

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
DEL BLOQUE 4 DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**JHON FREDY MONTOYA GIRALDO
WEIMAR DE JESÚS RODRÍGUEZ HENAO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA MECNÁNICA AUTOMOTRIZ
MEDELLÍN
2014**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
DEL BLOQUE 4 DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**JHON FREDY MONTOYA GIRALDO
WEIMAR DE JESÚS RODRÍGUEZ HENAO**

**Trabajo de grado para optar por el título de Tecnólogo Electromecánico y
Tecnólogo Mecánico Automotriz**

Asesor

ARLEY SALAZAR HINCAPIE

Ingeniero Mecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA MECNÁNICA AUTOMOTRIZ

MEDELLÍN

2014

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, Noviembre de 2014.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar diariamente nuestros pasos

A nuestras familias por su incondicional acompañamiento y el soporte.

A la Institución universitaria Pascual Bravo y sus docentes por el tiempo y la dedicación mostrada en nuestro proceso de formación.

Al Ingeniero Arley Salazar Hincapié, asesor del proyecto, por el apoyo al desarrollo del trabajo y la paciencia que siempre ha tenido con nosotros.

CONTENIDO

RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. REFERENTES TEÓRICOS	14
4.1. REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	14
4.1.1 Ciclo de Refrigeración	14
4.1.2 Elementos básicos de un equipo de refrigeración.....	15
4.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.....	16
4.2.1 Elementos de un sistema de refrigeración por compresión de vapor.....	17
4.2.2 Compresor	18
4.2.3 Condensador.....	20
4.2.4 Dispositivos de expansión.....	21
4.2.5 Evaporador.....	22
4.2.6 Variantes de los sistemas de compresión	23
4.2.7 Diagrama de temperatura-entropía (Diagrama T-s)	25
4.2.8 Diagrama de presión-entalpía (Diagrama p-h)	27
4.3. EL MANTENIMIENTO	28
4.3.1 Tipos de mantenimiento	28
4.3.2 Mantenimiento y limpieza en sistemas de refrigeración y aire acondicionado por compresión de vapor.....	29
4.3.3 Mantenimiento Preventivo en sistemas de refrigeración por compresión de vapor	31
4.4. FALLAS DE AIRE ACONDICIONADO.....	35
5. METODOLOGÍA	37

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	37
5.2. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	37
5.3. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	38
6. DISEÑO TÉCNICO DEL PROYECTO	39
6.1. PLANO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN INSTALADO	40
6.2. EQUIPOS Y COMPONENTES CON SUS DETALLES.....	40
6.2.1 Acometidas eléctricas del aire acondicionado del laboratorio en el bloque 4.....	41
6.2.2 Características internas.....	41
6.2.3 Termóstato	42
6.3. DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CADA UNO DE LOS EQUIPOS	43
6.3.1 Hoja de vida para los equipos	43
6.3.2 Registro de arranque.....	45
6.3.3 Registro diario de mantenimiento.....	47
7. CONCLUSIONES	49
8. RECOMENDACIONES	50
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	51
10. CIBERGRAFIA	52

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de un sistema de refrigeración por compresión de vapor	17
Figura 2. Tipos de compresores	19
Figura 3. Tipos de condensadores.....	21
Figura 4. Tipos de dispositivos de expansión	22
Figura 5. Diagrama de Temperatura-entropía (T-s) de un sistema típico de refrigeración por compresión de vapor.	26
Figura 6. Diagrama de Presión-entalpía (p-h) de un sistema típico de refrigeración por compresión de vapor.	27
Figura 7. Esquema del sistema de refrigeración instalado en el laboratorio del bloque 4.	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Mantenimiento Preventivo en sistemas de refrigeración por compresión de vapor	31
Tabla 2. Mantenimiento unidad compresora centrífuga	33
Tabla 3. Mantenimiento unidad compresora alternativa	34
Tabla 4. Mantenimiento ventiladores y extractores	35
Tabla 5. Detalles de los equipos: Unidad manejadora, Unidad compresora y Unidad condensadora	42
Tabla 6. Características eléctricas de operación del compresor y la unidad manejadora	42
Tabla 7. Formato de Hoja de Vida para cada equipo	44
Tabla 8. Formato de Registro de Arranque	46
Tabla 9. Formato de registro de inspección diaria de los equipos	48

RESUMEN

La aplicación de un adecuado mantenimiento a un sistema de refrigeración y aire acondicionado cumple dos propósitos: primero permite eliminar el polvo y contaminantes del sistema, contribuyendo al bienestar de las personas; segundo, contribuye a maximizar la vida útil de los equipos conservando sus condiciones adecuadas en cuanto a su funcionamiento, lo que puede hacer más eficiente el consumo de energía disminuyendo costos. Este estudio indaga sobre las actividades de mantenimiento en equipos de refrigeración y aire acondicionado y presenta los formatos que sirven para mantener el registro de dichas actividades. Lo anterior se realiza a través de investigación de nivel explicativo, de tipo documental que se desarrolló en dos momentos. En el primero se ha realizado una búsqueda teórica sobre el mantenimiento y la limpieza del sistema de aire acondicionado, para establecer el tipo de acciones son adecuadas y la frecuencia con la que se deben realizar. Mantener los registros adecuados de los procesos de revisión y mantenimiento permite detectar las fallas y decidir qué tipo de acciones correctivas tomar, de ahí que en la segunda parte se diseñen éstas guías.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las diferentes actividades humanas exige la conservación de las condiciones ambientales que permitan un adecuado desempeño. Los sistemas de aire acondicionado se han masificado en la actualidad siendo utilizado en empresas, en hogares, entre otros contribuyendo activamente a la optimización de los recursos en las diferentes facetas del actuar de las personas. En la industria son sistemas de primera necesidad con un efecto directo sobre la competitividad de las empresas. Por lo anterior, las fallas en los sistemas de aire acondicionado, no sólo afecta el rendimiento de las diferentes actividades humanas que se realizan en espacios interiores, sino que puede provocar problemas de salud como mareos, náuseas, problemas respiratorios, etc., además de generar impactos negativos en los diferentes procesos en los que se requieren condiciones ambientales estables; de ahí que sea necesario ejecutar un debido mantenimiento a los equipos para asegurar su correcto funcionamiento.

“Todo sistema de acondicionamiento inevitablemente reduce su capacidad de rendimiento por el uso prolongado en el tiempo y por la acumulación entre los conductos y rejillas de agentes contaminantes [...] que producen deterioro ambiental en los establecimientos cerrados y sometidos al uso constante del aire acondicionado” (Marrero, 2011).

Para la Institución Universitaria Pascual Bravo, garantizar el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, en especial en el laboratorio de refrigeración es una tarea que permite mantener una formación competitiva de sus egresados y fortalecer sus vínculos con la industria. En este sentido este estudio de diseño documental a través de la observación simple se pretende establecer un plan de mantenimiento del sistema de aire acondicionado del laboratorio de refrigeración que sea coherente con las normas internacionales y responda a las necesidades particulares del caso.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas de aire acondicionado permiten controlar características como la humedad, la temperatura y la pureza del aire, por lo cual son determinantes para conservar las condiciones ambientales según las necesidades de los diferentes procesos industriales en los cuales se involucran. La necesidad de contar con estos sistemas y su masificación derivada de la accesibilidad de los mismos, hace necesario contar con planes de mantenimiento adecuados que permitan sobreponer las fallas que se puedan presentar de tal manera que no se afecte la actividad en la cual se involucran. Un mal funcionamiento de las instalaciones de los sistemas de aire acondicionado, generalmente en la parte eléctrica, afecta la competitividad de la industria y puede llegar a afectar la salud de las personas, puesto que las condiciones ambientales inadecuadas pueden descompensarlas generando tos, mareos, náuseas, problemas respiratorios, además de agravar problemas de salud ya existentes, etc. La falta de un plan de mantenimiento adecuado puede contribuir a la propagación de patógenos y bacterias que se desarrollan en espacios cerrados donde las condiciones de temperatura estable y humedad no son estables, de ahí la necesidad este trabajo a la hora de procurar que no se presenten fallas en el sistema de aire acondicionado.

