



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE EJECUCIÓN

EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN
FUNCIONAMIENTO DE UN MÓDULO DE AIRE
ACONDICIONADO PARA EL LABORATORIO DE
REFRIGERACIÓN**

HENRY PATRICIO BARROSO PAREDES

ANIBAL XAVIER TOAPANTA ANDRANGO

Latacunga, Octubre del 2002

CERTIFICACIÓN

Certifico que este trabajo fue realizado en su totalidad, por los señores Henry Patricio Barroso Paredes y Aníbal Xavier Toapanta Andrango bajo nuestra dirección.

Ing. Jorge Almeida

DIRECTOR

Ing. Fausto Acuña

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Nuestros más sinceros agradecimientos a todos los profesores de la FACULTAD DE INGENIERIA DE EJECUCIÓN EN ELECTROMECAÁNICA DE LA ESPE – LATACUNGA, por sus conocimientos brindados; y en especial a los Ingenieros Jorge Almeida y Fausto Acuña por su valiosa colaboración en el desarrollo y culminación de este proyecto.

Un profundo agradecimiento al Gobierno Municipal de Tena por la donación de los equipos de Aire Acondicionado.

Y a todas aquellas personas que ayudaron de una u otra forma a la exitosa culminación de este proyecto.

Henry

Xavier

DEDICATORIA

A DIOS por ser mi guía espiritual y por ser el amigo que nunca me ha fallado.

A MI MADRE, ser maravilloso que me dio la vida y a la cual siempre he honrado y valorado por sus sabios consejos que me supieron inculcar desde que era niño; y además por todo el sacrificio que hizo para que pueda hacer posible la culminación de esta meta.

A MIS HERMANOS quienes siempre me incentivaron a que siga adelante con mi carrera.

A MI ESPOSA JEINY Y A MI HIJA ODALIS NICOLE que con su amor, comprensión y su inocente ternura son la base principal en mi vida y el pilar fundamental en la culminación de mis estudios, motivándome a cumplir las tareas de estudiante, esposo y padre a la vez

HENRY

DEDICATORIA

A MI DIOS PADRE todo poderoso, ya que por ser mi guía espiritual me ha ayudado a no desviarme por el camino del mal.

A MIS QUERIDOS PADRES, personas que un día me dieron la vida, para luego darme una educación completa en todos los sentidos, tanto moral, espiritual y académica. Y además por todo el sacrificio que hicieron para hacer posible la culminación de este objetivo.

A MIS HERMANOS, FAMILIA Y AMIGOS, que siempre me incentivaron a lo largo de mi trayectoria estudiantil y durante la realización de este proyecto.

XAVIER (PIERE)

INDICE

| CONTENIDO | PAGS. |
|---|-------|
| I. CLIMATIZACIÓN | |
| 1.1 INTRODUCCION AL AIRE ACONDICIONADO Y PRINCIPIOS..... | 1 |
| 1.2 GENERALIDADES DEL AIRE ACONDICIONADO..... | 1 |
| 1.2.1 TEMPERATURA DEL AIRE..... | 2 |
| 1.2.2 CONTENIDO DE HUMEDAD..... | 2 |
| 1.2.3 VELOCIDAD DEL AIRE..... | 3 |
| 1.2.4 LIMPIEZA DEL AIRE..... | 3 |
| 1.2.5 VENTILACIÓN..... | 3 |
| 1.3 AIRE..... | 4 |
| 1.3.1 COMPOSICIÓN..... | 4 |
| 1.3.2 HUMEDAD RELATIVA..... | 4 |
| 1.3.3 PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DEL AIRE..... | 4 |
| 1.4 PRODUCCIÓN DE FRIO Y CALOR..... | 7 |
| 1.4.1 PRODUCCIÓN DE FRIO CICLOS Y COMPONENTES..... | 7 |
| 1.4.2 PRODUCCIÓN DE CALOR EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN..... | 12 |
| 1.5 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE..... | 15 |
| 1.5.1 SISTEMA DE CONDENSACIÓN POR AIRE – AGUA..... | 15 |
| 1.5.2 SISTEMAS COMPACTOS O PARTIDOS..... | 15 |
| 1.5.3 SISTEMA DE DESCARGA DIRECTA O INDIRECTA..... | 15 |
| 1.5.4 SISTEMAS DE CAUDAL CONSTANTE O VARIABLE..... | 16 |
| 1.5.5 ACONDICIONAMIENTO PARCIAL O TOTAL..... | 16 |
| 1.5.6 DIFERENCIAS ENTRE LAS BOMBA DE CALOR Y A. A..... | 27 |
| 1.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMODIDAD..... | 28 |
| 1.6.1 TEMPERATURA DEL AIRE..... | 29 |
| 1.6.2 HUMEDAD DEL AIRE..... | 29 |
| 1.6.3 MOVIMIENTO DEL AIRE..... | 29 |
| 1.6.4 PUREZA DEL AIRE..... | 30 |
| 1.7 LA SENSACIÓN DE COMODIDAD..... | 30 |

| | | |
|--------|--|----|
| 1.7.1 | TEMPERATURA EFECTIVA..... | 31 |
| 1.8 | EQUIPOS CONDENSADOS POR AIRE..... | 32 |
| 1.8.1 | ACONDICIONADORES DE VENTANA..... | 32 |
| 1.8.2 | VENTAJAS E INCONVENIENTES..... | 35 |
| 1.8.3 | CONSOLAS..... | 35 |
| 1.8.4 | EQUIPOS COMPACTOS..... | 38 |
| 1.8.5 | EQUIPOS PARTIDOS (SPLIT)..... | 41 |
| 1.9 | EQUIPOS CONDENSADOS POR AGUA | 48 |
| 1.9.1 | CONSOLAS Y EQUIPOS COMPACTOS..... | 48 |
| 1.10 | VENTILADORES Y EXTRACTORES..... | 50 |
| 1.10.1 | VENTILADORES HELICOIDALES..... | 50 |
| 1.10.2 | VENTILADORES CENTRÍFUGOS (EXTRACTORES)..... | 51 |
| 1.10.3 | VENTILADORES TANGENCIALES..... | 51 |
| 1.11 | DESHUMIFICADORES..... | 51 |
| 1.11.1 | DESHUMECTACIÓN MEDIANTE BATERÍA FRÍA..... | 52 |
| 1.11.2 | DESHUMECTACIÓN POR ABSORCIÓN (SÓLIDO)..... | 53 |
| 1.11.3 | DESHUMECTACIÓN POR ABSORCIÓN (LÍQUIDO)..... | 53 |
| 1.12 | HUMIFICADORES..... | 53 |
| 1.12.1 | HUMIFICADORES POR PULVERIZACIÓN..... | 54 |
| 1.12.2 | HUMIFICADORES POR EVAPORACIÓN..... | 54 |
| 1.12.3 | HUMIFICADORES POR VAPORIZACIÓN..... | 55 |
| 1.13 | REFRIGERANTES | |
| 1.13.1 | CLASES DE REFRIGERANTES..... | 57 |
| 1.13.2 | CARACTERÍSTICAS DE LOS REFRIGERANTES..... | 58 |
| 1.14 | ESQUEMA DE FABRICACIÓN DE CONDUCTOS..... | 60 |
| 1.15 | CONEXIÓN DE APARATOS..... | 61 |
| 1.15.1 | CONEXIÓN DE COMPUERTAS..... | 61 |
| 1.15.2 | CONEXIÓN DE REJILLAS CONTRA FUEGOS..... | 62 |
| 1.15.3 | CONEXIÓN DE REJILLA..... | 63 |
| 1.15.4 | CONEXIÓN DE DIFUSOR..... | 64 |
| 1.15.5 | CAMPO DE APLICACIÓN..... | 65 |
| 1.15.6 | NORMAS GENERALES DE SELECCIÓN DE REJILLAS..... | 66 |

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 1.15.7 | NORMAS DE SELECCIÓN DE DIFUSORES..... | 68 |
| 1.16 | MECANISMO DE REGULACIÓN..... | 68 |
| 1.16.1 | TERMOSTATOS..... | 69 |
| 1.16.2 | HUMIDOSTATOS..... | 69 |
| 1.16.3 | REGULADORES DE CAUDAL DE AIRE..... | 69 |

II. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE UNA UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN

| | | |
|-----|------------------|----|
| 2.1 | DESCRIPCIÓN..... | 70 |
|-----|------------------|----|

III. CONTRUCCIÓN, PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE UN MODULO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA DISEÑO Y CONSTRUCCION

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | CONSTRUCCIÓN..... | 80 |
| 3.2 | PUESTA EN MARCHA..... | 84 |
| 3.2.1 | VACIADO Y CARGA DE REFRIGERANTE..... | 85 |
| 3.2.2 | DETECCIÓN DE FUGAS..... | 86 |
| 3.3 | MANTENIMIENTO DE UN MÓDULO DE A.A. TIPO VENTANA..... | 90 |

IV. ELABORACIÓN DE GUÍAS Y MANUAL DE OPERACIÓN DEL MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1 | ELABORACIÓN DE GUÍAS PARA PRACTICAS DIRIGIDAS..... | 93 |
| 4.1.1 | PRACTICA DIRIGIDA # 1..... | 94 |
| 4.1.2 | PRACTICA DIRIGIDA # 2..... | 97 |
| 4.1.3 | PRACTICA DIRIGIDA # 3..... | 101 |
| 4.1.4 | PRACTICA DIRIGIDA # 4..... | 105 |
| 4.1.5 | PRACTICA DIRIGIDA # 5..... | 110 |
| 4.1.6 | PRACTICA DIRIGIDA # 6..... | 114 |

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|--------------------------|-----|
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 116 |
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 119 |

| | |
|--------------------------|------------|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 121 |
|--------------------------|------------|

ANEXOS

CAPITULO I

CLIMATIZACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN AL AIRE ACONDICIONADO Y PRINCIPIOS

Cuando se trata de refrigeración, debemos tener claro un concepto: estos sistemas no generan frío, sino que eliminan calor. Por poner un ejemplo sencillo y gráfico, que todos hemos experimentado alguna vez, podemos recordar lo que ocurre cuando humedecemos nuestra mano con alcohol; al secarse notamos una sensación de frío, y ello sucede porque para evaporarse debe absorber energía del entorno, y en ese caso, la energía utilizada es el calor de la mano.

Lo mismo sucede con los sistemas de refrigeración: necesitan un elemento, llamado evaporador, que absorba el calor requerido para que un refrigerante líquido pase al estado gaseoso. Para acelerar el proceso se incluye un compresor para aspirar y comprimir los gases del refrigerante, enviándolos seguidamente a un condensador donde ceden el calor y vuelven a adquirir el estado líquido, para regresar de nuevo al evaporador e iniciar un nuevo ciclo. De hecho, cualquier líquido absorbe calor cuando pasa al estado gaseoso, aunque la temperatura de evaporación depende de la presión; así, cuanto más elevada es la presión, más alta es la temperatura.

1.2 GENERALIDADES DEL AIRE ACONDICIONADO

La primera premisa que hay que tener en cuenta para la obtención de un ambiente sano y confortable exige el control de cinco propiedades o características del aire. Es decir el ocupante de un ambiente acondicionado se encontrará en situación óptima cuando pueda controlar las condiciones que se indican a continuación:

1. Temperatura (calefacción o refrigeración).
2. Contenido de humedad (deshumidificación o humidificación).
3. Velocidad del aire (circulación).
4. Limpieza del aire (filtrado).
5. Ventilación (introducción de aire exterior).

1.2.1 TEMPERATURA DEL AIRE

El grado de calor, que de una forma aproximada es apreciado por sensaciones que se designan por helado, caliente, frío o tibio, puede medirse de forma exacta y correcta mediante un termómetro ordinario que expresa estas sensaciones con toda precisión y al que suele llamarse termómetro de bulbo seco, en contraposición al de bulbo húmedo, que tiene un destacado papel en las instalaciones y proyectos de aire acondicionado.

1.2.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

También la variable humedad, definida por los conceptos de húmedo y seco, es apreciada por el hombre. Estos términos se refieren a la cantidad de agua evaporada contenida en el aire. Esta sensación es desagradable en sus valores extremos o cuando hay déficit de la misma.

La función del termómetro de bulbo húmedo es exclusivamente la de indicar el contenido de humedad del ambiente. Es función del aire acondicionado obtener en cada momento la humedad más conveniente para lograr el máximo confort. Los valores entre los que se puede oscilar se fijan entre el 30 y el 65%. *

* Valores consultados del libro **BIBLIOTECA ATRIUM DE LAS INSTALACIONES.**

1.2.3 VELOCIDAD DEL AIRE

Los beneficios de un ambiente con temperatura y humedad adecuadas, solo pueden transmitirse al cuerpo humano mediante una correcta circulación de aire. Como regla general se puede establecer que la velocidad del aire no superará el valor de 0.25 m/s en las zonas de normal ocupación sedentaria y a una altura de suelo inferior a 2 m.

La velocidad mayor a este valor produce un efecto desagradable que se puede hacer difícil de soportar, tanto mayor cuanto más frío es el aire. Por lo mismo, una velocidad inferior a 0.1 m/s puede producir una sensación de falta de aire, que también molesta.

1.2.4 LIMPIEZA DEL AIRE

El hombre, normalmente respira alrededor de 15 kg de aire cada día, lo que comparado con 1.5 kg que toma de aliento y 2 kg de agua que bebe, da idea de lo importante que es para la salud y el bienestar la limpieza del aire. Generalmente, éste está contaminado con impurezas, como el polvo, y debe filtrarse.

1.2.5 VENTILACIÓN

Los olores y el humo que se acumulan en la mayoría de las habitaciones debe diluirse con la aportación de aire exterior, asegurando un caudal del orden de 10 a 50 m³/h, según los casos.

1.3 AIRE

1.3.1 COMPOSICIÓN

La atmósfera terrestre está constituida principalmente por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). El 1% restante lo forman el argón (0,9%), el dióxido de carbono (0,03%), distintas proporciones de vapor de agua, y trozos de hidrógeno, ozono, metano, monóxido de carbono, helio, neón, criptón y xenón.

1.3.2 HUMEDAD RELATIVA

La expresión "humedad relativa del aire" se refiere al contenido de vapor de agua del aire. La humedad relativa es una medida del contenido de humedad del aire y, en esta forma, es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento.

Si la temperatura atmosférica aumenta y no se producen cambios en el contenido de vapor, la humedad absoluta no varía mientras que la relativa disminuye. Una caída de la temperatura incrementa la humedad relativa produciendo rocío.

1.3.3 PROPIEDADES PSICOMETRICAS DEL AIRE

La relación entre los conceptos anteriores: temperatura de los termómetros seco y húmedo, humedad relativa y otras variables, quedan perfectamente reflejadas en el diagrama psicrométrico adjunto. (fig. 1.1).

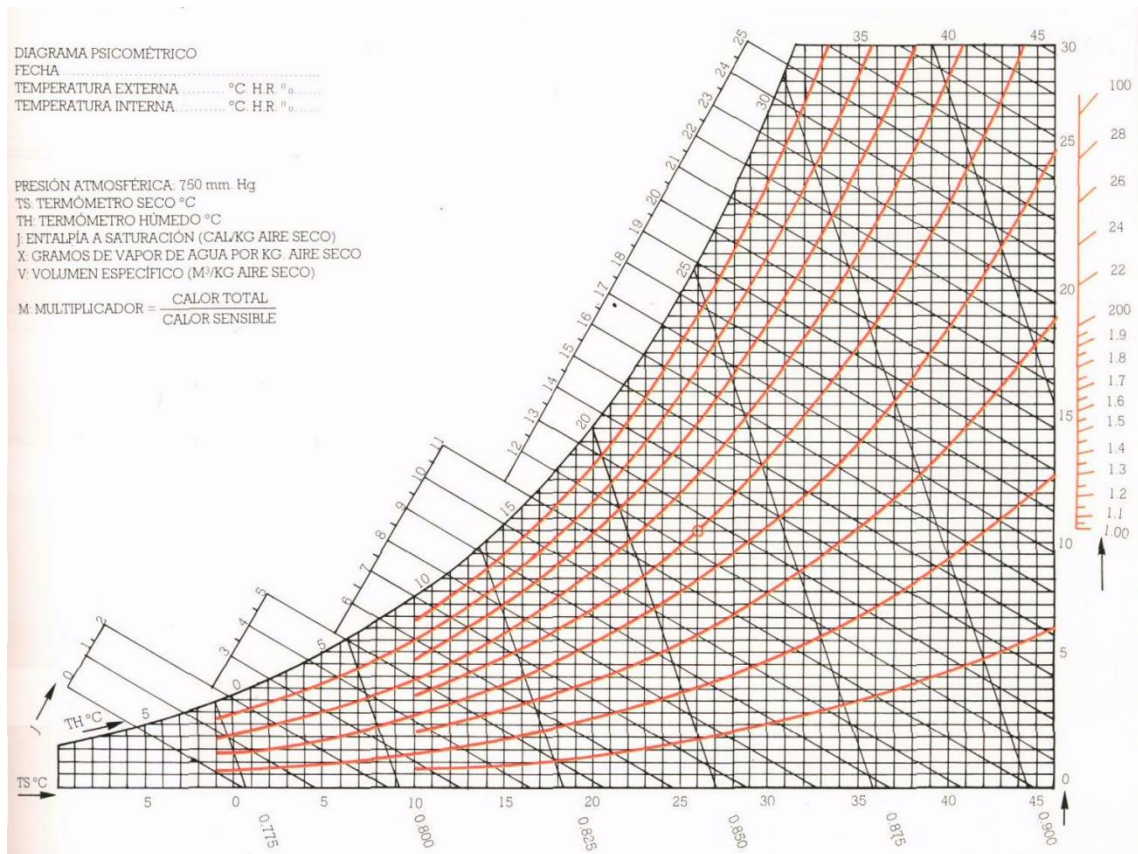


FIG. 1.1.- DIAGRAMA PSICROMETRICO.

Conviene también definir todas las propiedades psicrométricas del aire, así como indicar las unidades en las que generalmente se miden dichas variables.

1.3.3.1 VOLUMEN ESPECÍFICO

Es la unidad usada en psicometría y viene expresada en metros cúbicos de aire húmedo por kilogramo de aire seco. Es importante advertir que se ha definido por kilogramo de aire seco y no de aire húmedo.

1.3.3.2 CALOR ESPECÍFICO

Es la cantidad de calor necesario para elevar a un gramo de una sustancia un grado centígrado su temperatura. Por lo tanto, el calor

específico del agua es (1) uno. Aunque este valor, como todos los calores específicos, únicamente es válido a 25 °C, puesto que varían con la temperatura, generalmente, se consideran constantes dado que se trabaja con temperaturas excesivamente alejadas de lo normal, con lo que estas variaciones serán despreciables.

1.3.3.3 HUMEDAD ABSOLUTA

El peso del vapor de agua contenido en un volumen de aire se conoce como humedad absoluta y se expresa en gramos de vapor de agua por metros cúbicos de aire.

1.3.3.4 HUMEDAD ESPECÍFICA

(Relación de humedad). Se mide en gramos de agua por kilogramo de aire seco.

1.3.3.5 TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO

Es la temperatura a la que debe ser reducido el aire para comenzar a condensar la humedad en él contenida. En este punto la máxima tensión parcial de vapor correspondiente a esta temperatura, es la que tiene el vapor contenido del aire. Es decir, se ha llegado a la saturación.

1.3.3.6 TEMPERATURA DE TERMÓMETRO SECO

Es la temperatura del aire medida con un termómetro ordinario.

1.3.3.7 TEMPERATURA DE TERMÓMETRO HÚMEDO

Temperatura del aire medida por un termómetro cuyo bulbo está envuelto en un paño húmedo, y colocado en la trayectoria de una corriente

rápida de aire, o hecho oscilar a través de éste en el extremo de un psicrométrico giratorio. Suministra datos para determinar el calor contenido en el aire.

1.3.3.8 DEPRESIÓN DEL TERMÓMETRO HÚMEDO

Es la diferencia entre las temperaturas seca y húmeda, en unas ciertas condiciones del aire.

1.4 PRODUCCIÓN DE FRIO Y CALOR

1.4.1 PRODUCCIÓN DE FRIO CICLOS Y COMPONENTES

Existen solamente tres factores que marcan las diferencias entre la variedad de sistemas acondicionadores de aire conocidos: su método de condensación, la ubicación de los elementos que componen el circuito frigorífico y la posibilidad de invertir el sentido del circuito.

1.4.1.1 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA

La producción de frío por compresión mecánica es el fenómeno de cambio de estado que experimenta el fluido denominado refrigerante. Es conocida la sensación de frío al evaporarse unas gotas de alcohol líquido depositadas en la mano, y aquello se debe a la absorción de calor que este refrigerante efectúa para vaporizarse a la presión atmosférica. Pues bien, aunque cualquier líquido puede evaporarse cuando su temperatura y la presión a que está sometido son precisas, únicamente los denominados refrigerantes se evaporan a unos niveles adecuados para su utilización en la producción de frío.

Para poder realizar este proceso continuamente es necesario un circuito compuesto por evaporador, compresor, condensador y dispositivo de expansión.

1.4.1.2 CICLO FRIGORÍFICO

Si el refrigerante no costara dinero y se tuviese en abundancia, el equipo estaría constituido esencialmente por un evaporador. Como esto desgraciadamente no ocurre, es imprescindible reciclar nuevamente el refrigerante para que de esta manera pueda efectuar una nueva pasada por el evaporador. (fig. 1.2).

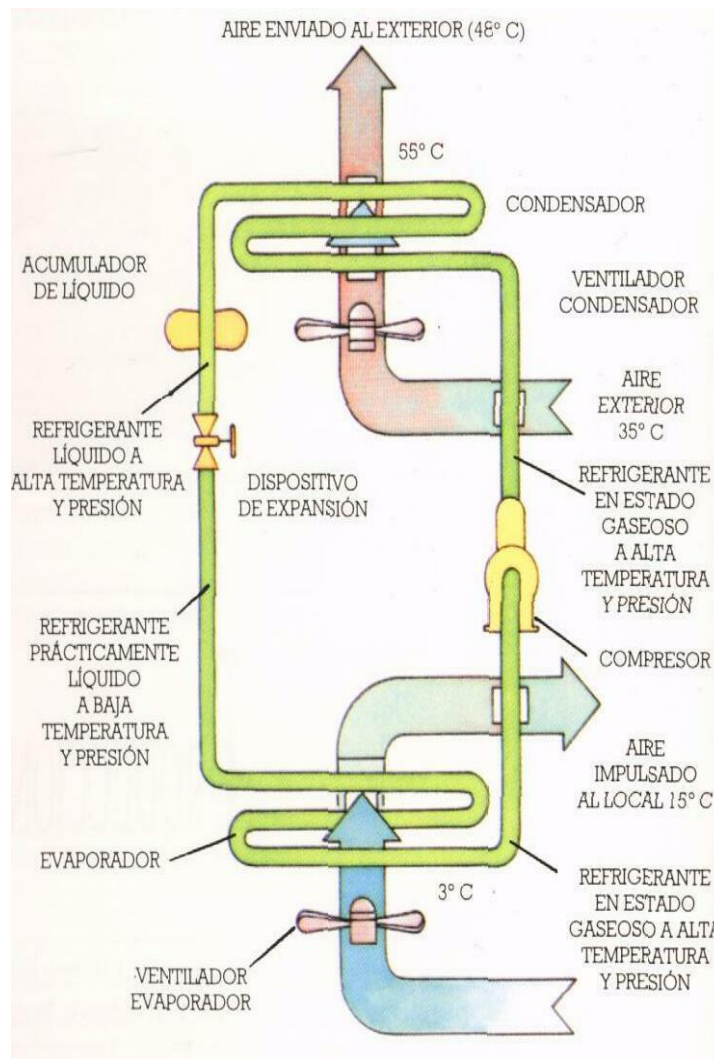


Figura 1.2.- ESQUEMA GLOBAL DE UN EQUIPO FRIGORÍFICO.

1.4.1.3 EVAPORADOR

Se compone de un tubo, que suele llevar unas aletas al exterior, y que se asemeja al radiador de un vehículo. Por un extremo se alimenta a través de una válvula de un fluido refrigerante, contenido en una botella a presión y, por la parte externa del tubo, circula aire movido por la acción del ventilador. El fluido refrigerante se supone que está a 3 °C, mientras que el aire, a la entrada del evaporador, tiene un nivel térmico de 25 °C.

A la salida del evaporador el aire está más frío que a la entrada, y el refrigerante se encuentra totalmente vaporizado. El enfriamiento del primero es tan intenso que además abandona sobre la superficie del evaporador una parte del vapor de agua; de ahí que el aire salga no solo más frío, sino también menos húmedo que a la entrada. Hay que recalcar que el refrigerante, a la salida del evaporador, lleva toda la energía que le ha robado al aire.

1.4.1.4 COMPRESOR

Es un equipo comparable al empleado para inflar las ruedas de una bicicleta, aunque su cometido es múltiple; por un lado comprime el refrigerante en estado de vapor procedente del evaporador, lo que equivale a reducir su volumen; simultáneamente aumenta la temperatura del vapor comprimido y, por último, es el mecanismo que posibilita la circulación del fluido refrigerante a lo largo de todo el ciclo.

Debe notarse que el compresor, para realizar sus funciones, consume una energía que toma a través de un motor, que cede al fluido refrigerante para comprimirlo y calentarlo, por lo que éste al salir del compresor lleva la energía con la que entró más la suministrada por éste.(Fig. 1.3).

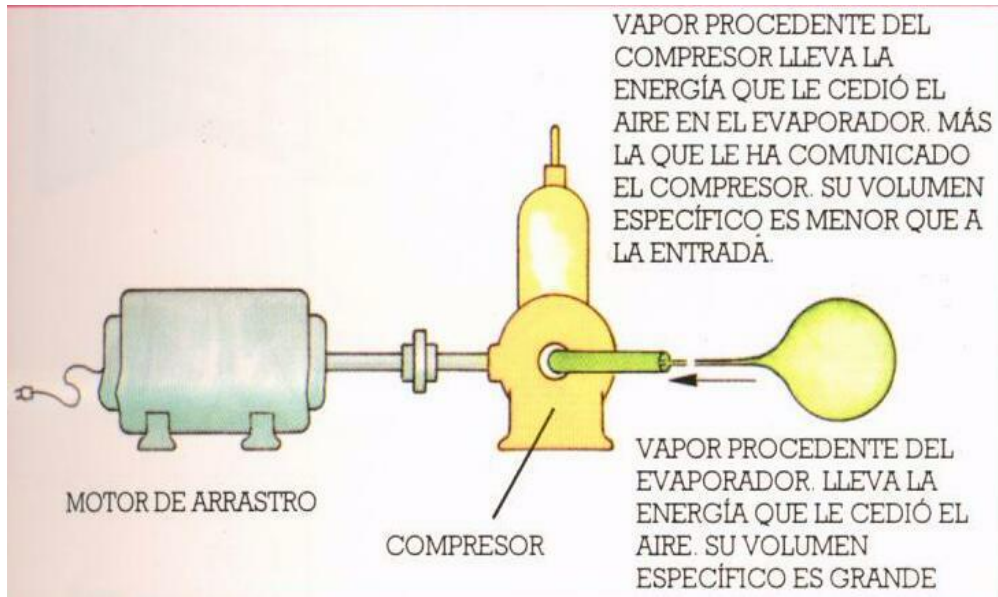


FIG. 1.3.- FUNCION DEL COMPRESOR.

1.4.1.5 CONDENSADOR

Se representa esquemáticamente y puede observarse que dicha figura es muy parecida a la del evaporador. En realidad, el condensador tiene un papel inverso al del evaporador; así, el gas refrigerante, procedente del compresor, entra en el interior del tubo que conforma el condensador. Se ha supuesto que dicho gas está a una temperatura de 55 °C, como consecuencia de su paso por el compresor. (Fig. 1.4).

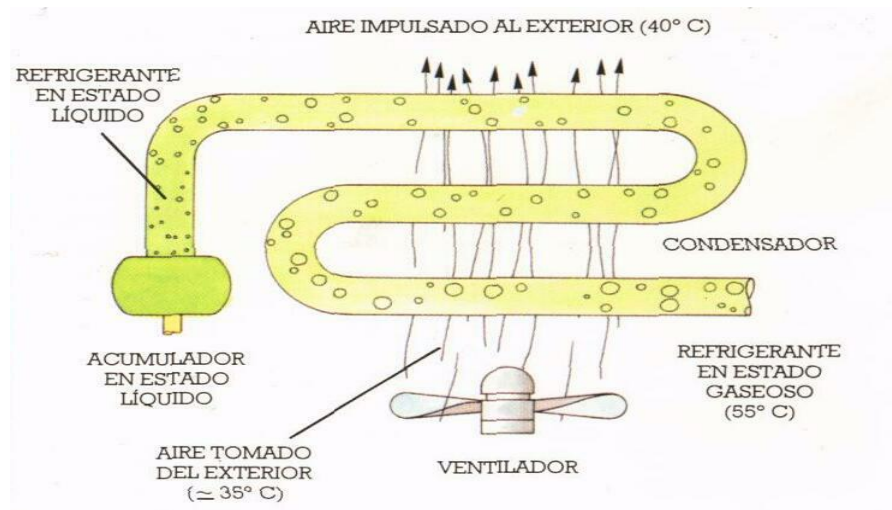


FIG. 1.4.- FUNCION CONDENSADOR.

Un ventilador toma aire del exterior, supuesto a 35°C, y hace que atraviese por la parte externa de los tubos; al estar el gas más caliente que el aire (55°C frente a 35°C) pasará calor desde el primero al segundo en consecuencia el aire que sale del condensador se calienta y se expulsa nuevamente a la atmósfera. Éste es el aire caliente que se percibe al situarse, en verano, detrás de un acondicionador de ventana.

Por su parte, el gas refrigerante al ceder su energía al aire, se condensa, esto es, se transforma en líquido, de manera que a la salida del condensador se dispone de refrigerante en estado líquido que se acumula en un recipiente, frecuentemente integrado dentro del cuerpo del condensador, que es la botella de refrigeración.

1.4.1.6 DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN

La figura 1.5, representa el acumulador del refrigerante líquido, donde se almacena éste, luego de pasar por el condensador. A la salida de dicho acumulador se dispone una válvula, el dispositivo de expansión, a través del cual se alimenta el evaporador.

Como puede observarse, el refrigerante ha vuelto a las condiciones iniciales, y está capacitado para recorrer otra vez el circuito.

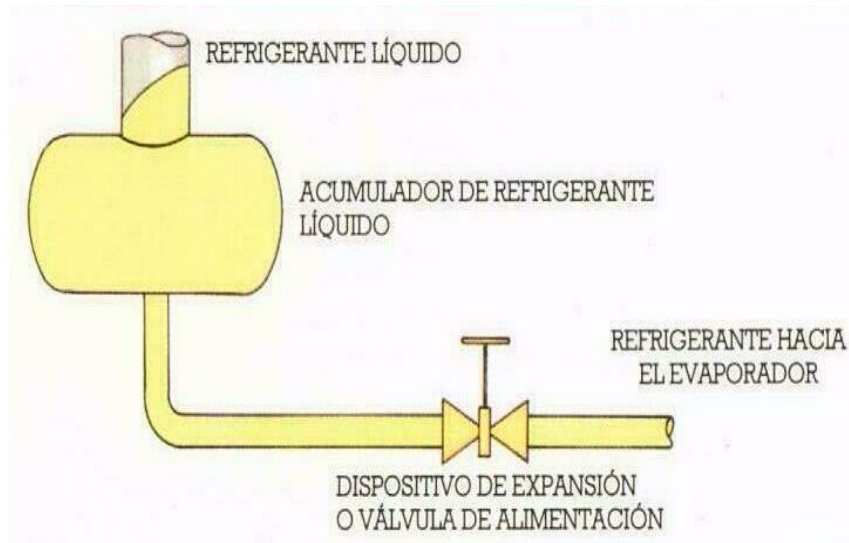


FIG. 1.5.- DISPOSITIVO DE EXPANSION.

1.4.2 PRODUCCIÓN DE CALOR EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Durante el régimen de verano se introduce en los locales aire frío y deshumidificado mediante un equipo acondicionador que emplea para ello un circuito frigorífico.

En invierno la aportación de aire al local debe ser caliente y eventualmente más húmedo que el existente en el mismo. Para esta producción de calor hay básicamente dos sistemas:

- a) Generación de aire caliente mediante baterías de agua caliente o resistencias eléctricas.
- b) Equipo de bomba de calor.

La primera de este tipo de instalaciones es independiente del circuito frigorífico y la segunda utiliza paradójicamente el circuito de refrigeración para la producción de aire caliente.

