

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS
DE AIRE ACONDICIONADO POR UNA EMPRESA DE SERVICIO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS ALEJANDRO TZIAN CANO

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 1997


PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS
DE AIRE ACONDICIONADO POR UNA EMPRESA DE SERVICIO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 29 de mayo de 1,995.



Carlos Alejandro Tzian cano

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO	Ing. Jack Douglas Ibarra Solorzano
VOCAL TERCERO	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL QUINTO	Br. Wagner López Cáceres
SECRETARIO	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Osmar Omar Rodas Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Jaime René Urbina Yong
EXAMINADOR	Ing. Julio Amilcar Noriega Mota
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 2 de abril de 1997

Ingeniero
Carlos Pérez
Director Escuela Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Señor Director:

Atentamente me dirijo a Usted para presentarle el trabajo de tesis titulado "MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DE - AIRE ACONDICIONADO POR UNA EMPRESA DE SERVICIO" realizado por el estudiante CARLOS ALEJANDRO TZIAN CANO, el cual fue revisado por mí en su totalidad.

El trabajo presentado por el estudiante Tzian Cano ha sido desarrollado, satisfaciendo los requisitos reglamentarios, - consultando la bibliografía adecuada y siguiendo las recomendaciones de la asesoría.

Por todo lo anterior, me permito por medio de la presente dar la aprobación correspondiente al mencionado trabajo de tesis, para los efectos de graduación del autor.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para testimoniarle las muestras de mi más alta consideración, suscribiéndome como su atento y seguro servidor.

Pedro E. Kubes
Ing. Pedro E. Kubes
ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala.
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del área de Materiales y Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado **Mantenimiento Preventivo para Sistemas de Aire Acondicionado por una Empresa de Servicio**, del estudiante Carlos Alejandro Tzian Cano, recomienda su autorización.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Arturo Estrada Martínez
Coordinador de Área

Guatemala, abril de 1,997.

/behdei.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

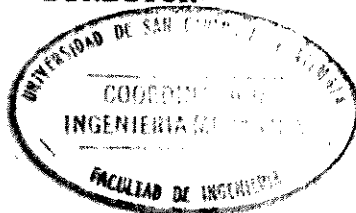
Apartado Postal 217-I-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Area de Materiales y Complementaria, al trabajo de tesis titulado **Mantenimiento Preventivo para Sistemas de Aire Acondicionado por una Empresa de Servicio**, del estudiante **Carlos Alejandro Tzian Cano**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR



Guatemala, mayo de 1,997.

/behdei



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, al trabajo de tesis titulado Mantenimiento Preventivo para Sistemas de Aire Acondicionado por una Empresa de Servicio, presentado por el estudiante universitario Carlos Alejandro Tzian Cano, procede a la autorización para la impresión del mismo.

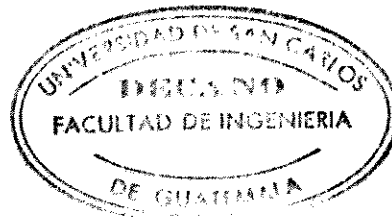
IMPRIMASE

ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS

D E C A N O

Guatemala, junio de 1,997.

/behdei.



ACTO QUE DEDICO A:

AL TODO PODEROSO

MIS PADRES

ALEJANDRO TZIAN
GLADYS FRANCISCA CANO DE TZIAN

MIS HERMANOS

MARÍA DOLORES
ELIZABETH
ANA MARIBEL
GUILLERMO
GLADIS MERCEDES
FREDDY FRANCISCO

GUATEMALA.

MI AGRADECIMIENTO A:

ING. PEDRO ENRIQUE KUBES ZACEK

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALMENTE A LA ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA Y CATEDRÁTICOS

Y A LAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA
FORMA COLABORARON PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

I N D I C E

	PÁGINA
Indice de gráficas.	iv
Indice de tablas.	v
Glosario.	vi
Introducción.	xii
1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE DIFERENTES CAPACIDADES.	1
1.1 Aire acondicionado	
1.2 Sistema de aire acondicionado.	
1.3 Ciclo termodinámico de refrigeración.	
1.4 Componentes de un sistema de aire acondicionado.	2
1.4.1 Evaporador.	
1.4.2 Condensador.	3
1.4.3 Sistema de ductos de conducción de aire acondicionado, suministro.	
1.4.4 Otros componentes del sistema.	
1.4.4.1 Compresores.	
1.4.4.2 Válvula de expansión.	4
1.4.4.3 Filtros.	
1.5 Localización de los componentes del sistema.	7
1.6 Refrigerante.	
1.7 Clasificación de los equipos de aire acondicionado.	
1.7.1 Equipo tipo ventana.	8
1.7.2 Equipo tipo mini-"split".	
1.7.3 Equipo tipo "split".	
1.7.4 Equipo tipo paquete.	9
1.7.5 Equipo tipo "chiller" y otros.	
2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.	13
2.1 Introducción.	
2.2 Objetivos.	14

	PÁGINA
2.3 Tipos de mantenimiento.	14
2.3.1 Mantenimiento preventivo.	
2.3.1.1 Mantenimiento preventivo mensual.	
2.3.1.1.1 Revisión del sistema eléctrico.	15
2.3.1.1.2 Revisión del sistema mecánico del equipo.	
2.3.1.1.3 Verificación de la carga de refrigerante (gas).	16
2.3.1.2 Mantenimiento preventivo trimestral.	
2.3.1.2.1 Revisión del sistema eléctrico, mediciones y ajuste de los elementos.	
2.3.1.2.2 Revisión mecánica del sistema.	17
2.3.1.3 Mantenimiento preventivo semestral.	19
2.3.1.3.1 Revisión del sistema eléctrico.	
2.3.1.3.2 Revisión mecánica del sistema de aire acondicionado.	25
2.3.1.3.3 Medición de presiones, alta y baja, del sistema de refrigeración.	31
2.3.1.3.4 Revisión de aislantes tubería de refrigerante y ductos para el suministro de aire.	32
2.3.1.3.5 Medición de temperaturas, suministro y retorno de aire.	33
2.3.1.3.6 Medición de la humedad relativa.	
2.3.1.3.7 Revisión de filtros, prefiltros y filtros para el aire fresco de reposición, lavado a presión.	35
2.3.1.3.8 Lavado a presión (externa) de los serpentines de condensación y evaporación.	
2.3.1.3.9 Limpieza a presión del evacuador de condensado.	39
2.3.1.3.10 Revisión de fugas de refrigerante, en las tuberías y accesorios, verificación del visor de refrigerante y filtro secador.	
2.3.1.3.11 Revisión del nivel de aceite, compresor.	41
2.3.1.3.12 Revisión del control de humedad, humidistato, presóstato, termóstato, controles que	42

automatizan el sistema.	
2.3.1.3.13 Revisión del sistema de ductos, cargadores, tensores, uniones de los ductos.	43
2.3.1.3.14 Revisión de los protectores electrónicos, de fase, retardadores de arranque.	44
2.3.2 Mantenimiento correctivo.	46
2.3.3 Mantenimiento por falla.	
3. CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	47
3.1 Definición.	
3.2 Objetivos.	
3.3 Control para el inventario de equipos de aire acondicionado.	
3.3.1 Programa de mantenimiento.	
3.4 Orden de trabajo.	50
3.5 Ficha histórica de los equipos.	
3.6 Otros elementos de control.	
4. MANTENIMIENTO POR FALLA EN LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO.	54
4.1 Definición.	
4.2 Objetivos.	
4.3 Problemas y posibles soluciones.	
Conclusiones.	xiii
Recomendaciones.	xiv
Bibliografía.	xv
Anexos.	xvii

INDICE DE GRÁFICAS

No. DE GRÁFICA	NOMBRE	No. DE PÁGINA
1	Ciclo de Carnot invertido	2
2	Sistema de ductos y unidad evaporadora	4
3	Compresor hermético	5
3a	Compresor en "V", semi-hermético	6
4	Equipo tipo ventana	8
5	Equipo tipo mini-"split"	9
6	Equipo tipo " split"	10
7	Equipo tipo paquete	11
8	Equipo tipo "chiller"	12
9	Relación costo-tiempo	13
10	Bobina magnética	22
11	Capacitor de arranque y marcha	
12	Capacitor común, marcha y arranque	23
13	Alineación de poleas	27
14	Tensión de las fajas de transmisión de potencia	
15	Amortiguador	28
16	Chumaceras	29
17	Rotor, ventilador centrífugo	30
18	Múltiple de manómetros	32
19	Aislante en ductos y tubos de refrigeración	33
20	Puntos de medición sugeridos, temperatura y humedad	34
21	Medidores de humedad y temperatura	36
22	Tipos de filtro	
23	Serpentín, calentador a vapor	39
24	Bandeja colectora de condensado	40

No. DE GRÁFICA	NOMBRE	No. DE PÁGINA
25	Visor con indicador de humedad	41
26	Visor del nivel de aceite, compresor	
27	Presostato	43
28	Circuito protector por sobre-carga	44
29	Diagrama de un control de voltaje	45
30	Diagrama de un control de voltaje	
31	Diagrama de un control de voltaje	
32	Representación de un sistema de refrigeración con relevador	xvii
33	Verificador de capacitancia	xviii
34	Vista de un equipo tipo "split"	xix
35	Carga de refrigerante a un equipo	
36	Instalación eléctrica	xx

OTROS DOCUMENTOS

Orden de trabajo de mantenimiento	48
Información de la hoja de trabajo	49
Gráfica de eficiencia de mantenimiento	52
Control de mantenimiento	53

INDICE DE TABLAS

	No. DE PÁGINA
Registros de mantenimiento y su uso	xxi y xxii
Registros de mantenimiento y quien ejecuta	xxiii y xxiv

GLOSARIO

AIRE: mezcla de oxígeno, nitrógeno y cantidades de gases raros, como el argón.

AIRE ACONDICIONADO: es aquel aire que pasa por un proceso de acondicionamiento de temperatura, humedad y de limpieza especificada.

AISLANTE: plástico celular o vidrio celular los cuales presentan resistencia al agua, al vapor de agua y son buenos aislantes.

ALTA PRESIÓN: presión del lado de la descarga del compresor.

ALTO VOLTAJE: diferencia de potencial arriba del permisible.

AMONIACO: es uno de los refrigerantes más antiguos, compuesto de una parte de nitrógeno y tres partes de hidrógeno, NH₃, con un punto de ebullición de -28 F.

AMPERAJE DE ARRANQUE: demanda, en amperios, para el arranque.

AMPERAJE DE MARCHA: demanda, en amperios, para la marcha, es menor que el amperaje de arranque.

ANHIDRIDO CARBÓNICO: refrigerante seguro, sus presiones de trabajo son elevadas y la potencia absorbida por tonelada de refrigeración ha restringido su empleo, excepto en casos especiales.

ÁREA ACONDICIONADA: espacio, habitación, área de producción a la que se le suministra el aire ya acondicionado.

BAJADA: ducto que conecta al sistema de aire acondicionado principal o secundario, del suministro, con el difusor o rejilla.

BAJA PRESIÓN: presión del lado de la succión del compresor.

BAJO VOLTAJE: diferencia de potencial por debajo de la permisible, menor de 208 voltios, por ejemplo.

BLOCK TERMINAL: barra de cobre de 1/4" de espesor. Partida del suministro de potencial para las diferentes cajas de distribución.

BULBO REMOTO: elemento de la válvula termostática que está en contacto directo con la tubería de refrigerante.

CAÑUELA: perfil tipo "C" cerrada, de lámina galvanizada que se usa para la unión de los ductos.

CAPACITOR: dispositivo eléctrico seco para el arranque y lleno de aceite para la marcha, se usa en los motores eléctricos monofásicos.

CARGA DE REFRIGERANTE: peso en libras o kilos del refrigerante que usa una unidad de refrigeración.

CICLO TERMODINÁMICO DE REFRIGERACIÓN: representación gráfica del funcionamiento de un motor térmico siguiendo el ciclo de Carnot invertido.

"CHILLER": enfriador, es un sistema de gran capacidad y alta eficiencia, enfriado por aire, agua o aire y agua. Consta de tres circuitos: refrigeración, agua y anticongelante y aire a acondicionar o proceso a realizar.

CHUMACERA: elemento de máquina constituido por un rodamiento y una superficie lisa entre el rodamiento y el cuerpo.

COMPRESOR: es el encargado de elevar la presión del refrigerante,

consta de un motor eléctrico, cilindros, anillos, camisas para el enfriamiento, válvulas, cigueñal, cárter, etc.

CONDENSADOR: serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio. Superficie de transferencia de calor.

CONDENSADO: vapor de agua contenido en el aire que al hacer contacto con los serpentines evaporadores se condensa.

CONTACTOR: bobina magnética, considerada una llave que puede ser activada con 12, 24 o más voltaje, se usa para absorber el impacto de la carga de amperios en las líneas de alimentación.

DAMPER: compuerta, se usa para la variación del volumen de aire suministrado.

DIFUSOR: reja decorativa, generalmente en aluminio, con directrices de flujo.

DUCTO: son los encargados de la distribución del aire al área a acondicionar, contruidos de lámina galvanizada con un máximo de 90 centímetros de longitud.

EVAPORADOR: serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio en donde se produce la evaporación del refrigerante y la absorción de calor.

EXPANSIÓN: estrangular el paso de refrigerante, variando la cantidad por medio de un orificio de diámetro variable, para producir un estado de entalpía constante.

EQUIPO TIPO VENTANA: sistema de aire acondicionado compacto y decorativo. Se coloca en un ventana o a través de la pared.

EQUIPO TIPO MINI_"SPLIT": sistema de aire acondicionado en donde la unidad evaporadora y condensadora están separadas.

EQUIPO TIPO "SPLIT": sistema similar al mini-"split" pero de mayor capacidad.

EQUIPO TIPO PAQUETE: sistema de aire acondicionado integrado, de gran capacidad, con ductos de suministro y retorno de aire.

EQUIPO TIPO "CHILLER": Léase "chiller".

FILTRO: elemento de material sintético, metal u otro, encargado de atrapar las partículas suspendidas en el aire.

FILTRO BOLSA: accesorio de material sintético en forma de bolsa y eficiencia de hasta un 85%.

FILTRO "HEPA": ver figura 35c, accesorio de alta eficiencia, se usa para el suministro de aire estéril. 99% de eficiencia y una pulgada de presión estática.

FACTOR DE POTENCIA: relación entre la potencia verdadera y la aparente.

FREON: hidrocarburo halogenado, muy apreciado por sus densidades, temperatura de congelamiento y ebullición.

FLECHA: elemento de máquina usado para transmitir potencia.

GLYCOL: etylene glycol, sustancia anticongelante que contiene un inhibidor, evitando así el congelamiento del agua de enfriamiento.

HUMEDAD RELATIVA: relación entre la cantidad de vapor de agua que

contiene el aire y la que podría contener estando saturado a la misma temperatura.

HUMIDISTATO: aparato de medición destinado a cuantificar la cantidad de vapor de agua contenida en el aire.

LINEA DE SUCCIÓN: tubería con baja presión del lado de la succión del compresor.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO: tiene por objetivo predecir, usando como herramienta el mantenimiento preventivo, estadísticas de falla, historial del equipo, recomendaciones del fabricante.

MANEJADORA: nombre que se le da a la unidad evaporadora o a la parte en donde se encuentran los ventiladores de suministro de aire.

PRESÓSTATO: elemento de protección que actúa en respuesta a la baja o alta presión, según los rangos de operación establecidos.

PRLENUM: extensión en lámina que se coloca a la manejadora o unidad evaporadora, en donde se instalan las rejillas del suministro de aire.

PREFILTRO: este se coloca antes de los filtros.

REFRIGERANTE: sustancia que se usa para transferir el calor en un sistema de refrigeración.

RODAMIENTO: elemento de máquina formado por dos cilindros concéntricos entre los que se intercala una corona de bolas o rodillos que pueden girar libremente disminuyendo el rozamiento.

SOBRECALENTAMIENTO: se refiere a la diferencia de temperatura entre el vapor del lado de baja presión y el bulbo remoto (superheat).

SOLENOIDE: bobina magnética, el elemento suspendido en su centro funciona como un imán, con la finalidad de accionar otro dispositivo.

TERMOSTATO: aparato que regula automáticamente la temperatura del equipo, se basa en la dilatación de los cuerpos.

VÁLVULA TERMOSTÁTICA DE EXPANSIÓN: dosifica el refrigerante que pasa por el evaporador, se controla termostáticamente. El bulbo y el diafragma están conectados por un tubo capilar cargado con un fluido volátil.

ABREVIATURAS

1. AGMA: American Gear Manufacturing Association (Asociación Americana de fabricantes de engranajes).
2. API: American Petroleum Institute (Instituto Americano del petróleo).
3. ASTM: American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para pruebas de materiales).
4. °C : Grados de temperatura Celcius.
5. °F: Grados de temperatura Fahrenheit.
6. NLGI: National Lubricating Grease Institute (Instituto Nacional de grasas Lubricantes).
7. RPM: Revoluciones por minuto.
8. SAE: Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo de cualquier tipo de maquinaria en la industria, es uno de los principales factores que influyen en la vida útil del equipo y en la fluidez de todo proceso productivo.

Fundamentalmente, se pretende aportar material de apoyo a personas que provean servicio de mantenimiento a sistemas de aire acondicionado, con procedimientos de mantenimiento adecuados y eficientes, basados en la experiencia y en los conocimientos de ingeniería.

A través de los años se ha trabajado, básicamente, con una organización definida a procesos productivos, casi siempre apoyados en teorías de falsos ahorros, descuidando otros aspectos de previsión y de ahorro tangible, como lo es el mantenimiento preventivo y la tecnificación del personal; además, la ausencia de material de apoyo y la aplicación inadecuada de los procedimientos de mantenimiento, debido a la falta de conocimientos técnicos del personal a cargo de esta actividad, dificulta más aún este problema.

Aunque se pretendió la estandarización de los procedimientos de mantenimiento preventivo mecánico y eléctrico, es importante recordar que estas actividades no son repetitivas, requieren una larga preparación y dependen en gran parte de la destreza individual.

Especialmente, se ha decidido trabajar sobre mantenimiento preventivo, porque es parte esencial en la industria de ambiente controlado, como medio predictivo y preservador de los equipos.

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE DIFERENTES CAPACIDADES

1.1 Aire acondicionado

El aire es una mezcla de oxígeno, nitrógeno y pequeñas cantidades de gases raros, como el argón. El aire atmosférico también contiene humedad en cantidades variables. Por lo tanto, el aire que se va a acondicionar se podrá llamar una mezcla de aire seco y vapor de agua. El aire acondicionado, es el aire atmosférico que pasa por un proceso de acondicionamiento de temperatura, humedad y limpieza específicos.

1.2 Sistema de aire acondicionado

Es el equipo necesario para el proceso de un acondicionamiento de aire, como filtros, maquinaria de refrigeración, sistema de impulsión y transporte del aire tratado.

1.3 Ciclo termodinámico de refrigeración

Es el funcionamiento de un motor térmico siguiendo el ciclo ideal de Carnot invertido; el diagrama temperatura-entropía, figura No. 1, representa el conjunto de procesos efectuados con un medio, fluido refrigerante.

En el ciclo de Carnot, se efectúa trabajo sobre el refrigerante para elevar la temperatura desde T_2 a T_1 y se suceden los fenómenos de expansión isoentrópica entre a y b , absorción de calor Q_2 representado por la superficie $b-c-f-e-b$, a una temperatura T_2 , mediante un aparato transmisor de calor, en el cual otro fluido, ya sea aire o líquido, se enfria. Aumento de la presión y elevación de la temperatura T_1 por medio de compresión isoentrópica entre los puntos de estado c y d .

Desde d hasta a, a es una temperatura absoluta T_1 y a presión constante, el calor fluye del medio, aire o líquido, el cual lo extrae del ciclo.

En el condensador el refrigerante pierde entalpía o calor latente de vaporización, y, si el líquido es sobreenfriado, parte de la entalpía del líquido. En cada etapa del ciclo real, no solamente la del compresor; el proceso es irreversible.

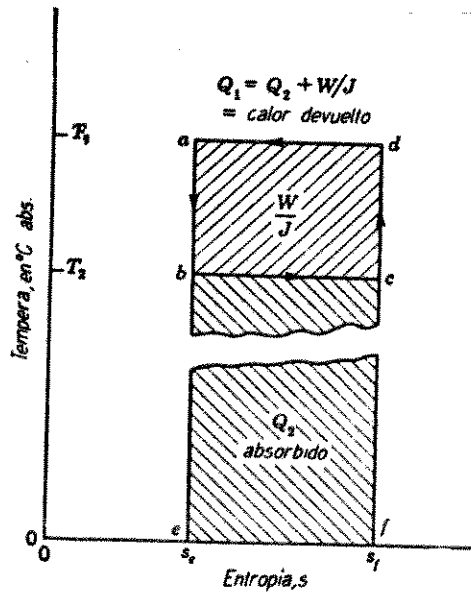


FIG. 1 Ciclo de Carnot invertido.

1.4 Componentes de un sistema de aire acondicionado

1.4.1 Evaporador

Pueden ser simples serpentines de tubos, tubos con aletas o de hierro colado. El refrigerante al vaporizarse, en el evaporador, absorbe calor del medio que se trata de enfriar, para bajar la temperatura, del agua o aire.

En la unidad evaporadora, como equipo, se encuentran: los serpentines evaporadores, colectores de condensado, el sistema de

impulsión de aire, calentador eléctrico o por vapor, lámparas ultra violeta para la regulación de la humedad relativa y el sistema de filtros.

1.4.2 Condensador

Son serpentines usados para evacuar el calor absorbido por la instalación de refrigeración, pueden ser enfriados por aire o agua. El serpentín condensador transforma el refrigerante del estado gaseoso al líquido.