Entre otras preguntas que se abordan en este trabajo se busca dar respuesta a las siguientes:

- ¿Con cuan frecuencia se debe realizar mantenimiento al sistema de aire acondicionado?
- ¿Qué acciones se deben realizar de manera preventiva y cuáles de manera correctiva para garantizar un adecuado proceso de mantenimiento?
- ¿Qué pautas se deben adoptar según las normas internacionales y los manuales de buenas prácticas en refrigeración y aire acondicionado, y de acuerdo con los cuidados del medio ambiente?

2. JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento de los equipos involucrados en las diferentes actividades industriales es una actividad que permite mejorar el rendimiento y optimizar los diferentes procesos productivos. En el caso particular en que se enfoca este trabajo el mantenimiento del sistema de aire acondicionado representa un proceso de cambio en los equipos, debido a la necesidad de conservar y/o repotenciarlos de tal manera que se adecuen a estándares establecidos de operación.

Con el mantenimiento se busca entre otros objetivos minimizar los costos mejorando el rendimiento y prolongando la vida útil de los equipos, lograr mayor confiabilidad y eficiencia de los mismos maximizando los procesos productivos en los que están involucrados dichos sistemas. Lo anterior repercute en la competitividad industrial.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan para el mantenimiento de un sistema de aire acondicionado que posibilite su continuo funcionamiento.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las acciones preventivas involucradas en el proceso de mantenimiento de un sistema de aire acondicionado.
2. Establecer las acciones correctivas necesarias en el mantenimiento de un sistema de aire acondicionado.
3. Adoptar acciones coherentes con las normas y buenas prácticas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado de acuerdo con los estándares internacionales.
4. Analizar la importancia del mantenimiento en el cuidado del medio ambiente.

4. REFERENTES TEÓRICOS

Para poder abordar la forma de realizar el mantenimiento del equipo de refrigeración del laboratorio 4 es necesario tener claridad en torno a los procesos más importantes que hacen parte del sistema, sus componentes, etc.

4.1. REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

“El acondicionamiento de aire trata de la modificación de las condiciones del ambiente que rodea al individuo, para asegurar su comodidad. Consiste en regular las condiciones en cuanto a temperatura (calefacción o refrigeración) y humedad” (Pinzón y Pérez, 2011).

Pero el acondicionamiento no sólo refiere a la comodidad de las personas sino que se utiliza industrialmente para controlar las condiciones en medio de las cuales se realizan los diferentes procesos de manera que se puedan obtener los resultados esperados. Así, si consideramos el proceso de refrigeración por separado, entendido como la reducción y mantenimiento de la temperatura de un objeto o espacio, tiene múltiples aplicaciones y resulta de vital importancia en la conservación de alimentos (Pinzón y Pérez, 2011)

4.1.1 Ciclo de Refrigeración

Se distinguen dos métodos en el ciclo de refrigeración en aire acondicionado: la refrigeración mecánica y la refrigeración por absorción (Díaz y Barreneche, 2005):

- Al utilizar el ciclo de refrigeración mecánica este estará conformado por elementos como el compresor mecánico, condensador, la válvula de expansión y la serpentina evaporadora o evaporador.
- En el caso de si se utiliza el ciclo de refrigeración por absorción la planta térmica estará compuesta por elementos tales como absorbedor, separador, el condensador, la válvula de expansión y serpentina evaporadora o evaporador.

“El método de refrigeración generalmente usado es el de compresión mecánica, que consiste en la realización de un proceso cíclico de transferencia de calor del interior de un espacio al exterior del mismo, como se explica a continuación” (Pinzón y Pérez, 2011)

4.1.2 Elementos básicos de un equipo de refrigeración

De acuerdo con Enrique Carnicer R. (2006), los equipos de aire acondicionado están constituidos por los elementos siguientes:

- a) Unidad Condensadora.** Esta unidad es parte del ciclo de refrigeración y recibe al fluido refrigerante a altas temperaturas y altas presiones. Es aquí donde se le cambia de estado gaseoso a líquido bajo presión.
- b) Evaporador.** También es conocido como unidad enfriadora y es el encargado de absorber el calor del recinto para obtener el aire de comodidad y procesos deseados.
- c) Compresor.** Es la máquina que se encarga de aumentar la presión y hacer circular al líquido refrigerante en un sistema de refrigeración y sigue su producción de aire.
- d) Control Automático.** El automatismo se realiza básicamente mediante un termostato que comandan el funcionamiento de los equipos y un humidistato para el control de la humedad. Esto constituye uno de los

aspectos primordiales, dado que si bien el diseño de la instalación se efectúa en función de las condiciones más desfavorables o críticas, el sistema debe efectuar correctamente adaptándose a todas las variables climáticas y de utilización que se requieren por lo que se debe contar con los controles automáticos adecuados, especialmente en el caso de necesidades reducidas o parciales.

- e) **Filtros.** Al suministrar aire libre de polvo y partículas que pudiesen contaminar el producto o el ambiente en que se elaboran los productos. Para poder proporcionar un aire según las necesidades del proceso se debe contar con equipo para controlar la presión de aire, la humedad, impurezas y la temperatura, cada proceso se ajusta a circunstancias diferentes por lo cual tiene equipo diferente.
- f) **Ventiladores.** Los ventiladores son máquinas volumétricas que mueven cantidades de aire, impartándole suficiente energía para darle movimiento y vencer la resistencia del flujo en su trayectoria.

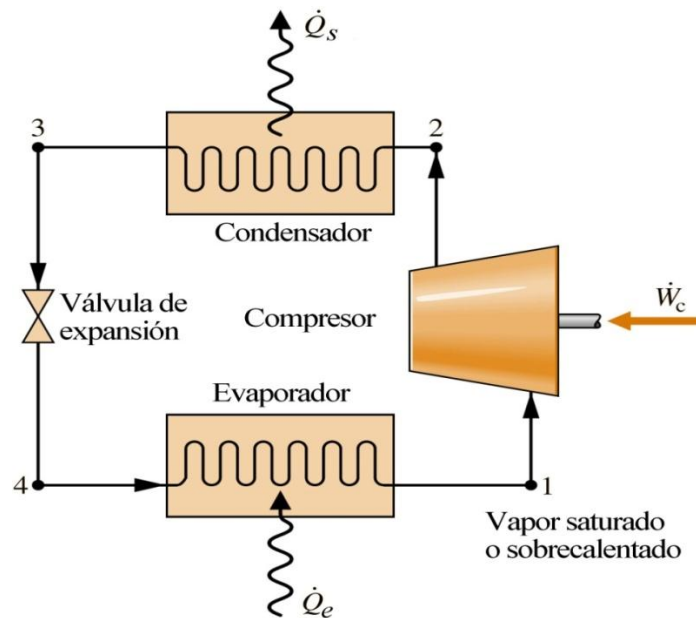
4.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

El sistema de refrigeración por compresión de vapor es uno de los más utilizados para la climatización de grandes edificios públicos, oficinas, residencias privadas, hoteles, hospitales, teatros, restaurantes y automóviles. También se utiliza en los refrigeradores domésticos y comerciales, almacenes de gran escala para el almacenamiento refrigerado o congelado de alimentos y carnes, camiones refrigerados y vagones de ferrocarril, y una serie de otros servicios comerciales e industriales (Centredeartigos.com, 2014)

4.2.1 Elementos de un sistema de refrigeración por compresión de vapor

Un sistema de refrigeración por compresión de vapor típico, de una sola etapa tiene cuatro componentes: un compresor, un condensador, una válvula de expansión térmica, y un evaporador básico (Ver figura 1).

Figura 1. Elementos de un sistema de refrigeración por compresión de vapor



Fuente: Moran y Shapiro, *Fundamentos de termodinámica técnica 5ed*

En el anterior diagrama se tiene lo siguiente:

Q_e = Cantidad de calor suministrada al vapor desde el espacio refrigerado, una caldera desde una fuente de temperatura alta (horno).

