

 **PDF Complete**
Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.
[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA CLIMÁTICO EN LA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Hugo Humberto Rivera Pérez
Asesorado por Ing. Esdras Feliciano Mirando Orozco

Guatemala, noviembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA CLIMÁTICO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA POR**

**HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ
ASESORADO POR ING. ESDRAS FELICIANO MIRANDA OROZCO**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

Guatemala, noviembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA CLIMÁTICO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 de marzo de 2004.

Hugo Humberto Rivera Pérez



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ACTO QUE DEDICO

A Dios

Por ser la luz, que ha guiado y guardado mi vida; eres mi sostén diario.

A mi madre

Porque por ti soy quien soy; gracias a ti, estoy hoy aquí para decirte misión cumplida.

A mi padre

Aunque no estés hoy aquí, sé que desde el cielo estarás celebrando este triunfo.

A mi hermana

Maria la O, porque eres especial y eres ejemplo de perseverancia.

.

A mi hermano

Eduardo Martín, por ser el ejemplo de hombre y profesional por seguir.

A mi sobrino

Renato Rivera, para que observes que con sacrificio se logra todo.

Al equilibrio de mi vida

Anabela Cordova, por ser quien en estos años me ha enseñado a tener paciencia, decisión, y equilibrio en mi vida. A ti, mi amor, te doy las gracias por permitirme compartir este triunfo a tu lado, y así quiero pasar el resto de vida contigo.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

A mis amigos

Ileana Palomo, Eugenia Rodas, Antonio Ovando, Nery Fernández, Sergio Sazo, Humberto Miranda, Moisés Godines, Roberto García, Roberto Jiménez, Hiran García y Edgar Sosa, por su amistad y apoyo incondicional en mi vida y aquellos que por espacio no los he mencionado.



AGRADECIMIENTOS

A mi familia

A todos los miembros, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera y mi vida.

A Inga. Marcia Véliz

Por la oportunidad de trabajar a su lado y aprender a dirigir, organizar y hacer los planes en realidad.

A mi asesor

Ing. Esdras Miranda, por ser quien confió en mí para darme la oportunidad de aprender de la docencia universitaria, y hacer realidad este trabajo de graduación.

A los ingenieros de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Chocooj, García Roque, Harry, Elsa Morales, Marlon Girón, Chávez y Danilo González por su amistad y apoyo incondicional.

En especial a

Mi primo Julio Roberto Pérez Ortiz, por su apoyo durante la culminación de mi carrera.

A la familia Córdova

Por la amistad y felicidad que han compartido conmigo



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por brindarme el conocimiento que sólo ella puede dar.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Generalidades de la Escuela Mecánica Industrial	1
1.1.1 Funciones	1
1.1.2 Servicio	2
1.1.3 cobertura	2
1.2 Historia del aire acondicionado	2
1.3 Concepto de aire acondicionado	5
1.4 Ventajas del aire acondicionado	7
1.4.1 Bienestar humano	7
1.4.2 Aspectos biológicos	8
1.4.3 Atributos de la humedad en el ambiente	9
1.5 Objetivo de la aireación	10
1.6 Temperaturas donde se debe intalar aire acondicionado	11

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO	13
2.1 Servicio del departamento	15
2.1.1 Iluminación	15
2.1.2 Ventilación	16
2.2 Inventario de la infraestructura	18
2.2.1 Ubicación de los ambientes	18
2.2.2 Techos	21
2.2.3 Paredes	21
2.3 Medida de aprovechamiento y actividad	22
2.3.1 Dirección de la Escuela	23
2.3.2 Área práctica docente y laboral	24
2.3.3 Coordinaciones	25
2.3.4 Exámenes privados	26
2.3.5 Salón decatedráticos	27
2.3.6 Área de protocolos	27
2.3.7 Área de investigación	28
2.3.8 Secretaría	28
2.4 Condiciones internas	29
2.5 Condiciones externas	29
3. SISTEMA CLIMÁTICO	31
3.1 Componentes básicos de un sistema de aire acondicionado	31
3.1.1 Condensador	32

3.1.1.1	Tipos de condensador	34
3.1.1.1.1	Condensador tipo envolvente y tubos	35
3.1.1.1.2	Condensador envolvente y serpentín	36
3.1.1.1.3	Condesador de tubo dentro del tubo	36
3.1.1.2	Condensación	37
3.1.2	Compresor	37
3.1.2.1	Tipos de compresor	38
3.1.2.1.1	Compresores de pistón	38
3.1.2.1.2	Compresores rotativos	39
3.1.2.1.3	Compresor centrífugo	40
3.1.2.2	Diseños	42
3.1.2.2.1	Compresores de desplazamiento positivo	43
3.1.2.2.2	Compresores cinéticos	44
3.1.3	El filtro secador	45
3.1.4	Evaporador	45
3.1.4.1	Tipos de evaporador	47
3.1.4.2	Evaporación	48
3.1.5	Control de flujo de refrigerante	49
3.1.5.1	Tipos de control de flujo	50

3.1.5.1.1	Válvula termostática de expansión	50
3.1.5.1.2	Tubo capilar	51
3.1.5.1.3	Flotador de lado de alta	52
3.1.5.1.4	Flotador de lado de baja	53
3.1.5.1.5	La válvula automática de expansión o de presión	54
3.1.6	Refrigerante	53
3.2	Estudio preliminar para el cálculo de capacidad de un sistema de aire acondicionado	56
3.3	Psicrometría	57
3.3.1	Carta psicométrica	57
3.3.2	Principios de flujo de aire	59
3.4	Comprobación de equipo y del aire acondicionado	60
3.4.1	Presurización con nitrógeno y detección de fugas	61
3.4.2	Evacuación	61
3.4.3	Carta de refrigerante	62
3.4.4	Mediciones de presión	62
3.4.5	Mediciones de corriente eléctrica	64
3.4.5.1	Galvanómetros	67
3.4.5.2	Amperímetros	68
3.4.5.3	Medidores de termopar	69
3.4.5.4	Medición de voltaje	69

4. INCORPORACIÓN DEL SISTEMA CLIMÁTICO	69
4.1 Estudio del aire acondicionado	69
4.2 Diseño de la red eléctrica	70
4.2.1 Retardador de arranque	72
4.2.2 Control de temperatura	73
4.2.3 Interreptor térmico	74
4.2.4 Controles de presión	74
4.3 Diseño de cargas	75
4.4 Valor agregado del equipo	82
4.5 Costos estimado del equipo	83
5. SEGUIMIENTO	85
5.1 Supervisión	85
5.1.1 Revisión	86
5.1.2 Limpieza	86
5.1.3 Lubricación	87
5.2 Estudio del problema	87
5.2.1 Aire	90
5.2.1.1 Filtros de aire	91
5.2.1.2 Accionar del manejador del aire	92
5.2.2 Refrigeración	92
5.2.2.1 Enfriamiento del refrigerante	93



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

5.2.2.2	Temperatura de condesación	93
5.2.2.3	Temperatura de <i>confort</i>	94
5.3	Mejoramiento del sistema	103
5.3.1	Variación de temperatura	104
5.3.2	Variación de la carga	105
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA	111
	ANEXOS	112

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1 Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial	1
2 Iluminación de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial	15
3 Ventilación de la Escuela Mecánica Industrial	17
4 Plano de los ambientes de la Escuela Mecánica Industrial	20
5 Paredes internas de la Escuela Mecánica Industrial	22
6 Dirección de la Escuela Mecánica Industrial	23
7 Oficina de práctica docente	24
8 Oficina de coordinación del área de administración	25
9 Salón número 2 de para exámenes privados	26
10 Salón de catedráticos de la Escuela Mecánica Industrial	27
11 Secretaria de la Escuela Mecánica Industrial	28
12 Sistema de aire acondicionado	31
13 Condensador tipo de tubos	34
14 Compresor hermético de pistón	39
15 Compresor rotatorio	40
16 Compresor centrífugo	41
17 Unidad de evaporación con drenado de agua	47

18 Válvula termostática de expansión	51
19 Tubo capilar	52
20 Flotador del lado de alta	53
21 Flotador del lado de baja	54
22 Carta psicométrica	60
23 Manómetros	65
24 Diseño de la red eléctrica para la Escuela Mecánica Industrial	73
25 Equipo <i>Mini Split</i>	86
26 Equipo tipo <i>Split</i> para ducto	87
27 Partes del equipo tipo <i>Split</i> para ducto	88
28 Área que climatizara cada unidad	91

TABLAS

I Categorías para el diseño de cargas	78
II Factores que producen cargas	79
III Presiones relacionadas con la variación de temperatura	105
IV Variaciones de carga contra causa	106



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

LISTA DE SÍMBOLOS

kJ.	<i>kilo Joules</i>
kJ/Kg	<i>kilo Joules sobre kilogramo</i>
mm^2	Milímetro cuadrado
Mt/seg.	Metro sobre segundo
$\text{P}^3/\text{lb.}$	Pie cúbico sobre libra
P^3/min	Pie cúbico sobre minuto



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

GLOSARIO

Aire acondicionado

En un espacio definido, necesita la creación de mantenimiento de una atmósfera que tenga condiciones de temperatura, humedad, circulación de aire y pureza, de manera que se produzcan efectos deseados por los ocupantes de ese espacio o en los materiales, que serán manejados o almacenados.

Ashrae

Sociedad americana de ingeniería en calefacción, refrigeración y aire acondicionado

Enfriamiento de comodidad Es el mantenimiento de una atmósfera con tales características, que las personas que están ocupando puedan efectivamente perder suficiente calor, para permitir el funcionamiento adecuado del proceso metabólico de sus cuerpos.

Calor latente

Es el calor que se elimina de una sustancia o cuerpo para proveerle un cambio de estado, sin que presente variaciones de temperatura.

Calor metabólico

Es el calor que se produce por el incremento del calor interno de las personas.

Calor latente metabólico	Es el vapor de agua producido por las personas, a través de la respiración y la evaporación del agua en la piel.
Calor sensible	Es el calor que se elimina de una sustancia o un cuerpo, y que puede medirse por medio de un cambio en la temperatura.
Carga de enfriamiento	Es la cantidad de calor sensible y latente, que se necesita extraer del ambiente en un local para mantener las condiciones necesarias.
Carta psicrométrica	Representación gráfica de la relación entre las propiedades termodinámicas del aire atmosférico.
Ducto	Es el canal, por el cual es transportado el flujo del aire, que va a ser distribuido en un ambiente.
Humedad relativa	Es la relación de la presión parcial del vapor de agua, que está contenida en aire a la presión que ejerce el vapor de agua saturado a la temperatura del aire.
Psicrometría	Es la rama de la física, que trata sobre las mediciones del grado de humedad, especialmente la humedad mezclada con el aire.

Radiación

Es la emisión y propagación de energía a través del espacio o en medio material en forma de ondas. Es una función exponencial de la temperatura.

Temperatura de bulbo seco Es la temperatura que se lee en un termómetro ordinario.

