



**GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
HÍBRIDO SOLAR DEL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN IUPB**

**IVÁN JAVIER SOLANO MARRIAGA
HENRY MAURICIO LONDOÑO CORREA
IVÁN DARIO PALACIO CARO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2015

**GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
HÍBRIDO SOLAR DEL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN IUPB**

**IVÁN JAVIER SOLANO MARRIAGA
HENRY MAURICIO LONDOÑO CORREA
IVÁN DARIO PALACIO CARO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Asesor(a)

Ingeniera Mónica Narváez

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2015

RESUMEN

Un aire acondicionado híbrido solar es un equipo que sirve para ofrecer confort en el interior de una edificación utilizando la transferencia de calor en el interior de la edificación y trasladándolo hacia el exterior de la edificación.

También aporta al medio ambiente utilizando refrigerantes ecológicos como el tipo R410a (no destruyen la capa de ozono) y captación de energía solar con el fin de generar ahorro de energía eléctrica.

Este equipo de aire acondicionado es un sistema inteligente donde controla las variables de temperatura y el volumen de aire frío combinándolo con el manejo eficiente de energía eléctrica en el interior de una edificación.

El sistema de refrigeración del equipo consta del principio básico de refrigeración por compresión de vapor refrigerante donde su objetivo es hacer que este refrigerante cambie de estado evaporar (absorber calor) y condensar (ceder calor) y esto lo hace con los 4 elementos principales que son:

- Compresor (comprime y traslada el refrigerante).
- Condensador (es un intercambiador de calor donde el refrigerante cambia de estado y cede calor al ambiente).
- Dispositivo medidor (es el punto donde hay una restricción de paso del refrigerante con el fin de bajar la presión).
- Evaporador (es un intercambiador de calor donde el refrigerante cambia de estado para absorber el calor del interior de la edificación).

El sistema de captación de energía solar (energía renovable) ayuda al equipo a reducir el consumo eléctrico, este sistema es muy simple ya que capta los rayos solares por medio de los paneles y luego los microinversores toman esta energía y la entregan al sistema eléctrico del equipo de aire.

El mantenimiento preventivo que se le hace a este sistema de aire acondicionado se realizará en dos partes que son: Sistema eléctrico y sistema mecánico.

Sistema eléctrico:

Este consta de todo elemento eléctrico como tarjetas electrónicas, elementos de mando y control, cableado, dispositivos de visualización. En esta parte se debe garantizar la operación de cada elemento, la eliminación de sulfataciones en puntos de conexión y bornes eléctricos, además se debe verificar que las cargas como motores y ventiladores operen bajo los parámetros de operación establecidos.

Sistema mecánico:

Este consta de todo elemento mecánico como el sistema de refrigeración donde se debe garantizar que nuestro equipo trabaje en las presiones de operación correctas y sus intercambiadores de calor se mantengan limpios y libres de contaminación. Los ventiladores tanto del sistema de condensación como evaporación deben estar balanceados, limpios y lubricados.

Se debe garantizar que todo elemento como anclajes, bases tornillería que estén libres de oxidación y fracturas.

Se debe limpiar todo el equipo tanto externo como interno.

Palabras clave:

Refrigeración por compresión simple, Energía renovable, Paneles solares, Microinversores.

Contenido

LISTA DE FIGURAS	9
TERMINOLOGÍA EMPLEADA EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	11
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO	21
3.1.1 Mantenimiento Correctivo.....	21
3.1.2 Mantenimiento Preventivo	22
3.1.3 Mantenimiento Predictivo	22
3.2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO HÍBRIDO SOLAR	23
3.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	23
3.3.1 Paneles solares fotovoltaicos	23
3.3.2 Limpieza de los paneles	24
3.3.3 Inspección visual de posibles daños	26
3.3.4 Control de la temperatura del panel	26
3.3.5 Control de las características eléctricas de los paneles	27
3.4 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES	27
3.5 MANTENIMIENTO A LOS MICROINVERSORES.....	28

3.6 CABLEADO	29
3.7 PROTECCIONES	29
3.8 PUESTA A TIERRA.....	30
4. PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	31
4.1 LISTADO DE FALLAS	31
5. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO EN UNIDADES SPLIT.....	35
5.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCION, PRUEBA Y MANTENIMIENTO.	39
5.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA.....	40
5.3 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	41
5.4 LISTA DE CHEQUEO.....	44
6. COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACION.....	45
6.1 EXPLICACION DEL CICLO BASICO DE COMPRESION A VAPOR.....	45
7. LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO.....	49
7.1 COMPRESOR.....	49
7.2 TIPOS DE COMPRESORES.....	49
7.3 CONDENSADOR	54
7.4 DISPOSITIVOS REGULADORES DE FLUJO.....	57
7.5 EVAPORADOR	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	65
CIBERGRAFÍA	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Panel Solar Fotovoltaico.....	24
Figura 2. Limpieza de paneles.....	25
Figura 3. Termografía de un panel fotovoltaico.....	26
Figura 4. Microinversor.....	28
Figura 5. Tarjeta de Comunicación.....	32
Figura 6. Ciclo Básico de Refrigeración.....	45
Figura 7. Compresor Reciprocante.....	50
Figura 8. Compresor Centrífugo.....	50
Figura 9. Compresor Tornillo.....	51
Figura 10. Compresor Tornillo.....	51
Figura 11. Compresor Scroll.....	52
Figura 12. Compresor Scroll.....	52
Figura 13. Compresor Rotativo.....	53
Figura 14. Compresor Rotativo.....	53
Figura 15. Tiro Aire Forzado.....	54
Figura 16. Tiro Aire Natural.....	54
Figura 17. Condensador Doble Tubería.....	55
Figura 18. Condensador Tubos Horizontales.....	55
Figura 19. Evaporativos.....	56
Figura 20. Evaporativos.....	56
Figura 21. Válvula de Expansión Manual.....	57
Figura 22. Válvula de Expansión Electrónica.....	58
Figura 23. Válvula de Expansión Termostática.....	58
Figura 24. Tubo Capilar.....	58
Figura 25. De Tubo Desnudo.....	59

Figura 26. De Superficie Extendida	60
Figura 27. De Placas	60

TERMINOLOGÍA EMPLEADA EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

REFRIGERACIÓN

La refrigeración es el proceso de quitar energía térmica de donde no se desea y deshacerse de la misma en un lugar donde se desee o no sea motivo de objeción, la refrigeración mecánica utiliza componentes mecánicos para producir trabajo y transferir calor de un área de baja temperatura a un área de alta temperatura.

REFRIGERANTE

Un refrigerante es un fluido que toma calor al evaporarse a bajas temperaturas y presiones y qué sede calor al condensarse a temperaturas y presiones más altas.

TEMPERATURA

Es la medida de la velocidad o intensidad de las moléculas de una sustancia. La temperatura se mide con un termómetro, usando ya sea la escala de Fahrenheit o Celsius. Cada escala tiene definido un punto de ebullición y un punto de congelación.

PRESIÓN

Es la fuerza que se ejerce sobre una superficie.

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

En un sistema de refrigeración utilizado para enfriar, deshumidificar y/o calentar el aire de un espacio. El sistema de refrigeración extrae el calor del aire dentro del espacio, reduciendo la temperatura del mismo, el vapor de agua contenido en el aire es recolectado sobre la superficie fría del evaporador y drenado.

CONSERVACION DE LA ENERGIA

La energía térmica no puede ser creada ni destruida solo transformada.

FRIO

Es un término relativo que se usa para definir el nivel de energía o la temperatura de un objeto o área, en comparación con otro nivel de energía o temperatura conocido, aunque algunas definiciones describen el frío como “ausencia de calor” esto implica que no hay calor presente, aunque de hecho no se sabe nada en el universo que esté totalmente carente de calor. Todavía no se ha inventado ningún proceso capaz de conseguir el “cero absoluto” es decir la eliminación de toda la energía térmica (movimiento molecular) de un espacio o de un objeto. Teóricamente este punto cero estaría a 459.69° bajo cero (-459.69°) en la escala de termómetro Fahrenheit o 273.16° bajo cero (-273.16°) en la escala de termómetro Celsius.

CAMBIO DE ESTADO

Es el cambio de sólido a líquido y de líquido a gas o viceversa. Deben agregarse o eliminarse grandes cantidades de calor para originar un cambio de estado. La energía térmica se mide en Btu.