Q_s = Cantidad de calor rechazada del vapor en el condensador hacia un sumidero de temperatura baja (atmosfera, rio, etcétera).

W_c = Cantidad de trabajo que entrega el vapor en el ciclo.

4.2.1.1 Descripción del sistema de refrigeración por compresión de vapor

La compresión de vapor utiliza un refrigerante líquido que circula absorbiendo y eliminando el calor del espacio a ser enfriado. En el ciclo de circulación el refrigerante entra en el compresor en el estado termodinámico saturado y se comprime a una presión alta, lo que resulta en una temperatura más alta. El vapor comprimido caliente se encuentra entonces en un estado termodinámico sobrecalentado y está a una temperatura y presión a la que se puede condensar ya sea con agua o aire. El vapor caliente se enruta a través de un condensador donde se enfría y se condensa en un líquido que fluye a través de una bobina o tubos permitiendo que el refrigerante “expulse” el calor del sistema. El refrigerante líquido condensado, en un estado saturado, se enruta a través de una válvula de expansión donde se somete a una reducción de la presión para reducirla temperatura de la mezcla de refrigerante líquido y vapor. Esta mezcla se encamina entonces al evaporador, donde un ventilador hace circular el aire caliente en el espacio cerrado a través de una bobina o tubos que llevan la mezcla de refrigerante frío y vapor. El aire circulante se enfría y por lo tanto disminuye la temperatura del espacio cerrado a la temperatura deseada. El evaporador es donde el refrigerante que circula absorbe y elimina el calor que posteriormente se rechazó en el condensador y se transfiere otra parte (Centrodeartigos.com, 2014).

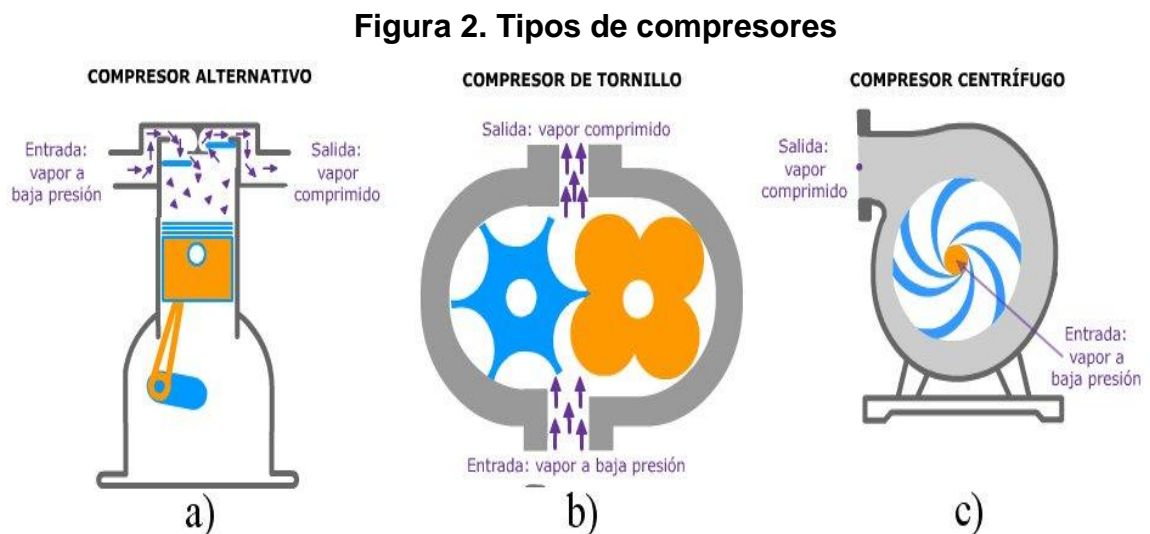
4.2.2 Compresor

El compresor es el corazón del sistema de refrigeración, en él se transforma energía eléctrica en entalpía y presión del gas, permitiendo mantener dos niveles de presión en el sistema, uno donde se evapora el refrigerante y el otro donde se condensa. Las características más importantes del funcionamiento de un compresor son su capacidad de refrigeración y su potencia; estas dependen principalmente de la presión de succión y de descarga. Los aspectos que pueden afectar el compresor, disminuyendo la capacidad de refrigeración e incrementando

la potencia necesaria para su funcionamiento son: pérdidas de presión, calentamiento, fugas, exceso de aceite, ineficiencia de las válvulas y espacios muertos en la compresión (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).

4.2.2.1 Tipos de compresores

Los tres tipos de compresores más comunes usados en refrigeración son los Alternativos (Ver figura 2a), los Rotativos (Ver figura 2b) y los Centrífugos (Ver figura 2c). Los alternativos consisten en un émbolo que se mueve alternativamente dentro de un cilindro, con válvulas de entrada y salida que permiten la compresión; Los Rotativos tienen piezas giratorias en desplazamiento positivo que realizan el trabajo y los centrífugos, también poseen elementos giratorios pero lo que aprovechan es la fuerza centrífuga (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).



Fuente: E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014

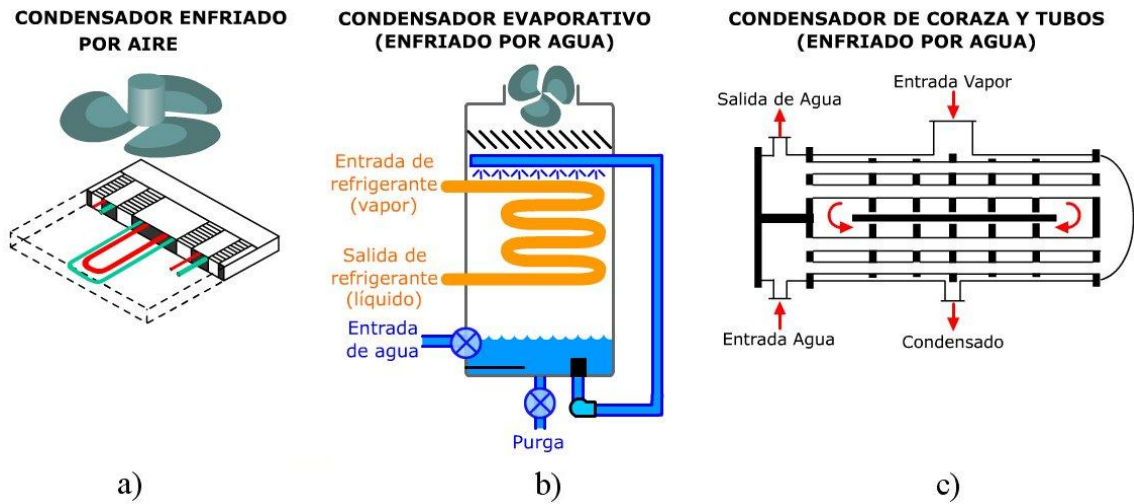
4.2.3 Condensador

El condensador es el intercambiador de calor donde el refrigerante en forma de vapor proveniente del compresor se enfría y se condensa por medio de una transferencia de calor hacia un sumidero que generalmente es aire o agua, de esta forma el calor del proceso de refrigeración es retirado del sistema. En general los condensadores enfriados por agua son más eficientes que los enfriados por aire, sin embargo presentan riesgos de formación de incrustaciones, corrosión o congelación. Los enfriados por aire son comunes en aplicaciones de menos de un caballo de vapor de potencia de refrigeración aunque también son usados para sistemas de mayor potencia (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).

4.2.3.1 Tipos de condensadores

Existen condensadores de dos tipos, enfriados por aire (Ver figura 3a) y enfriados por agua (Ver figuras 3b y 3c). Estos últimos presentan varias formas: el horizontal con tubos y envolvente (el más utilizado), el vertical con tubos y envolvente, el de serpentín y envolvente, el de doble tubo y el evaporativo.