1.4.3 Sistema de ductos para el aire acondicionado, suministro

El aire acondicionado se maneja con ventiladores que producen una columna de presión necesaria para vencer la resistencia a la circulación del aire y para suministrarle velocidad. Luego, los ductos guían al aire a su destino; los difusores o rejillas lo introducen a los espacios o áreas de proceso; rejillas de retorno recolectan el aire y ductos de retorno lo conducen de nuevo a la unidad evaporadora.

1.4.4 Otros componentes del sistema

1.4.4.1 Compresores

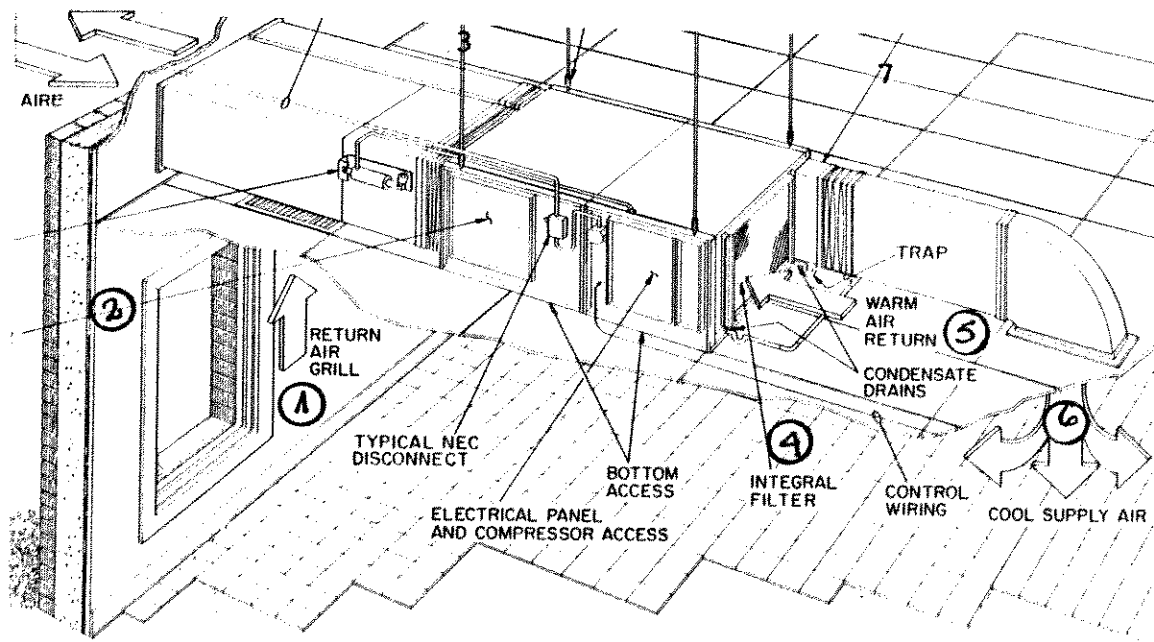
Estos son accionados por un motor eléctrico u otro, enfriados por aire o agua, el cárter de las máquinas modernas está encerrado y parcialmente lleno de aceite lubricante. El lubricante es salpicado por las manivelas en rotación, lubricando así todo el sistema (Ver figuras Nos. 3 y 3a). Los compresores centrífugos, generalmente de gran capacidad, se usan para producir temperaturas bajas. Se necesita un compresor para remover el gas del espacio enfriado, continuar la evaporación, elevar la presión del gas, que pueda ser condensado y pasar al estado líquido por los elementos condensadores.

1.4.4.2 Válvula de expansión

La unidad se controla termostáticamente, en este caso, el bulbo y el diafragma están conectados por un tubo capilar y cargados con un fluido volátil. Si se calienta el bulbo remoto, el fluido se evapora, con lo que aumenta la presión que se transmite al diafragma. Al aumentar la presión, el diafragma desciende y abre así la válvula, la cual regula el paso de refrigerante hacia el evaporador.

1.4.4.3 Filtros

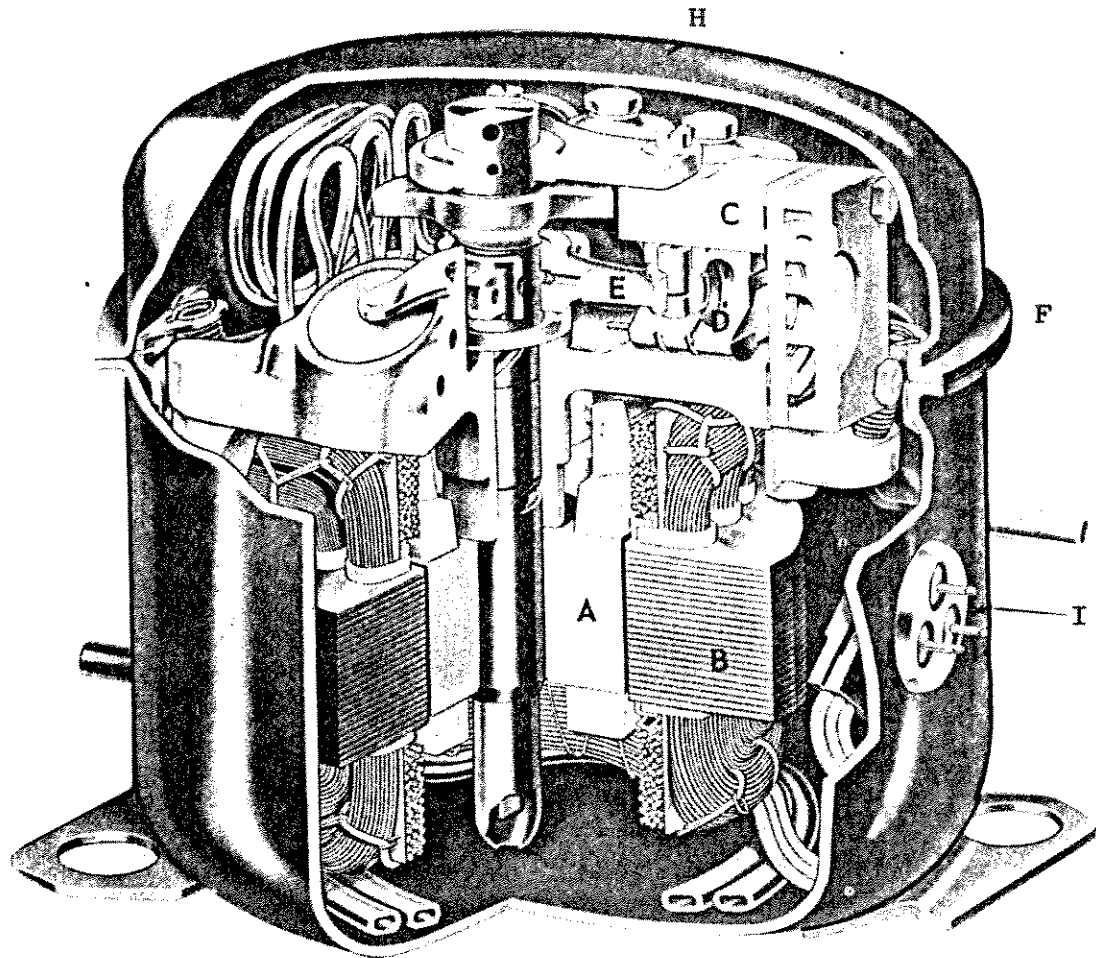
Para purificar y filtrar el aire ya acondicionado o de retorno, del polvo, humo, olores y otros contaminantes, se usan filtros y prefiltros. Estos pueden ser desechables o permanentes.



Sistema de ductos y unidad evaporadora

Figura No. 2

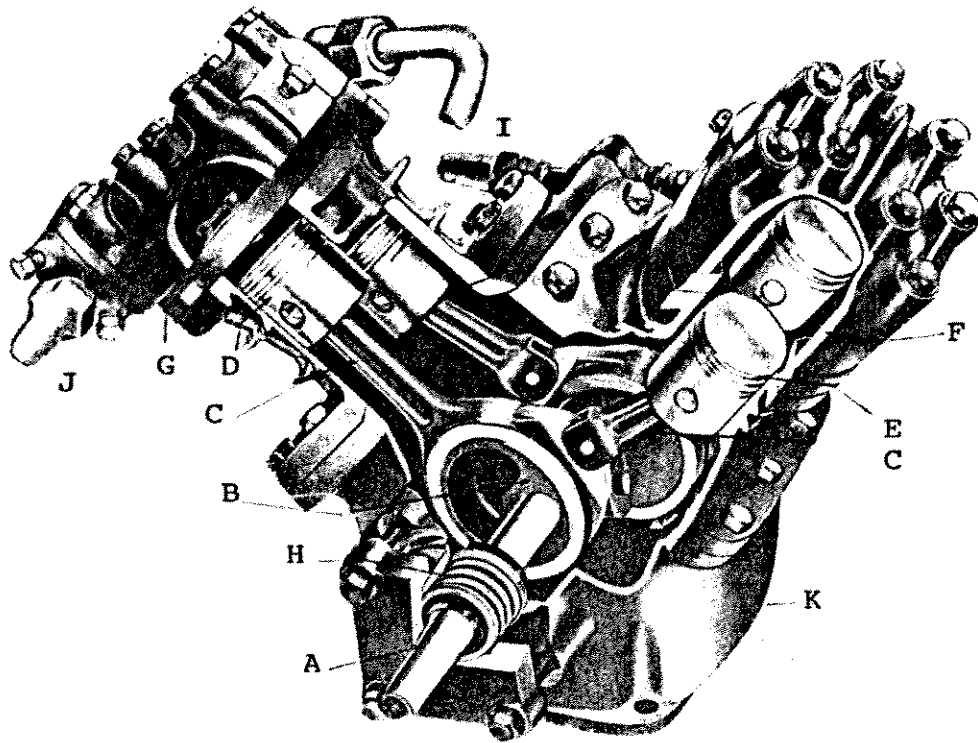
- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Rejilla, retorno del aire | 6. Aire acondicionado |
| 2. Acceso a los serpentines evaporadores | 7. Calentadores eléctricos |
| 3. Cargadores o soportes | |
| 4. Filtros | |
| 5. Aire de retorno | |



Compresor hermético

Figura No, 3

- A Rotor del motor
- B Estator
- C Cilindro
- D Pistón
- E Biela
- F Unión, soldadura
- H Carcasa
- I Terminales, conexión eléctrica



Compresor en "v", semi-"hermético"

Figura No. 3a

- A Cigüeñal
- B Excéntrica
- C Biela
- D Pistón
- E Anillos
- F Cilindro
- G Válvulas
- H Sello del cigüeñal
- I Válvula de servicio, baja presión
- J Válvula de servicio, alta presión
- K Cáster

1.5 Localización de los componentes del sistema

1.5.1 Unidad condensadora

Puede estar instalada a la intemperie o en un área protegida, en donde haya suficiente suministro de aire y máxima seguridad para un mantenimiento accesible. Evítese sitios con acceso público. Además de asegurar un suministro de aire es recomendable un área limpia, sin elementos que puedan obstruir el trabajo de la unidad.

1.5.2 Unidad evaporadora

Estará instalada en el área más conveniente y accesible a los ductos de distribución de aire. Podrá estar anclada en la habitación entre el cielo falso del área a acondicionar, en el lugar de producción, etc., está en función de sus dimensiones, peso y especialmente de su funcionalidad.

1.5.3 Sistema de suministro y retorno de aire

Generalmente, se encuentran entre el cielo falso y la losa del edificio; las áreas a acondicionar tendrán suministro y retrorno de aire.

1.6 Refrigerante

Es la substancia que se usa para transferir el calor en un sistema de refrigeración. Trabaja recogiendo calor, evaporandose a temperatura y presión baja, entrega calor al condensarse a temperatura y presión alta.

1.7 Clasificación de los equipos de aire acondicionado

1.7.1 Equipo tipo ventana

Equipo de aire acondicionado compacto, decorativo, montado en un chasis deslizable. Consiste en un compresor, serpentín evaporador y condensador, el cual usa tubo capilar en lugar de la válvula de expansión.

1.7.2 Equipo tipo mini-"split"

Unidad de aire acondicionado de entre 1, 1.5 o 2 toneladas de capacidad (12000 BTUH = 1 TONELADA DE REFRIGERACION) en el cual la unidad evaporadora y condensadora están separadas.

1.7.3 Equipo tipo "split"

Al igual que el equipo tipo mini-"split", la diferencia está en su mayor capacidad de enfriamiento, por ejemplo 2.5 toneladas de refrigeración y más. Puede ser un sistema de tipo decorativo o con ductos de suministro y retorno de aire.

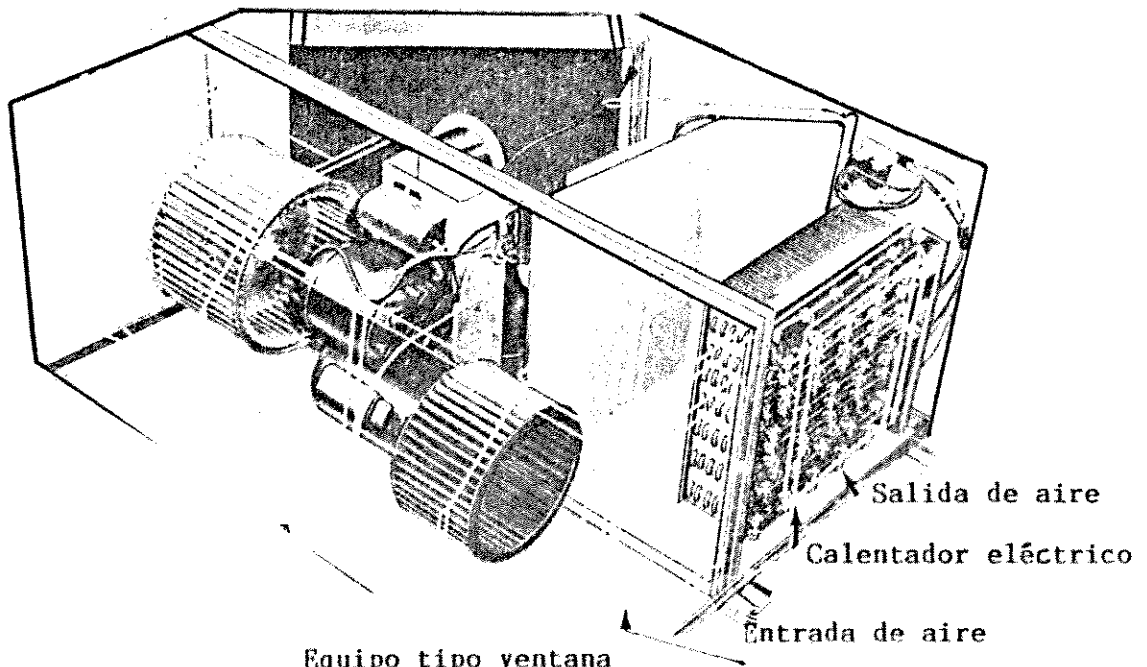


Figura No. 4

1.7.4 Equipo tipo paquete

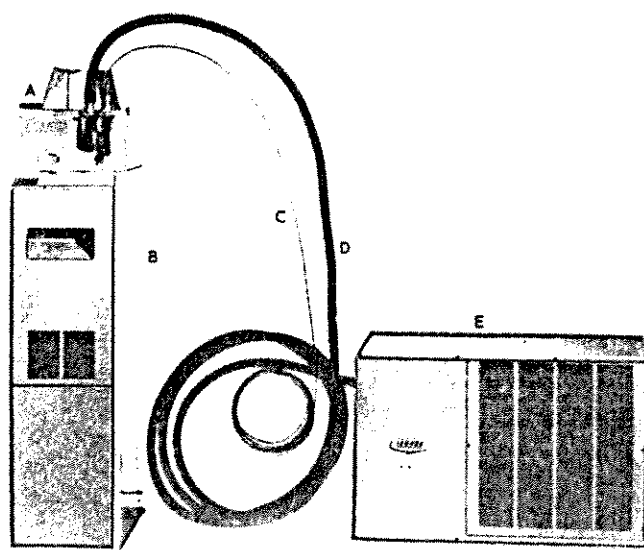
Es un sistema que incluye serpentines evaporadores y condensadores, compresor y el equipo para el manejo de aire en una sola unidad. Son equipos de gran peso y dimensiones, pueden suministrar grandes volúmenes de aire por minuto a través de un sistema de ductos. (Ver figura No.7)

1.7.5 Equipo tipo "chiller", enfriador, y otros

Enfriador, es un sistema de gran capacidad y de alta eficiencia, enfriado por aire, agua o aire y agua. Este consta de:

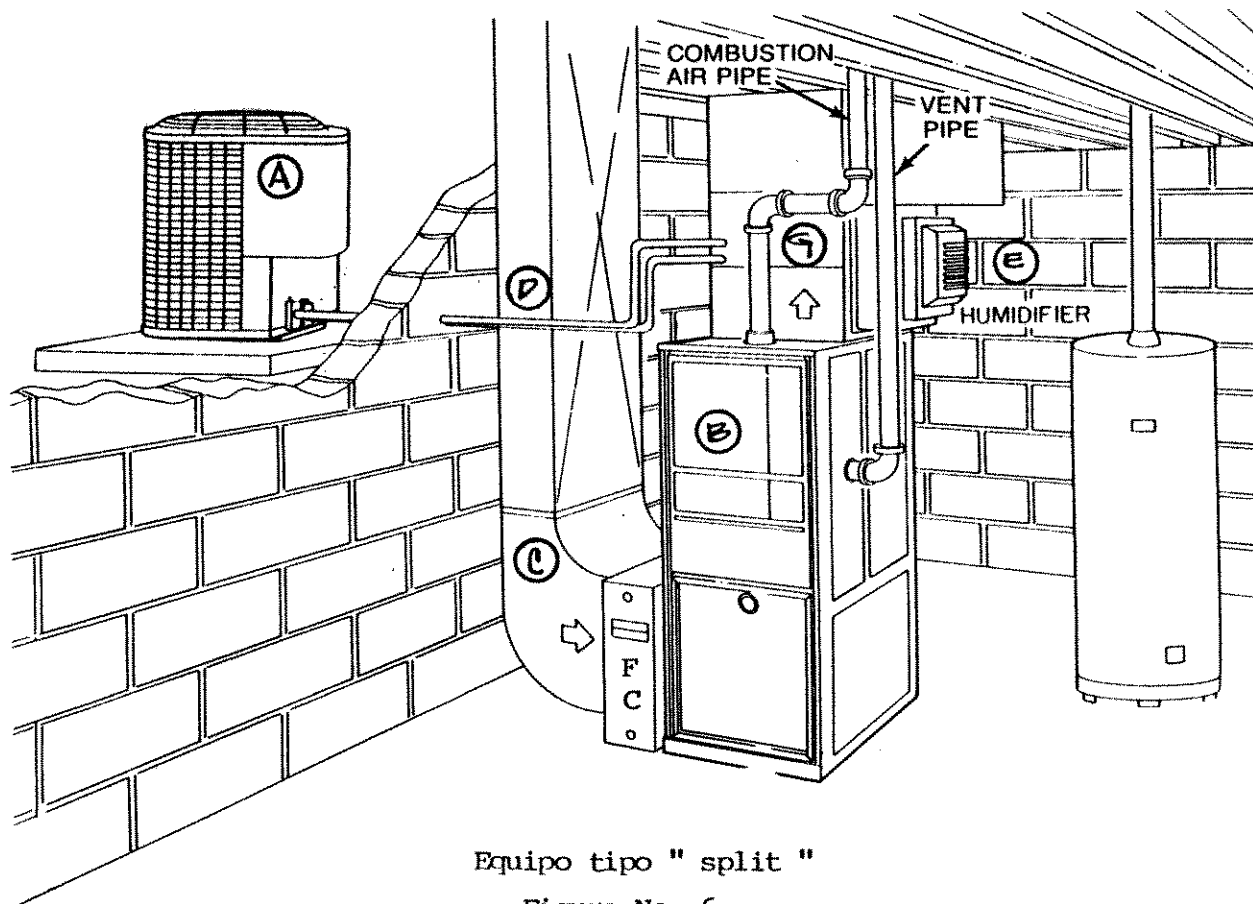
- Circuito de refrigeración.
- Circuito de agua y anticongelante.
- Circuito de aire a acondicionar o proceso a realizar.

Las temperaturas de operación están entre 1°C y 4.4°C , la solución anticongelante se agrega a todo sistema que trabaje a temperaturas menores a 0°C .