La energía térmica en Btu necesaria para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de cualquier material se conoce como su calor específico

FLUJO DE CALOR

O flujo térmico es el movimiento del calor de un cuerpo más caliente hacia uno más frío, el calor se desplaza por conducción, convección o radiación.

CONDUCCION

Es la transferencia de calor de una partícula a la siguiente de una sustancia sin que las partículas mismas se trasladen.

CONVECCION

Es la transferencia de calor mediante un medio que está fluyendo. Solo ocurre en líquido y gases, ya que los sólidos no fluyen.

RADIACION

Es una forma ondulatoria del movimiento del calor similar a la luz, excepto que no puede ser vista.

CALOR LATENTE

Es la energía térmica absorbida durante el proceso de modificar el estado físico de una sustancia (fusión, vaporización o fusión) sin cambio en su temperatura o presión.

CALOR SENSIBLE

Es el calor agregado o eliminado de una sustancia que origina un cambio en la temperatura de dicha sustancia. La temperatura de saturación es otro nombre para el punto de ebullición.

PRESIÓN ATMOSFERICA

Tiene un valor de 14.7 psi al nivel del mar .

PRESIÓN ABSOLUTA

Es la presión medida sobre la escala absoluta. El cero está a presión atmosférica cero, la suma de las presiones manométrica y atmosférica se conoce como presión absoluta

PRESIÓN MANOMETRICA

Se mide en la escala del manómetro. El cero es 14.7 psi, es decir la presión atmosférica a nivel del mar, la presión manométrica es presión medida por encima o por debajo de la atmosférica. La presión por debajo de la presión atmosférica se expresa en pulgadas de mercurio.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de aire acondicionado son esenciales en nuestro entorno, ya sea para las viviendas, o para los diferentes equipos de computación o electrónicos en los diferentes procesos en industrias o simplemente para mejorar la productividad laboral en oficinas, se crea la necesidad de ambientes confortables o acondicionados mejorando la calidad de vida de las personas.

Es importante precisar que estos sistemas de refrigeración normalmente son de alto consumo de energía y su utilización constante genera un gasto económico importante, razón por la cual, se han venido desarrollando equipos de aire acondicionado con la utilización de paneles solares, con el fin de seguir los lineamientos de utilización de energías limpias para el planeta, rebajando los costos en el consumo de energía, reduciendo fallas y colaborando con el Uso Racional de Energía (URE).

El laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la IUPB, cuenta actualmente con una serie de diferentes equipos para las prácticas de laboratorio de los estudiantes; el equipo híbrido solar de aire acondicionado de última tecnología instalado en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la IUPB, se le debe realizar mantenimiento para garantizar su correcto funcionamiento y buscando prolongar su vida útil, ya que la baja supervisión que se realiza en este tipo de sistemas ocasiona un deterioro acelerado.

El mantenimiento de los equipos se debe realizar evaluando las condiciones generales de los mismos, y los diversos factores externos que influyen en su funcionamiento para determinar la periodicidad con la cual se efectuará el mantenimiento según se considere necesario.

1. OBJETIVO GENERAL

Establecer mediante una guía de mantenimiento, las tareas necesarias para sostener la confiabilidad y disponibilidad del Sistema de Aire Acondicionado Híbrido Solar, instalado en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la institución.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Redactar una guía completa de mantenimiento, siguiendo las distintas informaciones relacionadas con instalaciones solares fotovoltaicas y equipos de aires acondicionados, así como las recomendaciones de mantenimiento del fabricante para el sistema de aire acondicionado híbrido solar.

Diferenciar entre los distintos tipos de mantenimiento necesarios para el cuidado y durabilidad de los equipos.

Identificar los diferentes componentes en el equipo de aire acondicionado híbrido solar y relacionar, cuáles son más susceptibles de fallas.

Generar informes de las tareas ejecutadas en el mantenimiento, según procedimientos indicados a fin de optimizar costos y poder predecir futuras averías no deseadas en la instalación.

2. JUSTIFICACIÓN

La guía de mantenimiento que proponemos, busca implementar una estrategia adecuada de realizar un mantenimiento en el sistema de aire acondicionado híbrido solar, permitiendo en éste una total disponibilidad y confiabilidad, con la finalidad principal de reducir fallas que podrían causar interrupciones en el correcto funcionamiento del mismo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.1.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de haber ocurrido un fallo o problema en alguna de sus partes, con el objetivo de restablecer la operatividad del mismo. Se utiliza cuando es imposible de predecir o prevenir un fracaso, lo que hace del mantenimiento correctivo la única opción a realizar.

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con una avería y un diagnóstico para determinar la causa del fallo. Es importante determinar qué es lo causó el problema, con la finalidad de tomar las medidas adecuadas, y evitar así que se vuelva a producir la misma avería.

Esta estrategia de mantenimiento puede resultar económica a corto plazo, al no invertir en planes de mantenimiento preventivo, si bien puede ocurrir que a causa de una falta de mantenimiento surja una avería que pueda resultar irreparable y con las graves consecuencias que esto conlleva, por lo tanto, este plan de mantenimiento es el menos recomendable, por estar demostrado que es mucho más costoso que cualquier otro a mediano y a largo plazo.

3.1.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel mantenimiento que tiene como primer objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos o averías de un sistema del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran.

Este plan de mantenimiento permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costo de las reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación, entre una larga lista de ventajas.

El mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo. Un plan de mantenimiento correctamente planificado puede reducir considerablemente los fallos de una instalación y sus consecuencias.

3.1.3 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo está basado en la determinación del estado de un sistema en operación, es decir, se basa en que los sistemas darán un tipo de aviso antes de que fallen por lo que este plan de mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

En el mantenimiento predictivo se suelen realizar ensayos no destructivos, como medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, intensidades, tensiones, etc.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo, de forma que éste se subsane antes. Detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos es una buena forma, aunque no fácil, de evitar posibles averías en el sistema.

3.2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO HÍBRIDO SOLAR

El mantenimiento se debe realizar de acuerdo con las condiciones técnicas necesarias, cubriendo tanto el mantenimiento preventivo, como el correctivo.

Se requiere disponer de útiles y herramientas necesarias para cumplir con las labores de mantenimiento.

Se generarán informes de las tareas realizadas, según procedimientos estipulados, a fin de optimizar costos de mantenimiento y poder predecir futuras averías no deseadas en la instalación.

3.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.3.1 Paneles solares fotovoltaicos

También suelen ser llamados módulos o colectores. Los paneles solares son la unión de células fotovoltaicas en serie, encapsuladas para protegerlas (en plástico transparente, por ejemplo) y con un marco metálico para su montaje. Los paneles son las unidades básicas de los sistemas de generación de electricidad a partir de la energía solar. Los módulos solares se pueden conectar:

El armazón de los módulos debe ser a la vez resistente ligero. Se suele hacer de aluminio con resinas para hacerlo hermético. La cubierta del panel suele ser de cristal templado, resistente a impactos, transparente, dejando pasar las radiaciones solares en más de un 92%.

Los paneles solares fotovoltaicos se deben orientar al sol, según la hora del día, mes del año y lugar geográfico, si se dispone de sistemas de inclinación variable.

Cuando los paneles son fijos se escoge una orientación media, por lo general se suele escoger una orientación sur, con una inclinación de 40 a 45 grados.

Los paneles fotovoltaicos carecen de partes móviles, por lo cual requieren muy poco mantenimiento, y rara vez presenta problemas. Se requiere tener en cuenta dos aspectos principales que son: primero, asegurar que ningún objeto haga sombra sobre los paneles, y segundo, mantener limpia la parte expuesta a los rayos solares de los paneles fotovoltaicos.



Figura 1. Panel Solar Fotovoltaico.

3.3.2 Limpieza de los paneles

La suciedad que puedan acumular los paneles puede reducir su rendimiento, las capas de polvo que reducen la intensidad del sol no son peligrosas pero pueden reducir la potencia, aunque no se considera significativa. Las pérdidas producidas por la suciedad en los paneles, pueden llegar a ser de hasta un 10%, pero se pueden evitar con una limpieza periódica adecuada.

Las labores de limpieza de los paneles se deben realizar mensualmente o bien después de intensos vientos que arrastren gran cantidad de polvo, o cualquier otro fenómeno atmosférico como granizadas, nevadas etc.

La limpieza se debe realizar con agua limpia, que no tenga agentes abrasivos y un cepillo de cerdas suaves que no rayen la superficie. Preferiblemente se realizar afuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y los paneles solares, sobre todo cuando es época de verano.