Temperatura de bulbo húmedo Es la temperatura medida cuando al bulbo del termómetro ordinario se le coloca una gasa y se humedece con agua libre de minerales, y se expone a una corriente de aire.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

RESUMEN

Actualmente la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial carece de un sistema climático dentro de sus oficinas, lo cual hace que sea un lugar no comodidadable, tanto para sus empleados, como para los estudiantes que asisten a estas oficinas para los trámites que ahí se gestionan. Actualmente cuenta con ventiladores de pedestal, que lo único que hacen es circular el aire dentro de la Escuela.

Un sistema climático garantiza una renovación del aire y mantener éste a una temperatura *comodidad* de 23° centígrados, con lo cual se logra un ambiente de trabajo idóneo.

Para poder determinar un sistema de climatización, se debe realizar un estudio dentro de las oficinas de la Escuela, tomando en cuenta factores como cantidad de personas dentro de la Escuela en la hora de más afluencia estudiantil, tipos de paredes que tiene, cantidad de equipo eléctrico, posición de la Escuela, respecto al sol, la cantidad de puertas que se mantiene abiertas y cantidad y el tipo de ventanas que tiene en su estructura. Todo esto encierra la información necesaria, para determinar la cantidad de BTU por hora, que se debe extraer del área de la Escuela.

Teniendo la cantidad de BTU, se determina un equipo de aire acondicionado que tenga la capacidad de absorber esta demanda, teniendo en cuenta de la estructura del techo, para poder elegir entre un sistema de Mini *Split* tipo piso techo o bien un manejadora de aire acondicionado tipo horizontal.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

OBJETIVOS

General

Determinar los factores para un sistema climático en la Escuela de ingeniería Mecánica industrial.

Específicos

1. Aplicar los conceptos básicos y beneficios de aire acondicionado.
2. Conocer la situación actual de las oficinas administrativas de la Escuela.
3. Determinar criterios y generalidades de climatización.
4. Establecer las bases para la incorporación de un sistema climático.
5. Formular cálculos de cargas y costos para la incorporación del proyecto.
6. Establecer un ambiente comodidadable y saludable a los usuarios.
7. Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del aire acondicionado.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

INTRODUCCIÓN

El propósito de un sistema climático es proveer un ambiente comodidadable y saludable a las personas que ocupan el lugar, en donde ha sido instalado; para esto, es necesario conocer los factores que afectan el *comodidad*.

Actualmente la Escuela de Mecánica Industrial presta servicios a los estudiantes de las carreras de Mecánica Industrial e Industrial; los servicios en cuanto a la climatización es deficiente, ya que los ventiladores de pedestal que utilizan son insuficientes y la ubicación de sus ventanales no permite la circulación del aire en el mismo.

A pesar de la importancia de dicha Escuela, hasta la fecha no se han realizado estudios de climatización y ventilación, por lo que se observa la necesidad de docentes y se toma como base la utilización de un área adecuada para la realización de las actividades cotidianas de trabajo.

Por eso, se realiza un análisis de climatización y ventilación de las oficinas administrativas de la Escuela de Mecánica Industrial, que consiste en un estudio preliminar.

La Escuela Mecánica Industrial, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra localizada en el tercer nivel oficina L-III-5 del edificio T1; su objetivo principal es determinar los factores para un sistema climático de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

1. ASPECTOS GENERALES

Generalidades de la Escuela Mecánica Industrial

La Escuela de Mecánica Industrial, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra localizada en el tercer nivel, oficina L-III-5 del edificio T1.

Figura 1. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



1.1.1 Funciones

La función básica de la Escuela Mecánica Industrial es atender administrativamente al estudiante, en diversos trámites relacionados con sus actividades académicas, como práctica laboral y docente, trámites de trabajo de graduación, consulta a los coordinadores de las áreas; administrativa, producción, métodos cuantitativos y la dirección que atiende exámenes privados, públicos, a cátedráticos asistidos por la secretaria de la Escuela.

1.1.2 Servicios

Actualmente en la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, existe deficiencia en la climatización, ya que los ventiladores de pedestal, que se colocan, no son adecuados, y la ubicación de sus ventanas no son suficientes para la circulación del aire para en la misma.

1.1.3 Cobertura

La Escuela de Mecánica Industrial cubre las actividades y gestiones estudiantiles como exámenes privados, práctica docente y laboral entre otros.

El nivel de ocupación de la Escuela, durante el periodo de atención al estudiantado, es bastante alto, ya que es la Escuela que consta con el mayor número de estudiantes en toda la facultad. La Escuela tiene una capacidad para atender a un total aproximado de 75 alumnos.

1.2 Historia del aire acondicionado

Aunque los primeros antepasados del hombre conocieron y observaron los efectos del frío, hielo y nieve en sus organismo y en las cosas que le rodearon, el hielo, y nieve naturales fueron los únicos medios de refrigeración durante muchos siglos. Los antiguos egipcios descubrieron que la evaporación puede originar enfriamiento; luego aprendieron a colocar el vino y otros líquidos en recipientes de barro poroso, sobre los techos durante la noche, para que el viento fresco evaporara y enfriara el contenido.

Con el crecimiento de la industria eléctrica y las instalaciones domésticas, se hicieron comunes los refrigeradores caseros y se reemplazaron las cajas de hielo, que necesitaban de un bloque diario de hielo.

Los sistemas centralizados de aire acondicionado, que proporcionan ventilación, aire caliente y aire frío, según las necesidades, se emplean en grandes almacenes, restaurantes, cines, teatros y en otros edificios públicos. Estos sistemas son complejos y suelen instalarse durante la construcción del edificio. Cada vez se automatizan más para ahorrar energía y se controlan por computadoras u ordenadores.

En edificios antiguos, como edificios de apartamentos o de oficinas, se suele instalar una unidad refrigeradora con ventiladores, conductos para el aire y una cámara en la que se mezcla el aire del interior del edificio con el aire del exterior.

Estas instalaciones se utilizan para enfriar y deshumidificar (secar) el aire durante los meses de verano. Hay aparatos más pequeños para enfriar una habitación, que consisten en una unidad de enfriamiento y un ventilador, en una estructura compacta que puede montarse en una ventana.

El diseño del sistema de aire acondicionado depende del tipo de estructura en la que se va a instalar, la cantidad de espacio que se va a refrigerar, el número de ocupantes y del tipo de actividad que realicen.

Una habitación con grandes ventanales expuestos al sol, o una oficina interior con muchos focos o bombillas, que generan mucho calor, requieren un sistema con capacidad enfriadora mucho mayor que una habitación sin ventanas iluminadas con tubos fluorescentes. La circulación del aire debe ser mayor, en espacios en los que los ocupantes pueden fumar, que en recintos de igual capacidad en los que no está permitido. En viviendas y apartamentos, la mayor parte del aire calentado o enfriado puede circular, sin molestar a sus ocupantes, pero en laboratorios y fábricas donde se realizan procesos que generan humos nocivos el aire no se puede hacer circular; hay que proporcionar constantemente aire fresco enfriado o calentado y extraer el aire viciado.

Los sistemas de aire acondicionado se evalúan, según su capacidad efectiva de refrigeración, que debería medirse en kilovatios. Sin embargo todavía se mide en algunas ocasiones en toneladas de refrigeración, que es la cantidad de calor necesaria para fundir una tonelada de hielo en 24 horas, y equivale a 3,5 kilovatios.

Muchos procesos de fabricación, como los de la producción de papel, procesos textiles y de artes gráficas, requieren el acondicionamiento del aire y el control de las condiciones a las que se efectúan. Este tipo de acondicionamiento suele consistir en el ajuste de la humedad del aire. Cuando se necesita aire seco, suele obtenerse por refrigeración o por deshidratación; después se conduce a unas cámaras que contienen compuestos químicos adsorbentes como gel de sílice (óxido de silicio).

Para humedecer el aire, se le hace circular por agua pulverizada. Si el aire tiene que estar libre de polvo, como en el caso de la fabricación de medicamentos, el sistema de aire acondicionado debe incorporar algún tipo de filtro. El aire circula a través de agua pulverizada o, en algunas ocasiones, por una red de láminas lubricadas.

1.3 Concepto de aire acondicionado

El acondicionamiento del aire es el proceso que enfría, limpia y circula el aire y controla, además, su contenido de humedad. En condiciones ideales, logra todo esto de manera simultánea.

Enfriar es eliminar el calor existente de un objeto o extraer el calor de un lugar, sin afectar las condiciones físicas de lo que se encuentra dentro de esté.

Un sistema de aire acondicionado consiste teóricamente en un conjunto de equipos, que proporcionan aire y mantienen el control de su temperatura, humedad y pureza en todo momento, con independencia de las condiciones climáticas. Sin embargo, suele aplicarse en forma impropia el término ~~aire acondicionado~~ al aire refrigerado. Muchas unidades, llamadas de aire acondicionado, son sólo unidades de refrigeración equipadas con ventiladores, que proporcionan un flujo de aire fresco filtrado.

El aire acondicionado es un caso particular de transferencia térmica e incluye la producción y utilización de temperaturas inferiores a la temperatura ambiente, mediante diferentes procesos prácticos. Las sustancias se enfrían cuando el calor es transferido a medios sólidos, líquidos o gaseosos, que se encuentran natural o artificialmente más fríos.

Su baja temperatura se debe a fenómenos de radiación, efectos físicos de calor sensible o latente, o química endotérmica, termoeléctrica, o incluso efectos magnéticos. Se incluyen los procesos de corrientes frías, fusión de hielo y sublimación del dióxido de carbono sólido.

Es de uso particularmente práctico el enfriamiento de un fluido, que circula en forma continua en un sistema de refrigeración, con capacidad de absorción de calor por:

- a. La expansión del fluido, a través de una caída de presión en una restricción, sin producción de trabajo exterior.
- b. Expansión de fluido a través de una caída de presión en una máquina con producción de trabajo exterior.

Los sistemas integrados, para producción continua de frío, se identifican mejor por la similitud en sus circuitos cerrados de flujo, particularmente en:

- a. Los sistemas de compresión de calor
- b. Compresión de gas

Ambos sistemas contienen variación de nivel, además de dos dispositivos de diferencia de presión, un elemento generador de presión y otro reductor de presión, que son elementos típicos de un sistema transformador de energía.

1.4 Ventajas del aire acondicionado

El propósito del aire acondicionado es proveer un ambiente saludable y comodidad, a las personas que ocupan en local en donde ha sido instalado. Para esto, es necesario conocer los factores que afectan en comodidad.

El cuerpo humano es una máquina que continuamente produce calor por oxidación de la comida; este proceso es llamado metabolismo. La producción de calor puede variar en forma directa con la cantidad de trabajo que el cuerpo realice. El calor producido por el cuerpo es continuamente disipado hacia sus alrededores en forma directa a la que se está produciendo, para mantener una temperatura interna constante de 98.6 °F (37 °C). Existen tres maneras para que el cuerpo humano pierda automáticamente el calor: convección, radiación y evaporación; el primero es el que utiliza el aire acondicionado; el aire cercano al cuerpo está a menor temperatura, recibe y disipa el calor del cuerpo repetidas veces, hasta bajarlo de temperatura.