Equipo tipo mini-" split"

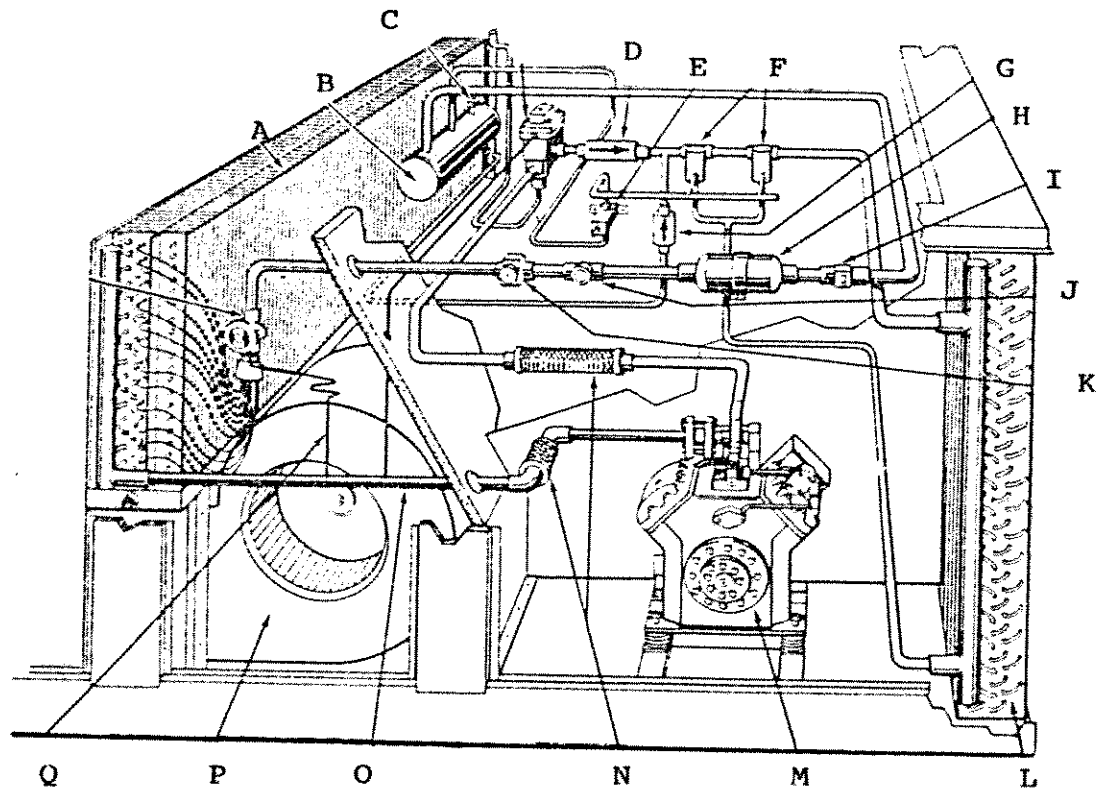
Figura No. 5



Equipo tipo " split "

Figura No. 6

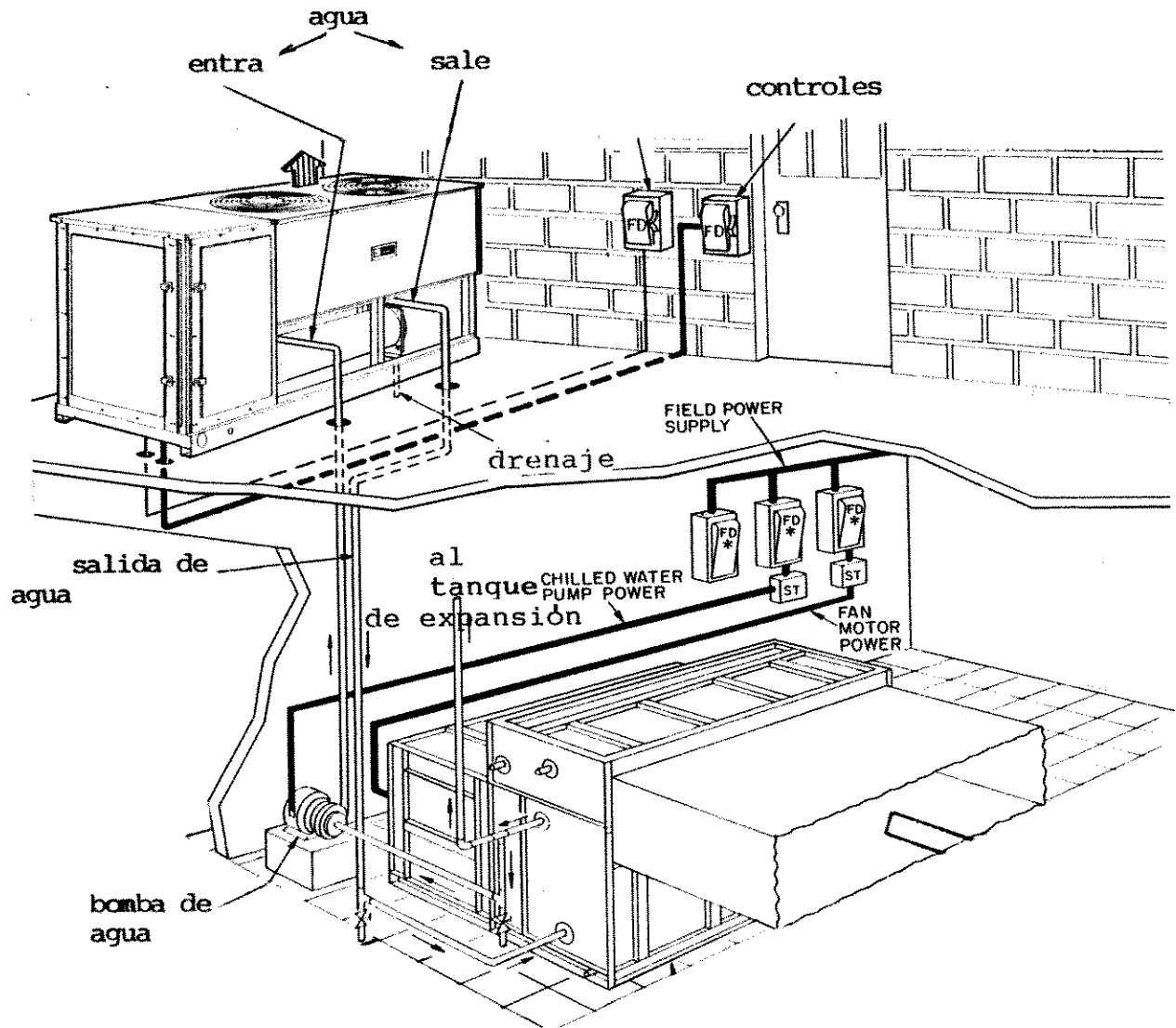
- A Unidad condensadora
- b Unidad evaporadora o manejadora
- C Retorno del aire
- D Tubería de refrigerante
- E Control de humedad, humidistato
- F Filtro, Limpiador eléctrico del aire
- G Ductos para el aire de suministro



Equipo tipo paquete

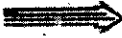
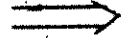



Figura No. 7

- | | |
|---|---------------------------|
| A Evaporador | N Eliminador de vibración |
| B Depósito receptor | O Línea de succión |
| C Válvula de alivio | P Ventilador |
| D Válvula unidireccional | Q Línea de balance |
| E Válvula de servicio, receptor | R Válvula de expansión |
| F Controles para presión | |
| G Válvula unidireccional | |
| H Filtro secador | |
| I Visor de líquido | |
| J Visor de líquido e indicador de humedad | |
| K Válvula solenoide | |
| L Serpentin condensador | |
| M Compresor en "V", semi-"hermético" | |



Equipo tipo " chiller "

Figura No. 8

-  Aire de la unidad condensadora
-  Aire de la unidad evaporadora o manejadora
-  Potencia de suministro
-  Control, cableado
-  Agua del enfriador, tubería

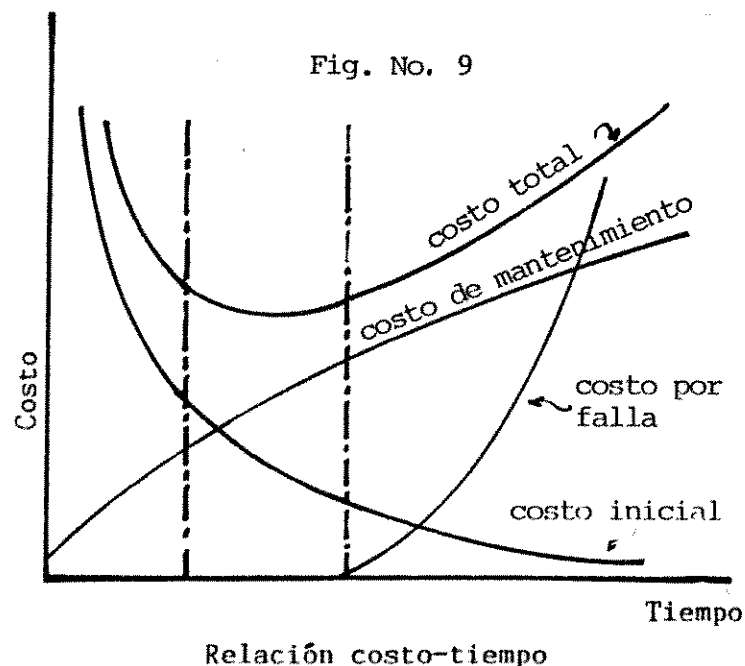
2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.1 Introducción

Consideraremos que mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método con el fin de conservarlo y proporcione el servicio para el que fue diseñado.

Para el administrador, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando los equipos o instalaciones. Este es el punto esencial, por tal motivo se debe equilibrar, en las labores de mantenimiento, los siguientes factores: la calidad económica del servicio y el costo mínimo de mantenimiento con la duración adecuada del equipo.

Desde el punto de vista de costo, estos factores dan a conocer que existe un costo total del servicio, el cual resulta de: el costo inicial del equipo considerando su depreciación, el costo de mantenimiento considerando su incremento y el costo de falta de servicio.



2.2 Objetivos

En la curva de costo total se nota que hay una zona en donde es mínima en función del tiempo, siendo uno de los objetivos del mantenimiento que ésta sea lo más larga posible, dentro de las naturales limitaciones, pero cuando el costo total rebasa esta zona, la reparación del equipo es obligada.

El servicio de mantenimiento tiene como objetivo conservar en perfecto estado de funcionamiento todos los elementos de la producción de la empresa, para lograr un máximo rendimiento, con la calidad adecuada y con un mínimo de costo. Reparar las averías que puedan producirse en máquinas e instalaciones en un mínimo de tiempo. Prever las posibles averías con anticipación para que éstas no se produzcan, eliminando los paros imprevistos.

2.3 Tipos de mantenimiento

Las funciones específicas del mantenimiento se clasifican en tres tipos de acuerdo a la naturaleza de su actuación.

2.3.1 Mantenimiento preventivo

Lo definiremos como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de las máquinas o instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción. Su finalidad es reducir al mínimo las averías y una depreciación excesiva. Debidamente dirigido, es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a la empresa recursos en conservación y operación. Se realiza a través de visitas, revisiones, lubricación y limpieza.

2.3.1.1 Mantenimiento preventivo mensual

2.3.1.1.1 Revisión del sistema eléctrico

Retire las cubiertas de las unidades para tener acceso a los paneles de control.

RECUERDE: antes de prestar un servicio de mantenimiento tome las consideraciones siguientes:

- a. Desactive o interrumpa el circuito principal de potencia.
- b. Coloque una advertencia, HOMBRES TRABAJANDO o MAQUINARIA EN MANTENIMIENTO; este debe ser lo suficientemente visible.

VERIFIQUE EL ESTADO DE:

- a. Los conductores eléctricos por
 - Quemaduras del forro y roce con otros elemento.
 - Lubricante derramado sobre ellos; límpielos si es necesario.
 - Empalmes en buen estado.
 - Continuidad de los protectores, seguros por sobre carga.
- b. Contactores o bobinas magnéticas por:
 - Quemaduras.
 - Desgaste de los elementos móviles y humedad.
 - Apriete de la tornillería.
- c. Capacitores por:
 - Derrames de dieléctrico y perforación de su estructura.
 - Terminales oxidadas o corroídas y pérdida de la capacidad.
- d. Realice las siguientes mediciones:
 - Amperaje de arranque y marcha.
 - Voltaje de operación, comparar con las nominales. (Leer sección f, página No. 25)

2.3.1.1.2 Revisión del sistema mecánico del equipo

VERIFIQUE EL ESTADO DE:

- a. Los serpentines evaporadores y condensadores por:
 - Fugas de refrigerante, corrosión, golpes u otros daños.

- b. Tuberías de refrigerante por:
Fugas en uniones, válvulas y accesorios.
- c. Filtros, prefiltros y filtros para el aire fresco:
lavar a presión con agua y detergente, si los difusores presentan suciedad prematura, éstos filtros deben sustituirse.
- d. Independientemente del medio, límpielos y lávelos por lo menos una vez por semana.

2.3.1.1.3 Verificación de la carga de refrigerante

El rendimiento del equipo depende en gran parte de este factor, según la experiencia lo ha demostrado.

- a. Verifique que no exista burbujeo excesivo, use el visor.
- b. Si es necesario, complete la carga de refrigerante.
- c. Léase las presiones de operación del equipo y compárelas con las nominales y, si es necesario, realice las correcciones.

2.3.1.2 Mantenimiento preventivo trimestral

2.3.1.2.1 Revisión del sistema eléctrico, mediciones y ajustes de los elementos del sistema

VERIFIQUE EL ESTADO DE:

- a. Conductores eléctricos, contactores por:
 - Quemaduras en el forro de los conductores.
 - Roce con los elementos del sistema, desgaste del revestimiento.
 - Lubricante derramado sobre los conductores, límpielos.
 - Empalmes, su estado y protección.
 - Humedad o derrames de agua entre los conductores.
 - Apriete de tornillería y quemaduras en la estructura del contactor o guardamotor, sus terminales.
 - Desgaste de los elementos móviles, si es excesivo sustituya.
- b. Capacitores por:
 - Perforación del capacitor y derrames de aceite.

Terminales oxidadas o corroídas, sustitúyalas.

Pérdida de la capacidad del contactor, use un verificador.

c. Motores eléctricos por:

Conductores eléctricos, quemaduras del forro, desgaste, derrames de agua o aceite, estado de los empalmes.

Apriete de tornillería.

Terminales, ajuste, corrosión.

Protectores por sobre voltaje.

Retardadores de arranque.

Contactores o guarda-motor.

d. Realice las siguientes verificaciones:

Amperaje de arranque y de marcha en los motores, compare éstos con los nominales.

Voltaje de operación y compárelo con el nominal.

Lectura de humedad relativa y temperatura del aire de suministro.

e. Paneles de control y sistema eléctrico por:

Derrames de aceite o agua.

Desperfectos producidos por golpes, corrosión u otro.

2.3.1.2.2 Revisión mecánica del sistema

VERIFIQUE EL ESTADO DE:

a. Serpentes evaporadores y condensadores por:

Corrosión y fugas de refrigerante.

Estado de las aletas o elementos de transferencia de calor, suciedad excesiva en ellos.

b. Tuberías de refrigerante por:

Fugas en uniones, válvulas, elementos de seguridad, etc.

c. Filtros, prefiltros y filtros para el aire fresco de reposición.

Límpielos por lo menos una vez a la semana.

Lávelos a presión con agua y detergente. Si después de haberlos lavado los difusores presentan suciedad prematura, los filtros deben

sustituirse por nuevos.

El filtro para aire fresco de reposición, debe limpiarse con más regularidad.

d. Poleas por:

Alineación correcta de las mismas.

Estado de las cuñas y cuñeros, opresores y tornillería.

Desgaste del alojamiento de las fajas.

Si la polea es ajustable:

Cerciórese del estado de los bujes, rodamientos y tornillería.

Recuerde que las cuñas deben deslizarse con la parte móvil

En las poleas ajustables, generalmente, se usa una sola faja.

Tensión correcta de las fajas.

Estado de las mismas, si el sistema es múltiple, las fajas deben sustituirse al mismo tiempo.

Dirección correcta de la rotación.

e. Amortiguadores por:

Falla de los mismos.

Compresión excesiva del mismo (Leer sección 2.3.1.3.2, literal c).

f. Rodamientos:

Daños mecánicos, desmonte el rodamiento y verifique su estado, el desgaste, golpes en las pistas, corrosión, defectos de alineación, fisuras, estado de la jaula, etc.

g. Lubricación:

Períodos de recomendados y su ejecución.

Lubricante adecuado para el uso y tipo de carga.

h. Serpéntines:

Después de la inspección, lávelos con agua y detergente o con algún producto de venta en el mercado, use presión para eliminar la suciedad. una bomba de 50 PSI, por ejemplo.

Vuelva a verificar la existencia de alguna fuga de refrigerante o defectos.

Alinie las aletas, péinelas, estas deben permanecer en su posición

para aumentar la transferencia de calor y no obstaculizar el flujo de aire.

i. Realice las siguientes lecturas:

Lectura de presión, succión y descarga del sistema de refrigeración y compárelas con las nominales.

Si es posible, calibre los manómetros para obtener lecturas correctas.

Temperatura del aire de suministro y compárela con el diseño.

Lectura de la humedad del aire de suministro, si es un proceso ésta debe estar en el punto especificado.

j. Aislantes por:

(tubería de refrigeración y ductos)

Deterioro del mismo.

Pérdida o fin de la vida útil.

Los bulbos remotos deben permanecer perfectamente aislados.

k. Elementos de control por:

Daños en sus conexiones, accesorios mecánicos, elementos primarios de controles de presión, temperatura y humedad. (léase sección 2.3.1.3.6)

l. Evacuador de condensado por:

Obstrucción de la tubería, drenaje.

Lave la tubería a presión con el objetivo de eliminar la suciedad que se ha ido acumulando en las bandejas colectoras y fue arrastrada por el condensado.

Mantenga el desnivel de las bandejas.

2.3.1.3 Mantenimiento preventivo semestral

2.3.1.3.1 Revisión del sistema eléctrico,

Antes de prestar un servicio de mantenimiento tome las consideraciones siguientes:

- a. DESACTIVE el interruptor principal y asegúrelo para prevenir que sea activado.
- b. Pulse el botón de emergencia.
- c. Si la máquina se tiene que manejar durante la realización de estos trabajos, conecte la unidad a la alimentación de corriente, pero únicamente por el tiempo necesario.
- d. Coloque una advertencia, "MAQUINARIA EN MANTENIMIENTO" y asegure con un candado la caja principal de control.

En la unidad evaporadora, retire las cubiertas, encontrará los serpentines evaporadores, ventiladores centrífugos del suministro de aire, compresores para la refrigeración, colectores de condensado, elementos del sistema eléctrico y electrónico, depósito de refrigerante, eliminador de vibración de los compresores, visor de líquido y el sistema de filtros.

En la unidad condensadora, después de retirar las cubiertas encontrará, los serpentines condensadores, ventiladores del sistema de condensación, controles eléctricos y electrónicos de la unidad.

Retiradas las cubiertas, proceda a la limpieza y revisión del sistema eléctrico. Use brochas para eliminar el polvo y la suciedad de los componentes eléctricos y electrónicos. RECUERDE: nunca los limpie con agua u otros líquidos.

Revise los empalmes, cableado; deben estar perfectamente aislados, apriete la tornillería que sujeta las terminales, block terminal, protectores y otros; no los fuerce. Verifique que los protectores eléctricos estén en buen estado (fusibles), use un medidor de continuidad para verificarla.

Observe y verifique el estado de los conductores eléctricos por:

- a. Quemaduras en el forro o protector.
- b. Roce o desgaste del mismo.
- c. Lubricante derramado u otro líquido.

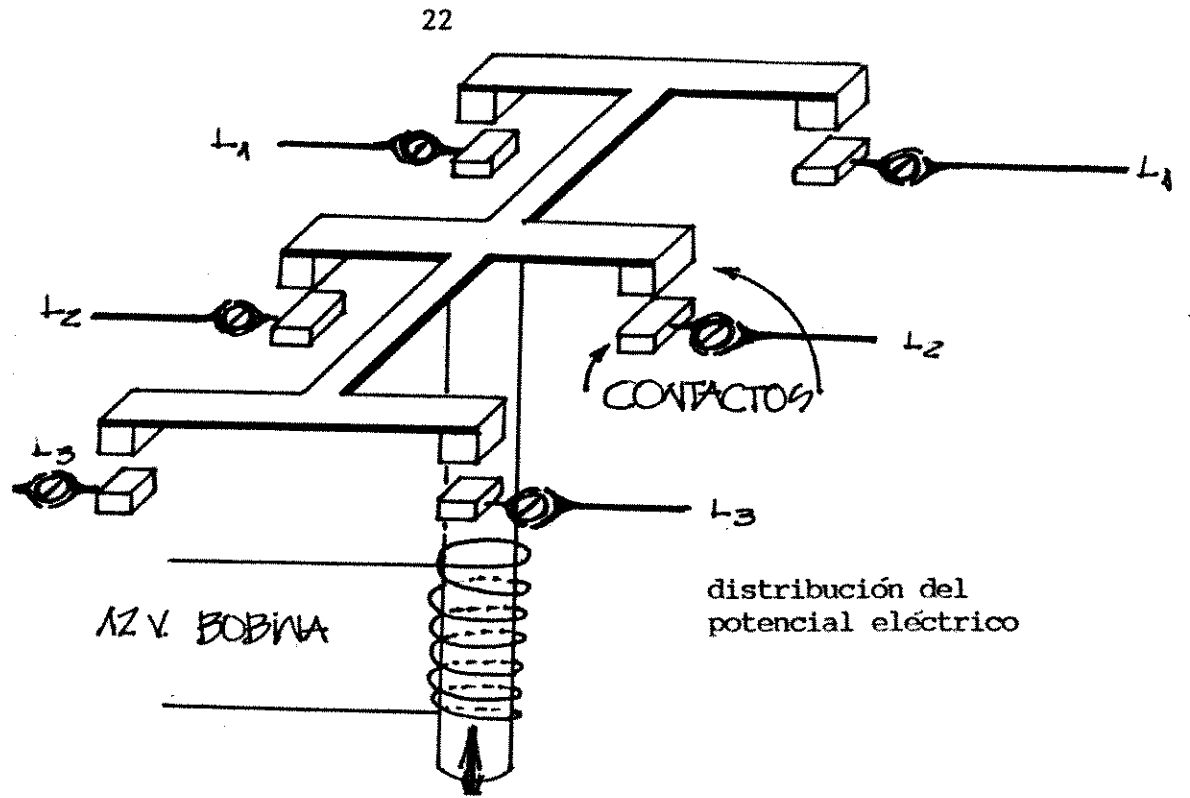
Las bobinas magnéticas o contactores trabajan con 12, 24, 110 voltios. Ahora se tiene una llave que puede ser activado por medio de la magnetización de una bobina en el lugar de una persona, son usados para absorber el impacto de la carga en amperios en las líneas de alimentación. En los contactores y protectores magnéticos revise los contactos por quemaduras, desgaste, quemaduras en la estructura, humedad, corrosión, apriete la tornillería; si es visible alguno de estos daños, corríjalos, ya que cuando se accione el sistema éste vibrará, habrá calentamiento excesivo y un consumo anormal de energía. (Ver sección de anexos)

a. Capacitor

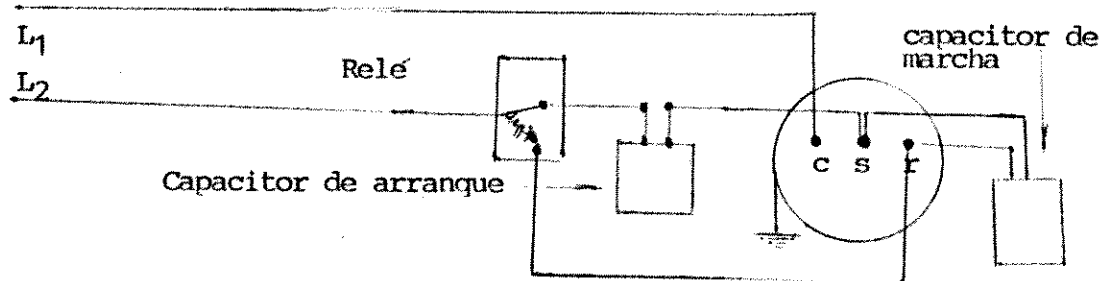
El capacitor se ha diseñado para ayudar al motor eléctrico, monofásico de 220 voltios, a arrancar con más rapidez y fuerza. El capacitor está acoplado de tal forma que se desconecta del devanado cuando el relé desconecta el devanado de arranque. Si el motor se diseñó para usar capacitor, este tendrá que usarse; se le conoce como capacitor de marcha. Muchas unidades lo emplean en un conjunto con el capacitor de arranque.