Figura 2. Limpieza de paneles

El proceso de limpieza depende lógicamente del proceso de ensuciado, en el caso de los excrementos procedentes de las aves que puedan posarse sobre los paneles, pueden ser evitados poniendo pequeñas antenas elásticas o plásticas para impedir que éstas se posen en los paneles.

3.3.3 Inspección visual de posibles daños

La inspección visual se puede realizar cada dos meses, controlando que ninguna célula encuentre en mal estado, se debe verificar que el cristal de protección no esté roto, como consecuencia de algún evento externo.

Se debe comprobar que el marco del módulo se encuentra en buen estado, es decir, sin síntomas de degradación por oxidación o con deformaciones.

3.3.4 Control de la temperatura del panel

Se debe controlar, de ser posible y siempre que se disponga de un equipo como lo es una cámara de termografía, que ningún punto del panel esté fuera del rango de temperatura permitido por el fabricante, sobre todo en los meses de verano que es cuando se puede elevar la temperatura.

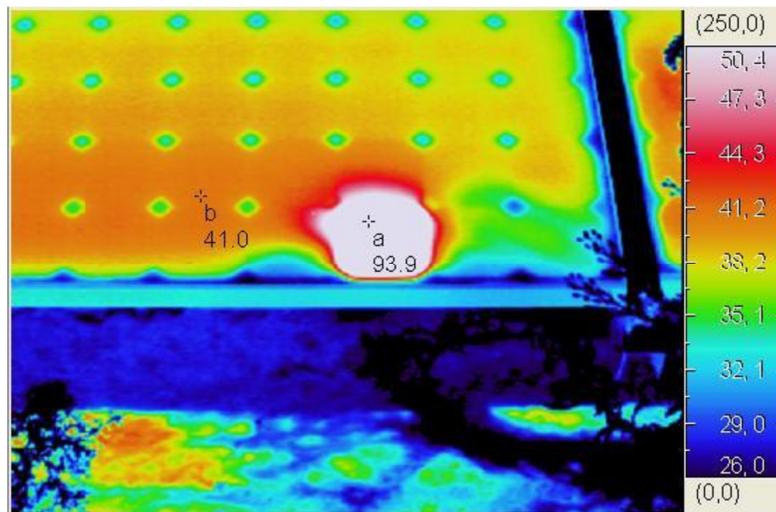


Figura 3. Termografía de un panel fotovoltaico.

3.3.5 Control de las características eléctricas de los paneles

Se deben revisar el estado de las conexiones cada año, entre otras, se deben realizar las siguientes comprobaciones:

- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y fijación de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la correcta conexión de la toma a tierra.

3.4 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos está fabricada íntegramente con perfiles de aluminio, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo. El mantenimiento de las mismas se realizará cada seis meses y consistirá en:

- Comprobación de posibles degradaciones como deformaciones, grietas, etc.
- Comprobación del estado de fijación de la estructura al techo. Se verificará que la tornillería se encuentre correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.

- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación igual a la fijación de la estructura soporte al techo.

3.5 MANTENIMIENTO A LOS MICROINVERSORES

- Verifique que el sitio de ubicación de los Microinversores en cada uno de los paneles se mantenga limpio, seco y bien ventilado.
- Verifique que cada micro inversor esté protegido de los rayos solares.
- Verifique que la conexión entre cada micro inversor y su correspondiente panel sea sólida, es decir, que no esté floja o mal realizada, para evitar la posible entrada de agua o humedad que genere sulfatación.
- Compruebe que cada micro inversor funciona adecuadamente y que no se producen ruidos extraños dentro de él. En caso de que la operación sea defectuosa o no funcione adecuadamente, tendrá que ser reparado.



Figura 4. Microinversor.

3.6 CABLEADO

De una buena conservación del cableado dependerá el correcto funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica y de las protecciones de la misma. La parte más delicada del cableado corresponde a la parte de corriente directa sobre el techo, por estar sometido a las inclemencias atmosféricas. El mantenimiento del cableado consiste en:

- Comprobación del estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos cada seis meses. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.
- Comprobación del estado de los bornes o terminales de conexión, entre el panel y el micro inversor, y también la conexión hacia la condensadora, para comprobar que no existe sulfatación de los contactos u óxido. Sustituir en caso de deterioro de las mismas.

3.7 PROTECCIONES

Las protecciones del circuito eléctrico de la instalación solar fotovoltaica han de encontrarse siempre en perfecto estado de funcionamiento ya que de estas depende la totalidad de las condiciones de seguridad tanto de equipos como de usuarios.

- Comprobación del estado de los fusibles tanto del circuito de alimentación proveniente de los paneles solares (Solar AC), como del circuito de alimentación proveniente del tablero de distribución del laboratorio (HVAC).

3.8 PUESTA A TIERRA

Es imprescindible mantener la puesta a tierra de la instalación solar fotovoltaica ya que de esta depende el correcto funcionamiento de las protecciones. Las operaciones de mantenimiento a realizar son:

Verificación visual después de tormentas con descargas eléctricas, comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra, como en cada panel o soporte del mismo, puntos en la unidad condensadora y tablero de distribución.

Comprobación de la línea principal y derivadas de tierra, mediante inspección visual de todas las conexiones y su estado frente a la corrosión, así como la continuidad de las líneas. Se deben reparar los defectos encontrados.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este plan de mantenimiento se aplicará únicamente cuando por circunstancias fuera de lo normal, debidas a averías en la instalación, sea necesario corregir algún problema en la misma.

Las labores de mantenimiento correctivo siempre deben ser realizadas por personal cualificado, con la debida acreditación para trabajos en instalaciones eléctricas y con matrícula profesional vigente; de no contar con personal idóneo en la institución, el mantenimiento debe ser delegado en una empresa externa o especialista en el sector, encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes así como suministrar los repuestos necesarios y elaborar los informes correspondientes.

4.1 LISTADO DE FALLAS

En la unidad condensadora, al igual que en la evaporadora, hay una tarjeta de comunicación que muestra cualquier evento crítico que se presente en el equipo durante su operación.

En esta tarjeta se tiene un display de un digito donde nos muestra el estado general del sistema y un pulsador que nos facilitan observar las diferentes fallas que se puedan presentar en el equipo, un grupo de caracteres se muestra de a un dígito cada vez, si debe mostrarse un nuevo grupo de caracteres, se hace una pausa de medio segundo entre cada grupo.

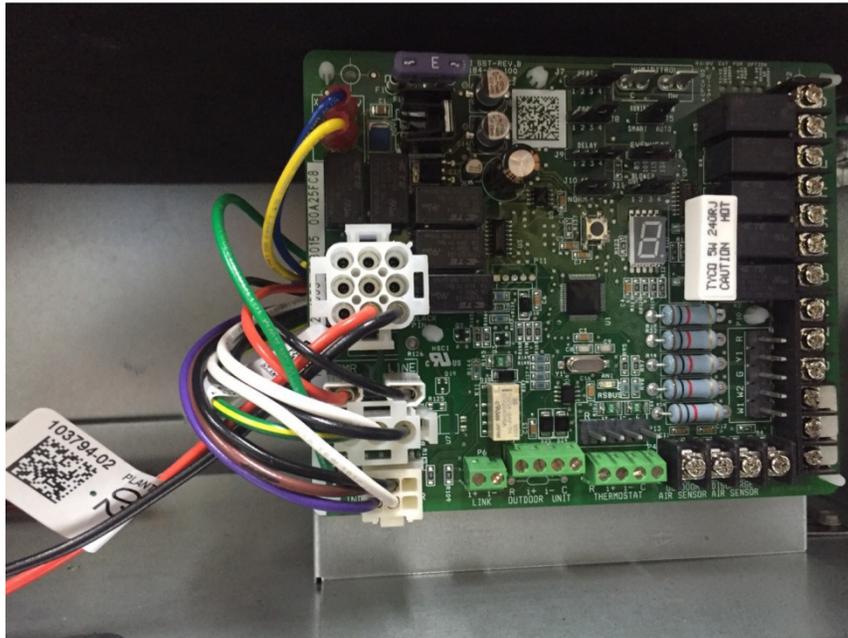


Figura 5. Tarjeta de Comunicación

En la tabla que vemos a continuación, se muestra un listado de fallas donde se pueden identificar los códigos de las mismas, el nivel de criticidad y su descripción.

