que da la compresión.



Figura 24.- Compresor de tornillo

7.5.2.2.-LUBRICACION DE COMPRESORES

El aceite de los compresores lubrica las partes móviles y cierra el espacio entre el cilindro y el pistón. El compresor bombea el aceite por toda la instalación (figura 25), este circula por la parte baja de la tubería y es retornado otra vez al compresor. El aceite solo es útil en el compresor, fuera de este es más perjudicial que beneficioso. Se emplean dos sistemas de lubricación, el barboteo o por bomba de aceite. Hasta 4 ó 5 CV se emplea el sistema por barboteo, el cual funciona de la siguiente manera:

Dentro del nivel de aceite que existe en el compresor se introduce una de las partes móviles del compresor, como puede ser una cazoleta de la biela, un eje del cigüeñal hueco, etc. Esta parte móvil salpica o conduce el aceite hacia otras partes del compresor.

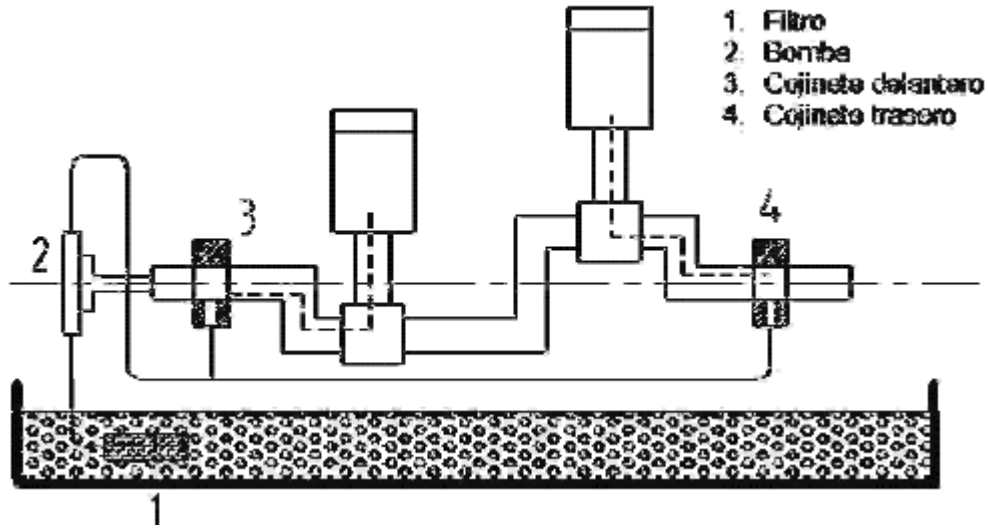


Figura 25.- Lubricación compresores

A partir de 5 CV es necesario una bomba de aceite que inyecte este a una presión constante. Para ello se utiliza una bomba formada por dos piñones que es accionada por el mismo eje del cigüeñal. La bomba aspira el aceite del cárter del compresor, y lo conduce a cierta presión por un conducto a todas las partes móviles (cigüeñal, pistones, bielas) las cuales tienen un orificio por donde sale el aceite. Todos los compresores con bomba de aceite han de llevar un presostato diferencial de aceite. Los aceites para refrigeración deben de estar deshidratados, soportar temperaturas frías y no debe descomponerse.

Características:

➤ viscosidad

Es la resistencia a fluir por un sitio, si es viscoso es que es muy denso, y si tiene poca viscosidad es muy fluido. Se mide en grados Engler y se suele acompañar la temperatura del aceite y el tiempo que tarda en fluir por el equipo de medición Engler.

Otra medida es la ISO VG que tiene una escala del 2 hasta el 100. Para refrigeración se emplean aceites con poca viscosidad.

Punto de congelación: es la temperatura a la cual el aceite deja de fluir, se solidifica.

Minerales= 50°C

Alquibencénicos, base Ester = 100°C

➤ Carbonización

Es el punto de inflamación y combustión del aceite.

Al soportar temperaturas elevadas el aceite se ennegrece y se carboniza, la temperatura de carbonización es entre 120-130°C.

Punto de flucoación: es la temperatura a la cual en el aceite, mezclado con refrigerante, aparecen granos de cera, esta temperatura es más baja que la de congelación. Al subir la temperatura el aceite ya no se puede reutilizar.

➤ Índice de neutralización

Cuando los aceites se mezclan con agua u oxígeno suelen crear ácidos, este índice nos indica la cantidad de ácido que es capaz de crear, es mejor cuando menor es este índice.

Rigidez dieléctrica: Es la resistencia eléctrica del aceite, suele ser de 25Kv.

Por ejemplo características del SUNISO 365:

Viscosidad: SSU-37.8° 150”

Índice de neutralización: .1

Rigidez dieléctrica: 25Kv

➤ Aceite mineral

Se emplean con los CFC HCFC, son muy miscibles y poco higroscópicos. No son miscibles con los nuevos refrigerantes ya que estos arrastran el aceite y se acumula en el evaporador.

➤ Poli-alquil-glicol (pag)

Se emplea con los HFC, es muy higroscópico, se oxida en exposición con el aire, no se puede mezclar con mineral y se debe mantener en recipientes herméticos. Se usa casi exclusivamente en automoción.

➤ Poliol-ester(base ester)

Es miscible con todos los refrigerantes (CFC, HCFC, HFC), es miscible con el aceite mineral sino supera el 1% de este en la instalación si se emplea HFC. Si se emplea HCFC se puede mezclar mineral y base Ester al 50%-50%. No es tan higroscópico con el PAG pero es más que el mineral.

7.5.2.3.-CONDENSADOR

El condensador tiene la función de poner en contacto los gases que provienen del compresor con un medio para licuarlo. Una parte de condensador tiene la función de quitar el calor sensible (1/6 parte), cuando llegamos a la temperatura de condensación ya no podemos enfriar más y empezamos a condensar (4/6). El condensador suele ser un 30% más grande que el evaporador, para poder condensar ha de haber 10°C entre la temperatura de condensación y el medio condensable, un buen subenfriamiento es de 6-8°C por debajo de la temperatura de condensación. Si el condensador fuera demasiado grande no tendríamos suficiente presión de alta y no podríamos empujar el líquido hacia el evaporador, la presión ideal de condensación es la mínima que podamos mantener todo el año. En el momento que cesa el medio condensable aumentaría la temperatura de condensación y la presión.

➤ Capacidad del condensador

La capacidad del condensador es la cantidad de calor que el condensador es capaz de extraer al refrigerante. Si disminuimos la temperatura de condensación el condensador podrá ser más pequeño, también nos modifica la capacidad del condensador la relación de compresión, o la diferencia de presión entre la baja y la alta.

➤ Condensador enfriado por aire

Los condensadores tienen como medio enfriador el aire ambiente pueden ser estáticos o de tiro forzado:

- Estático: Suelen ser de tubo liso, como la velocidad del aire es lenta se acumula mucha suciedad. Suelen ser bastante largos y se usa sólo en el entorno doméstico.

- Tiro forzado: Utilizan ventiladores para aumentar la velocidad del aire, por lo tanto reducimos superficie de tubo. Exteriormente es bastante parecido a un evaporador. Cuando está instalado junto con el compresor el condensador ha de tomar el aire en el lado contrario de este para evitar tomar el aire ya caliente.

Estos condensadores pueden ser de convección natural o de tiro forzado (por la acción del ventilador), cuando la circulación del aire es natural, el volumen de aire que circula por el serpentín es poco por lo cual esta deficiencia se compensa incrementando el área de transferencia.

Los condensadores de tiro forzado se pueden dividir en 2 grupos:

Los instalados en un bastidor o en una unidad de condensación figura 26.

Los remotos, que son instalados por separado y alejados del compresor figura 27.



Figura 26.- Condensador instalado en bastidor



Figura 27.- Condensador remoto

➤ Condensador enfriado por agua

Son aquellos que usan el agua como medio condensable. Para asegurar un buen funcionamiento y limitar el consumo de agua, las temperaturas idóneas del agua a la salida del condensador con respecto a la temperatura de entrada han de ser: temperatura de entrada hasta 15°C, la salida ha de ser 10°C más que la entrada.

➤ Condensador de doble tubo

En el serpentín formado por dos tubos concéntricos (véase figura 28), por el tubo interior circula el agua y por el exterior el refrigerante, se hace circula en contra corriente para robar mejor el calor al refrigerante. Se instala junto al serpentín una válvula presostatica para controlar la presión del agua según la presión de alta de la instalación de manera que cuando la instalación está parada no circule agua.

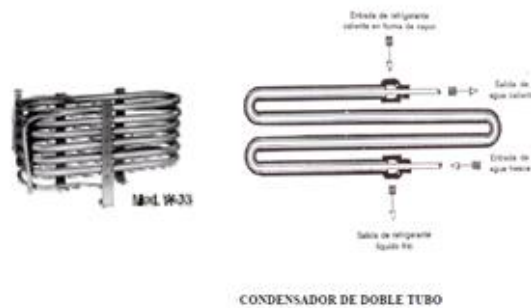


Figura 28.- Condensador de doble tubo

➤ Condensador de casco y tubo

Se utiliza como bancada del compresor y hace de recipiente en los equipos medianos. Circula agua por los tubos inferiores y condensa el refrigerante contenido en el recipiente. Llevan un tapón fusible de seguridad y una válvula de purga para extraer los gases inconfesables. En un cilindro usualmente de acero, con tubos de cobre por el interior, el agua circula de los tubos condensados a su paso los vapores del refrigerante en el interior del cilindro. La parte inferior del cilindro sirve como receptor del líquido, este condensador tiene la ventaja de ser compacto, no necesita ventiladores y combina el condensador y el receptor en un solo recipiente. Véase figura 29.

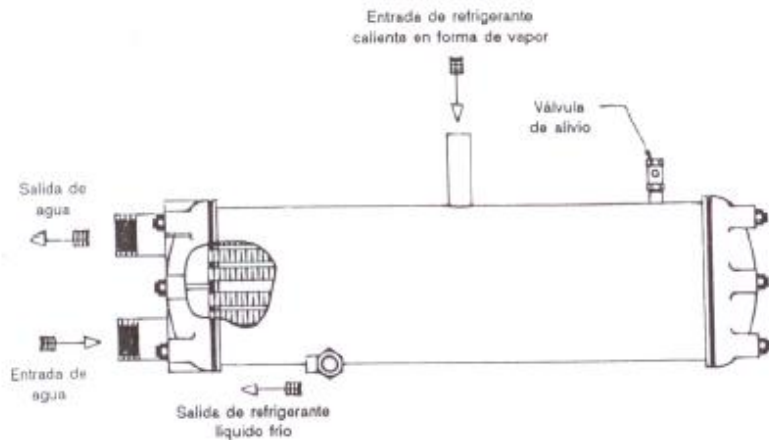


Figura 29.- Condensador de casco y tubo

7.5.2.4.-EVAPORADOR

También es un serpentín, pero su presentación varia. En los equipos de acondicionamiento de aire es muy similar al condensador, pero en los refrigeradores domésticos suele ir oculto en las paredes del congelador. Es otro intercambiador y su función es que el refrigerante absorba calor del área refrigerada. El evaporador es el lugar de la instalación donde se produce el intercambio térmico entre el refrigerante y el medio a enfriar.

Los evaporadores de acuerdo al método de alimentación de líquido son principalmente de 2 tipos, de expansión seca y sistemas inundados. El refrigerante se alimenta en un evaporador de expansión seca tan rápido como se va requiriendo para mantener la temperatura específica. En el sistema inundado, el evaporador esta siempre lleno con líquido refrigerante.

Los evaporadores por su construcción son cuatro los tipos más comunes:

- Evaporador de placa
- Evaporador de tubo descubierto
- Evaporadores aletados
- Evaporadores de casco y tubo
- Evaporador de placa

Existen varios tipos de estos evaporadores. Uno de ellos consta de dos placas acanaladas y asimétricas las cuales son soldadas herméticamente una contra la otra de manera tal que el gas refrigerante pueda fluir por entre ellas; son ampliamente usados en refrigeradores y congeladores debido a su economía, fácil limpieza y modulación de fabricación. Otro tipo de evaporador corresponde a una tubería doblada en serpentín instalada entre dos placas metálicas soldadas por sus orillas. Ambos tipos de evaporadores, los que suelen ir recubiertos con pintura epóxica, tienen excelente respuesta en aplicaciones de refrigeración para mantención de productos congelados.

➤ Evaporador de tubo descubierto

Los evaporadores de tubo (figura 30) descubierto se construyen por lo general en tuberías de cobre o bien en tubería de acero. El tubo de acero se utiliza en grandes evaporadores y cuando el refrigerante a utilizar sea amoníaco(R717), mientras para pequeños evaporadores se utiliza cobre. Son ampliamente utilizados para el enfriamiento de líquidos o bien utilizando refrigerante secundario por su interior (salmuera, glicol), donde el fenómeno de evaporación de refrigerante no se lleva a cabo, sino más bien estos cumplen la labor de intercambiadores de calor.



Figura 30.- Evaporador tubo descubierto

➤ Evaporadores aletados

Los serpentines aleteados son serpentines de tubo descubierto (véase figura 31) sobre los cuales 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 absorbidora de 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 espaciamiento de las aletas depende del tipo de aplicación para el cual está diseñado el serpentín. Tubos pequeños requieren aletas pequeñas y viceversa. El espaciamiento de la aletas varía entre 1 hasta 14 aletas por pulgada, dependiendo principalmente de la temperatura de operación del serpentín. A menor temperatura, mayor espaciamiento entre aletas; esta distancia entre las aletas es de elemental relevancia frente la formación de escarcha debido a que esta puede obstruir parcial o totalmente la circulación de aire y disminuir el rendimiento del evaporador.

Respecto de los evaporadores aleteados para aire acondicionado, y debido a que evaporan a mayores temperaturas y no generan escarcha, estos pueden tener hasta 14 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 se disminuye la eficiencia del evaporador dificultando la circulación del aire a través de este.

Esta circulación de aire se realiza de dos maneras: por convección forzada por ventiladores –bien sean centrífugos o axiales, mono o trifásicos, conforme la aplicación- y de manera natural por diferencia de densidades del aire, fenómeno conocido como convección natural.