El capacitor está lleno de aceite, puede desempeñarse como capacitor de arranque y de marcha al mismo tiempo, eliminando así el relé y el capacitor de arranque. (Véase figura No. 12)

Verifique que no haya derrame de aceite, perforación en la estructura del capacitor, terminales oxidadas. Use un analizador para verificar su estado y funcionamiento, por ejemplo, un analizador AMMIE, lea cuidadosamente las instrucciones del analizador. (ver sección

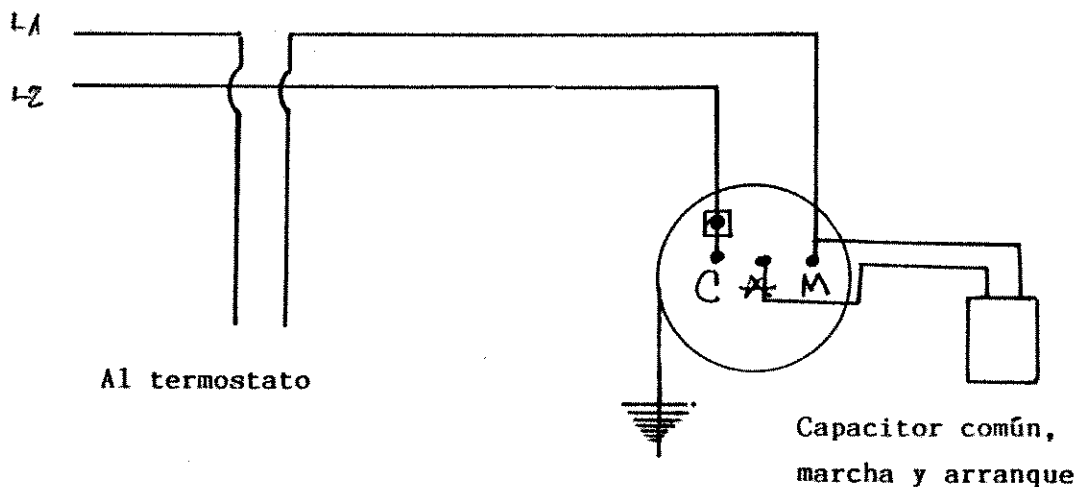


Bobina magnética
Figura No. 10



Capacitor de arranque y marcha
Figura No. 11

de anexos), los capacitores deben estar desconectados del circuito de potencia, no toque los extremos o terminales del mismo, descárguelo con el analizador.



Capacitor de arranque y marcha, común

Figura No. 12

b. Motor eléctrico

Al igual que a los compresores, se les debe prestar especial atención. Limpie las conexiones eléctricas, verifique el estado de sus elementos eléctricos, contactores, guarda motor, capacitores, barras de conexión, protectores de corriente, estado de los empalmes; si los elementos están dañados, sustitúyalos; recuerde que el ventilador del motor succionará polvo, aceite y partículas no deseadas sobre el cuerpo del motor, límpielo, esto evitará sobrecalentamiento del mismo.

Verifique el estado de las bobinas, resistencia, aislamiento, buen funcionamiento del rotor; y el adecuado funcionamiento de los rodamientos.

c. Circuitos electrónicos

En los circuitos electrónicos, tarjetas con componentes electrónicos, présteles especial atención, límpielos cuidadosamente con una brocha de cerdas finas y suaves, observe algún daño como corrosión, quebraduras, etc. En el mercado se pueden encontrar productos para la limpieza del sistema, sea cuidadoso si los usa.

d. Mediciones

Para poner en marcha el sistema de aire acondicionado, la limpieza, verificación y ajuste de todos los elementos debe haberse conluido. Al lavar a presión los componentes mecánicos, RECUERDE: los accesorios no deben estar mojados o húmedos, nunca accione el equipo si no está seguro.

Si al activar el sistema nada funciona, excepto las alarmas, no se preocupe, los dispositivos de seguridad están funcionando. Verifique el tiempo que transcurre entre el accionamiento y el arranque del equipo, según lo programado en los dispositivos de seguridad.

e. Voltaje

Use un voltímetro, en una escala de por lo menos 300 voltios de corriente alterna. Conecte las terminales del verificador a las del equipo, a la salida del guardamotor, fusibles, para cada motor o compresor. La medida debe estar dentro de un $\pm 10\%$ del potencial especificado, L1- L2, L1- L3, L2-L3.

f. Amperaje

De preferencia use un amperímetro de gancho o herradura, colóquelo alrededor del conductor y compare la lectura con la

permisible. Realice la operación con L1, L2, L3, para cada motor o compresor, en marcha y arranque.

La sumatoria del amperaje de todos los elementos eléctricos es el consumo total del sistema, recuerde que existe un amperaje de arranque y uno de marcha. El sistema trifásico comprende tres líneas vivas y un cuarto hilo denominado tierra.

Las variaciones en la tensión de las líneas afectan al factor de potencia y el rendimiento del motor o compresor. El par aumenta o disminuye proporcionalmente al cuadrado de la tensión, para un 90% de la tensión de la línea, con un 10% de caída de tensión, el valor del par es de solamente 81% del nominal, $0.9 * 0.9$. Una disminución de la tensión aumenta la intensidad a plena carga y por lo tanto, la temperatura del motor. Al aumentar la tensión pueden producirse efectos físicos como el deterioro del acoplamiento de la máquina, debido a un par de arranque excesivo e incluso algún daño a éste al aumentar violentamente el par de arranque y el par motor.

2.3.1.3.2 Revisión mecánica del sistema de aire acondicionado

a. Revise los serpentines evaporadores y condensadores con el objetivo de detectar algún daño, indicios de lubricante provocados por fugas de refrigerante, corrosión, aletas en mal estado, suciedad. Cerciórese del buen estado del aislamiento del equipo y el recubrimiento de los bulbos remotos, verifique la correcta posición del mismo.

Lave los serpentines, exteriormente, a presión con agua y detergente, al secar vuelva a verificar la existencia de fugas de refrigerante por indicios de aceite lubricante.

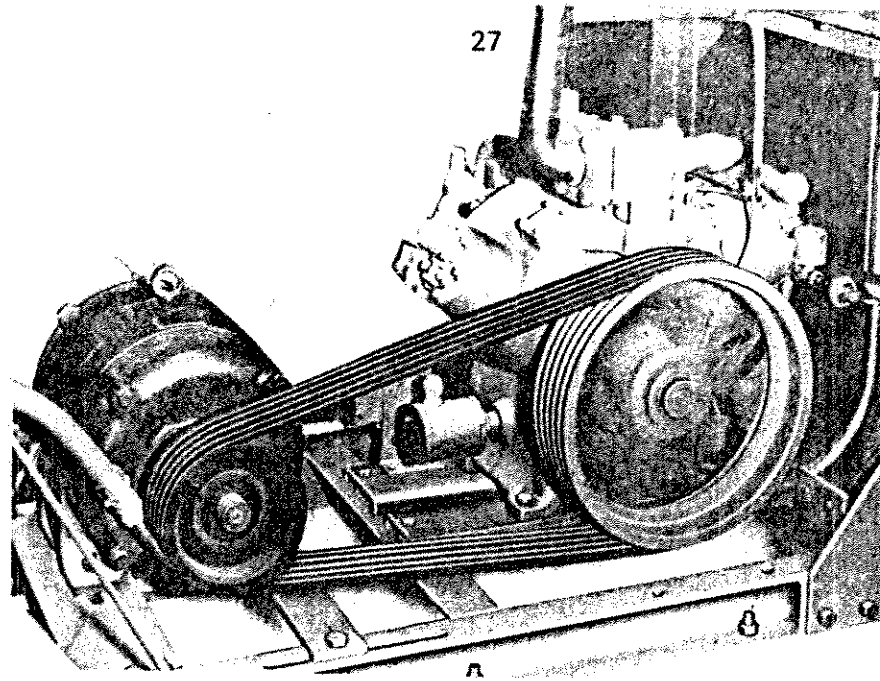
Verifique el buen estado de las tuberías de conducción de refrigerante, observe daños provocados por el roce con otros elementos del sistema, dobladuras de la tubería, uniones y

accesorios, fugas en los accesorios que fueron soldados. (Ver sección de anexos figura No. 34). La tubería de baja presión debe permanecer aislada. En la tubería de alta presión, descarga del compresor, encontraremos un filtro secador y el visor para líquido, cuya misión es mostrar la cantidad de humedad en la carga de refrigerante y por un excesivo burbujeo podríamos determinar la falta de refrigerante. Por regla general, deben instalarse manómetros en la descarga y succión del compresor, así como válvulas de servicio.

b. Alineación de poleas

Las poleas deben mantenerse perfectamente alineadas, como en el montaje inicial, esto evitará las frecuencias de excitación dañinas al sistema. La potencia se puede transmitir a través de fajas, ocho por ejemplo, aunque se diseña para absorber estas vibraciones, se debe mantener la alineación precisa.

Desmonte las poleas y verifique el estado del cuñero y cuña, cerciórese del buen balance dinámico de la misma, desgaste excesivo, estado de los opresores. Cuando ensamble verifique el apriete de los opresores. La separación entre fajas debe ser la misma, (Ver figura No. 13), puede colocarse un perfil angular en la cara de las poleas para verificar su alineación, use un nivel de burbuja de aire para comprobar su verticalidad. Recuerde, entre la flecha y la polea siempre debe existir un ángulo de 90°, los opresores bien apretados proporcionan una resistencia al deslizamiento. La tensión de las fajas es muy importante, todas deben tener la misma y ésta depende en gran parte de la alineación de las poleas, del tipo de faja y desgaste de las poleas.

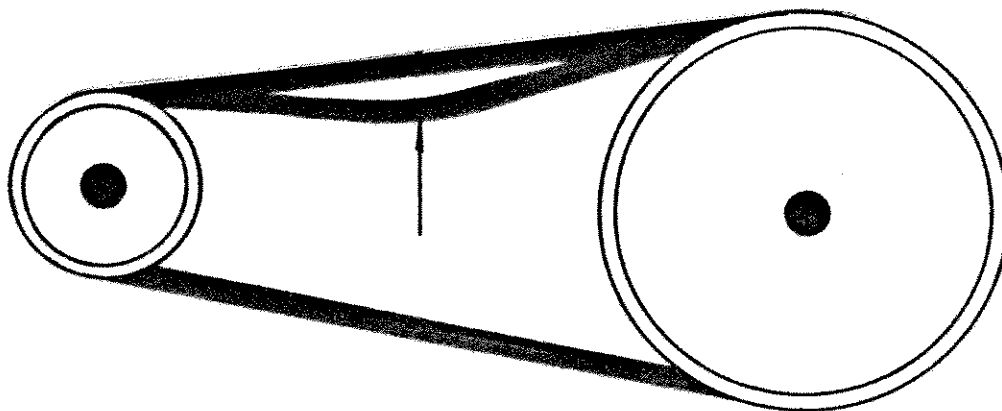


Alineación de poleas

Figura No. 13

c. Amortiguadores

Estos evitan que la frecuencia de excitación que producen los motores, compresores y ventiladores se transmitan al sistema, revise el estado de los mismos por fractura, corrosión, desgaste anormal, mida la longitud y recuerde, están fabricados de acero al carbono y térmicamente tratados. (Ver figura No. 15). Si la longitud entre los amortiguadores varía mucho, sustitúyalos.

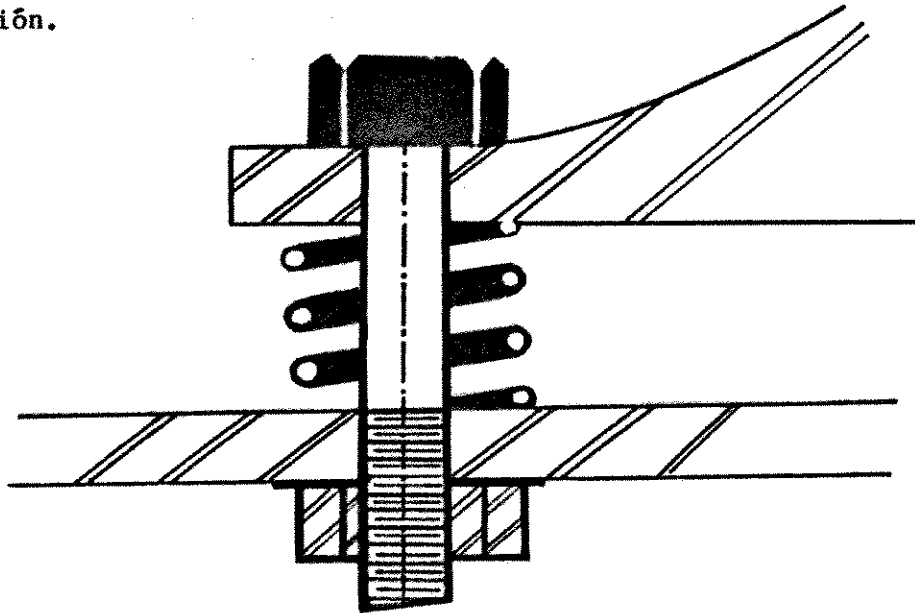


Tensión de las fajas de transmisión
de potencia

Figura No. 14

d. Lubricación

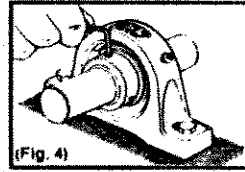
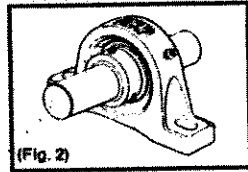
El sistema de impulsión de aire está sonstituido por ventiladores de tipo centrífugo, generalmente, montados en un solo árbol el cual se encuentra soportado por chumaceras que están siempre expuestas a grandes volúmenes de aire. El lubricante a aplicar debe ser de tipo silencioso y de bajo coeficiente de rozamiento. Muchas chumaceras están equipadas con grasera que permiten ser lubricadas cuando están en funcionamiento. La frecuencia de lubricación y la cantidad se encuentran en catálogos y manuales del equipo. Use el programa de lubricación.



Amortiguador

Figura No. 15

Recuerde que los ciclos de lubricación más cortos que los recomendados suelen ser necesarios. Cuando realice una relubricación es indispensable usar un lubricante que sea compatible con el original, evite una presión excesiva al aplicar el lubricante, podrían dañarse los sellos de los rodamientos, por ejemplo, no use más de 30 libras por pulgada cuadrada de presión.



Chumacera
Figura No. 16

Cerciórese del calentamiento o vibración anormal, si desmonta la chumacera verifique el buen estado de las misma, el ajuste radial y axial tanto del rodamiento como de la chumacera debe ser preciso. Use un control de mantenimiento para programar la sustitución.

e. Motores eléctricos

Después del estator, rotor y carcasa, la parte más importante lo constituyen los rodamientos. Estos pueden ser de desgaste, bujes de bronce u otro material, usados en motores fraccionarios, 1/3 de caballo de fuerza por ejemplo. En los motores de gran potencia se utilizan rodamientos de bolas lubricadas por aceite o grasa, éstos exigen un alojamiento más complejo y un cuidadoso control del nivel de lubricante, debiéndose montar en una posición determinada. Para motores de poca potencia puede usarse un aceite SAE 20. La cantidad de lubricante está en función del tamaño, los rodamientos sellados se encuentran lubricados y nuestra función se limitará a verificar el correcto alojamiento del rodamiento, cerciórese del correcto ensamble del motor eléctrico.

Si desmonta los rodamientos use las técnicas adecuadas, verifique el ajuste radial y axial. Los motores de la unidad condensadora no utilizan fajas para la transmisión de potencia, los ventiladores están sujetos al eje del rotor por opresores. Verifique que las aspas no estén dobladas, si se enderezan use una plantilla para asegurar la forma correcta, si se detectan fisuras éstas deben sustituirse, de

lo contrario, límpielas pero no aplique pintura sobre ellas.

f. Ventiladores del suministro de aire

El equipo impulsor de aire en las instalaciones, generalmente, está constituido por ventiladores centrífugos de paletas o álabes múltiples. El rodete gira dentro de la carcasa o envolvente.

Desmonte el árbol y los ventiladore.

Desensamble la envolvente, si es posible, de los ventiladores.

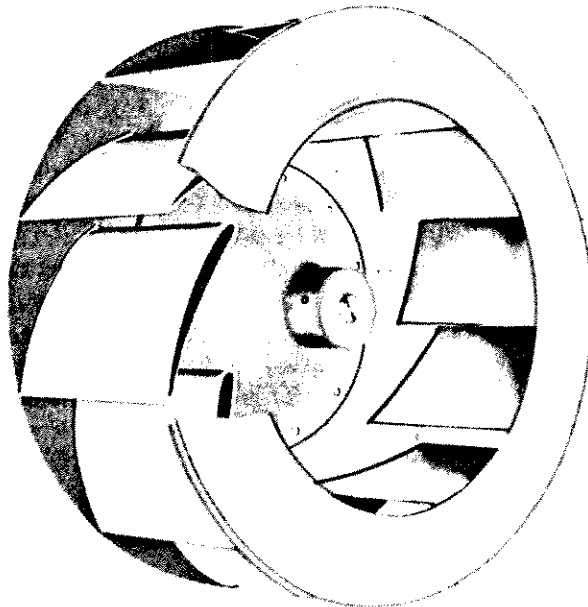
Lave los rodetes para eliminar la suciedad, use agua y detergente.

Verifique que las paletas no estén dobladas o corroídas.

Cerciórese que no existan fisuras, toda alteración como soldadura u otro tipo de reparación lo desbalancearía.

Observe el estado de la carcasa por corrosión o fisuras.

Limpie y si es necesario aplique pintura.



Rotor, ventilador centrífugo

Figura No. 17

2.3.1.3.3 Medición de presiones, alta y baja, del sistema de refrigeración

Use un juego de manómetros para refrigeración con líneas flexibles, la lectura de presión se realiza para verificar las presiones de operación del equipo. Para facilitar la lectura los compresores deben tener manómetros instalados en las líneas de succión y descarga, esto elimina la necesidad de abrir las válvulas de servicio y ahorra las pérdidas de refrigerante por escape.

- a. Retire los protectores de la válvulas, manualmente.
- b. Rosque el acople a la válvula de servicio, las válvulas del múltiple en el manómetro deben permanecer cerradas.
- c. Lentamente gire el volante de la válvula de servicio.
- d. Purgue la manguera para eliminar el colchón de aire, cerca del múltiple, girando manualmente el acople.
- e. Realice la lectura de presión, estabilice el indicador de lectura cerrando un poco la válvula del múltiple, manómetro.
- f. Cierre la válvula de servicio en el compresor y en el múltiple.
- g. Retire el acople de la válvula de servicio, habrá escape de refrigerante. Las presiones de trabajo estarán entre 60 PSI para el lado de baja presión y 250 PSI para el lado de alta presión. Igual procedimiento siga para la lectura de alta presión, el manómetro será de color rojo.