1.4.2.1 BATERIA DE AGUA CALIENTE

Se limita a calentar el aire que pasa por el conducto de impulsión a su paso por la batería; esto se consigue mediante un serpentín por el que circula el agua caliente procedente de una caldera ajena al circuito de refrigeración. (Fig.1.6).

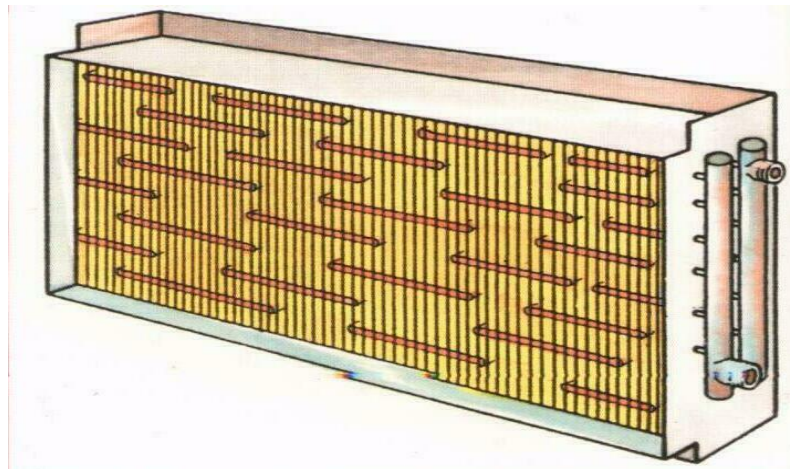


FIG. 1.6.- BATERIA DE AGUA CALIENTE.

1.4.2.2 BATERIA ELECTRICA

La calefacción con este sistema se efectúa colocando también en el circuito de impulsión una serie de resistencias eléctricas que calientan el aire a su paso. (Fig. 1.7).

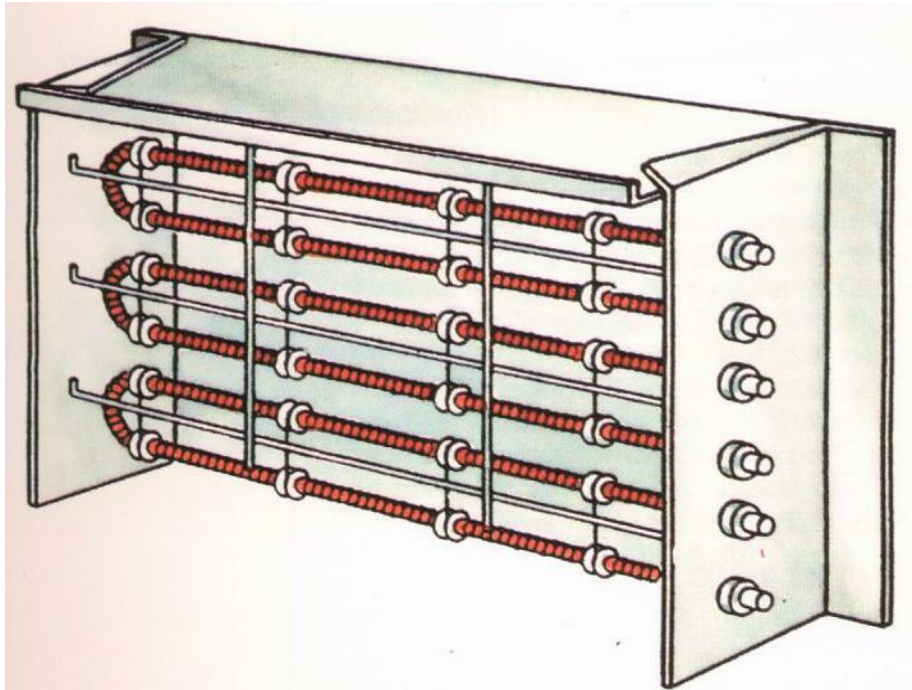


FIG. 1.7.- BATERIA ELECTRICA.

En estos dos sistemas, baterías de agua caliente y batería eléctrica, el equipo acondicionador de aire se limita a recircular el aire del local y mezclarlo con otro nuevo, sin que a su paso por el evaporador sufra cambio alguno, pues el circuito frigorífico está fuera de servicio (compresor en reposo).

1.4.2.3 EQUIPO DE BOMBA DE CALOR

El mismo sistema de refrigeración puede diseñarse de forma que también elimine el calor del espacio acondicionado, descargándolo al exterior del mismo cuando se precise refrigeración-deshumidificación. Si el equipo está diseñado de forma que sea capaz de efectuar ambas funciones (calefacción y refrigeración), se dice que es un acondicionador con bomba de calor. En resumen, como puede verse, cualquier equipo de refrigeración es realmente una bomba de calor por definición.

1.5 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

La diferenciación entre los múltiples equipos de acondicionamiento de aire se hace de acuerdo con los siguientes factores.

1.5.1 SISTEMA DE CONDENSACIÓN POR AIRE – AGUA

Antes se ha explicado que para llevar a cabo el ciclo frigorífico es preciso la presencia de un condensador en el cual el fluido refrigerante pasa de vapor a líquido. Para ello el condensador tiene que estar enfriado, bien por agua, bien por aire.

1.5.2 SISTEMAS COMPACTOS O PARTIDOS

El sistema compacto es un conjunto único totalmente montado en fábrica. Se incluyen dentro de una misma carcasa todos los elementos que son necesarios para producir aire acondicionado.

El sistema partido está formado por una unidad exterior condensadora y una unidad interior evaporadora. Ambas unidades se unen por tuberías de cobre para completar el circuito frigorífico.

1.5.3 SISTEMA DE DESCARGA DIRECTA O INDIRECTA

Los sistemas de descarga directa introducen soplando aire al local a través de una rejilla situada en el propio aparato. En los sistemas de descarga indirecta el aire sale de la máquina y se distribuye por medio de canalizaciones hasta los locales.

1.5.4 SISTEMAS DE CAUDAL CONSTANTE O VARIABLE

Caudal constante: el caudal de aire impulsado es constante, variando solamente la temperatura de éste, en función de las necesidades térmicas del local.

Caudal variable: además de modificar la temperatura, según las condiciones térmicas, se puede cambiar el caudal de aire que se insufla al espacio que se pretende acondicionar.

1.5.5 ACONDICIONAMIENTO PARCIAL O TOTAL

El acondicionamiento total de un edificio se puede hacer de dos formas, en función del tipo de equipo que se necesite:

a) Autónomos: se utiliza un equipo único de tratamiento de aire, compacto o partido, ubicado en el lugar destinado para tal fin, con todos los elementos necesarios para la producción de frío y calor, e incluso el control de humedad.

b) Sistemas centralizados: se utilizan generalmente en grandes espacios y constan de dos instalaciones centralizadas y separadas para la producción de agua fría y caliente.

El agua tratada en la central correspondiente (planta enfriadora en verano y sala de calderas en invierno) se bombea mediante una red de tuberías hasta las distintas dependencias donde hay ubicados climatizadores tipo *fan-coil*, que ceden frío o calor al ambiente.

El acondicionamiento parcial consiste en situar equipos indivisibles que sólo pueden acondicionar el local en el que se encuentran; su principal característica es su sencilla instalación. A continuación se clasifican los diferentes equipos que existen en el mercado de la siguiente forma:

- Equipos condensados por aire.
- Equipos condensados por agua.
- Bombas de calor.
- Equipos de calefacción por aire caliente.

1.5.5.1 EQUIPOS CONDENSADOS POR AIRE

En este tipo de equipos, al aire, que se ha tomado del exterior directamente, se le hace pasar por el condensador, de forma que éste ceda a aquél la totalidad de la carga térmica que el gas refrigerante transporta y se vuelve a expulsar a la atmósfera, pero esta vez con una temperatura mucho más elevada. (Fig. 1.8).

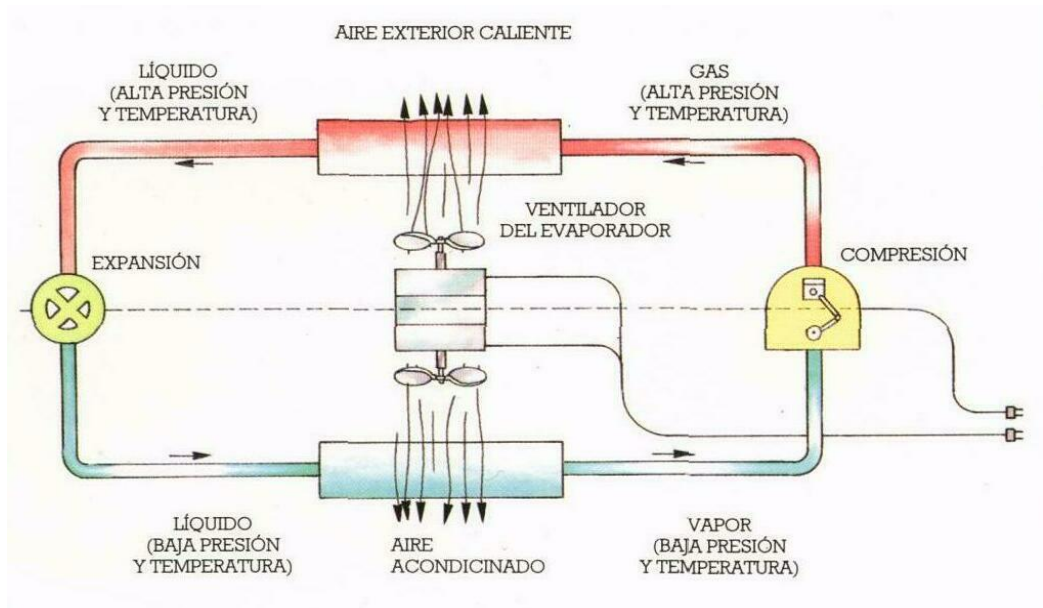


FIG. 1.8.- ESQUEMA GLOBAL DEL EQUIPO.

En la mayoría de equipos, este aire caliente al que se da salida al exterior es no útil y, por lo tanto, no se aprovecha, pero ya existen algunos equipos que sí lo utilizan para calentar agua caliente sanitaria. Es importante que la disposición de las tomas de aire procedente de fuera y las de expulsión de aire de condensación sea tal que impida la recirculación, o sea, que el aire de expulsión sea nuevamente aspirado.

Como en el resto de instalaciones de climatización, hay que asegurar que el nivel sonoro provocado por los equipos sea aceptable, tanto en el propio local, como en los adyacentes. Su instalación debe ser accesible para facilitar su mantenimiento y conservación.

Este tipo de equipos no necesita ni torres de recuperación ni bombas de recirculación ni redes de tuberías etc. Se deduce pues que al ser equipos de gran sencillez técnica, su mantenimiento posterior y su coste de instalación son económicos.

1.5.5.1.1 TIPOS DE EQUIPOS CONDENSADOS POR AIRE

Los equipos condensados por aire son los siguientes:

- Acondicionadores de ventana.
- Consolas.
- Compactos.
- Partidos.
- Fan-coils.
- Plantas enfriadoras.

1.5.5.2 EQUIPOS CONDENSADOS POR AGUA

A continuación se explica el funcionamiento y los principios de los equipos que utilizan el agua para enfriar el condensador del sistema. (Fig. 1.9).

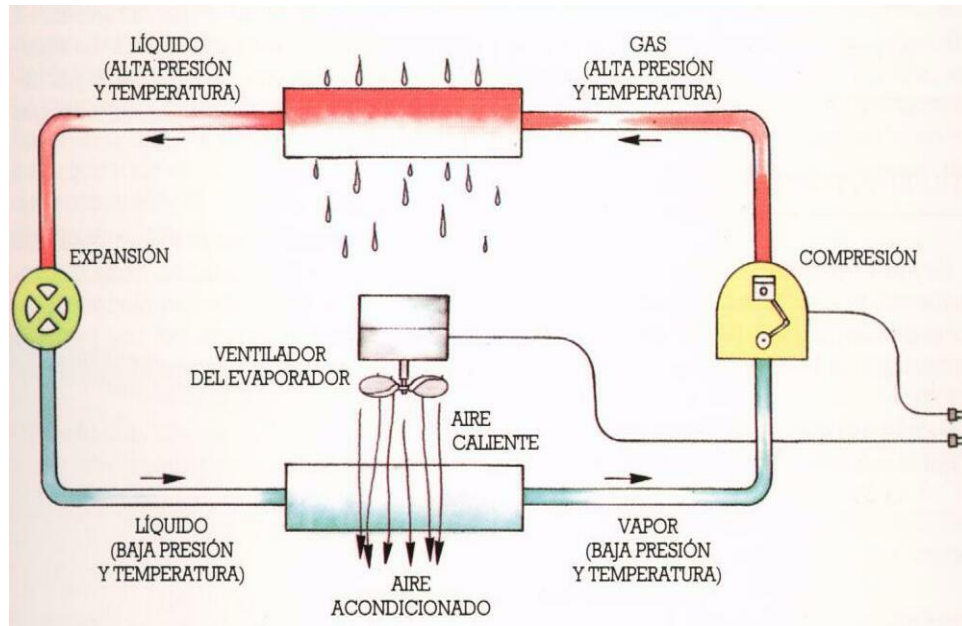


FIG. 1.9.- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

En este tipo de equipos, se hace pasar un caudal de agua por el condensador, de forma que éste ceda al agua la totalidad de la carga térmica que el gas refrigerante transporta. Consecuentemente, cuanto mayor sea la potencia frigorífica del equipo, mayor cantidad de calor debe eliminar el condensador. Al utilizarse agua para eliminar este calor, el caudal necesario aumenta proporcionalmente con la potencia frigorífica del equipo, ya que debe limitarse la temperatura de salida a fin de conseguir un mejor rendimiento del acondicionador. Por este motivo es necesario utilizar un elemento adicional en una instalación de acondicionamiento refrigerado por agua; este elemento es la torre de refrigeración o de recuperación cuya misión es enfriar el agua proveniente del condensador del equipo a fin de poder utilizarla otra vez para la misma función.

1.5.5.2.1 TIPOS DE EQUIPOS CONDENSADOS POR AGUA

Los equipos condensados por agua son los que se especifican a continuación:

- Consolas.
- Equipos compactos.
- Plantas enfriadoras de agua.
- Torres de refrigeración por agua.

1.5.5.3 BOMBAS DE CALOR

El texto consultado (Biblioteca Atrium de las Instalaciones) define a la bomba como una máquina termodinámica destinada a asegurar el acondicionamiento de un local a partir de una fuente energética; absorbe calor a un nivel de temperatura relativamente baja, para después pasar a bombearlo y eliminarlo a un nivel de calor más alto que la que tenía cuando fue absorbido. De esta definición pueden sacarse las siguientes conclusiones:

1. Una bomba de calor es un acondicionador de aire que, funcionando sólo con energía eléctrica, puede proporcionar calefacción o refrigeración de una forma reversible empleando siempre el mismo aparato.
2. La energía necesaria para asegurar la transferencia de calor debe ser inferior a la energía calorífica útil, para que el sistema pueda ser de algún interés y suponga un ahorro energético. (Fig. 1.10).

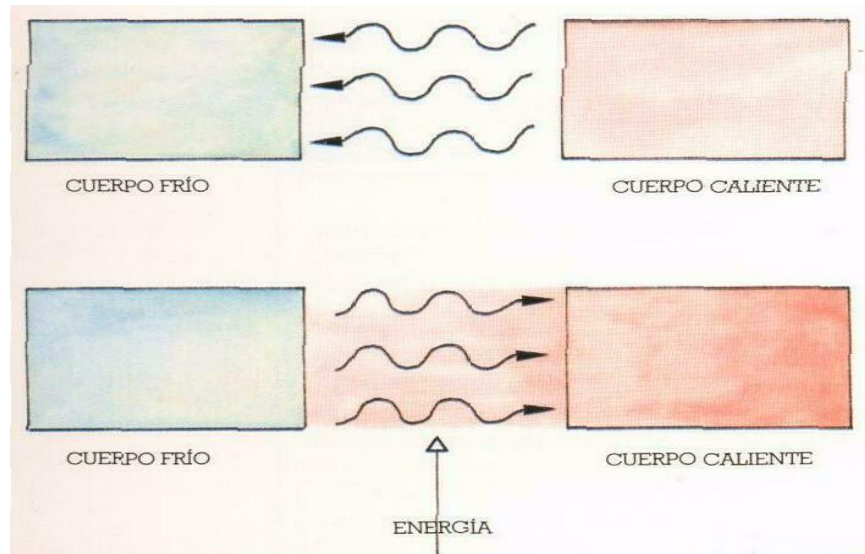


FIG. 1.10.- PRINCIPIO BASICO DE UNA BOMBA DE CALOR.

1.5.5.4 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Según el principio de funcionamiento a través del cual es posible realizar el transporte de energía, se puede distinguir diferentes tipos de bomba de calor:

- Bomba de calor por compresión.
- Bomba de calor por absorción.
- Bomba de calor por eyector.
- Tubo de Ranke.
- Bomba de calor por reabsorción.
- Bomba de calor por efecto Peltier.

Prácticamente todas las que existen actualmente en el mercado son del tipo de compresión mecánica.

1.5.5.5 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

Este tipo de bomba permite efectuar la transferencia de calor de un medio frío a un medio caliente, gracias a un sistema frigorífico, el cual se

compone de un mínimo de cuatro elementos: una batería exterior, un compresor, una válvula de expansión y una batería interior. En la figura 1.11, aparece representado el esquema de funcionamiento de la bomba de calor por compresión mecánica durante el ciclo que ocupa los meses de invierno.

Un fluido frigorífico de trabajo asegura las transferencias térmicas entre los diversos elementos.

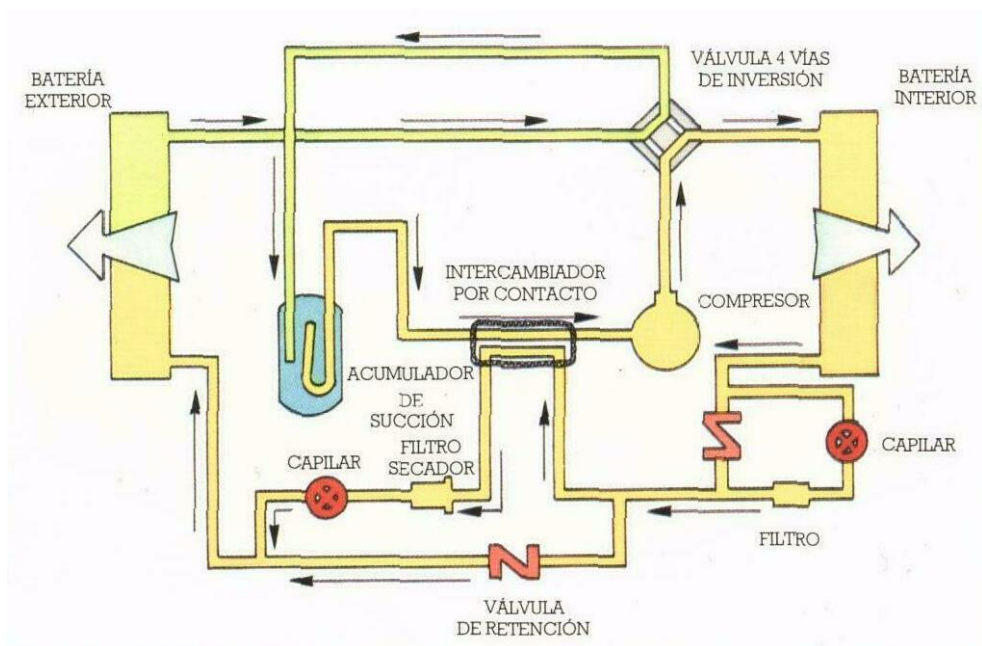


FIG. 1.11.- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE CALOR.

1.5.5.6 COMPRESOR

El compresor aspira el gas refrigerante a baja presión y a baja temperatura. La energía mecánica que es aportada por él permite elevar la presión y la temperatura del gas refrigerante.

1.5.5.7 CONDENSADOR

El gas caliente a alta presión impulsado por el compresor es dirigido hacia el condensador. Este es un intercambiador de calor dentro del cual circula, por una parte, el fluido interior que se pretende calentar y, por otra, el fluido frigorífico

El gas caliente cede su calor al fluido interior; ésta es la fase de enfriamiento del gas a alta presión hasta la temperatura de equilibrio líquido-vapor que baja la presión (presión de condensación). El vapor condensa a temperatura y presión constante; ésta es la fase de condensación propiamente dicha.

1.5.5.8 VÁLVULA DE EXPANSIÓN

El líquido formado dentro del condensador es expansionado y así se reduce la presión; ello es posible gracias a una válvula de expansión termostática o un orificio calibrado. En el curso de la expansión se produce una ligera formación de refrigerante en fase de gas. Todo ello ocurre sin que sea precisa la actuación de un intercambiador con el exterior, sin necesidad de calor ni de cualquier otra energía mecánica, para pasar del estado líquido a alta presión y temperatura al mismo estado a baja presión y temperatura.

1.5.5.9 EVAPORADOR

A baja presión la temperatura de equilibrio líquido-vapor del fluido refrigerante es mucho más débil. El evaporador es un intercambiador de calor en el cual circula, por un lado, el circuito frigorífico que proviene de la válvula de expansión y, por otro, el fluido exterior del que se puede extraer calor (aire, agua, tierra). El refrigerante líquido que proviene de la válvula

de expansión entra en ebullición dentro del evaporador al absorber el calor del fluido exterior.

La temperatura de evaporación debe ser inferior a la temperatura del fluido exterior para que todo el refrigerante sea vaporizado, encontrándose entonces éste en estado de vapor a baja presión y temperatura. El gas es aspirado rápidamente por el compresor para un nuevo ciclo.

Las bombas de calor pueden ser empleadas como sistemas de calefacción en invierno y de refrigeración en verano; por ello se las llama reversibles, aunque hay que tener en cuenta que no todas lo son. Para que puedan desempeñar ambas funciones, es necesario efectuar una inversión en el ciclo para permutar las funciones respectivas de los intercambiadores (interior y exterior). Esta inversión del ciclo puede realizarse de dos formas:

- a) Inversión de circuitos frigoríficos.
- b) Inversión de los circuitos hidráulicos o de circulación de aire.

En el primer caso, la inversión es llevada a cabo por una válvula inversora de cuatro vías que tiene por misión invertir el sentido de circulación del refrigerante a fin de hacer que las dos baterías intercambiadoras actúen indistintamente como evaporador o condensador. (Fig. 1.12).

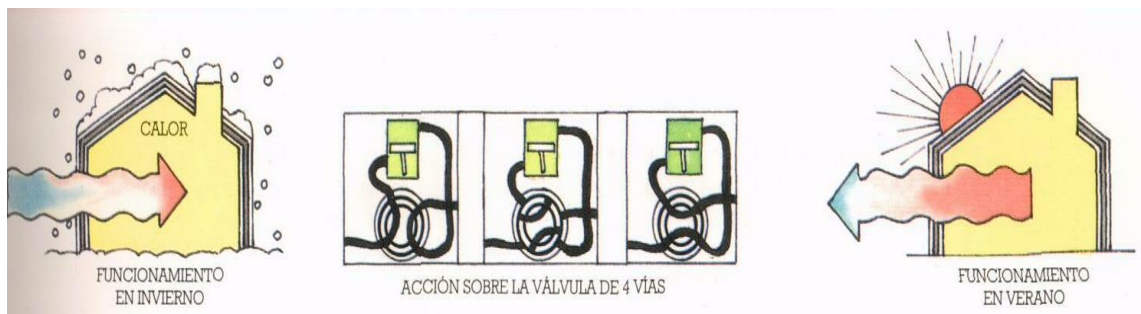


FIG. 1.12.- INVERSION DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS.

Asimismo se puede lograr que una bomba de calor produzca frío en verano utilizando mecanismos distintos a la válvula de cuatro vías; este es el caso de las que trabajan como recuperadoras de calor sobre dos conductos de aire: uno de impulsión de aire tratado y otro de extracción del viciado cuyo calor es reabsorbido por la máquina antes de que sea evacuado al exterior.

Este tipo de instalación se puede lograr con sólo permutar los conductos de aire e invertir el sentido de giro de los ventiladores impulsores según se puede ver en el gráfico que aparece en la figura 1.13.

Esta propiedad de invertir su ciclo de trabajo ha hecho que estas máquinas sean conocidas también como climatizadores reversibles.

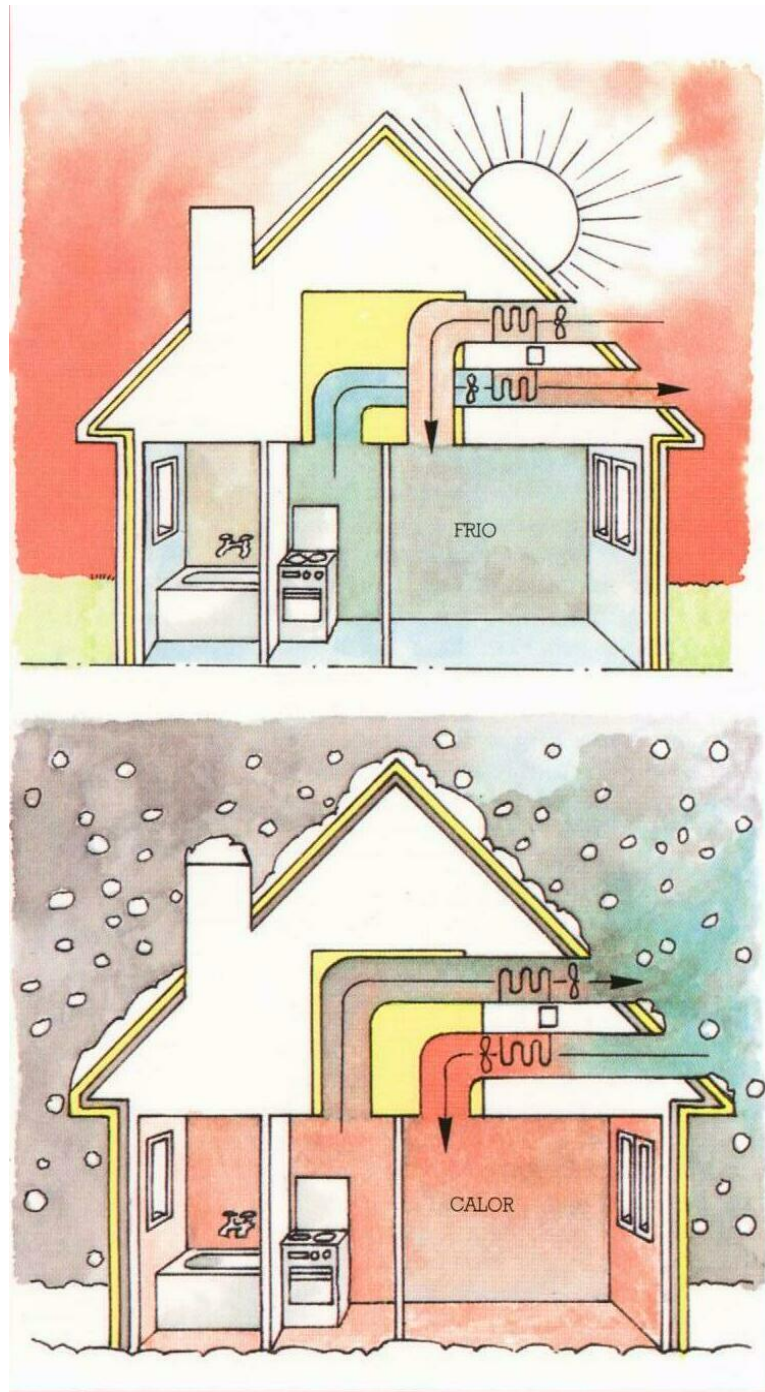


FIG. 1.13.- FUNCIONAMIENTO EN VERANO E INVIERNO

1.5.6 DIFERENCIAS ENTRE LAS BOMBAS DE CALOR Y LOS ACONDICIONADORES DE AIRE

Un acondicionador es un aparato concebido para la climatización en verano, mientras que la bomba de calor está pensada para calefactar en invierno. Las diferencias existentes entre ambos son el diseño de los componentes y las condiciones de funcionamiento.

1.5.6.1 EL DISEÑO DE LOS COMPONENTES

El coste más elevado de un aparato frigorífico aire-aire es el de las baterías de aletas (donde el precio es superior al compresor). La finalidad de un acondicionador de aire consiste en dar una potencia frigorífica importante por un precio lo más bajo posible a través de un equipo formado por baterías pequeñas y un gran compresor; por lo que la potencia absorbida por este último no se considera como el factor más importante.

En cambio, la finalidad de la bomba de calor es generalmente la de dar una potencia imperante en las baterías (grandes baterías) con un pequeño compresor; siendo la potencia consumida por el compresor uno de los factores más importantes. Por lo tanto, no es suficiente añadir a un acondicionador de aire una válvula de inversión de ciclo (cuatro vías).

1.5.6.2 LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Las condiciones de funcionamiento para un acondicionador de aire en verano son bastante estables, ya que la oscilación de la temperatura exterior es de 8°C a 12°C, normalmente, mientras que el funcionamiento de la bomba de calor en invierno puede tener oscilaciones de la temperatura de evaporación entre -20°C hasta +10°C, variando la temperatura de

condensación, en consecuencia, desde +25°C hasta +60°C; en cambio las variaciones dentro de un acondicionador de aire son:

- Temperatura de evaporación: 0°C a +10°C.
- Temperatura de condensación: de +40°C a +65°C.

Actualmente las temperaturas entre las cuales funcionan las bombas de calor están dentro del intervalo de -40°K a 100 ó 120°K. En la práctica, sin embargo, no consiguen un buen coeficiente de operación si entre las dos fuentes la diferencia de temperaturas es superior a 50°K.

Se está trabajando en el campo de los fluidos térmicos y de los lubricantes para ampliar el intervalo de trabajo y aumentar así el número de posibles aplicaciones.

1.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMODIDAD

La comodidad de las personas bajo el punto de vista del aire acondicionado, depende de cuatro factores primordiales, que son:

- a) Temperatura del aire.
- b) Humedad del aire.
- c) Movimiento del aire.
- d) Pureza del aire.

El comportamiento fisiológico del cuerpo humano demanda que la cantidad de calor interno producido por el cuerpo, sea igual a la cantidad de calor externo perdido.

El cuerpo humano tiene un sistema de control de temperatura para regular sus pérdidas que ocurren por convección, radiación y evaporación. La proporción relativa de cada una depende de la cantidad de calor generado por el cuerpo, que a su vez depende de la actividad; también depende de la ropa y de la temperatura y condiciones del aire.

El exceso de ropa, por ejemplo, reduce la pérdida de radiación y convección, pero la aumenta por evaporación. Del mismo modo, entre paredes muy frías una persona puede estar muy incómoda aunque el aire ambiente esté relativamente caliente, pero la radiación del cuerpo a las paredes produce una desagradable sensación de frío.

1.6.1 TEMPERATURA DEL AIRE

Si no hubiera control de la temperatura, la vida sería imposible. Por esto, el control artificial de la temperatura dentro de un espacio cerrado fue el primer intento para lograr la "comodidad humana".

1.6.2 HUMEDAD DEL AIRE

Gran parte del calor del cuerpo humano se pierde por evaporación a través de la piel. La evaporación se debe a la baja humedad relativa del aire; las altas humedades la retardan. Esto da una idea de la importancia que tiene el control de la humedad.

Los excesos de la humedad relativa producen no solamente reacciones fisiológicas molestas, sino también afectan las propiedades de algunos materiales.

1.6.3 MOVIMIENTO DEL AIRE

El movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad y modifica la sensación de frío o calor. Además, produce una sensación de "chiflón" agradable o desagradable.

1.6.4 PUREZA DEL AIRE

La composición química y física del aire es muy importante. Poco interesa que aumente el CO₂, o que disminuya el oxígeno debido a la combustión fisiológica, ya que con poca ventilación se resuelve el problema. La anulación de olores requiere, sin embargo, mucha ventilación, o bien, la purificación del aire por medio de algún recurso artificial.

Nulificar partículas sólidas en el aire es de vital importancia no sólo para la salud, sino porque disminuye los gastos de limpieza y mantenimiento. El humo que molesta los ojos y la nariz, requiere una buena ventilación.

En ciertos casos es necesario excluir el polen, porque causa asma y molestia a los que padecen cierto tipo de alergias. La contaminación ambiental es hoy en día uno de los grandes problemas a los que tiene que enfrentarse la humanidad.

1.7 LA SENSACIÓN DE COMODIDAD

Para establecer "estándares" de temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire, es indispensable encontrar los valores óptimos para que el cuerpo humano tenga la sensación de comodidad.