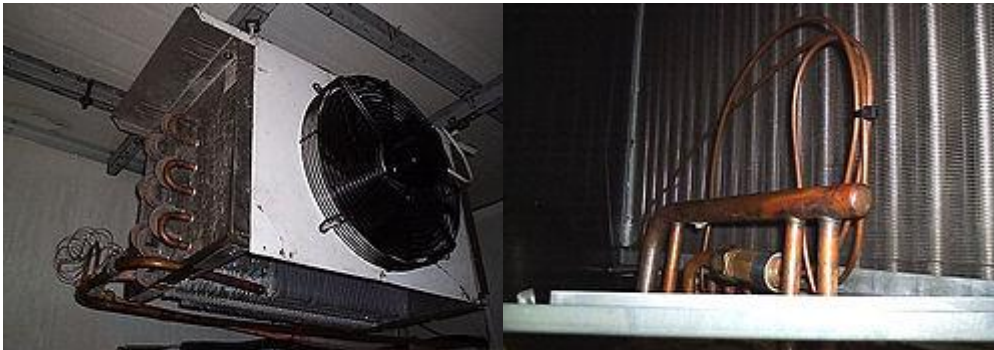


Figura 31.- Evaporadores aletados

➤ Evaporadores de casco y tubo

Los evaporadores de agua son aquellos que realizan el intercambio de calor por medio de agua proveniente del proceso debido a que este tipo de evaporadores son usados en la industria debido a que se necesita el agua para enfriar los distintos procesos de producción. Son aquellos que usan el agua como medio evaporativo. Para asegurar un buen funcionamiento y limitar el consumo de agua, las temperaturas idóneas del agua a la salida del evaporador con respecto a la temperatura de entrada han de ser: Temperatura de entrada hasta 10°C, la salida ha de ser 2°C menos que la entrada. Se ejemplifica el tipo de evaporador en la figura 32.

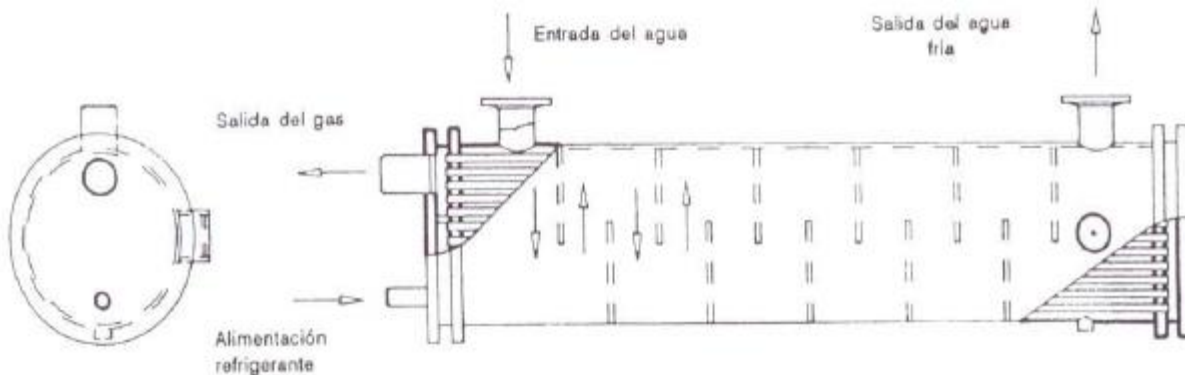


Figura 32.- Evaporador de casco y tubo

7.5.2.5.-DISPOSITIVO REGULADOR DE PRESION

La misión de los elementos de expansión es la de controlar el paso de refrigerante y separar la parte de alta con la de baja, los diferentes tipos de elementos de expansión son:

- Tubo capilar.
- Válvula de expansión termostática.
- Válvula de expansión automática.
- Válvula manual.
- Válvula electrónica.

➤ Tubo capilar

Un tubo capilar es una conducción de fluido muy estrecha y de pequeña sección circular. Su nombre se origina por la similitud con el espesor del cabello. Es en estos tubos en los que se manifiestan los fenómenos de capilaridad. Pueden estar hechos de distintos materiales: vidrio, cobre, aleaciones metálicas, etc., en función de su uso o aplicación.

Tiene uso en sistemas de refrigeración. Es el tipo más sencillo de dispositivo de expansión, pues consiste únicamente en un tubo (generalmente de cobre), que actúa por tener una gran pérdida de carga, debido a su pequeño diámetro, de modo que el líquido refrigerante pierde la mayor parte de la presión con la que viene del compresor, presión que mantenía su volumen reducido; al perder presión, se expande en la salida hacia el evaporador. La pérdida de carga que origina el capilar en este punto se define en función de la longitud del mismo, y corresponderá a la caída de presión del sistema entre el condensador y el evaporador.

➤ Válvula de expansión termostática

Una válvula de expansión termostática (a menudo abreviado como VET o válvula TX en inglés) es un dispositivo de expansión el cual es un componente clave en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, que tiene la capacidad de generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en el sistema. Básicamente su misión, en los equipos de expansión directa (o seca), se restringe a dos funciones: la de controlar el caudal de refrigerante en estado líquido que ingresa al evaporador y la de sostener un sobrecalentamiento constante a la salida de este. Para realizar este cometido dispone de un bulbo sensor de temperatura que se encarga de cerrar o abrir la válvula para así disminuir o aumentar el ingreso de refrigerante y su consecuente evaporación dentro del evaporador, lo que implica una mayor o menor temperatura ambiente, respectivamente.

Este dispositivo (figura 33) permite mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado, ya que regula el flujo másico del refrigerante en función de la carga térmica. El refrigerante que ingresa al evaporador de expansión directa lo hace en estado de mezcla líquido/vapor, ya que al salir de la válvula se produce una brusca caída de presión producida por la "expansión directa" del líquido refrigerante, lo que provoca un parcial cambio de estado del fluido a la entrada del evaporador. A este fenómeno producido en válvulas se le conoce como flash-gas.

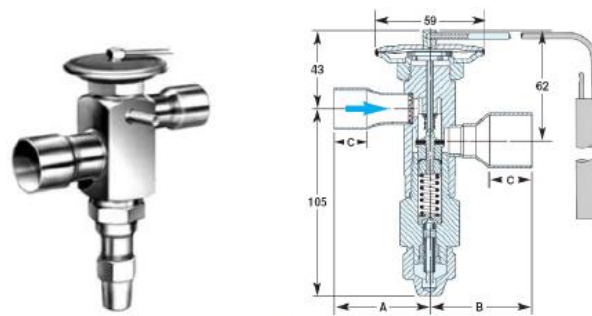


Figura 33.- Válvula de expansión termostática

➤ Válvula de expansión automática

Una válvula de expansión automática (AEV o AXV) o de expansión de presión controlada es una válvula operada por control de refrigerante mediante el lado de baja presión. La válvula estrangula el líquido refrigerante en la línea de líquido a una presión constante. Mientras el compresor está trabajando, el refrigerante líquido es atomizado dentro del evaporador (lado de baja presión). Un sistema que use una válvula de expansión automática es algunas veces llamado un sistema seco. El evaporador nunca se llena con líquido refrigerante pero recibe una niebla de él.

La válvula de expansión abre únicamente cuando la presión del evaporador cae o baja, la caída de presión ocurre solo cuando el compresor se enciende. El control del motor (bulbo sensor) es colocado en la línea de succión este switch se abrirá y para el motocompresor. La presión del lado de baja será suficiente para cerrar la válvula de expansión.

Estas válvulas son ajustables permiten la apertura de la aguja de la válvula en un amplio rango de presiones, las válvulas de expansión deben ser ajustadas con referencia a la presión atmosférica la cual afecta su operación. A mayores altitudes la presión atmosférica decrece. El tornillo de ajuste debe ser modificado para presiones atmosféricas bajas. Los refrigerantes con diferentes presiones de evaporación tienen diferentes valores de ajuste para las válvulas de expansión. Hay muchos y diferentes diseños de estas válvulas de expansión. Es importante recordar que la capacidad de la válvula debe ser igual que la capacidad de la bomba.

➤ Válvula manual

Es parecida a una llave de paso, se utiliza en grandes instalaciones bajo la supervisión de un mecánico.

➤ Válvula electrónica

Está formado por una válvula solenoide conectada a un microprocesador el cual lleva un programa y dos sondas, una conectada al principio y otra al final del evaporador. Podemos trabajar con mucha precisión, hasta con 1°C de recalentamiento. Ver anexo no. 3 Válvula electrónica del sistema de refrigeración.

7.5.2.6.-REFRIGERANTES

Es un fluido con propiedades especiales de evaporación y licuado. Su función consiste en, mediante los cambios de presión inducidos, absorber calor en un lugar y disiparlo en otro. Un refrigerante ideal ha de cumplir las siguientes propiedades:

Ser químicamente inerte hasta el grado de no ser inflamable, ni tóxico, ni explosivo, tanto en estado puro como cuando esté mezclado con el aire en determinada proporción. No reaccionar desfavorablemente con los aceites o materiales empleados en la construcción de los equipos frigoríficos.

No reaccionar desfavorablemente con los aceites o materiales empleados en la construcción de los equipos frigoríficos. No reaccionar desfavorablemente con la humedad, que a pesar de las precauciones que se toman, aparece en toda instalación. Su naturaleza será tal que no contamine los productos almacenados en caso de fuga. El refrigerante ha de poseer unas características físicas y térmicas que permitan la máxima capacidad de refrigeración con la mínima demanda de potencia. La temperatura de descarga de cualquier refrigerante siempre disminuye a medida que baja la relación de compresión. Por lo tanto deseamos que la temperatura de descarga sea la más baja posible para alargar la vida del compresor. El coeficiente de conductancia conviene que sea lo más elevado posible para reducir el tamaño y costo del equipo de transferencia de calor.

La relación presión-temperatura debe ser tal que la presión en el evaporador para la temperatura de trabajo sea superior a la atmosférica, para evitar la entrada de aire y de humedad en el sistema en caso de fuga.

Temperatura y presión crítica, lógicamente el punto de congelación deberá ser inferior a la temperatura mínima de trabajo. Finalmente ha de ser de bajo precio y fácil disponibilidad.

Existen en la actualidad tres tipos de refrigerantes de la familia de los hidrocarburos halogenados:

- CFC: (flúor, carbono, cloro), Clorofluorocarbono totalmente halógeno, no contiene hidrógeno en su molécula química y por lo tanto es muy estable, esta estabilidad hace que permanezca durante largo tiempo en la atmósfera afectando seriamente la capa de ozono y es una de las causas del efecto invernadero. (R-11, R-12, R-115). Está prohibida su fabricación desde 1995.
- HCFC:(Hidrogeno, Carbono, Flúor, Cloro), Es similar al anterior pero con átomos de hidrógeno en su molécula. La presencia de hidrógeno le confiere menos estabilidad, en consecuencia, se descompondrá en la parte inferior de la atmósfera y no llegará a la estratosfera. Posee un potencial reducido de destrucción de la capa de ozono. Su desaparición está prevista para el año 2015(R-22).
- HFC:(Hidrógeno, Flúor, Carbono), Es un Fluorocarbono sin cloro con átomos de hidrógeno sin potencial destructor del ozono dado que no contiene cloro. (R-134a, 141b).

Tabla 1.- Clasificación de los refrigerantes de acuerdo a su uso

USO O SERVICIO	CFC/HCFC	HFC
Limpieza	R-11	R-141b
Temperatura media	R-12	R-134a/R-409
Baja temperatura	R-502	R-404/R-408
Aire Acondicionada	R-22	R-407c

- Características del R-12

Era el que más se empleaba por su buen comportamiento en general hasta su prohibición. Evapora -29.4°C a presión atmosférica, era el más miscible con el aceite mineral, tenía una buena temperatura de descarga, admitía intercambiador de calor, se empleaban condensadores más pequeños. El R-12 absorbía poca humedad y por lo tanto formaba poco ácido en comparación con los nuevos refrigerantes. Las fugas se pueden detectar con lámparas busca fugas.

➤ Características del R-22

Este refrigerante es del grupo de los HCFC, inicialmente estaba diseñado para aire acondicionado pero hasta hace poco se emplea para todo. Evapora a -40.8°C a presión atmosférica, es miscible con el aceite mineral y sintético pero en bajas temperaturas es recomendable utilizar separador de aceite. Acepta poco recalentamiento ya que de lo contrario aumentaría demasiado la temperatura de descarga. Absorbe 8 veces más humedad que el R-12.

➤ Características del R-134a

Pertenece al grupo de los HFC, al no tener cloro no son miscibles con los aceites minerales, solo se emplea aceite base ESTER. Evapora a -26°C a presión atmosférica y es el sustituto definitivo para el R-12. Los HCF son muy higroscópicos y absorben gran cantidad de humedad. De los HFC el 134a es el único definitivo, los demás se emplean para mezclas (R-125, R143a, R-152a). Se detectan las fugas mediante busca fugas electrónicos o con otros medios como colorantes o el jabón de "toda la vida".

8.-PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

Para iniciar el proyecto “Elaboración de la base de datos para diagnosticar fallas críticas en las manejadoras de aire acondicionado (Chillers, Umas, etc.) se tuvo que elaborar el programa de mantenimiento del edificio pemex-1, Ciudad del Carmen, Campeche.” Primeramente hay que elaborar una descripción de los elementos con los que se trabajaron. Los cuales son los siguientes:

4 Unidades manejadoras de agua helada (Chillers). (Ver anexo I.- Equipos chillers).

16 Unidades manejadoras de aire (Uma). (Ver anexo II.-Umas).

6 Bombas centrifugas. (Ver anexo III.-Bombas centrifugas).

Para poder evaluar de mejor manera los 26 equipos con los que se trabajaron. A continuación se describen las especificaciones de cada equipo para tener una mejor comprensión de ellos.

8.1.-UNIDAD MANEJADORA DE AGUA (CHILLERS)

Descripción:

Tabla 2.- Unidades manejadoras de agua (Chillers)

No.	Cantidad	Ubicación	Equipo
1	4	Edif. Pemex 1	Unidad enfriadora de líquido, Marca Carrier, Mod. 30XAA3256R-0-JC3, capacidad 325 toneladas de refrigeración.