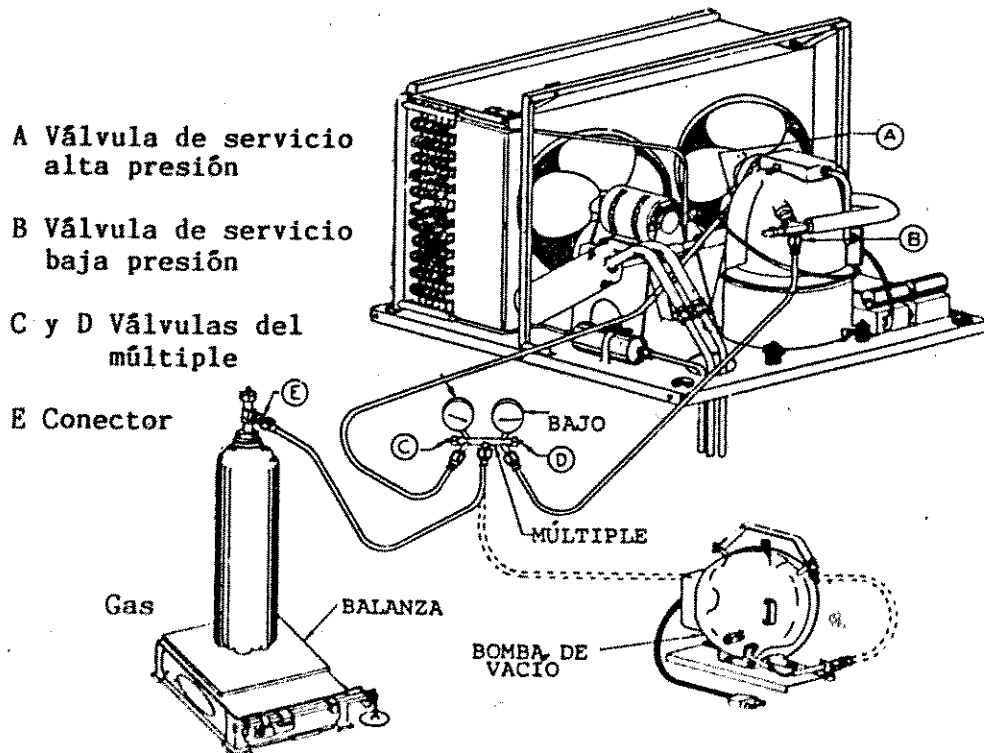
Los sistemas de refrigeración en el aire acondicionado usan controles de presión, para proteger al compresor y al sistema de las alta y bajas presiones, instalados en el circuito que al ser activados interrumpen el fluido eléctrico hacia los compresores.

Nunca reactive un equipo sin antes determinar la causa del disparo. El control de baja presión (lpc) es automático en su reactivación, no así el de alta presión el cual debe ser activado manualmente y opera cerca de las 450 PSI, (RESET).

2.3.1.3.4 Revisión de aislantes, tubería de refrigerante y ductos para el suministro de aire

Las superficies frías, tales como la de la unidad evaporadora, ductos del suministro de aire acondicionado y la tubería de baja presión de refrigerante, deben ser aisladas para evitar la alteración de la temperatura y el goteo por condensación del vapor de agua existente en el aire que rodea las superficies frías.

El espesor debe ser tal que la temperatura de la superficie sea ligeramente más alta que la del punto de rocío previsible del aire circundante. Se puede emplear el tipo de aislamiento constituido por plástico celular o vidrio celular, los cuales presentan una resistencia al agua, al vapor de agua y son buenos aislantes.



Múltiple de manómetros

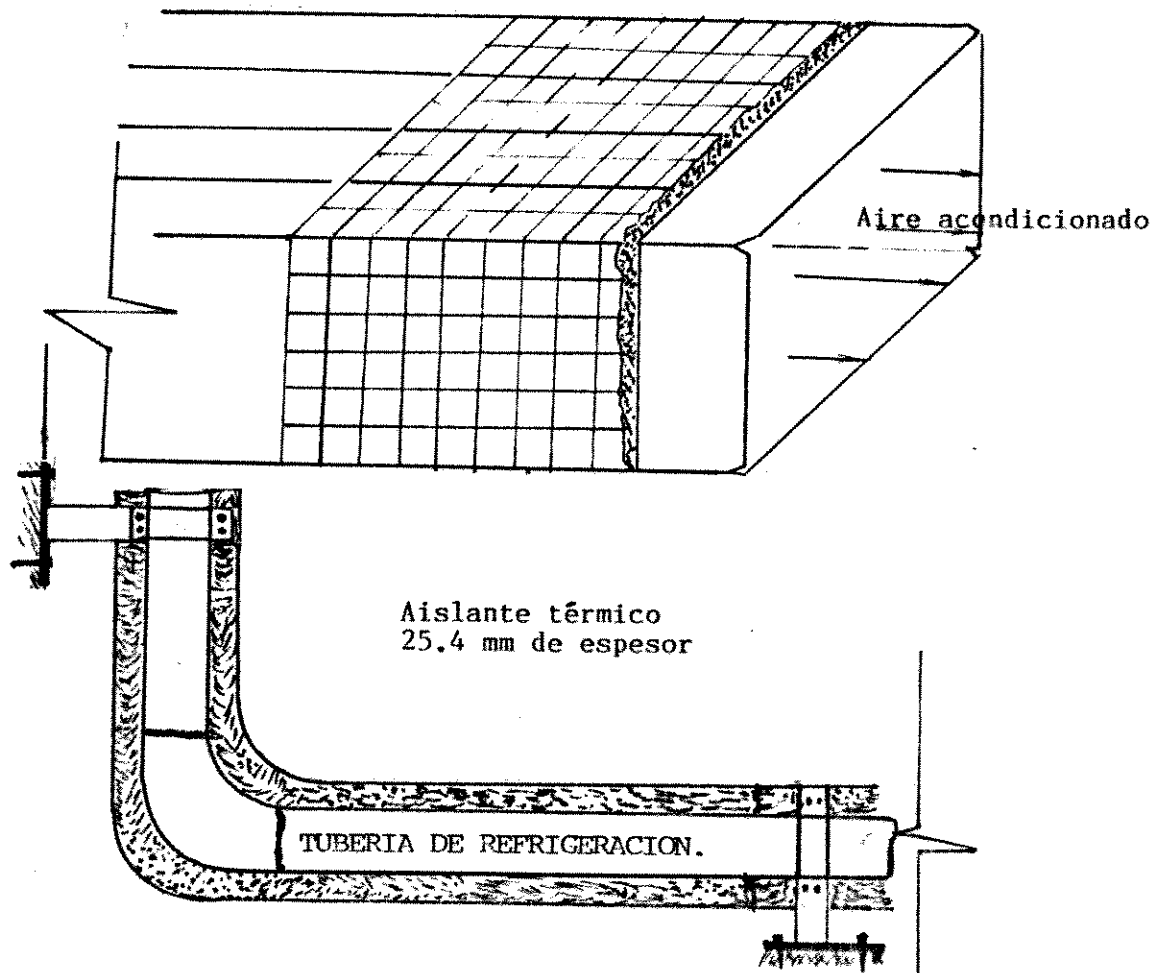
Figura No. 18

2.3.1.3.5 Medición de temperaturas, suministro y retorno de aire

En la figura No. 20 se sugieren puntos en los cuales se pueden realizar las lecturas; tienen como objetivo verificar las temperaturas de operación del equipo.

2.3.1.3.6 Medición de la humedad relativa

Esta varía de acuerdo a las condiciones establecidas, según la necesidad de la operación y diseño. Puede usarse un medidor de temperatura digital; introduzca dentro del ducto de suministro el sensor y espere al menos dos minutos, para realizar una buena lectura de medición.

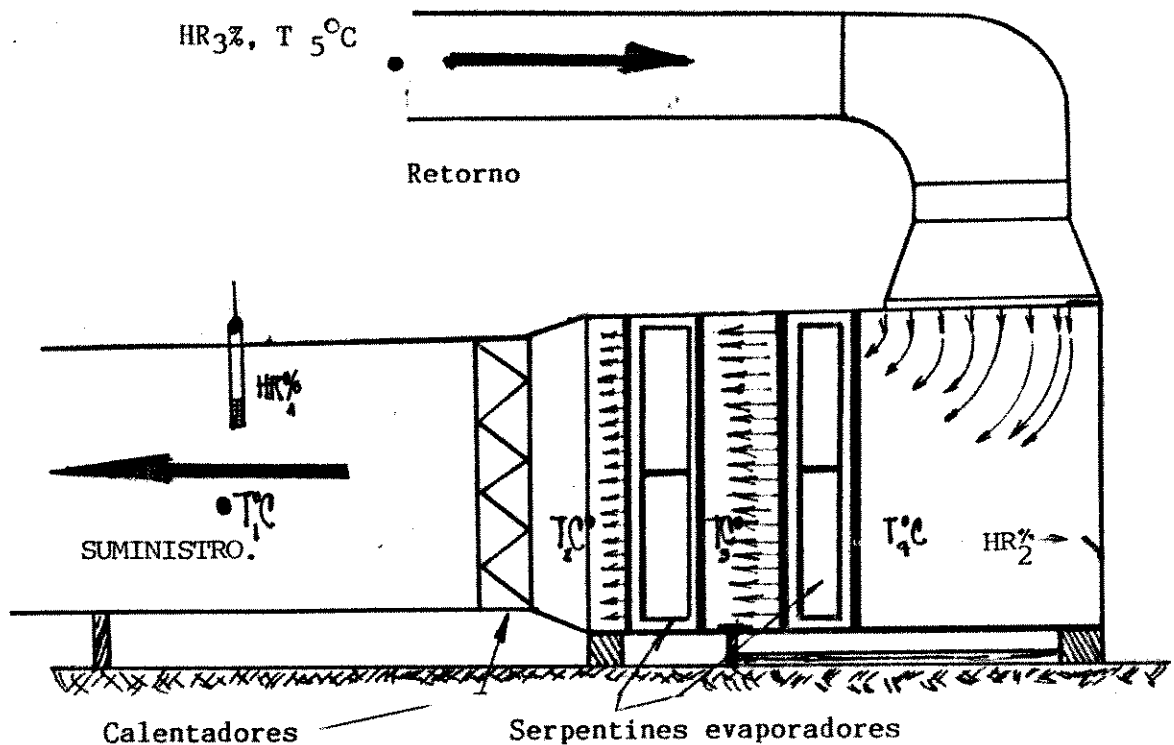


Aislante en ductos y tubos de refrigeración

Figura No. 19

El caudal de aire puede medirse con un velómetro; la lectura dada será la cantidad de pies o metros cúbicos de aire por minuto inyectados al área a acondicionar, CFM.

- Coloque el velómetro contra la rejilla o difusor.
- Recuerde, no se coloque frente al velómetro.
- Todo el caudal debe circular a través del medidor.
- Realice la lectura y retire el velómetro, existe un 10% de Pérdida.



Puntos de medición sugeridos, temperatura y humedad, HR%

Figura No. 20

- T₁°C temperatura final de suministro, aire acondicionado.
 T₂°C temperatura de salida, último serpentín.
 T₃°C temperatura de salida, después del primer serpentín.
 T₄°C temperatura del aire de retorno y reposición, mezcla.
 T₅°C temperatura del aire de retorno.
 HR₁% humedad relativa del aire de suministro.

HR2% humedad relativa del aire fresco de reposición.

HR3% humedad relativa del aire de retorno, opcional.

2.3.1.3.7 Revisión de filtros, prefiltros y filtros para el aire fresco de reposición, lavado a presión

En nuestro medio son muy usados los filtros de fibra sintética y fibra metálica, los cuales tienen largos períodos de servicio, proceda así:

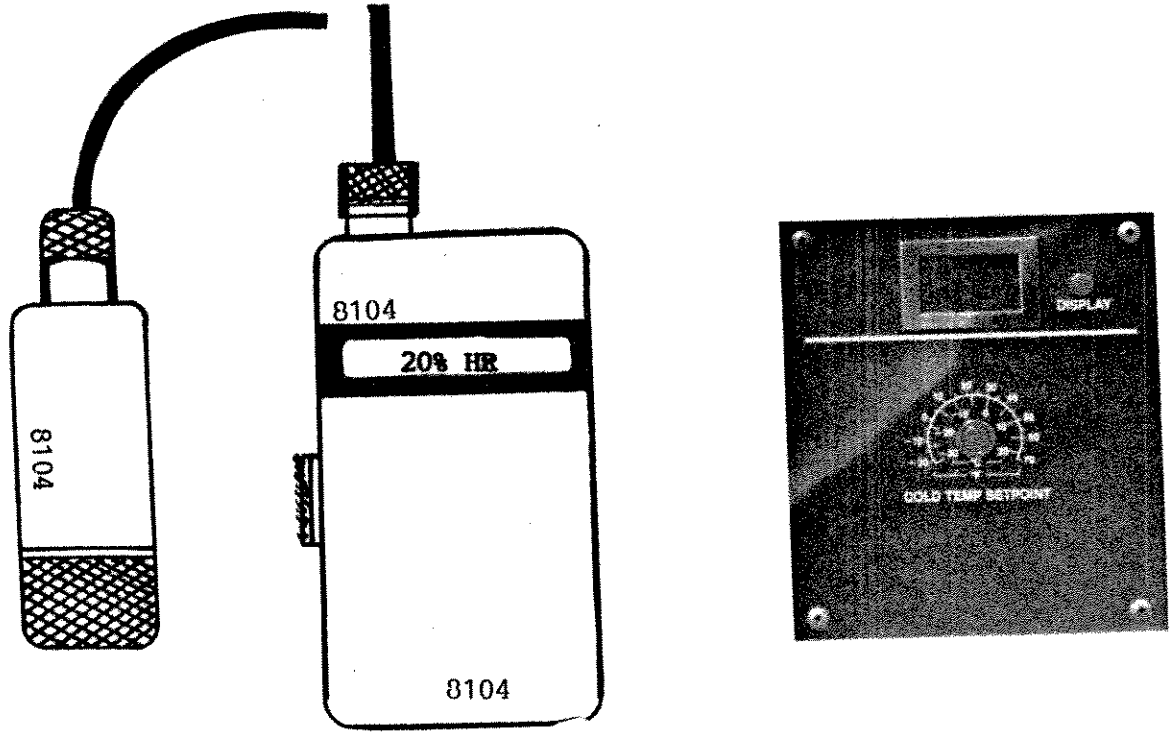
- a. Retire el conjunto de filtros de la unidad evaporadora.
- b. Lávelos a presión con agua y algún limpiador o detergente.
- c. Al secar, colóquelos nuevamente.

Otros tipos de filtros son desechables y su duración en servicio depende de los prefiltros, de un adecuado trabajo de prefiltrado.

2.3.1.3.8 Lavado a presión, externa, de los serpentines de condensación y evaporación

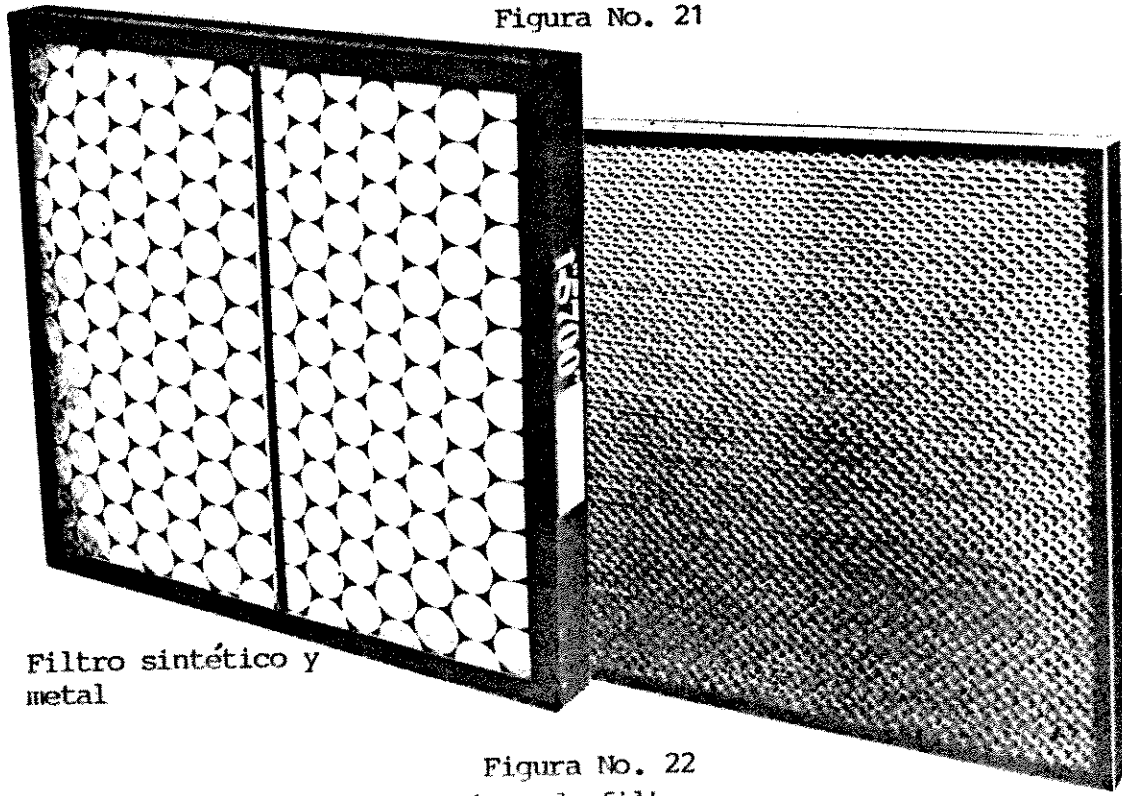
Los serpentines son superficies intercambiadoras de calor y deben permanecer siempre limpias. La suciedad impide el paso y el contacto del aire con la superficie del serpentín, disminuyendo el rendimiento del mismo, aumenta la duración de los ciclos de trabajo del sistema de refrigeración. Al lavar proceda así:

- a. Proteja los elementos susceptibles a daño por el agua.
- b. Aplique agua a presión, perpendicular a la superficie del intercambiador, las aletas son de material muy dúctil, use algún tipo de limpiador o detergente.
- c. Verifique la existencia de fugas de refrigerante por indicios de aceite lubricante.
- d. Si existe sistema de ductos, cuídese de no derramar agua.



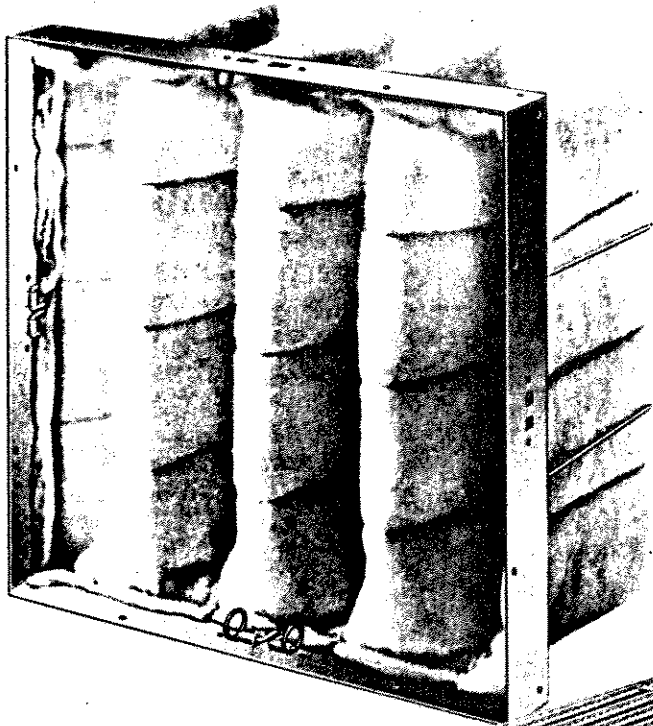
Medidores de humedad y temperatura

Figura No. 21

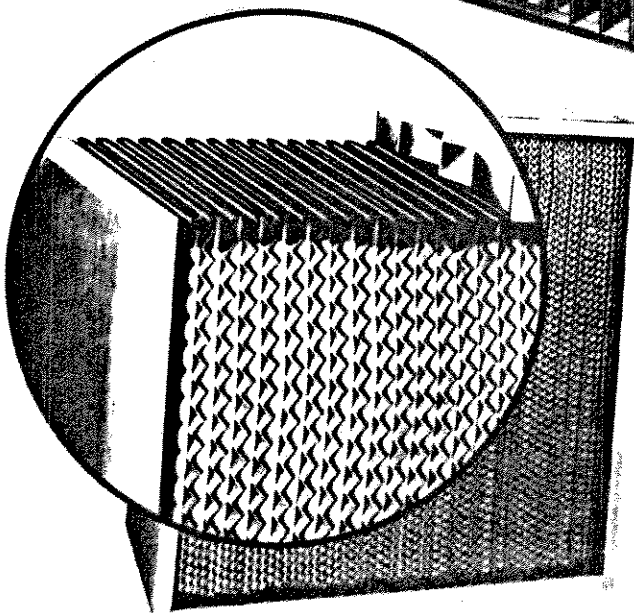
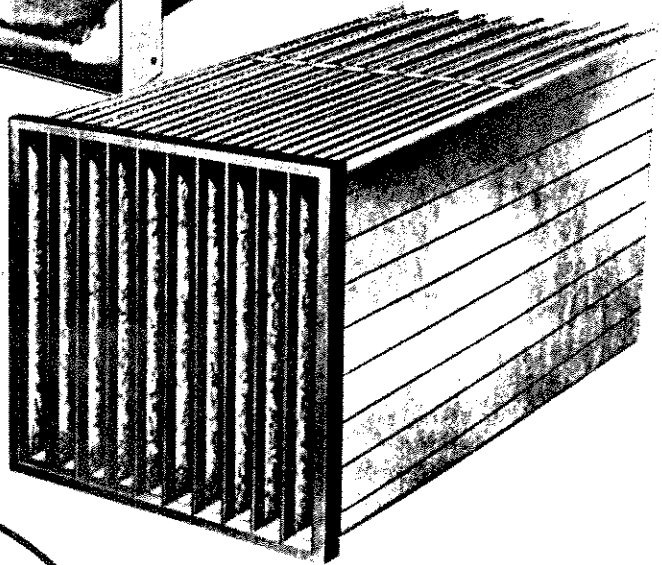