ALERTA	PRIORIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA
E 105	CRÍTICA	Problema de comunicaciones del dispositivo - No hay otros dispositivos de BUS (Sistema de comunicación con el resto del sistema).
E 114	CRÍTICA	Hay distorsión de frecuencia problemas con la tensión.
E 115	CRÍTICA	Los 24 VAC de control en la unidad manejadora está más bajo que el rango de 18 a 30 VAC requeridos.
E 120	MODERADA	Hay un retraso en la unidad manejadora para responder al sistema.
E 124	CRÍTICA	El termostato perdió comunicación con la unidad manejadora por más de 3 minutos.
E 130	CRÍTICA	Un puente en la configuración de la unidad manejadora está perdido.

E 131	MODERADA	Los parámetros en la unidad manejadora están errados.
E 132	CRÍTICA	El software de control de la unidad manejadora esta errado.
E 180	CRÍTICA	El termostato ha encontrado un problema con el sensor externo de la unidad manejadora.
E 201	CRÍTICA	El sistema perdió comunicación con el motor ventilador de la unidad manejadora.
E 202	CRÍTICA	El código de calibración de la unidad manejadora no coincide con el código de calibración del motor ventilador.
E 203	CRÍTICA	El código de calibración de la unidad manejadora no ha sido seleccionado.
E 292	CRÍTICA	El motor ventilador de la unidad manejadora no arranca.
E 295	CRÍTICA	El motor ventilador de la unidad manejadora tiene alta temperatura.
E 310	CRÍTICA	Hay un problema con el sensor de temperatura de descarga en la unidad manejadora.
E 312	MENOR	Restringido el flujo de aire. El motor ventilador funciona a una CFM reducida debido a la alta estática.
E 313	MENOR	La capacidad de la unidad interior y exterior no coincide.
E 331	CRÍTICA	Error de conexión en la red de trabajo. Esto por lo general indica que hay una condición de resistencia baja o sobrecargada, entre la comunicación de la unidad interior y el termostato.
E 345	CRÍTICA	Puente para la segunda etapa de enfriamiento no se ha removido.
E 346	CRÍTICA	Puente entre R y O para la operación de la bomba de calor no se ha removido.
E 347	CRÍTICA	El Relé Y1 en la unidad manejadora ha fallado ya sea por los contactos que no cierran o la bobina que no energiza.
E 348	CRÍTICA	El Relé Y2 en la unidad manejadora ha fallado ya sea por los contactos que no cierran o la bobina que no energiza.
E 350	CRÍTICA	La calefacción eléctrica no está configurada en la unidad manejadora.
E 351	CRÍTICA	Calefacción eléctrica en etapa 1 falló en la unidad manejadora, ya sea por los contactos de relé que no cierran o la bobina del relé que no se energiza.
E 352	MODERADA	Calefacción eléctrica en etapa 2 falló en la unidad manejadora, ya sea por los contactos de relé que no cierran o la bobina del relé que no se energiza.

E 353	MODERADA	Calefacción eléctrica en etapa 3 falló en la unidad manejadora, ya sea por los contactos de relé que no cierran o la bobina del relé que no se energiza.
E 354	MODERADA	Calefacción eléctrica en etapa 4 falló en la unidad manejadora, ya sea por los contactos de relé que no cierran o la bobina del relé que no se energiza.
E 355	MODERADA	Calefacción eléctrica en etapa 5 falló en la unidad manejadora, ya sea por los contactos de relé que no cierran o la bobina del relé que no se energiza.
E 420	MODERADA	El control de descongelamiento está fallado.
E 401	MODERADA	Compresor funcionó más de 18 horas en modo de aire acondicionado.
E 402	MODERADA	Sistema compresor con disparo de presión.
E 403	MODERADA	Ciclo corto del compresor, funciona menos de cuatro minutos.
E 404	MODERADA	Rotor del compresor bloqueado.
E 405	MODERADA	Circuito abierto del compresor.
E 406	MODERADA	Circuito de arranque del compresor abierto.
E 407	MODERADA	Circuito de funcionamiento del compresor abierto.
E 408	MODERADA	Contactador del compresor esta soldado / pegado.
E 409	MODERADA	El voltaje secundario la unidad manejadora ha caído por debajo de 18 VAC por más de 10 minutos continuos, el termostato se apagará en la unidad manejadora.

5. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO EN UNIDADES SPLIT

Las unidades mini Split de expansión directa híbrido solar, tienen una unidad ventiladora del tipo centrífugo acoplada a un motor con un sistema de fijación directa por medio de un prisionero. Esta además compuesto por un serpentín evaporador, donde se realiza la transferencia de calor entre el aire caliente del recinto y el refrigerante para obtener las temperaturas requeridas.

En la parte exterior cuenta con una unidad condensadora de tiro forzado, está constituida por un compresor, un condensador, una tarjeta de control y un ventilador axial el cual se encarga de sacar calor del refrigerante que pasa por el condensador.

Herramientas Necesarias:

- Termómetro.
- Juego de llaves hexagonal.
- Juego de destornilladores.
- Juego de llaves mixtas.
- Alicates.
- Peine de serpentín.
- Voltiamperímetro.
- Escalera.
- Balde.
- Manguera 15 metros.
- Extensión Eléctrica.
- Escoba.
- Trapero.

Materiales:

- Limpiador Electrónico.
- Terminales.
- Tornillos.
- Lija.
- Conectores rectos.
- Desincrustante.
- Jabón biodegradable.
- Plástico.
- Vaselina.
- Trapos.

Elementos de seguridad:

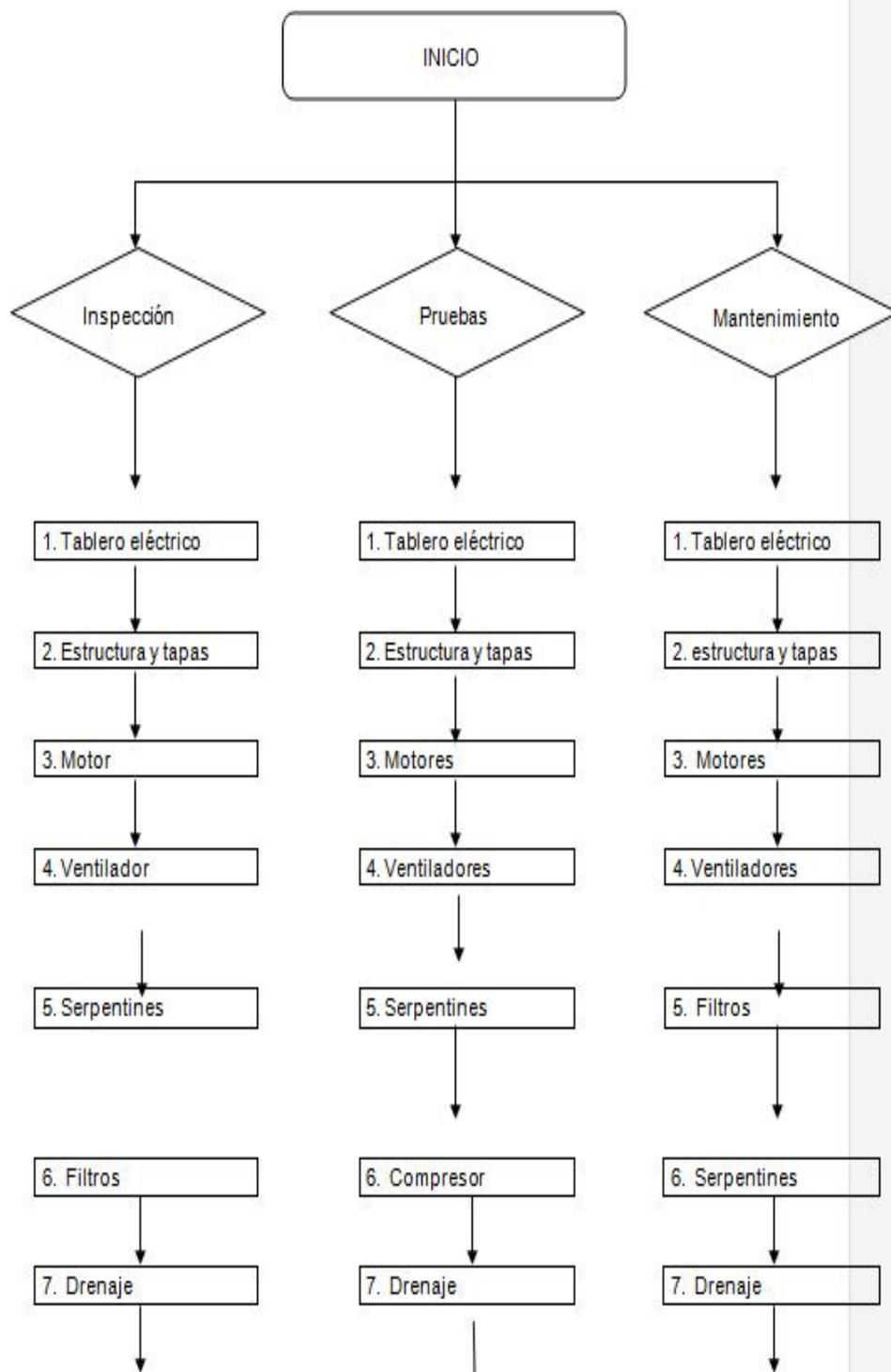
- Guantes.
- Gafas.
- Botas de seguridad.
- Señalización.