Debido a las grandes diferencias fisiológicas y psicológicas de los individuos, encontrar valores determinados es prácticamente imposible. La mejor forma de solucionar este problema es la carta de "temperatura efectiva". Debido a que la temperatura, humedad y movimiento del aire influyen en la pérdida de calor del cuerpo, en esta carta se intenta

encontrar una relación entre estos factores, a fin de que produzcan la mayor comodidad posible en el mayor número de personas.

De la carta de comodidad se concluye que una temperatura determinada con cierta humedad y movimiento de aire produce la misma sensación de calor o frío que otra temperatura, con otra humedad y otro movimiento de aire. (Fig. 1.14).

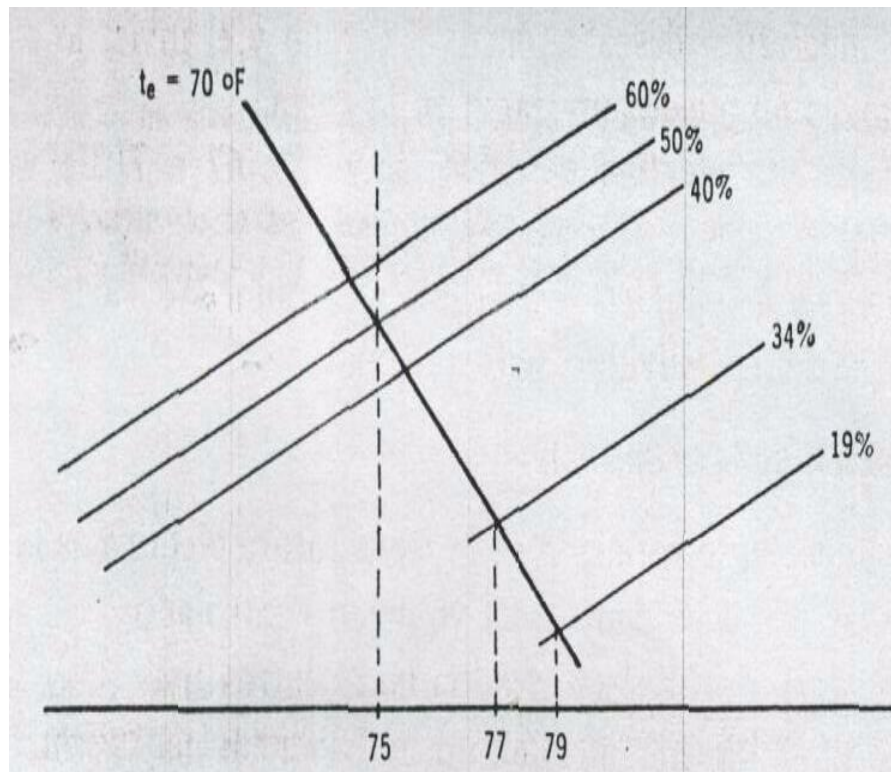


FIG. 1.14.- CARTA DE COMODIDAD.

1.7.1 TEMPERATURA EFECTIVA

La temperatura efectiva es un índice empírico del grado de calor que percibe un individuo cuando se expone a varias combinaciones de temperatura, humedad y movimiento de aire.

Aunque alguna temperatura efectiva pueda tener cualquier humedad que varíe desde 0 a 100 % y el movimiento de aire desde lento hasta altas velocidades, no todas las combinaciones son igualmente confortables. Cada combinación produce la misma sensación de calor, pero los otros efectos pueden producir sensación de incomodidad.

Muy baja humedad produce sensación de "tostamiento" en la piel, boca y nariz. La humedad alta hace que la transpiración se acumule en la ropa y provoque malos olores del cuerpo. Altas velocidades de aire causan chiflones y molestias, etc.

Cuando la humedad y movimiento del aire se controlan adecuadamente, el índice de temperatura efectiva realmente mide la comodidad.

1.8 EQUIPOS CONDENSADOS POR AIRE

A continuación exponemos los tipos de acondicionamiento de aire con el estudio de los condensadores por aire y por agua. Su situación, topologías de trabajo, sistemas que forman los equipos y diferencias que se pueden llegar a establecer entre ellos.

1.8.1 ACONDICIONADORES DE VENTANA

Este tipo de acondicionador de aire es el equipo más extendido hasta ahora por su sencillez técnica y de instalación. Se llama así porque, normalmente, su colocación se efectúa aprovechando el espacio de una ventana situada en la estancia que se desea acondicionar.

Estos equipos compactos incluyen dentro de una misma envolvente, todos los elementos necesarios para producir aire acondicionado. Es decir, disponen de un circuito frigorífico completo y hay modelos que también

llevan incluida una batería de calefacción eléctrica. Hay que señalar que este equipo también se encuentra como modalidad de bomba de calor. Están constituidos por tres secciones principales; la del condensador y su ventilador, la del compresor y motor de los ventiladores y la del evaporador y ventilador del aire frío.

Bajo las mismas hay una bandeja de recogida de agua de condensación provista de desagüe. Al atravesar el aire la parte frontal del aparato, absorbido por el ventilador, deja el polvo y las impurezas del ambiente en el filtro que recubre dicha parte. El control de temperatura en estas unidades se lleva a cabo con un termostato ambiente incluido en la carcasa del aparato, junto a los mandos de control.

Las potencias de estos equipos se encuentran aproximadamente entre 1000 y 4000 fg/h para refrigeración y hasta las 2000 Kcal/h para la calefacción.(Fig. 1.15).

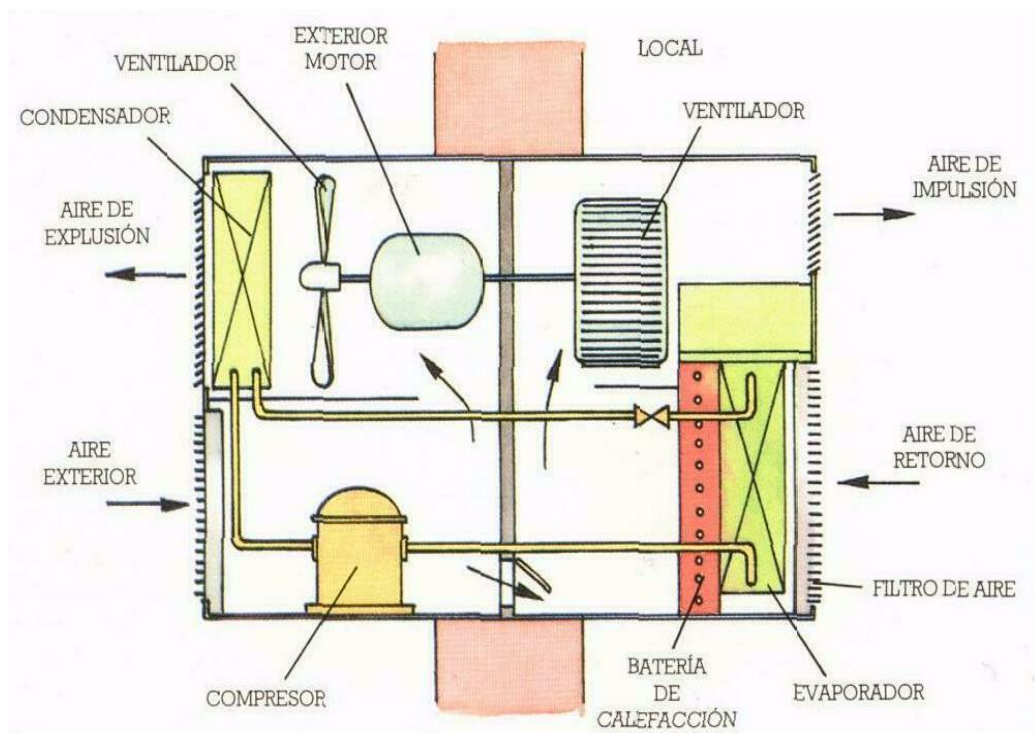


FIG. 1.15.- EQUIPO ACONDICIONADOR.

Este tipo de aparatos es muy útil para refrigerar, de manera independiente, habitaciones de viviendas, despachos, pequeñas tiendas y otros locales en los que no se pueda instalar otro sistema mejor, es decir, de dimensiones reducidas y que no se desee acondicionar más de un local.

Su principal atractivo es el bajo coste, y su sencilla instalación. Para instalar éstas se necesita un hueco al exterior, que generalmente se encuentra en las ventanas, aunque a veces también se practican agujeros en los muros, a pesar de que esto supone una tarea más complicada.

También se necesita una conexión eléctrica y, si es posible, un desagüe para recoger el agua de condensación. Si esto último no es posible, se puede colocar un pequeño recipiente bajo el aparato que se irá vaciando a medida que se vaya llenando. (Fig. 1.16).

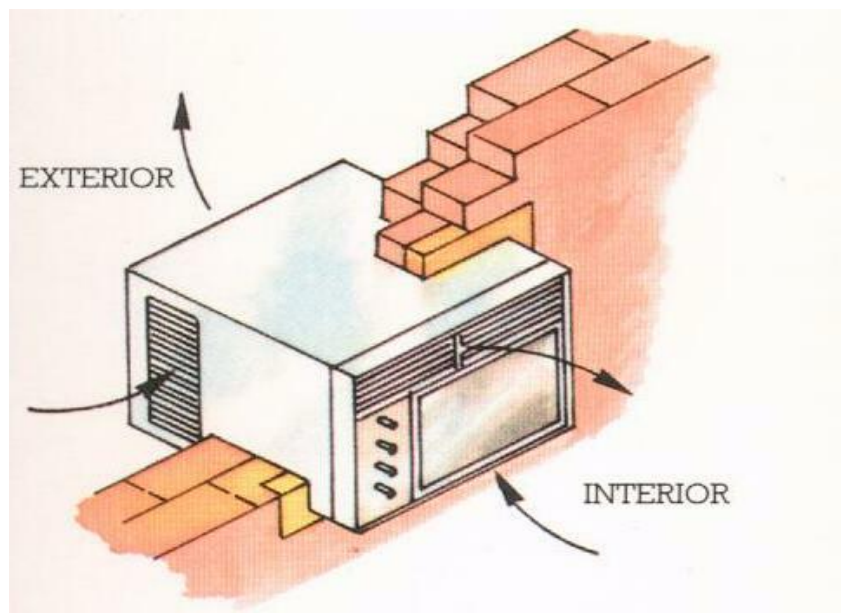


FIG. 1.16.- ACONDICIONADOR TIPO VENTANA.

1.8.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Las ventajas e inconvenientes de los acondicionadores de ventana son los siguiente:

- a) Fraccionabilidad del acondicionamiento (una avería en el aparato sólo afecta a un local en concreto).
- b) Fácil y rápida instalación.
- c) Son económicos tanto de adquisición como de mantenimiento.
- d) Imposibilidad de acondicionar habitaciones interiores.
- e) Estética desagradable que ocasionan en la fachada.
- f) Incorrecta distribución del aire.
- g) Necesidad de practicar aberturas en las paredes o ventanas para su instalación.
- h) Elevado nivel sonoro exterior e interior, produciendo muchas vibraciones si no se colocan silenciadores.
- i) Potencia muy limitada, sobre todo en calefacción, y pequeña resistencia eléctrica.

1.8.3 CONSOLAS

Estos equipos, tal como su nombre indica, tienen una configuración de mueble consola y un acabado exterior que permite su instalación en interiores, a la vista y en posición vertical.

Estos aparatos, de configuración técnica muy similar a uno de ventana, requieren también la comunicación de su condensador con el exterior.

Tienen un funcionamiento análogo a los aparatos de ventana, pero más silencioso, y un mayor rendimiento energético. La calefacción en estos

aparatos se consigue, bien por baterías de agua caliente procedente de una caldera convencional, o bien por resistencias eléctrica.

La gama de potencias para refrigeración abarca desde 2 000 fg/h hasta 7000 fg/h, aproximadamente, y para calefacción las baterías de agua caliente producen entre 4000 Kcal/h hasta 5000 Kcal/h y si es por resistencias eléctricas, éstas son de 1500 Kcal/h hasta 3500 Kcal/h. (Fig. 1.17).

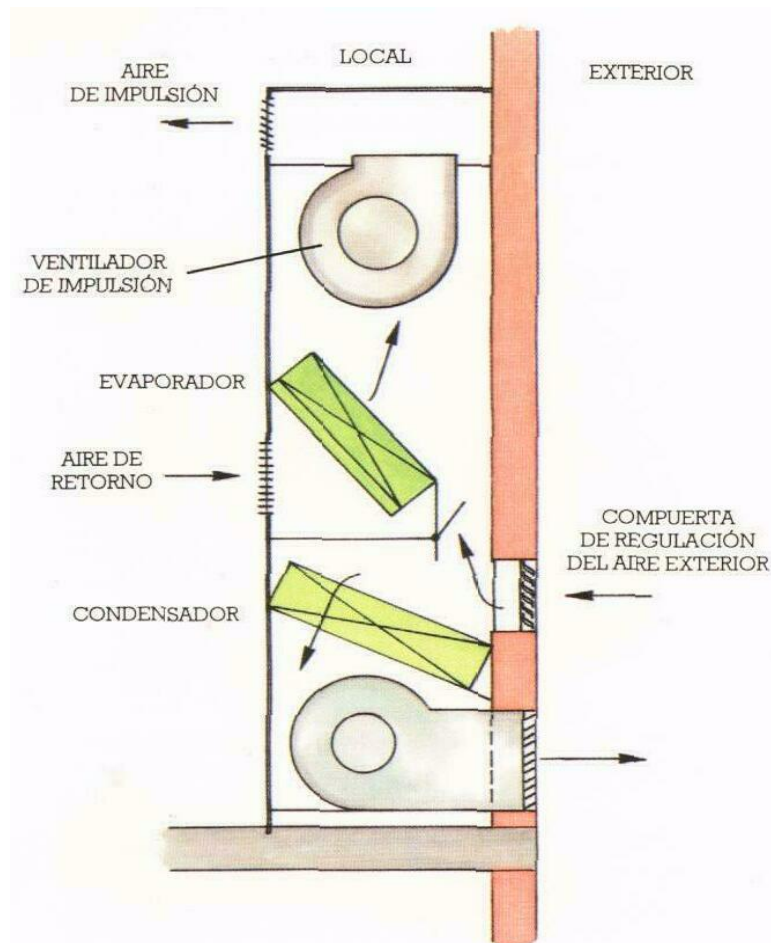


FIG. 1.17.- ESTRUCTURA DEL ACONDICIONADOR TIPO CONSOLA.

El ámbito de aplicación de estos equipos es el mismo que en los de ventana, o sea, pequeños locales a los que se quiere dotar de refrigeración de una manera rápida y económica. Hay que señalar sin embargo, que los locales que se pretenden refrigerar pueden ser mayores que en el caso de

los aparatos de ventana, puesto que éstos tienen una mayor capacidad frigorífica.

Su colocación es análoga a los de ventana. Se practica una pequeña abertura en una pared exterior para embocar la salida y entrada de aire del condensador y hacer la pertinente conexión eléctrica. Para recoger el agua de condensación se aplica la misma solución que en los aparatos de ventana. (Fig. 1.18).

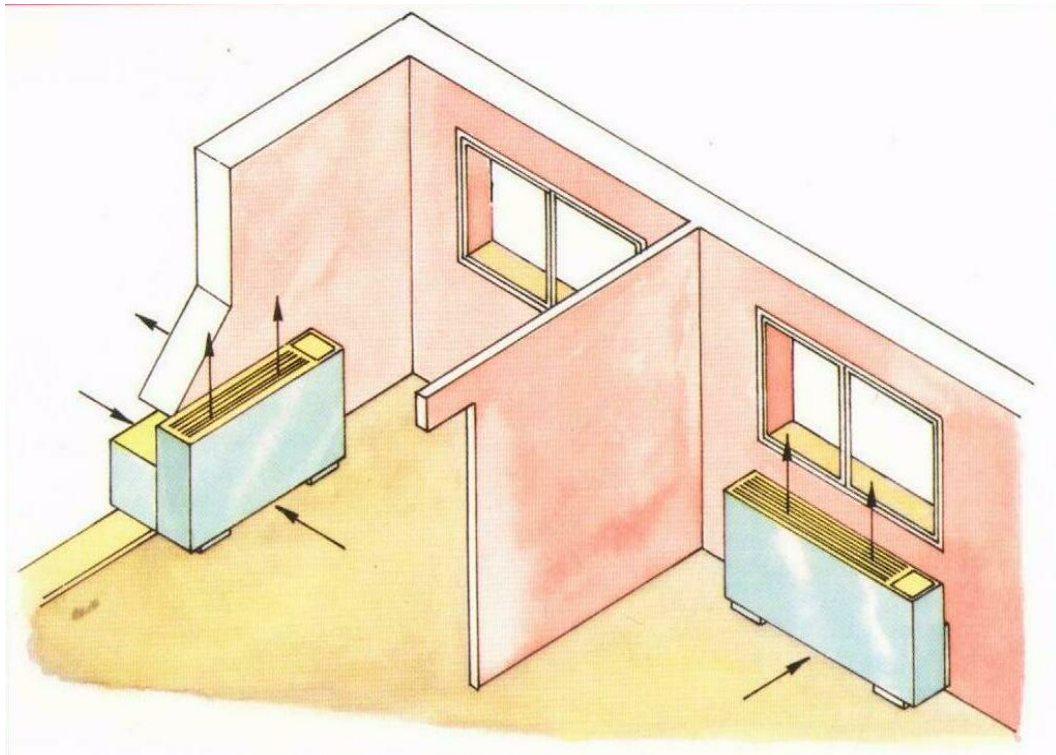


FIG. 1.18.- ACONDICIONADOR TIPO CONSOLA.

1.8.3.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Estos equipos tienen las siguientes ventajas e inconvenientes:

- a) En una misma envolvente incorporan todos los elementos de climatización.
- b) Adaptabilidad estética al entorno.
- c) Posibilidad de refrigerar locales interiores (condensación por agua).

- d) Mayor potencia de climatización (invierno y verano).
- e) Fácil y simple instalación.
- f) Bajo nivel sonoro por incluir un ventilador centrífugo.
- g) Fraccionabilidad del acondicionamiento.
- h) Necesidad de practicar ciertas aberturas en la pared para tomar aire exterior para el condensador.
- i) Ocupan gran cantidad de espacio.

1.8.4 EQUIPOS COMPACTOS

Su principal característica es la mayor potencia frigorífica respecto a los equipos de ventana, consolas o mini-splits. Su gama de capacidades frigoríficas arranca de las 6000 fg/h y pueden llegar hasta las 50000 fg/h.

Se fabrican tanto de configuración vertical como horizontal. Estos últimos están generalmente provistos para su instalación en falsos techos o locales expresos para su ubicación. Asimismo, hay modelos en los que el condensador queda en comunicación con el exterior y otros en los que el equipo puede quedar apartado una cierta distancia del exterior uniéndose con éste por medio de un conducto, lo que es común a ambos es que la impulsión de aire al local es indirecta.

Los verticales tienen estas mismas características, con la excepción de que están contruidos para ser vistos y suelen ser más potentes que los horizontales. (Fig. 1.19).

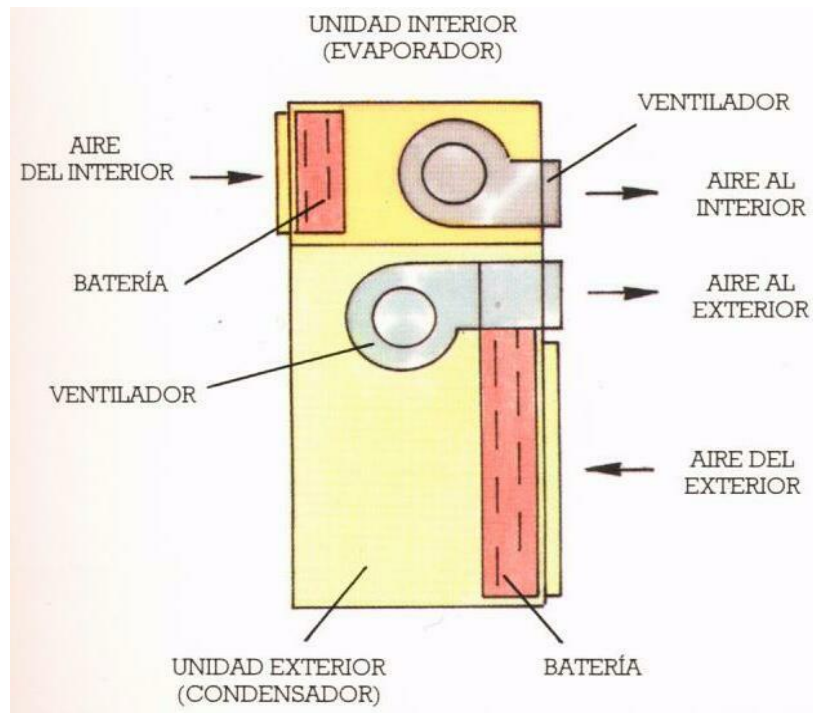


FIG. 1.19.- ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS COMPACTOS.

Mecánicamente disponen de un compresor hermético y de ventiladores centrífugos, tanto en el evaporador como en el condensador, ya que dada la mayor potencia del equipo el caudal y la presión del aire a mover es mucho mayor.

El circuito frigorífico suele ser de cobre y el gas refrigerante R-22. La producción de aire caliente puede hacerse bien por baterías de agua caliente proveniente de una caldera, o bien por resistencias eléctricas, con unas potencias caloríficas que se encuentran entre 12000 Kcal/h hasta 70000 Kcal/h. Estos equipos están pensados para la refrigeración de viviendas, plantas de oficinas, almacenes, naves industriales, locales comerciales, restaurantes, etc., y en general, locales de mediano y gran tamaño en los que con un solo equipo puede acondicionar todas las dependencias del mismo consiguiendo una óptima distribución del aire en todo el local.

Para ello se debe calcular una red de conductos para impulsión y eventualmente, para el retorno, aunque éste se suele hacer directo desde pasillos, falsos techos, etc., hasta la máquina. Los elementos de la instalación pueden ser vistos, en el caso de naves o almacenes, ocultos bajo falsos techos en oficinas, viviendas, comercios, etc.(Fig. 1.20). Es recomendable la colocación de estos aparatos con silenciadores para que eviten vibraciones y ruidos molestos, tanto si van apoyados en el suelo, como si se cuelgan de un forjado. Es importante comprobar si el equipo es apto para su instalación en el exterior o sólo en el interior.

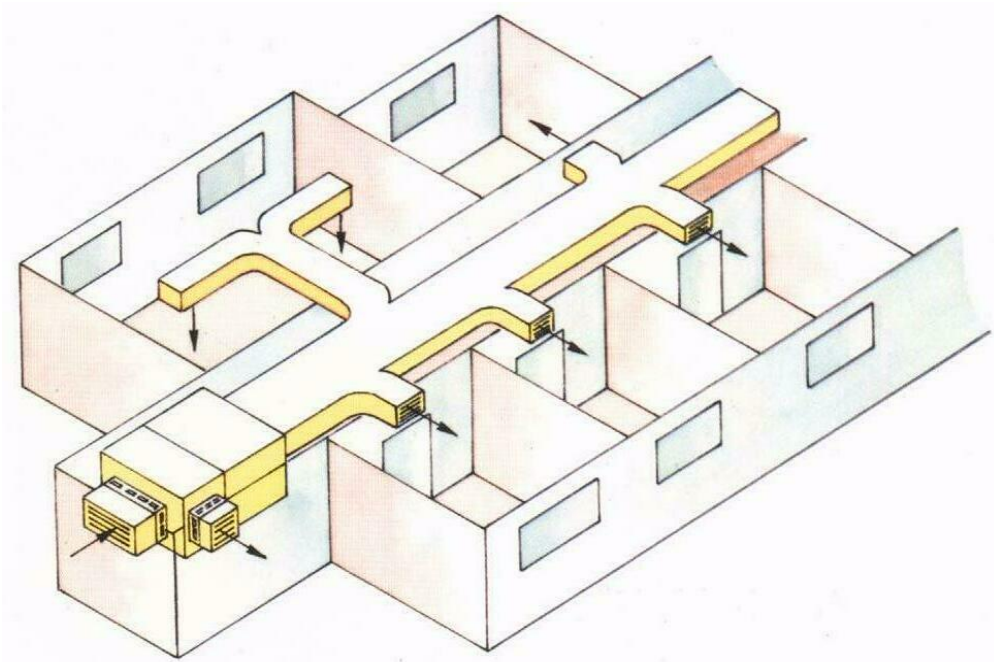


FIG. 1.20.- RED DE CONDUCTOS PARA IMPULSIÓN.

Por otro lado, se necesita una conexión eléctrica trifásica y de sección elevada, dada la potencia de los motores del equipo, y de un desagüe para evacuar el agua de condensación, que en este caso puede ser de 1/2". En estos equipos se puede tener un control de la humedad y sobre todo una efectiva filtración de las impurezas del ambiente, con el filtro desmontable que llevan incorporado.

El control de la temperatura se hace con un termostato instalado en un lugar del local y conectado con una línea especial al equipo.

1.8.4.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Los equipos compactos presentan una serie de ventajas e inconvenientes:

- a) Se trata de equipos totalmente centralizados, ya sean verticales u horizontales.
- b) La potencia frigorífica ya empieza a ser considerable.
- c) Estos equipos permiten ir renovando el aire interior.
- d) Si el equipo es horizontal puede ser instalado en un falso techo y la instalación prácticamente es oculta.
- e) Es necesaria una acometida trifásica para su instalación.
- f) Producen un alto nivel de ruido.
- g) Tienen que estar en contacto con el exterior y debe procurarse que no moleste la corriente de aire caliente que produce.

1.8.5 EQUIPOS PARTIDOS (SPLIT)

Los equipos partidos son aquellos que constan de dos unidades separadas y colocadas a una determinada distancia, y unidas entre sí por un conducto especial. En el exterior del edificio se sitúa la unidad que incluye el condensador y en el interior la que incorpora el evaporador. Ello permite la refrigeración de locales interiores sin posibilidad de dar al exterior. (Fig.1.21).

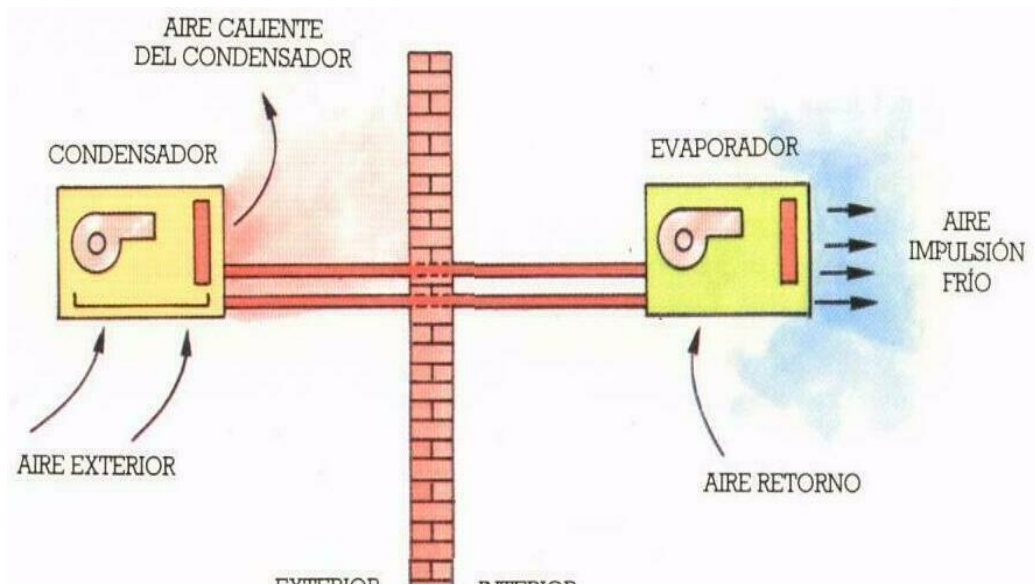


FIG. 1.21.- EQUIPOS PARTIDOS (SPLIT).

En los últimos años, el éxito de los equipos split, debido a su flexibilidad de utilización, ha provocado que los fabricantes hayan lanzado al mercado una amplísima gama de aparatos que cubren cualquier necesidad, dentro de las instalaciones media-pequeña.

Dentro de toda esta variedad de equipos split se puede hacer una clasificación en función de la potencia que suministran.

1.8.5.1 MINI-SPLIT (2000 -12000 fg/h aprox.)

Éste es el tipo de equipo de acondicionador de aire que más ha evolucionado en los últimos años. Su fácil, cómoda y económica instalación y, sobre todo, la enorme variedad de equipos que hay en el mercado (de pared, para falso techo, verticales, de esquina, transportables, tipo cassette) ha provocado que sea el sistema que se instala más cómodamente en viviendas, pequeñas oficinas, comercios, restaurantes, etc.

La principal característica de estos equipos es que la descarga de aire en el local se hace directamente desde la unidad evaporadora. (Fig.1.22 a y b).



FIG. 1.22 a.- MINI SPLIT DE TECHO.

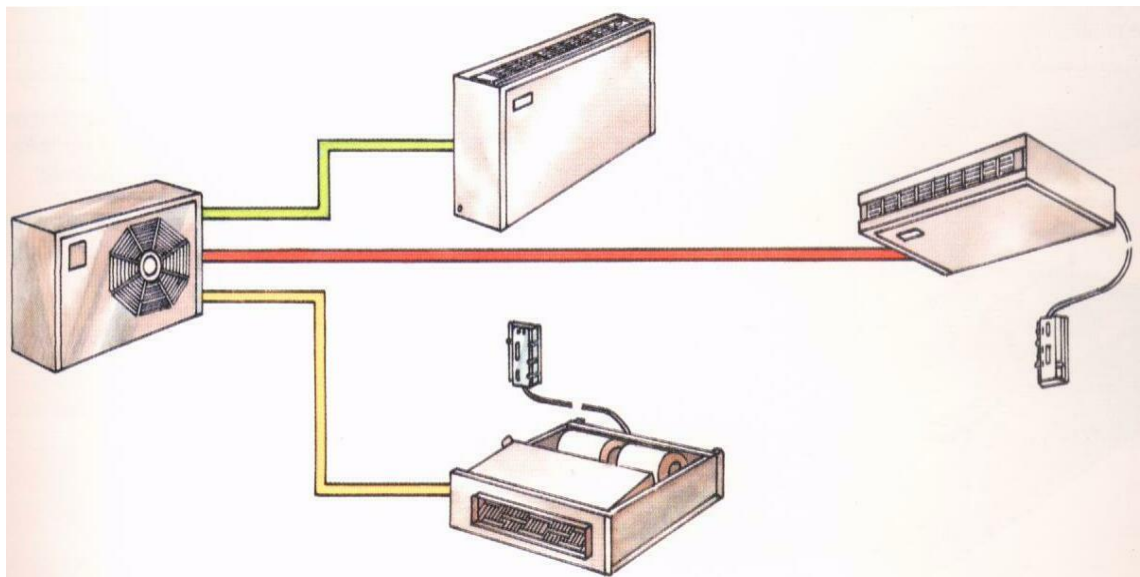


FIG. 1.22 b.- SISTEMA DE MULTIPLES UNIDADES INTERIORES.

1.8.5.2 SPLIT (de 6 000 a 70 000 fg/h)

Éste es el siguiente escalón de productos después de los mini-splits. Pueden llegar a tener potencias de hasta 70000 fg/h, lo que permite ya un acondicionamiento de grandes superficies (plantas de oficinas, viviendas de gran superficie, etc.).

Sus configuraciones más usuales son horizontales y verticales. Normalmente son equipos con descarga de aire indirecta a través de conductos, por lo cual se colocan en sitios como falsos techos, armarios especiales, etc., que lo esconden, pero deben ser accesibles para su conservación y mantenimiento. (Fig. 1.23).

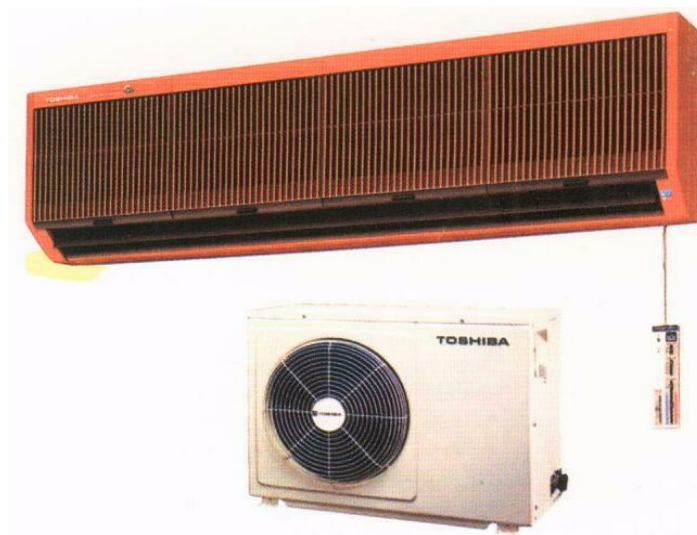


FIG. 1.23.- SPLIT DE 6 000 A 70 000 fg/h.