Filtro sintético y metal

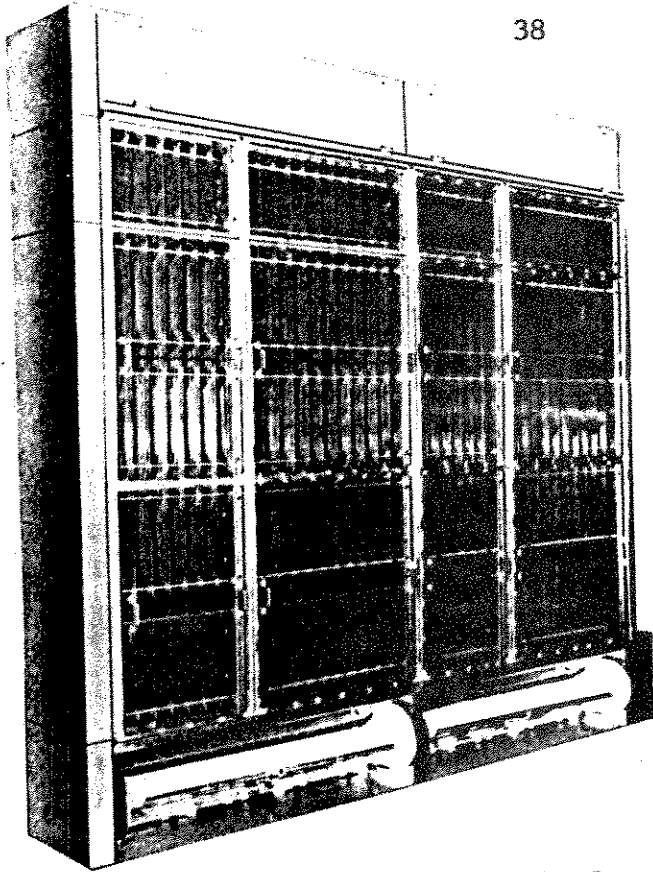
Figura No. 22
Tipos de filtro



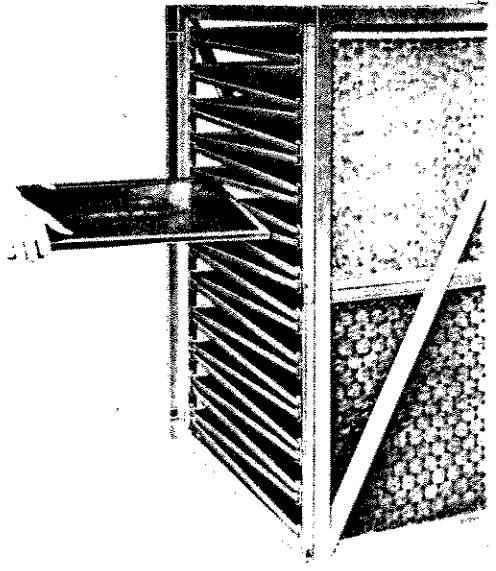
Filtros tipo bolsa



Filtro tipo "hepa "

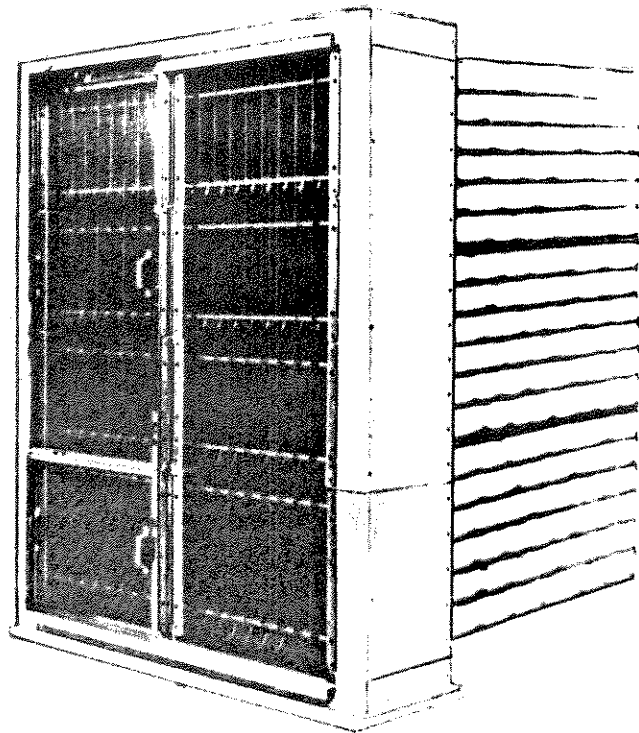


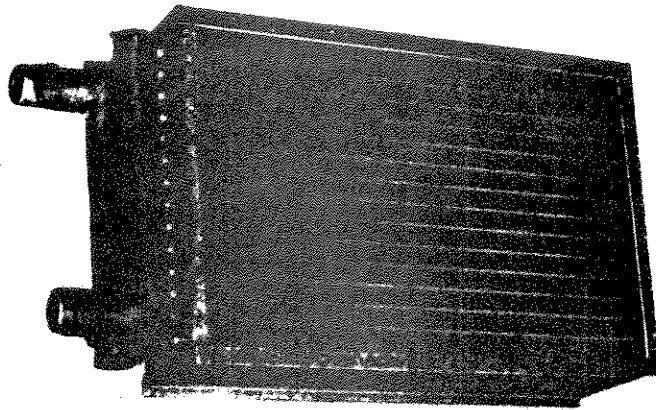
Filtro precipitador



Filtro con carbón
activado

Filtro con aglomerante





Serpentín, calentador a vapor

Figura No. 23

2.3.1.3.9 Limpieza a presión del evacuador de condensado

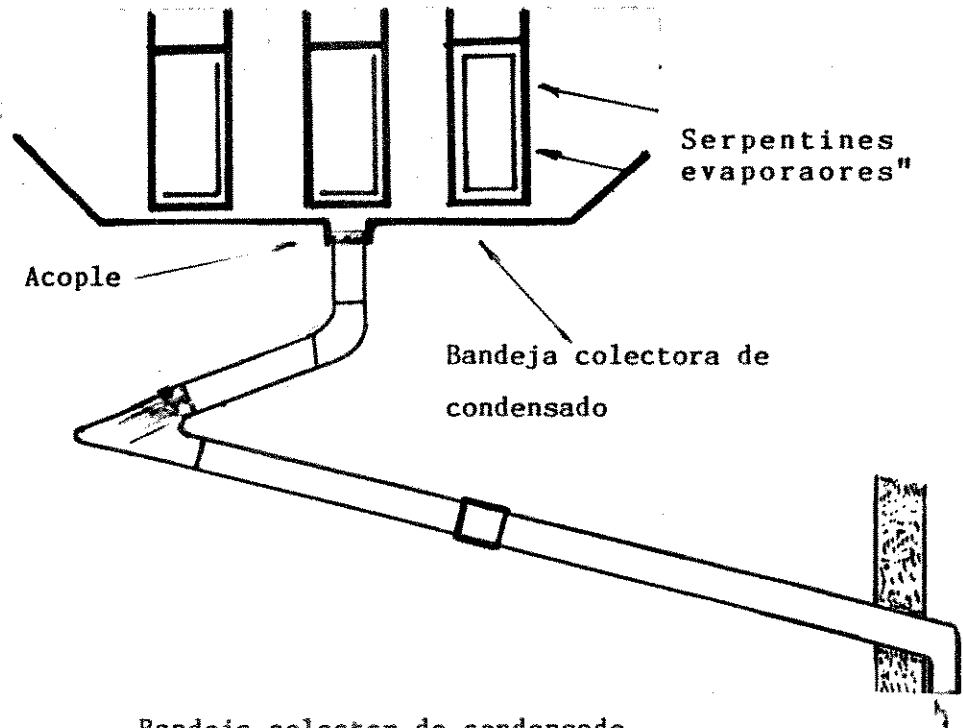
Bandejas recoletan el vapor de agua condensado debido al enfriamiento del aire por los serpentines evaporadores, el cual es conducido a través de tuberías.

- a. Desaclope la tubería de las bandejas y retírelas para lavarlas.
 - b. Use presión para limpiar las tuberías transportadas de condensado.
 - c. El diámetro de la tubería no debe ser menor a media pulgada.
 - d. Reinstale las piezas y verifique el correcto funcionamiento.
- Este procedimiento evitará derrames sobre la losa o cielo falso. (ver figura No. 24)

2.3.1.3.10 Revisión de fugas de refrigerante, en las tuberías y accesorios, verificación del visor de refrigerante y filtro secador

Después de la limpieza, compruebe que no existan fugas de refrigerante, esto se descubre por manchas de aceite lubricante en las superficie. Una forma de detectar fugas en las tuberías o en accesorios es aplicar una mezcla de agua con jabón, si hay escape de gas, habrá un crecimiento de las burbujas. Si se dispone de algún

dispositivo sofisticado o más práctico, úselo.

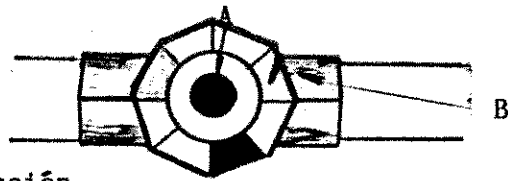


Bandeja colector de condensado

Figura No. 24

a. Visor de refrigerante

Durante el funcionamiento de la válvula termostática de expansión, se puede observar en el visor un burbujeo muy escaso y que generalmente pasa inadvertido, cuando se produce un cierre y la apertura de la válvula. Un burbujeo muy visible o excesivo, indicaría que la carga de refrigerante está incompleta. Una segunda función del visor es indicar por reacción química, la cantidad de humedad contenida en la carga de refrigerante.



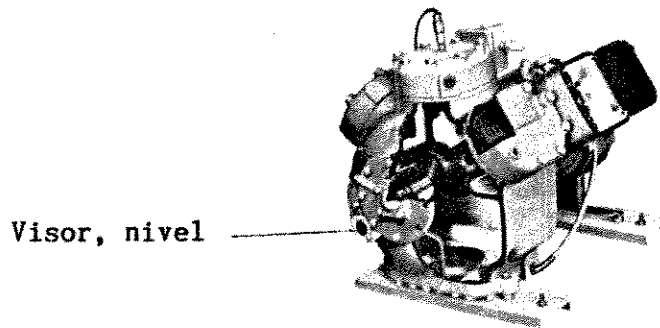
- A. Indicador por reacción
- B. Parámetro de comparación

Visor con indicador de humedad

Figura No. 25

2.3.1.3.11 Revisión del nivel de aceite, compresores

La lubricación de anillos, chumaceras, rodamientos y el enfriamiento es el objetivo del aceite lubricante. Los compresores tienen un visor en el cárter para comprobar el nivel correcto o un indicador de nivel; si no existe indicador puede considerarse un buen nivel cuando el lubricante está a la mitad del visor con el compresor en marcha. Cuando el compresor está fuera de servicio, el visor estará completamente pasado de aceite. (Ver figura No. 26)



Visor del nivel de aceite, en el compresor

Figura No. 26

Como cargar aceite lubricante a un compresor:

- a. Use una bomba manual, por ejemplo.
- b. Lentamente accione el volante de la válvula del lado de alta presión, hasta cerrarla.
- c. Evacúe la carga de refrigerante atrapada después del cierre de la válvula.

- d. Cuando la presión del lado de la succión sea cero PSI, los dispositivos de seguridad se accionarán; cuando la presión sea de 3 PSI por ejemplo, interrumpa el fluido eléctrico para que el sistema de refrigeración se detenga, cierre la válvula de baja presión.
- e. En el compresor, abra la válvula, lentamente, para la carga de aceite lubricante, habrá un poco de presión. Rosque el acople de la manguera flexible de la bomba y proceda a bombear.
- f. Vea el indicador de nivel; al llegar al nivel correcto, cierre la válvula del aceite y retire la bomba, desacloplándola del niple u otro.
- g. Lentamente abra la válvula de descarga y de succión; ya se puede accionar el compresor.

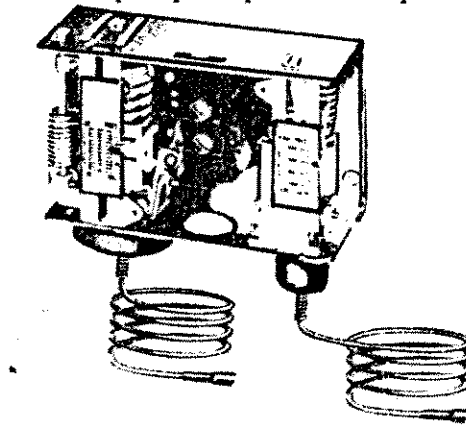
Una de las características del funcionamiento de un compresor alternativo es que el aceite sale del cárter a una velocidad acelerada, inmediatamente después del arranque. Por esta razón, cada arranque debe estar seguido de un período de funcionamiento suficientemente prolongado para permitir que se recupere el nivel de lubricante. El funcionamiento bajo control de un termóstato de ambiente en el área acondicionada provee, generalmente, suficiente tiempo de accionamiento en la mayoría de los casos. El ciclo de funcionamiento de un compresor no debe ser menor a 7 u 8 minutos.

2.3.1.3.12 Revisión del control de humedad, humidistato, presóstato, termóstato, controles que automatizan el sistema

Estos, generalmente, son libres de mantenimiento, aunque se debe comprobar su funcionamiento. Coloque en diferentes puntos de la carátula la temperatura, presión y humedad relativa, para comprobar que el circuito se abra. Si los dispositivos no funcionan correctamente, no los repare, sustitúyalos. El control de humedad será quien gobierne el sistema de refrigeración, hasta alcanzar el

porcentaje de humedad requerido.

Presóstato: es elemento de protección del sistema de refrigeración que actúa debido a la baja presión en el lado de la succión o a la alta presión del lado de la descarga, según parámetros programados con anterioridad. Al igual que los otros elementos de control, cambie las presiones de apertura y verifique que el circuito eléctrico se abra; en el lado de la alta presión el sistema debe ser activado manualmente; siempre verifique por qué se disparó el equipo.



Presóstato

Figura No. 27

2.3.1.3.13 Revisión del sistema de ductos, cargadores, tensores, uniones de los ductos

a. Ductos

Estos deben estar en condiciones óptimas de funcionamiento, aislados perfectamente para evitar el calentamiento del aire y la condensación del vapor de agua del aire exterior.

Verifique el estado de los tensores o soportes, uniones, bajadas, difusores, compuertas para el control del volúmen del aire.

Aplique silicone u otro material a las uniones en donde se estén reduciendo fugas de aire acondicionado.

Corrija los defectos del aislante térmico.

b. Cargadores y tensores

Estos son los encargados de soportar el sistema de ductos, mantener el nivel de los mismos, evitar fugas de aire tratado por pérdida de la rigidez, lo que produce fallas del silicone en los extremos del ducto.

2.3.1.3.14 Revisión de los protectores eléctricos, de fase retardadores de arranque

Los protectores electrónicos de fase son dispositivos que detectan un alto o bajo voltaje, una variación por ejemplo, menos de 208 voltios, según el rango programado.

Proceda así:

a. Apriete la tornillería, use herramienta adecuada.

b. Verifique el estado de las terminales por:

Existencia de corrosión.

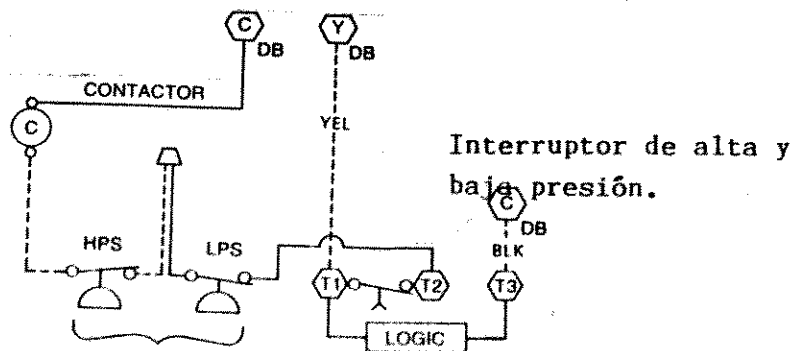
Estado de los conductores eléctricos.

Funcionamiento y estado de los transformadores, si se trabaja con bajo voltaje.

c. Realice las siguientes mediciones:

Voltaje

Amperaje y compare éstas con las nominales, en la placa.



Circuito protector por sobre carga

Figura No. 28

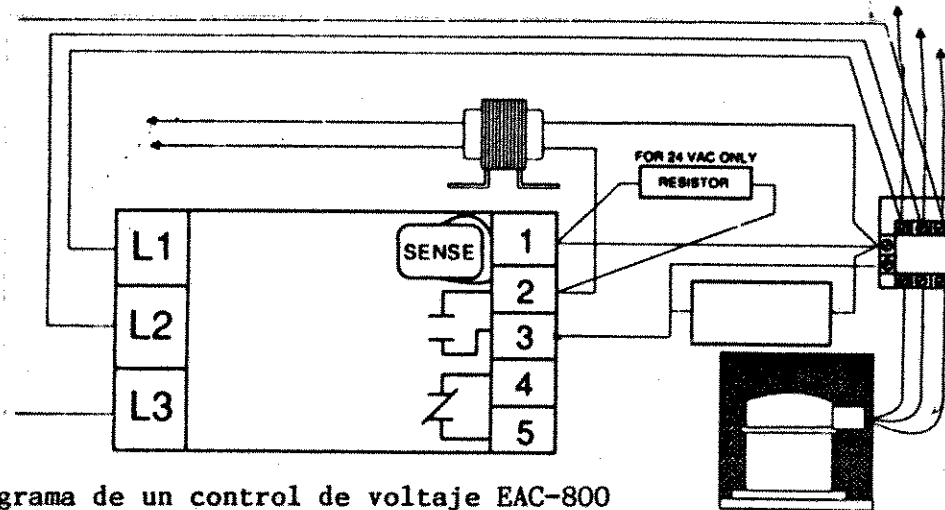


Diagrama de un control de voltaje EAC-800

Figura No. 29

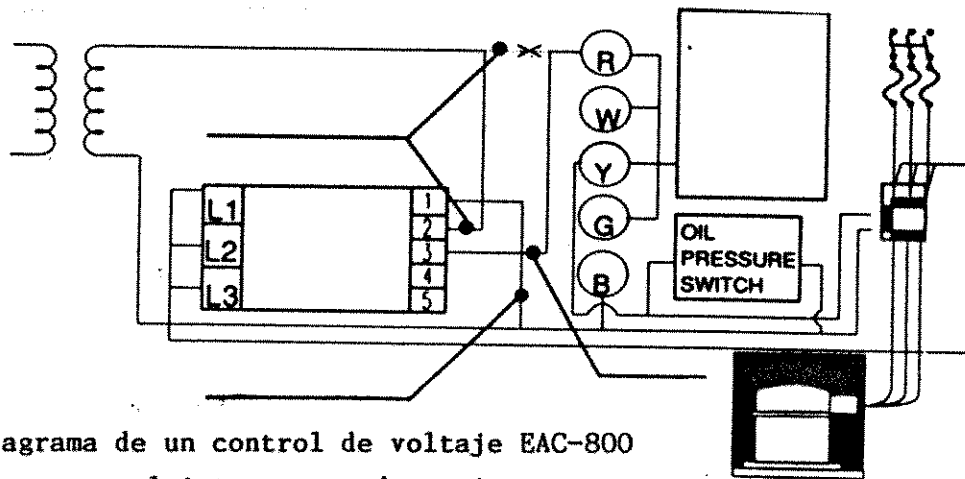


Diagrama de un control de voltaje EAC-800 opera con el interruptor de aceite

Figura No. 30

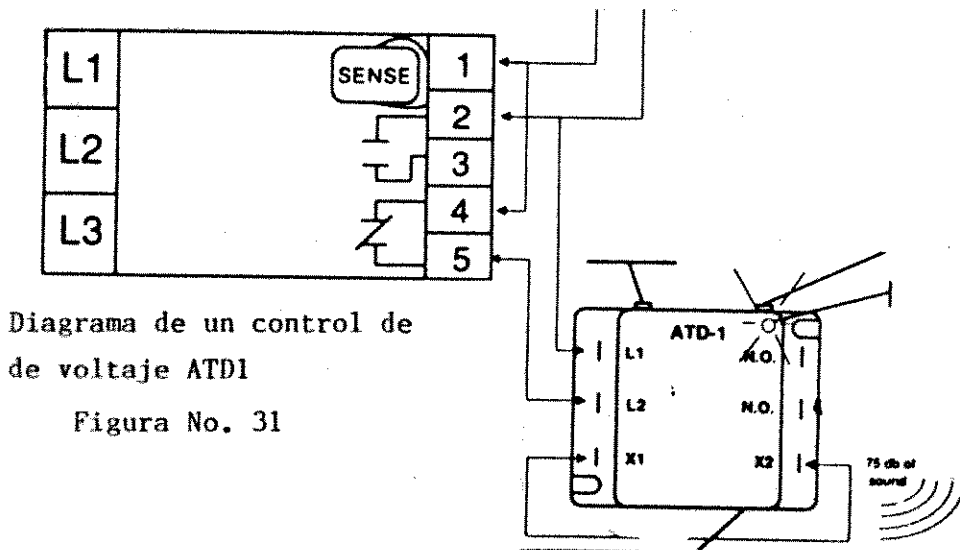


Diagrama de un control de de voltaje ATD1

Figura No. 31

2.3.2 Mantenimiento correctivo

Se puede definir como corregir, independientemente del estado físico del equipo o instalación. Como rediseño en los sistemas de aire acondicionado, el mantenimiento correctivo usualmente se realiza antes o cuando se instala un equipo. Consiste en modificar un sistema que funciona correctamente.

2.3.3 Mantenimiento por falla

En su forma más simple, el mantenimiento por falla se divide en: mantenimiento preventivo contra falla y mantenimiento por falla. El mantenimiento preventivo contra falla es el conjunto de actividades que se ejecutan con la finalidad de disminuir la probabilidad de falla. Podría limitarse a la lubricación periódica del elemento, para evitar daños excesivos en el equipo. La futura falla ha sido detectada y sólo se espera el paro programado para su reparación.