Figura 3. Tipos de condensadores

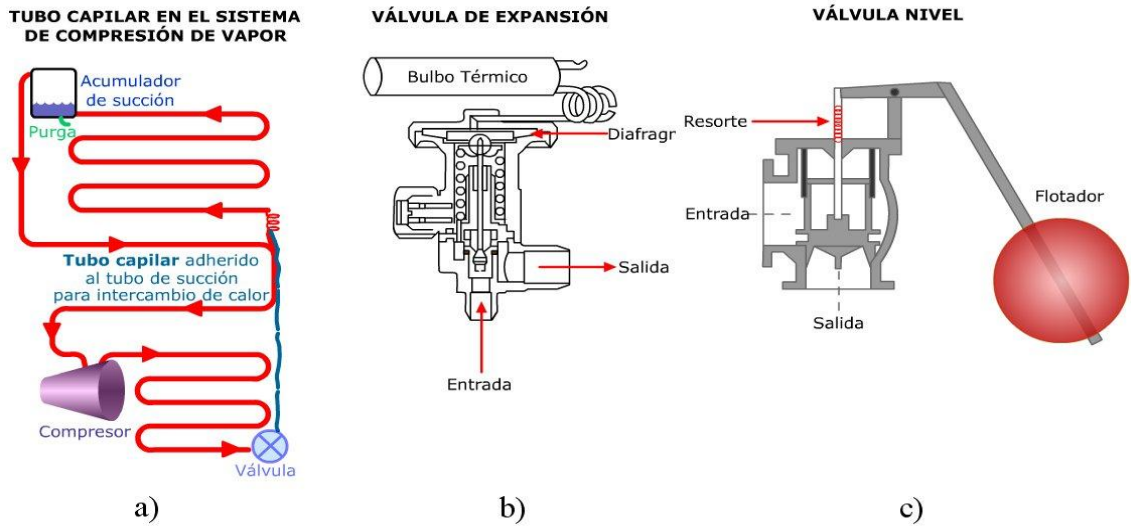


Fuente: E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014

4.2.4 Dispositivos de expansión

Los dispositivos de expansión son aquellos destinados a disminuir la presión del líquido y a controlar el flujo de refrigerante hacia el evaporador. Entre los diversos tipos que existen, el tubo capilar (Ver figura 4a) es el más usado para sistemas de refrigeración de potencia menor de un caballo de vapor, para sistemas de tamaño medio, lo más frecuente es el uso de válvulas de expansión termostáticas (Ver figura 4b). Para los evaporadores inundados se utilizan las válvulas de flotador (Ver figura 4c) (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).

Figura 4. Tipos de dispositivos de expansión



Fuente: E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014

4.2.5 Evaporador

El evaporador es un intercambiador de calor que permite el enfriamiento o refrigeración del material que interesa refrigerar, mientras el refrigerante que proviene del dispositivo de expansión, ebulle al recibir dicho calor (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).

4.2.5.1 Tipos de evaporadores

Los evaporadores se pueden clasificar en evaporadores de circulación natural o circulación forzada, dependiendo si una bomba o ventilador impulsa el fluido a enfriar hacia las superficies de transferencia de calor o si este movimiento se da de forma natural por la diferencia en las densidades del fluido frío y caliente; también se pueden clasificar como evaporadores donde el refrigerante ebulle dentro o fuera de los tubos; Finalmente se puede diferenciar entre evaporadores

inundados o secos, según si el refrigerante está sobre toda la superficie de transferencia de calor o si parte de esta se usa para sobrecalentar el vapor.

Los evaporadores de circulación natural son usados principalmente en las cámaras de almacenamiento de frío, ocupan poca superficie, tienen costos de mantenimiento bajos, pero tienen bajos coeficientes de transferencia de calor lo que hace necesaria una superficie mayor que la de los evaporadores de circulación forzada y una mayor carga de refrigerante por su mayor volumen interno. Los evaporadores inundados, por su configuración, no permiten la salida de aceite, por lo tanto, se necesita separarlo antes. Cuando se requiere enfriar un líquido, lo más conveniente es usar un evaporador de tipo envolvente. Para acondicionamiento de aire, el evaporador de expansión directa se usa cuando el evaporador está cerca del compresor, en caso contrario, es preferible enfriar agua y llevarla a una batería de enfriamiento del aire (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).

4.2.6 Variantes de los sistemas de compresión

Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor tienen variantes en el número de etapas de compresión, en la forma de alimentar el líquido al evaporador y algunas particularidades como el utilizar interenfriamiento, recircular el refrigerante líquido o utilizar refrigerantes secundarios.

4.2.6.1 Compresión en una etapa

La compresión en una etapa es la configuración básica del sistema de refrigeración por compresión de vapor, conformado por un compresor, un condensador, un dispositivo de expansión, y un evaporador. Generalmente trabaja temperaturas de evaporación entre -30°C y 0°C .

4.2.6.2 Compresión en varias etapas

Cuando se requieren temperaturas por debajo de los -40°C resultan más económicos la utilización de refrigerantes secundarios o los sistemas de compresión en varias etapas. Cuando se requiere alcanzar temperaturas entre -20°C y -80°C lo mejor es configurar varias etapas utilizando sistemas compuestos, con varios compresores; en tanto que si se necesitan temperaturas por debajo de -80°C lo ideal es utilizar los sistemas en cascada, en los que se usan más de un refrigerante.

4.2.6.3 Formas de alimentación del líquido al evaporador

La alimentación al evaporador debe generar una expansión del líquido saturado o subenfriado para obtener el enfriamiento deseado; para lograrlo se puede recurrir a tres métodos: producir una expansión directa a la entrada del evaporador, una sobrealimentación de la fase líquida separada previamente en otro recipiente o una mezcla de los dos métodos anteriores que sería el uso de un evaporador inundado.

4.2.6.4 Interenfriamiento

Esta configuración consiste en burbujear el vapor sobrecalentado en el refrigerante líquido a la presión intermedia. Se emplea principalmente para la reducción de la temperatura de descarga en el compresor de alta.

4.2.6.5 Sistema de refrigeración de propósito múltiple con un solo compresor

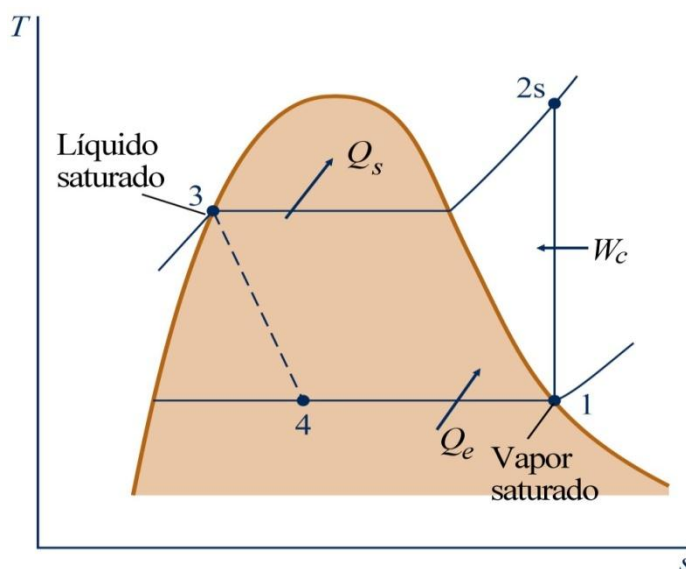
Consiste en realizar la expansión del refrigerante en dos etapas, y en cada una utilizar el efecto frigorífico con distintos propósitos o para distintas temperaturas de refrigeración.

4.2.7 Diagrama de temperatura-entropía (Diagrama T-s)

En termodinámica, la entropía (simbolizada como S) es una magnitud física que, mediante cálculo, permite determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo.

El diagrama T-s permite representar el intercambio de calor en un sistema térmico. Si no se tienen en cuenta las irreversibilidades dentro de evaporador y condensador, no hay caída de presión por rozamiento y el refrigerante fluye a presión constante en los dos intercambiadores de calor la compresión es isoentrópica (Moran y Shapiro, 2006). Con estas consideraciones se obtiene el ciclo de refrigeración por compresión de vapor definido por los estados 1-2s-3-4-1 en el diagrama T-s de la Figura 5.