1.4.1 Bienestar humano

El cuerpo humano es un aparato generador de calor. Su temperatura normal es de 98.6 °F (37°C); el cuerpo puede regular o controlar esta condición, así como la evaporación. Cuando está en un cuarto donde las condiciones de éste son muy calientes, transferirá calor al aire que pasa sobre la piel, por convección.

Simultáneamente, cede calor por conducción a la ropa, cama o a la que esté en contacto con la piel. Adicionalmente libera calor por radiación a los objetos más fríos a su alrededor. Si estas tres no son suficientes, las glándulas sudoríparas se abrirán, lo que permite que la humedad de la piel se evapore.

Por discusiones previas, se sabe que este cambio de temperatura y el movimiento del aire son elementos importantes.

En alrededores más fríos, la radiación, conducción y convección tienen lugar más rápidamente, y requieren vestuario para aislar y mantener el calor del cuerpo.

Aunque el comodidad dependa de las condiciones humanas y tipo de trabajo que se realiza, los sistemas de climatización vienen preparados para controlar los cuatro elementos básicos. El calor y el frío, que el hombre siente, no sólo dependen de la temperatura del aire, sino también de la humedad y de la apropiada distribución del aire.

1.4.2 Aspectos biológicos

El aire acondicionado puede contribuir a mejorar la salud, como un resultado de controlar la temperatura, la humedad, la limpieza, la ventilación y el movimiento del aire. Por ejemplo, puede ayudar a eliminar erupciones provocadas por el calor, principalmente en infantes. Algunos médicos creen que el aire acondicionado puede proveer un medio ambiente mejor para la gente con dolencias, como las cardíacas. El solo movimiento, bajo calor extremo, puede poner en tensión indebida los órganos vitales, lo mismo que el esfuerzo de labor manual pesada, como palear nieve en tiempo frío. Los doctores recomiendan a veces, por esto, el aire acondicionado para sus pacientes.

Un sistema eficaz de filtración de aire puede aliviar los sufrimientos de pacientes asmáticos alérgicos. Tal sistema puede incluir un limpiador electrónico de aire, como parte del sistema central. El polvo ordinario del hogar, adicionado al polvo en el aire exterior, puede contribuir a problemas alérgicos.

El polvo doméstico es una mezcla compleja que procede del rompimiento y uso de materiales caseros, como: lana, ropa, algodón, relleno de muebles y alfombras.

El servicio de salud pública ha encontrado, en la polución del aire, una causa que contribuye al cáncer y un irritante de los pulmones y vías respiratorias. Aunque no se ha probado completamente, hay cierta creencia de que la humedad apropiada también ayuda a proteger la salud.

La humedad adecuada en el aire puede ayudar a las membranas de la nariz y vías respiratorias a permanecer húmedas. Esto puede aliviar el efecto de bacterias y virus. Una carencia de humedad promueve también la sequedad de aquellas fuentes de polvo domésticas, mencionadas antes y, por consiguiente, mantiene el aire sucio.

1.4.3 Atributos de la humedad en el ambiente

Una atmósfera demasiado seca puede dañar, muebles, ropa, zapatos, libros, documentos, acabados, instrumentos musicales, virtualmente todo lo de la casa, que incluye las partes estructurales. La carencia de adecuada humedad hace que los adhesivos se sequen en las tablas y muebles y que las juntas se separen o agrieten.

Los marcos de las puertas se tuercen y exponen superficies sin pintura. El repello o las juntas de paredes se secan, dando lugar a grietas. Los instrumentos musicales pueden perder tono; los pisos de madera dura pueden torcerse y separarse; las fibras de alfombras se hacen frágiles y se rompen.

Otro fenómeno experimentado con la sequedad del invierno es la presencia de, o generación de electricidad estática. Un humidificador apropiadamente dimensionado, instalado en un sistema de aire forzado, puede minimizar o eliminar estas condiciones.

Los beneficios de seguridad son más o menos una consideración reciente, pero, con la delincuencia que va en crecimiento, muchos propietarios han instalado aparatos mecánicos o eléctricos de protección, que requieren que todas las puertas y ventanas estén cerradas. Sin aire acondicionado central estos aparatos no serían prácticos.

Los beneficios sociales de tener aire acondicionado son quizá los menos definibles, pero hay un número de propietarios que hacen una cantidad considerable de entretenimiento en casa, a causa de su posición social y también por razones de trabajo. Tal concentración de mucha gente, junto con humo de cigarrillo en fiestas y cenas, demanda tratamiento completo de las cinco propiedades del aire.

1.5 Objetivo de la aereación

La sensación de calor o frío, que experimenta el cuerpo humano, se debe a la acción conjunta de la temperatura del aire, humedad relativa, y movimiento del aire.

El objetivo de un sistema climático es proveer un ambiente confortable y saludable a las personas que ocupan el lugar, en donde ha sido instalado; para esto, es necesario conocer los factores que afectan la comodidad.

La cantidad total de calor emitido por el cuerpo humano de las formas anteriores, pero ligeramente por debajo de las condiciones ordinarias interiores, está promediado en 400 Btu (0.03 toneladas de refrigeración) por hora por hombre adulto. El Btu se define como el aumento de calor necesario para elevar la temperatura de un grado Fahrenheit a una libra de agua.

1.6 Temperaturas donde se debe instalar aire acondicionado

La primera variable que se debe tomar en consideración, en la comodidad, es la temperatura del aire. Hay que añadir que la temperatura de un cuerpo depende de su volumen, en relación con una determinada cantidad de calor.

El concepto de temperatura tiene su origen en las sensaciones de frío y de calor, que se experimentan cuando se tocan los cuerpos. El sentido del tacto permite conocer que el cuerpo A está más caliente que el cuerpo B. Estas apreciaciones diferentes se expresan diciendo que la temperatura del cuerpo A es mayor que la del cuerpo B. De igual modo, dos cuerpos pueden parecer igualmente fríos o igualmente calientes, y esto puede inducirnos a error al distinguir temperaturas. Así, el agua tibia parece caliente a la mano que estuvo metida antes en agua fría y, por el contrario, la siente fría la mano que antes se introdujo en agua caliente. Si se colocan simultáneamente las dos manos en agua tibia, la impresión de frío y calor que se recibe depende de dónde se tuvieron antes las manos.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

La temperatura no se puede sumar. Si añadimos agua caliente en agua fría resulta agua tibia, cuya temperatura es intermedia entre las dos aguas que mezclamos.

Otras consideraciones podrían ser:

- a. La temperatura es la magnitud que indica la sensación de calor de un cuerpo.
- b. La temperatura de un cuerpo varía con la sustracción o adición del calor.
- c. El calor es la causa a la que se atribuyen las variaciones de temperatura. La temperatura se manifiesta por el nivel térmico que tienen los cuerpos; por eso, los cuerpos que tienen mayor temperatura ceden calor a los que tiene menos, hasta que los dos alcancen idéntica temperatura.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO

Actualmente la Escuela funciona en una situación deficiente, dentro de cada una de sus oficinas, ya que el área de cada una de ellas es muy limitada y debe atender a un número de alumnos, que no caben dentro de estas oficinas; esto hace que la temperatura de cada alumno aumente el calor dentro de la Escuela. A pesar de que existen ventiladores de pedestal, éstos no son lo suficientes para hacer la renovación el aire necesario.

Los requerimientos del aire exterior han sido discutidos por más de un siglo, y diferentes estudiosos han creado estándares de ventilación radicalmente diferentes. Las consideraciones han incluido la cantidad de aire requerido para remover aire exhalado y para controlar la humedad interior, como el dióxido de carbono (CO₂) y olor.

El mantenimiento de los niveles de dióxido de carbono (CO₂) es un criterio común para determinar la cuota de ventilación. Una concentración típica exterior del CO₂ es 0.03 %. El estándar 62 de la ASHRAE especifica la tasa de ventilación requerida para mantener una aceptable calidad del aire interior para una variedad de usos de espacios. La forma contiene un requerimiento básico de 15 cfm de aire exterior por persona basado, en un límite de concentración de CO₂ de 0,1 %.

Mientras una persona de salud normal tolera 0.5 % de CO₂ sin síntomas desagradables, comparada con una persona dentro de un submarino, algunas veces operan con 1% de CO₂ en la atmósfera a nivel de 0.1 %, que provee un factor de seguridad para actividad continua, carga de ocupación inusual, ventilación reducida y control de olores.

Alternativamente la norma 62 puede ser completada, manteniendo la concentración de ciertos contaminantes dentro de los límites prescritos por la norma, por medio de la combinación de control de fuentes, tratamiento del aire y ventilación.

En caso de fuentes contaminantes de alto nivel, inapropiadamente se requieren altos niveles de ventilación, para controlar los niveles de contaminación, ya que otros métodos de control son más efectivos.

Una efectiva forma de control es la remoción o reducción de fuentes contaminantes; otra opción es especificar materiales de construcción con bajas cuotas de emisión de contaminantes.

Los selladores pueden ser utilizados en algunas situaciones para prevenir entrada de gases. Ventilación del lugar como ventanillas del baño, rejillas para controlar una fuente determinada, es también una forma efectiva para controlar contaminantes.

Las partículas pueden ser removidas por medio de filtros de aire. Los gases contaminantes con mayor peso molecular pueden ser controlados con carbón activo, con pelotillas de alúmina impregnadas con sustancias como permanganato de potasio. La norma 62 permite que el aire limpio sea sustituido por aire del exterior.

La cuota de circulación debe incrementarse, pero debe haber ahorro de energía al acondicionar aire del exterior. Cada contaminante y un método apropiado de limpieza deben ser considerados.

2.1 Servicio del departamento

En la Escuela Mecánica Industrial la atención a los estudiantes inicia a las 13:00 horas y termina a las 21:00 horas; en este período, la afluencia de personas incrementa la temperatura en las instalaciones, por lo que se determinó que la máxima cantidad de personas que pueden atenderse es de 76 estudiantes, lo que hace que la temperatura se eleve más, y el lugar se hace incómodo para los usuarios.

2.1.1 Iluminación

La iluminación actual de la Escuela Mecánica Industrial está mal distribuida, aunque para el tipo de trabajo que allí se desarrolla, la deficiencia es muy poca; actualmente se cuenta con 17 lámparas de luz fluorescente de 40 watts con protección central; cada lámpara tiene dos tubos.

El área de entrada y/o salida de la Escuela es un lugar donde existen comúnmente grupos de personas esperando por un servicio, por lo que también se debe mejorar la iluminación.

Figura 2. Iluminación de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial



2.1.2 Ventilación

Los edificios, en los que viven y trabajan las personas, deben ventilarse para reponer oxígeno, diluir la concentración de dióxido de carbono, así como de vapor de agua, y eliminar los olores desagradables. Suele haber circulación de aire o ventilación, a través de los huecos en las paredes del edificio, en especial a través de puertas y ventanas. Sin embargo, esta ventilación natural, quizá aceptable en viviendas, no es suficiente en edificios públicos, como oficinas, teatros o fábricas.