Tabla 3.- Especificaciones:

INFORMACION DE LA UNIDAD	
Nombre	UEA SCREW
Modelo	30XA325
Cantidad	4
Tipo de condensador	AIR COOLED
Tipo de compresor	Tornillo
Placa de voltaje	460-30-6 V-Ph-Hz
Manufactura	Charlotte, NC USA
Refrigerante	R134a
Circuitos refrigerantes independientes	2
Peso de envío	17173 lb
Peso en operación	17467 lb
Longitud de la unidad	424 in
Ancho de la unidad	89 in
Altura de la unidad	90 in
Información del evaporador	
Tipo de fluido	Agua fresca
Factor de ensuciamiento	.00010(hr-sqft-F)/BTU
Numero de pasos	2
Temperatura de salida	45.0°F
Temperatura de entrada	55.0°F
Flujo del fluido	720.6 gpm
Caída de presión	13.0 ft
Información del condensador	
Altitud	0 ft
Numero de ventiladores	18
Flujo total de aire condensado	167400 CFM
Temperatura de entrada de aire	95.0°F
Información del rendimiento	
Capacidad de enfriamiento	301.2 Tons
Potencia total del compresor	328.6 Kw
Potencia total del motor de ventilador	23.9 Kw
Potencia total de la unidad sin bomba	352.5 Kw
Eficiencia sin bomba	10.26 EER
Nivel de potencia acústica	103 dbA
Información eléctrica	
Unidad de voltaje	460-3-60 V-Ph-Hz
Tipo de conexión	1 punto
Voltaje mínimo	414 Volts
Voltaje máximo	506 Volts

Se observa el funcionamiento en la figura 34:

DIAGRAMA DE FLUJO DEL REFRIGERANTE

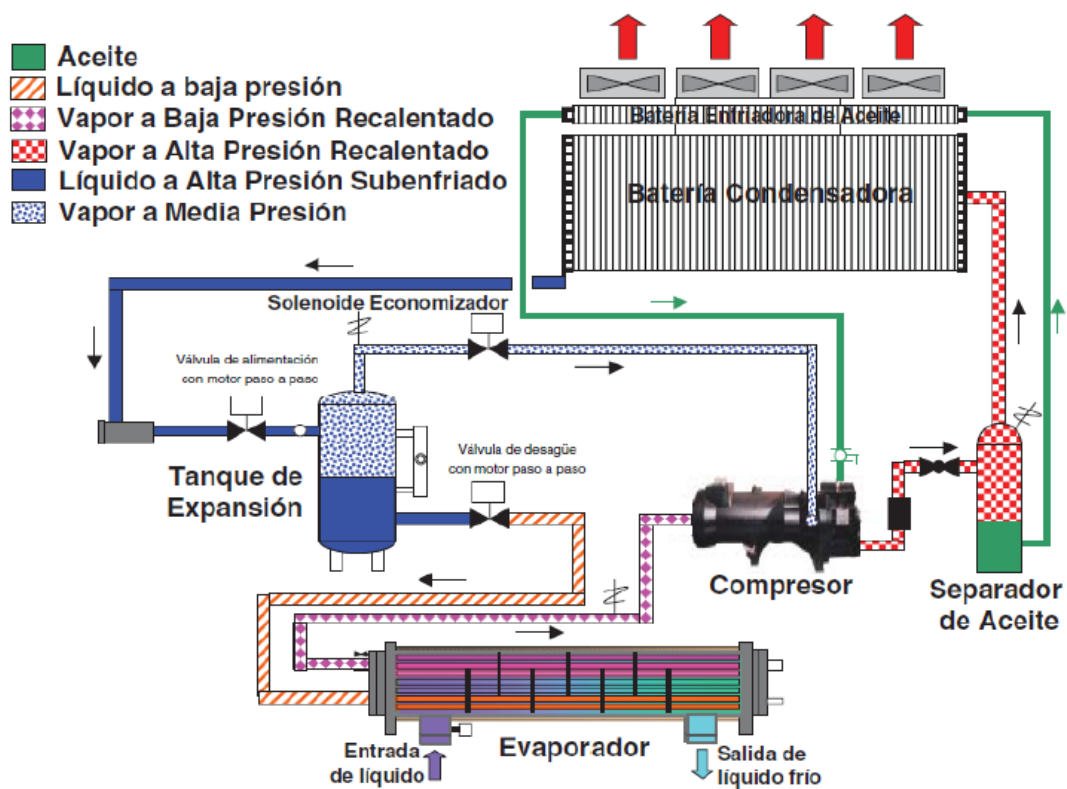


Figura 34.- Diagrama de Flujo de Refrigerante

8.2.-BOMBAS CENTRIFUGAS

Tabla 4.- Bombas centrifugas

No.	Cantidad	Ubicación	Equipo
1	3	Cuarto de máquinas Edif. Pemex 1	Centrifugas #1,#2,#3 marca Bombas Mejoradas, modelo 6P-7504,1750 RPM@75 m.c.a. Motor trifásico, marca Emerson, modelo A15362, 75 hp, 230/460 Vca, 170/85amps. 1785 RPM, 60 Hz, clase F, Clave G, diseño B, tipo FCT4, 3 fases.
2	3	Cuarto de máquinas Edif. Pemex 1	Centrifugas #1,#2,#3 marca Bombas Mejoradas, modelo 6P-7504,1750 RPM@75 m.c.a. Motor trifásico, marca Emerson, modelo A15362, 75 hp, 230/460 Vca, 170/85 amps. 1785 RPM, 60 Hz, clase F, Clave G, diseño B, tipo FCT4, 3 fases.

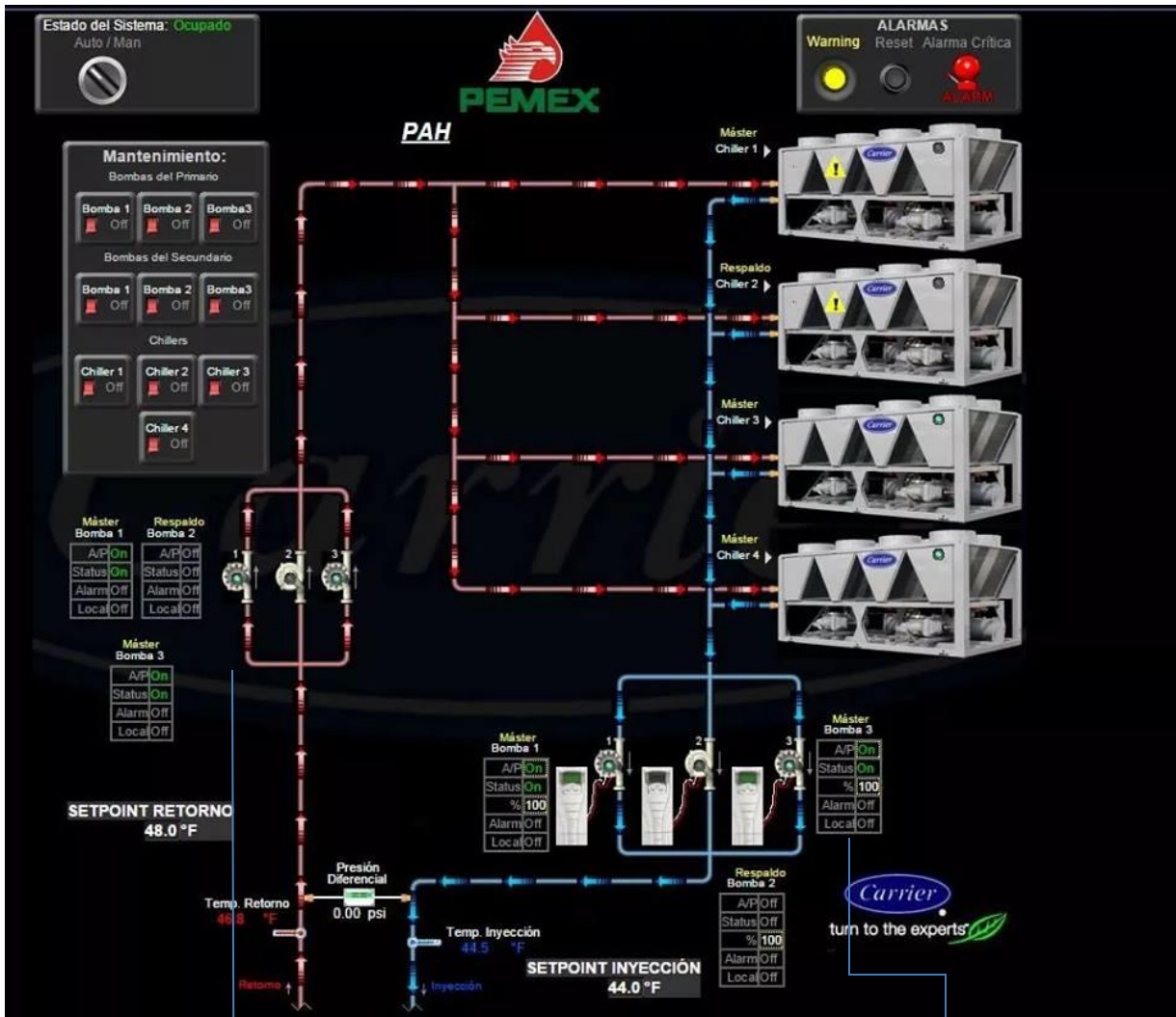


Figura 35.- Diagrama IVU de Carrier –Bombas centrífugas

Paquete de 3 bombas centrífugas que recirculan el agua hacia las UMAS después de haberse enfriado el agua.

Paquete de 3 bombas centrífugas que recirculan el agua hacia los chillers para enfriar el caudal.

En la figura 35 se observa el funcionamiento de las 6 bombas centrífugas en el sistema.

8.3.-UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE (UMAS)

Tabla 5.- Unidades manejadoras de aire (Umas)

MODELO	CANTIDAD	DESCRIPCION
39MN30	1	Unidad manejadora de aire de 30 toneladas de refrigeración.
39MN36	10	Unidad manejadora de aire de 36 toneladas de refrigeración.
39MN40	5	Unidad manejadora de aire de 40 toneladas de refrigeración.

A continuación en la figura 36 la nomenclatura para identificar las manejadoras de aire.