Los tiempos y los operarios que requiere el mantenimiento son:

- Técnico en refrigeración.
- Técnico auxiliar.

La duración del mantenimiento es de 1.5 horas.

A continuación veremos un diagrama de flujo con el procedimiento general de inspección, prueba y mantenimiento.



8. Tubería

9. Visores válvulas de corte y servicio.

10. Compresor

8. visores, válvulas de corte y servicio

9. Compresor

. Energizar nuevamente la máquina- chequear funcionamiento

Llenar formatos- registros de mantenimiento

Almacenar en medio magnético y físico

Fin procedimiento

5.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCION, PRUEBA Y MANTENIMIENTO.

ACTIVIDAD No.	FRECUENCIA	RESPONSABLE	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
1	Mensual	Técnico	Tablero eléctrico
1.1.	Mensual	Técnico	Verificar la correcta operación del sistema.
1.1.	Mensual	Técnico	Verificar el cableado de la unidad, no debe haber cables sueltos.
2	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Armazón
2.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Verificar el estado de las tapas.
			Verificar el ajuste de las tapas.
			Verificar que los tornillos estén completos.
			Verificar que la bandeja de condensado esté libre de moho.
3	Mensual	Técnico	Motores
3.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Verificar que el motor este protegido con su tapa asegurada, con los tornillos completos, que no tenga los cables internos de electricidad sueltos.
4	Mensual	Técnico	Ventilador
4.1.	Mensual	Técnico	Verificar que el ventilador esté completo con todas sus aspas
5	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Serpentines
5.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Observar el estado de los serpentines evaporador y condensador.
			Verificar si hay presencia de óxido y/o incrustaciones.
			Verificar que no esté golpeado.
6	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Filtro
6.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Observar el estado de los filtros de aire, que estén buenos
7	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Drenaje
7.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Observar el correcto drenado del agua.
8	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Tubería

8.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Verificar el estado de la tubería de refrigeración, que no esté golpeada.
9	Mensual	Técnico	Visores válvulas de corte y servicio.
9.1.	Mensual	Técnico	Verificar la correcta operación de las válvulas y verificar la presencia de humedad en el visor
10	Mensual	Técnico	Compresor
10.1.	Mensual	Técnico	Verificar que el compresor esté asegurado a la base de la condensadora, tornillos completos, que no tenga los cables internos de electricidad sueltos.

5.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

ACTIVIDAD No.	FRECUENCIA	RESPONSABLE	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
1	Mensual	Técnico	Tablero eléctrico
1.1.	Mensual	Técnico	Revisar la configuración del programador horario.
	Mensual	Técnico	Verificar el funcionamiento de las alarmas
2	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Estructura y tapas
2.1.	Mensual	Técnico	Verificar el ajuste de las tapas con el chasis.
3	Mensual	Técnico	Motor
3.1.	Mensual	Técnico	Registrar los datos de voltaje y amperaje con la pinza voltiamperimétrica.
			Verificar el funcionamiento.
			Verificar la vibración, ruido y/o roce.
			Palpar la superficie del motor a la altura de los rodamientos, la temperatura debe permanecer baja permitiendo que el técnico repose su mano por un tiempo prolongado
			Verificar la temperatura presente en el cableado eléctrico, no debe observarse el cableado deteriorado o derretido.
4	Mensual	Técnico	Ventilador
4.1.	Mensual	Técnico	Verificar el correcto funcionamiento.
			Verificar la vibración, ruido y/o roce.
			Verificar el correcto balanceo.
5	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Serpentines

5.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Verificar el buen estado de las aletas de los serpentines.
			Inspeccionar que no haya excesos de corrosión.
6	Mensual	Técnico	Compresor
6.1.	Mensual	Técnico	Verificar el correcto funcionamiento del compresor.
			Registrar los datos de voltaje y amperaje con la pinza voltiamperimétrica.
			Apagar la unidad.
7	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Drenaje
7.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Aplicar agua a presión con la manguera en el drenaje, observar la correcta evacuación del agua, verificar que no se presenten obstrucciones.

5.3 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ACTIVIDAD No.	FRECUENCIA	RESPONSABLE	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
1	Mensual	Técnico	Tablero Eléctrico
1.1.	Mensual	Técnico	Limpiar los componentes eléctricos con limpiador dieléctrico.
			Ajustar las terminales eléctricas.
			Verificar el correcto funcionamiento de fusibles y pilotos.
			Chequear breakers y contactores.
			Revisión y limpieza de contactos y bimetálicos del interruptor y protección de la unidad condensadora
2	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Estructura y tapas
2.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Limpieza exterior de la unidad.
			Desmontar el filtro de aire
			Desmontar la consola, limpiar con agua y jabón, secar todas las partes e instalarlas nuevamente.
3	Mensual	Técnico	Motor

3.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Limpiar la carcasa del motor
			Ajustar el prisionero del acople, remover presencia de óxido.
4	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Ventiladores
4.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Limpiar el ventilador con agua y
			Jabón.
5	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Filtros
5.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Aplicar agua a presión.
			Limpiar impurezas.
			Secar completamente.
			Instalar posteriormente.
6	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Serpentín
6.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Aplicar agua a presión en dirección del flujo a través del serpentín, el chorro de frente a las láminas, barriendo de lado a lado todo el serpentín y avanzando de arriba hacia abajo.
			Limpiar con cepillo suave, en forma longitudinal en el sentido de las láminas, la parte externa del serpentín, para sacar las incrustaciones
			Aplicar nuevamente agua a presión
6,2	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Peinar el serpentín (si se requiere).
			Medir temperatura de suministro antes y después del mantenimiento.
			Medir temperatura de retorno antes y después del mantenimiento.
			Limpiar y revisar los controles de temperatura.
6,3	Anual	Técnico y/o auxiliar	Limpeza de serpentines con desincrustante si es necesario.
7	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Drenaje
7.1.	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Limpiar la bandeja de condensado.
			Soltar el drenaje y aplicar agua a presión, realizar el procedimiento varias veces hasta verificar que no se presente obstrucción.
			Instalar el drenaje y verificar el correcto funcionamiento.
8	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Visores, válvulas de corte y servicio

8.1.	Mensual	Técnico	Limpieza de visores y manipulación válvulas de servicio y verificar su correcta operación.
9	Mensual	Técnico y/o auxiliar	Compresor
9,1	Mensual	Técnico	Limpieza exterior del compresor y sus controles.
			Revisar la presión de refrigerante y ajustar la carga de refrigerante (si es necesario).
			Verificar la operación de las válvulas de expansión termostáticas.
			Revisión de filtros secadores.
			Revisión de válvulas de paso y servicio.
10	Mensual	Técnico	Sistema solar
10,1	Mensual	Técnico	Limpieza exterior de paneles solares y ajuste de tornillería y cableado eléctrico
10,2	Mensual	Técnico	Limpieza y ajuste del Microinversor DC/AC
11	Mensual	Técnicos y auxiliar	Llenar el reporte de mantenimiento.
11,1	Mensual	Técnicos y/o auxiliar	Colocar en funcionamiento la unidad con los parámetros originales. Verificar la operación del sistema.