Figura 5. Diagrama de Temperatura-entropía (T-s) de un sistema típico de refrigeración por compresión de vapor.



Fuente: Adaptado de Moran y Shapiro, *Fundamentos de termodinámica técnica 5ed.*

El ciclo consta de la siguiente serie de procesos:

- **Proceso 1-2s:** Compresión isoentrópica del refrigerante desde el estado 1 hasta la presión del condensador en el estado 2s.
- **Proceso 2s-3:** Transferencia de calor desde el refrigerante que fluye a presión constante en el condensador. El refrigerante sale como líquido en el estado 3.
- **Proceso 3-4:** Proceso de estrangulación desde el estado 3 hasta la mezcla bifásica líquido-vapor en 4.
- **Proceso 4-1:** Transferencia de calor hacia el refrigerante que fluye a presión constante a través del evaporador hasta completar el ciclo.

Todos los procesos del ciclo anterior son internamente reversibles, excepto la estrangulación. A pesar de este proceso irreversible, el ciclo se conoce

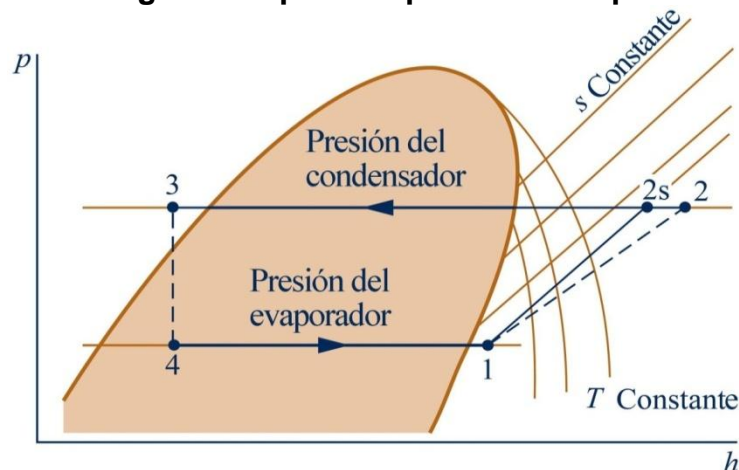
comúnmente como ciclo ideal ciclo ideal de compresión de vapor (Moran y Shapiro, 2006).

4.2.8 Diagrama de presión-entalpía (Diagrama p-h)

La Entalpía es una magnitud termodinámica, simbolizada con la letra H, cuya variación expresa una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico, o sea, la cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno.

El diagrama Ph, o diagrama de Mollier para presión-entalpía, es la representación gráfica en el plano Presión/entalpía de los estados posibles de un compuesto químico —especialmente para los gases refrigerantes— donde se trazan y suelen estudiar los distintos sistemas frigoríficos de refrigeración por compresión. Las características principales del diagrama presión-entalpía para un refrigerante típico, con representación de un ciclo por compresión de vapor se puede ver en la figura 6.

Figura 6. Diagrama de Presión-entalpía (p-h) de un sistema típico de refrigeración por compresión de vapor.



Fuente: Moran y Shapiro, *Fundamentos de termodinámica técnica 5ed*

4.3. EL MANTENIMIENTO

El mantenimiento de equipos de aire acondicionado es el conjunto de actividades que busca asegurar el funcionamiento del sistema sin fallas. Los planes de mantenimiento buscan maximizar la vida útil de los equipos al menor costo posible, por lo cual se establecen estándares y prácticas de mantenimiento comunes que permitan mantener la operatividad del sistema

4.3.1 Tipos de mantenimiento

Existen cuatro tipos de mantenimiento: Predictivo, Preventivo, Correctivo y Defectivo (Pinzón y Pérez, 2011):

- a) Mantenimiento predictivo o a condición:** Consiste en determinar en todo instante la condición técnica de la maquina examinada, mientras esta se encuentra en pleno funcionamiento, midiendo de manera sistemática los parámetros de control del equipo como la temperatura o el consumo de energía.
- b) Mantenimiento preventivo:** Se refiere a aquellas tareas hechas a intervalos fijos independientemente del estado del equipo con el fin de prever fallas por la falta de limpieza o ajustes apropiados.
- c) Mantenimiento correctivo o trabajo a la rotura:** Consiste en la reparación del equipo cuando ocurra la falla, generalmente por falta de tareas proactivas (predictivas o preventivas). Es conveniente cuando el costo de la reparación es menor que el costo de la prevención, o cuando no puede hacerse ninguna tarea proactiva y la falla no afecta el medio ambiente.
- d) Mantenimiento defectivo o búsqueda de fallas:** Se refiere a la prueba del equipo bajo condiciones controladas (prueba funcional), para asegurarse

que no hallan fallas. Por ejemplo arrojar humo a un detector contra incendios para corroborar que se active y determinar la rapidez de la activación

4.3.2 Mantenimiento y limpieza en sistemas de refrigeración y aire acondicionado por compresión de vapor

Al igual que cualquier equipo industrial, los sistemas de aire comprimido requieren procedimientos de mantenimiento periódicos, que permitan operar estos sistemas a su máxima eficiencia, minimizando a su vez los periodos fuera de servicio (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014). Es necesario establecer un buen programa de mantenimiento preventivo: limpieza de filtros, revisar y corregir fugas, tratar adecuadamente las aguas para evitar suciedad e incrustaciones, verificar periódicamente la purga de las torres, etc.

El proceso de limpieza, desinfección y desodorización de los Sistemas de Climatización tiene como objetivo la eliminación de los contaminantes del sistema. Estos elementos tienen su origen en fuentes contaminantes internas y externas, y son transportados a lo largo del edificio por el sistema de aire acondicionado (Marrero, 2011).

4.3.2.1 Limpieza de conductos

Los conductos de impulsión, retorno y extracción, deben ser limpiados por aspiradores de gran potencia que garanticen una depresión mínima de 5 Pa, una velocidad de aire de evacuación en conducto superior a 12 m/seg, y de filtros absolutos con un nivel de eficacia. Todo ello para garantizar la no contaminación de los espacios climatizados

4.3.2.2 Limpieza de climatizadores

En la limpieza de los climatizadores, se elimina la suciedad instalada por acción física o química. Las baterías se limpian siguiendo un protocolo que combina aspiración, con sistemas de inyección a presión y aplicación de productos adecuados. Los productos están especialmente fabricados para no atacar aluminio, cobre, u otros materiales empleados en las baterías. Otros elementos claves para la limpieza de los climatizadores son la bandeja de condensación, bandejas de humectación, los ventiladores, los paneles, etcétera (Marrero, 2011).

4.3.2.3 Difusores, registros y rejillas

En los sistemas de Aire Acondicionado los difusores, registros, y/o rejillas, son extraídos y limpiados.

4.3.2.4 Eliminación de olores

En el caso de existir problema de olores en el sistema, se utiliza opcionalmente una aplicación de un producto desodorizante y bactericida para eliminar las partículas orgánicas en el aire.

4.3.2.5 Descontaminación de microorganismos

En caso de contaminación de los sistemas de Climatización por microorganismos “bacterias, hongos, levaduras, etcétera”, se utilizan compuestos biocidas adecuados a la instalación y al problema que se aborda.

4.3.3 Mantenimiento Preventivo en sistemas de refrigeración por compresión de vapor

Respecto al mantenimiento del sistema de refrigeración, las operaciones que se deben realizar y su periodicidad se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Mantenimiento Preventivo en sistemas de refrigeración por compresión de vapor

Rutina Mantenimiento Preventivo en sistemas de refrigeración por compresión de vapor	
Diariamente	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de que los desagües de la bandeja de condensación no están obstruidos y limpieza de bandeja. • Verificación de la inexistencia de ruidos extraños. • Comprobación de que las turbinas giran libre y suavemente • Verificación Temperatura del carter del compresor. • Verificación Ausencia de humedad en circuito refrigerante.
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de juntas de registros y puertas. • Inspección carga refrigerante restableciendo estanquidad, si procede. • Verificación y ajuste de los interruptores de flujo. • Análisis de control de funcionamiento y verificación de deficiencias sistemáticas. • Anotación de los datos de funcionamiento. "condiciones ambientales".
Anual	<ul style="list-style-type: none"> • Repaso de pintura. • Comprobación del estado del aceite y cambio, si es necesario. • Comprobación de presiones y temperaturas en evaporador y condensador. • Contraste y ajuste de los presostatos y termostatos de mando. • Contraste y ajuste de los presostatos y termostatos de seguridad. • Contraste y ajuste de termómetros y manómetros. • Limpieza de condensadores. • Limpieza de evaporadores. • Lubricación de rodamientos, cuando sea necesario. • Verificación y ajuste Conexión de puesta a tierra. • Verificación y ajuste Estado del ventilador, acoplamiento y su alineación. • Térmicos y diferenciales. • Comprobación de holguras anormales en los ejes. • Comprobación del aislamiento eléctrico.