Los sistemas de ventilación, en edificios públicos, deben eliminar los contaminantes que pueda transportar el aire de la zona de trabajo. Casi todos los procesos administrativos generan aire viciado, que debe extraerse del entorno de trabajo con efectividad y, en ocasiones, contar con un presupuesto ajustado.

Se considera que para mantener un recinto ventilado hay que renovar el aire por completo, de una a tres veces por hora, o proporcionar a cada ocupante de 280 a 850 p³/min. de aire fresco. Para conseguir esta ventilación, es necesario utilizar dispositivos mecánicos para aumentar el flujo natural del aire.

Los dispositivos de ventilación más sencillos son ventiladores instalados para extraer el aire viciado del edificio y favorecer la entrada de aire fresco. Los sistemas de ventilación pueden combinarse con calentadores, filtros, controladores de humedad y dispositivos de refrigeración. Muchos sistemas incorporan intercambiadores de calor.

Estos sistemas aprovechan el aire extraído para calentar o enfriar el aire nuevo; así aumentan la eficacia del sistema y reducen la cantidad de energía necesaria para su funcionamiento.

Actualmente en las instalaciones de la Escuela Mecánica Industrial, las condiciones de ventilación no cumplen con un sistema que permita a las personas respirar un aire adecuado, ya que sólo se cuenta con seis ventiladores de pedestal que tiene como objetivo tirar aire, y no renovarlo como sería lo ideal; las ventanas que se encuentran en la Escuela sólo cubren la parte sur de la misma, y están colocadas en las oficinas que no son tan utilizadas, lo que hace que éstas se mantengan cerradas la mayoría de tiempo; en la figura 3, se muestran los tipos de ventilados de pedestal, así como las ventanas que existen en la Escuela.

La corriente de aire ambiental, que más influye dentro de la Escuela, es la que tiene dirección Sur norte, ya que entra por las ventanas que están ubicadas en la dirección sur.

Figura 3. Ventilación de la Escuela Mecánica Industrial



2.2 Inventario de la infraestructura

la infraestructura es el conjunto de elementos físicos, que son necesarios para el funcionamiento y la prestación de servicios; sus condiciones se consideran óptimas, en lo que se refiere a paredes, techos, pisos, distribución de ambientes.

En la Escuela de Mecánica Industrial, se cumple con las especificaciones y resguardos de las instalaciones, y contempla un proyecto de mejoramiento de las instalaciones para los usuarios.

2.2.1 Ubicación de los ambientes

En la figura 4, se presenta la distribución de los ambiente de la Escuela Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, la cual tiene 147.03 m²; en el mismo, tiene trece divisiones de distintas proporciones y dos corredores.

1. Dirección
2. Sala de catedráticos
3. Practica laboral
4. Área de investigación
5. Coordinación de prácticas

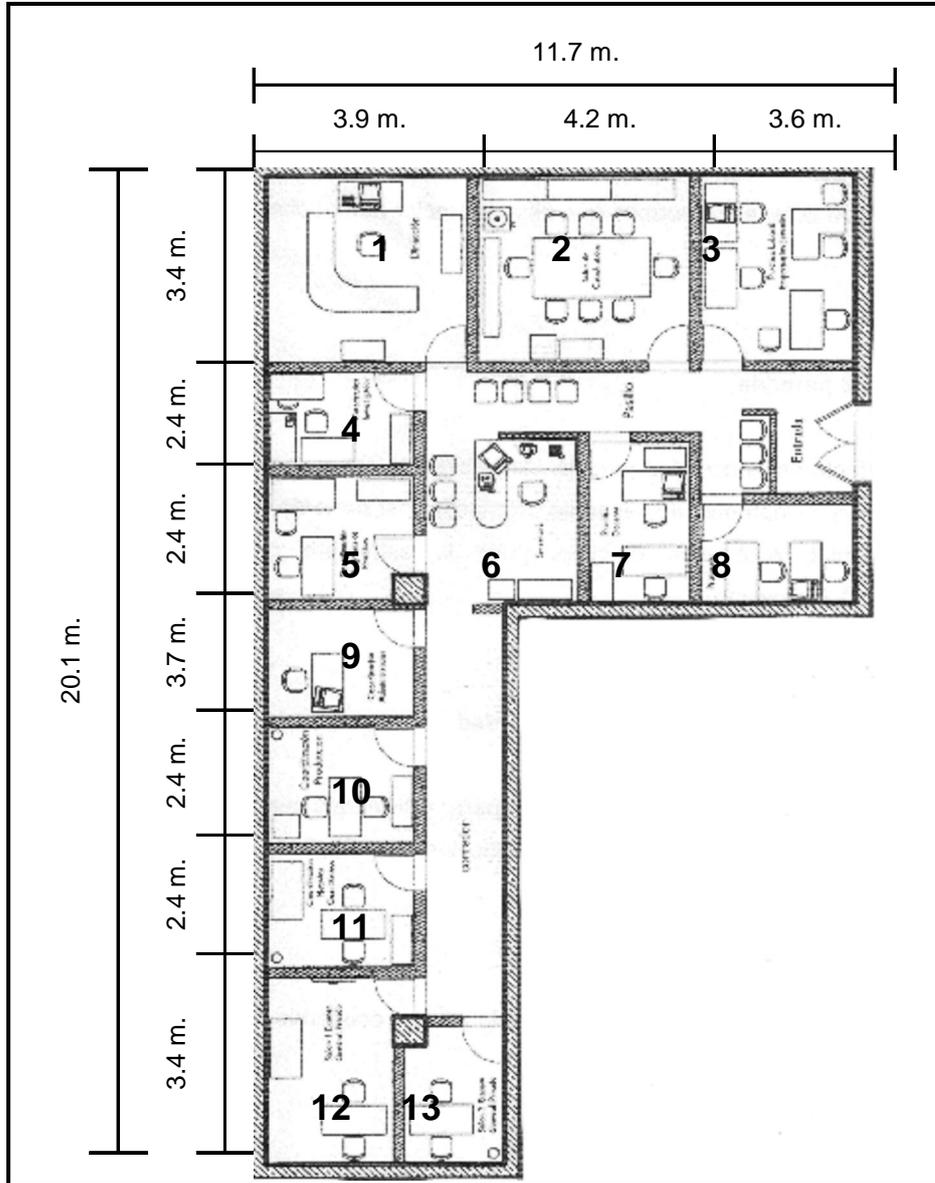


*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

6. Secretaría
7. Práctica laboral
8. Protocolos
9. Coordinación de área administrativa
10. Coordinación de métodos cuantitativos
11. Coordinación de producción
12. Salón No. 1 de examen privado
13. Salón No. 2 de examen privado

Figura 4 Plano de los ambientes de la Escuela Mecánica Industrial



2.2.2 Techos

El techo de la Escuela Mecánica Industrial cumple con las condiciones y requerimientos, para la instalación de un sistema de aire acondicionado, ya que su estructura es de losa nervada; esto permite que haya un mejor aprovechamiento para la instalación de un sistema de enfriamiento. Las características de la losa ayudan a aislar el calor externo hacia las oficinas de la Escuela y así no es necesario colocar un sistema de aislamiento en el techo. En la figura 2, se puede apreciar la estructura del techo de la Escuela de Mecánica Industrial.

2.2.3 Paredes

Uno de los factores principales, para la instalación de un sistema de aire acondicionado, son las paredes; actualmente este factor, por parte de la Escuela Mecánica Industrial, está bien definido, pues la estructura permite el acomodamiento del proyecto.

Existen dos tipos de paredes en la Escuela: la pared que encierra la Escuela es de mampostería y las paredes de las divisiones internas son de madera con una altura de 2.20 metros, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Paredes internas de la Escuela Mecánica Industrial



2.3 Medida de aprovechamiento y actividad

La Escuela Mecánica Industrial da cobertura a las actividades estudiantiles, exámenes privados, áreas de coordinación de producción, administración métodos cuantitativos, las cuales son las de menor afluencia y atención a los alumnos. La Coordinación de protocolos, la secretaría, la Dirección de la escuela, Área de investigación, práctica laboral y práctica docente son las de mayor afluencia de estudiantes.

2.3.1 Dirección de la Escuela

La dirección de la Escuela Mecánica Industrial se encarga de planificar, organizar, integrar y controlar las actividades administrativas; es apoyada por una secretaria y es la oficina que atiende la mayor población estudiantil y docente que asiste a esta Escuela.

Figura 6. Dirección de la Escuela Mecánica Industrial



2.3.2 Área práctica docente y laboral

Esta área docente la dirige un docente de la Facultad de Ingeniería, que a su vez es apoyado por un auxiliar; generalmente es un estudiante del último año de la carrera; esta unidad lleva el control de los auxiliares de cátedra docentes, de las diferentes carreras; es allí donde el auxiliar entrega sus reportes y actividades afines a su práctica.

En el área laboral, se encuentran tres docentes que revisan los proyectos que se están implementando en las empresas, y entregan sus respectivos trabajos.

Figura 7. Oficina de práctica docente



2.3.3 Coordinaciones

Son las encargadas de coordinar las actividades administrativas y de logística de las diferentes áreas, como producción, administración métodos cuantitativos; aquí es donde surgen las políticas y estrategias para el logro de los objetivos de la Escuela Mecánica Industrial.

Figura 8. Oficina de coordinación del área de administración



2.3.4 Exámenes privados

Son dos áreas determinadas para la elaboración de los exámenes privados, las cuales están a disposición del estudiante y de la terna examinadora.

Figura 9. Salón número 2 para exámenes privados



2.3.5 Salón de catedráticos

Es el área en donde los catedráticos realizan reuniones de trabajo, y de planificación de las actividades diarias. Es también un salón de consultas, ya que en la actualidad se esta incorporando el tesario de la Escuela, y se utiliza también para dar información de privados, etc.

Figura 10. Salón de catedráticos de la Escuela Mecánica Industrial



2.3.6 Área de protocolos

Esta unidad está dirigida por un profesional; es en donde se revisan y se aprueban los requisitos y formatos de protocolos de trabajo de graduación, que son presentados por los estudiantes.

2.3.7 Área de investigación

Es el área donde se realizan investigaciones educativas para el mejoramiento de las políticas, estrategias y que busca la eficacia de la Escuela Mecánica Industrial; aquí se lleva acabo la revisión de los trabajos de graduación, que ya están aprobados por los asesores de los mismos.

2.3.8 Secretaría

Área de servicio y atención, para los estudiantes de los diferentes departamentos de la Escuela, funciona como asistente de los profesionales y principalmente de la dirección de la Escuela.

Figura 11. Secretaria de la Escuela Mecánica Industrial



2.4 Condiciones internas

En el interior de la Escuela Mecánica Industrial, permanece aproximadamente un total de 76 personas en su punto máximo.

Para mantener comodidad a los ocupantes de la Escuela de Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, es necesario (según el manual de ASHRAE ¹) mantener una temperatura de 75 °F (23 °C) y una humedad relativa de 55 %.