1.8.5.3 CARACTERISTICAS COMUNES A AMBOS

La interconexión frigorífica entre ambas unidades se efectúa mediante tubería de cobre o acero de calidad frigorífica que precisa una técnica adecuada, aunque son de sencilla instalación. Este conducto cargado de gas tiene una medida estándar establecida para cada tipo de equipo en función de su potencia. En caso de querer instalar las unidades a una distancia mayor a la máxima que establece el fabricante se debe

realizar el cálculo de esta línea frigorífica, el cual debe tener en cuenta la pérdida de presión del refrigerante al pasar por los tubos y la velocidad de éste.

Los tipos de ventiladores que se instalan en estos equipos son axiales en los condensadores y centrífugos en el evaporador, puesto que han de proporcionar una mayor presión al aire.

La producción de aire caliente, como viene siendo habitual, se realiza por medio de resistencias eléctricas o baterías de agua, y también hay equipos de bomba de calor. El control de la temperatura en los mini-splits lo hace un regulador incluido en la unidad evaporadora, así como el mando de control. En los splits, en cambio, tanto el control como el regulador de la temperatura suelen ser de montaje ajeno al de la máquina.

Los mini-splits están especialmente indicados para el acondicionamiento de despachos, pequeños comercios, bares e incluso viviendas con varias dependencias si se utiliza un multicompresor que alimente varias evaporadoras y, en general, pequeños locales que requieran una refrigeración independiente, de fácil instalación, bajo nivel sonoro, y con una buena distribución del aire. Además, son asequibles de mantenimiento y muy fiables en su funcionamiento. Otra ventaja es que con la diversidad de evaporadoras que existen hoy en el mercado, tanto en disposiciones, como en estética, siempre puede encontrarse la más idónea para cada instalación.

Para la instalación, tiene que buscarse un lugar exterior donde colocar el compresor. Éstos hacen poco ruido pero necesitan un espacio donde poder aspirar y expulsar aire caliente sin molestias a vecinos, etc. Para tender la línea frigorífica se puede o bien dejarla vista, o empotrarla debidamente, tomando precauciones de no estropear su envoltorio aislante. Esta última solución requiere una complicada instalación.

Después, sólo queda, como en el resto de equipos, hacer la conexión eléctrica y prever un desagüe para evacuar el agua de condensación. Hay que señalar que los mini-splits sólo recirculan el aire interior, así que, para renovar con el del exterior, son necesarias otras soluciones.

El ámbito de aplicación de los splits es el mismo que en el caso de los equipos compactos. Con éstos la única variación radica en que el compresor se puede alejar del edificio, que además de ocupar espacio, produce un alto nivel sonoro.

De este modo, el criterio de instalación es también el mismo. Debe buscarse un lugar en el exterior que permita colocar de forma accesible el compresor, sin que ocasione molestias por la expulsión de aire y el ruido que produce (que con algunos ventiladores es muy bajo). También hay que proporcionarle al evaporador una comunicación con el exterior para renovación de aire, bien directamente o con un conducto de chapa, fibra, etc. (Fig. 1.24 a y b).

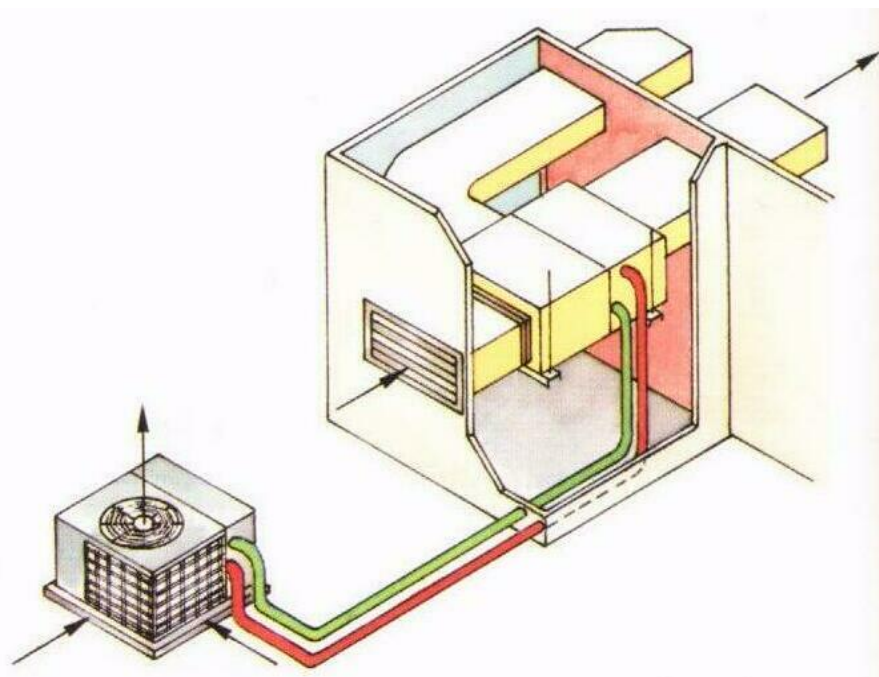


FIG. 1.24 a.- UNIDAD PARTIDA Y CONDENSADA POR AIRE.

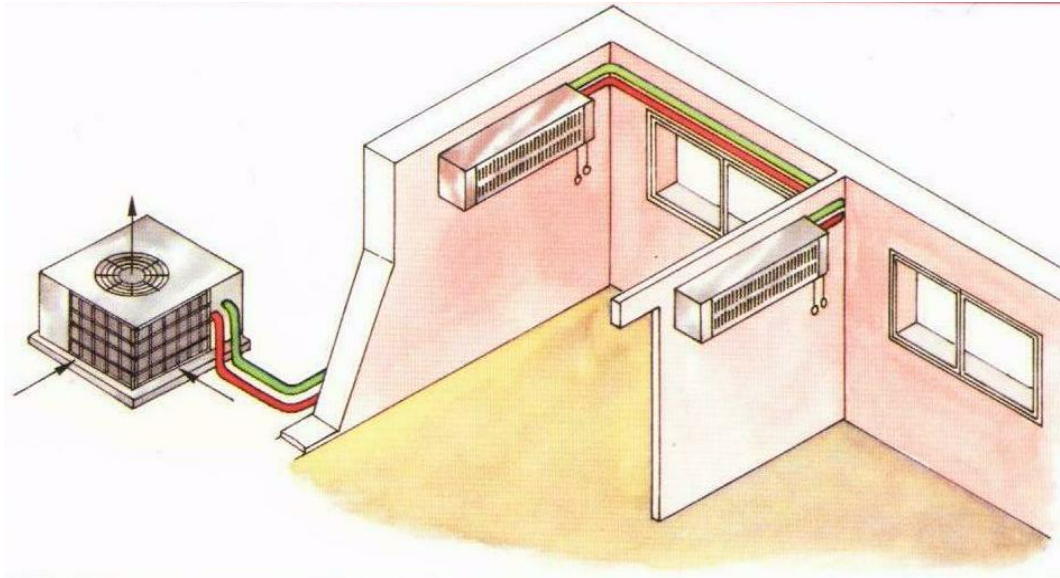


FIG. 1.24 b.- EQUIPO PARTIDO UNIDADES MULTIPLES DE TIPO CONSOLA.

1.8.5.4 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Los equipos partidos tienen, como todos los otros, ciertas características positivas y otras negativas.

- a) Se pueden acondicionar con ellos locales interiores.
- b) Son silenciosos por disponer el compresor en el exterior.
- c) Permiten una mejor distribución del aire.
- d) Posibilidad de funcionamiento como bomba de calor.
- e) Enorme variedad de disposiciones. (pared, techo, de esquina, tipo cassette, transportables, etc.).
- f) Gran gama de potencias.
- g) Son equipos de gran eficacia y de muy buen rendimiento.
- h) Ahorro de espacio al situarse en paredes y techos.
- i) Posibilidad de control programado.
- j) Posibilidad de tener un solo condensador y varias unidades interiores.
- k) Instalación por personas especializadas, al tener que cargar el gas en los conductos.

- l) Limitación en la separación entre el condensador y el evaporador en determinados modelos.
- m) Compresor estéticamente poco agradable, además de necesitar de un lugar exterior accesible para su mantenimiento.
- n) En el caso de mini-splits, el tendido de los conductos frigoríficos puede plantear problemas de pasos de paredes.

1.9 EQUIPOS CONDENSADOS POR AGUA

1.9.1 CONSOLAS Y EQUIPOS COMPACTOS

Los equipos condensados por agua constan de dos secciones principales: la del circuito frigorífico y la del ventilador. Además, se puede encontrar en todos ellos una caja de plenum, una batería de calefacción y un humidificador.

El condensador lo constituye un intercambiador de calor a contracorriente que a su vez está formado por tres tubos de cobre, con aletas exteriores, por las que circula el refrigerante, generalmente freón 22, y se condensa en el espacio que queda entre el tubo exterior y los tres interiores y el agua circula por la parte de dentro de estas tres cañerías.

La expansión se realiza mediante un tubo capilar que se encuentra a la entrada del evaporador y conectado al mismo mediante un distribuidor. El evaporador está formado por una batería, con bandeja de condensación para recoger el condensado. Los filtros están adosados al evaporador. La potencia frigorífica de las consolas va de las 5000 a 15000 fg/h, mientras que los compactos condensados por agua alcanzan las 50000 frig/h.

Estos aparatos se emplean cuando no es posible la instalación de un equipo condensado por aire, para grandes estancias, oficinas, etc., donde la potencia debe ser elevada, o en lugares donde el consumo de agua, no

representa un problema. Debido a la creciente escasez de los recursos hidráulicos, existe una acusada tendencia a recurrir cada vez más a los equipos autónomos condensados por aire. Por otro lado, utilizarlo evita una serie de problemas que aparecen en equipos con agua , derivados de la calidad de la misma (incrustaciones, corrosión).

1.9.1.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Seguidamente se citan las ventajas e inconvenientes de las consolas y equipos compactos:

- a) Su ubicación no depende del exterior ni deben realizarse obras de albañilería, pero hay que tener en cuenta la conexión a la red de agua y evacuación, en el caso de no funcionar con torre de refrigeración.
- b) Instalados en el centro de la vivienda o local, pueden acondicionar la totalidad de la misma.
- c) Su aspecto es agradable y pueden panelarse de acuerdo con la decoración interior.
- d) Son silenciosos
- e) Acondicionan el local impulsado el aire directamente por el plenum (consolas) o mediante un circuito auxiliar (compactos), por lo que en cada situación específica se dispondrá de la solución idónea.
- f) El consumo de agua es elevado (del orden de 50 l/h por cada 1000 fg/h: si para evitar esto se coloca una torre de refrigeración, resulta muy costosa.
- g) Tiene la posibilidad de realizar la calefacción por medio de baterías de agua caliente o eléctricas.

1.10 VENTILADORES Y EXTRACTORES

Los ventiladores son aparatos que ponen el aire en movimiento; según el sentido de giro y la posición de los alabes, impulsan o absorben el aire. Si forman parte de un aparato acondicionador, funcionan normalmente como elementos que impulsan aire al condensador o evaporador; también pueden estar instalados en cocinas, aseos, etc., como extractores con el fin de sacar el aire viciado del ambiente. Existen tres clases de ventiladores helicoidales, centrífugos (extractores) y tangenciales.

1.10.1 VENTILADORES HELICODALES.

Se componen de un número de palas fijas alrededor de un buje suelen accionarse por un motor eléctrico de hasta 3000 rpm y existen en diámetros normalizados de 120 a 1500 mm. Se usan principalmente con fines industriales o como ventilador de los condensadores de aparatos. (Fig. 1.25 a, b y c).



FIG. 1.25 a.



FIG. 1.25 b y c.

1.10.2 VENTILADORES CENTRÍFUGOS (EXTRACTORES)

Están compuestos por una rueda provista de alabes cilíndricos que giran en el interior de una envolvente cuya sección tiene la forma de una porción de espiral constante. Se accionan mediante motor eléctrico y poseen una entrada y salida de aire (extracción). Existen en diámetros de 50 mm en adelante.

1.10.3 VENTILADORES TANGENCIALES

Son de construcción semejante a un ventilador centrifugo, pero de pequeño diámetro y de una longitud comprendida entre 5 y 15 veces su diámetro. El motor de accionamiento suele colocarse en un extremo. Su nivel sonoro es bajo. Normalmente se utilizan en los fan-coils.

1.11 DESHUMIDIFICADORES

Son aparatos que extraen del aire un tanto por ciento de humedad. Todos los acondicionadores son también deshumectadores; si se controlan

mediante un hidrostato, es necesario prever una batería de recalentamiento después del evaporador bien sea eléctrica, bien por agua caliente o por vapor. Existen tres tipos de estos aparatos deshumectadores (Fig. 126):

- Mediante batería fría
- Por absorción (sólido)
- Por absorción (líquido)

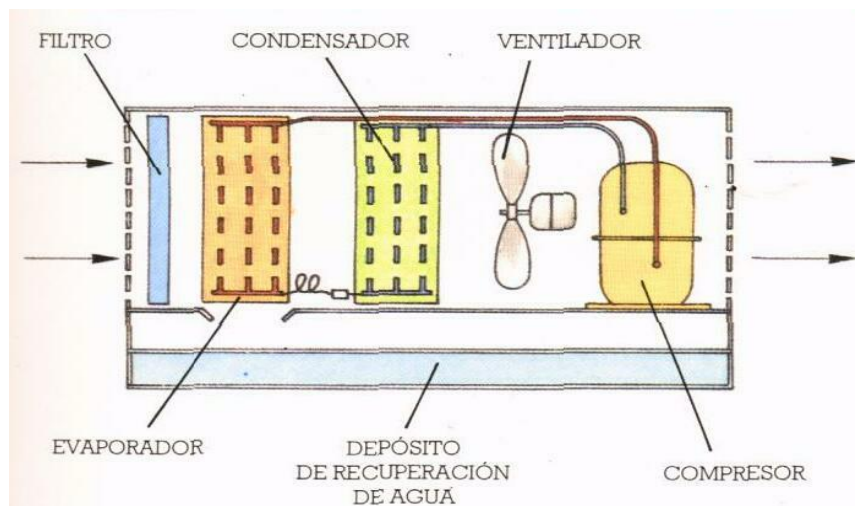


FIG. 1.26.- DESHUMIDIFICADOR.

1.11.1 DESHUMECTACIÓN MEDIANTE BATERÍA FRÍA

La batería fría puede ser de expansión directa, de agua helada o de salmuera. El inconveniente de este principio consiste en que no es posible obtener una deshumectación exhaustiva, dado que su acción queda limitada con bastante rapidez por la formación de hielo en la batería.

Se utiliza en ambientes con una temperatura de 18 a 30 °C o incluso inferiores si están provistos de un dispositivo para deshelar el evaporador.

1.11.2 DESHUMECTACIÓN POR ABSORCIÓN (SÓLIDO)

Consiste en fijar el vapor de agua sobre ciertos cuerpos sólidos muy ávidos de él (alúmina activada o gel de sílice). Se pueden obtener porcentajes muy bajos de vapor de agua en el aire tratado según el tiempo de contacto de éste con el deshidratante. El inconveniente es que este último se debe calentar para poder regenerarse, incorporando así un tanto por ciento de calor.

1.11.3 DESHUMECTACIÓN POR ABSORCIÓN (LÍQUIDO)

Tiene las mismas características que el anterior, pero se efectúa por pulverización de una solución ávida de vapor de agua, generalmente de cloruro de litio al 40%.

1.12 HUMIDIFICADORES

Se utilizan para obtener unas buenas condiciones de confort, dado que en invierno la humedad relativa tiene unos valores muy bajos y, al calefactar un local o vivienda, desciende aún más el tanto por ciento de humedad. Se debe tener en cuenta que, al contrario de lo que ocurre con los deshumidificadores, en éstos, el agua al transformarse en vapor absorbe calor, lo que produce un descenso de la temperatura. Los aparatos de humectación utilizados para elevar la higrometría pueden ser de varios tipos:

- Por pulverización.
- Por evaporación.
- Por vaporización.
- Lavadores de aire.

1.12.1 HUMIDIFICADORES POR PULVERIZACIÓN

Se trata de un disco que gira a gran velocidad arrastrando así las diminutas gotas de agua que incorporan al aire. Son de pequeña o mediana potencia (0,5 a 20 Litros de agua por hora). (Fig. 1.27).

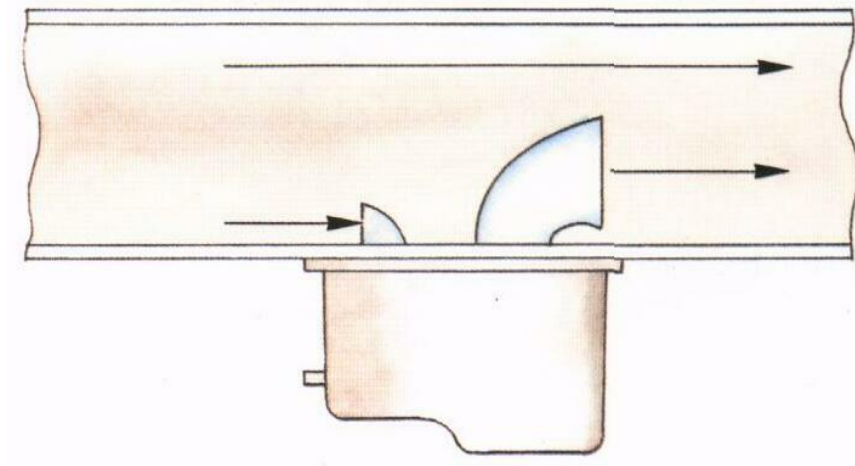


FIG. 1.27.- HUMIDIFICADOR POR PULVERIZACIÓN.

1.12.2 HUMIDIFICADORES POR EVAPORACIÓN

Se incorpora a un conducto de soplado o para ventilación directa del ambiente. Estos aparatos resultan muy adecuados para la humectación del aire en invierno de las instalaciones de confort. Son sencillos, económicos de explotación y precisan poco entretenimiento. (Fig. 1.28).



FIG. 1.28.- HUMIDIFICADOR POR EVAPORACIÓN.

1.12.3 HUMIDIFICADORES POR VAPORIZACIÓN

Consiste en una cubeta en la que se hace hervir agua, realizándose la aportación de calor por calefacción eléctrica. El costo de explotación es elevado.

1.12.4 LAVADORES DE AIRE

Además de su función como humectadores, los lavadores de aire trabajan con filtros de aire muy eficaces, ya que retienen una gran parte de las partículas de polvo que las gotitas de agua precipitan.

En estos aparatos se intercalan en un conducto de ventilación que posee uno o más pulverizadores de agua, donde ésta es pulverizada y arrastrada por la corriente de aire. Necesitan de una limpieza periódica.(Fig. 1.29).

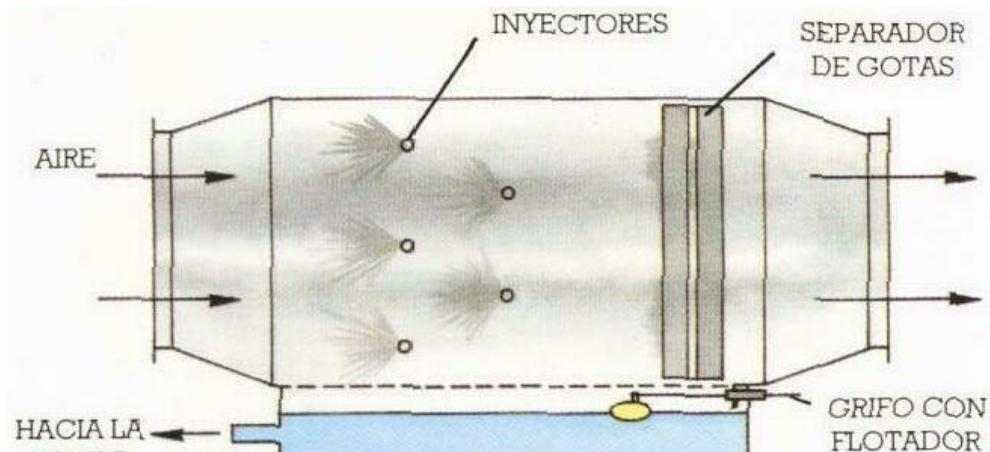


FIG. 1.29.- LAVADOR DE AIRE.

1.13 REFRIGERANTES

Refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia.

Un refrigerante ideal a de cumplir las siguientes propiedades:

- Ser químicamente inerte hasta el grado de no ser inflamable, ni tóxico, ni explosivo, tanto en estado puro como cuando esté mezclado con el aire en determinada proporción.
- No reaccionar desfavorablemente con los aceites o materiales empleados en la construcción de los equipos frigoríficos.
- No reaccionar desfavorablemente con la humedad, que a pesar de las precauciones que se toman, aparece en toda instalación.
- Su naturaleza será tal que no contamine los productos almacenados en caso de fuga.

- El refrigerante ha de poseer unas características físicas y térmicas que permitan la máxima capacidad de refrigeración con la mínima demanda de potencia.
- La temperatura de descarga de cualquier refrigerante siempre disminuye a medida que baja la relación de compresión. Por lo tanto deseamos que la temperatura de descarga sea la más baja posible para alargar la vida del compresor.
- El coeficiente de conductancia conviene que sea lo más elevado posible para reducir el tamaño y costo del equipo de transferencia de calor.
- La relación presión-temperatura debe ser tal que la presión en el evaporador para la temperatura de trabajo sea superior a la atmosférica, para evitar la entrada de aire y de humedad en el sistema en caso de fuga.
- Temperatura y presión crítica, lógicamente el punto de congelación deberá ser inferior a la temperatura mínima de trabajo.
- Finalmente ha de ser de bajo precio y fácil disponibilidad.

1.13.1 CLASES DE REFRIGERANTES

CFC: (Flúor, Carbono, Cloro), Clorofluorocarbono totalmente halogenado, no contiene hidrógeno en su molécula química y por lo tanto es muy estable, esta estabilidad hace que permanezca durante largo tiempo en la atmósfera afectando seriamente la capa de ozono y es una de las causas del efecto invernadero.(R-11, R-12, R-115). Esta prohibida su fabricación desde 1995.

HCFC: (Hidrógeno, Carbono, Flúor, Cloro), Es similar al anterior pero con átomos de hidrógeno en su molécula. La presencia de Hidrógeno le confiere

menos estabilidad, en consecuencia, se descompondrá en la parte inferior de la atmósfera y no llegará a la estratosfera. Posee un potencial reducido de destrucción de la capa de ozono. Su desaparición está prevista para el año 2015. (R-22)

HFC: (Hidrógeno, Flúor, Carbono), Es un Fluorocarbono sin cloro con átomos de hidrógeno sin potencial destructor del ozono dado que no contiene cloro. (R-134a, 141b).

Los nuevos refrigerantes (HFC) tenderán a sustituir a los CFC y HCFC:

| USO O SERVICIO | CFC/CFC | HFC |
|---------------------------|----------------|--------------|
| <i>Limpieza</i> | R-11 | R-141b |
| <i>Temperatura media</i> | R-12 | R-134a/R-409 |
| <i>Baja temperatura</i> | R-502 | R-404/R-408 |
| <i>Aire acondicionado</i> | R-22 | R-407c |

1.13.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS REFRIGERANTES

CARACTERISTICAS DEL R-12:

Era el que más se empleaba por su buen comportamiento en general hasta su prohibición. Evapora -29.4°C a presión atmosférica, era el más miscible con el aceite mineral, tenía una buena temperatura de descarga, admitía intercambiador de calor, se empleaban condensadores más pequeños.

El R-12 absorbía poca humedad y por lo tanto formaba poco ácido en comparación con los nuevos refrigerantes. Las fugas se pueden detectar con lámparas busca fugas.

CARACTERISTICAS DEL R-22:

Este refrigerante es del grupo de los HCFC, inicialmente estaba diseñado para aire acondicionado pero hasta hace poco se emplea para todo. Evapora a $-40,8^{\circ}\text{C}$ a presión atmosférica, es miscible con el aceite mineral y sintético pero en bajas temperaturas es recomendable utilizar separador de aceite.

Acepta poco recalentamiento ya que de lo contrario aumentaría demasiado la temperatura de descarga. Absorbe 8 veces más humedad que el R-12. Actualmente se prohíbe su empleo en equipos e instalaciones nuevas excepto para equipos de aire acondicionado inferior a 100Kw.

CARACTERISTICAS DEL R-134a:

Pertenece al grupo de los HFC, al no tener cloro no son miscibles con los aceites minerales. Evapora a -26°C a presión atmosférica y es el sustituto definitivo para el R-12. Los HFC son muy higroscópicos y absorben gran cantidad de humedad.

De los HFC el 134a es el único definitivo los demás se emplean para mezclas (R-125, R-143a, R-152a). Se detectan las fugas mediante busca fugas electrónicos o con otros medios como colorantes o el jabón de "toda la vida".

Actualmente se comenta que los gases que pertenecen al grupo de los HFC agravan más el efecto invernadero y al recalentamiento del planeta que las emisiones de CO_2 .

1.14 ESQUEMA DE FABRICACIÓN DE CONDUCTOS

Los conductos fabricados con paneles de fibra están preparados para la circulación forzada de aire con presiones negativas o positivas con un valor máximo de 500 Pa (51 mm.c.a.) y una velocidad de 10 m/s, una temperatura máxima del aire de 85 °C al exterior del conducto y 120 °C al interior del mismo y una temperatura mínima de ejercicio de - 40 °C.

Los paneles de fibra son el material que más ha evolucionado en relación a la fabricación de conductos para la circulación forzada de aire. Dichos paneles pueden estar constituidos por lana de roca o fibra de vidrio, inertes e inorgánicas, aglomeradas con resinas termiendurecibles.

La cara del panel que constituye el exterior del conducto está dotada de una barrera contra el vapor y de protección de la fibra, formada por una lámina de aluminio, una malla de fibra de vidrio textil y una capa de papel *kraft* adheridos todos ellos con pega autoextinguible.

En España, la UNE 100-105 establece tres clases de paneles en función de su módulo de elasticidad:

- a) Clase I 54000 Nmm²
- b) Clase II 90000 Nmm²
- c) Clase III 158000 Nmm²

Los paneles de fibra no pueden favorecer ni provocar el desarrollo de cualquier tipo de corrosión; son imputrescibles y no constituyen alimento alguno para los roedores ni son el medio adecuado para el desarrollo y proliferación de insectos. Deben cumplir, además, las características físicas exigidas en la UNE 100-105.

Las secciones pueden ser cuadradas o rectangulares, preparándose fácilmente en obra; fabricados también en *sítio* y con los mismos paneles se puede construir los codos, derivaciones, reducciones, etc., de forma que se evita la existencia de puentes térmicos y acústicos, por medio de machihembrados o solapas con cintas adhesivas adecuadas.

Para la fabricación de conductos se dispone de unas herramientas estandarizadas que facilitan el corte y manipulación de los paneles para la creación de juntas longitudinales y transversales, así como la construcción de reducciones, codos, derivaciones, etc.

La construcción de los conductos es fácilmente realizable en obra gracias a la existencia de las herramientas estandarizadas y la facilidad de maniobrabilidad y montaje que poseen los paneles; todo esto permite una total adaptación de los conductos a los espacios donde han de ir instalados. Su construcción requiere la creación de juntas longitudinales a lo largo de todo el conjunto.

1.15 CONEXIÓN DE APARATOS

A continuación, aparecen algunos detalles sobre la conexión de compuertas, rejillas y difusores.

1.15.1 CONEXIÓN DE COMPUERTAS

En la figura 1.30 aparecen los distintos elementos que entran en juego a la hora de realizar una conexión de compuertas: el manguito metálico (1), la compuerta (2), las arandelas y tornillos (3), los soportes (4), el soporte para motor (5), el servomotor (6), y la ranura para eje (7).

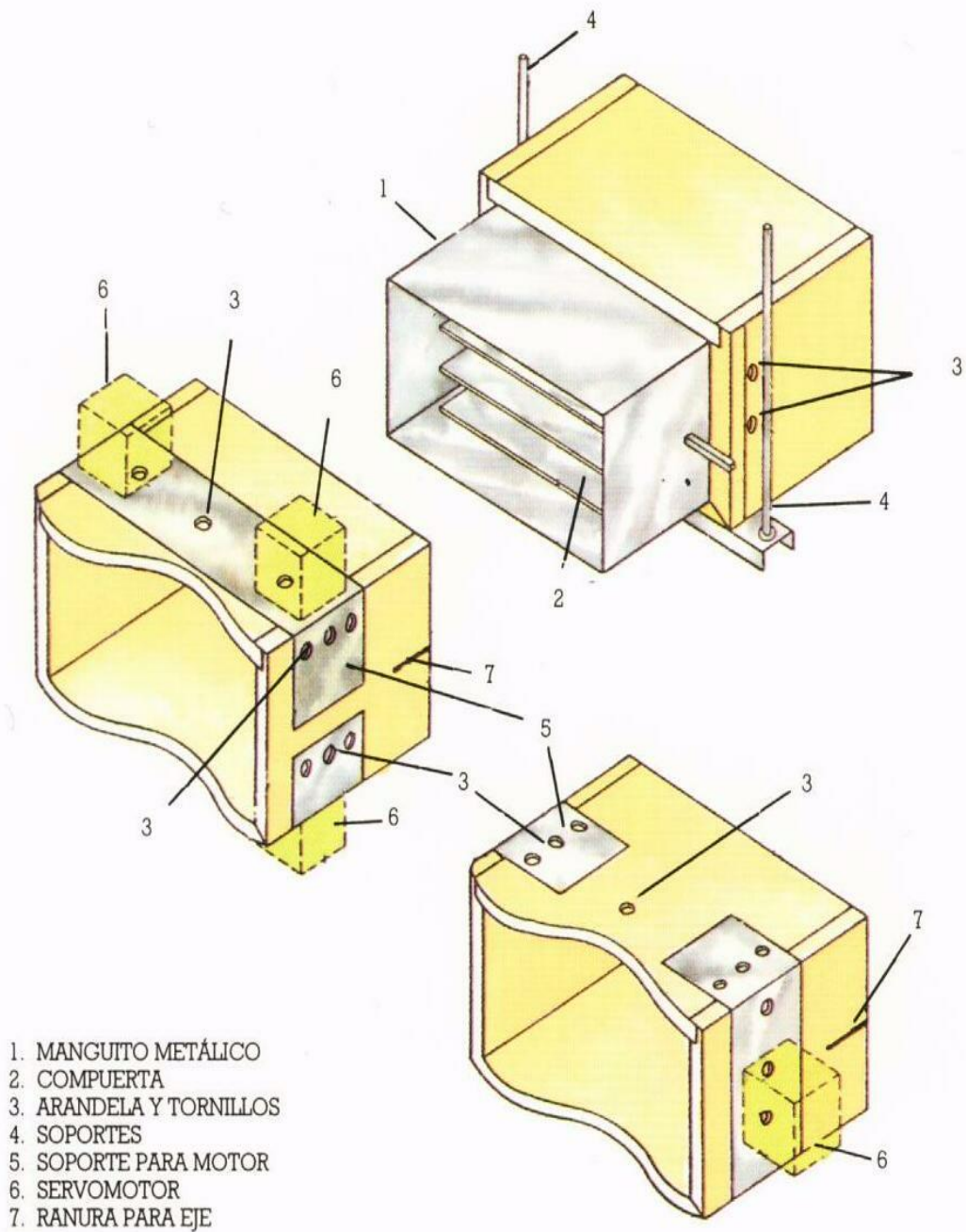


FIG. 1.30.- CONEXIÓN DE COMPUERTAS.

1.15.2 CONEXIÓN DE REJILLA CONTRAFUEGOS.

A continuación, se pueden apreciar en la figura 1.31 los detalles de conexión de una rejilla cortafuegos, donde es necesario el manguito metálico (1), los angulares (2), las arandelas (3), la cinta adhesiva (4), la compuerta (5), la portezuela (6), el muro cortafuego (7) y el conducto (8).