El otro extremo consiste en la reparación, en el retiro del servicio de la maquinaria, para realizar la reparación o reconstrucción con la intención de aumentar los intervalos de reparación. La reparación de la avería es una reacción que se produce cuando la maquinaria ha dejado de funcionar.

3. CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1 Definición

El monitoreo, la comparación y la corrección es lo que entenderemos cuando nos refiramos a control. En forma más específica, control es un proceso de tres etapas: medición, comparación y acción administrativa.

3.2 Objetivos

Verificar que los objetivos se cumplan con forme a lo planeado.

Prever el paro del equipo o instalación.

Programar la reparación del equipo o sistema, los accesorios o materiales a usar y el personal necesario.

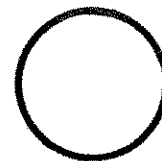
Predecir las reparaciones y fallas con el historial del equipo, sistemas de diagnóstico y otros, con la meta de llegar a un mantenimiento predictivo.

3.3 Control para el inventario de equipos de aire acondicionado

Los equipos de aire acondicionado, su información y datos, deben de mantenerse actualizados. Su control nos brindará información indispensable en el momento de proveer un mantenimiento, como: elementos de máquinas nuevos, reparados u originales de la unidad; rangos de operación del equipo, código del equipo, modelo y serie, tipo, capacidad y datos técnicos necesarios.

3.3.1 Programa de mantenimiento

Asigna las tareas según el tiempo programado y enumera las actividades a ejecutar, programa de mantenimiento, software o sistema electrónico de datos.



ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

ORIGEN : CORRECTIVO PREVENTIVO EMERGENCIA
ASIGNACION : MECÁNICOS DE LINEA SOPORTE Y CONTROL TORNOS Y LLENADORAS

	PROGRAMADO	EFFECTUADO	ORDEN DE INGRESO	PRIORIDAD
Tiempo			Mantenimiento <input type="checkbox"/>	Rojo
Mecánico			Producción <input type="checkbox"/>	Verde
Auxiliar			Calidad <input type="checkbox"/>	Azul
Electricista			Otros <input type="checkbox"/>	Negro
Tornero				

ÁREA:	TIEMPO IMPRODUCTIVO	FRECUENCIA	FOLIO No.
EQUIPO:			FECHA: / /
			TURNO:

FALLA REPORTADA O TRABAJO POR EFECTUAR

¿QUÉ PROBLEMA CAUSA O PODRÍA CAUSAR?

Observaciones:

ASIGNACIÓN	PROGRAMADO		EJECUCIÓN		PENDIENTE/MOTIVO						
	FECHA	TURNO	FECHA	TURNO	T	FT	FM	FP	E	FH	O

REQUIERE: Paro equipo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			REQUIERE: Saneamiento posterior al trabajo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
FORMULÓ:	REVISÓ:	PROGRAMÓ:	REVISÓ:	RESPONSABLE:	EJECUTÓ:	RECIBIÓ:
_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma
Nombre Supervisor	Nombre Jefe de Área	Nombre Programador	Nombre Jefe de Mantenimiento	Nombre Supervisor de Mantenimiento	Nombre Mecánico y/o Electric.	Nombre Supervisor

Información del mecánico o electricista

Trabajos efectuados durante el turno:

1. _____
2. _____
3. _____

Repuestos empleados o por emplear:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

FT: falta de tiempo, trabajos que no pueden iniciarse o terminarse por haber calculado un tiempo menor de ejecución. Por surgir problemas que alargan el tiempo estimado.

FM: Falta de materiales, trabajos que no pueden iniciarse o terminarse "ADECUADAMENTE" por falta de algún material.

FP: Falta de personal, son las órdenes que no puede distribuir el supervisor al personal asignado.

E: Son las que después de haber sido asignadas al trabajador quedan sin efectuarse por presentarse alguna emergencia.

FH: Falta de herramienta o aparatos de medición.

O: Otros.

Rojo: No da alternativa para dejarlo al siguiente turno, da paros de producción.

Verde: Queda a criterio del supervisor el dejarla para el siguiente turno pues no hay duda que pueda provocar paros en la producción.

Azul: Son las órdenes que han sido coordinadas para efectuarse en una fecha límite y no pueden pasarse de esta.

Negro: Trabajos que se planifican para el fin de semana.

3.4 Orden de trabajo

Verifique que la orden de trabajo haya sido realizada, de lo contrario, programe nuevamente. Un mantenimiento programado y controlado nos dará la información necesaria para un mantenimiento correctivo programado, los materiales a usar y el personal necesario.

El diseño de la orden de trabajo varía, no así su contenido básico, debe usarse la adecuada para cada propósito. Enfatizar al personal de mantenimiento, es importante que las observaciones y recomendaciones sean precisas para evitar ambigüedad en la información.

3.5 Ficha histórica

Documento de control que nos brindará la siguiente información:

- Operaciones a realizar en los equipos.
- Frecuencia de la inspección.
- Estado de los equipos durante la inspección.
- Fecha y personal necesario.
- Tareas efectuadas en la unidad o sistema.

TAREAS EFECTUADAS: para el historial del equipo o para la unidad de aire acondicionado, este aspecto es importante, si especificamos el elemento de la unidad sustituido, fecha de cambio, causa y motivo del reemplazo, podríamos prever la causa o predecir el reemplazo del elemento, descuidos cometidos y su corrección.

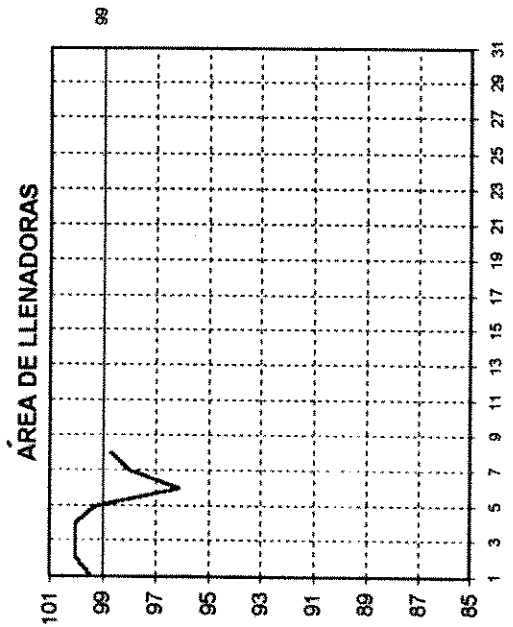
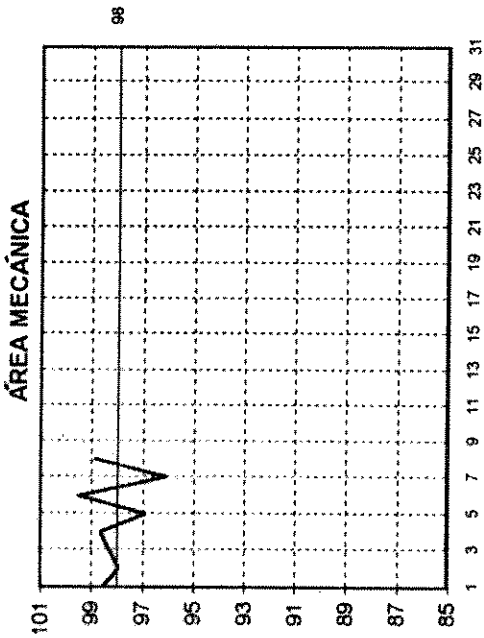
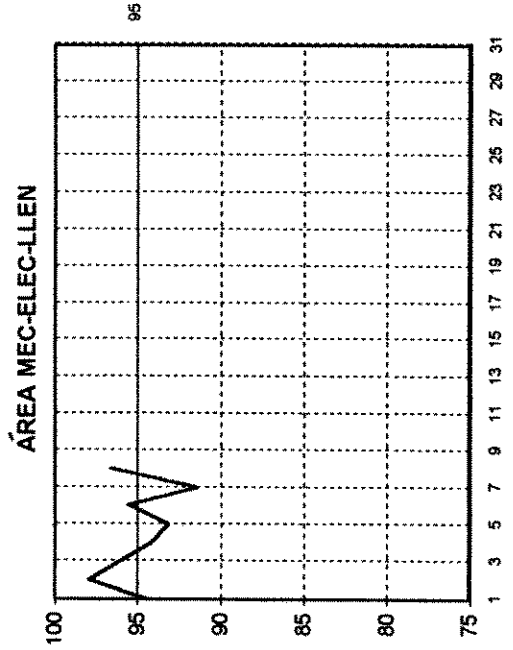
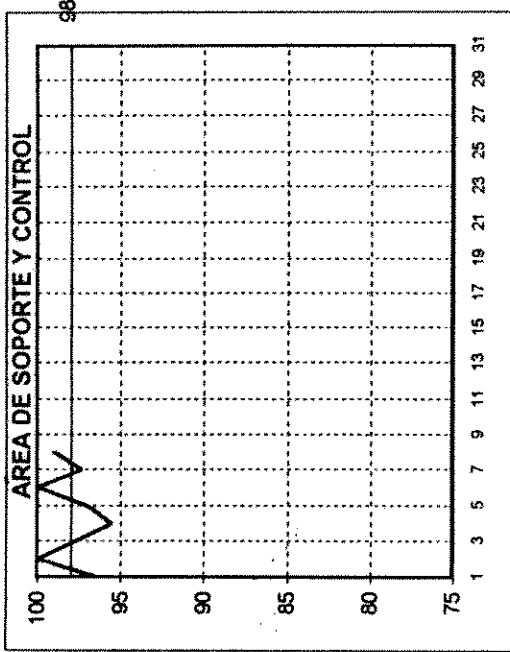
3.6 Otros elementos de control

- Registros de mantenimiento rutinario.
- Registros de inspección periódica.
- Informes de mantenimiento.
- Registros de mejoramiento de la mantenibilidad.
- Registro de análisis.

Cuadernos de registro de los equipos, equivalente a un historial durante la vida útil del equipo.

Registro de averías.

Otros sistema de control necesario es la eficiencia del departamento de mantenimiento. Para mantener una alta eficiencia, según la planificada por año, por ejemplo 96 por ciento de eficiencia, es necesario un estricto control de las actividades del departamento. (ver gráfica No. 1, página No. 52), que muestran el comportamiento de las secciones del departamento por áreas durante 30 días, las órdenes de trabajo requeridas, ejecutadas y pendiente, la cantidad de órdenes de trabajo preventivas y correctivas.



EFICIENCIA DE MANTENIMIENTO POR AREA
FECHA:

4. MANTENIMIENTO POR FALLA EN EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

4.1 Definición

Actividad que se produce cuando el equipo dejó de funcionar, con el consiguiente paro de la producción.

4.2 Objetivos

Eliminar la falla en el menor tiempo posible.

Reparar de emergencia el equipo para mantenerlo funcionando hasta que llegue el período de paro planificado.

4.3 Problemas y posibles soluciones

ELEMENTO	PROBLEMA	CAUSA	QUE HACER
Motor eléctrico	Excesivo calentamiento	alto o bajo voltaje	Medir el voltaje en las líneas con un $\pm 10\%$ del indicado
		Conductores inadecuados	Sustituirlos por uno de mayor calibre
		Desbalance excesivo de corriente	Contactar a la compañía de electricidad
		Ventilador	Instalar el ventilador, verificar su estado
		Ensamblado incorrecto	Ensamblar correctamente el motor eléctrico

ELEMENTO	PROBLEMA	CAUSA	QUE HACER
		rodamientos	Verificar su estado, excesivo desajuste, falla
		Pérdida de una fase	Reponer el fusible
		Condensador	Verificar su funcionamiento, estado de las conexiones. Derrame de líquido
	No alcanza la velocidad nominal	Excesiva carga	Medir el amperaje de marcha y compararlo con el nominal
	No marcha	Caja de fusibles desactivada	Cerrar el circuito
		Motor defectuoso	Reparar o reemplazar
		Contactador	Circuito abierto
		Retardador de arranque	Espere al menos 5 minutos para que el sistema se active
	Vibración excesiva	Desalineamiento	Corrija la alineación y nivelación de los elementos
		Elementos que rozan flecha torcida	Corrija defectos
Compresor	Baja presión	Rotación	Verifique la dirección
		Carga de Refrigerante insuficiente	Completar carga

ELEMENTO	PROBLEMA	CAUSA	QUE HACER
		Válvulas en mal estado	reemplazarlas
		Trampa de aceite con fugas	Corregir fugas
		Agua en el condensador	Disminuir el caudal de agua en el condensador
	Baja presión de succión	Carga en el evaporador, pequeña	Aumentar la carga en el evaporador
		Filtro tapado	Reemplazar el filtro
		Carga de refrigerante insuficiente	Ajustar el presóstato a una presión de disparo mayor
	Alta presión en la succión	Excesiva carga en el evaporador	Reducir la carga de refrigerante
		Válvulas en mal estado	Verificar el estado de las válvulas y/o sustituirlas
		Válvula termostática permanece abierta	Verificar el cierre y apertura de la válvula termostática, ajústela o sustitúyala
		presóstato ajustado a una presión muy alta en la succión	Verifique el límite de disparo del presóstato del lado de baja presión y corríjalo
	Ciclos cortos	Protector de presión muy cerrado	Reajuste los puntos de disparo de los protectores de presión

ELEMENTO	PROBLEMA	CAUSA	QUE HACER
		Válvula solenoide con fuga	Corregir fuga
		Equipo sobre sobredimensionado	
	Ciclos ininterrumpidos	termostato en mal estado	Sustituirlo
	Baja capacidad del equipo	equipo muy pequeño para la carga	Verificar los cálculos de selección
		Sobre calentamiento	Verificar el diferencial de temperatura y ajuste el sobre calentamiento "super-heat"
	Excesivo ruido	Acople de transmisión flojo	Apretar tornillería o sustituir
		Falta de lubricante	Complete o cambie la carga de lubricante
		Elementos gastados	Sustituir
		Válvula reguladora sucia	Limpiar o cambiarla
		Anclajes fallados	Apriete la tornillería o coloque nuevos amortiguadores, sustituya los anclajes
	Se dispara	Contactador	Contactador en mal estado, calentamiento excesivo, apriete tornillería o sustitúyalo
		excesiva carga	Verifique amperaje

ELEMENTO	PROBLEMA	CAUSA	QUE HACER
Ventilador centrífugo	Baja capacidad	Rotación	Verifique la dirección de rotación
		Compuerta	Cerçiõrese que la compuerta esté en su posición correcta
		Aislante	Compruebe que el aislante insterno esté sujeto a los ductos
		Filtros sucios	Verifique su estado, lávelos a presión con agua y detergente
		Presión estática	Verifique que el diseño sea adecuado, presión
	la humedad relativa no disminuye	insuficiente flujo a través del serpentín evaporador	Verifique la dirección del flujo y la cantidad del mismo, compárelo con el diseño y corrija
		Presión negativa	Presión negativa en el área, verifique si existen filtraciones de aire no tratado y corrija
	partículas en el aire	Filtros en mal estado	Sustituir o colocar los adecuados
	Bajo suministro de aire	Evaporador congelado	Control de temperatura con punto de apertura muy bajo, rango aproximado entre 68 y 71°F
Evaporador	Baja capacidad de enfriamiento	Serpentín sucio	Lave los serpentines con agua y detergente a presión u otro
		Refrigerante	Complete carga

ELEMENTO	PROBLEMA	CAUSA	QUE HACER
		Fugas	Corrija fugas
		Serpentín congelado	Descongele suministrando aire a temperatura ambiente desactive el sistema de refrigeración
	Temperatura baja en el suministro	Calentadores	Verifique que los calentadores estén activados y funcionen a la temperatura correcta
Ductos de suministro	derrame de agua	Evacuador de condensado obstruido, vapor de agua que se condensa en la superficie de los ductos	Limpiar los colectores de condensado, el drenaje. Use tubería de 3/4" o más. Aisle las superficies de los ductos que estén descubiertas
Filtros	Congelamiento del evaporador	Filtros sucios obstaculizan el suministro de aire	Límpielos o sustitúyalos
Control de voltaje	Los indicadores no se activaron	potencia	Active el circuito de potencia
	Conexión incorrecta	L1, L2, L3 intercambiados	Corrija la posición
		Retardador de arranque	Espere, el retardador de arranque o "timer" activará el sistema en 3 o 5 minutos según lo programado
		Tierra física	Debe aterrizar el control, realice la conexión a tierra
		Bajo voltaje	Ajuste el rango de funcionamiento del control de voltaje, 208, 210 o 230 voltios

<u>ELEMENTO</u>	<u>PROBLEMA</u>	<u>CAUSA</u>	<u>QUE HACER</u>
Retardador de arranque	El equipo no se activó	Retardador	Un " Timer", o retardador de arranque está funcionando en el circuito eléctrico

CONCLUSIONES

1. La seguridad del personal de mantenimiento es primordial siempre que se realicen trabajos en alguna unidad, debido a la utilización del tacto en las actividades de verificación.
2. El funcionamiento y perfecto estado de los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, asegura el uso correcto de la energía eléctrica, adecuado funcionamiento del equipo de refrigeración en sus ciclos de trabajo; que se traducen en economía y larga vida útil del sistema de aire acondicionado.
3. La limpieza de los elementos del sistema es fundamental, especialmente en los intercambiadores de calor y filtros para el aire, aunque la limpieza está en función del proceso o servicio que preste la unidad; hace eficiente el trabajo del equipo de refrigeración, proporciona un aire limpio y cantidades estables en el suministro, CFM.
4. La lubricación de los elementos rodantes, niveles y períodos de vida del aceite lubricante en el compresor, asegura un suave funcionamiento del equipo así como una temperatura aceptable.
5. Las mediciones de humedad relativa, temperatura y volumen de aire, se realizan para verificar el desempeño de la unidad acondicionadora de aire; el consumo de energía eléctrica se usa para cerciorarse que la carga impuesta a los motores eléctricos está dentro de los intervalos permisibles del diseño.
6. Los documentos usados para el control de las actividades de mantenimiento, proporcionan la información necesaria acerca del estado y funcionamiento de los equipos, y, la oportunidad de planificar si es necesario, trabajos futuros, así como el personal necesario, herramienta, materiales y accesorios por utilizar.

RECOMENDACIONES

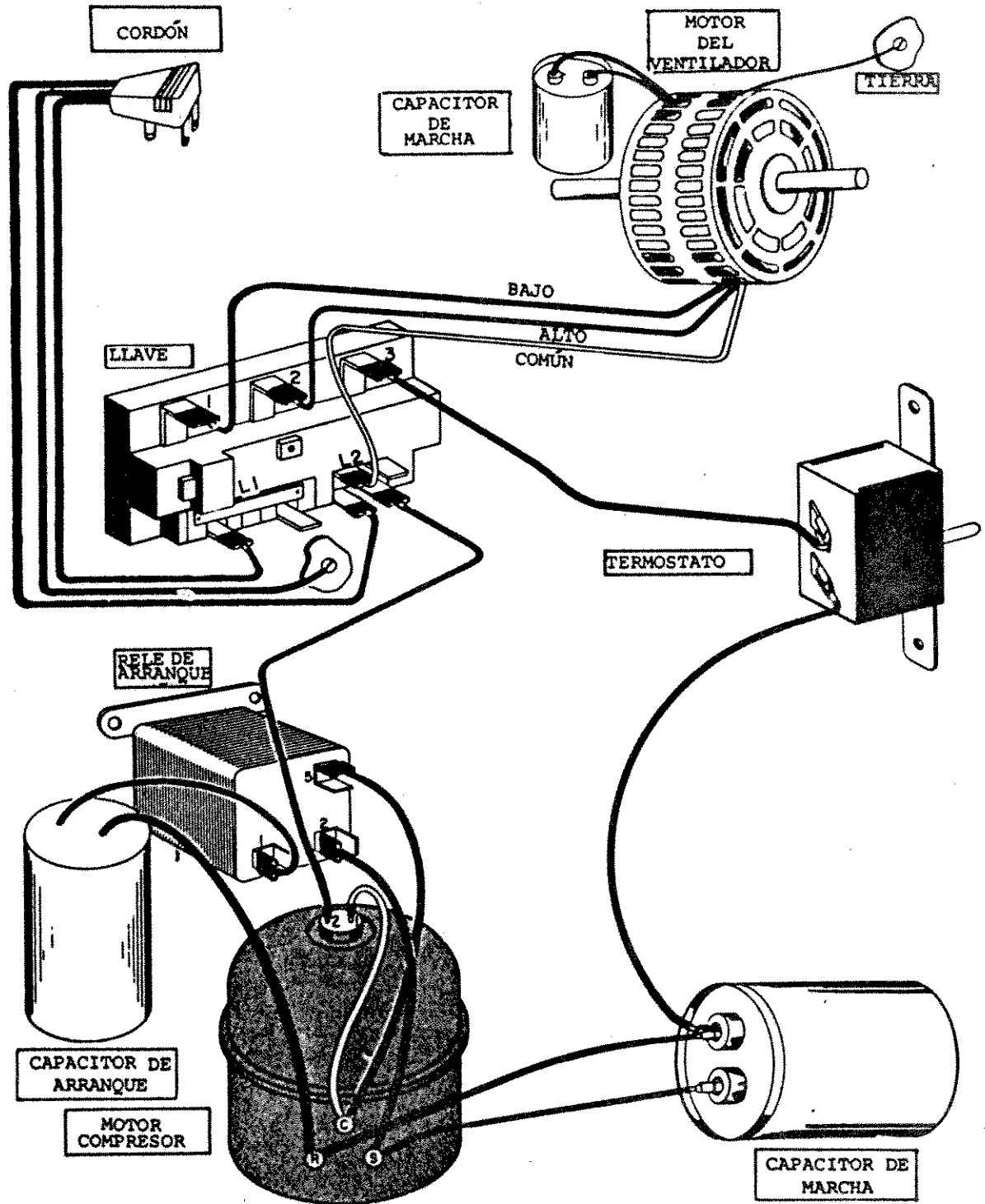
1. Los elementos de automatización del equipo, como controles de presión, voltaje, humedad relativa, etc., no se deben reparar, estos son fabricados libres de mantenimiento; sustitúyalos y si no es experto, no profundice en los sistemas de la unidad.
2. Instalar manómetros en la descarga y succión del compresor, con la intención de evitar pérdidas de refrigerante cuando se realicen mediciones de presión de trabajo en el sistema.
3. Limpiar los filtros una vez por semana, principalmente el de aire fresco de reposición. El área en donde está instalada la unidad evaporadora debe permanecer limpia y tener libre acceso para proporcionarle mantenimiento.
4. Aislar los ductos de suministro de aire que estén expuestos a la radiación solar, en el cuarto de calderas y entre el cielo falso del edificio, esto evitará la alteración de la temperatura del aire y la condensación del vapor de agua del aire exterior.