2.5 Condiciones externas

Para tener una referencia adecuada de la temperatura y humedad ambiente exterior, que se deben tomar en cuenta para los cálculos, se obtuvo información estadística del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

La temperatura y la humedad relativa exteriores que se tomaron, para el diseño del sistema de aire acondicionado de la Escuela Mecánica Industrial, se obtuvieron del Manual de aire acondicionado de la ASHRAE, el cual indica que para la ciudad de Guatemala se debe tomar una temperatura exterior de 83 °F (28.33 °C) bulbo seco y 69 °F (20.56 °C) bulbo húmedo; con base en estos datos, se encuentra en la carta psicrométrica una humedad relativa de 52.5 %

¹ Ashrae, Handbook of fundamental heating, refrigerating, ventilation and air conditioning (2ª Ed. 1,972)



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

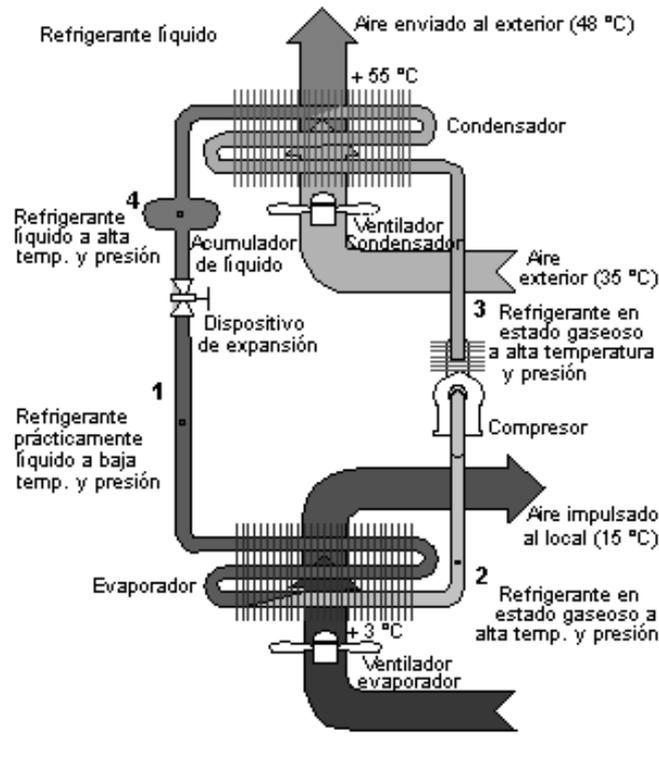
[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

3. SISTEMA CLIMÁTICO

3.1 Componentes básicos de un sistema de aire acondicionado

Las instalaciones de aire acondicionado requieren unos componentes básicos, comunes o todos los equipos, y que son los encargados de la producción de frío o calor añadiendo el sistema de impulsión de aire, con algún ingrediente particular o específico, que les diferencie del resto de los modelos en contadas ocasiones. La figura 11 muestra un sistema de aire acondicionado.

Figura 12. Sistema de aire acondicionado



Fuente: <<http://www.componentesdelequipodeacondicionamiento.com>>,2004

Todo acondicionador de aire, o unidad frigorífica por compresión (aunque en los últimos años se ha puesto a punto varios sistemas por absorción) tiene por finalidad rebajar la temperatura que durante los meses de verano se concentra en el interior de un local, de manera que el clima que se desea conseguir sea independiente de la temperatura que exista fuera del recinto. Se trata, por consiguiente, de un fenómeno inverso al de la calefacción, aunque basado en idénticos principios termodinámicos.

Todo acondicionador de aire o ciclo frigorífico consta de cuatro elementos principales, más los correspondientes controles y mandos que son:

- a. Condensador
- b. Compresor
- c. Evaporador
- d. Válvula de expansión

3.1.1 Condensador

El condensador es un cambiador de calor dispuesto para pasar al estado líquido un refrigerante gaseoso comprimido, por cesión de calor a un medio distinto del fluido circulado. Es decir, que en lugar de absorber calor del aire ambiente, lo dispersa en la atmósfera que le rodea. Su cometido es, pues, inverso al del evaporador.

El condensador está situado después del compresor, respecto al sentido de circulación del fluido frigorígeno. Este sale del compresor, que ha elevado la presión del refrigerante en estado gaseoso y ha aumentado su temperatura, con efecto de la compresión a una temperatura que la suponemos en 55°C , y entra en el condensador. Se tiene dentro del condensador un gas refrigerante con una elevada temperatura que se debe rebajar. Un ventilador o ventiladores toman aire del exterior y lo impulsan a través de los tubos de cobre y las aletas que lo conforman. Suponiendo que el aire exterior esté a 35°C , se tendrá que enfrentar los dos fluidos con temperaturas diferentes. Por consiguiente, el que tiene más calor traspasa su energía al que tiene menos, y así el aire que pasa por el condensador se habrá calentado, y será expulsado nuevamente a la atmósfera.

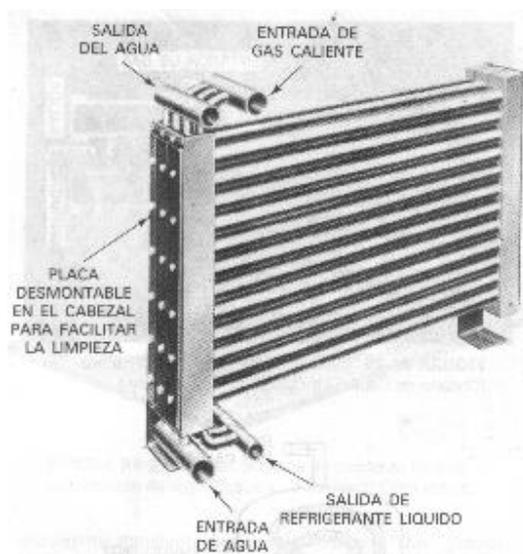
A la vez el gas refrigerante, al ceder su energía calorífica al aire, se condensa transformado en líquido que es acumulado en un depósito, y de esa manera está listo para intervenir nuevamente en el ciclo de refrigeración. Generalmente el depósito está integrado dentro del cuerpo del propio condensador.

El condensador tiene un papel inverso al del evaporador; el gas refrigerante, que procede del compresor, entra en el interior de los tubos que conforman el condensador. Un ventilador toma aire del exterior y éste pasa alrededor de los tubos. Al estar el gas (60°C) más caliente que el aire (35°C) pasará calor desde el primero al segundo; el aire que sale del condensador se habrá calentado y se expulsará nuevamente a la atmósfera.

Este es el aire caliente que se percibe, al situarse en verano, detrás de un acondicionador de aire.

El gas refrigerante al ceder su energía al aire y estar a presión, por efecto del compresor, se condensa y se transforma en líquido, por lo que ya se dispone nuevamente de refrigerante en estado líquido. Cuando funciona en refrigeración, va en la unidad exterior y en bomba de calor en la unidad interior.

Figura 13. Condensador tipo de tubos



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y Aire acondicionado.** Página 70.

3.1.1.1 Tipos de condensador

Los condensadores permiten menores presiones y temperaturas de condensación, y también dan mejor control de la presión diferencial de las unidades que trabajan. Se mencionarán los siguientes tipos de condensadores:

3.1.1.1.1 Condensador tipo envolvente y tubos

Consiste en una envolvente o carcasa cilíndrica de acero, que contiene varios tubos de cobre paralelos a la envolvente. Se bombea agua por los tubos mediante las conexiones externas, en los espejos.

El vapor caliente del refrigerante entra a la carcasa en su parte superior, y el refrigerante líquido pasa, según se necesite, por la salida en el fondo de esta combinación de condensador y recibidor.

Los espejos se atornillan a la carcasa del condensador, con lo que se pueden sacar con facilidad, para permitir el relato o limpieza de los tubos de agua, y quitar los depósitos minerales que se puedan haber formado en el interior de los tubos y que causen un flujo restringido del agua, una areducción de la temperatura de calor, o ambas cosas. Un control del flujo del agua, esto es, el número de veces que pasa por la longitud del condensador, o el número de pasos que haga, se determina por la construcción de los cabezales y espejos del condensador. Si el agua entra en el espejo, pasa por todos los tubos a la vez, y sale del condensador por el otro cabezal; el condensador es un paso de flujo de agua.

3.1.1.1.2 Condensador envolvente y serpentín

Condensador de varios tubos dentro de la carcasa del condensador, hay uno o más serpentines armados a través de los cuales pasa el agua para eliminar el calor del vapor que se condensa. Es una unidad compacta y en general sirve como condensador y receptor combinados en el circuito. Normalmente, este tipo de condensador sólo se usa en unidades de baja capacidad y cuando existe la seguridad de tener agua razonablemente limpia, porque el único medio de limpiarlo es lavarlo con limpiador químico.

3.1.1.1.3 Condensador de tubo dentro del tubo

Se puede clasificar como condensador de combinación enfriado por aire y agua. Tiene el refrigerante pasando por el tubo exterior, en el que queda expuesto al efecto enfriador del aire, que pasa naturalmente por el exterior de los tubos exteriores, mientras que se hace circular agua por los tubos interiores. En general, el agua entra por los tubos inferiores y sale por la parte superior. De este modo, se obtiene la eficiencia máxima, porque el agua más fría puede eliminar algo de calor del refrigerante en estado líquido, y con ello lo subenfía. Entonces, el agua más caliente todavía puede absorber calor del vapor, ayudando al proceso de condensación.

Cuando la temperatura ambiente es tal, que no se puede tener una temperatura de condensación satisfactoria con un condensador enfriado por aire; cuando el suministro de agua es inadecuado para un uso muy intenso, se puede usar con ventaja un condensador evaporativo. En realidad, hay doble transferencia de calor en esta unidad: el calor del vapor y el serpentín que lo contiene se transmite al agua, que moja la superficie externa del serpentín, y a continuación pasa el aire a medida que el agua se evapora.

3.1.1.2 Condensación

El vapor fluye por la línea de descarga hacia el condensador, donde evacua calor hacia el aire relativamente frío, que el ventilador del condensador hace circular a través del condensador. Cuando el vapor caliente evacúa calor hacia el aire más frío, su temperatura se reduce a la nueva temperatura de saturación, que corresponde a la nueva presión y el vapor se condensa, y vuelve al estado líquido.

Antes de que el refrigerante alcance el fondo del condensador se condensa todo el vapor y luego se subenfía. A continuación, el líquido subenfriado pasa al receptor y queda listo para volver a circular.

3.1.2 Compresor

Es el elemento principal de la instalación y aunque su cometido es diverso, siempre tiene como actividad la compresión del fluido frigorígeno gaseoso o baja presión que procede del evaporador; disminuye su volumen y aumenta su temperatura, hasta una presión superior para que pueda ser condensado y así aprovechar, en el ciclo frigorífico, el intercambio doble de calor entre el evaporador y el condensador.

Los diferentes tipos de compresor pueden ser:

- a. De pistón
- b. Rotativos
- c. Centrífugos

El funcionamiento de compresor es comparable al empleado para inflar las ruedas de una bicicleta. Por un lado, comprime el refrigerante en estado de vapor procedente del evaporador ya calentado, aumenta la temperatura del vapor comprimido y posibilita la circulación del fluido refrigerante a lo largo de todo el ciclo.