5.4 LISTA DE CHEQUEO

		LISTA DE CHEQUEO		Código: FORMATO MTTO		
TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN CULTURA Y VIDA.				Fecha:		
TIPO DE EQUIPO: EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO HIBRIDO SOLAR						
LABORATORISTA:			MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTE AL MES			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE REFRIGERACION IUPB			PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/>			
CIUDAD: MEDELLIN						
DATOS PLACA CONDENSADORA			DATOS PLACA EVAPORADORA			
MOTOR COMPRESOR		MOTOR VENTILADOR		MOTOR VENTILADOR		
Volt	230	Volt	230	Volt	230	
LRA	18	FLA	2	FLA	4	
RLA	14	HP	1/3	HP	1/2	
				FLA	I Nom	
				RLA	I Nom	
				LRA	I Arranque	
ITEM				SÍ	NO	N.A.
UNIDAD MANEJADORA						
MARCA: LENNOX			MODELO: CBX32MV-036-230-6-07			
SERIE: 1615H06988			PLACA:			
1	Temperatura de zona					
2	Temperatura entrada manejadora					
3	Temperatura salida manejadora					
4	Limpieza del ventilador					
5	Revisión de bandas					
6	Limpieza del serpentín					
7	Lavado de filtros					
8	Chequeo de rodamientos					
9	Amp. Motor	L1	L2			
	Volt. Motor	AB	N			
UNIDAD CONDENSADORA						
10	Limpieza del serpentín					
11	Limpieza del ventilador					
12	Chequeo de rodamientos					
CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN						
MARCA: LENNOX			MODELO: XC25-036-230-01			
SERIE: 5815D19270			PLACA:			
13	Presión de succión					
14	Presión de descarga					
14	Amp. Compresor	L1	L2			
15	Volt. Compresor	AB	AN	BN		
SISTEMA SOLAR						
16	Revisión y limpieza de paneles solares					
17	Revisión y limpieza de microinversor					
18	Revisión de Soporte y fijación a techo					
19	Revisión de conexión a tierra					
20	Volt. Inversor entrada		PN			
21	Volt. Inversor salida	AB	AN	BN		
ELEMENTOS ELÉCTRICOS						
22	Revisión cableado					
23	Revisión ajuste de borneras					
24	Revisión protecciones térmicas					
25	Revisión de conexión a tierra de los equipos					
26	Limpieza general					
27	Se verifica operación general					
OBSERVACIONES:						
TÉCNICO:			FECHA ENT:		FECHA SAL:	

6. COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACION

En el sistema de refrigeración a compresión a vapor simple existen 4 partes esenciales:

1. Compresor.
2. Condensador.
3. Dispositivo medidor.
4. El evaporador.

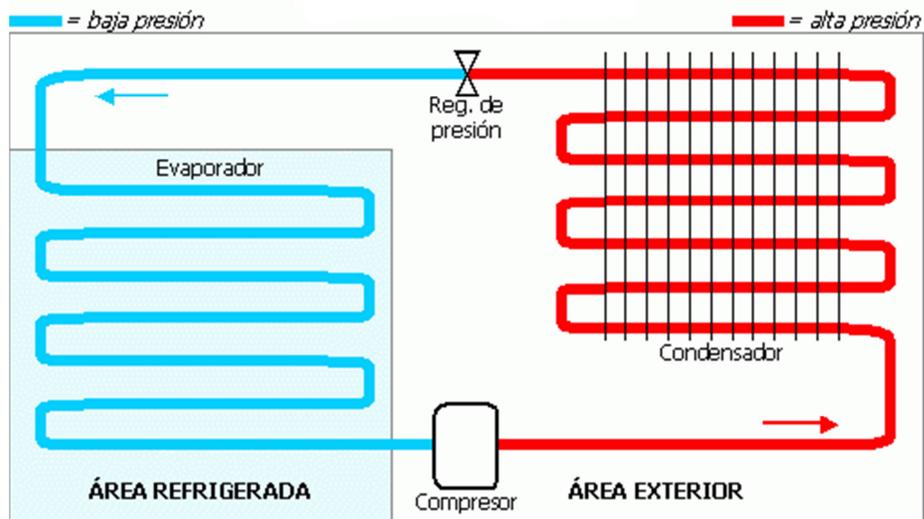


Figura 6. Ciclo Básico de Refrigeración

6.1 EXPLICACION DEL CICLO BASICO DE COMPRESION A VAPOR

Posición 1.

El refrigerante se ha sobrecalentado algo en el circuito final del evaporador. El sobrecalentamiento es el proceso de continuar el calentamiento del refrigerante después de haber agregado suficiente calor latente para vaporizar todo el líquido. El sobrecalentamiento asegura que ningún embolo liquido llegara al compresor

causando un daño a válvulas o pistones. El refrigerante entra en el compresor como un vapor sobrecalentado a baja temperatura y a baja presión.

Posición 2.

El refrigerante sale del compresor como un vapor sobrecalentado a alta presión y alta temperatura. El calor de la compresión también ha sido absorbido por el refrigerante.

Posición 3.

Conforme el refrigerante entra dentro del condensador, la primera porción de calor existente en el condensador es eliminada y la temperatura del refrigerante es a la temperatura de saturación. Conforme se elimina el calor latente adicional el vapor se condensa. Llegando a este punto, el refrigerante es una mezcla de líquido y vapor saturado a alta presión.

Posición 4.

En la porción inferior del condensador, el refrigerante se ha condensado totalmente y ahora es un líquido a alta presión.

Posición 5.

El refrigerante está en el mismo estado que el de la posición 4. Todo el refrigerante es líquido sin embargo algo de su enfriamiento ha ocurrido en el paso a través del condensador. Conforme se elimina el calor adicional del refrigerante, se suben frías. El su enfriamiento es el proceso de continuar la eliminación de calor del refrigerante una vez extraído todo el calor latente y cambiado todo a vapor a estado líquido. El su enfriamiento reduce la temperatura del líquido por debajo de su punto de ebullición, a una presión en particular. Un su enfriamiento adecuado evitara que el refrigerante empiece a hervir conforme experimente pequeñas caídas de presión al pasar por la tubería o por ciertos componentes,

este proceso de ebullición genera gasificación repentina (la rápida vaporización del refrigerante a gas debido a una caída repentina de presión y un incremento de volumen a la entrada del evaporador) y puede reducir la capacidad del sistema.

Es deseable su enfriar el refrigerante líquido ya sea en el condensador o en la tubería de líquidos antes del dispositivo medidor. El su enfriamiento del refrigerante líquido reduce la gasificación repentina e incrementa el flujo de masas.

Posición 6.

Al pasar a través del dispositivo medidor hacia la zona de baja presión. Parte del refrigerante se evapora. Enfriando el líquido restante. En este punto el refrigerante es una mezcla.

Posición 7.

El calor del aire ambiente o existente en el producto que se está enfriando dentro del evaporador es absorbido por el refrigerante líquido. Haciendo que el refrigerante hierva o se evapore. Conforme el compresor extrae gas evaporado del evaporador, el dispositivo medidor admite más refrigerante, continuando así el proceso. El refrigerante en este punto es una mezcla igual que en la posición 6.

Para fines prácticos estas son las dos presiones del sistema: la presión del lado de baja y la presión del lado de alta. A partir del dispositivo medidor, el evaporador y la tubería de succión hasta la entrada del compresor representan el lado de baja del sistema.

El compresor, la tubería de descarga al condensador, la tubería de líquidos y el dispositivo medidor se consideran el lado de alta del sistema. El compresor y el dispositivo medidor trabajan en asociación para mantener esta diferencia de presión. El dispositivo medidor controla el flujo hacia el evaporador y la expansión del refrigerante genera una caída de presión. El compresor bombea el refrigerante extrayendo del evaporador y mantiene la presión.

Al absorber la carga térmica del producto en el evaporador se agrega calor al refrigerante. Esto constituye el efecto neto principal de refrigeración, además de un pequeño incremento que ocurre en la tubería donde el refrigerante entra al compresor. El compresor agrega gran cantidad de calor al refrigerante. Es el equivalente al trabajo efectuado al comprimir el refrigerante

7. LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO

7.1 COMPRESOR

Es un dispositivo mecánico para bombear refrigerante de un área de baja presión (el evaporador) a un área de alta presión (el condensador).