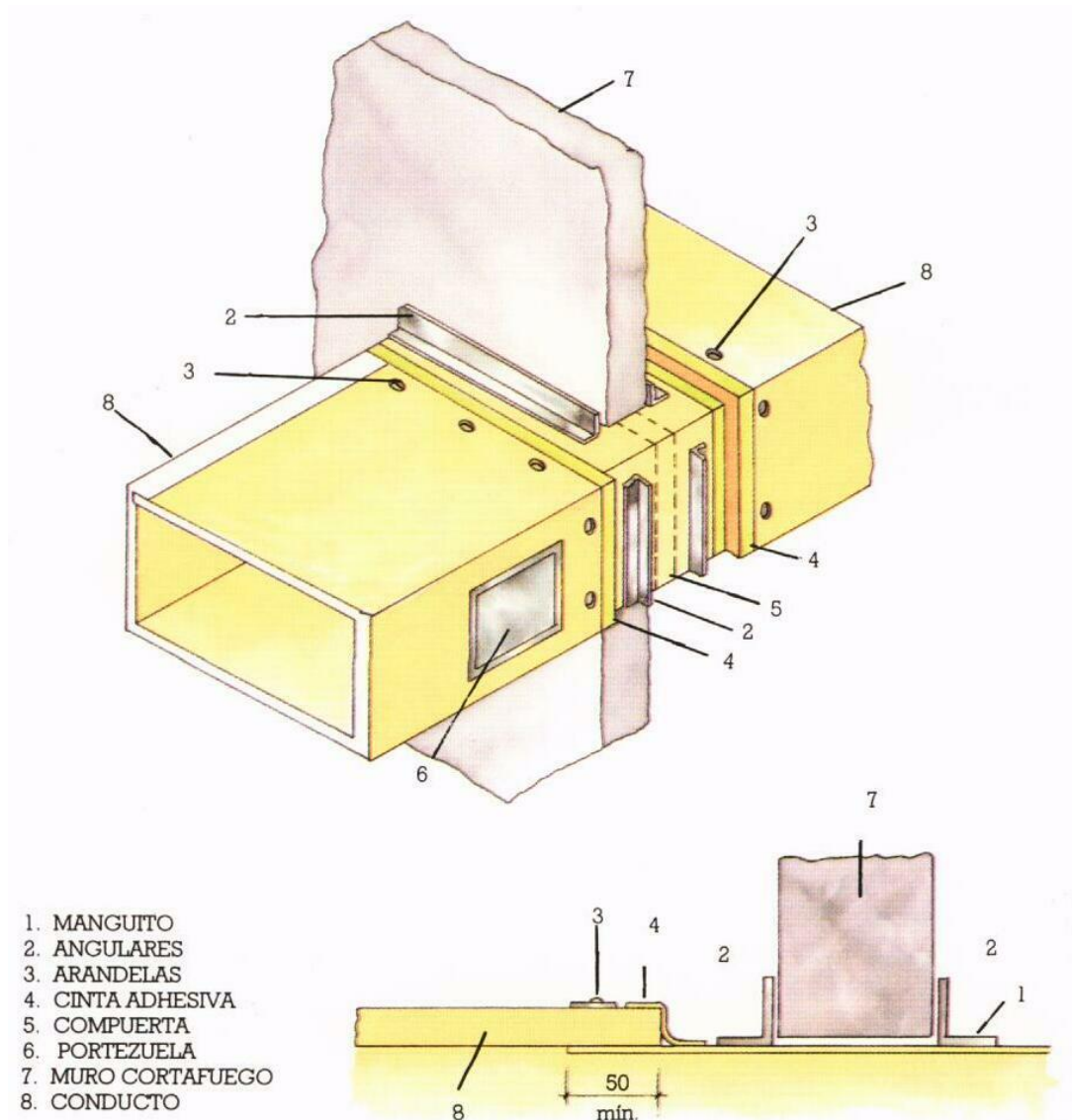


FIG. 1.31.- CONEXIÓN DE REJILLA CONTRAFUEGO.

1.15.3 CONEXIÓN DE REJILLA

Asimismo, para la conexión de rejilla, las piezas que se utilizan son la rejilla (1), la compuerta (2), el cerco (3), el collarín (4), la placa de soporte (5), el angular (6) y la cinta adhesiva (7). (Fig. 1.32).

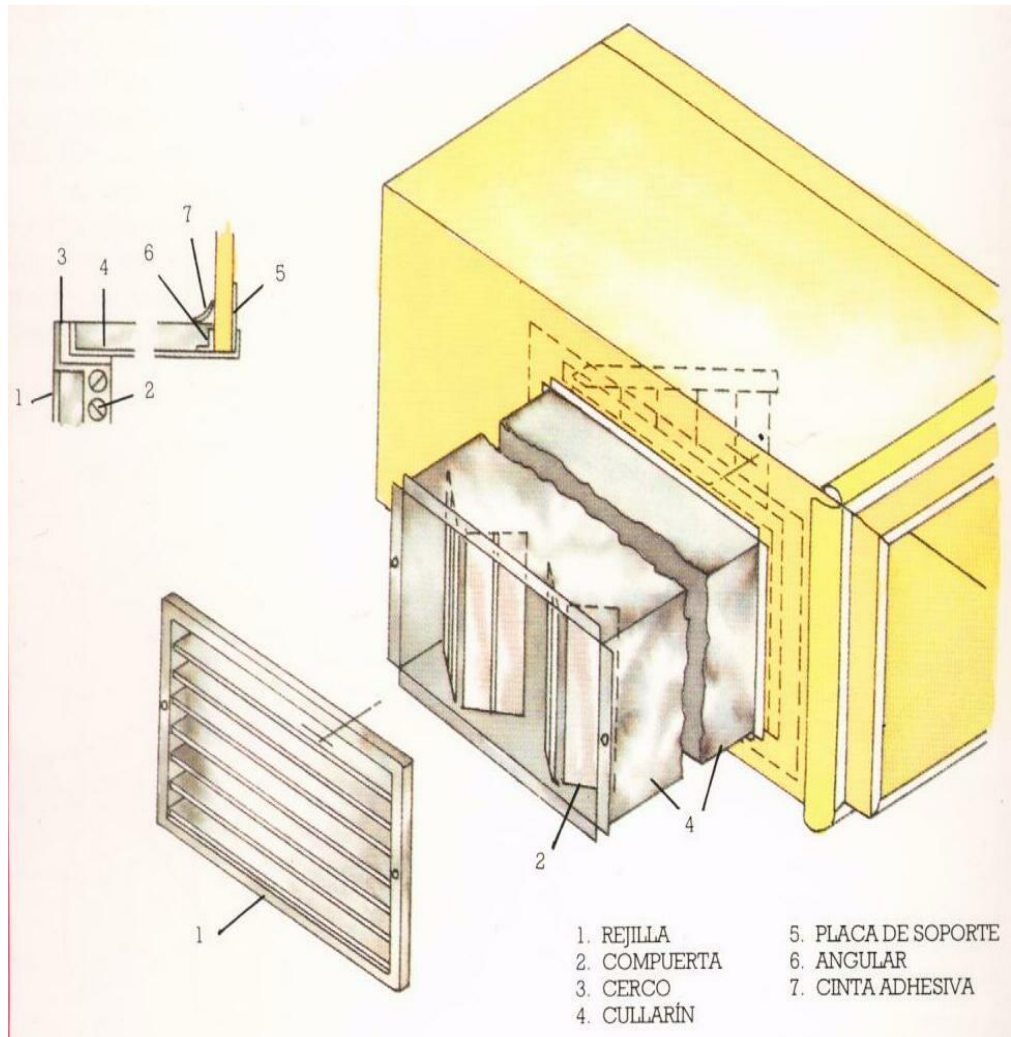


FIG. 1.32.- CONEXIÓN DE REJILLAS.

1.15.4 CONEXIÓN DE DIFUSOR

Esta conexión aparece esquematizada en la figura 1.33, en la cual se distinguen los siguientes elementos de construcción: conducto (1), placa de soporte (2), collarín metálico (3), collarín de fibra o aislamiento (4), arandela de 40 mm (5), tornillos (6), difusor (7) y soportes (8).

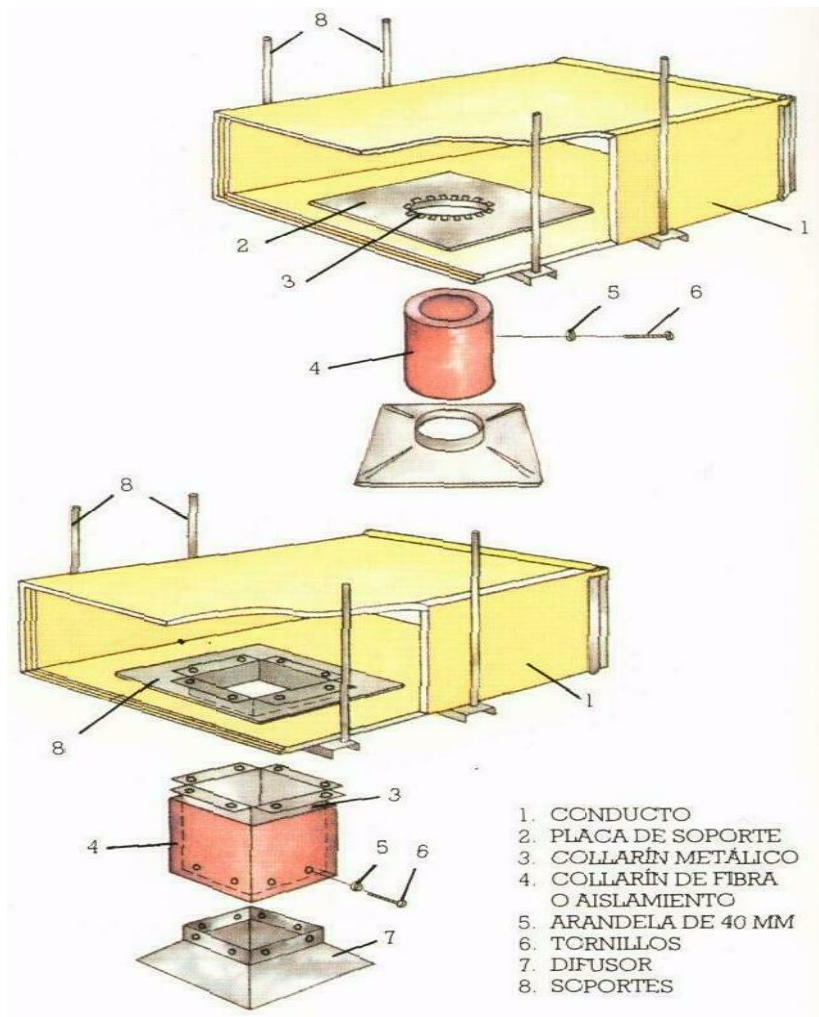


FIG. 1.33.- CONEXIÓN DE DIFUSOR.

1.15.5 CAMPO DE APLICACIÓN

Por sus condiciones acústicas, este tipo de conductos son especialmente indicados para locales donde se exija un bajo nivel acústico de la instalación, tales como bibliotecas, estudios de sonido, quirófanos, estudios de televisión, iglesias, residencias, apartamentos, hoteles, teatros, escuelas, viviendas, etc.

Otro criterio que se debe tener en cuenta a la hora de inclinarse a favor de los conductos de fibra es su adaptabilidad a las dificultades que entrañe el trazado de la instalación, tales como: poco espacio en sentido vertical para la ubicación del conducto, cambios bruscos de sección, etc.

Sus óptimas condiciones para evitar las condensaciones por su barrera de vapor son también un criterio que se debe considerar al tomar la decisión en favor de los conductos de fibra.

1.15.6 NORMAS GENERALES DE SELECCIÓN DE REJILLAS

La selección correcta de los elementos de distribución de aire es de máxima importancia en todo sistema de acondicionamiento para asegurar un perfecto reparto de aquél dentro de los espacios tratados. Dichos elementos son componentes importantes en el sistema, consiguiendo, mediante su correcta selección, uniformidad de temperatura y humedad, así como una circulación del aire sin corrientes perjudiciales, puesto que además de los dos citados, la velocidad del aire dentro de la zona ocupada es otro factor determinante del confort.

En general, deben evitarse en las zonas ocupadas velocidades residuales superiores a 0.5 m/s por un periodo prolongado de tiempo. Por todo esto, la selección y situación de los elementos de distribución debe efectuarse tomando las debidas precauciones para evitar que la corriente de aire no alcance la zona ocupada, hasta que su energía cinética se haya dispersado, asegurando así unas características de funcionamiento.

Generalmente es válida la siguiente regla: seleccionar las rejillas con un alcance equivalente a 3/4 de la distancia a la pared opuesta y una caída que garantice para dicho alcance una altura sobre el suelo de 1,8 m. (Fig. 1.34).

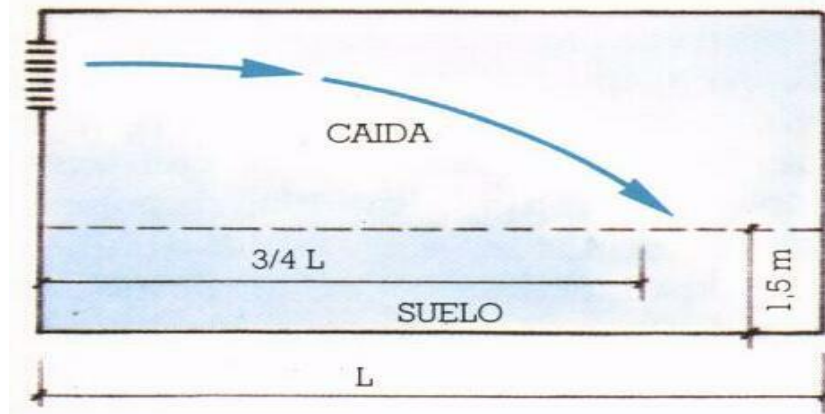


FIGURA 1.34.- SIMPLE DEFLEXIÓN.

Las rejillas de simple deflexión se aplican cuando se desea controlar la dirección de la corriente de aire en un solo plano. Se emplazan generalmente en instalaciones de calefacción o enfriamiento muy localizado. Las de doble deflexión, en cambio se utilizan en aquellos casos en que se precisa el control de la corriente en los dos planos. Si la corriente de aire cayera dentro de la zona ocupada con un alcance inferior al deseado, las lamas horizontales de la rejilla pueden orientarse de forma que dirijan la corriente describiendo un arco ascendente sobre la zona ocupada. (Fig. 1.35).

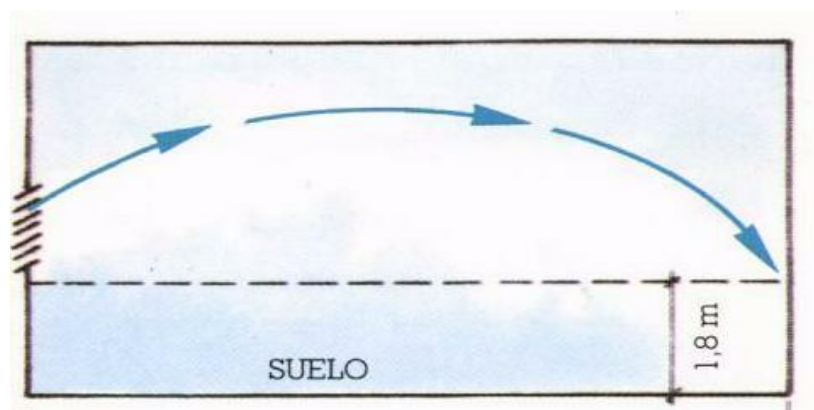


FIGURA 1.35.- DOBLE DEFLEXIÓN.

1.15.7 NORMAS DE SELECCIÓN DE DIFUSORES

La correcta selección de los difusores implica una uniformidad de temperatura y humedad en el espacio a tratar, así como una circulación del aire sin corrientes perjudiciales, puesto que, además de la temperatura y humedad, la velocidad del aire dentro de la zona ocupada es otro factor determinante del confort.

Al igual que a la hora de seleccionar las rejillas, al elegir el tipo de difusor se debe procurar evitar las velocidades residuales superiores a 0,5 m/s por un período prolongado de tiempo sobre las zonas ocupadas.

Por todo esto, la situación y distribución de los difusores debe efectuarse tomando las debidas precauciones para evitar que las corrientes de aire alcancen las zonas ocupadas hasta que su energía cinética se haya dispersado y, a la vez, que quede cubierta toda la zona ocupada. Generalmente la selección se suele realizar de forma que el radio mínimo origine una velocidad media de 0,4 m/s y el máximo no provoque una velocidad media inferior a 0,2m/s.

1.16 MECANISMOS DE REGULACIÓN

Estos componentes de la instalación permiten una constante regulación de las necesidades ambientales del local, temperatura, humedad, caudal; para conseguirlo, se dispone de diferentes mecanismos, cada uno de los cuales se encarga de regular lo más perfectamente posible una característica diferente.

1.16.1 TERMOSTATOS

Existe una gran variedad de termostatos en el mercado y cada uno de ellos posee un sistema diferente de regulación y en algunos casos de limitación de temperaturas máximas y mínimas.

En esencia su funcionamiento es el siguiente; poseen una membrana sensible a la temperatura (membranas de expansión a vapor saturado, membranas sensibles llenas de líquido, etc.) conectada a un interruptor de corte unipolar conmutado que se encarga de poner en marcha o cortar el funcionamiento de la evaporadora. Regulando así la temperatura dentro de unos parámetros previamente prefijados.

1.16.2 HUMIDOSTATOS

Al igual que con los termostatos, cada fabricante posee su propio sistema de control de humedad, pero los principios de funcionamiento son comunes a todos.

Los humidostatos, que tienen un interruptor conmutado de corte unipolar, están pensados para la regulación de aparatos de humectación y deshumectación. Van provistos del elemento detector (cabello humano) que activa el funcionamiento del interruptor.

1.16.3 REGULADORES DE CAUDAL DE AIRE

Estos controles detectan el caudal de aire en los conductos. Pueden conectarse para abrir un circuito y cerrar otro. Su aplicación más habitual es la de proteger los locales contra posibles defectos de funcionamiento por pérdida o ausencia de caudal, evitando así el daño de aparatos y personas.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE UNA UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN.

El aire acondicionado es el proceso de tratamiento del mismo, en un ambiente interior, con el fin de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza, movimiento y confort (Fig. 2.1). Cada una de estas condiciones se controla como se describe a continuación:

- **Temperatura.** La temperatura del aire se controla calentándolo o enfriándolo.
- **Humedad.** La humedad, que es el contenido de vapor de agua en el aire, se controla agregando o eliminando vapor de agua al aire (humidificación o deshumidificación).
- **Limpieza.** La limpieza o calidad del aire se controla ya sea mediante filtración que es la eliminación de contaminantes indeseables, por medio de filtros u otros dispositivos, o mediante ventilación, que es la introducción de aire exterior al espacio interior, con lo cual se diluye la concentración de contaminante.
- **Movimiento.** El movimiento del aire se refiere a su velocidad y a los lugares hacia donde se distribuye.

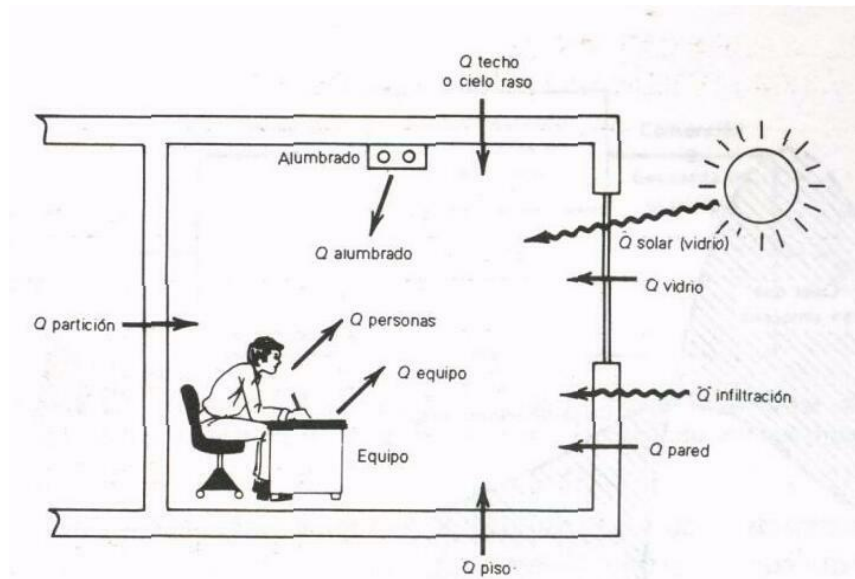


FIGURA 2.1.- ESTANDARES PARA EL CONFORT.

El módulo construido es de tipo ventana ya que es el equipo más utilizado hasta ahora, por su sencillez técnica y de instalación. Se llama así porque, normalmente, su colocación se efectúa aprovechando el espacio de una ventana situada en el lugar que se desea acondicionar.

Este módulo es compacto porque incluyen dentro de una misma estructura, todos los elementos necesarios para producir aire acondicionado. Es decir, disponen de un circuito frigorífico completo y también lleva incluida una batería de calefacción eléctrica. Está constituido por secciones principales como la del condensador y su ventilador, la del compresor, la del evaporador y su ventilador.

Su principio de funcionamiento comienza cuando el compresor aspira el gas refrigerante a baja presión y a baja temperatura. La energía mecánica que es aportada por él permite elevar la presión y la temperatura del gas refrigerante.

El gas caliente a alta presión impulsado por el compresor es dirigido hacia el condensador. Este es un intercambiador de calor dentro del cual circula, por una parte, el fluido interior que se pretende calentar y, por otra, el fluido frigorífico que en este caso es el aire impulsado por el ventilador del condensador.

El líquido formado dentro del condensador es expandido y así se reduce la presión; ello es posible gracias a un tubo capilar ubicado entre el condensador y evaporador. En el curso de la expansión se produce una ligera formación de refrigerante en forma de gas.

A baja presión la temperatura de equilibrio líquido-vapor del fluido refrigerante es mucho más débil. El evaporador es un intercambiador de calor en el cual circula, por un lado, el circuito frigorífico que proviene del tubo capilar y, por otro, el fluido exterior del que se puede extraer calor. El refrigerante líquido que proviene del tubo capilar entra en ebullición dentro del evaporador al absorber el calor del fluido exterior, con lo cual se estaría consiguiendo el objetivo de acondicionamiento de aire en verano.

Para invierno sucederá lo contrario al ceder calor al aire exterior por medio de una batería de resistencias eléctricas accionadas por el usuario. Todo este aire se da la orientación con la ayuda y colocación de los difusores, ya que son los que dan la dirección del aire acondicionado impulsado por el ventilador hacia el exterior. Figura 2.2.

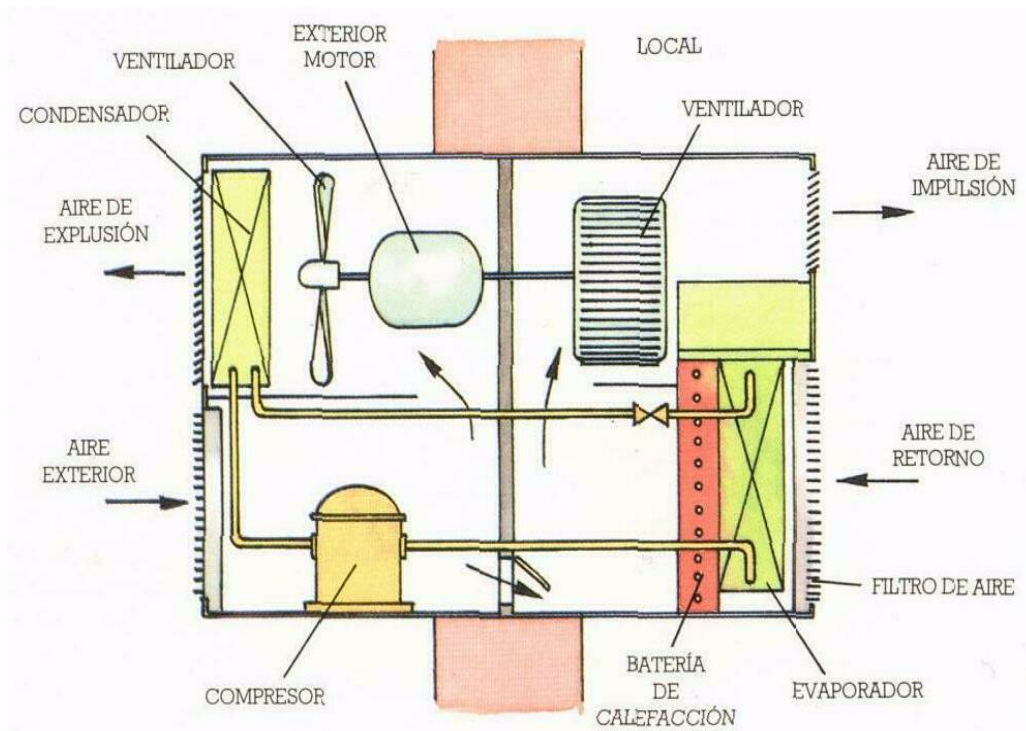


FIGURA 2.2.- ACONDICIONADOR TIPO VENTANA.

La temperatura de evaporación debe ser inferior a la temperatura del fluido exterior para que todo el refrigerante sea vaporizado, encontrándose entonces éste en estado de vapor a baja presión y temperatura. El gas es aspirado rápidamente por el compresor para un nuevo ciclo.

2.1 DESCRIPCIÓN.

De acuerdo con la necesidad del laboratorio de refrigeración para la construcción de un módulo de aire acondicionado se ha conseguido dos (2) equipos de acondicionamiento de aire en mal estado cuyas capacidades son de 12 000 BTU/H, mediante la donación del Gobierno Municipal de Tena. Los mismos que han sido utilizados para la construcción de un módulo, cuyos elementos utilizados se los describe a continuación:

- a. **Compresor.-** La función del compresor es la de aspirar el gas que proviene del evaporador y descargarlo al condensador aumentando su presión y temperatura. El compresor que utilizamos es de tipo hermético, es decir, tanto el motor como el compresor están dentro de la misma carcasa y es inaccesible. Van enfocados a pequeños equipos de carga, cuya potencia es de 1 HP, 220 voltios y 60 hz. Anexo B – 1. Características mas específicas como desplazamiento del pistón (24.2 cm³), carga de aceite (887 cm³), tipo de aceite M (mineral), sistema de expansión con tubo capilar , tipo de enfriamiento mediante ventilación forzada, el diámetro de las tuberías tanto de succión como la de impulsión (3/8" y 1/4" respectivamente), se encuentran especificadas en catálogos mediante la numeración del compresor que es AJ5513E. Anexo A – 1.
- b. **Condensador.-** El condensador debe tener suficiente volumen para que tenga amplia cabida el refrigerante comprimido que entra en el mismo mientras se produce la condensación y en segundo lugar, la necesaria superficie de radiación para obtener una rápida transferencia del calor latente de dicho refrigerante al medio enfriador, que en nuestro caso es el aire. Anexo B – 2. Las características técnicas del condensador se obtiene en catálogos que se encuentran en el Anexo A – 2, mediante las dimensiones del condensador: caudal de aire 1150 m³/h, diámetro de la tubería 3/8" en succión y 1/4" en impulsión. La disposición del ventilador tiene mucho que ver con la eficacia del condensador refrigerado por aire, en la figura 2.2 se ilustra el ventilador tipo helicoidal dirigiendo el aire sobre el condensador. Las flechas indican cómo llega el aire sobre el condensador a gran velocidad sobre una zona concentrada, dejando los extremos del condensador con muy poca circulación de aire. Las características del ventilador son de 1/6 HP , 1075 r.p.m. , 1.40 Amp. , voltaje de 208 – 230 V, 60 Hz. El mismo

que posee dos velocidades, la de alta que es la nominal y la de baja con 750 r.p.m.

- c. **Evaporador.-** El evaporador es el equipo de la instalación donde se produce el intercambio térmico entre el refrigerante y el medio a enfriar. Anexo B – 4. La cantidad de calor que absorbe el evaporador depende de la superficie, la diferencia de temperatura (entre el exterior y la temperatura de evaporación). Las características técnicas del evaporador se consiguió en catálogos especificados en el Anexo A – 3, mediante las dimensiones del evaporador: caudal de aire 980 m³/h, diámetro de la tubería 3/8" en succión y 1/4" en impulsión. Cabe recordar que el evaporador también es de ventilación forzada lo cual implica que posee un ventilador helicoidal con las siguientes características: potencia de 1/8 HP, una velocidad de 1075 r.p.m., y otra de 750 r.p.m. , 0.90 Amp., voltaje de 208 – 230 V, 60 Hz.

Ventilador helicoidal.- Se componen de un número de palas fijas alrededor de un buje suelen accionarse por un motor eléctrico de hasta 3000 rpm y existen en diámetros normalizados de 120 a 1500 mm. Se usan principalmente con fines industriales o como ventilador de los condensadores, para aire acondicionado. Anexo B – 4.

Ventilador centrífugo.- Están compuestos por una rueda provista de alabes cilíndricos que giran en el interior de una envolvente cuya sección tiene la forma de una porción de espiral constante. Se accionan mediante motor eléctrico y poseen una entrada y salida de aire (extracción). Existen en diámetros de 50 mm en adelante. Anexo B – 5.

d. **Tubo capilar.-** En el módulo se utiliza dos tubos capilares, los mismos que se usan habitualmente como elementos de expansión en pequeñas instalaciones por las razones siguientes:

- Facilidad de instalación.
- Bajo coste.
- Fiabilidad, no hay piezas en movimiento.
- Permiten la utilización de compresores de bajo par de arranque por el buen equilibrio de presiones.

Cuando el refrigerante líquido entra dentro del tubo capilar se produce una estrangulación, (aumenta la velocidad y disminuye la presión) debido a esto parte del líquido se evapora al cambiar de presión. El diámetro y la longitud del tubo capilar está en función de la potencia frigorífica del módulo. Para nuestro caso el diámetro es de 42 y la longitud de 1.5 m cada uno (dos capilares). Anexo B – 6.

e. **Tubería.-** La tubería es de cobre ya que es la más utilizada en sistemas de Aire Acondicionado y fácilmente encontrada en el mercado, se lo utiliza limpio de impurezas y libre de humedad. La tubería se seleccionó de acuerdo a los diámetros tanto del evaporador como en el condensador. Las características técnicas de la tubería 3/8" y 1/4" que fueron escogidas se observa en la tabla 2.1.

| Denominación del tubo de cobre | 1/4" | 3/8" | 1/2" | 5/8" | 3/4" |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Diámetro exterior en mm | 6.35 | 9.52 | 12.7 | 15.87 | 19.05 |
| Espesor en mm | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.05 |
| Peso por metro Kg. | 0.151 | 0.241 | 0.331 | 0.419 | 0.512 |

TABLA 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA UTILIZADA.

La soldadura se realiza por capilaridad, agregando el material fundente entre los dos tubos.

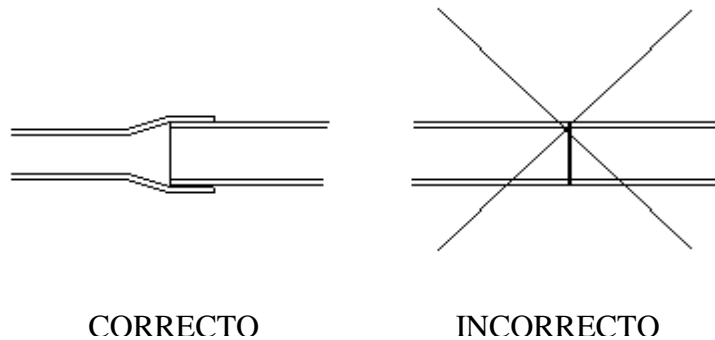


Figura 2.3.- SOLDADURA DE TUBERÍA DEL MISMO DIÁMETRO.

Para soldar se suelen emplear mecheros de propano, de butano o acetileno.

La soldadura puede ser de plata o de fósforo:

- Se utiliza fósforo para uniones cobre – cobre y si en estas uniones no existen vibraciones.
- Se utiliza plata para uniones de cobre con otros metales o en lugares con vibraciones continuas.

En nuestro caso se utilizó soldadura de plata para dar mayor fijación a los elementos del sistema.

f. **Refrigerante.-** El utilizado es el R – 22 ya que los equipos donados han sido diseñados para tal refrigerante cuyas características son:

- Punto de ebullición -40° C a la presión atmosférica.
- Es miscible con el aceite mineral y sintético, pero en bajas temperaturas es recomendable utilizar separador de aceite.
- Absorbe 8 veces más humedad que el R-12.
- Posee un potencial reducido de destrucción de la capa de ozono.

La cantidad de refrigerante utilizada para la carga del sistema es de 1 Kg. Anexo B – 7.