El compresor funciona mediante un motor eléctrico. La energía que toma éste se la cede al fluido refrigerante, para comprimirlo. En los equipos partidos, estará en la unidad exterior.

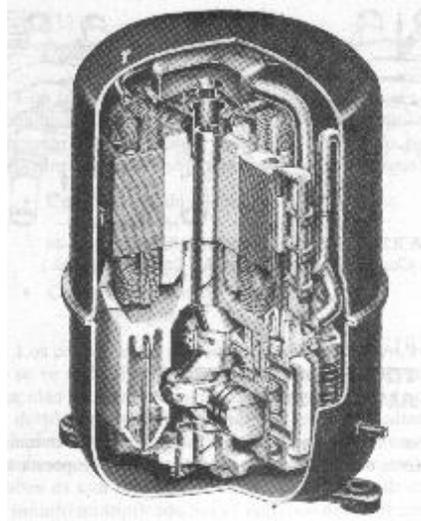
3.1.2.1 Tipos de compresor

3.1.2.1.1 Compresores de pistón

Están basados en la compresión mecánica de un pistón que se mueve dentro de un cilindro. Alternativamente el pistón se desplaza para comprimir el gas. Cuando alcanza la presión deseada, se abre la válvula de escape y el fluido gaseoso sale por la línea de descarga.

Un sistema de válvulas, de admisión y descarga situadas en la parte superior del cilindro, que se abren y se cierran turnándose, admiten el vapor al final de la carrera del pistón o lo descargan en el tramo superior. Los compresores de pistón llevan uno o dos pistones, según la compresión que se precise.

Figura 14. Compresor hermético de pistón

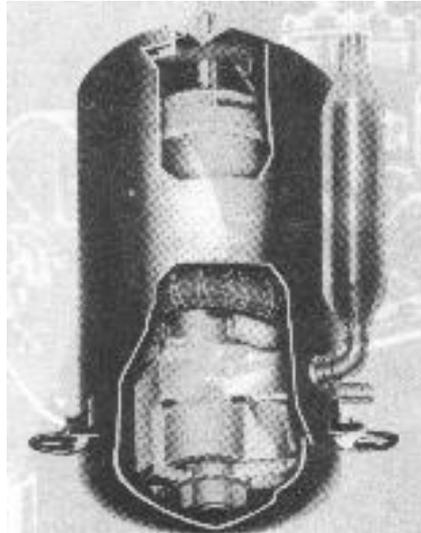


Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 118.

3.1.2.1.2 Compresores rotativos

Establecen su funcionamiento en el giro de un rotor que es excéntrico con relación al estator. El rotor cilíndrico está colocado excéntricamente dentro del hueco tubular del estator. La compresión se realiza gradualmente, mientras la rotación continúa, debido a que el espacio puesto a disposición del gas irá poco a poco disminuyendo y, por lo tanto, su presión aumentará por la progresiva reducción del volumen, que provoca la correspondiente compresión. En el momento en que llega a la abertura de expansión, el gas se descarga.

Figura 15. Compresor rotatorio

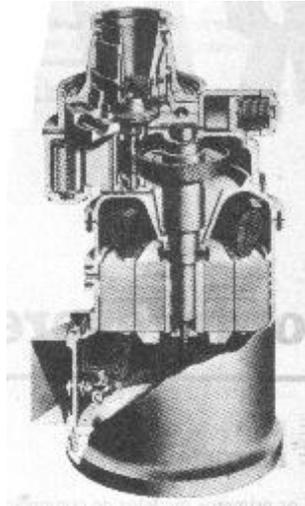


Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 116.

3.1.2.1.3 Compresor centrífugo

Está basado en el giro de una turbina con alabes, que por la fuerza centrífuga, lanza el refrigerante contra una pared que disminuye rápidamente su volumen comprimiendo el gas. Estos compresores se aplican en industrias muy especiales, petroquímicas, empresas farmacéuticas, entre otras, dado que mueven grandes cantidades de refrigerante con unos ratios de compresión muy bajos.

Figura 16. Compresor centrífugo



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 116.

Estos compresores funcionan siempre con derivados halogenados de los hidrocarburos, lo que comercialmente se conoce como freones. El universalmente adaptado es el refrigerante R-22.

En el aire acondicionado, los compresores de mayor uso son los de pistón y rotativos, imponiéndose los dos en los equipos domésticos, de ventanas y consolas, ya que el bajo nivel del ruido los hace especialmente indicados para esta aplicación.

Tanto los compresores de pistón, como los rotativos, están accionados para motores eléctricos, clasificándose en:

- a. Herméticos
- b. Semiherméticos

En las unidades abiertas, el motor de accionamiento es independiente del compresor, y pueden estar enlazados mediante correas o por acoplamiento directo.

En lo que se refiere a los herméticos, el motor y el compresor se encuentran directamente montados en el interior de una carcasa común que los envuelve.

Los semiherméticos o herméticos accesibles tiene una envolvente o tapa atornillada desmontable, que permite tener acceso al motor y al resto de las partes mecánicas móviles para su revisión y reparación.

En los dos casos últimos, el gas frío se encarga de actuar como refrigerante del motor del compresor, ya que los gases fríos que proviene del evaporador a una baja temperatura fluyen, a través del devanado del compresor refrigerándolo.

3.1.2.2 Diseños

Con frecuencia, se dice que el compresor es el corazón de cualquier sistema de refrigeración. En términos generales, los cuatro tipos de compresores se mencionan como sigue:

3.1.2.2.1 Compresores de desplazamiento positivo

Los compresores de desplazamiento positivo se llaman así, debido a que la capacidad máxima es función de la velocidad y del volumen del desplazamiento del cilindro. Como normalmente la velocidad es fija, como 1,750 ó 3,500 revoluciones por minuto para los normales herméticos, el volumen o peso del gas (refrigerante) que se bombea es una relación mecánica del número de carreras por minuto, multiplicado por el volumen de o de los cilindros.

Alternativos: entre los compresores de desplazamiento positivo, los compresores alternativos, mal llamados reciprocantes, han ganado la más amplia aceptación, en tamaños desde caballaje fraccionario hasta los límites de 100 a 150 toneladas. De ese punto en adelante, se pasa a los compresores centrífugos.

Rotativos: el compresor rotatorio se usó principalmente en los tamaños pequeños, de caballaje fraccionario, en refrigeradores. Sin embargo, más recientemente el compresor rotatorio ha adquirido popularidad en el campo de acondicionamiento de aire residencial. El compresor rotatorio no se ha adaptado al servicio comercial de refrigeración, quizá porque en general es ineficiente para bombear contra una presión de descarga muy alta, en especial cuando trabaja a baja presión de succión.

Helicoidales, de tornillo o de gusano: el compresor helicoidal, de gusano o de tornillo también es de tipo de desplazamiento positivo y trabaja en forma satisfactoria en un amplio margen de temperaturas de condensación. Se ha empleado para refrigeración desde aproximadamente 1950. El diseño original fue inventado y patentado en Suecia al principio de la década de 1930.

3.1.2.2.2 Compresores cinéticos

El compresor cinético (centrífugo), a veces se llama turbocompresor; es un miembro de la familia de turbomaquinaria, que comprende ventiladores, hélices y turbinas, en las cuales la fuerza de bombeo depende de la velocidad del impulsor y del momento angular entre el impulsor rotativo y el fluido (refrigerante). Como los flujos son continuos, las turbo máquinas tienen mayores capacidades volumétricas para determinado tamaño, en comparación con las de desplazamiento positivo. Sin embargo, en la actualidad, el diseño y costo de esos compresores no se presta a aplicaciones de menor cuantía (de 50 toneladas a menos). Las máquinas centrífugas comienzan en los límites de 80 a 90 toneladas y van hasta 800 toneladas o más.

Un compresor impulsado por bandas, de tipo abierto, es bastante flexible. Se puede variar su velocidad y, por lo tanto, un solo compresor se puede usar para dos o tres unidades de distinto tamaño. Tan solo cambiando el tamaño de la polea del motor y la holgura de las válvulas del compresor en la mayor parte de los casos el mismo compresor se puede usar, no sólo con motores de distintos tamaños, sino para aplicaciones a temperaturas altas, medias y bajas.

3.1.3 El filtro secador

El filtro secador simplemente es un capacitor conectado con las terminales de una fuente de poder.

El voltaje de corriente directa que producen los rectificadores de semiconductor es pulsante, sea de media onda o de onda completa, según el tipo de circuito rectificador empleado.

A causa de la velocidad de reacción del control del tipo de estado sólido, una onda de 60 o de 120 pulsos por segundo provocaría encendido y apagado rápido de cualquier sistema de control.

Para lograr esto, se usan arreglos de capacitores, resistentes e inductores en varias combinaciones.

3.1.4 Evaporador

El evaporador tiene la función de sustraer el calor sensible y latente del aire aspirado, que consiste en un intercambiador de calor entre el fluido frigorífico y el aire. Están condicionados por el tipo de aplicación y, por consiguiente, pueden ser de ventilación forzada o de ventilación natural o estática.

El evaporador es un cambiador de calor dispuesto para que un medio distinto, para que aire en el presente caso, del fluido frigorífico, ceda calor a éste, y provoque su vaporización o su calentamiento.

Por consiguiente, la evaporación de un líquido o cambio de fase líquido / vapor va acompañada de la absorción del calor del aire. Aquí el evaporador toma calor de su entorno y lo transfiere al fluido frigorífico, en el cual se convierte en calor latente de vaporización, y mantiene en estado de vapor la mayor parte del circuito.

Los evaporadores suelen estar contruidos, por tubos de cobre doblados de una longitud y un diámetro interior determinados. Además se complementan con paneles armados, que llevan aletas de aluminio para una mejor adecuación de la transferencia de calor. Por un extremo, se alimenta, a través de una válvula, del fluido frigorígeno contenido en el recipiente a presión.

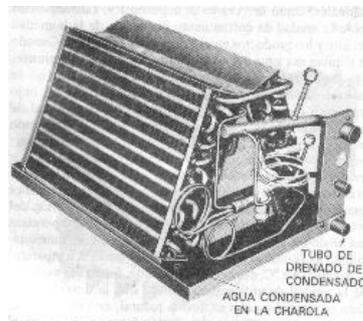
Por el exterior del tubo de cobre y ayudado en su labor por las aletas de aluminio, se distribuye el aire que circula impulsado por un ventilador o simplemente el aire atmosférico. El fluido frigorígeno está a baja temperatura y presión entre 4°C y 10°C .

El evaporador enfría cualquier objeto mediante la evaporación de un fluido. Se compone de unos tubos que llevan unas aletas al exterior, y se asemeja al radiador de un coche.

Por un extremo, se alimenta, a través de una válvula, de fluido refrigerante, según propuestas se usaría refrigerante R-22, contenido en el circuito a presión. Por el exterior del tubo, circula aire movido por la acción del ventilador.

El fluido refrigerante está a una temperatura de $+3^{\circ}\text{C}$, mientras que el aire está a $+25^{\circ}\text{C}$. Debido a esta diferencia de temperatura, el calor pasa al refrigerante, por lo que el aire se enfría. El fluido refrigerante se calienta y vaporiza, transportando la energía que ha robado al aire. Funcionando en refrigeración, el evaporador estará en la unidad interior y la bomba de calor, en la unidad exterior.