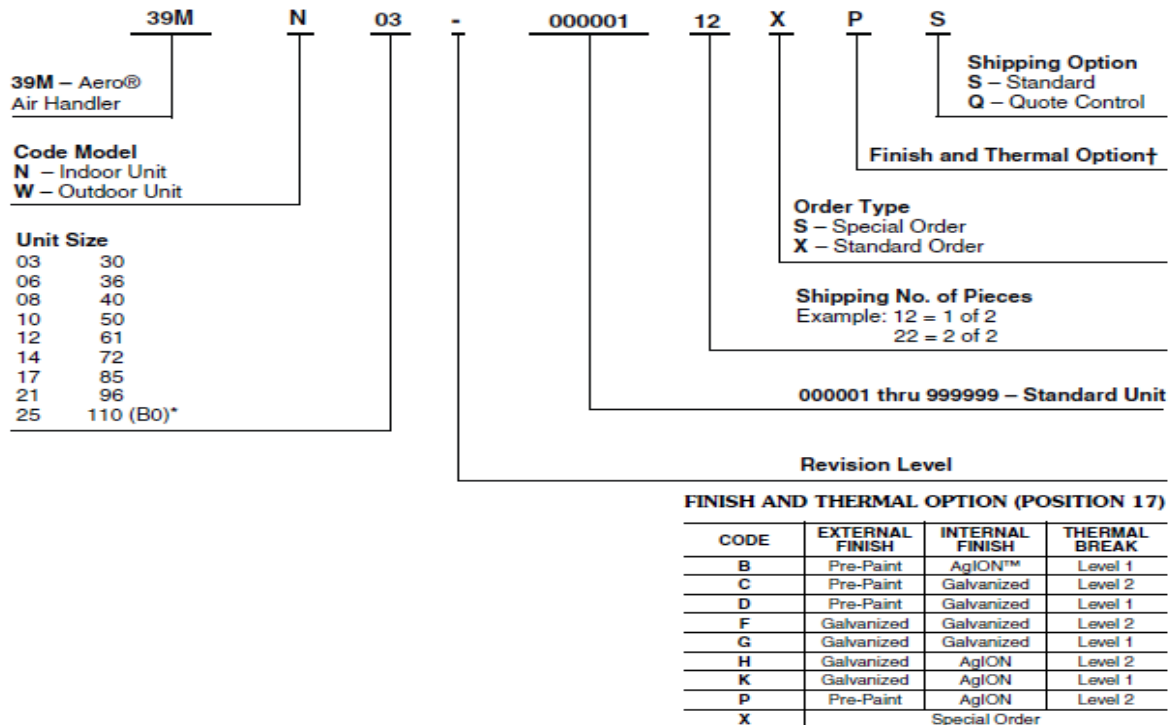


Figura 36.-Nomenclatura Uma

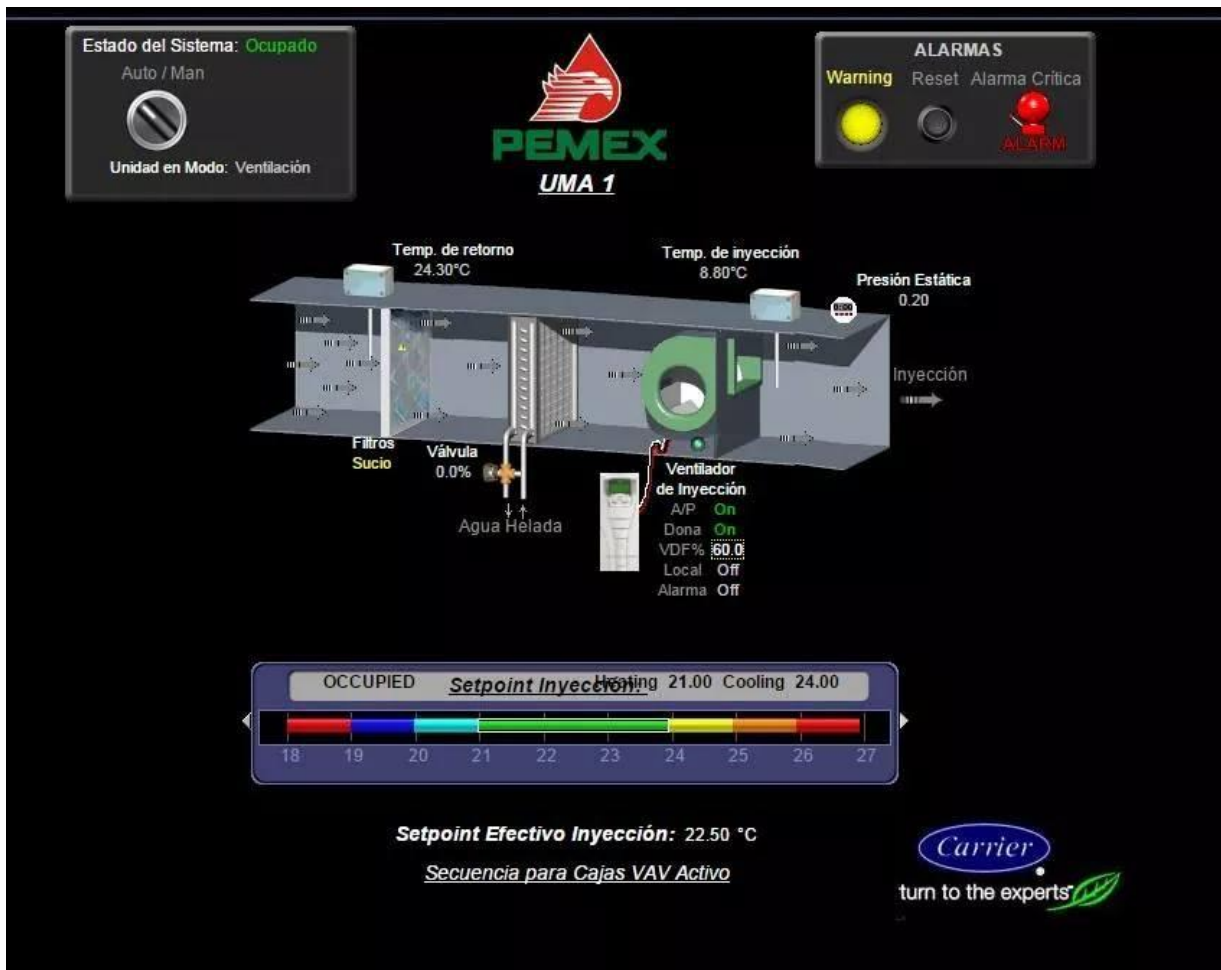


Figura 37.- Programa IV-U Carrier –Manejadora de aire.

En la imagen número 37 se observa el funcionamiento de una unidad enfriadora de aire (UMA) recibe el agua enfriada por los chillers y pasa dentro de un compartimiento de tubos de cobre (serpentín) donde existe una transferencia de energía.

8.4.-IDENTIFICACION DE FALLAS PERIODO: SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2014

Listado de problemas detectados en el periodo 2014 en las manejadoras de aire acondicionado (Chillers, Uma´s, Centrifugas).

8.4.1.-UNIDADES MANEJADORAS DE AGUA HELADA (CHILLERS)

Tabla 6.-Unidades manejadoras de agua helada (chiller) Septiembre

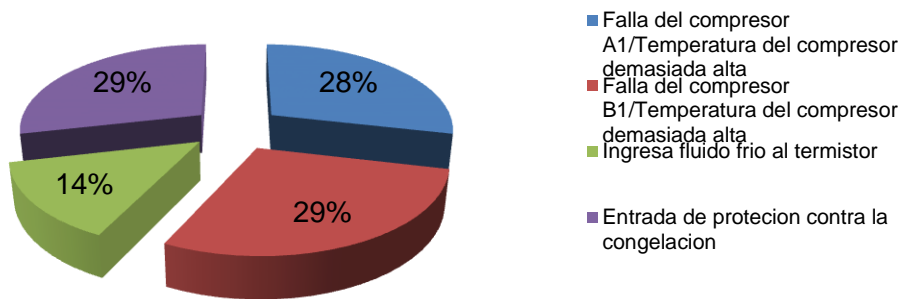
SEPTIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Falla del compresor A1/Temperatura del compresor demasiada alta	2
Falla del compresor B1/Temperatura del compresor demasiada alta	2
Circuito 1 Sobrecalentamiento en baja succión	2
Sensor de temperatura del intercambiador de agua intercambiado	2
Falla switch de presión	4
Congelamiento del compresor	4



Grafica 1.- Grafica de pastel Septiembre

Tabla 7.-Unidades manejadoras de agua helada (chiller) Octubre

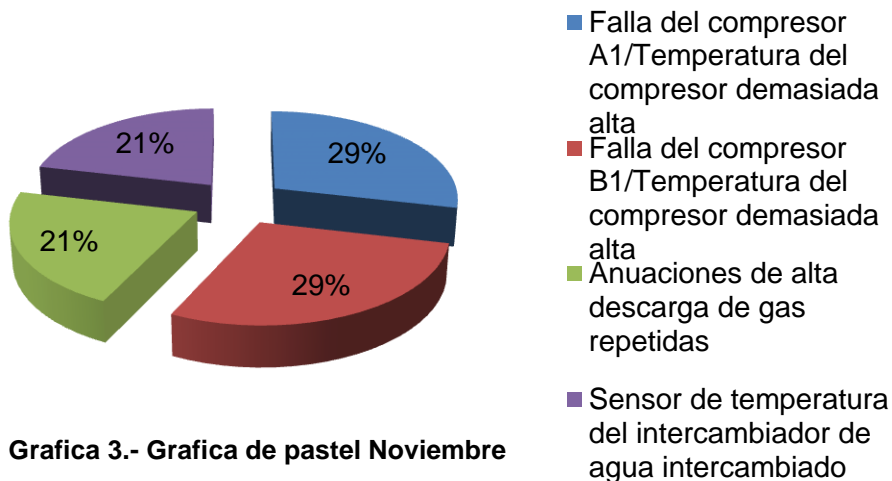
OCTUBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Falla del compresor A1/Temperatura del compresor demasiada alta	4
Falla del compresor B1/Temperatura del compresor demasiada alta	4
Ingresa fluido frio al termistor	2
Entrada de protección contra la congelación	4



Grafica 2.- Grafica de pastel Octubre

Tabla 8.-Unidades manejadoras de agua helada (chiller) Noviembre

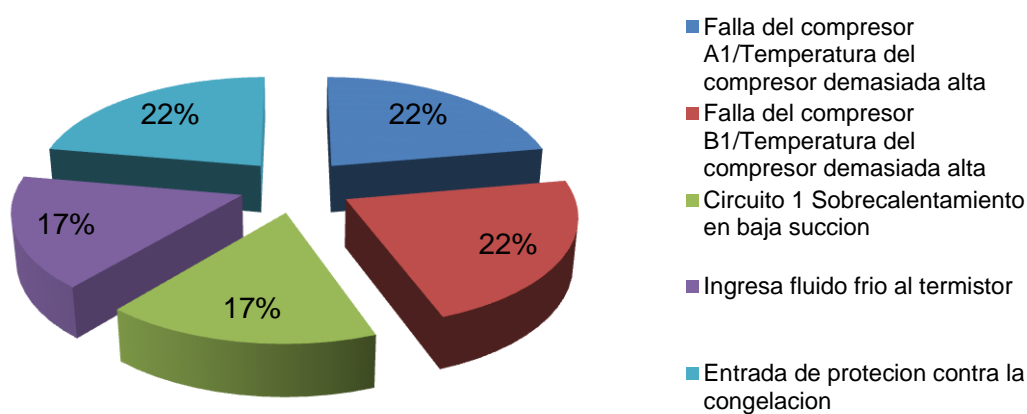
NOVIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Falla del compresor A1/Temperatura del compresor demasiada alta	4
Falla del compresor B1/Temperatura del compresor demasiada alta	4
Anulaciones de alta descarga de gas repetidas	3
Sensor de temperatura del intercambiador de agua intercambiado	3



Grafica 3.- Grafica de pastel Noviembre

Tabla 9.-Unidades manejadoras de agua helada (chiller) Diciembre

DICIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Falla del compresor A1/Temperatura del compresor demasiada alta	4
Falla del compresor B1/Temperatura del compresor demasiada alta	4
Circuito 1 Sobrecalentamiento en baja succión	3
Ingresas fluido frio al termistor	3
Entrada de protección contra la congelación	4



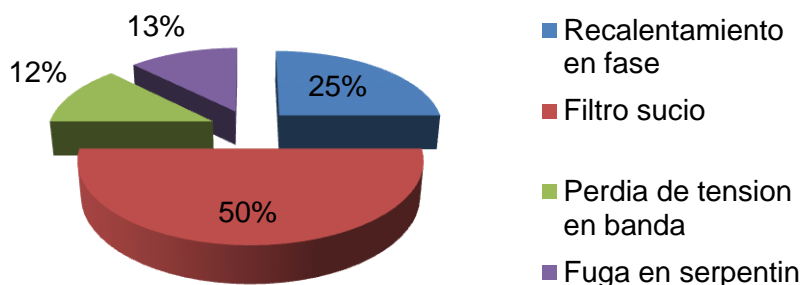
Grafica 4.- Grafica de pastel Diciembre

Listado de problemas detectados en el periodo 2014 en las manejadoras de aire acondicionado (Chillers, Uma's, Centrifugas).

8.4.2.-UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE(UMAS)

Tabla 10.- Unidades manejadoras de aire(UMAS) Septiembre

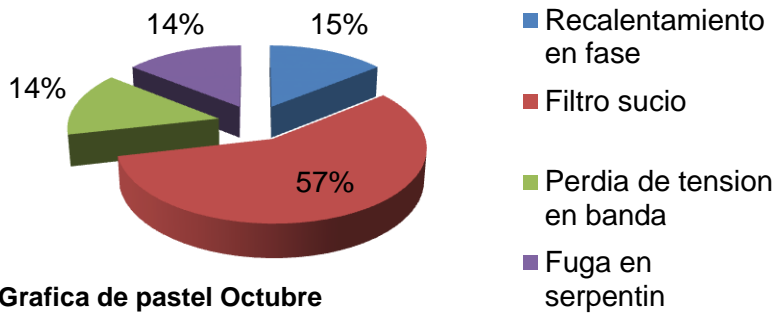
SEPTIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Recalentamiento en fase	2
Filtro sucio	4
Perdía de tensión en banda	1
Fuga en serpentín	1



Gráfica 5.- Grafica de pastel Septiembre

Tabla 11.- Unidades manejadoras de aire(UMA) Octubre

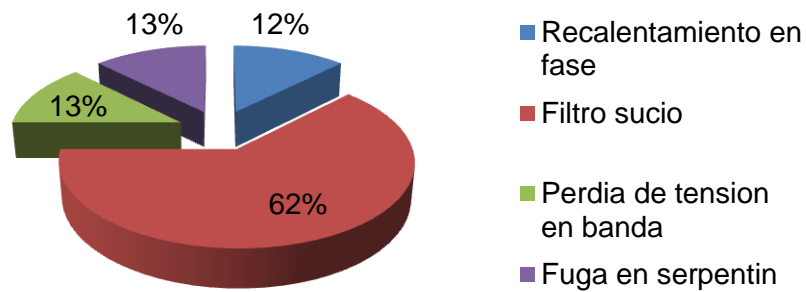
OCTUBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Recalentamiento en fase	1
Filtro sucio	4
Perdía de tensión en banda	1
Fuga en serpentín	1



Grafica 6.- Grafica de pastel Octubre

Tabla 12.-Unidades manejadoras de aire(UMA) Noviembre

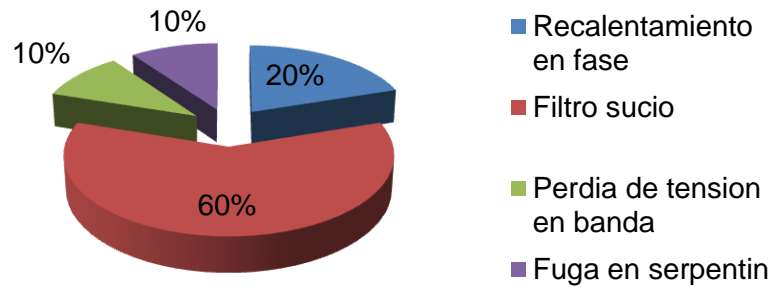
NOVIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Recalentamiento en fase	1
Filtro sucio	5
Perdía de tensión en banda	1
Fuga en serpentín	1



Grafica 7.- Grafica de pastel Noviembre

Tabla 13.-Unidades manejadoras de aire(UMA) Diciembre

DICIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Recalentamiento en fase	2
Filtro sucio	6
Perdía de tensión en banda	1
Fuga en serpentín	1



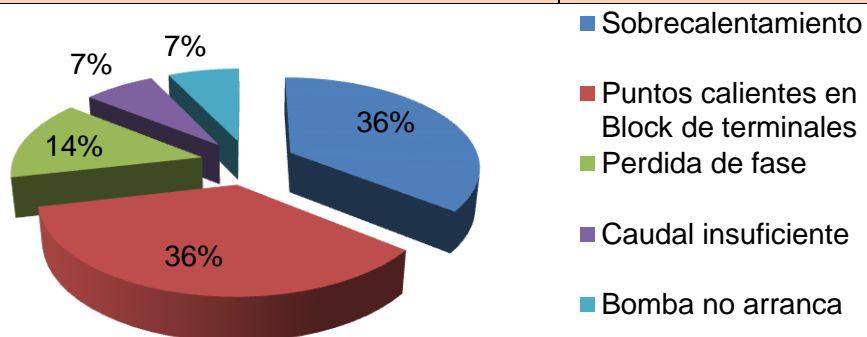
Grafica 8.- Grafica de pastel Diciembre

Listado de problemas detectados en el periodo 2014 en las manejadoras de aire acondicionado (Chillers, Uma's, Centrifugas).