- g. Visor.-** Para poder observar la circulación del refrigerante en estado líquido se insertó un visor el cual se encuentra ubicado después del capilar, el cual dependió de la tubería que estamos utilizando que es de 3/8", tanto al ingreso como salida del visor. Anexo B – 8.
- h. Filtro.-** El filtro se lo selecciona de acuerdo con la capacidad del sistema, tipo de refrigerante y acoples a utilizar que para nuestro caso es de 1/2 HP de potencia y el diámetro de tubería es 5/16", el cual se encuentra entre el condensador y el tubo capilar. Anexo B – 9.
- i. Manómetros.-** Los manómetros múltiples que se utilizan en el sistema deben ser para el tipo de refrigerante a utilizar, con capacidad de medir presiones tanto en alta como en baja, de acuerdo a la capacidad del sistema; estos nos permitirán medir presiones de carga y vaciado, así como la presión de trabajo durante las diferentes prácticas que se realicen. Anexo B – 10.
- j. Baterías de resistencias eléctricas para calefacción.-** Están formadas por resistencias eléctricas agrupadas de forma que se consigan dos etapas de regulación de potencia, la una de 1000 W y la otra que es de 2000 W.

El conjunto de resistencias que forma la batería está montado, en un marco metálico galvanizado, de forma que la caja de conexiones de la misma pueda ser totalmente accesible. Anexo B – 11.
- k. Difusores.-** La colocación correcta de los elementos de distribución de aire es de máxima importancia en todo sistema de acondicionamiento para asegurar un perfecto reparto de aquél dentro de los espacios tratados. Mediante su correcta selección se consigue uniformidad de

temperatura, humedad y velocidad del aire dentro de la zona ocupada es otro factor determinante del confort.

Los difusores que se encuentran colocadas en el módulo son de doble deflexión,(Anexo B - 12), ya que se puede tener el control de la corriente de aire en los dos planos. Las lamas horizontales de la rejilla pueden orientarse de forma que dirijan la corriente describiendo un arco ascendente sobre la zona ocupada. (Fig. 2.4).

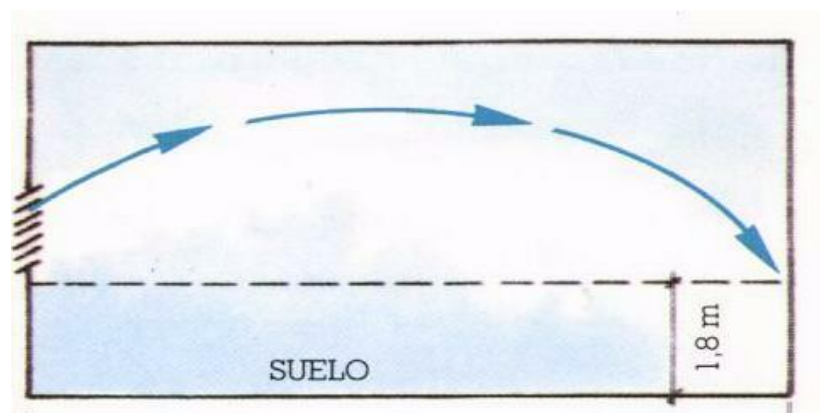


FIGURA 2.4.- DOBLE DEFLEXIÓN.

El módulo construido permitirá crear un aire acondicionado en una área de 20 m², con una capacidad de 12 000 BTU/H. Los planos de cada uno de los componentes del módulo se encuentran especificadas en el Anexo C. La fotografía del aire acondicionado construido en su totalidad se encuentra en el Anexo B – 13. La esquematización física del módulo de aire acondicionado, indicando todas sus partes, se encuentra en el Anexo B – 14.

CAPITULO III

CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE UN MODULO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA.

3.1 CONSTRUCCIÓN.

Mediante la donación del Gobierno Municipal de Tena se logró obtener dos equipos de aire acondicionado en mal estado, que sirvieron para la construcción de un módulo de aire acondicionado doméstico para el Laboratorio de Refrigeración.

Para el inicio de la construcción se procedió a desarmar los módulos antiguos de aire acondicionado para poder utilizar los equipos que estén en buen estado, para la formación del módulo, en este caso los equipos que se utilizaron fueron el condensador, evaporador, compresor y ventiladores.

Luego se procedió a la selección del modelo de aire acondicionado que en este caso es tipo ventana, el cual se lo construyó en forma amplia para poder hacerlo de manera que se pueda observar todos los componentes.

En la construcción de la estructura donde van montados los distintos equipos se utilizaron ángulos de 2" x 3/16 y 1" x 1/8, cada uno de 6 metros de largo, los cuales se cortaron en medidas que van dando forma a las mesas, cuyos planos se encuentran especificados en el Anexo C. Lamina EM – 01 –02.

Para la ubicación de los equipos en la mesa soporte se tomo en cuenta los siguiente parámetros:

- Enfriamiento del condensador (ventilador del condensador).

- Direccionamiento del aire acondicionado (ventilador del evaporador).
- Acondicionamiento del aire en verano (extraer calor) o invierno (ceder calor por medio de resistencias eléctricas).

Una vez ubicados los equipos en forma distribuida en la que se pueda cumplir con el objetivo de acondicionar el aire, se procedió a la soldadura de las tuberías tomando en cuenta las siguientes reglas:

- **Mantener limpia.** La limpieza es un factor clave en la instalación real. El polvo, el lodo y/o la humedad provocan fallas en el sistema. El trabajo nítido y limpio ahorrara muchas dificultades en el servicio.
- **Dimensionar en forma correcta.** Cada tramo del sistema de tubería debe estar dimensionado en forma correcta para asegurar el retorno adecuado del aceite, y también para mantener la capacidad y eficiencia del sistema lo más altas que sea posible.
- **Usar pocas conexiones.** Si hay pocas conexiones quiere decir que hay pocas posibilidades de fugas, pero sobre todo lo más importante es que existan mínimas pérdidas de presión.
- **Tomar precauciones especiales** para hacer cada una de las conexiones. Usar el material adecuado (tubería, accesorios, válvulas), y tomar en cuenta las recomendaciones hechas por el fabricante.
- **Instalar las tuberías horizontales con una pendiente en dirección del flujo del refrigerante.-** Para ayudar al retorno del aceite al compresor, los tubos horizontales deben tener una pendiente en la dirección del flujo de refrigerante. Esa pendiente ayudara a que el aceite fluya en la dirección correcta, debe ser 0.05% (1/2" en 10 pies) o más. La pendiente ayudara también a evitar el regreso del aceite durante un paro del motor.
- **Aislamiento antivibratorio.-** Los efectos desfavorables causados por vibraciones en la tubería son:

1. Fatiga del material, lo que puede originar la ruptura de las juntas. En el caso de tubería de refrigerante, da lugar a pérdidas del líquido refrigerante.
2. Transmisión de ruido por la tubería.

Los remedios que se pueden dar una vez hecha la instalación son:

- Una nueva colocación de los soportes de la tubería, puede dar como resultado el amortiguar vibraciones anormales en la tubería. De esta forma puede conseguirse que la tubería absorba la vibración por flexión.
- Si la nueva posición de los soportes no resulta eficaz, puede recurrirse a otras soluciones como:
 - a. El tubo puede aislarse del soporte por interposición de corcho, fieltro de pelo, u otro material flexible (fig. 3.1).
 - b. Puede añadirse un peso al tubo antes del primer soporte rígido. La inercia del tubo aumenta y las vibraciones se reducen.
 - c. Pueden añadirse otros soportes elásticos.

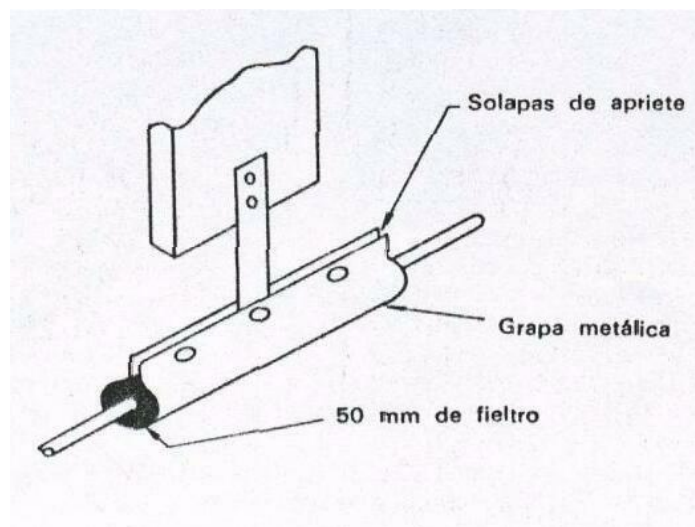


FIGURA 3.1.- SOPORTE ANTIVIBRATORIO.

Para el montaje del compresor fue necesario la colocación de soportes de caucho, los mismos que tienen la función de absorber las vibraciones producidas por la máquina.

El condensador se lo ubicó en un lugar donde se lo pueda manipular fácilmente y sobre todo que tenga una buena ventilación, el cual va montado en su respectiva mesa soporte. Anexo C, lamina EM - 02 – 02. El condensador está formado de 2 secciones; la primera es la sección del ventilador, el cual esta ubicado de tal forma que da una ventilación forzada y directa al condensador y la segunda del serpentín o tubo capilar el cual fue montado entre el filtro y el evaporador, como se indica en el anexo B -6.

Tanto el ventilador del condensador como del evaporador van sujetos a una mesa soporte cuyos planos se encuentran en el Anexo C, lámina EM – 03 – 02.

La colocación del filtro (Anexo B – 9), es muy importante ya que este tiene la función de atrapar impurezas que puedan adherirse a la tubería. Un accesorio más colocado en el módulo es el visor(Anexo B – 8), el cual nos permite observar la circulación del refrigerante en estado líquido, éste se encuentra en la entrada del evaporador.

El evaporador con la ayuda del ventilador centrífugo son los encargados de extraer el aire del interior de la habitación para luego expulsarlo, dándole dirección por medio de los difusores.

Se adquirió la rejilla que permitirá la entrada de aire al módulo, para colocarla en frente del evaporador, y el difusor que va colocado en la parte frontal del ventilador centrífugo.

En la construcción del panel de control se utilizó tol de 2 mm de espesor, en el cual fueron montados los diferentes dispositivos eléctricos,

que conectados en forma correcta ayudan a la manipulación individual de cada uno de los elementos. Anexo B – 15.

Para darle la forma física al acondicionador tipo ventana, la carcasa se construyó de un material transparente (acrílico) en el cual van ubicados tanto la rejilla como el difusor. Para que el aire pueda ser extraído y expulsado se construyeron compartimientos de acrílico los cuales tienen la función de separar en dos, el condensador y el evaporador. En la parte frontal del módulo se encuentran impresos el circuito frigorífico y el circuito eléctrico.

Con la ayuda de una bomba de vacío realizamos el vaciado del sistema por el tiempo aproximado de cuatro horas, tiempo estimado ya que el equipo antes de su ensamblaje se encontraba en un ambiente de muchas impurezas, y es necesario sacar toda la humedad del sistema.

La carga de refrigerante se lo hizo con R – 22, por medio de la única válvula que posee el compresor que sirve tanto para descarga como para carga del refrigerante en forma de gas por el lado de baja presión, ya que de acuerdo a catálogos el compresor era para dicho refrigerante. El circuito eléctrico del módulo se lo realizó de acuerdo a un diseño comprensible que permita controlar individualmente a cada uno de los elementos del sistema, el cual se encuentra en el Anexo C, lámina EM – 04 – 02.

3.2 PUESTA EN MARCHA.

Una vez construido el módulo de aire acondicionado tipo ventana se procede a la puesta en marcha del equipo, siguiendo un procedimiento para observar el buen funcionamiento el cual se describe a continuación:

- Verificar si la toma de corriente del módulo es correcta (220 v).

- Analizar el funcionamiento del módulo, tanto del tablero de control como del funcionamiento físico del mismo.
- Seguir la secuencia de encendido. Primero por el compresor, luego el ventilador del condensador, tercero con el ventilador del evaporador y por último las resistencias, si es necesario.

3.2.1 VACIADO Y CARGA DE REFRIGERANTE.

Vaciado.

Una vez que el sistema de aire acondicionado ha sido probado a presión para determinar si hay fugas, es necesario evacuarlo, debido a que por lo general contiene aire, vapor de agua y otras impurezas. La mejor manera de eliminar estas impurezas consiste en sacarla mediante una bomba de alto vacío. La bomba debe tener una capacidad para extraer un vacío que se acerque a cien (100) micrones del vacío perfecto. Un micrón es una unidad de medida que equivale a una millonésima de un metro, o sea 1/25000 de una pulgada (0.00004 pulgadas). El tiempo de vacío en sistemas nuevos o en los que han sido reparados deber ser de tres (3) a cuatro (4) horas por lo menos a fin de remover y sacar todo tipo de impurezas y humedad acumulada en el sistema.

Carga.

Una vez que el sistema esta completamente evacuado, esta listo para ser cargado con refrigerante. El sistema puede cargarse con refrigerante mediante dos métodos: La carga por el lado de alta o líquida, y la carga por el lado de baja o de vapor.

Carga por el lado de alta presión.

Este método se emplea generalmente al cargar un sistema nuevo o completamente evacuado. El mismo que requiere menos tiempo para cargar el sistema por completo, y esto se hace inyectando líquido directamente en el lado de alta.

El sistema se carga por el lado de alta, por lo general en un punto en el cual el líquido pasa a través de la línea de descarga del compresor hacia el condensador, tal como en la válvula de servicio de descarga del compresor o en el múltiple de manómetros. Para efectuar una carga líquida debe invertirse el recipiente de refrigerante y el compresor debe estar apagado.

Carga por el lado de baja presión.

Este método se emplea generalmente al agregar pequeñas cantidades de refrigerante al sistema (para completar el nivel). El recipiente de refrigerante se mantiene en posición normal para permitir que sólo entre vapor en el sistema.

Durante el procedimiento de carga el compresor debe estar en funcionamiento, extrayendo el vapor del recipiente. La manera más sencilla de verificar si la carga de refrigerante es suficiente consiste en inspeccionar si se produce burbujas en el visor ubicado en la línea de líquido.

3.2.2 DETECCIÓN DE FUGAS.

Un sistema de Aire Acondicionado es un sistema cerrado porque funciona bajo presión, por lo tanto es necesario que el sistema sea hermético para asegurar su correcto funcionamiento. Después de armar un sistema se debe probar con cuidado, para cerciorarse de que ninguna de

las uniones tenga fugas. Esto se efectúa con frecuencia aplicando vapor refrigerante a baja presión al sistema y prestando atención para escuchar si existen fugas grandes.

METODOS DE DETECCIÓN DE FUGAS.

- **Agua Jabonosa.-** Este método consiste primero en realizar el líquido jabonoso para luego con trapo pasar por toda la tubería y los puntos de unión de la misma. El efecto de este líquido es el de realizar burbujas cuando existe fuga alguna en el sistema.
- **Detector de Fugas de Haluro.-** El detector de fugas de haluro, representado en la figura 3.2, funciona con acetileno o gas propano y produce una llama prácticamente incolora. Un tubo en la base del mechero permite la entrada del aire necesario para la combustión. La llama arde a través de un pequeños disco de cobre. Cuando se sostiene el tubo sensor cerca de un lugar en que se sospecha la presencia de una fuga, el vapor del refrigerante presente penetra en el tubo y entra en contacto con el disco de cobre al rojo.

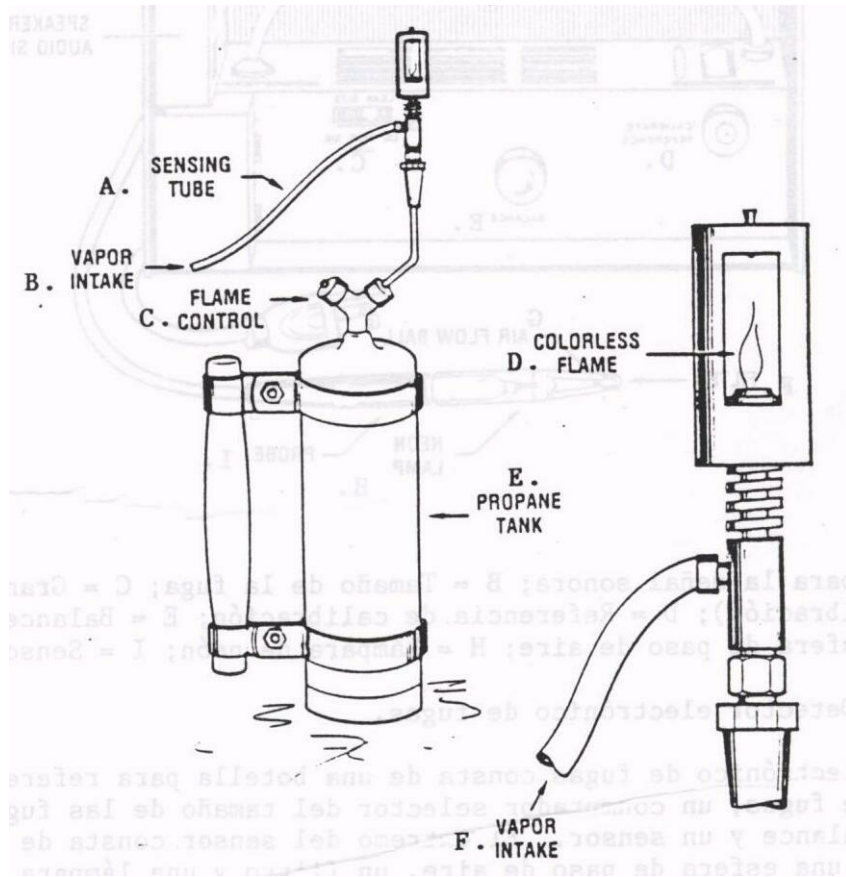


FIGURA 3.2. DETECTOR DE FUGAS DE HALURO.

A = Tubo sensor; B = Entrada de vapor; C = Control de la llama;
 D = Llama incolora; E = Tanque de gas propano; F = Entrada de vapor.

Cuando el refrigerante entra en contacto con el cobre caliente, se cambia de inmediato el color de la llama. El color de la llama varía entre verde en caso de fugas leves y violeta en caso de fugas mayores.

- **Detector Electrónico de fugas.-** Tal como se muestra en la figura 3.3, es un dispositivo para la detección de fugas sumamente sensible.

Este detector mide la resistencia eléctrica del vapor. Si en la muestra de aire que se prueba hay presencia de vapor de refrigerante, cambia

el flujo de la corriente, lo cual se indica por una señal más rápida proveniente del detector.

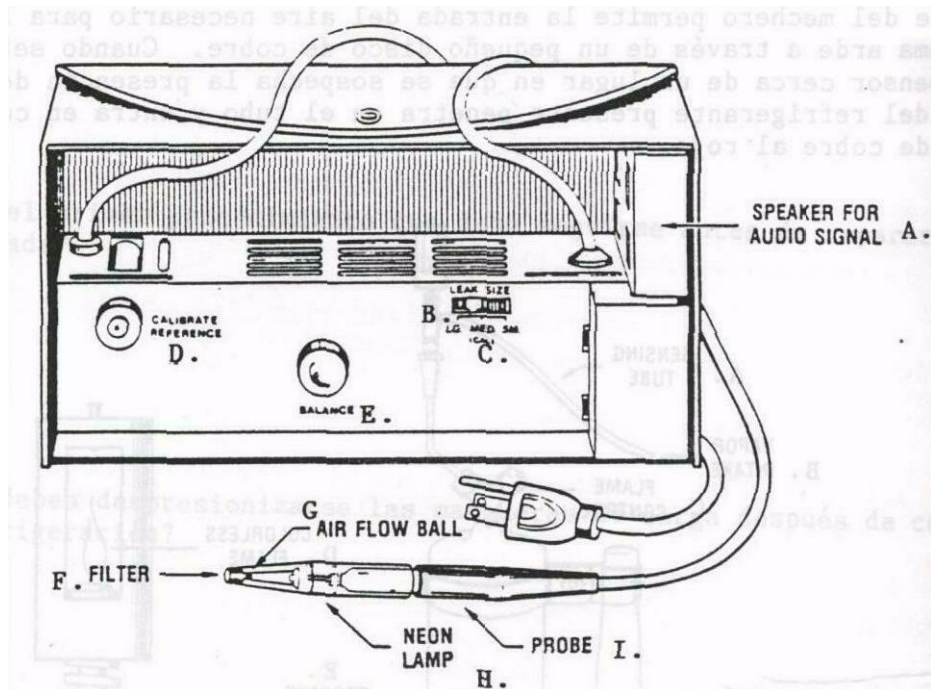


FIGURA 3.3. DETECTOR ELECTRÓNICO DE FUGAS.

A = Parlante para la señal sonora; B = Tamaño de la fuga; C = Grande Medí Pequeña (Calibración); D = Referencia de calibración; E = Balance; F a Filtro; G = Esfera de paso de aire; H = Lámpara de neón; I = Sensor.

El detector electrónico de fugas consta de una botella para referencia de calibración de fugas, un conmutador selector del tamaño de la fugas, un conmutador selector del tamaño de las fugas, un control del balance y un sensor. El extremo del sensor consta de una punta transparente, una esfera de paso de aire, un filtro y una lámpara de neón para señalar las fugas, conectados al chasis de control. Antes de probar si hay fugas, es necesario calibrar el detector. Esto se realiza ubicando el conmutador selector del tamaño de las fugas en la posición MED (cal) y regulando el control del balance hasta que la señal sonora marque con lentitud (de una a tres

pulsaciones por segundo). La lámpara de neón del sensor también centelleará para dar una indicación adicional de la presencia de una fuga.

Coloque la punta del sensor por encima del orificio de la botella para referencia de calibración y manténgala allí unos dos o tres segundos. La lámpara del sensor debe centellear rápidamente y el tono de la señal sonora debe aumentar. El control de balance debe retroceder un tanto, para reducir el máximo de las señales sonora y visual.

Una vez que se han encontrado y reparado las principales fugas, es necesario revisar el sistema mediante un detector de fugas de haluro, o mediante un detector electrónico de fugas.

Corregidas las fugas, el sistema se debe cargar a una presión más alta.

3.3 MANTENIMIENTO DE UN MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA.

| AVERÍA | CAUSA | MEDIDA CORRECTIVA |
|---------------------------|--|--|
| El compresor no funciona. | <ul style="list-style-type: none"> • Fusible fundido. • Sobrevoltaje en las bobinas del relé. • Bajo voltaje. • Motor eléctrico con problemas. • Problemas en el circuito de arranque. • Falta de aceite en el carter. | <ul style="list-style-type: none"> • Probar el fusible y reemplace los que sea necesarios. • Pruebe el relé y verifique el voltaje. • Repare o reemplace el motor. • Revisar el nivel de aceite en el carter y la presión en el sistema. |

| | | |
|--|--|--|
| <p>Temperatura de Evaporación elevada</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Excesiva necesidad de frío. • Potencia del compresor demasiado pequeño. | <ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la carga de calor. • Reparar el aislamiento defectuoso. • Reparar las válvulas del compresor. |
| <p>Temperatura de Evaporación baja</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de refrigerante. • Transmisión de calor defectuosa. • Potencia del compresor muy baja. | <ul style="list-style-type: none"> • Añadir refrigerante. • Eliminar atascos en la tubería. • Reparar los aparatos de regulación y control defectuosos. |
| <p>Temperatura de Condensación elevada</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de gases extraños en el sistema. • Transmisión de calor defectuosa. | <ul style="list-style-type: none"> • Purgar el aceite del sistema. • Eliminar la suciedad de la superficie del condensador. |
| <p>Temperatura de Condensación baja</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de refrigerante. • Potencia del compresor baja. • Transmisión de calor excesiva. | <ul style="list-style-type: none"> • Añadir refrigerante. • Control y reparación de tuberías defectuosas. • Reparar los aparatos de regulación defectuosos. |
| <p>Operación ruidosa</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Flojos los fijadores al piso. • Bandeja receptora de goteo vibrando. • El compresor | <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar los fijadores de la base. • Verificar los tornillos de ajuste de la bandeja. • Colocar cauchos |

| | | |
|-------------------|--|---|
| Operación ruidosa | mecánicamente haciendo tierra. • Hélices del ventilador mecánicamente haciendo tierra. | antivibratorios en el compresor. • Ubicar de mejor manera las hélices en el eje del ventilador. |
|-------------------|--|---|

En el cuadro anterior se detalla las posibles fallas, causas y medidas correctivas que se pueden dar ante posibles daños en el sistema de aire acondicionado tipo ventana.

CAPITULO IV

ELABORACIÓN DE GUIAS Y MANUAL DE OPERACIÓN DEL MÓDULO DE AIRE ACONDICIONADO

4.1 Elaboración de guías para prácticas dirigidas.

Este capítulo tiene por objeto elaborar las guías para las prácticas que se van a realizar en el módulo de Aire Acondicionado, las cuales serán dirigidas por el instructor a cargo.

Las guías con las que se cuenta en este capítulo se detallan a continuación:

- Familiarización del equipo
- Detección de fugas.
- Vaciado de refrigerante.
- Carga de refrigerante.
- Tubo capilar y control de presiones.
- Uso del aire y resistencias

4.1.1 Practica dirigida N° 1

Familiarización del equipo.

Objetivo :

Al completar esta unidad usted estará familiarizado con los principales equipos del módulo de aire acondicionado y será capaz de identificarlos.

Exposición :

El módulo de capacitación de aire acondicionado tal como se muestra en figura 4.1, constan de las siguientes partes: A = Condensador, B = Compresor, C = Panel de control, D = Evaporador, E = Ventilador.

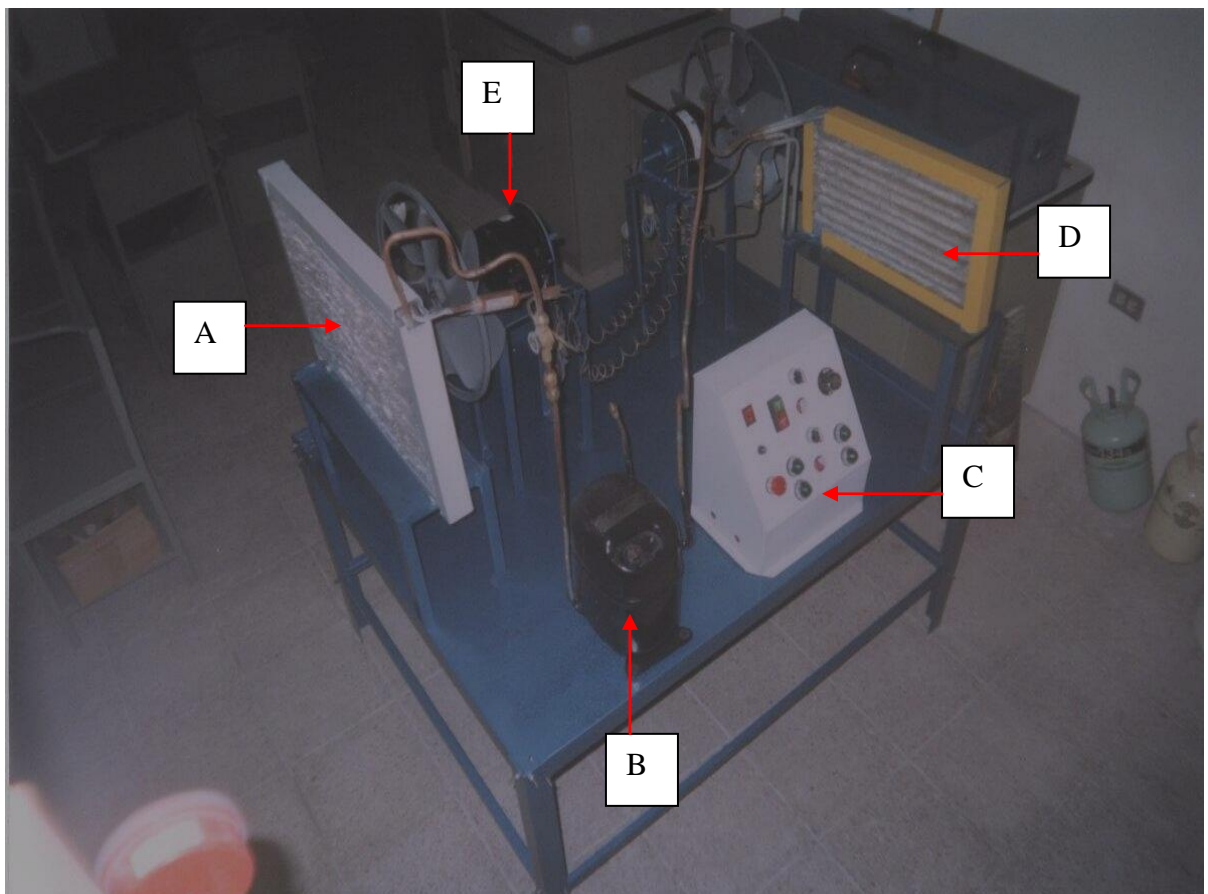


FIGURA 4.1.- MODULO DE AIRE ACONDICIONADO

El panel de control contiene los distintos elementos de supervisión y de protección que permitirán que el estudiante comprenda y utilice los principios básicos de un aire acondicionado.

El módulo contiene los equipos necesarios, tales como filtro, visor, difusores, compresor, ventiladores, evaporador y condensador, que se requieren para conformar este tipo de sistema.

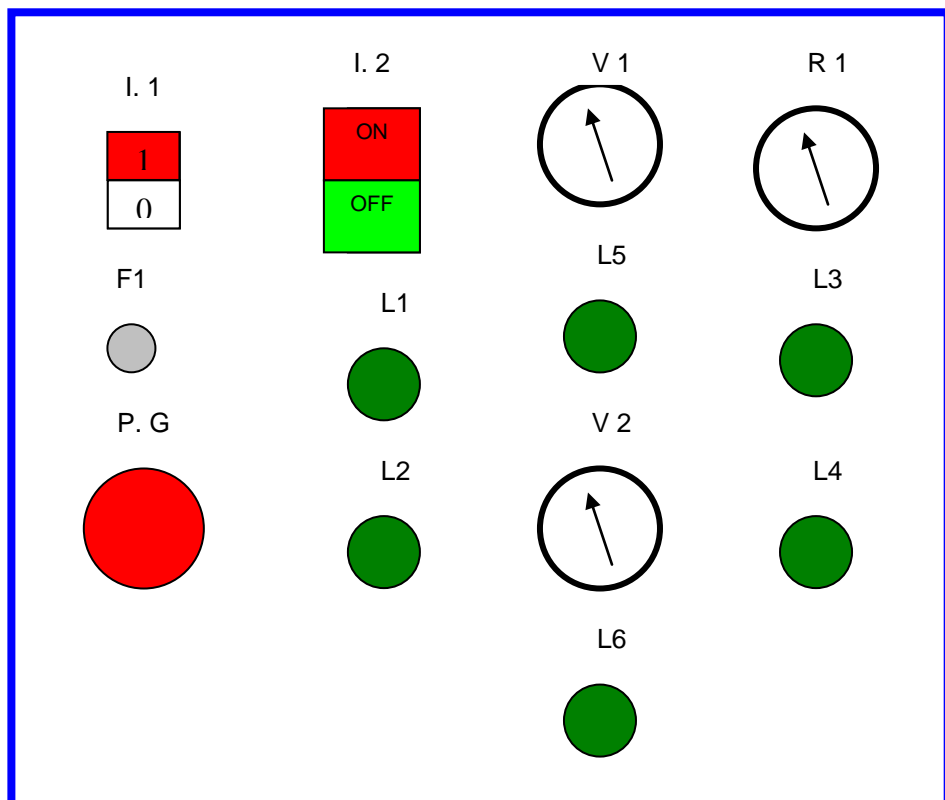


FIGURA 4.2.- PANEL DE CONTROL

El módulo de aire acondicionado se halla equipado por un panel de control el cual se emplea para supervisar y controlar las operaciones del mismo. El panel de control se encuentra montado a un costado. Consta de un interruptor general (I.1), el cual da la alimentación de voltaje al módulo, un fusible de protección (F1), el cual actúa en caso de un corto circuito o

sobrevoltaje, un paro general (P.G.), que se utiliza en caso de emergencia, para descenergizar el sistema, un interruptor para el compresor (I2), dos selectores de velocidad para los ventiladores tanto del condensador (V1) como del evaporador (V2) y un selector para las dos etapas de resistencias (R1). También posee lámparas: L1 y L2 (V1, velocidad alta y baja), L3 y L4 (V2, velocidad alta y baja), L5 (compresor), L6 (resistencias), las mismas que indica el funcionamiento de cada uno de los elementos.