Fuente: Adaptado de Carnicer (2006) y Marrero (2011)

4.3.3.1 Mantenimiento unidad compresora

La falta de mantenimiento de la unidad compresora deriva en bajas eficiencias de compresión, fugas de aire y variaciones de presión en el sistema, lo cual conlleva el aumento de las temperaturas de operación, un control inadecuado de humedad y excesiva contaminación de equipos y herramientas.

El programa de mantenimiento de la unidad compresora, conlleva a la implementación de rutinas de ajuste de correas de transmisión, limpieza, reemplazo de elementos, filtros y fluidos de lubricación, al igual que la eliminación de condiciones adversas. Adicionalmente, es indispensable la identificación y reparación de fugas, y la inspección del sistema de refrigeración y condensado. Todo este tipo de operaciones pueden ser programadas en etapas, que comprendan la implementación de cada una de ellas, acorde a los requerimientos y condiciones sugeridas por los fabricantes y el tipo de compresores empleados (Ver tablas 2 y 3) (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014).

Tabla 2. Mantenimiento unidad compresora centrífuga

Rutina de mantenimiento para compresor centrífugo	
Diariamente	<ul style="list-style-type: none"> • Medir presión y temperatura en la admisión, intermedio y descarga, al igual que la entra y salida del agua de refrigeración. • Medir presión y temperatura de lubricante. • Registrar niveles de vibración • Revisar diferencia de presión en el filtro de admisión, trampas de drenaje operen correctamente, fugas de aire, agua y lubricante, nivel de lubricante y ajustar si es necesario.
Cada 3 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar diferencia presión filtro de lubricación, operación sistema de control, control sobrecarga del sistema, corriente del motor bajo condiciones de máxima carga.
Cada 6 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar filtro entrada de aire, reemplazarlo si es necesario. • Tomar muestra de lubricante para análisis.
Anualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar los sistemas de refrigeración y motor, determinar estado tornillos de montaje, cable desgastado. • Revisar reductor, determinar estado tornillo de montaje, vibraciones, ruidos. • Revisar estado del impeler, buscar desgaste o grietas. • Inspeccionar el sistema de control para establecer el correcto funcionamiento y correcta operación de válvulas de control.

Fuente: E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014

Tabla 3. Mantenimiento unidad compresora alternativa

Rutina de mantenimiento para compresor alternativo refrigerado por aire	
Diariamente	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener nivel de lubricante entre niveles alto y medio • Drenar el tanque y las trampas de humedad del sistema • Realizar inspección visual del compresor • Revisar cualquier ruido o vibración inusual • Revisar fugas y presión sistema de lubricación
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar funcionamiento válvulas de alivio • Limpiar superficies sistema de refrigeración del compresor • Revisar fugas de aire en compresor y línea de distribución • Inspeccionar estado del lubricante (nivel de contaminación) • Limpiar o reemplazar el filtro de aire del tanque
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la tensión de la correa de transmisión.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el aceite (mayor frecuencia en ambientes severos) • Revisar la presión del lubricante en unidades de lubricación
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar fugas en válvulas del compresor
Anual	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar los contactos de arranque del motor

Fuente: E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014

4.3.3.2 Mantenimiento ventiladores y extractores

Los ventiladores son equipos que están sometidos a largas jornadas de trabajo, entran en contacto con material articulado que genera altos desgastes y opera bajos ambientes pesados. Es importante realizar labores de mantenimiento adecuadas con el fin de conservarlos en buenas condiciones, evitar altos consumos innecesarios de energía a causa de las condiciones de operación y

sobre todo extender la vida útil de sus componentes (E-URE curso virtual del uso racional de la energía, 2014)

En cuanto al mantenimiento preventivo al arranque incluye:

- Retirar Cualquier tipo de objetos extraños que puedan impedir el paso del aire o que sean succionados durante la operación.
- Asegurarse que los elementos protectores como mallas y resguardos estén correctamente ubicados.

Respecto a los ventiladores y extractores, las operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad se señalan en la tabla 4.

Tabla 4. Mantenimiento ventiladores y extractores

Rutina Mantenimiento Preventivo de ventiladores y extractores en sistemas de refrigeración por compresión de vapor	
Semanal	• Comprobación de vibraciones y estado de los anclajes
Mensual	• Comprobación de la tensión y estado de las correas de transmisión
Anual	• Comprobación y ajuste de alimentación del grupo • Anotación de intensidad de cada fase y comprobación con nominal

Fuente: Adaptado de Carnicer (2006) y Marrero (2011)

4.4. FALLAS DE AIRE ACONDICIONADO

Son muchas las anomalías que se pueden presentar en los sistemas de aire acondicionado y refrigeración. Muchos de los problemas están asociados generalmente a problemas eléctricos o de los componentes eléctricos causando fallas de corriente en el sistema, sobrecargas o problemas en los relés, una tensión o voltaje bajo, etc. (Tricomi, 1992)

Algunas de las fallas más comunes que se pueden encontrar (Página Web aires-acondicionados.info, 2013), son:

- Falta de refrigerante
- Falta de mantenimiento (obstrucciones en el evaporador, filtros y conductos del aire)
- Daños en elementos del sistema, especialmente averías en el termostato, deterioro del evaporador y daño de la turbina o blowwer.

5. METODOLOGÍA

El proyecto se dividirá en dos fases, en la fase 1 se realiza la fundamentación teórica relacionada con los sistemas de refrigeración, sus componentes y las formas de mantenimiento; en la fase 2, se diseñan los formatos de registro para la realización de las actividades de mantenimiento de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado instalados en el laboratorio del Institución Universitaria Pascual Bravo.

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio sobre el mantenimiento aplicado a un equipo de aire acondicionado es de nivel explicativo. Este tipo de investigación busca el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. De tal manera, los estudios explicativos se ocupan de la determinación de las causas (investigación post-facto), como los efectos (investigación experimental)

5.2. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En este estudio se utilizó la observación simple o no participante, la cual consiste en observar de manera neutral el medio o realidad en la que se realiza el estudio. La información se almacena en un ordenador con su respectivo medio de almacenaje en el disco duro.

El tratamiento de la información se realizó mediante el método de análisis-síntesis, que consiste en estudiar de manera individual las partes de un todo, al mismo tiempo que se estudia en su totalidad diferentes elementos dispersos.

5.3. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Los pasos que se seguirán para la elaboración del Plan son:

1. Reconocimiento físico y familiarización con el equipo.
2. Lectura de manuales de operación y servicio.
3. Estudio y descripción detallada del equipo y cada uno de sus componentes.
4. Selección de la técnica de mantenimiento a utilizar, con el fin de obtener de una manera fundamentada el conjunto de tareas que integran el plan.
5. Diseño de los formatos de registro

6. DISEÑO TÉCNICO DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la elaboración de un plan para el mantenimiento de un sistema de aire acondicionado.