Figura 17. Unidad de evaporación con drenado de agua



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Página 60.

3.1.4.1 Tipos de evaporador

Como se describió anteriormente, es la parte del sistema de refrigeración en la que el refrigerante pasa de líquido a vapor mediante el proceso de evaporación. Éste se lleva a cabo cuando el calor del producto o la carga es absorbido por el refrigerante en el evaporador. Los evaporadores pueden ser de tres tipos:

- Tubos desnudos
- Tubos aletados
- Placas

La mayor parte de las vitrinas comerciales, cuartos enfriadores, cajas de enfriamiento o refrigeradores de domésticos emplean el diseño de serpentín de tubos aletados.

3.1.4.2 Evaporación

En el evaporador, el líquido se evapora a una temperatura y presión constante, mientras el calor necesario para el suministro de calor latente de evaporación pasa de las paredes del evaporador hacia el líquido que se evapora. Es decir, que el refrigerante se evapora dentro del evaporador.

Se conoce como la conversión gradual de un líquido en gas, sin que haya ebullición. Las moléculas de cualquier líquido se encuentran en constante movimiento.

La velocidad media (o promedio) de las moléculas sólo depende de la temperatura, pero puede haber moléculas individuales, que se muevan a una velocidad mucho mayor o mucho menor que la media. A temperaturas por debajo del punto de ebullición, es posible que las moléculas individuales que se aproximen a la superficie, con una velocidad superior a la media, tengan suficiente energía para escapar de la superficie y pasar al espacio situado por encima como moléculas de gas.

Como sólo se escapan las moléculas más rápidas, la velocidad media de las demás moléculas disminuye; dado que la temperatura, a su vez, sólo depende de la velocidad media de las moléculas, la temperatura del líquido que queda también disminuye. Es decir que la evaporación es un proceso que enfría; si se pone una gota de agua sobre la piel, se siente frío cuando se evapora.

En el caso de una gota de alcohol, que se evapora con más rapidez que el agua, la sensación de frío es todavía mayor. Si un líquido se evapora en un recipiente cerrado, el espacio situado sobre el líquido se llena rápidamente de vapor, y la evaporación se ve pronto compensada por el proceso opuesto, que es la condensación. Para que la evaporación continúe produciéndose con rapidez, hay que eliminar el vapor tan rápido como se forma. Por este motivo, un líquido se evapora con la máxima rapidez, cuando se crea una corriente de aire sobre su superficie o cuando se extrae el vapor con una bomba de vacío.

3.1.5 Control de flujo de refrigerante

Un componente fundamental e indispensable de todo sistema de refrigeración es el control de flujo, o dispositivo reductor de presión. Sus principales fines son:

- a. Mantener la presión y punto de ebullición adecuados en el evaporador para manejar la carga térmica deseada.
- b. Permitir el flujo del refrigerante hacia el evaporador a la velocidad necesaria para eliminar el calor de la carga.

El dispositivo reductor de presión es uno de los puntos divisores del sistema. El medio principal de controlar el flujo de refrigerante en los primeros años de la refrigeración, era una válvula manual básica. Al conocer su trabajo y su equipo, los primeros operadores en las fábricas de hielo y operaciones semejantes con cargas constantes, sabían cuánto abrir la válvula manual, de acuerdo con el trabajo que se había de hacer.

Sin embargo en las aplicaciones modernas que tienen cargas variables con frecuencia, esto no es práctico, porque el ajuste de la válvula manual se tendría que cambiar de acuerdo con la variación de la carga.

3.1.5.1 Tipos de control de flujo

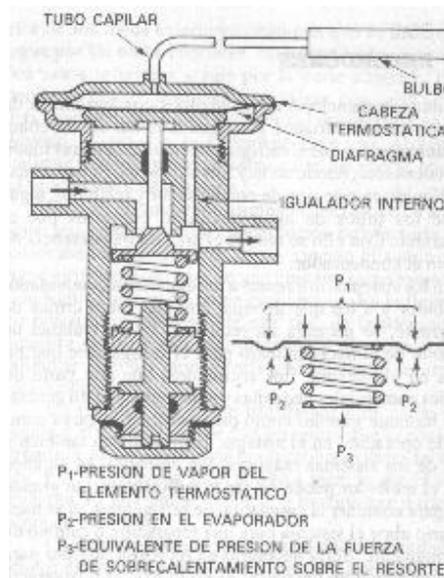
Los principales tipos de control de flujo son:

3.1.5.1.1 Válvula termostática de expansión

Como la válvula automática de expansión, la termostática puede ser de tipo de fuelle o de diafragma. Ambas tienen un conjunto de tubo capilar y bulbo sensor, que transmite a la válvula la temperatura del vapor de succión a la salida del serpentín del evaporador, donde se fija el bulbo sensor.

El objeto básico de la válvula de expansión termostática es mantener un suministro amplio de refrigerante en el evaporador, sin permitir que pase refrigerante líquido al tubo de succión y al compresor. Cuando el dispositivo medidor es una válvula termostática de expansión, su funcionamiento depende del vapor sobrecalentado que sale del evaporador, ya que algo del evaporador sirve para sobrecalentar el vapor hasta unos 2 °C a 4°C sobre la temperatura que corresponde a la presión de evaporación.

Figura 18. Válvula termostática de expansión



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 72.

3.1.5.1.2 Tubo capilar

Es la forma más sencilla de dispositivo de control o medición de refrigerante, y en general es menos costoso. No tiene partes móviles que se gasten o que se necesiten cambiarse, porque en un tubo de pequeño diámetro y de longitud adecuada para la carga de refrigeración que debe manejar.

Este dispositivo de reducción de presión, como cualquier otro, se coloca dentro del condensador y el evaporador, al final de la tubería de líquido.

Sus desventajas son que está sujeto a taponamientos, que necesita de una carga exacta de refrigerante, y que no es tan sensible a los cambios de carga como otros dispositivos de medición.

La superficie de su sección transversal es tan pequeña que sólo, se necesita una partícula diminuta para tapan el capilar, o una pequeña cantidad de humedad para que se congele dentro de el. Se debe instalar un secador y filtro o colador a la entrada del tubo capilar, para evitar la posibilidad de taponamiento.

Figura 19. Tubo capilar



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Página 72.

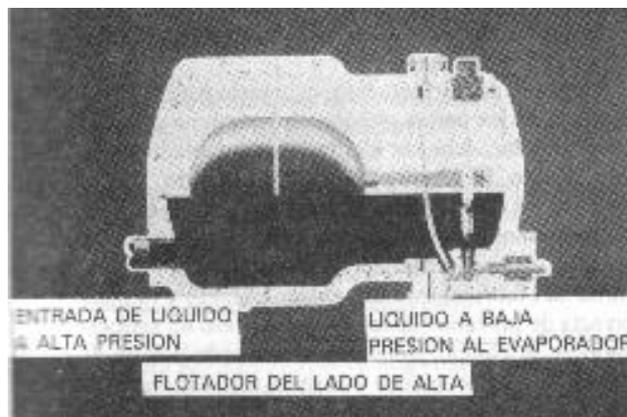
3.1.5.1.3 Flotador de lado de alta

Se coloca en el lado de alta presión del sistema. Puede ser de diseño y construcción vertical u horizontal, y se puede ubicar cerca, ya sea del condensador o del evaporador. Su diseño es tal que, a medida que se llene la cámara del flotador con refrigerante, el flotador sube y eleva la aguja de la válvula, separándola de su asiento. Con esto, pasa el refrigerante, o se mide hacia el lado de baja presión del sistema y del evaporador.

Como el flotador, mediante el mecanismo de pivote, se ajusta para abrir a determinado nivel, sólo queda una pequeña cantidad de líquido en la cámara del flotador del lado de alta.

La mayor parte del refrigerador del sistema está en el evaporador, por lo que la carga del refrigerante en el sistema es crítica, hasta el grado que sólo es deseable tener el refrigerante suficiente, para mantener el nivel adecuado del evaporador inundado, sin que el líquido moje el tubo de succión y el compresor. Si la carga es excesiva, se tendrá inundación, mientras que si hay poca carga, el evaporador le hará falta refrigerante y el sistema será ineficiente.

Figura 20. Flotador del lado de alta



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 73.

3.1.5.1.4 Flotador del lado de baja

Es aquel en el que el flotador está en el evaporador, o en una cámara adyacente al serpentín de enfriamiento, que está inundado y mantiene determinado nivel de líquido dentro del evaporador. Se fabrica de forma similar al flotador de alta presión, excepto que a medida que sube el flotador cierra el flujo refrigerante. El líquido de alta presión está a la entrada de la cámara del flotador. Cuando aumenta la carga en el evaporador, se evapora el líquido y el nivel del mismo, así como sucede en la cámara del flotador.

Cuando aumenta la carga en el evaporador, se evapora líquido y el nivel del mismo, mientras que en la cámara de flotación éste desciende. Al bajar el flotador, jala la aguja separándola de su asiento, y permite que entre más refrigerante, hasta que se alcance el nivel deseado. Si baja la carga, en el evaporador, habrá menos evaporación y el nivel del líquido se mantendrá y el flotador hará que la aguja cierre contra su asiento. De este modo, el flotador del lado de baja presión puede mantener el flujo correcto de refrigerante de acuerdo con a las necesidades, y según la carga variable. Generalmente no puede usar el mismo dispositivo de flotador, si se desea cambiar de refrigerante en el sistema, debido a sus características de operación, porque los refrigerantes tienen diferentes gravedades específicas y cambian otras características. Se necesita tener un flotador con la flotabilidad correcta.

Figura 21. Flotador del lado de baja



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 73.

3.1.5.1.5 La válvula automática de expansión o de presión

Mantiene una presión constante en el serpentín de enfriamiento, mientras el compresor trabaja. En esta válvula de expansión de presión constante, tipo diafragma, la presión del evaporador efectúa el movimiento del diafragma, el cual se fija al conjunto de la aguja.

Es necesaria la estabilidad en el flujo de refrigerante y la evaporación, para que trabaje en forma correcta esta válvula de expansión constante.

3.1.6 Refrigerante

Los refrigerantes son fluidos vitales para los sistemas de refrigeración, tanto del tipo de compresión, como del tipo absorción. Absorben calor del lugar donde no se desea y lo expulsan a cualquier otro lugar. La evaporación o ebullición del refrigerante líquido absorbe el calor que se desprende en la condensación del vapor.

Cualquier sustancia que sufra cambio de fase, pasando de líquido a vapor y viceversa, puede trabajar como refrigerante en los sistemas tipo compresión de vapor. Sin embargo, sólo las sustancias que sufren esos cambios a las temperaturas y presiones útiles tienen valor práctico.