4.1.2 Practica dirigida N° 2

Detección de fugas.

Objetivo :

Una vez que haya completado este ejercicio, usted deberá ser capaz de revisar si hay fugas importantes en un sistema de aire acondicionado.

Exposición :

Un aire acondicionado es un sistema cerrado porque funciona bajo presión. Por lo tanto, es necesario que sea hermético para asegurar su correcto funcionamiento. Después de armar, se debe probar con cuidado, para cerciorarse de que ninguna de las uniones tenga fugas. Con frecuencia, esto se efectúa aplicando vapor de refrigerante a baja presión y prestando atención para escuchar si hay fugas grandes.

Se carga con vapor de refrigerante a baja presión mediante una unidad de carga. Cuando se ha aplicado una carga pequeña (103,4 kPa o 15 lb/pulg), deben verificarse todas las líneas y conexiones para determinar si se puede escuchar fugas. Cuando hay una fuga en una conexión soldada, se debe despresurizar y se debe desarmar, limpiar, quitar el óxido y volver a soldar la conexión. Entonces puede repetirse el procedimiento de detección de fugas.

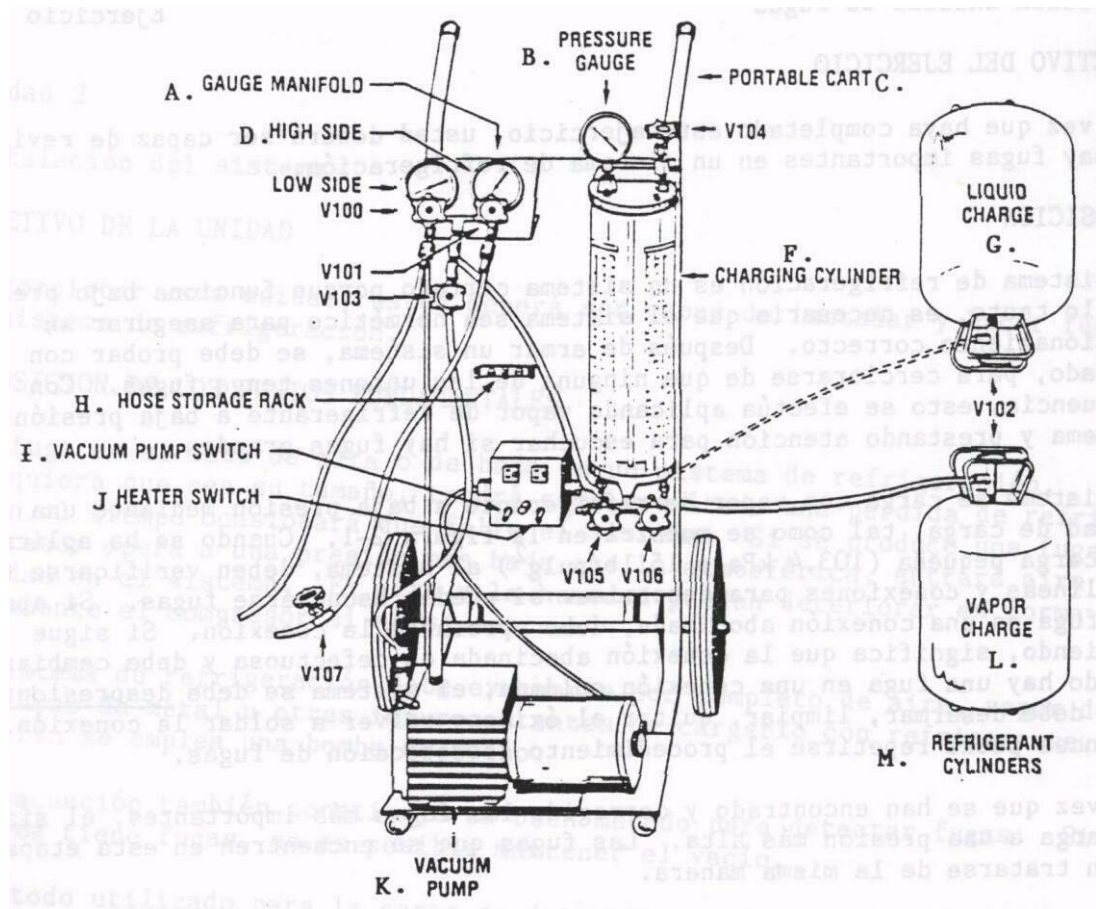


Figura 4.3.- Equipo de carga del refrigerante.

A = Múltiple de manómetros; B = Manómetro de presión; C a Carretilla portátil;
 D = Lado de alta; E = Lado de baja; F = Cilindro de carga; G = Carga líquida; H =
 Soporte de almacenamiento para las mangueras; I = Interruptor de la bomba de
 vacío; J = Interruptor del calentador; K = Bomba de vacío; L = Carga de vapor;
 M = Recipiente de refrigerante.

PROCEDIMIENTO.

1. Coloque el recipiente de refrigerante para efectuar una carga de vapor, tal como se muestra en la figura 4.3.

ADVERTENCIA: Siempre deben emplearse gafas protectoras y guantes al trabajar con refrigerantes.

2. Cierre todas las válvulas de la unidad cargadora.
3. Conecte la manguera de carga desde la unidad de carga a la válvula de servicio del compresor (manguera azul: lado de succión).
4. Abra la válvula azul de la manguera de carga.
5. Observe los manómetros de presión del módulo de carga.
6. Escuche para determinar si hay fugas importantes.
NOTA: Si se escucha una especie de silbido, significa que hay una fuga.
7. Registre la posición de las fugas.
8. Apriete o vuelva a soldar todas las conexiones en que haya fugas.

NOTA: Si el equipo pierde la presión por completo antes de que se encuentren todas las fugas, repita los pasos 1 al 6 del procedimiento.
9. Las fugas encontradas deberán ser reparadas para poder hacer una carga completa de refrigerante.
10. Cierre todas las válvulas de la unidad cargadora.
ADVERTENCIA: Las mangueras de carga contienen refrigerante. No ponga las manos cerca de los extremos de las mangueras al sacarlas.
11. Saque con cuidado las mangueras de carga de las válvulas de servicio del compresor para despresurizar las mangueras.

NOTA: Es una buena costumbre despresurizar las mangueras y el recipiente de carga después de cada carga. Las mangueras pueden contener refrigerante a alta presión que podría lesionar a un alumno desprevenido.
12. Guarde la unidad cargadora y todas las herramientas en el lugar correcto.

Resumen.

Los aires acondicionados deben ser herméticos para asegurar su funcionamiento adecuado. Para encontrar las fugas más grandes se aplica vapor de refrigerante a baja presión y se escucha para determinar si hay un escape de vapor.

CUESTIONARIO :

1. Explique brevemente el procedimiento para probar fugas en el módulo de aire acondicionado.

2. ¿Cuál es el primer procedimiento que debe seguirse antes de reparar una conexión soldada?.

3. ¿Qué presión debe aplicarse para el procedimiento de detección de fugas?.

4.1.3 Practica dirigida N° 3

Vaciado de un sistema de aire acondicionado.

Objetivo :

Cuando haya completado este ejercicio, usted deberá ser capaz de realizar el vaciado de un módulo de aire acondicionado.

Exposición.

Una vez que el aire acondicionado ha sido probado a presión para determinar si hay fugas, es necesario evacuarlo, debido a que por lo general contiene aire, vapor de agua y otras impurezas. La mejor manera de eliminar estas impurezas consiste en sacarlas mediante una bomba de alto vacío, tal como la que se muestra en la figura 4.4. La bomba debe tener capacidad para extraer un vacío que se acerque a 100 micrones del vacío perfecto. Un micrón es una unidad de medida que equivale a una millonésima de un metro, o sea $1/25.000$ de una pulgada (0,00004 pulg.).

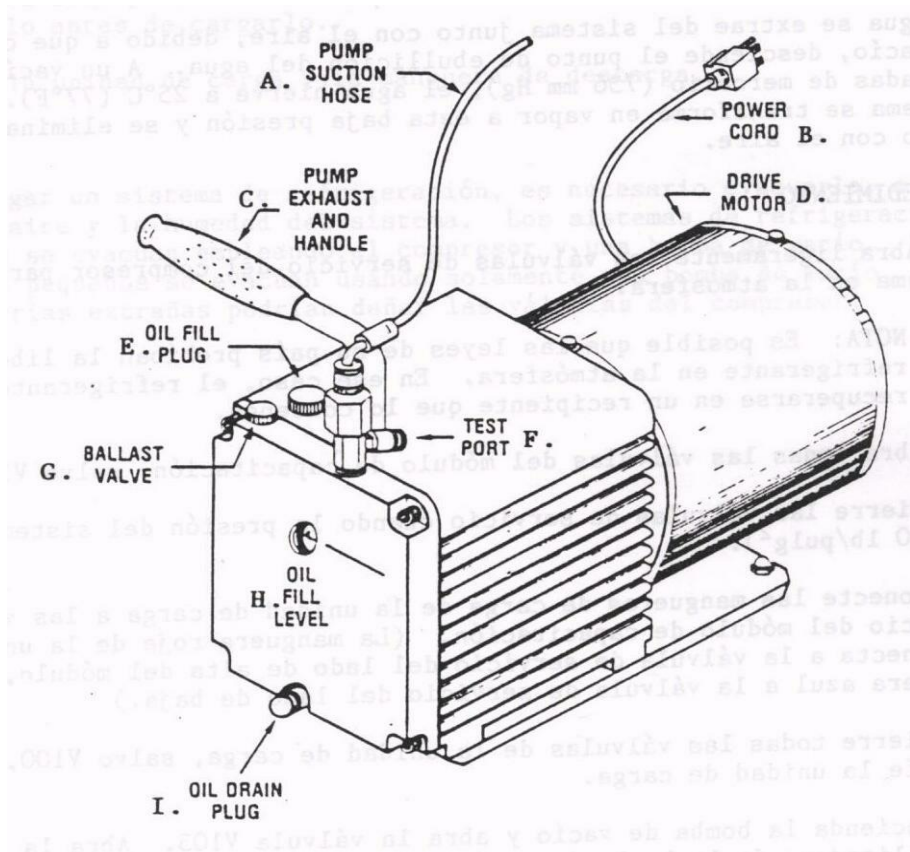


Figura 4.4.- Bomba de vacío.

A = Manguera de succión de la bomba; B = Cordón tomacorriente; C = Escape y mango de la bomba; D = Motor de impulsión; E = Tapón de llenado del aceite; F = Orificio de prueba; G = Válvula estabilizadora; H = Nivel de llenado del aceite; I = Tapón de vaciado del aceite.

Si bien el compresor de las unidades más pequeñas es capaz de hacer el vacío, se emplea una bomba de vacío, especialmente en las instalaciones nuevas. En las unidades herméticas, siempre es necesario utilizar una bomba de vacío.

Además, las materias extrañas y la humedad dentro del aire acondicionado pueden deteriorar las válvulas del compresor y contaminar el aceite.

El agua se extrae junto con el aire, debido a que cuando se bombea el vacío, desciende el punto de ebullición del agua. A un vacío de 29 pulgadas de mercurio (736 mm Hg), el agua hierve a 25°C (77°F). El agua se transforma en vapor a esta baja presión y se elimina junto con el aire.

PROCEDIMIENTO.

1. Conecte la manguera de carga (manguera azul) de la unidad de vacío a la válvula de carga de refrigerante del compresor (la manguera azul va conectada al lado de baja.)
2. Enchufe la unidad de vaciado.
3. Encienda la bomba de vacío y abra la válvula estabilizadora de la bomba de vacío, dándole dos vueltas completas hacia la izquierda. Cierre la válvula después de 10 segundos.

NOTA: Al abrir la válvula estabilizadora se purga una pequeña cantidad de aire atmosférico a través del convertidor de escape. Este volumen adicional de aire se mezcla con el vapor del refrigerante, lo que impide que el vapor se condense y ayuda a que se escape en forma de vapor.

4. Observe el manómetro (color azul) del módulo de la unidad de vacío.
5. Cuando el manómetro indique que se ha mantenido un vacío de aproximadamente 100 kPa (30 pulg Hg, o sea 762 mm Hg) durante varios minutos, cierre la válvula azul de la unidad de carga y desconecte la bomba de vacío.

NOTA: El sistema siempre debe cargarse después del procedimiento de evacuación, debido a que, es más difícil mantener el vacío que la presión. Si el módulo no se halla completamente sellado, penetrará aire y humedad en el mismo. Entonces será necesario volver a evacuarlo antes de cargarlo.

6. Guarde la unidad de carga y la manguera de descarga.

RESUMEN

Antes de cargar un sistema de aire acondicionado, es necesario evacuarlo, a fin de eliminar el aire y la humedad. Los de aires acondicionados de mayor tamaño se evacuan empleando el compresor y una bomba de vacío. Los más pequeños se evacuan usando solamente una bomba de vacío, puesto que las materias extrañas podrían dañar las válvulas del compresor.

CUESTIONARIO :

1. ¿Cuál es el procedimiento para realizar el vaciado en un módulo de aire acondicionado?.
2. ¿Qué elemento se utiliza para realizar el vaciado de un sistema pequeño de aire acondicionado?.
3. ¿Porqué siempre hay que cargar inmediatamente después del vaciado?.

4.1.4 Practica dirigida N° 4

Carga de un sistema de aire acondicionado.

Objetivo :

Cuando haya completado este ejercicio, usted deberá ser capaz de cargar un sistema de aire acondicionado.

Exposición.

Una vez que está completamente evacuado, está listo para ser cargado con refrigerante. Puede cargarse con refrigerante mediante cualquiera de dos métodos: la carga del lado de alta o líquida, y la carga del lado de baja o de vapor.

Carga por el lado de alta presión (líquido).

El método de carga del lado de alta o líquida se emplea generalmente al cargar un sistema nuevo o completamente evacuado. Este método requiere menos tiempo para cargarse por completo.

Se carga del lado de alta, por lo general en un punto en el cual el líquido pasa a través de la línea de descarga del compresor hacia el condensador, tal como en la válvula de servicio de descarga del compresor o en el múltiple de manómetros. Para efectuar una carga líquida, debe invertirse el recipiente de refrigerante, tal como se muestra en la figura 4.5.

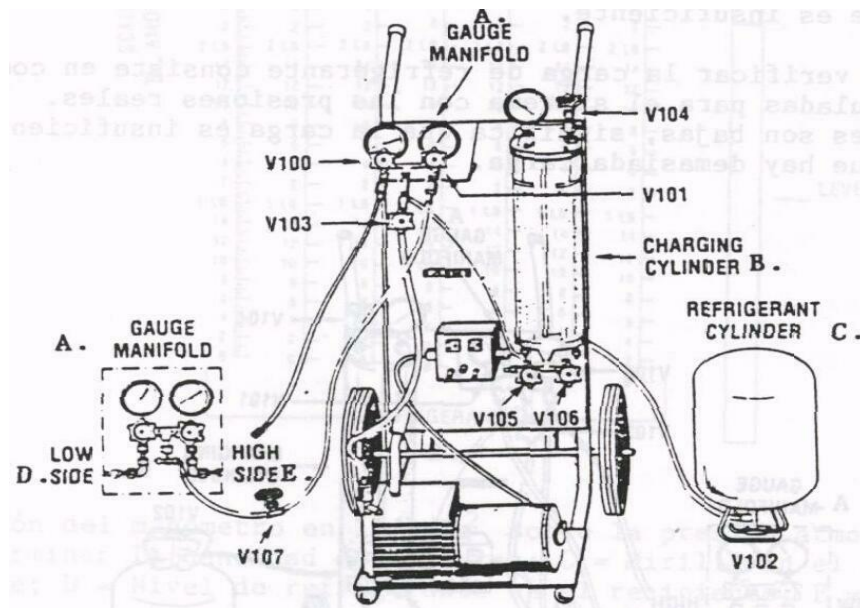


Figura 4.5.- Método de carga del lado de alta.

A = Múltiple de manómetros; B = Recipiente de carga; C = Recipiente de refrigerante; D = Lado de baja; E = Lado de alta.

Por lo general, se coloca un purgador. Esto impide que las sustancias contaminadoras que haya en el refrigerante entren en el aire acondicionado.

Al cargar el lado de alta es muy importante no permitir que el refrigerante líquido llegue al compresor. Puesto que el líquido no es comprimible, las válvulas del compresor e incluso los cojinetes y varillas pueden deteriorarse si se hiciera funcionar el compresor. Para impedir que esto suceda, el compresor no debe funcionar mientras se efectúa la carga.

Carga por el lado de baja presión (vapor).

El método de carga del lado de baja o de vapor se emplea generalmente al agregar pequeñas cantidades de refrigerante (para completar el nivel). Con este método, el recipiente de refrigerante se mantiene en posición normal para permitir que sólo entre vapor.

Se instala una línea de carga en el lado de baja del sistema de aire acondicionado, por lo general a través de una válvula de servicio de succión del compresor, o un múltiple de manómetros, tal como se muestra en la figura 4.6. Durante el procedimiento de carga, el compresor debe estar en funcionamiento, extrayendo el vapor del recipiente. El método de carga del lado de baja presenta la ventaja de impedir que las sustancias contaminadoras como polvo y aceite entren, puesto que estas sustancias no pueden ser transportadas por el vapor del refrigerante.

La manera más sencilla de verificar si la carga de refrigerante es suficiente consiste en inspeccionar si se producen burbujas en el visor ubicado en la línea del líquido. Las burbujas indican que la carga de refrigerante es insuficiente.

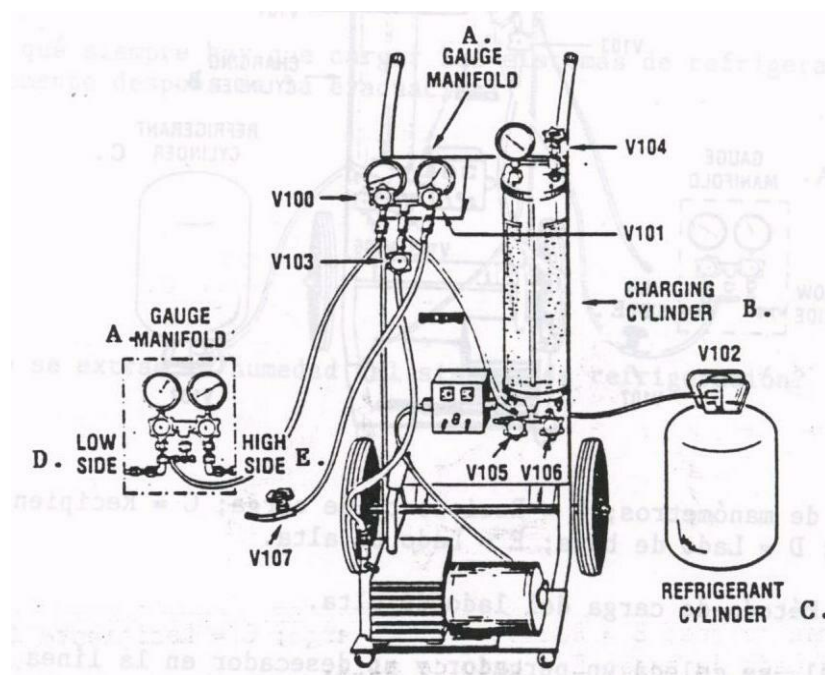


Figura 4.6.- Método de carga del lado de baja.

A = Múltiple de manómetros; B = Recipiente de carga; C = Recipiente de refrigerante; D = Lado de baja; E = Lado de alta.

PROCEDIMIENTO.

1. Evacué el sistema de aire acondicionado mediante el procedimiento descrito en el ejercicio de vaciado.

NOTA: Siempre deben emplearse gafas protectoras y guantes al trabajar con refrigerantes.

2. Mientras evacua, ubique el tanque de refrigerante para efectuar una carga líquida, tal como se muestra en la figura 4.5.

NOTA: Para el siguiente procedimiento, asegúrese de que esté cerrada la válvula del lado de alta del módulo de carga (válvula roja).

3. Abra la válvula del recipiente de refrigerante
4. Abra ligeramente la válvula del manómetro de color azul de la unidad de carga para permitir que el refrigerante entre en el recipiente.
5. Cierre la válvula del manómetro de color azul cuando haya entrado una cantidad aproximada de 2 kg (2.2 lb) de refrigerante. Luego, cierre la válvula del recipiente de refrigerante.
6. Ponga los ventiladores del evaporador y del condensador en la posición de alta velocidad y encienda el compresor. Permita que el aire acondicionado funcione durante 5 minutos.
7. Observe el indicador de líquido. Si aparece burbujas, significa que no está completamente cargado.

NOTA: El método de carga con vapor o del lado de baja se utiliza para completar el nivel de refrigerante.

RESUMEN

Los aires acondicionados que han sido evacuados por completo se cargan del lado de alta. No se debe permitir que el refrigerante en estado líquido llegue al compresor.

El método de carga del lado de baja o de vapor se utiliza para agregar refrigerante al sistema. Para evacuar y cargar un aire acondicionado se

utiliza una unidad de carga portátil, ya sea del lado de alta o del lado de baja.

CUESTIONARIO :

1. ¿Al cargar refrigerante por el lado de baja presión, en que lugar del sistema se conecta la manguera de carga ?.
2. ¿En qué posición debe estar el tanque de refrigerante para efectuar la carga por el lado de baja presión?.
3. ¿Cómo se comprueba si el módulo de aire acondicionado tiene una carga suficiente de refrigerante?.
4. ¿Cómo cargaría refrigerante en módulo de aire acondicionado por el lado de alta presión?.

4.1.5 Practica dirigida N°5

Tubo capilar y control de presiones.

Objetivo :

Cuando haya completado este ejercicio, usted deberá ser capaz de explicar los principios del funcionamiento de un tubo capilar usando uno en el ejercicio.

Exposición

El tubo capilar, tal como el que aparece en la figura 4.7, consta simplemente de un tramo de tubería de diámetro interno reducido. Este control sirve de regulador constante para el refrigerante que entra en el evaporador. En la entrada del tubo capilar se halla instalado un filtro desecador de malla fina a fin de impedir que la suciedad obstruya el tubo.

En la mayoría de los sistemas de acondicionamiento de aire, el tubo capilar tiene un diámetro interno grande y un tramo largo de tubo. Un tubo de diámetro mayor tiene menos probabilidades de quedar obstruido con suciedad u otras impurezas que uno de diámetro pequeño. La mayor longitud proporciona la resistencia necesaria para crear la diferencia de presiones deseada en el dispositivo regulador. El tubo capilar iguala las presiones del sistema al detenerse la unidad. Esta característica de igualación de presiones del tubo capilar permite utilizar un motor con par inicial de arranque bajo para el compresor.

Típicamente, el tubo capilar resulta menos eficaz para funcionar en una diversidad de condiciones que la válvula de expansión termostática. Sin embargo, gracias a sus factores de compensación en la mayoría de las aplicaciones, en general su rendimiento es muy bueno.

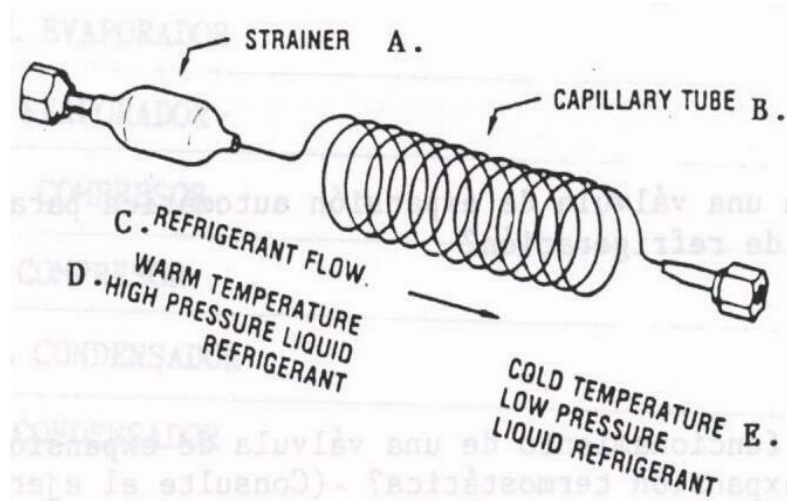


Figura 4.7.- Control de Tubo Capilar.

A = Purgador; B = Tubo capilar; C = Flujo del refrigerante; D = Refrigerante líquido a temperatura y presión altas; E = Refrigerante líquido a temperatura y presión bajas.

PROCEDIMIENTO.

1. Mida y registre la presión en la salida del condensador y en la entrada del evaporador. Esto proporciona la presión inicial en el tubo capilar.

Presión en la entrada del evaporador.

Presión en la salida del condensador.

2. Conecte el interruptor principal de alimentación.
3. Encienda los ventiladores del condensador y del evaporador No. 1. Póngalos en la posición alta.
4. Arranque el compresor y haga funcionar el módulo de capacitación durante aproximadamente 10 minutos. Esto permite que el sistema se estabilice antes de tomar las mediciones.

5. Mida la presión, cerciórese de registrar la hora de arranque.
6. Apague el ventilador del evaporador. Deje que el sistema funcione durante 10 minutos para estabilizarse. Esto simulará una disminución en la carga de calor del evaporador.
7. Mida y registre las presiones de succión y de descarga del compresor.
8. Mida y registre las presiones en la entrada y salida del evaporador. ¿Hay alguna diferencia entre las presiones del evaporador cuando está apagado el ventilador? Explique

9. Mida y registre las presiones en la entrada y salida del condensador. ¿Hay alguna diferencia entre las presiones del condensador? Explique.

10. Apague el compresor y el interruptor principal. Después de cinco minutos, observe las presiones a los dos lados del control de tubo capilar.

RESUMEN

El tubo capilar es un tipo común de dispositivo de control que consiste en un tramo de tubería con un diámetro interno reducido esto proporciona la restricción necesaria en el sistema de aire acondicionado. El tubo capilar proporciona resistencia constante al flujo de refrigerante desde el lado de alta al lado de baja. Por lo tanto se mantiene una diferencia de presiones.

El tamaño del diámetro y la longitud del tubo capilar están dados por la capacidad del aire acondicionado. Si no se utiliza un tubo del tamaño correcto, quedará sumamente afectado el rendimiento del sistema.

CUESTIONARIO :

1. ¿Qué es un tubo capilar?.
2. ¿Cómo controla un tubo capilar el flujo de refrigerante en un sistema de aire acondicionado?.
3. ¿Qué factores participan en la selección del tubo capilar?.

4.1.6 Practica dirigida N°6

Uso del módulo de aire acondicionado en invierno y verano.

Objetivo :

Cuando haya completado este ejercicio, usted deberá ser capaz de diferenciar la utilización de el módulo tanto en verano como en invierno.

PROCEDIMIENTO PARA VERANO:

1. Presione el interruptor general (I1) para que se energice el módulo.
2. Encienda el compresor por medio del interruptor (I2) del mismo.
3. Proceda a seleccionar la velocidad de los ventiladores (alta y baja), tanto del condensador como evaporador, en este punto espere unos 5 minutos aproximadamente hasta que el refrigerante empiece a circular por el sistema.
4. De el direccionamiento del aire, por medio del difusor ubicado al frente del ventilador centrífugo (V2).
5. Sienta por medio del tacto, la velocidad del aire cuando el difusor se encuentra abierto y cerrado.
6. Apague el compresor y el interruptor principal.

PROCEDIMIENTO PARA EL INVIERNO:

1. Presione el interruptor general (I1) para que se energice el módulo.
2. Encienda el ventilador del evaporador para que pueda extraer y expulsar el aire.
3. Para ceder calor al ambiente exterior proceda a encender las resistencias eléctricas ya sea en la primera (1000W) o segunda (2000W) etapa.
4. Dé el direccionamiento del aire por medio del difusor.

5. Una nota importante en este procedimiento es tener en cuenta que el compresor debe estar en posición de reposo es decir apagado.
6. Sienta por medio del tacto en el difusor la salida del aire, este debe estar a una temperatura más alta que la del ambiente.
7. Apague el ventilador y luego el módulo con el interruptor principal (I1).

RESUMEN

Este módulo de aire acondicionado está construido tanto para la estación de verano como para invierno, es decir que puede extraer o ceder calor al ambiente. Su principio de funcionamiento es el mismo que el de una bomba de calor. La diferencia que existe entre estos dos es el funcionamiento de cada uno (Capítulo I).

CUESTIONARIO:

1. ¿Indique el procedimiento para encender el equipo en el caso de extraer calor del ambiente?.
2. ¿Indique el procedimiento para encender el equipo en el caso de ceder calor al ambiente?

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

Luego de haber terminado con el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- ✎ Se logró el objetivo principal de este proyecto, el mismo que fue el de aportar con una parte de información relacionada con Aire Acondicionado hacia los estudiantes de la facultad de Ingeniería de Ejecución en Electromecánica.

- ✎ Para la realización del Plan de Tesis fue necesario una investigación teórica, la misma que nos ha permitido llenar vacíos que anteriormente se tenía en Refrigeración y Aire Acondicionado.

- ✎ En el aire acondicionado se debe tener en cuenta el control de cinco propiedades o características del aire como son: temperatura, contenido de humedad, velocidad del aire, limpieza del aire, ventilación, las cuales se van controlando de acuerdo a los diferentes elementos que posea el aire acondicionado.

- ✎ Durante el régimen de verano se introduce en los locales aire frío y deshumificado mediante un equipo acondicionador que emplea para ello un circuito frigorífico. En el invierno la aportación de aire al local debe ser caliente,

esto se lo consigue mediante baterías de agua caliente o resistencias eléctricas.

- ✎ El acondicionamiento, hablando de una forma industrial, se lo puede realizar de dos formas: Autónoma (se utiliza un equipo único), Centralizado (consta de dos instalaciones separadas para la producción de frío y calor).

- ✎ Un acondicionador de aire es un equipo construido para la climatización en verano, mientras que la bomba de calor está pensada para calefactar en invierno. Las diferencias existentes entre ambos son el diseño de los componentes y las condiciones de funcionamiento.

- ✎ El acondicionamiento de aire se da con el fin de que produzca la mejor sensación de comodidad posible en el mayor número de personas.

- ✎ El aire acondicionado tipo ventana está limitado para acondicionar locales de dimensiones reducidas, su principal atractivo es el bajo coste y su sencilla instalación.

- ✎ El refrigerante a utilizar debe tener las principales propiedades como: ser inerte, no reaccionar desfavorablemente con el aceite o materiales empleados en la construcción del módulo y tener la mayor capacidad de absorción de calor.

- ✎ Para la construcción del Módulo de Aire Acondicionado se utilizaron dos equipos de acondicionamiento de aire en mal estado, de los cuales se extrajeron los elementos de buen funcionamiento.

- ✎ En la construcción del Módulo de Aire Acondicionado se ha establecido en forma directa el funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman un módulo de aire acondicionado tipo ventana.

- ✎ Se comprobó que la ubicación de los equipos como compresor, condensador, evaporador y ventiladores en el módulo son importantes para una buena distribución del aire acondicionado al exterior.

- ✎ El vaciado de un módulo de aire acondicionado antiguo es distinto al de un nuevo, ya que necesita mayor tiempo para evacuar impurezas y la humedad existente dentro del sistema.

- ✎ En una instalación de aire acondicionado tipo ventana el evaporador debe ubicarse en un nivel más alto que el condensador, para permitir una velocidad mayor de paso de refrigerante.

- ✎ En un módulo de Aire Acondicionado existen dos tipos de ventiladores que ponen el aire en movimiento según el sentido de giro y la posición de los alabes, los cuales cumplen diferentes funciones como la de ventilar (helicoidal) y la de extraer y expulsar (centrífugo).

- ✎ El visor es importante en este módulo, ya que ayuda a observar la falta de refrigerante en el sistema, por la presencia de burbujas.

- ✎ La selección correcta del capacitor de arranque del compresor es fundamental, para ayudar a un correcto funcionamiento y evitar vibraciones en el momento de arranque.

- ✎ La correcta selección de los difusores implica una uniformidad de temperatura y humedad en el espacio a tratar. Los difusores ayudan a dar direccionamiento al aire expulsado por el ventilador centrífugo hacia el exterior, controlando en parte la velocidad dentro de la zona ocupada (la velocidad es otro factor de confort).

5.2 RECOMENDACIONES.

- ✎ Es recomendable que la manipulación del Módulo de Aire Acondicionado tipo ventana sea por personas que tengan conocimientos en el tema, o previo estudio del funcionamiento del mismo.

- ✎ Se recomienda revisar el recubrimiento de la tubería comprendida entre el tubo capilar y el evaporador, a fin de evitar la absorción de calor del ambiente por parte del refrigerante, que se encuentra a baja temperatura, antes del ingreso al evaporador.