8.4.3.-BOMBAS CENTRIFUGAS

Tabla 14.- Centrifuga(sistema de bombeo de agua) Septiembre

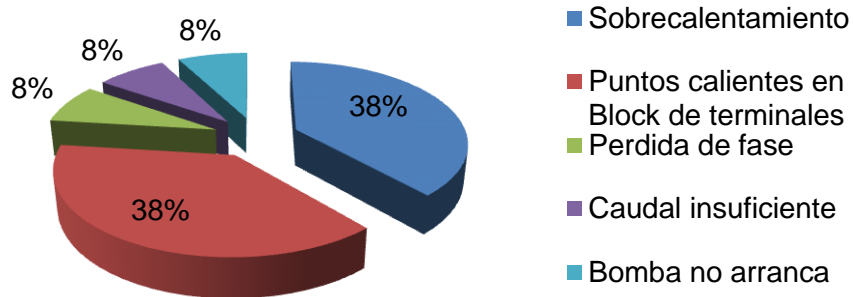
SEPTIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Sobrecalentamiento	5
Puntos calientes en Block de terminales	5
Perdida de fase	2
Caudal insuficiente	1
Bomba no arranca	1



Grafica 9.- Grafica de pastel Septiembre

Tabla 15.-Centrifuga(sistema de bombeo de agua) Octubre

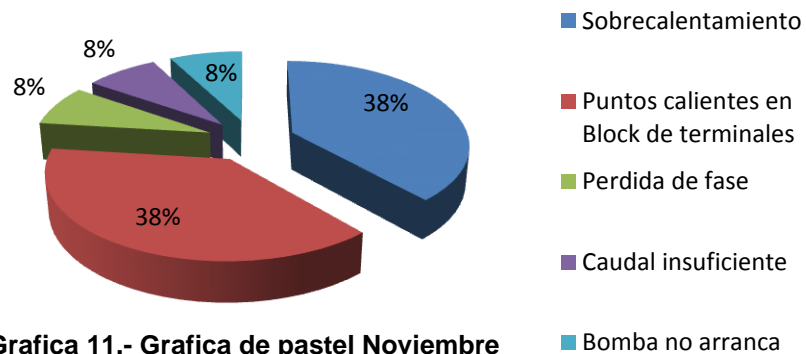
OCTUBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Sobrecalentamiento	5
Puntos calientes en Block de terminales	5
Perdida de fase	1
Caudal insuficiente	1
Bomba no arranca	1



Grafica 10.- Grafica de pastel Octubre

Tabla 16.- Centrifuga (sistema de bombeo de agua) Noviembre

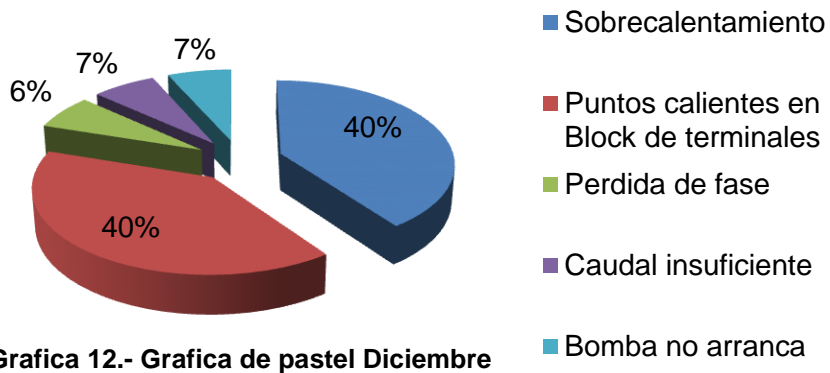
NOVIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Sobrecalentamiento	5
Puntos calientes en Block de terminales	5
Perdida de fase	1
Caudal insuficiente	1
Bomba no arranca	1



Grafica 11.- Grafica de pastel Noviembre

Tabla 17.- Centrifuga (sistema de bombeo de agua) Diciembre

DICIEMBRE	
PROBLEMAS	OCURRENCIAS POR MES
Sobrecalentamiento	6
Puntos calientes en Block de terminales	6
Perdida de fase	1
Caudal insuficiente	1
Bomba no arranca	1



Grafica 12.- Grafica de pastel Diciembre

9.-RESULTADOS

9.1.-BASE DE DATOS PARA DIAGNOSTICAR FALLAS CRÍTICAS EN LAS MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO. (Véase anexo IV)

9.2.-PLAN DE MANTENIMIENTO

9.2.1.-PLAN DE MANTENIMIENTO MANEJADORAS DE AIRE (UMAS)

Tabla 18.- Plan de mantenimiento Umas

No	Rutina de mantenimiento	Diario	Semanal	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
1	Limpieza y/o cambio filtro de aire				x		
2	Chequeo de rodets				x		
3	Chequeo bandeja de condensado				x		
4	Chequeo tubería de drenaje			x			
5	Chequeo de calefactor y su respectivo control				x		
6	Chequeo de poleas, alinear si así lo requieren			x			
7	Chequeo de correas, verificar su tensión			x			
8	Chequeo de descansos			x			
9	Revisión lubricación a motores y ejes				x		
10	Chequeo de válvulas motorizados				x		
11	Chequeo de sistemas eléctrico de control				x		
12	Chequeo y regulación de termostato			x			
13	Medición y registro de consumos eléctricos	x					
14	Medición y registro de temperaturas de inyección y retorno		x				
15	Lubricación de descansos					x	
16	Lavado de serpentines con detergentes industrial						x
17	Desarme de unidad. Desmontaje de motor-turbina						x
18	Inspección estado de rodamientos al motor					x	x
19	Retoque de pinturas a zonas expuestas a corrosión						x
20	Desarme y limpieza de contactores						x
21	Reemplace los rodamientos del motor de vapor.						x
22	Reemplace las bandas.					x	x
23	Impermeabilización de charolas de condensados.					x	x
24	Reemplace juego de contactos principales de contactores.						x

9.2.2.-PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBAS CENTRIFUGAS

Tabla 19.- Plan de mantenimiento Centrifugas

No	Rutina de mantenimiento	Diario	Semanal	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
1	Limpieza exterior de la unidad		x				
2	Medición de consumos eléctricos	x					
3	Revisión sistemas eléctricos: control y fuerza	x					
4	Checar ruidos en rodamientos y descansos	x					
5	Revisar si hay filtraciones por sello mecánico		x				
6	Verificar existencia de vibraciones		x				
7	Verificar presiones de succión y descarga			x			
8	Engrase de rodamientos, solo si es necesario.				x		
9	Limpieza del filtro de agua				x		
10	Toma de lecturas de voltaje, amperaje y RPM	x					
11	Revisión estado del acople		x				
12	Limpieza de contactores				x		
13	Reemplace los rodamientos del motor eléctrico.					x	
14	Reemplace sello mecánico.					x	
15	Aplicar pintura anticorrosiva y acabado color original.						x
16	Limpiar excedentes de grasa y polvo en los motores					x	
17	Evitar encharcamientos, para eludir oxidación y destrucción de los equipos		x				

9.2.3.-PLAN DE MANTENIMIENTO CHILLERS

Tabla 20.- Plan de mantenimiento Chillers

No	Rutina de mantenimiento	Diario	Semanal	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
1	Revise la carga de refrigerante		x				
2	Lectura de parámetros de operación		x				
3	Chequeo y registro de temperaturas y presiones en circuitos de refrigeración	x					
4	Chequeo del funcionamiento a diferenciales de presión		x				
5	Chequeo y registro de presiones de succión y descarga en los circuitos de refrigeración		x				
6	Chequeo y registro de la presión diferencial del aceite en los compresores		x				
7	Chequeo y registro de consumos eléctricos a motores compresores		x				
8	Revise la operación de todos los ventiladores.		x				
9	Chequeo y registro de temperaturas de entrada y salida del agua, en el evaporador		x				
10	Verificación y funcionamiento del circuito eléctrico de control			x			
11	Inspección aislamiento térmico en tuberías de agua				x		
12	Chequeo de hermeticidad a circuitos de refrigeración					x	
13	Revisión de bornes y reapriete de conexiones eléctricas					x	
14	Chequeo del estado de lubricación en rodamientos						x
15	Limpieza de serpentines del condensador						x
16	Peinado de aletas de transferencia del serpentín						x
17	Retoque de pintura anticorrosiva						x
18	Chequeo de contactores; apriete de contactos						x
19	Chequeo de relés térmicos						x
20	Limpieza a tubos de condensador por agua						x

21	Reemplace el líquido (agua) del sistema							x
22	Reemplace los termistores.							x
23	Revise la exactitud en los transductores.							x
24	Revise la operación del calefactor del cooler.							x
25	Reemplace el aceite.							x

Para un mayor entendimiento y control, se anexa las listas de fallas que genera el programa IV-U de Carrier. (Anexo V.- Listado de fallas del programa IV-U de Carrier.

10.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSION:

La creación de una base de datos para diagnosticar fallas críticas en un sistema de aire acondicionado es de gran relevancia en cuestión de poder localizar de fácil y veloz manera alguna falla o avería que afecte la operación del sistema, mismo que sirve para integrar de mejor forma un plan de mantenimiento para la preservación y durabilidad de los distintos dispositivos utilizados.

Esta estancia para realizar el proyecto quizás pudo haber sido más completa si hubieran coincidido los tiempos con el mantenimiento general de los equipos, pero con la información que tuvo al alcance se concretó el escalafón para poder dar inicio a este proyecto, que sin duda alguna fue una gran experiencia poder interactuar con el equipo de PEMEX hacia la realización de este proyecto, como estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica el residente puede interactuar de manera eficiente con la vida industrial dentro de una empresa tan importante en el mundo. Sería muy útil la utilización de este proyecto para renovar el plan de mantenimiento vigente para poder preservar la vida útil de los equipos y optimizar el funcionamiento de los mismos.

RECOMENDACIONES:

Los sistemas de refrigeración actuales son muy innovadores por lo que, a continuación se enlistara las recomendaciones sugeridas para la utilización y prevención de estos equipos:

1. La capacitación adecuada al personal que labora estos equipos, ya que en caso de algún incidente en horas de operación el personal pueda realizar las acciones indicadas para preservar la vida útil del equipo.
2. Elaboración de bitácoras para las jornadas laborales de los equipos.
3. Un historial de fallas de los equipos de aire acondicionado planteados en una base de datos.
4. Capacitación al personal para la utilización del programa IVU de Carrier.
5. Tomar este proyecto como un escalafón a las mejoras del plan de mantenimiento vigentes.

11.-FUENTES DE INFORMACIÓN

➤ Manuales:

-AQUAFORCE 30XA080-500 AIR-COOLED Liquid Chillers,2011, Carrier.

-AERO 39MN,MW03-110 Indoor and Weathertight Outdoor Air Handlers,2010,Carrier.

➤ Virtuales:

<http://es.slideshare.net/VinicioAcuna/curso-de-refrigeracion?related=4>

http://es.slideshare.net/marisolmendozaf/ciclo-de-refrigeracion?next_slideshow=1

http://es.slideshare.net/cmc1/manual-de-buenas-practicas-de-refrigeracin?next_slideshow=2

<http://www.aires-acondicionados.info/2014/06/funcionamiento-del-aire-acondicionado.html>

<http://www.quecalor.com/manuales/minisplits/minisplit-york-high-wall-ysca-ysha-manual-usuario.pdf>

http://www.technoair.com.mx/manuales/ManualInstalacion_SA-2012.pdf

http://www.johnsoncontrols.com.mx/content/dam/WWW/jci/be/mexico/residencial___comercial/YRHJZ12,%2018,%2024%20%20MANUAL%20DE%20USUARIO.pdf

12.- ANEXOS

Anexo I.- Equipos Chillers.



Anexo II.- Manejadora de aire acondicionado



Anexo III.- Bombas centrifugas



Anexo IV.- Base de datos para diagnosticar fallas críticas en las manejadoras de aire acondicionado.

No	Elemento de estudio	Función	Descripción falla funcional	Modo de Falla	Descripción de Efectos	Falla oculta	Descripción de Tareas
1	Bomba centrífuga	Recircular el agua del sistema de refrigeración del aire acondicionado a un flujo determinado	No recircula el agua	fatiga de rodamientos	Desalineamiento del eje y bloqueo	NO	Rutina predictiva de monitoreo de vibraciones
			Recircula menos flujo de agua	Impulsor desgastado	reducción del caudal y vibraciones	SI	
				Rodamientos desgastados	reducción del caudal y vibraciones	SI	
2	Motor eléctrico	Transformar energía eléctrica en energía mecánica a una velocidad determinada	Motor no gira	Fatiga de rodamientos	Desalineamiento del eje y bloqueo	NO	Correr a falla
				Corto circuito en el devanado	Disparo de protecciones eléctricas magnéticas	SI	Preventivo de aislamiento
				Rozamiento en los rodamientos	Los rodamientos se pegan por falta de lubricante	SI	Preventivo de lubricación
3	Sello mecánico	contener el fluido en la bomba herméticamente	perdida de fluido	Fugas	Perdida de fluido por el eje del impulsor	NO	Correr a falla
4	Acople	Juntar mecánicamente los ejes de la bomba y el motor	Junta irregular	Desgaste o rotura	Vibraciones y desalineamientos	SI	Correr a falla
5	Guarda acople	Proteger el acople de agentes externos	Perdida de cobertura	Desgaste de material	Exposición del acople	SI	Correr a falla
6	Base	Sostener integralmente los elementos constitutivos de la bomba	No sostiene los elementos	Corrosión o rotura	Desajuste de los equipos	NO	Correr a falla