XV
BIBLIOGRAFÍA

1. SIGUERE, Jorge. **Apuntes del curso de montaje y mantenimiento de equipo.** Guatemala: S.e, Universidad de San Carlos, 1982.
2. MARKS y Baumeister. **Manual del ingeniero mecánico.** 2a. edición. México: editorial McGraw-Hill, 1988.
3. SPOTTS, M. F. **Diseño de elementos de máquinas.** 2a. edición. México: editorial reverté, 1976.
4. SEVERNS, W. H. **Energía mediante vapor, aire o gas.** 4a. edición. México: editorial Reverté, 1991.
5. **Folletos de equipos importados de aire acondicionado.** Estados Unidos de América: S.e, 1993.
6. OLIVIERI, Joseph. **Diseño de calentadores y enfriadores para sistemas de confort.** 3a. edición. México: S.e, 1981.
7. AMANA y Raythen. **Manual de mantenimiento a equipos compactos.** Estados Unidos de América: S.e, 1991
8. ALTHOUSE, D., Andrew, Bauciano, A. y Turquist, C. **Modern refrigeration and air conditioning.** 4a. edición. Estados Unidos de América: editorial publicaciones técnicas the goodheart-Wilcox co., 1975.
9. DOOLIN, James H. **Acondicionamiento de aire, calefacción y refrigeración.** 2a. edición. estados Unidos de América: editorial publicaciones técnicas, 1975.

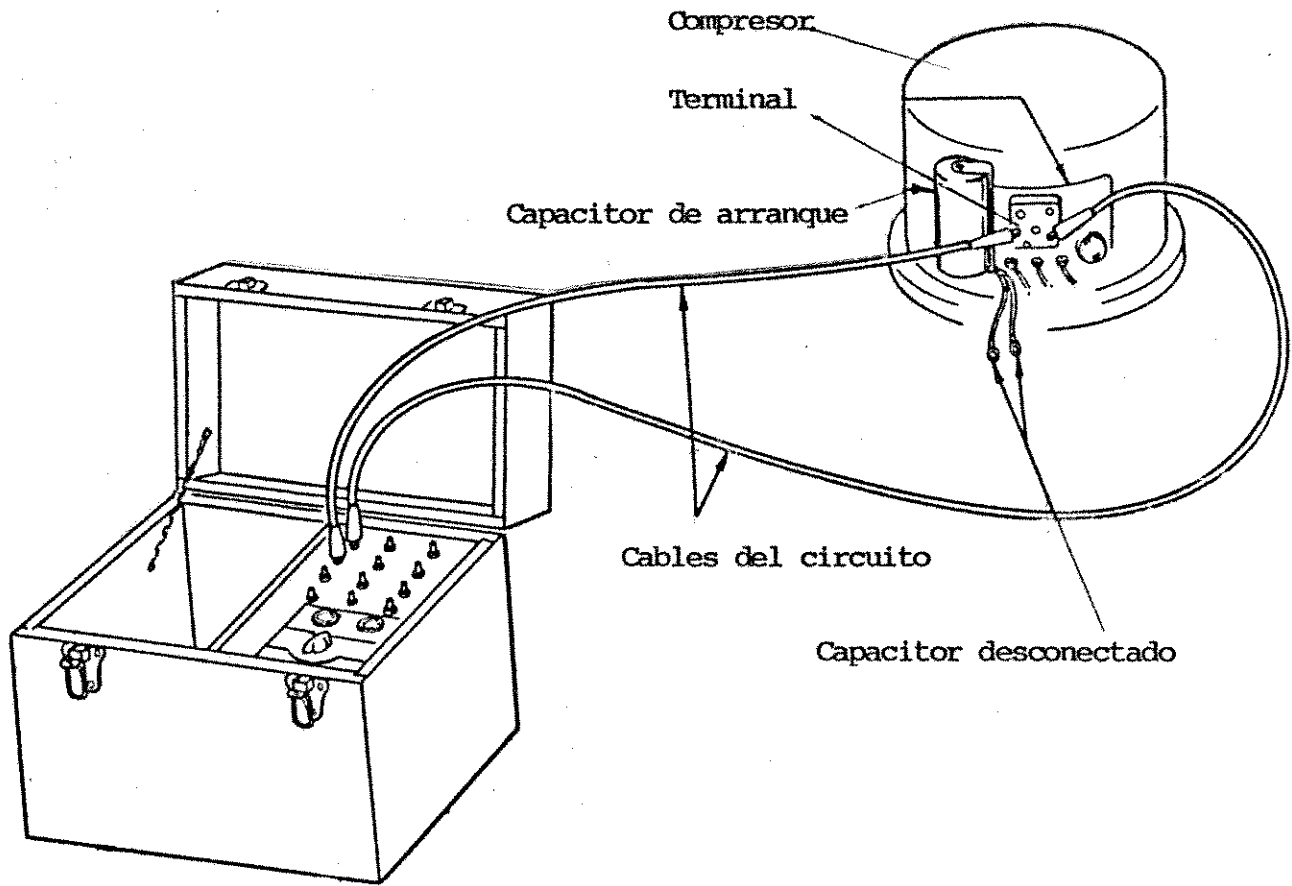
10. CARRIER. **Manual de aire acondicionado Carrier.** 2a. edición. Estados Unidos de América: Editorial McGraw-Hill, 1980.
11. BLASQUEZ, E. Alberto. **Manual de refrigeración industrial.** 8a. edición. México: publicaciones técnicas, 1993.
12. ROBINSON, Joseph y Elonka, Stephen. **Operación de plantas industriales.** 2a. edición. Estados Unidos de América: editorial McGraw-Hill, 1973.
13. ELONKA, Stephen. **Operación de plantas industriales.** 1a. edición. Estados Unidos de América: editorial McGraw-Hill, 1973.
14. QUAID, W. **Standard refrigeration and air question and answer.** 1a. edición. Estados Unidos de América: editorial McGraw-Hill, 1973.

A N E X O



Representación de un sistema de refrigeración con relé

Figura No. 32



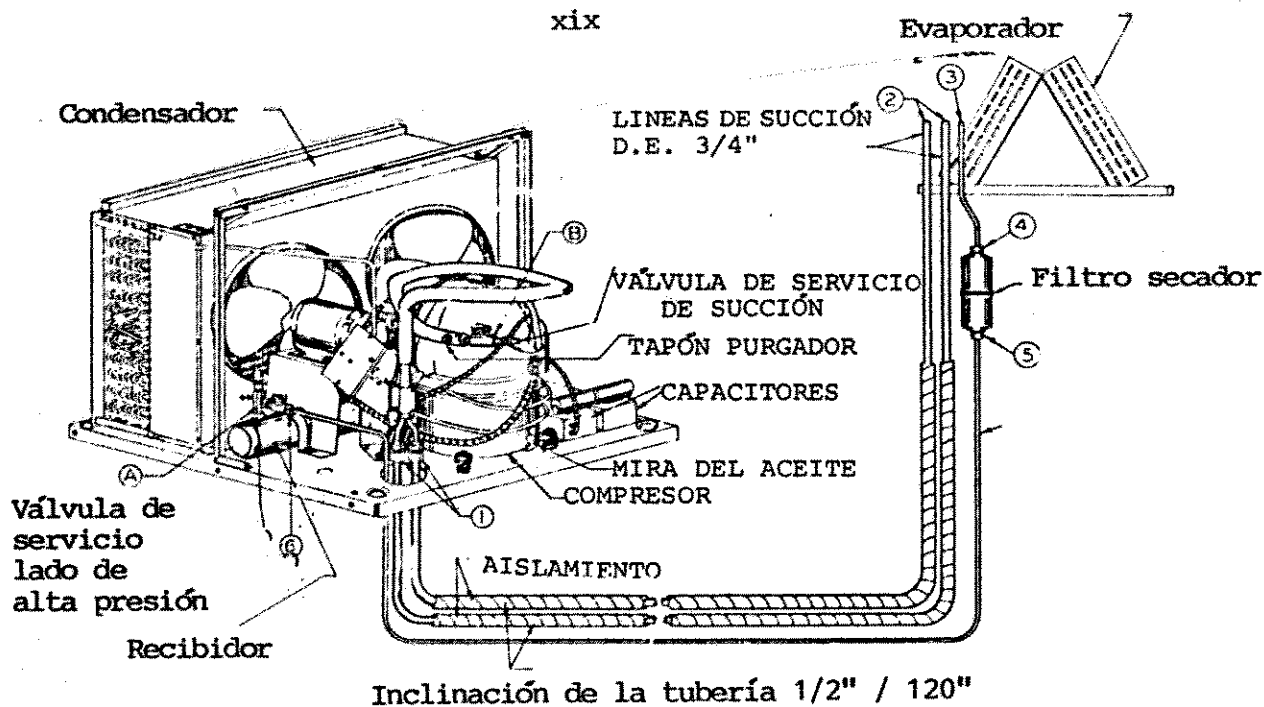
Verificador de capacitancia
Figura No. 33

Condiciones:

Los capacitores deben desconectarse del circuito eléctrico.

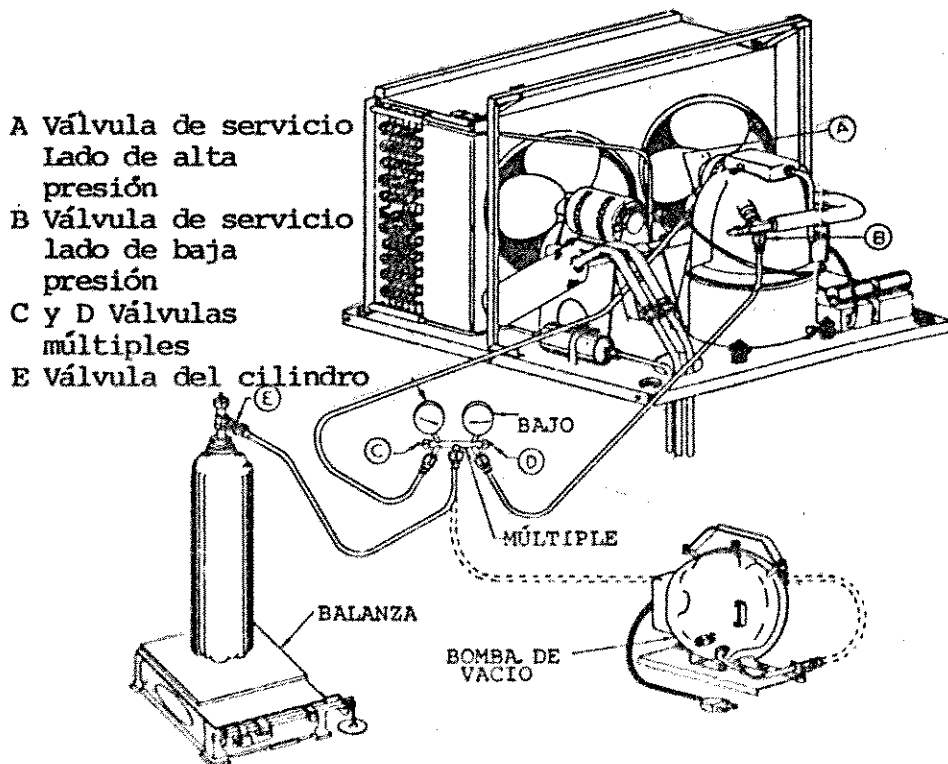
Lea las indicaciones del equipo, verificador, para el diagnóstico.

No toque las terminales del capacitor, si éste no fue desconectado y descargado.



Vista de un equipo tipo "split"

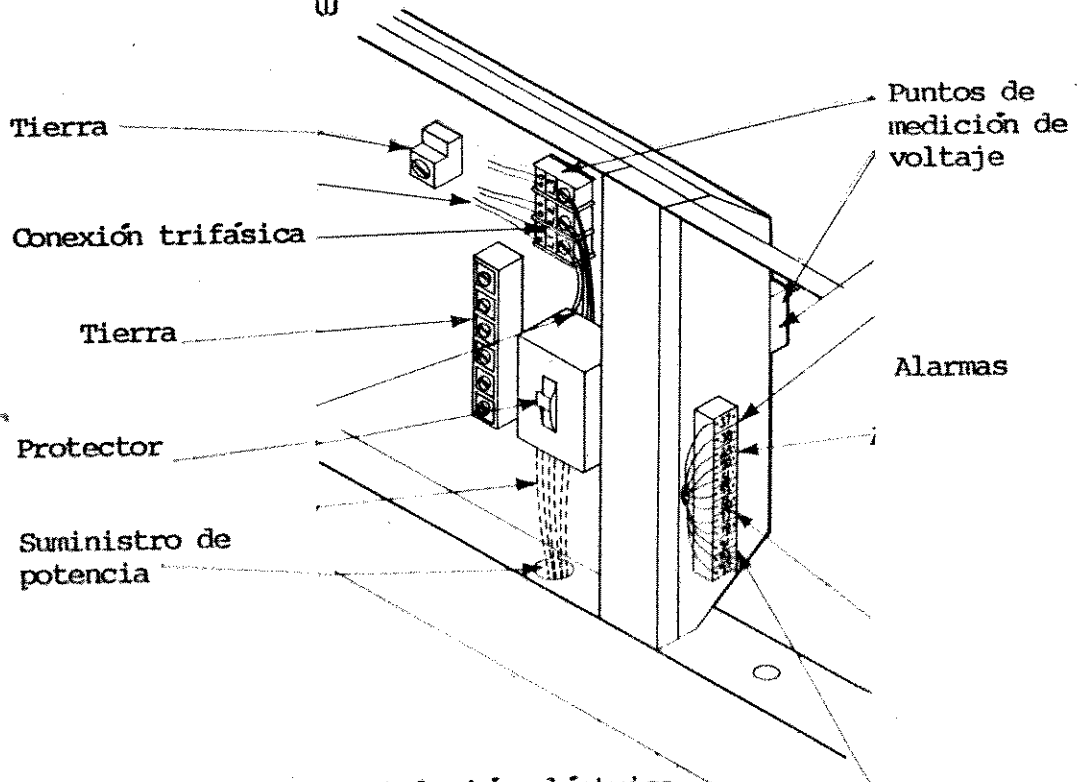
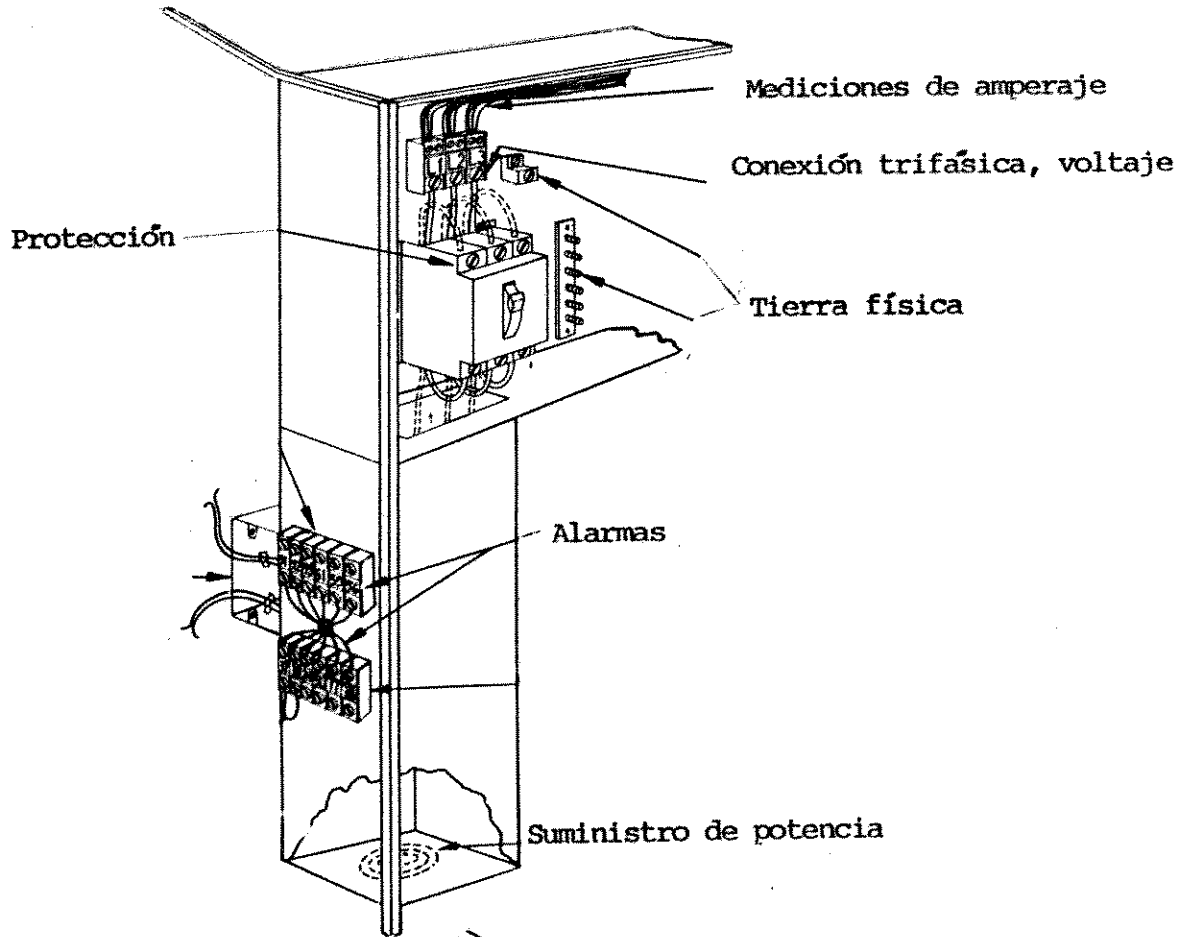
Figura No. 34



Carga de un equipo

Figura No. 35

XX



Instalación eléctrica
Figura No. 36

REGISTROS DE MANTENIMIENTO Y SUS USOS

TABLA A-1

FUNCIÓN	TIPO DE REGISTRO	CONTENIDOS
1 Prevenir deterioro del equipo.	Hoja de verificación de inspección diaria	Registro diario de presencia o ausencia de anomalías. (inspección visual del equipo durante la operación).
	Registro de lubricación.	Registro de reposición de lubricantes y reemplazo de lubricantes contaminados.
3 Medir el deterioro del equipo.	Registros de inspección periódica	Registro de grado medio de deterioro y desgaste. Analizar si es necesario.
4	Informe de mantenimiento.	Detalles de reparación de averías esporádicas, mantenimiento planificado y mejora de mantenibilidad.
5	Registro de mejora de mantenibilidad.	Registro de planes de mejora de mantenibilidad, ejecución y mejora.
6	Gráfico de análisis.	Registro de todos los tipos de trabajos de mantenimiento, por ejemplo, reparación de averías esporádicas, reposición y reemplazo de lubricantes, mantenimiento periódico y mejorar la mantenibilidad.

FUNCIÓN	TIPO DE REGISTRO	CONTENIDOS
7 Documentar la vida de los equipos.	Libro del equipo	Detalles y registros de costos de las reparaciones de averías principales, mantenimiento periódico y mejora de mantenibilidad.
8 Control del presupuesto de mantenimiento	Registro, costos de mantenimiento.	Descomposición de los costos de mantenimiento, costos de personal, materiales y subcontratistas. Desglose de costos de cada unidad o equipo.

TABLA A-1, CONTINUACIÓN

USO	PERSONA RESPONSABLE	OBSERVACIONES
Tratar anomalías y reportar e informar a los superiores y al departamento de mantenimiento.	Operario de línea.	Pueden emplearse también registros de lubricación.
Mejorar métodos de lubricación y verificar el consumo de lubricante.	Operario.	
Realizar reparaciones y mantenimiento si las medidas muestran que se han alcanzado los límites de control.	Personal de mantenimiento asignado.	Los límites de control se especifican en los estándares de inspección.
Obtener estadísticas de averías y decidir prioridades de trabajo de mantenimiento.	Personal de mantenimiento.	
Inferir causas de averías y tomar medidas para evitar la recurrencia.		
Ampliar los intervalos de mantenimiento y mejorar la eficiencia del trabajo de reparación.	Operarios, departamento de mantenimiento, subcontratistas fijos, etc.	
Proveer datos de costos con los que se adopten decisiones sobre reemplazo, equipos e inversión basadas en el ciclo de vida.	Personal o staff del departamento de mantenimiento.	

<u>USO</u>	<u>PERSONA RESPONSABLE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
Control del presupuesto de mantenimiento.	Personal del departamento de mantenimiento, materiales y compras.	Datos promovidos por el departamento de contabilidad.

TABLA B-1, CONTINUACIÓN