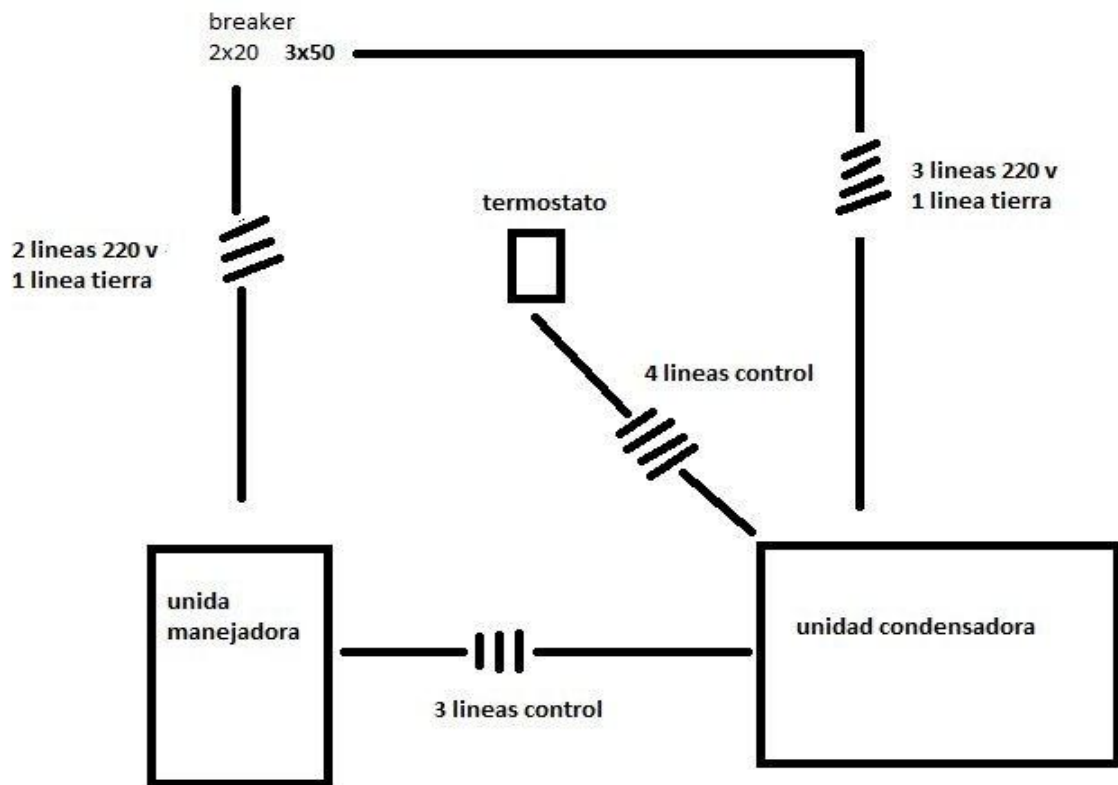
El proceso de mantenimiento incluye los siguientes aspectos:

- a) Limpieza general del equipo: Limpieza y lavado exterior de los serpentines, lavado de filtros y ventiladores.
- b) Ventiladores: Limpieza general, revisión estado general y sentido de rotación, verificación de soportes y chumaceras, chequeo del nivel de vibración.
- c) Transmisión: Ajuste alineación engrase del sistema de transmisión, engrase general de rodamientos y bujes.
- d) Compresores: Detección de ruidos extraños, medir el consumo eléctrico verificando amperaje, voltaje.
- e) Tablero eléctrico y controles: Aplicación de líquido dieléctrico para todos los contactos, ajuste de todos los tornillos de los contactos y terminales, pruebas a los controles de alta y baja presión del refrigerante, calibración a los controles de temperaturas.
- f) Motor y partes eléctricas: Medición del consumo eléctrico verificando el amperaje y voltaje, estado de los rodamientos del motor, ajuste general de los terminales eléctricos y conexiones.
- g) Circuito de refrigeración: Revisión de la carga de refrigerante, comprobar la hermeticidad del sistema, chequeo del estado de aislamiento de la tubería, comprobación de la operación de las válvulas en general.

6.1. PLANO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN INSTALADO

El equipo de refrigeración instalado en el laboratorio 4 se puede representar como en la figura 7

Figura 7. Esquema del sistema de refrigeración instalado en el laboratorio del bloque 4.



Fuente: Elaboración propia

6.2. EQUIPOS Y COMPONENTES CON SUS DETALLES

A continuación se describen las características de los equipos instalados

6.2.1 Acometidas eléctricas del aire acondicionado del laboratorio en el bloque 4

Las siguientes son las acometidas eléctricas del sistema:

- Desde el tablero principal hasta nuestro tablero: encauchectado 4 x 8 o un 3 x 8 + un 10 para la tierra.
- Del tablero a la unidad condensadora: tirar un 4 x 10 o un 3 x 10 + un 12 para la tierra.
- Del tablero a la condensadora: 6 x 16, Vehicular
- Del tablero a la unidad manejadora: 6 x 16, Vehicular.
- Desde la unidad manejadora hasta al termostato: 4 x 16.

6.2.2 Características internas

- Tipo de refrigerante: El refrigerante es el R22
- Tipo de aceite que usa el sistema: El aceite wf32
- Diámetro de eje de los ventiladores: El eje 1/2"
- Potencia del motor unidad condensadora: 3/4 HP (caballo de fuerza) trifásico
- Potencia del motor unidad manejadora: 3/4 HP (caballo de fuerza) monofásico

En las tablas 5 y 6 se resumen algunas características técnicas de la operación del sistema de refrigeración del bloque 4.

Tabla 5. Detalles de los equipos: Unidad manejadora, Unidad compresora y Unidad condensadora

DESCRIPCION DE EQUIPOS					
UNIDAD MANEJADORA		UNIDAD CONDENSADORA		COMPRESOR	
Marca:	Confortfresh	Marca:	Goodman	Marca:	Copúlan Scroll
Modelo:	MVA-60CW-1	Modelo:	CKL60-3PB	Presión alta:	175 PSI
Serie:	C101395380111c05160040	Serie:	1202169349	Presión de Baja:	70 PSI
Área Servida: Laboratorio 4E					

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Características eléctricas de operación del compresor y la unidad manejadora

CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS DE FUNCIONAMIENTO NOMINALES (V/F/C)					
COMPRESOR N°1		COMPRESOR N°2		UNIDAD MANEJADORA	
Amperajes:	Voltajes:	Voltajes:		Amperajes:	
• L1: 11,8	• L1L2: 21.8	• L1L2: 21.8		• L1: 2.3	
• L2: 13.4	• L2L3: 21.9	• L2L3: 21.7		• L2: 2.3	
• L3: 11.4	• L1L3: 21.8	• L1L3: 21.8			

Fuente: elaboración propia

6.2.3 Termóstato

Para el control de la temperatura en el Bloque 4 se optó por usar un termostato inteligente programable con conectividad Wi-Fi que facilita el control remoto de las condiciones del espacio acondicionado vía Web y a través de smartphones Android y iOS.

Incluso si no se establece los ajustes para el termostato, el Honeywell utilizará algoritmos para "aprender" de sus hábitos y comenzará a ajustar automáticamente la calefacción y la refrigeración en función de sus patrones de uso. Pero si ni se desea se puede ajustar manualmente la temperatura.

Este termostato le enviará avisos cuando se registra un cambio extremo en las condiciones del espacio acondicionado y permite saber cuándo es el momento de

reemplazar el filtro de aire. También realiza un seguimiento de la humedad interior y muestra la temperatura exterior y la humedad.

Características:

Marca: Honeywell

Interfaz de uso: Pantalla táctil y WiFi

Modelo: **RTH9580WF**

6.3. DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CADA UNO DE LOS EQUIPOS

Teniendo en cuenta lo anterior se necesario diseñar mecanismos para manejar la información en forma efectiva, respaldando de esta manera los procedimientos de mantenimiento. Para lo anterior se diseñan tres formatos básicos para la recopilación y organización de la información para efectos de mejorar la planeación, ejecución y control de actividades de mantenimiento (Arias, 2004).


6.3.1 Hoja de vida para los equipos

En este formato se recopila toda la información detallada y organizada cronológicamente de cada intervención que se le realizan al equipo (Arias, 2004) (Ver tabla 7). Este registro incluye la siguiente información:

- Nombre del equipo, código y ubicación.
- Observaciones del mantenimiento.
- Fecha de realización del trabajo.
- Descripción del trabajo realizado.