7	Disipador	Disipar el calor concentrado en su medio circundante	No disipa el calor	Corrosión o rotura	Aumento de Temperatura	NO	Correr a falla
8	Ventiladores	Refrigerar un medio o área específica	No fluye el aire	Fatiga de rodamientos	Ventilador no gira	SI	Correr a falla
				Corto circuito en el motor		SI	Correr a falla
9	Condensador	Almacenar energía eléctrica sustentando un campo	No condensa	Condensador quemado	Circuito abierto	NO	Correr a falla
10	Rectificador	Convierte una señal de corriente alterna de entrada en corriente continua de salida	No rectifica	Rectificador abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
11	Filtro	Restringir el paso de partículas y elementos que pudiera afectar el proceso	No filtra	Filtro abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
12	Inversor	Cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador	No invierte	Inversor abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
13	Panel de control	Permite la interface hombre máquina para visualizar,monitorear y controlar un sistema	No controla	Controlador quemado	Variador bloqueado	NO	Correr a falla
14	Manija	Palanca para aplicación de torque para el cierre y apertura de la válvula	No se puede sujetar ni girar	Manija rota	Imposible girar	NO	Correr a falla
				Cuadrante desgastado		NO	Correr a falla

15	Esfera	Permitir o restringir el paso de un fluido	No sella	Fugas de fluido	Sigue habiendo paso de fluido	NO	Mantenimiento preventivo
16	Eje	Guía y soporte para el mecanismo de cierre	No se mueve	Eje pegado	No hay movimiento	NO	
17	Asientos	Generar hermeticidad en el cierre de la esfera	No sella	Desgaste del asiento	Sigue habiendo paso de fluido	SI	
18	Prensa estopas	Sellar herméticamente el eje con el cuerpo de la válvula	No sella	Fugas de fluido	Fuga del cuerpo de la válvula	NO	
19	Cuerpo	Confinar el fluido y los elementos internos de la válvula a su presión de servicio	No contiene el fluido	Corrosión o rotura	Fuga del cuerpo de la válvula	NO	
20	Termopozo	Protección del elemento de medición	No protege	Corrosión o rotura	Daño termistor	SI	Correr a falla
21	Termistor	Variación de la resistividad con la temperatura	No transmite	Rotura	Daño termistor	SI	Correr a falla
22	cable	Transportar y confinar señales eléctricas	No conduce	Falla aislamiento	Corto circuito.	NO	Correr a falla
23	Caja de conexión	Alojar las conexiones eléctricas y protegerlas de agentes externos	No protege	Falla aislamiento	Corto circuito.	SI	Correr a falla
24	Pistón de amortiguamiento	Variar en proporción del cambio de la presión	No se mueve	Eje pegado	No hay movimiento	NO	Mantenimiento preventivo

25	Transductor de presión	Transmite la presión dentro de un sistema mediante un líquido mediador entre el manguito de elastómero y la carcasa del instrumento	No transmite	Rotura	Daño transductor	SI	Mantenimiento preventivo
26	Flexible	Contener el fluido y servir de medio de transporte a una presión determinada	No contiene el fluido	Rotura	Fugas	NO	Correr a falla
27	Fuente AC/DC	Suministra energía de corriente continua CC a una potencia determinada	No suministra	Falla aislamiento	Circuito abierto	SI	Correr a falla
28	Resistencia	Genera la diferencia de potencial al transductor	No transmite	Rotura	Circuito abierto	SI	Correr a falla
29	Volante	Apoyo para aplicar la fuerza necesaria para dar giros sobre el vástago de la válvula	No se puede sujetar ni girar	Manija rota	Imposible girar	NO	Mantenimiento preventivo
				Cuadrante desgastado		NO	
30	Cuerpo	Confinar el fluido y los elementos internos de la válvula a su presión de servicio	No contiene el fluido	Corrosión o rotura	Fuga del cuerpo de la válvula	NO	
31	Asiento	Generar hermeticidad en el cierre de la esfera	No sella	Desgaste del asiento	Sigue habiendo paso de fluido	SI	
32	Vástago	Guía y soporte para el mecanismo de cierre	No se mueve	Eje pegado	No hay movimiento	NO	

33	Compuerta	Permitir o restringir el paso de un fluido	No sella	Fugas de fluido	Sigue habiendo paso de fluido	NO	
34	Cojinete	Mantener la alineación, equilibrando las cargas axiales, y permitir el movimiento de una pieza respecto a la otra (eje y el estator del motor) mediante el contacto metal-metal	No produce giro	Rodamiento pegado	No hay desplazamiento	SI	
				Rodamiento desgastado	Desplazamiento reducido	SI	
35	Conector de lubricación	Facilidad para cargar con lubricante la válvula	No conduce lubricante	Taponamiento	No hay forma de agregar lubricante	NO	
36	Resorte acero inoxidable	Mantener apoyadas las válvulas en sus asientos de manera efectiva cuando estas deben estar cerradas	No apoya	Deformación	No hay sello	SI	Mantenimiento preventivo
37	Glándula de bronce	Hacer sello entre el vástago y el cuerpo de la válvula	No sella	Desgaste o rotura	Fugas	NO	
38	Puente de registro	Acceso para medición y calibración del instrumento	No conecta	Deformación o taponamiento	No es posible conexión	NO	
39	O ring	Permite el ajuste hermético de una junta a una presión y temperatura determinada	No sella	Desgaste o rotura	Fugas	SI	
40	Asiento suave	Generar hermeticidad en el cierre del check	No sella	Desgaste del asiento	Sigue habiendo paso de fluido	SI	

41	Check	Retener el flujo de un fluido en sentido contrario	No retiene	Desgaste o rotura	Fugas	SI	
42	Testigo	Elemento que permite evidenciar visualmente la operación de un instrumento	No cambia de posición	Rotura	No registra	NO	
43	Vástago	Guía y soporte para el mecanismo de cierre	No se mueve	Eje pegado	No hay movimiento	NO	
44	Empaque vástago	Generar hermeticidad entre el vástago y el cuerpo de la válvula	No sella	Desgaste o rotura	Fugas	NO	
45	Placa de calibración	Consignar datos de ajuste	No registra	Rotura o desgaste	No hay referencia	NO	
46	Tanque	Contener una cantidad de fluido a una presión y temperatura determinada	No contiene el fluido	Corrosión o rotura	Fuga del cuerpo de la válvula	NO	Mantenimiento preventivo
47	Diafragmas	Absorber los cambios de volumen de un fluido	No se contrae	Rotura o desgaste	Perdidas e fluido	NO	
48	Cuerpo	Confinar el fluido y los elementos internos de la válvula a su presión de servicio	No contiene el fluido	Corrosión o rotura	Fuga del cuerpo de la válvula	NO	Mantenimiento preventivo
49	Anillos de acero	Separar la burbuja de aire del agua	No separa	Rotura o desgaste	Cavitación	SI	

50	Venteo	Evacuar el aire de un recipiente a una presión determinada	No opera	Rotura o desgaste	Presurización del tanque	SI	
51	Válvula de bola	Dispositivo que permite el paso o restringe un fluido	No gira	Desgaste o adherencia	No gira	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
			No sella	Desgaste o adherencia	Fugas	NO	
52	Cuerpo y canales	Contener y transportar un fluido a una presión y temperatura determinada	No conduce el fluido	Taponamiento o bloqueo	No conduce agua	SI	Preventivo de reposición
			No contiene el fluido	Corrosión o rotura	Fuga del cuerpo de la válvula	NO	
53	Resorte	Mantener apoyadas las válvulas en sus asientos de manera efectiva cuando estas deben estar cerradas	No apoya	deformación	No hay sello	SI	
54	Actuador	Proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico	No acciona	Daño físico al mecanismo de cierre	No opera la válvula	NO	
55	Balanza compensadora	Suprimir los aumentos súbitos de presión	Sobre presiones no controladas	Daño físico al componente	Golpe de ariete	SI	
56	Manómetro	Es un instrumento que se emplea para la medición de la presión de los fluidos	No registra	Rotura o desgaste	El agua no registra o registra mal	NO	
57	Tubería	Contener el fluido y servir de medio de transporte a una presión determinada	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas o perdidas	NO	Preventivo de limpieza y pintura
58	Soportes	Evitar la deflexión mecánica de la tubería sirviendo de apoyo vertical	No soporta	Rotura o desgaste	Rotura	NO	Preventivo de limpieza y pintura

59	Drenajes	Permitir la salida de un fluido de un recipiente o tubería	No fluye	Taponamiento o daño	No opera el drenaje	NO	Correr a falla
60	Juntas de expansión	Asegurar la flexibilidad necesaria en la tubería ,compensar la expansión térmica, las vibraciones y los desajustes	No asegura la junta	Rotura o desgaste	Vibración en la ducteria	NO	Correr a falla
61	Aislamiento	Reducir el intercambio de temperatura con el medio	No aísla	Rotura o desgaste	Condensación	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
62	Correa	Transmitir la energía cinética entre las poleas del motor y el ventilador	No transmite	Rotura	No se produce giro	NO	Correr a falla
63	Polea	Es un elemento que sirve para transmitir una fuerza giratoria en fuerza torsional	No transmite	Desajuste o rotura	No se produce giro	NO	Correr a falla
64	Motor	Convertir energía eléctrica en energía mecánica giratoria a una potencia y velocidad determinada	No gira	Corto circuito	No se produce giro	NO	Correr a falla
				Desgaste rodamientos	No se produce giro	NO	Correr a falla
65	Eje	Transmitir la potencia mecánica del motor al ventilador	No transmite	Desajuste	No se produce giro	NO	Correr a falla

66	Rodamiento	La función de un rodamiento es amenizar el roce de giro de un eje	No produce giro	Rodamiento pegado	No hay desplazamiento	SI	Correr a falla
				Rodamiento desgastado	Desplazamiento reducido	SI	
67	Válvula de expansión	Generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en el sistema	Válvula no opera	Válvula pegada	Subida de presión entre el evaporador y el condensador	SI	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
68	Espiral	Enfriar el aire circundante	No enfría	Rotura	Fugas de aire	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
69	Calentador	Recalentar el aire con el fin de controlar la humedad en el aire	No calienta	Rotura de resistencia	No hay calor	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
70	Switch de seguridad	Apagar el equipo ante una sobrepresión en el calentador	No opera	Switch pegado	Sobrepresión en el calentador	SI	Correr a falla
71	Cilindro	Contener una cantidad de fluido a una presión y temperatura determinada	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas de vapor	NO	Mantenimiento preventivo
72	Electrodos	Generar vapor mediante la ebullición del agua del depósito calentado a través de la corriente que pasa directamente por el agua	No genera corriente	Rotura o aislamiento	No se genera chispa	SI	Correr a falla

73	Sensor de nivel	Conjunto funcional que se activa en función de la altura del nivel de agua controlada	Registrar los cambios de nivel	Daño físico	No se transmite al transmisor	SI	Correr a falla
74	Mangueras	Contener el fluido y servir de medio de transporte a una presión determinada	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas del fluido	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
75	Válvula de llenado	Contener un fluido a una presión temperatura determinada	No opera	Falla total	No se llena el recipiente	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
76	Válvula de drenaje	Permitir o restringir el paso de un fluido de un volumen de control	No opera	Falla total	No permite drenar	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
77	Tanque	Contener una cantidad de fluido a una presión y temperatura determinada	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas del fluido	NO	Mantenimiento preventivo
78	Toroide	Reducir la magnitud de corriente eléctrica con fines de lectura	No transforma	Perdida de aislamiento	Falla a tierra o corto circuito	SI	Correr a falla
79	Tuberías de cobre	Contener un fluido a una presión temperatura determinada	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas del fluido	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
80	Filtro	Restringir el paso de partículas y elementos que pudieran afectar el proceso	No permite la conducción uniforme del fluido	Taponamiento	Recalentamiento	NO	Correr a falla

81	Filtro	Restringir el paso de partículas y elementos que pudieran afectar el proceso	No permite la conducción uniforme del fluido	Taponamiento	Recalentamiento	NO	Correr a falla
82	Panel	Permitir la interface hombre máquina para visualizar, monitorear y controlar un sistema.	No se visualiza	Deterioro de componentes electrónicos	No se puede controlar ni monitorear manualmente	SI	Correr a falla
83	Controlador	Asegurar la operación automática segura del equipo	No hay control de equipos	Daño físico controlador	Salida del sistema	NO	Correr a falla
84	Fusibles	Interrumpir el paso de corriente a un valor determinado	No interrumpe la corriente	Rotura del filamento	Circuito abierto	NO	Correr a falla
85	Contactador	Componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente	Contactador no opera	Falla aislamiento	Bobina abierta	SI	Preventivo termografía
86	Relés	Permitir el paso de la corriente ante una condición de lógica de entrada	No operan	Contactos aislados	No conduce	SI	Preventivo termografía
87	Contactos aux	Permiten el paso de señales de voltaje	No operan	Contactos aislados	No conduce	SI	Preventivo termografía
88	Display	Operar y monitorear un sistema o equipo con unas entradas y salidas digitales	No muestra caracteres	Daño físico	No se permite lectura	NO	Correr a falla

89	Cables	Confinar y transportar flujo de energía para la realización de un trabajo	No conduce	Falla aislamiento	Corto circuito	NO	Correr a falla
90	Transformador	Convierte la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética	No transforma	Falla aislamiento	Corto circuito	NO	Preventivo termografía
91	Carcaza	Alojar y proteger los componentes internos del equipo de agentes externos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla
92	Terminales	Juntar mecánicamente la conexión de los cables de entrada y salida	falla de conexión en junta	Punto caliente	Sobrecarga o corto circuito	NO	Preventivo termografía
93	Interruptor	Permite conectar y desconectar la alimentación ya sea en condiciones normales o anormales(falla)	No opera	Rotura actuador mecánico	No apertura o cierre del interruptor	NO	Preventivo termografía
94	Disipador	Disipar el calor concentrado en su medio circundante	No disipa el calor	Corrosión o rotura	Aumento de temperatura	NO	Correr a falla
95	Ventilador	Refrigerar un medio o área específica	No fluye aire	Fatiga de rodamientos	ventilador no gira	SI	Correr a falla
				Corto circuito en el motor		SI	