- ✎ Es imprescindible dar mantenimiento a las instalaciones eléctricas y al equipo del aire acondicionado cada cierto tiempo, como medida preventiva para evitar daños posteriores.

- ✎ Se recomienda que para la reparación de la tubería, se proceda a la despresurización del sistema por medio de una bomba de vacío. Tomando en cuenta el equipo de suelda, material de aporte, limpieza y la humedad de la tubería.

- ✎ Para la reparación tanto del sistema eléctrico como para el de aire acondicionado es recomendable observar y entender los esquemas que se encuentran impresos en la parte frontal del módulo.

- ✎ Es imprescindible que todos los profesores de la ESPE - LATACUNGA, sepan actualizar constantemente sus conocimientos de acuerdo con los avances de la ciencia y tecnología; con la finalidad de que puedan transmitir dichos conocimientos a todos los alumnos y por ende contribuyan en cierta forma con el objetivo principal que persigue la ESPE – LATACUNGA, el cual es formar líderes profesionales para el país.

BIBLIOGRAFÍA

EDWARD G. PITA, Acondicionamiento de Aire, Limusa, México.

JOSE ALRCON CREUS, Refrigeración, Barcelona 1981.

CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY, Manual de Aire Acondicionado,
McGraw – Hill.

FALCONES DE SIERRA ALEJANDRO, Biblioteca Atrium de las Instalaciones,
Limusa, México.

HERNÁNDEZ GORIBAR, Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración.

ROGER A. FISCHER, Aire Acondicionado y Refrigeración.

TECUMSEH-EUROPE, Compresores Herméticos y grupos de condensación,
Catálogo General.

INTERNET

WWW.GOOGLE.COM

WWW.TECUMSEH-EUROPE.COM

ANEXOS

| Modelo | Cilindrada (cm3) | Carga de Aceite en (cm3) | Tipo de Aceite | Sistema de Expansión | Enfriamiento | Producción Frigorífica (Watt) | | | | | | Diametro del tubo | | |
|-------------|------------------|--------------------------|----------------|----------------------|--------------|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------------------|-----------|-------|
| | | | | | | -10°C | -5°C | 0°C | +7.2°C | +10°C | +15°C | Aspiración | Impulsión | Carga |
| AE5465E | 12,1 | 450 | M | C | F | 864 | 1108 | 1385 | 1844 | 2042 | | 3/8" | 1/4" | 3/8" |
| AE5470E | 13,25 | 450 | M | C | F | 923 | 1193 | 1502 | 2016 | 2237 | | 3/8" | 1/4" | 3/8" |
| AJ5510F | 18,6 | 887 | M | C | F | 1107 | 1547 | 2047 | 2872 | 3227 | | 3/8" | 1/4" | 1/4" |
| AJ5512E | 21,75 | 887 | M | C | F | 1504 | 1983 | 2524 | 3414 | 3796 | | 3/8" | 1/4" | 1/4" |
| AJ5513E | 24,2 | 887 | M | C | F | 1760 | 2258 | 2828 | 3773 | 4180 | | 3/8" | 1/4" | 1/4" |
| AJ/TAJ5515E | 25,95 | 887 | M | C | F | 2015 | 2258 | 3228 | 4265 | 4705 | | 1/2" | 5/16" | 1/4" |
| AJ5518E | 32,7 | 887 | M | C | F | 2643 | 3304 | 4070 | 5358 | 5917 | | 1/2" | 5/16" | 1/4" |
| AJ/TAJ5519E | 34,45 | 887 | M | C | F | 2777 | 3453 | 4250 | 5610 | 6207 | | 1/2" | 5/16" | 1/4" |
| FH/TFH5522F | 40,8 | 1330 | M | C | F | 2699 | 3541 | 4584 | 6434 | 7265 | | 5/8" | 3/8" | 5/16" |
| FH/TFH5524F | 43,9 | 1330 | M | C | F | 2981 | 3948 | 5070 | 6961 | 7784 | | 5/8" | 3/8" | 5/16" |
| FH/TFH5528F | 49 | 1330 | M | C | F | 3496 | 4595 | 5866 | 7997 | 8922 | | 5/8" | 3/8" | 5/16" |
| FH/TFH5532F | 53,08 | 1625 | M | C | F | 3962 | 5161 | 6565 | 8945 | 9986 | | 3/4" | 3/8" | 5/16" |
| FH/TFH5538F | 67,5 | 1625 | M | C | F | 4974 | 6422 | 8115 | 10981 | 12233 | | 3/4" | 3/8" | 5/16" |
| FH/TFH5542F | 74,15 | 1625 | M | C | F | 5211 | 6734 | 8550 | 11683 | 13065 | | 3/4" | 3/8" | 5/16" |
| TAG5546E | 90,2 | 1960 | M | C/V | F | 5191 | 7029 | 9254 | 13225 | 15036 | 18674 | 7/8" | 1/2" | 3/8" |
| AG/TAG5553E | 100,7 | 1960 | M | C/V | F | 6308 | 8321 | 10754 | 15190 | 17266 | 21537 | 7/8" | 1/2" | 3/8" |
| AG/TAG5561E | 112,5 | 1960 | M | C/V | F | 7287 | 9676 | 12521 | 17500 | 19738 | 24187 | 7/8" | 1/2" | 3/8" |
| TAG5568E | 124,4 | 1960 | M | C/V | F | 8281 | 10878 | 14010 | 19604 | 22165 | 27331 | 7/8" | 1/2" | 3/8" |
| TAG5573E | 134,8 | 1960 | M | C/V | F | 8916 | 11617 | 14919 | 20944 | 23750 | 29489 | 7/8" | 1/2" | 3/8" |
| TAN5590H | 182 | 4000 | M | C/V | F | 10994 | 14471 | 18569 | 25807 | 29116 | 35807 | 1"1/8 | 3/4" | 3/8" |
| TAN5610H | 195 | 4000 | M | C/V | F | 11832 | 15477 | 19827 | 27629 | 31237 | 38595 | 1"1/8 | 3/4" | 3/8" |
| TAN5612H | 229 | 4000 | M | C/V | F | 14477 | 19029 | 24387 | 33835 | 38150 | 46868 | 1"3/8 | 3/4" | 3/8" |
| TAN5614H | 260 | 4000 | M | C/V | F | 17135 | 22888 | 29406 | 40131 | 47728 | 53529 | 1"3/8 | 3/4" | 3/8" |

| Modelo | Caudal de aire (m3/h) | Volumen botella (l) | Producción Frigorífica (Watt) | | | | | | | | Diámetro del Tubo | | Dimensiones | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------------------|-----------|-------------|--------|--------|--------|
| | | | -25°C | -20°C | -15°C | -10°C | -5°C | 0°C | +7.2°C | +15°C | Aspiración | Impulsión | A (mm) | B (mm) | C (mm) | D (mm) |
| AEZ4425EHR | 400 | 0,75 | | | 285 | 351 | 430 | 516 | 656 | 812 | 3/8" | 1/4" | 207 | 350 | 228 | 301 |
| AEZ4430EHR | 505 | 0,75 | | | 385 | 466 | 565 | 676 | 845 | 1047 | 3/8" | 1/4" | 207 | 352 | 257 | 316 |
| AEZ3440EH | 980 | | | | 521 | 644 | 784 | 924 | 1157 | 1419 | 3/8" | 1/4" | 228 | 495 | 300 | 345 |
| AEZ4440EHR | 980 | 1,5 | | | 521 | 644 | 784 | 924 | 1157 | 1419 | 3/8" | 1/4" | 228 | 495 | 300 | 355 |
| AEZ9440TMHR | 980 | 1,5 | 344 | 427 | 521 | 644 | 784 | 924 | 1157 | 1419 | 3/8" | 1/4" | 228 | 495 | 300 | 355 |
| CAE4450EHR | 980 | 1,5 | | | 642 | 796 | 973 | 1165 | 1447 | 1766 | 3/8" | 1/4" | 241 | 495 | 300 | 355 |
| CAE9450TMHR | 980 | 1,5 | 405 | 509 | 642 | 796 | 973 | 1165 | 1447 | 1766 | 3/8" | 1/4" | 241 | 495 | 300 | 355 |
| CAE9460TMHR | 1150 | 1,5 | 481 | 611 | 769 | 951 | 1147 | 1363 | 1685 | 2022 | 3/8" | 1/4" | 241 | 495 | 300 | 350 |
| CAJ9480TMHR | 1200 | 2,35 | 675 | 876 | 1111 | 1357 | 1636 | 1914 | 2383 | 2916 | 1/2" | 3/8" | 299 | 485 | 340 | 430 |
| TAJ9480TMHR | 1200 | 2,35 | 675 | 876 | 1111 | 1357 | 1636 | 1914 | 2383 | 2916 | 1/2" | 3/8" | 310 | 485 | 340 | 430 |
| CAJ/TAJ9510TMHR | 1430 | 2,35 | 836 | 1067 | 1324 | 1615 | 1930 | 2277 | 2815 | 3473 | 5/8" | 3/8" | 310 | 490 | 340 | 430 |
| CAJ/TAJ9513TMHR | 1430 | 2,35 | 946 | 1244 | 1584 | 1957 | 2364 | 2779 | 3397 | 4096 | 5/8" | 3/8" | 310 | 490 | 340 | 430 |
| CAJ4517EHR TAJ4517THR | 2500 | 2,35 | | | 1989 | 2433 | 2935 | 3493 | 4369 | 5442 | 5/8" | 3/8" | 310 | 615 | 435 | 510 |
| TAJ4519THR | 2700 | 2,35 | | | 2520 | 3105 | 3747 | 4420 | 5457 | 6673 | 5/8" | 3/8" | 310 | 615 | 435 | 510 |
| TFH4522FHR | 2700 | 3,9 | | | 2654 | 3283 | 3975 | 4726 | 5906 | 7318 | 5/8" | 3/8" | 415 | 630 | 450 | 510 |
| FH/TFH4524FHR | 2700 | 3,9 | | | 2720 | 3421 | 4154 | 4928 | 6246 | 7661 | 5/8" | 3/8" | 415 | 630 | 450 | 510 |
| FH4531FHR | 5400 | 6 | | | 4241 | 5124 | 6107 | 7233 | 8907 | 10777 | 7/8" | 3/8" | 431 | 618 | 469 | 1002 |
| TFH4531FHR | 5400 | 6 | | | 4241 | 5124 | 6107 | 7233 | 8907 | 10777 | 7/8" | 3/8" | 415 | 618 | 469 | 1002 |
| FHS4531FHR | 4070 | 6 | | | 3584 | 4511 | 5494 | 6550 | 8171 | 10065 | 7/8" | 3/8" | 431 | 608 | 558 | 628 |
| TFHS4531FHR | 4070 | 6 | | | 3584 | 4511 | 5494 | 6550 | 8171 | 10065 | 7/8" | 3/8" | 415 | 608 | 558 | 628 |
| TFH4540FHR | 5200 | 6 | | | 4881 | 6028 | 7245 | 8715 | 10745 | 13128 | 7/8" | 3/8" | 431 | 642 | 469 | 1002 |
| TFHS4540FHR | 3650 | 6 | | | 4606 | 5846 | 7117 | 8426 | 10334 | 12463 | 7/8" | 3/8" | 431 | 608 | 558 | 628 |
| TFHD4548FHR | 7200 | 6 | | | 5619 | 7122 | 8785 | 10691 | 13577 | 17032 | 1"1/8 | 3/8" | 415 | 640 | 565 | 1080 |
| TFHD4562FHR | 6200 | 9,5 | | | 7800 | 9485 | 11498 | 13694 | 17176 | 21033 | 1"1/8 | 3/8" | 415 | 640 | 565 | 1080 |

Producción Frigorífica (Watt)

Diámetro del Tubo

| Modelo | Caudal de aire (m3/h) | Volumen botella (l) | -25°C | -20°C | -15°C | -10°C | -5°C | 0°C | +7.2°C | +15°C | Aspiración | Impulsión | A (mm) |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------------|------------------|---------------|
| TAJ4519THR | 2700 | 2,35 | | | 2520 | 3105 | 3747 | 4420 | 5457 | 6673 | 5/8" | 3/8" | 310 |
| TFH4522FHR | 2700 | 3,9 | | | 2654 | 3283 | 3975 | 4726 | 5906 | 7318 | 5/8" | 3/8" | 415 |
| FH/TFH4524FHR | 2700 | 3,9 | | | 2720 | 3421 | 4154 | 4928 | 6246 | 7661 | 5/8" | 3/8" | 415 |
| FH4531FHR | 5400 | 6 | | | 4241 | 5124 | 6107 | 7233 | 8907 | 10777 | 7/8" | 3/8" | 431 |
| TFH4531FHR | 5400 | 6 | | | 4241 | 5124 | 6107 | 7233 | 8907 | 10777 | 7/8" | 3/8" | 415 |
| FHS4531FHR | 4070 | 6 | | | 3584 | 4511 | 5494 | 6550 | 8171 | 10065 | 7/8" | 3/8" | 431 |
| TFHS4531FHR | 4070 | 6 | | | 3584 | 4511 | 5494 | 6550 | 8171 | 10065 | 7/8" | 3/8" | 415 |
| TFH4540FHR | 5200 | 6 | | | 4881 | 6028 | 7245 | 8715 | 10745 | 13128 | 7/8" | 3/8" | 431 |
| TFHS4540FHR | 3650 | 6 | | | 4606 | 5846 | 7117 | 8426 | 10334 | 12463 | 7/8" | 3/8" | 431 |
| TFHD4548FHR | 7200 | 6 | | | 5619 | 7122 | 8785 | 10691 | 13577 | 17032 | 1"1/8 | 3/8" | 415 |
| TFHD4562FHR | 6200 | 9,5 | | | 7800 | 9485 | 11498 | 13694 | 17176 | 21033 | 1"1/8 | 3/8" | 415 |
| CAE9450TMHR | 980 | 1,5 | 405 | 509 | 642 | 796 | 973 | 1165 | 1447 | 1766 | 3/8" | 1/4" | 241 |

ANEXO B – 1
COMPRESOR

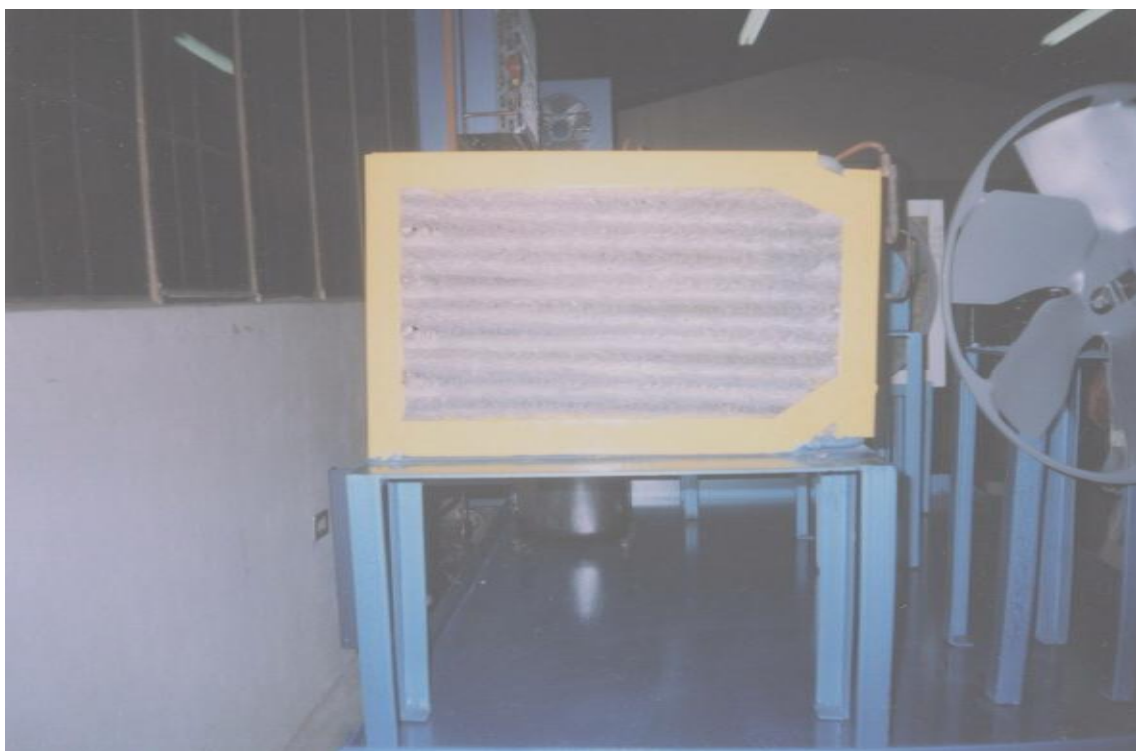


ANEXO B – 2

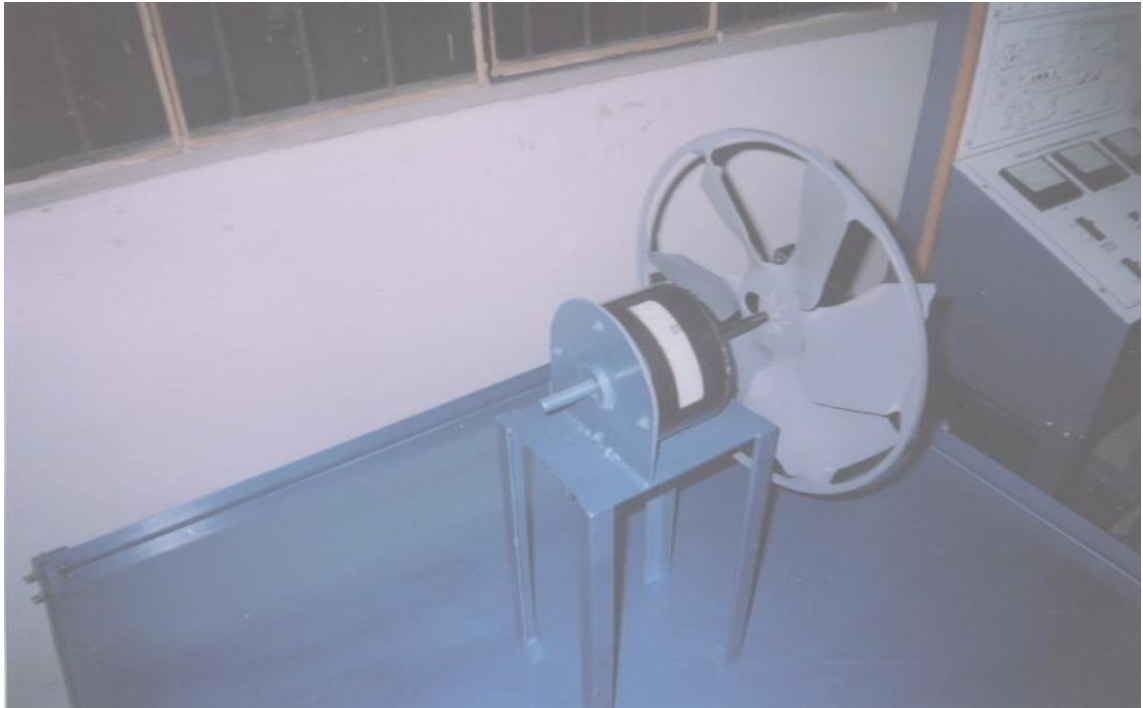
CONDENSADOR



ANEXO B – 3
EVAPORADOR



ANEXO B – 4
VENTILADOR HELICODAL



ANEXO B - 5
VENTILADOR CENTRÍFUGO



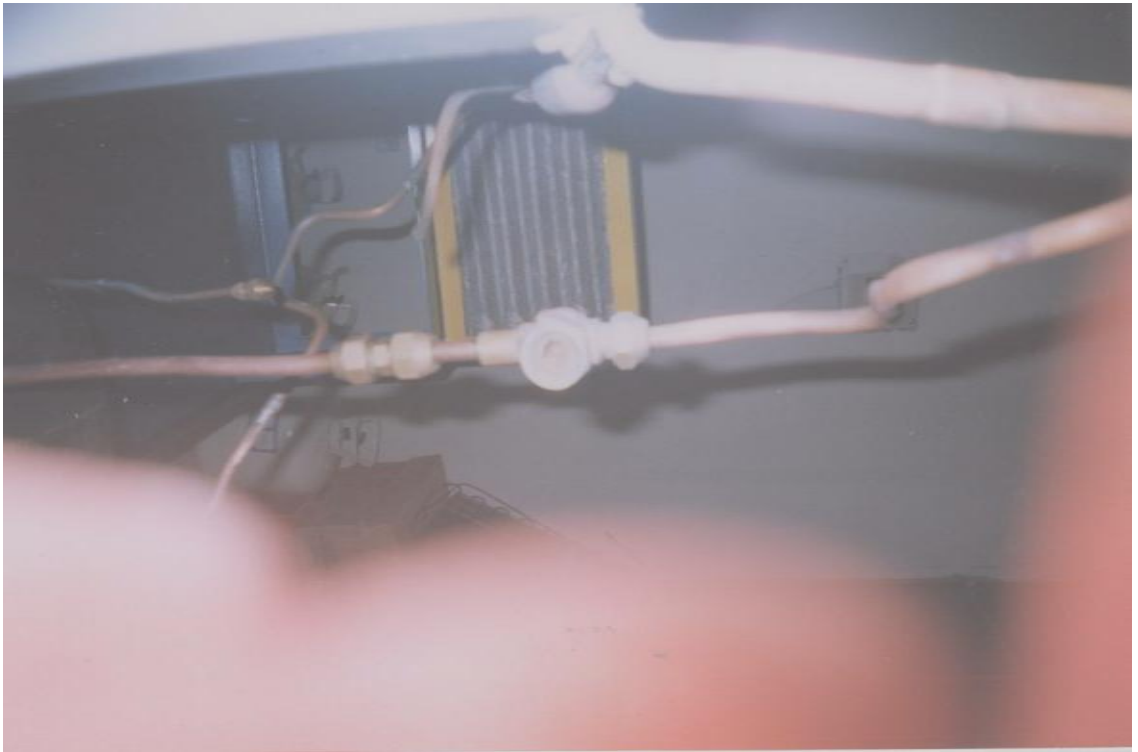
ANEXO B - 6
TUBO CAPILAR



ANEXO B – 7
REFRIGERANTE

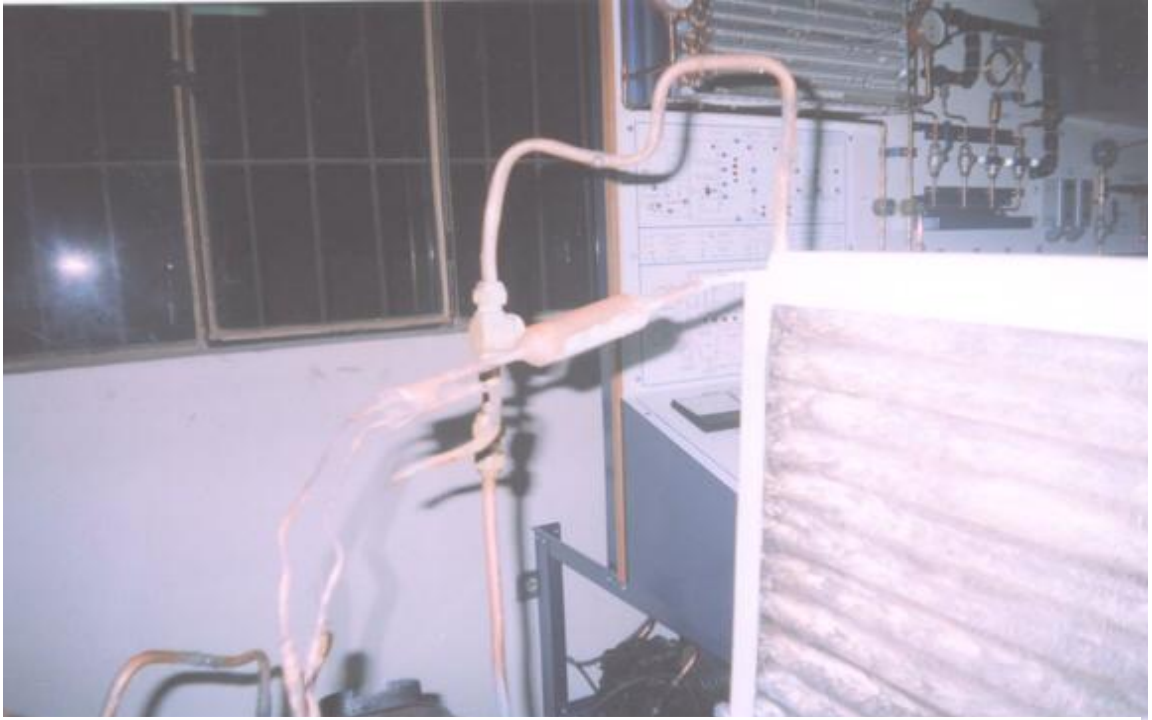


**ANEXO B – 8
VISOR**



ANEXO B – 9

FILTRO



ANEXO B – 10
MANÓMETROS



ANEXO B – 11

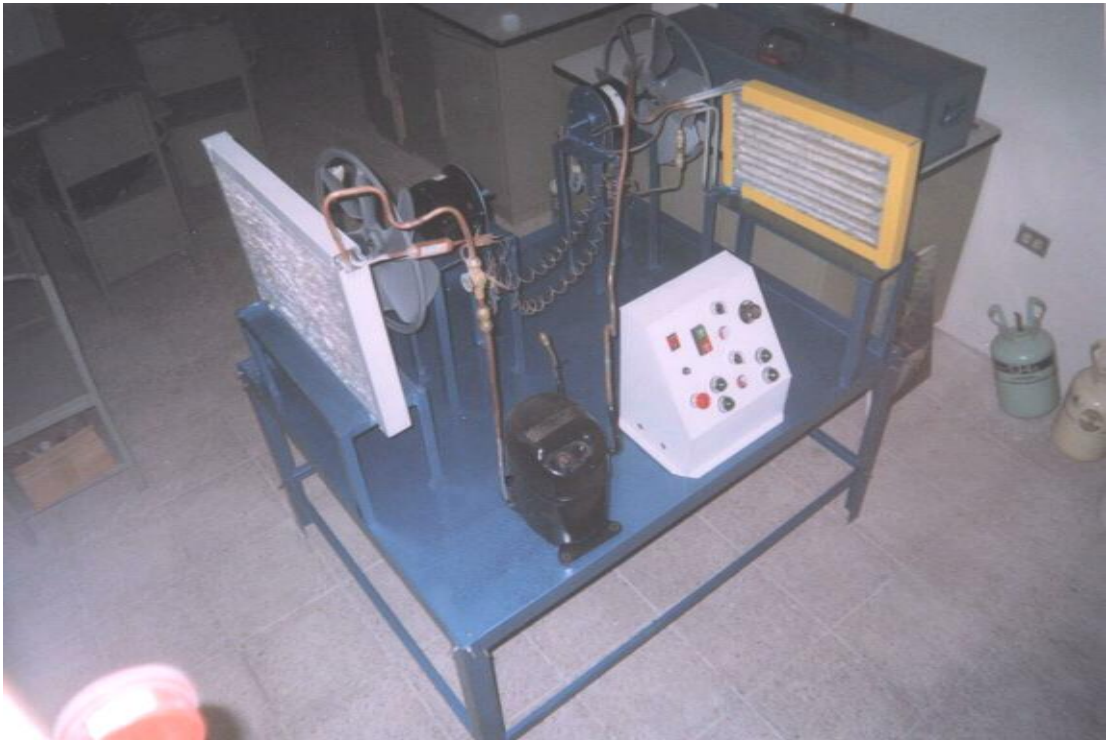
RESISTENCIAS ELECTRICAS



ANEXO B – 12
DIFUSOR

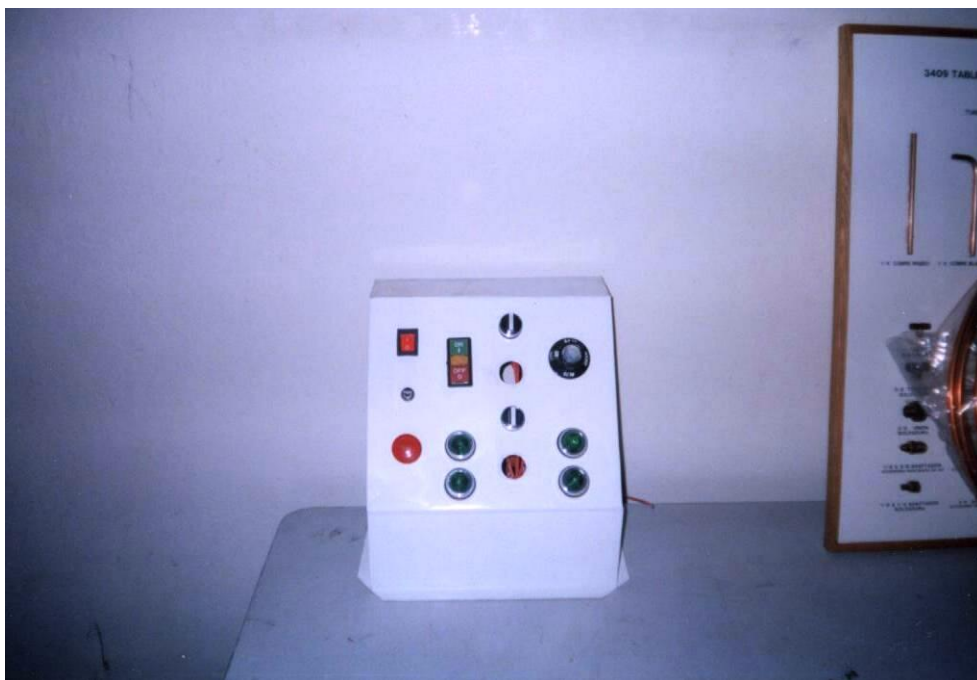


ANEXO B – 13
MODULO DE AIRE ACONDICIONADO



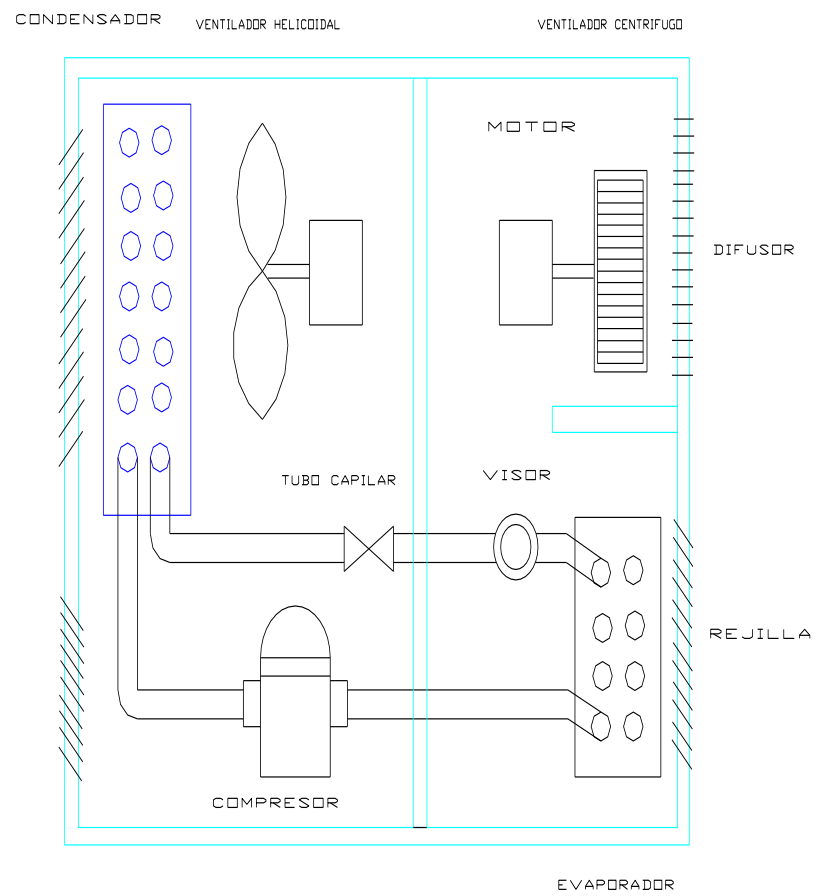
ANEXO B – 15

PANEL DE CONTROL



ANEXO B – 14

ESQUEMATIZACIÓN FÍSICA DEL MÓDULO DE A.A.



LABORATORIO POR:

.....
HENRY P. BARROSO P.

.....
ANIBAL X. TOAPANTA A

DECANO DE LA FACULTAD DE ELECTROMECHANICA.

.....
ING. VICENTE HALLO

SECRETARO ACADEMICO

.....
DR. MARIO LOZADA