- Repuestos utilizados.
- Responsable.

Tabla 7. Formato de Hoja de Vida para cada equipo

 TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA		HOJA N°:	
Fecha: Cliente: Contacto: Teléfonos:		N° Pedido: NIT: Dirección:	
TRABAJOS DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO			
EQUIPO: UBICACIÓN: OBSERVACIÓN:		CÓDIGO:	
Fecha	Trabajo realizado	Responsable	Repuestos
Elaboró _____	Revisó: _____	Aprobó: _____	

Fuente: Adaptado de Arias (2004)

6.3.2 Registro de arranque

En este documento se encuentra la información básica y fundamental del equipo, características originales y datos operativos (Arias, 2004) como se muestra en la tabla 8 Este registro contiene la siguiente información:

a) Datos de control de la empresa.

- Nombre de la empresa
- NIT
- Información de contacto

b) Datos del equipo

- Nombre
- Fabricante
- Modelo
- Tipo
- Fecha de realización.
- Código del equipo.

c) Detalles de funcionamiento

- Mecánico: Potencia requerida de operación.
- Neumático: Presión y caudal.
- Temperatura del aire

d) Motores

- Número de motores
- Potencia
- Amperaje
- Fases
- Voltaje

Tabla 8. Formato de Registro de Arranque

		TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO <small>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA</small>				HOJA N°:				
Fecha: Cliente: Contacto: Teléfonos:				N° Pedido: NIT: Dirección:						
DESCRIPCION DE EQUIPOS										
COMPRESOR			CONDENSADOR			EVAPORADOR		UNIDAD MANEJADORA		
	N° 1	N° 2		N° 1	N° 2					
Marca:			Marca:			Marca:			Marca:	
Modelo:			Modelo:			Modelo:			Modelo:	
Serie:			Serie:			Serie:			Serie:	
Unidad:			Unidad:			Unidad:			Unidad:	
Presión de alta:			Temp. de condens:			Temp. de evaporación:				
Presión de baja:						Presión:				
Motores			Motores			Motores		Motores		
Voltaje	L1:		Voltaje	L1:		Voltaje	L1:	Voltaje	L1:	
	L2:			L2:			L2:		L2:	
	L3:			L3:			L3:		L3:	
Amper.	L1:		Amperaje	L1:		Amperaje	L1:	Amperaje	L1:	
	L2:			L2:			L2:		L2:	
	L3:			L3:			L3:		L3:	
Fecha de inspección:										
Área de servicio:										
TEMPERATURAS DE OPERACION										
Entrada Manejadora:					Entrada Condensador:					
Salida Manejadora:					Salida Condensador:					
Ambiente interior:					Ambiente exterior:					
VERIFICACION DE OPERACION DE CONTROLES										
Operación control de alta					Operación Termostato					
Operación control de baja					Operación Temporizador					
Super Heat					Sub Cooling					
Técnico			Supervisor				Cliente			
_____			_____				_____			

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Registro diario de mantenimiento

En este formato se realiza un informe diario de las actividades realizadas en los equipos, de tal manera que sirve de apoyo para la programación de actividades de mantenimiento correctivo que se deben realizar (Ver tabla 9).

El registro diario está comprendido por:

- Fecha
- Nombre del equipo
- Código del equipo
- Coordinador de turno
- Numeración de trabajos a realizar.
- Trabajo a realizar
- Verificación de la realización del trabajo
- Observaciones del mantenimiento.

Tabla 9. Formato de registro de inspección diaria de los equipos

 TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA					HOJA N°:
Fecha: Cliente: Contacto: Teléfonos:			N° Pedido: NIT: Dirección:		
INSPECCIÓN DIARIA EQUIPOS					
Fecha: Coordinador:					
VERIFICACION DE OPERACIÓN DE CONTROLES					
N°	Equipo	Código del equipo	Trabajo a realizar	Responsable	Observaciones
OBSERVACIONES GENERALES: _____ _____ _____ _____					

Fuente: elaboración propia

7. CONCLUSIONES

- La elaboración de un plan de mantenimiento para el sistema de aire acondicionado busca mantener los equipos operando, reduciendo las fallas que se puedan presentar y controlando las causas de las mismas, de esta manera se evita que problemas simples que puedan afectar el sistema deriven en un malfuncionamiento general y se convierta en una grave avería.
- El mantenimiento aplicable en un aire acondicionado busca minimizar los costos, maximizando la confiabilidad y la eficiencia del equipo, de tal modo que se potencie el proceso productivo en el que se utilice.
- El plan de mantenimiento permitirá disminuir la frecuencia de las actividades de mantenimiento preventivo sin sacrificar la confiabilidad y operatividad del equipo, por tanto se pueden gestionar mejor los costos y como permitirá estandarizar las actividades de mantenimiento se disminuye la posibilidad de que se cometan errores por el personal de mantenimiento.
- Con la elaboración del Plan de mantenimiento se podrá maximizar el tiempo de vida del equipo y su correcto funcionamiento.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda limpiar el condensador de la unidad como mínimo una vez al año. Todos los terminales de conexión deben ser revisados y si hay presencia de humedad, deben instalarse o cambiarse los secadores de filtro para eliminar esa humedad.
- Cuando los filtros se atascan, aumenta la intensidad de trabajo de los equipos consumiendo más energía y generando un desgaste mayor. Por esto se recomienda limpiar los filtros frecuentemente (cada 15 días preferiblemente)
- Anualmente se debe arreglar los compresores, cambiar el refrigerante y los repuestos que sean necesarios.
- Se recomienda usar compuestos biocidas adecuados, para eliminar la contaminación de los sistemas de climatización por microorganismos como bacterias, hongos y levaduras.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ARIAS, Luz Dary. “Diseño de un formato base para el registro de hojas de vida de los equipos y proponer un manual de mantenimiento para la planta de Avidesa Mac Pollo Frigoandes”. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Electrónico. Universidad Industrial de Santander. Santander (Colombia). 2004
- [2] CARNICER, Enrique. *Aire Acondicionado*. Ediciones Paraninfo, Madrid (España). 2006
- [3] DÍAZ, Victorio y BARRENECHE, Raúl. *Acondicionamiento Térmico de Edificios*. Ed. Nobuko, Buenos Aires (Argentina). 2005
- [4] MARRERO, José. “El mantenimiento aplicable en un aire acondicionado para su continuo funcionamiento como sistema de refrigeración ambiental”. Ciudad Bolívar (Venezuela). 2011
- [5] MORAN, Michael; SHAPIRO, Howard. *Fundamentos de termodinámica técnica 5ed.* Ed John Wiley & Sons Ltd, Chichester (England). 2006
- [6] PINZÓN, Abel y PÉREZ, Fedor. “Instructivo para el mantenimiento del aire acondicionado de sistema Multi-V del edificio de administración II del campus central de la Universidad Industrial de Santander”. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Electrónico. Universidad Industrial de Santander. Santander (Colombia), 2011
- [7] TRICOMI, Ernest. *ABC del Aire Acondicionado*. Ed. Marcombo, Barcelona (España). 1992
- [8] TRUJILLO, Diego. “Módulo 6. Sistemas de refrigeración y aire acondicionado”. En: E-URE curso virtual del uso racional de la energía desarrollado por Colciencias, Unidad de Planeación Minero Energética UPME y las universidades Pontificia Bolivariana, UNAL- Sede Medellín. 2014

10. CIBERGRAFIA

- [1] Aires Acondicionados. “Por qué se congela el aire acondicionado” [en línea]. 2014. Disponible en: <http://www.aires-acondicionados.info/2013/08/por-que-se-congela-el-aire-acondicionado.html>

- [2] Centrodeartigos.com. “Refrigeración por compresión de vapor” [en línea]. 2014. Disponible en: http://centrodeartigo.com/articulos-utiles/article_103062.html

- [3] E-URE curso virtual del uso racional de la energía [en línea]. 2014. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Eure/>