96	Condensadores	Almacenar energía eléctrica sustentando un campo	No condensa	Condensador quemado	Circuito abierto	NO	Correr a falla
97	Rectificador	Convierte una señal de corriente alterna de entrada en corriente continua de salida	No rectifica	Rectificador abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
98	Filtros armónicos	Restringir el paso de partículas y elementos que pudiera afectar el proceso	No filtran	Filtro abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
99	Inversor	Cambiar voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario	No invierte	Inversor abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
100	Panel de control	Permitir la interface hombre máquina para visualizar, monitorear y controlar un sistema	No controla	Controlador quemado	Variador bloqueado	NO	Correr a falla
101	Bordes	Juntar mecánicamente la conexión de los cables de entrada y salida	Con hace la junta correctamente	Punto caliente	Sobrecarga o corto circuito	NO	Preventivo termografía
102	Carcaza	Alojar y proteger los componentes internos del equipo de agentes externos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla
103	Silenciador	Amortiguar los ruidos del compresor	No amortigua	Deformación	Vibraciones y ruido excesivo	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados

104	Resistencia de calefacción	Durante periodos de paro que se activa en función de la temperatura	No calienta	Rotura o desgaste	Temperatura baja	NO	Correr a falla
105	Caja de borne	Confinar las conexiones eléctricas en condiciones libres de humedad y partículas externas	No resguarda las conexiones	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla
106	Válvula de descarga	Cerrarse ante paro del compresor	No opera	Daño físico	Perdida del gas	SI	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
107	Carcaza	Alojar y proteger los componentes internos del equipo de agentes externos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla
108	Motor	Convertir energía eléctrica en energía mecánica giratoria a una potencia y velocidad determinada	No gira	Corto circuito	No se produce giro	NO	Correr a falla
				Desgaste rodamientos		NO	
109	Filtro de gas	Eliminar partículas solidas del aire	No permite la conducción uniforme del fluido	Taponamiento	Recalentamiento	NO	Mantenimiento preventivo aire acondicionado
110	Filtro de aceite	Retener las partículas de aceite	No permite la conducción uniforme del fluido	Taponamiento	Recalentamiento	NO	Mantenimiento preventivo aire acondicionado
111	Armario metálico	Confinar las conexiones eléctricas, de control y equipos eléctricos en condiciones libres de humedad y partículas externas	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla

112	Cables de control y potencia	Confinar y transportar flujo de energía para la realización de un trabajo	No conduce	Falta aislamiento	Corto circuito	NO	Correr a falla
113	Var de velocidad	Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor	No pone en marcha y no controla la velocidad de los motores	No gira el motor	El motor no gira	SI	Correr a falla
114	Transformador	Convierte la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética	No transforma	Falla aislamiento	Corto circuito	NO	Correr a falla
115	Contactador	Componente electromecánico que establece o interrumpe el paso de corriente	Contactador no opera	Falla aislamiento	Bobina abierta	SI	Correr a falla
116	Interruptor	Permite conectar y desconectar la alimentación ya sea en condiciones normales o anormales(falla)	No opera	Rotura actuador mecánico	No apertura o cierre del interruptor	NO	Correr a falla

117	Inversor	Cambiar voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario	No invierte	Inversor abierto o quemado	Variador bloqueado	SI	Correr a falla
118	Relés de protección	Despejar fallas eléctricas con el fin de proteger los activos eléctricos asociados a su círculo eléctrico	No registran	Daño físico	No despeja fallas eléctricas	SI	Correr a falla
119	Bobinado motor	Convenir energía eléctrica en energía mecánica	No gira	Corto circuito	No se produce giro	NO	Correr a falla
				Desgaste rodamientos		NO	
120	Alabes del ventilador	General un caudal de aire determinado con el fin de impulsar un fluido y refrigerar	No se genera la corriente de aire	Desgaste corrosión	Ventilador suelto	NO	Correr a falla
121	Cojinetes motor	Mantener la alineación, equilibrando las cargas axiales y permitir el movimiento de una pieza respecto a la otra	No permite alineación	Sequedad desgaste	Reducción de la velocidad	NO	Correr a falla
122	Carcaza motor	Alojar y proteger los componentes internos del equipo de agentes externos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla

123	Baterías condensador	Refrigerar y condensar el aire caliente	No se condensa el aire	Rotura corrosión	Fugas de aire	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionados
124	Collarín	Fijar el haz de tubería del serpentín	No soporta	Rotura o desgaste	Rotura	NO	
125	Resist. calefacción	Calentar un volumen determinado	No calienta	Rotura o desgaste	Temperatura baja	NO	Correr a falla
126	Filtro secador	Filtrar o detener cualquier impureza que se haya introducido al sistema con el fin de evitar que el tubo capilar o restrictor sea obstruido de ahí que su posición deba ser antes del restrictor	No permite la conducción uniforme del fluido	Taponamiento	Recalentamiento	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionado
127	Válvula manual de expansión	Mantener lleno de líquido y gas refrigerante y solo permite que salga el mismo gas sobrecalentado para no dañar al compresor	No opera	Daño físico	Perdida del gas	SI	Mantenimiento preventivo aires acondicionado
128	Bomba evaporador	Suministrar flujo de manera constante	No bombea	Daño físico	No carga el evaporador	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionado
129	Separador de aceite	Separar el aceite del refrigerante y devolver este al cárter del compresor antes de que afecte a otros componentes	No separa el aceite	Daño físico	Contaminación del gas con aceite	SI	Mantenimiento preventivo aires acondicionado

130	Deflectores de agua	Cambiar la trayectoria del agua en el evaporador	No separa	Corrosión o rotura	La trayectoria del agua no cambia	SI	Mantenimiento preventivo aires acondicionado
131	Mirrilla con indicador de humedad	Registrar el nivel de humedad de un recinto	No indica	Deterioro físico	No registra	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionado
132	Cabezales	Generar hermeticidad en el evaporador	Perdida de presión en el evaporador	Corrosión o rotura	Fugas en el evaporador	NO	Mantenimiento preventivo aires acondicionado
133	Tanque de exp	Contener una cantidad de fluido a una presión y temperatura determinada	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas de fluido	NO	Mantenimiento preventivo
134	Microprocesador	Asegurar la operación automática del equipo	No hay control de equipos	Daño físico controlador	Salida del sistema	NO	Correr a falla
135	Panel de control	Permitir la interface hombre máquina para visualizar, monitorear y controlar un sistema	No controla	Controlador quemado	Variador bloqueado	NO	Correr a falla
136	Ductos de aluminio	Conducir el flujo de aire hacia un lugar determinado	Confinar y conducir el aire	Corrosión o rotura	Fugas de aire	SI	Correr a falla
137	Soportes	Evitar la deflexión mecánica de las secciones de ducto sirviendo de apoyo vertical	No soporta	Rotura o desgaste	Rotura	NO	Correr a falla
138	Aislamiento	Reducir el intercambio de temperatura con el medio circundante	No aísla	Rotura	Condensación	NO	Correr a falla

139	Cuerpo	Estructura soporte para contener los elementos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla
140	Alabes	Regular el flujo de aire de salida	No direcciona	Rotura corrosión y obstrucción	Se reduce el ingreso de aire	NO	Correr a falla
141	Rodamientos	Reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura	No se desplaza	Desgaste sequedad	Paro o reducción del movimiento	NO	Mantenimiento preventivo
142	Cilindro	Contener volumen de aire	No contiene el fluido	Rotura o desgaste	Fugas del fluido	NO	Mantenimiento preventivo
143	Aletas	Desalojar el aire a una presión determinada	No direcciona	Rotura corrosión y obstrucción	Se reduce el ingreso de aire	NO	Correr a falla
144	Panel controlador	Permitir la interface hombre máquina para visualizar, monitorear y controlar un sistema	No controla	Controlador quemado	Variador bloqueado	NO	Correr a falla
145	Servomotor	Convertir energía eléctrica en energía mecánica giratoria a una potencia y velocidad determinada	No gira	Daño físico	No gira se mueve el damper	SI	Mantenimiento preventivo
146	Damper aerodinámico	Inyectar un flujo de aire a un flujo determinado	No se desplaza	Bloqueo de componente	No se inyecta aire	SI	Mantenimiento preventivo
147	Placa de montaje	Soportar y alojar rígidamente los elementos	No soporta los elementos	Fatiga corrosión	Desajuste de elementos	NO	Correr a falla
148	Boquilla de entrada	Asegurar la rigidez mecánica de los conectores y evitar perdidas	Desprendimiento	Fatiga corrosión	Interrupción del suministro de aire	NO	Correr a falla

149	Carcaza	Alojar y proteger los componentes internos del equipo de agentes externos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Correr a falla
150	Alabes	Direccionar el flujo de aire	No direcciona	Rotura corrosión y obstrucción	Se reduce el ingreso de aire	NO	Correr a falla
151	Rodamientos	La función de un rodamiento es amenizar el roce de giro de un eje	No se desplaza	Desgaste sequedad	Paro o reducción del movimiento	NO	Mantenimiento preventivo
152	Motor	Convertir energía eléctrica en energía mecánica giratoria a una potencia y velocidad determinada	No gira	Corto circuito	No se produce giro	NO	Mantenimiento preventivo
				Desgaste rodamientos			
153	Transmisión de presión	Transmitir el delta de presión entre dos puntos	No transmite	Daño físico	No se controla la presión en los ductos	NO	Mantenimiento preventivo
154	Sondas	Transmitir los cambios de presión	No transmite	Rotura	Daño sonda	SI	
155	Cuerpo metálico	Soportar y alojar rigidamente los elementos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	Mantenimiento preventivo
156	Ranuras de descarga	Direccionar y suministrar un flujo de aire	No direcciona	Rotura corrosión y obstrucción	Se reduce el ingreso de aire	NO	
157	Conexiones de entrada de aire	Asegurar rigidez mecánica de los conectores	Desprendimiento	Fatiga corrosión	Interrupción del suministro de aire	NO	

158	Soportes	Anclar y fijar mecánicamente la estructura del marco	No soporta	Rotura o desgaste	Rotura	NO	Mantenimiento preventivo
159	Cuerpo metálico	Soportar y alojar rígidamente los elementos	No contiene los elementos	Rotura corrosión	Ingreso de humedad	NO	
160	Ranuras de succión	Direccionar y suministrar un flujo de aire	No direcciona	Rotura corrosión y obstrucción	Se reduce el ingreso de aire	NO	
161	Conexiones de entrada de aire	Asegurar la rigidez mecánica de los conectores	Desprendimiento	Fatiga corrosión	Interrupción del suministro de aire	NO	
162	Soportes	Anclar y fijar mecánicamente la estructura del marco	No soporta	Rotura o desgaste	Rotura	NO	

Anexo V.- Listado de fallas del programa IV-U de Carrier.

Tag	Sub tag	No.de falla	Alarma descripción	Motivo de alarma	Medidas adoptadas por el control	Causa probable			
Th	1	1	Refrigerador entrando fluido termistor	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Unidad ser cerrado o no se les permite empezar	Sensor defectuoso, error de cableado o fracasado placa base principal			
	2	2	Refrigerador dejando fluido termistor						
	3	3	Circuito A Descongelar termostato	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	ninguno	error de configuración			
	4	4	Circuito B Descongelar termostato						
	6	5	Condensador entrando fluido termistor						
	7	6	Condensador saliendo fluido termistor						
	8	7	Reclamar condensador Termistor Introducción						
	9	8	Reclamar condensador Termistor Dejando						
	10	9	OAT termistor				Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Unidad ser cerrado o no se les permite empezar	Sensor defectuoso, error de cableado o fracasado placa base principal

Th	11	10	Maestro/ esclavo fluido común termistor	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Enfriador doble desactivado. Máquinas maestro y esclavo operan en modo autónomo	Sensor defectuoso, error de cableado o fracasado placa base principal
	12	11	Circuito A Termistor de succión de gas	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Circuito cerrado o no se les permite empezar	Sensor defectuoso, error de cableado, EXV fallado o CPM abordo
	13	12	Circuito B Termistor de succión de gas			
	14	13	Circuito C Termistor de succión de gas			
	15	14	Circuito A Descarga de gas Termistor			
	16	15	Circuito B Descarga de gas Termistor			
	17	16	Circuito C Descarga de gas Termistor			
	18	17	Circuito A Termistor condensador subenfriamiento del líquido	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Ninguno	Error de configuración
	19	18	Circuito B Termistor condensador subenfriamiento del líquido			

Th	21	19	Termistor temperatura del espacio	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	alarma tropezó	Defectuoso del sensor, error de cableado, EMM fallado abordó
	23	20	Refrigerador calentador retroalimentación termistor	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Ninguno	Error de configuración
	24	21	Circuito A Economizador de gas Termistor	Temperatura medida por el controlador está fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Función economizador Circuito deshabilitado	Sensor defectuoso, error de cableado, EXV fallado a bordo
	25	22	Circuito B Economizador de gas Termistor			
	26	23	Circuito C Economizador de gas Termistor			
Pr	1	24	Circuito A transductor de descarga	Tensión medida es 0 vdc o SST > EWT y EXV < 50% durante 1 minuto	Circuito cerrado o no se les permite empezar	Transductor defectuoso, error de cableado, no zócalo principal o tarjeta de ventiladores
	2	25	Circuito B transductor de descarga			
	3	26	Circuito C transductor de descarga			
	4	27	Circuito A transductor de succión			
	5	28	Circuito B transductor de succión			
	6	29	Circuito C transductor de succión			

Pr	7	30	Circuito A Reclamar bombeo hacia abajo del transductor de presión	Tensión medida es 0 vdc o SST> EWT y EXV <50% durante 1 minuto	Ninguno	Error de configuración
	8	31	Circuito B Reclamar bombeo hacia abajo del transductor de presión			
Pr	10	32	Circuito A Transductor de presión de aceite	Tensión medida es 0 vdc o SST> EWT y EXV <50% durante 1 minuto	Circuito cerrado o no se les permite empezar	Transductor defectuoso, error de cableado, CPM fallado a bordo
	11	33	Circuito B Transductor de presión de aceite			
	12	34	Circuito C Transductor de presión de aceite			
	13	35	Circuito A Economizador transductor de presión			
	14	36	Circuito B Economizador transductor de presión			
	15	37	Circuito C Economizador transductor de presión			