7.2 TIPOS DE COMPRESORES

Compresores Abiertos:

- a. Compresores reciprocantes
- b. Compresores centrífugos
- c. Compresores tornillo

Compresores Semiherméticos:

- a. Compresores reciprocantes
- b. Compresores centrífugos
- c. Compresores tornillo

Compresores Herméticos:

- a. Reciprocante
- b. Rotativo
- c. Scroll

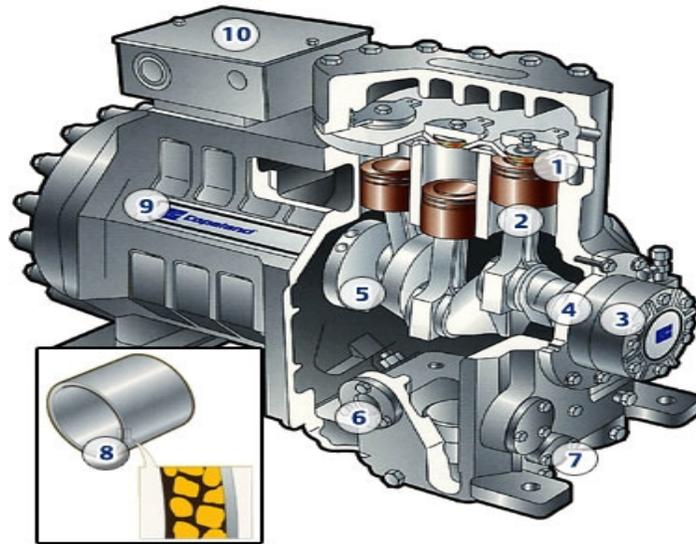


Figura 7. Compresor Reciprocante

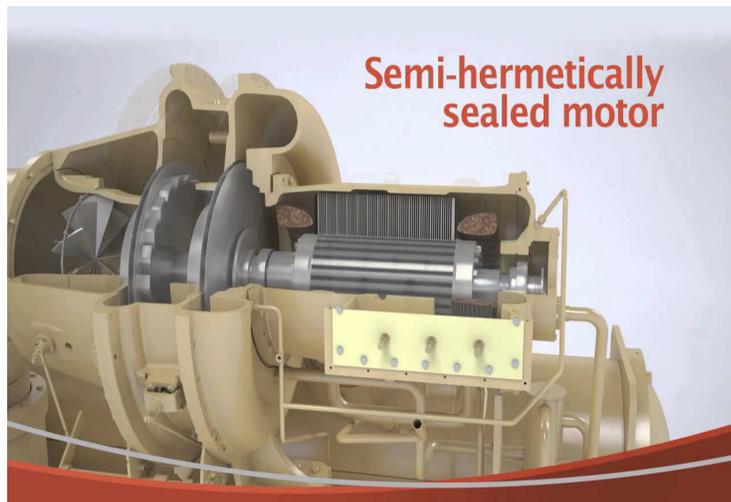


Figura 8. Compresor Centrífugo

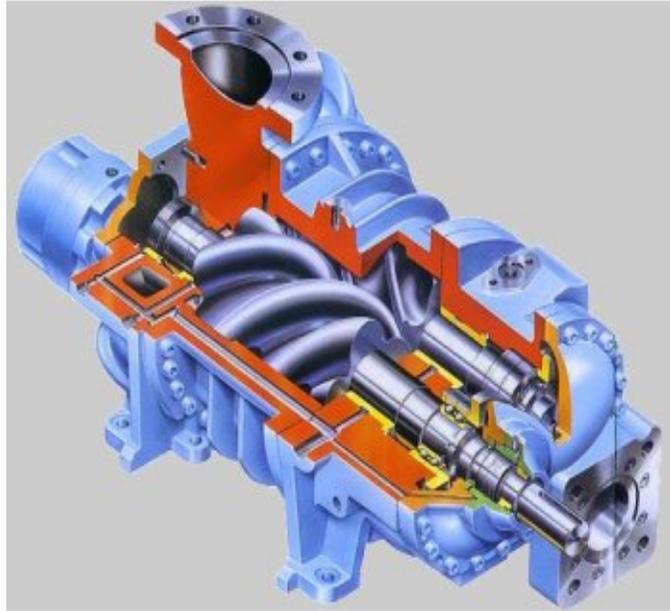


Figura 9. Compresor Tornillo

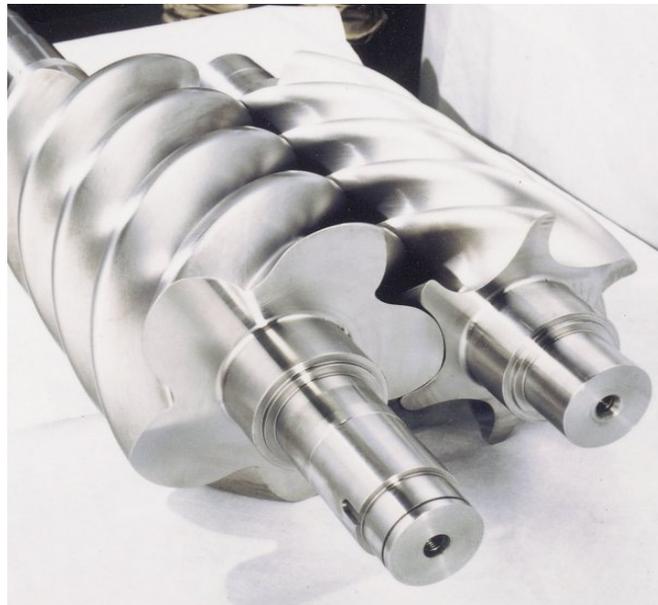


Figura 10. Compresor Tornillo

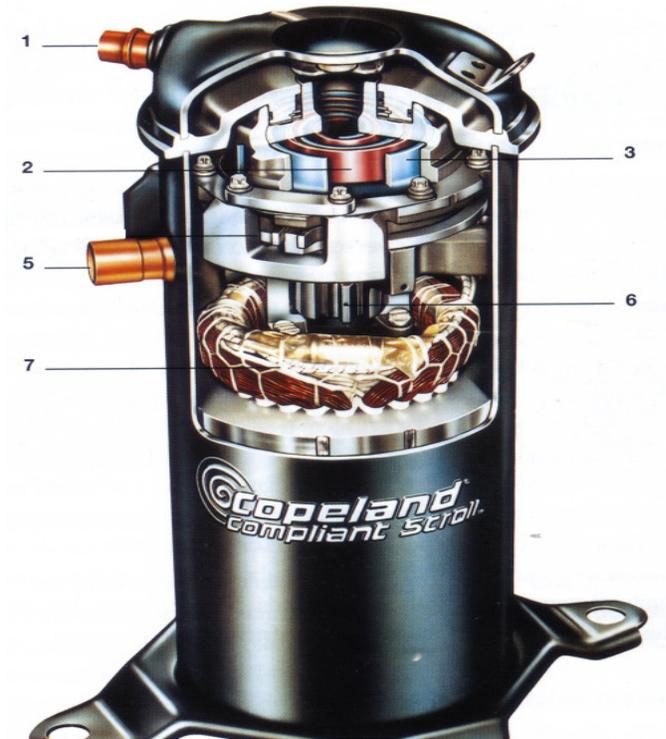


Figura 11. Compresor Scroll



Figura 12. Compresor Scroll



Figura 13. Compresor Rotativo



Figura 14. Compresor Rotativo

7.3 CONDENSADOR

Es un dispositivo para eliminar calor del sistema de refrigeración, el vapor a alta presión y alta temperatura transfiere calor a través de los tubos del condensador al medio que lo rodea (generalmente aire o agua). Existen 3 tipos de condensadores que son:

Enfriado por aire:

- a. Aire forzado
- b. Tiro natural (estático)



Figura 15. Tiro Aire Forzado



Figura 16. Tiro Aire Natural

Enfriado por agua:

- a. Doble tubería
- b. Carcasa vertical abierta y tubos
- c. Carcasa horizontal y tubos
- d. Carcasa y serpentín



Figura 17. Condensador Doble Tubería

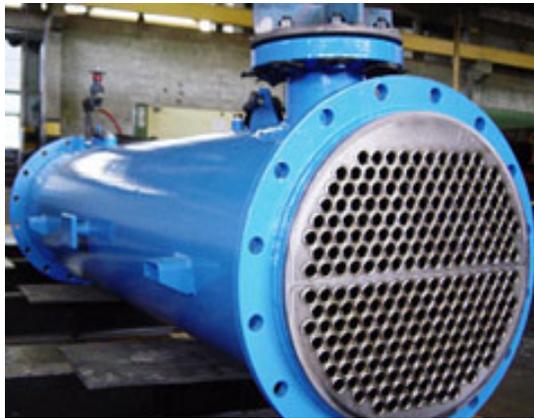


Figura 18. Condensador Tubos Horizontales

Evaporativos:

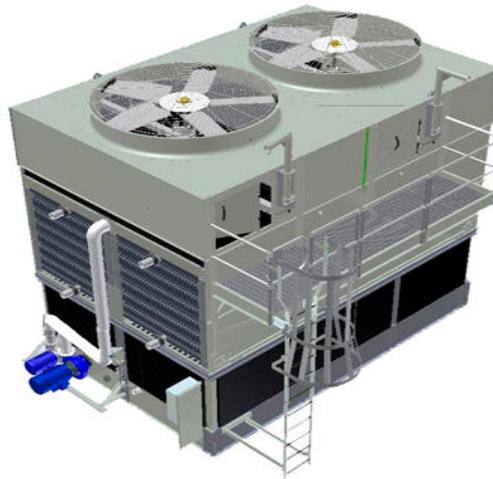


Figura 19. Evaporativos

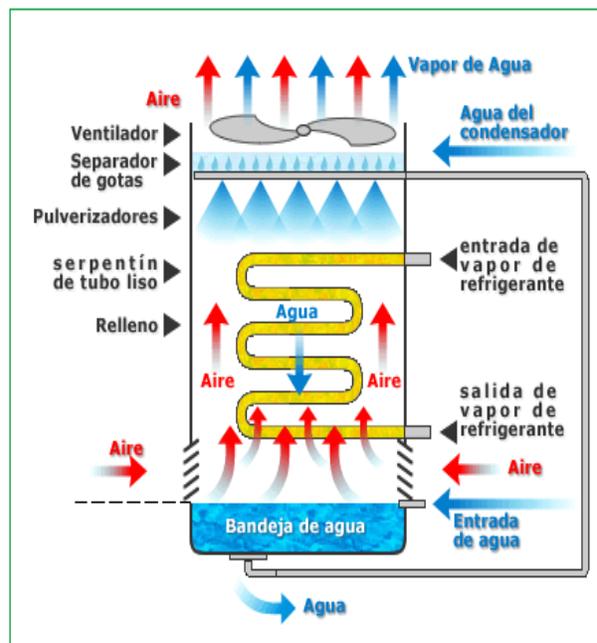


Figura 20. Evaporativos

7.4 DISPOSITIVOS REGULADORES DE FLUJO

Este es un dispositivo para la reducción de presión y sus objetivos principales son:

1. Mantener la presión y el punto de ebullición adecuado en el evaporador para manejar la carga térmica deseada.
2. Permitir el flujo de refrigerante hacia el evaporador con la rapidez requerida para eliminar el calor de la carga

Los tipos de dispositivos reguladores de flujo son:

- Válvula de expansión operada a mano (ya no existe en el mercado).
- Válvula de expansión automática (obsoleta).
- Válvula de expansión electrónica (se usan en grandes equipos).
- Válvula de expansión termostática (utilizada en la mayoría de equipos).
- Tubo capilar (en neveras y equipos pequeños).
- Orificio fijo (para equipos de 5.000 a 36.000 btu/h).

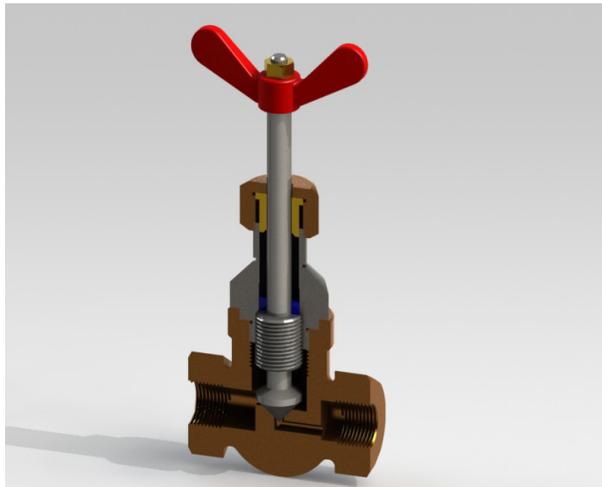


Figura 21. Válvula de Expansión Manual



Figura 22. Válvula de Expansión Electrónica



Figura 23. Válvula de Expansión Termostática



Figura 24. Tubo Capilar

7.5 EVAPORADOR

Es un intercambiador de calor con el refrigerante contenido en los tubos, pasajes o recipientes. El fluido (aire, agua, salmuera, etc.) o producto refrigerante está separado del refrigerante por las paredes o carcasas del intercambiador de calor. El evaporador es aquella porción del ciclo de refrigeración por compresión de vapor donde el calor fluye hacia el interior del sistema. El flujo de calor ocurre porque la temperatura del refrigerante es menor que la temperatura del aire o agua que se está enfriando. La temperatura del refrigerante dentro del evaporador se mantiene a la temperatura de saturación correspondiente a la presión del evaporador.

Cuando arranca el compresor cae la presión dentro del evaporador, haciendo que el líquido refrigerante que existe dentro del evaporador se evapore y se enfríe.

Existen tres tipos de evaporadores que son:

- De tubo desnudo
- De superficie extendida
- De placas



Figura 25. De Tubo Desnudo



Figura 26. De Superficie Extendida



Figura 27. De Placas

CONCLUSIONES

Los mantenimientos de tipo preventivo y correctivo que pueden ser aplicados al Sistema de aire acondicionado híbrido solar, cumplen con una parte fundamental para garantizar el correcto funcionamiento y mantener una larga vida de uso de los equipos.

El mantenimiento preventivo permite mantener limpias las superficies de paneles solares, y partes tales como evaporadores, condensador y filtros.

El mantenimiento correctivo exige un conocimiento más especializado del sistema de aire acondicionado híbrido solar, ya que en caso de alguna falla, mecánica o eléctrica, requiere de personal cualificado capaz de hacer las reparaciones necesarias garantizando el correcto funcionamiento del mismo.

Si se mira desde el punto de vista económico, el mantenimiento preventivo es menos costoso aunque requiere de mayor frecuencia, mientras que el mantenimiento correctivo solo se realiza cuando se presenta una falla o avería y su costo es mayor que el preventivo, puesto que requiere de alguna inversión para la reparación.

La guía de mantenimiento que aquí se deja, busca incentivar a los estudiantes de la institución universitaria Pascual Bravo, en relación con la forma adecuada de ejecutar un mantenimiento al sistema de aire acondicionado híbrido solar.

RECOMENDACIONES

- Realizar una ampliación de la capacidad de los Paneles Solares, agregando la cantidad suficiente de estos, y lograr así el abastecimiento total de la potencia requerida para el funcionamiento íntegramente con energía solar.
- Crear un Punto de Red o dirección IP dedicada única y exclusivamente para el equipo Híbrido Solar, con la finalidad de tener acceso a la información suministrada por éste y así monitorear remotamente por medio de la red wifi, desde cualquier computador de la institución.
- Realizar monitoreo constante de la operación del equipo y analizar la información proveniente de este, con la finalidad de evidenciar el ahorro energético producido y las posibles mejoras a realizar a futuro.

BIBLIOGRAFIA

- Mantenimiento de Planta Solar Fotovoltaica de 500kW sobre la cubierta de una Nave en la ciudad de Sevilla (España), Autor: Manuel Campos Fernández, Abril de 2012.
- Mantenimiento de Aires Acondicionados, Autores: Niño Galvis José Julián y Morales Hender Elías, Universidad de Santander, 2014.
- Guía de Especificaciones de Sistemas Fotovoltaicos, Documento ANC-0603-12-01 de la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, Marzo de 2003.
- Mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos, Autores: Rubén Ramos Heredia, José Camejo Cuán, Soe Márquez Montoya, Investigadores del Centro de investigaciones de Energía Solar, Rpto. Abel Santamaría, Micro 3, Santiago de Cuba.
- Manual de refrigeración y aire acondicionado tomo I, 3ra edición, traducido por: Gabriel Sánchez García, Ingeniero Mecánico Electricista UNAM, supervisión técnica: Juan Antonio Torre Marina, Ingeniero Mecánico Electricista Universidad Anáhuac.
-

CIBERGRAFÍA

- Energía Eléctrica, <http://www.epsea.org/esp/energiaelectrica.html>
- Mantenimiento sistemas solares fotovoltaicos, <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia22/HTML/articulo02.html>
- Energía Fotovoltaica, <http://www.electricidad-gratuita.com/energia%20fotovoltaica.html>
- Energía solar fotovoltaica, www.greenheat.es/es/fotovoltaica
- <http://www.trane.com>