Co	A1	38	Pérdida de comunicación con el compresor panel A		Compresor Afectados cerrado	Dirección incorrecta CPM, configuración de la unidad equivocada, error de cableado, pérdida de energía, no junta CPM
	B1	39	Pérdida de comunicación con el compresor panel B			
	C1	40	Pérdida de comunicación con el compresor panel C	No hay comunicación con el tablero del PCM		
	E1	41	La pérdida de comunicación con EXV panel A	No hay comunicación con el tablero EXV	Compresor Afectados cerrado	Dirección incorrecta EXV bordo, configuración de la unidad equivocada, error de cableado, pérdida de energía, panel EXV
	E1	42	La pérdida de comunicación con EXV panel B			
	E1	43	La pérdida de comunicación con EXV panel C			
	F1	44	La pérdida de comunicación con tabla ventilador 1	No hay comunicación con el tablero del ventilador	Circuito A / B se cierra o permita comenzar, circuito A se cierra o permita comenzar (130-500 ton)	Dirección incorrecta bordo, configuración de la unidad equivocada, error de cableado, pérdida de potencia, tablero fracasado
	F1	45	La pérdida de comunicación con tabla ventilador 2	No hay comunicación con el tablero del ventilador	Circuito B cierra o no se les permite empezar (130-500 ton)	

Co	F1	46	La pérdida de comunicación con tabla ventilador 3	No hay comunicación con el tablero del ventilador	Circuito C apaga o no se les permite empezar (400-500 ton)	Dirección incorrecta bordo, configuración de la unidad equivocada, error de cableado, pérdida de potencia, tablero fracasado
	1	47	Pérdida de comunicación con la tabla de enfriamiento gratuito 1	No hay comunicación con el tablero de enfriamiento gratuito	Ninguno	Error de configuración
	2	48	Pérdida de comunicación con la tabla de enfriamiento gratuito 2			
Co	3	49	Pérdida de comunicación con el Consejo de Administración de Energía	No hay comunicación con el tablero de EMM	Deshabilitar o no permitir que las funciones EMM de 3 pasos y 4-20 mA y reajuste de la temperatura del espacio.	Dirección incorrecta bordo, configuración de la unidad equivocada, error de cableado, la pérdida de potencia de módulo, módulo fallido
Co	4	50	La pérdida de comunicación con calor reclamar tabla	No hay comunicación Libre tabla de refrigeración	Ninguno	Error de configuración
	5	51	Pérdida de comunicación con la tabla AUX 6	No hay comunicación con tabla HGBP/BOMBA		

P	1	52	Refrigerador de protección contra congelamiento	Entrar o salir de termistor detecta una temperatura en o por debajo del punto de congelación	Unidad apaga o no se les permite empezar	Termistor defectuoso, cableado defectuoso, bajo caudal de agua, bajo volumen de bucle, en elevado de foul más frías, o condiciones de congelación
	2	53	Condensado de protección contra congelamiento Circuito A	-	Ninguno	Error de configuración
	3	54	Condensado de protección contra congelamiento Circuito B			
	4	55	Condensado de protección contra congelamiento Circuito C			
	5	56	Circuito A Baja temperatura de succión	Baja temperatura de succión saturada detecta durante un período de tiempo	Circuito cerrado	Termistor defectuoso, cableado defectuoso, bajo caudal de agua, bajo volumen de bucle, ensucian más frías, o condiciones de congelamiento. Válvula de aspiración cerrada, unidades DX.
	6	57	Circuito B Baja temperatura de succión			
	7	58	Circuito C Baja temperatura de succión			

P	8	59	Circuito A Recalentamiento de alta succión	Recalentamiento EXV > 98%, de succión > 30 F (-1 C), y SST < MOP durante más de 5 minutos	Circuito cerrado	Transductor defectuoso, cableado defectuoso, termistor defectuoso, válvula de expansión electrónica defectuosa, carga de refrigerante baja.
	9	60	Circuito B Recalentamiento de alta succión			
	10	61	Circuito C Recalentamiento de alta succión			
	11	62	Circuito A Sobrecalentamiento bajo succión	EXV < 5% y, o bien el sobrecalentamiento de la aspiración es menor que el punto de ajuste de por lo menos 5 F (-15 C) o la temperatura de aspiración es mayor que el punto de ajuste MOP durante más de 5 minutos	Circuito cerrado	Transductor defectuoso, cableado defectuoso, termistor defectuoso, válvula de expansión electrónica defectuosa o incorrecta configuración
	12	63	Circuito B Sobrecalentamiento bajo succión			
	13	64	Circuito C Sobrecalentamiento bajo succión			
	14	65	fracaso de enclavamiento	Interruptor de bloqueo Cerrado	Unidad apaga o no se les permite empezar	Interruptor de bloqueo cerrado a bordo EMM
	28	66	Caja eléctrica Termostato avería / rotación inversa	Bomba externa de enclavamiento abierto	Unidad apaga o no se les permite empezar	Cableado puente defectuoso cuando no se utiliza el canal

P	29	67	Pérdida de comunicación con el Administrador del sistema	La pérdida de la comunicación con un dispositivo de control externo durante más de 2 minutos	Cambio de unidad de funcionamiento autónomo	Cableado de comunicación defectuosa, ninguna fuente de alimentación para el controlador externo
	30	68	maestro/esclavo falla de comunicación	La comunicación entre las máquinas de maestro y esclavo perdidos	Cambio de unidad de funcionamiento autónomo	Cableado de comunicación defectuosa
	67	69	Circuito A Baja presión de aceite	La presión del aceite y la diferencia de presión de succión es menor que el punto de ajuste	Circuito cerrado	Filtro de aceite Plugged, transductor de aceite defectuoso, válvula de retención de aceite atascado, filtro de aceite obstruido
	68	70	Circuito B Baja presión de aceite			
	69	71	Circuito C Baja presión de aceite			
	70	72	Circuito A Max aceite Filtro de presión diferencial	Diferencia entre la presión de descarga y la presión de aceite es mayor que 50 psi durante más de 30 segundos	Circuito cerrado	Filtro aceite atascado, válvula de aceite cerrado, mal solenoide de aceite, válvula de retención de aceite transductor de presión atascado, aceite defectuoso
	71	73	Circuito B Max aceite Filtro de presión diferencial			
	72	74	Circuito C Max aceite Filtro de presión diferencial			

P	84	75	Circuito A Alto Filtro de aceite Caída de presión	Diferencia entre la presión de descarga y la presión de aceite es mayor que 30 psi durante más de 5 minutos	Alerta generada	Filtro de aceite atascado
	85	76	Circuito B Alto Filtro de aceite Caída de presión			
	86	77	Circuito C Alto Filtro de aceite Caída de presión			
	75	78	Circuito A Bajo nivel de aceite	Interruptor de nivel de aceite abierto	Circuito cerrado o no se les permite empezar	Bajo nivel de aceite, interruptor defectuoso, error de cableado, no junta CPM
	76	79	Circuito B Bajo nivel de aceite			
77	80	Circuito C Bajo nivel de aceite				
MC	nn	81	Enfriador Rector Número error de configuración 01 a nn	Datos de configuración incorrecta o incompatible	La unidad no se les permite empezar en control esclavo Maestro	Error de configuración
FC	n0	82	Sin configuración de fábrica	No Configuración	La unidad no se les permite empezar	error de configuración
FC	nn	83	Configuración de fábrica ilegal	Datos de configuración incorrecta o incompatible	La unidad no se les permite empezar	error de configuración

P	31	84	La unidad está en parada de emergencia CCN	Orden de parada de emergencia se ha recibido	Unidad apaga o no se les permite empezar	Comando de la comodidad del portador Network® parada de emergencia recibida
	32	85	Bomba enfriador # 1 falla	El estado de bloqueo de la bomba no se corresponde con el estado de la bomba	La unidad se apaga, si está disponible, otra bomba arrancará	Contactor defectuoso, error de cableado o baja tensión de control. Error de configuración.
	33	86	Bomba enfriador # 2 falla			
	15	87	Flujo de condensador interruptor de fallo	-	None	Error de configuración
	35	88	Circuito A Reclamar Fallo de operación	-	None	Error de configuración
	36	89	Circuito B Reclamar Fallo de operación			
	37	90	Circuito A - Anulaciones de gas de alta descarga repetidas	Múltiples anulaciones de capacidad debido a la temperatura de descarga saturada alta	Circuito cerrado	Recirculación del condensador de aire, serpentín del condensador sucios u obstruidos, transductor de descarga inexacta, ventilador del condensador defectuoso
	38	91	Circuito B- Anulaciones de gas de alta descarga repetidas			
	39	92	Circuito C- Anulaciones de gas de alta descarga repetidas			

P	40	93	Circuito A- Reemplazos temporales de baja succión repetidas	Múltiples anulaciones de capacidad debido a la temperatura de aspiración baja saturado	Circuito cerrado	Transductor inexacta, errónea TXV, carga de refrigerante baja, enchufado o restringido líquido filtro secador línea.
	41	94	Circuito B- Reemplazos temporales de baja succión repetidas			
	42	95	Circuito C- Reemplazos temporales de baja succión repetidas			
	43	96	Baja la temperatura del agua que entra en la calefacción	no soportado	-	-
	73	97	Bomba del condensador # 1 por defecto	-	None	Error de configuración
	74	98	Bomba del condensador # 2 por defecto			
	78	99	Circuito A Descarga de Alta Temperatura	La temperatura del gas de descarga es superior a 212 F (100 C) durante más de 90 segundos	Circuito cerrado	Transductor defectuoso / interruptor de alta presión, el flujo de condensador bajo / restringido
	79	100	Circuito B Descarga de Alta Temperatura			
	80	101	Circuito C Descarga de Alta Temperatura			
	81	102	Circuito A Baja presión del economizador	La presión del economizador está por debajo de la presión de aspiración más de 14,5 psi durante más de 10 segundos	Circuito cerrado	Transductor defectuoso, defectuosa La placa base principal, cableado defectuoso, válvula de servicio de succión cerrada, válvula de expansión electrónica defectuosa
	82	103	Circuito B Baja presión del economizador			
	83	104	Circuito C Baja presión del economizador			

P	87	105	Circuito A Deslice la válvula de control No verificable	Si la corriente de carga 100% es inferior a 1,1 veces la corriente de carga de 30%, o durante 1 minuto cuando la consigna de refrigeración activo es mayor que 32 F (0 ° C).	None	Válvula de corredera pegado, lectura actual inicial inexacta
	88	106	Circuito B Deslice la válvula de control No verificable			
	89	107	Circuito C Deslice la válvula de control No verificable			
	90	108	Punto de ajuste error de configuración del interruptor de flujo del refrigerador	-	None	Error de configuración
	91	109	Refrigerador fallo del interruptor de flujo	Interruptor de flujo abierto	parada de la unidad	Interruptor defectuoso flujo, el flujo de baja más fresco, cableado defectuoso, bomba refrigerador defectuoso, defectuosa La placa base principal, minutos de tiempo establecidos a 0
	97	127	Sensores de temperatura Intercambiador de agua intercambiado	Control detecta EWT debajo LWT durante 1 minuto	parada de la unidad	Error de cableado, sensores EWT y LWT intercambian

A1, B1, C1	1	111-01	Temperatura del motor del compresor demasiado alta	Temperatura del compresor superior a 232 F (111 C) durante más de 90 segundos	Circuito cerrado	Motor solenoide de refrigeración o economizador (080.082 solamente) fracaso EEV, tablero del PCM defectuoso, carga de refrigerante baja (090-500)
		112-01				
		113-01				
	2	111-02	Temperatura del motor del compresor fuera de rango	La lectura de temperatura del compresor fuera de la gama de -40 F a 245 F (-40 C a 118 C)	Circuito cerrado	Termistor defectuoso, cableado defectuoso, tablero del CPM defectuoso
		112-02				
		113-02				

A1, B1, C1	3	111-03	Compresor protección interruptor de alta presión	Entrada HPS a bordo CPM abierto	Circuito cerrado	La pérdida de flujo de refrigerante de aire, más operaciones sobre de compresor, interruptor de alta presión defectuosa, cableado defectuoso.
		112-03				
		113-03				
	4	111-04	Compresor Sobre corriente	Tablero CPM detecta corriente de alta motor en comparación con el ajuste de MTA	Circuito cerrado	Un funcionamiento que supere envolvente compresor, configuración incorrecta
		112-04				
		113-04				
	5	111-05	Compresor bloqueado rotor	Tablero CPM detecta corriente del rotor bloqueado en comparación con el ajuste de MTA	Circuito cerrado	El fallo del motor del compresor, la insuficiencia de la válvula de descarga de diapositivas.
		112-05				
		113-05				
	6	111-06	Compresor Fase pérdida L1	Tablero CPM detecta corriente de desequilibrio superior al 65% durante más de 1 segundo	Circuito cerrado	Fusible fundido, error de cableado, terminales sueltos
		112-06				
		113-06				
	7	111-07	Compresor Fase pérdida L2			
		112-07				
		113-07				
	8	111-08	Compresor Fase pérdida L3			
		112-08				
		113-08				

A1, B1, C1	9	111-09	Alarma de baja corriente Compresor	CPM detecta corriente del motor inferior a un determinado porcentaje de la configuración MTA, el compresor no funciona	Circuito cerrado	Fuente de alimentación desconectada, fusible fundido, error de cableado, contactos sin corriente, falla toroide corriente de disparo del interruptor de alta presión.
		112-09				
		113-09				
	10	111-10	Compresor Y arranque delta actual aumento de alarma de fallo	Si el actual modo de delta no es 25% mayor que la corriente en el modo de Y	Circuito cerrado	Fuente de alimentación de contactor de triángulo no está conectado, contactor de triángulo defectuoso o cableado, tablero CPM defectuoso
		112-10				
		113-10				
	11	111-11	Falla del compresor	Tablero CPM detecta más del 15% de la corriente MTA durante 10 segundos después de apagar el contactor del compresor. Solenoide de aceite está energizado.	Circuito cerrado	Contactor defectuoso, contactor soldado, error de cableado
		112-11				
		113-11				
	12	111-12	Compresor Incapaz de detener motor	Junta CPM detecta mayor que 15% de la corriente MTA durante 10 segundos después de tres intentos	Circuito cerrado	Contactor defectuoso, contactor soldado, error de cableado
		112-12				
		113-12				