El agua es el refrigerante más eficiente, desde el punto de vista de absorción de calor: 980 Btu por libra de agua evaporada. También se le puede hacer hervir y producir temperaturas de refrigeración hasta de 40°F (4°C), que durante algún tiempo se usó mucho en sistemas grandes de refrigeración, en los que el producto era agua a 4°C para acondicionamiento de aire y procesos. Para comprender cómo se lleva a cabo esto, el lector sólo necesita recordar que un sistema de refrigeración trabaja controlando el punto de ebullición lo suficientemente por debajo de la temperatura de la que se va a sacar el calor, para tener una velocidad deseada de transferencia de calor.

Se puede decir que no hay refrigerante universal. Como la refrigeración mecánica se emplea para diversas temperaturas, algunos refrigerantes son adecuados para alta temperatura, como por ejemplo, la climatización; otros trabajan a menos temperaturas, como los que se usan para almacenamiento de productos, procesos de congelación y aplicaciones donde se necesitan temperaturas aun menores.

La selección de un refrigerante para determinada aplicación depende de propiedades que no se relacionan con su capacidad de eliminar calor, por ejemplo, su toxicidad, inflamabilidad, densidad, viscosidad y disponibilidad. Así la selección de un refrigerante para determinado objeto es un equilibrio entre propiedades contradictorias.

El dióxido de azufre fue y todavía es un refrigerante bastante estable, no explosivo y no inflamable. Tiene un olor extremadamente irritante y desagradable que, si se presentara una fuga en el sistema, se notaría y se localizaría con facilidad.

Para seleccionar y emplear un refrigerante en un proyecto específico y especializado, se deben tener en cuenta las siguientes características:

a. Propiedad químicas

- Inflamabilidad
- Explosividad
- Toxicidad

- Estabilidad

b. Propiedades físicas

- Punto de ebullición
- Punto de congelación
- Volumen específico
- Densidad
- Presión crítica
- Temperatura crítica
- Calor latente de evaporación
- Miscibilidad
- Detección de fugas

3.2 Estudio preliminar para el cálculo de capacidad de un sistema de aire acondicionado

El objetivo fundamental del cálculo de las cargas de enfriamiento es determinar los requisitos que exige el ambiente a acondicionar, con el fin de poder elegir un equipo absorbente calor y humedad, de capacidad y características para proveer el *comodidad* necesario a los ocupantes del local.

Las fuentes de calor, que normalmente existen en un espacio determinado, son las siguientes:

- a. Transmisión de calor a través de paredes, puertas, ventanas, techos, cielos falsos, pisos y divisiones intermedias.
- b. Calor producido por efectos solares, puede presentarse en dos formas.
 - Puede ser transmitido por radiación a través de ventanas y absorbido en el interior del ambiente por superficies y mobiliario.
 - Puede ser absorbido por paredes o techos expuestos a los rayos solares y transferidos al interior del local.
- c. Calor y humedad introducidos con la infiltración del aire al local.
- d. Carga de calor sensible y latente de los ocupantes del local.
- e. Carga del calor de los equipos de cómputo, aparatos eléctricos, entre otros.

3.3 Psicrometría

Son todos aquellos procedimientos relacionados con la medida del contenido en vapor de agua existente en el aire, sea cual sea su estado (comprimido o no), aunque en una expresión general, la psicrometría puede referirse a cualquier gas.

Se puede considerar que en cada metro cúbico de aire coexisten, estrechamente mezclados y compenetrados, un metro cúbico de aire seco y un metro cúbico de vapor de agua; dicha mezcla cumple las leyes de Dalton relativas a los gases perfectos o ideales.

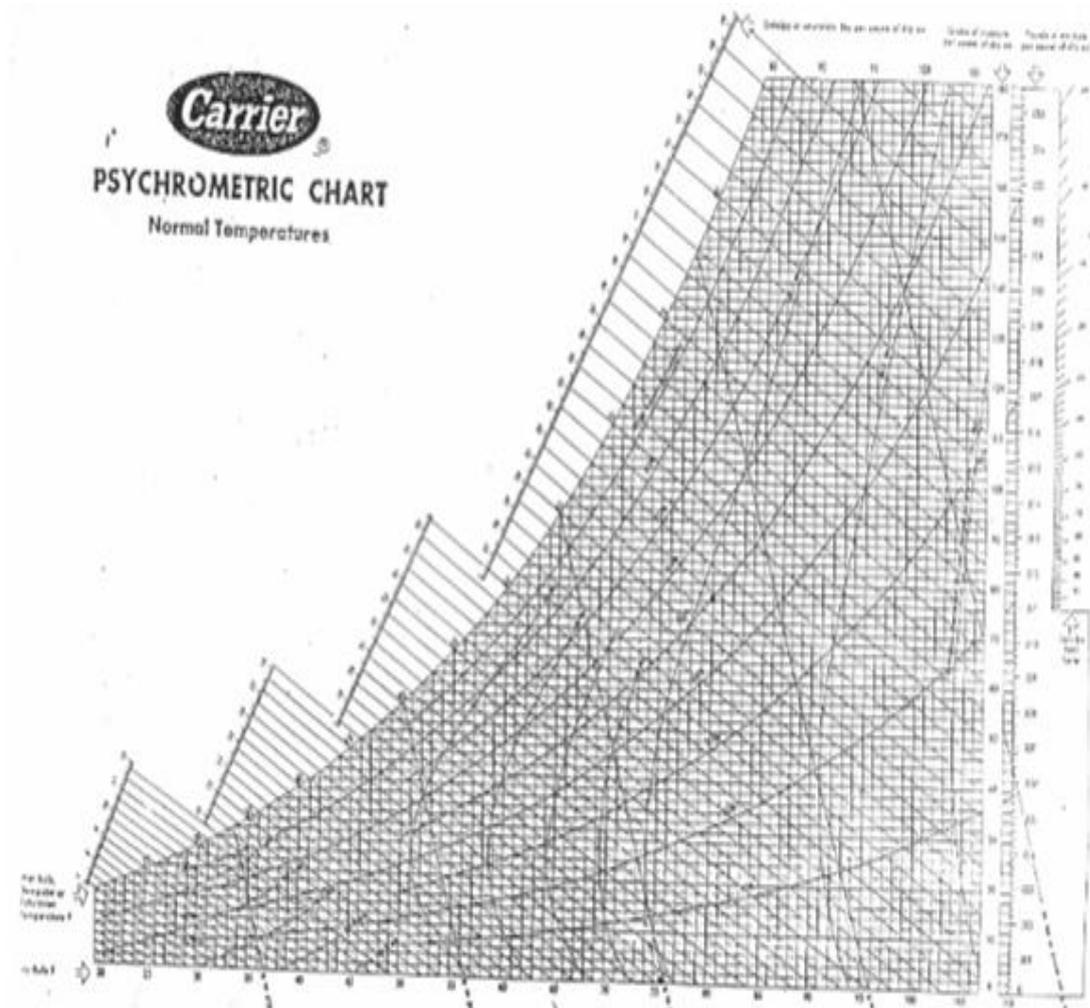
Ahora bien, la cantidad de vapor de agua abarcado, en la unidad de volumen de aire, depende por lo general de la temperatura y del grado de saturación. Bajo las condiciones normales del aire, el peso del vapor acuoso por unidad de volumen es independiente al de la presión barométrica. El peso del vapor de agua, saturado por unidad de volumen en presencia del aire, es sustancialmente igual al del vapor de agua saturado a la misma temperatura fuera de la presencia del aire.

3.3.1 Carta psicrométrica

La carta psicrométrica es probablemente el mejor modo de mostrar lo que le sucede al aire y al vapor de agua, cuando cambian estas propiedades físicas. La carta es publicada por ASHRAE es comúnmente usada en la industria. Para algunos productos, se han desarrollado sus propias cartas, las cuales varían únicamente en estilo y construcción, pero las relaciones con las propiedades del aire son las mismas.

Para hacer estas cartas, todo lo que se hace es arrancar con la escala de temperatura ordinaria, llamada temperatura de bulbo seco, luego se extiende la escala del termómetro.

Figura 22. Carta psicrométrica



Fuente: Carrier, psychrometric chart.

3.3.2 Principios de flujo de aire

La fuente de calor para el sistema del aire acondicionado es el aire que pasa por el serpentín evaporador o de enfriamiento. Para lograrlo, se debe tener un método para impulsar el aire desde el recinto que se va a acondicionar hasta la unidad de acondicionamiento de aire, para su tratamiento específico, y para regresarlo al recinto acondicionado.

Este sistema consta de ductos o tubos para conducir el aire, sopladores que suministran la potencia para moverlo, registros y parrillas para distribuirlo por el recinto acondicionado; el sistema debe ser silencioso, para que distribuya el aire sin corrientes incómodas, pero al mismo tiempo tener la cantidad correcta de aire para mantener las condiciones deseadas en el recinto ocupado.

La resistencia al movimiento del aire, en un sistema de ductos, tiene varias causas, primero la fricción del aire al moverse sobre las paredes del ducto, aun en un ducto recto. El aire no fluye de un modo parejo, se mueve en forma de flujo turbulento, es decir de constante agitación. Los ductos flexibles, metálicos y de fibra de vidrio tienen efectos de fricción algo diferentes entre sí. Las restricciones o cambios en la sección del ducto exigen también más presión para aumentar la velocidad del aire, y así mantener el volumen del aire igual.

Se necesita un empuje adicional para hacer que el aire cambie de dirección en un codo de 90° . La presión total requerida, para mover una determinada cantidad de aire a través de un ducto, está compuesto de dos elementos.

La presión estática, que es la presión ejercida por el aire contra las paredes del ducto en todas las direcciones, se puede interpretar como una presión que trata de inflar un ducto. Puede ser positiva en el lado de descarga del ventilador o negativa en el lado de sección.

La presión de velocidad es la presión debida al flujo, y se puede interpretar como el empuje o el impacto necesario para desplazar el aire. La presión total es la suma de las presiones estáticas y de velocidad en el punto en que se mida. Para ilustrar esto, se usa un manómetro de tubo en U.

3.4 Comprobación de equipo y del aire acondicionado

La única prueba de operación correcta es tener la unidad de aire acondicionado, que dé las condiciones deseadas de comodidad al menor costo de operación. Esto quiere decir que se debe tener la cantidad correcta de aire, pasando por el serpentín de expansión seca y que el sistema de refrigeración debe trabajar con su eficiencia máxima.

Una unidad de aire acondicionado sólo transfiere calor de un lugar y lo lleva en otro mediante el cambio de estado de un refrigerante. La carga del serpentín debe ser la correcta, según la temperatura y el contenido de humedad de aire que se va a enfriar.

El sistema de refrigeración debe ser capaz de transmitir la cantidad deseada de calor al igual que elimine todo el calor agregado que entra con la electricidad consumida. Cada componente, al igual que la cantidad de refrigerante, debe estar correcta y funcionar en forma adecuada. Se debe obtener información específica cuando se ponga en marcha la unidad, cuando se revise, y para determinar si el sistema trabaja con su eficiencia máxima.

3.4.1 Presurización con nitrógeno y detección de fugas

Las fugas de nitrógeno en un condensador enfriado por agua se pueden confirmar empleando papel tornasol, o de medición de PH, sumergido en el agua de salida del condensador. Las fugas, en el resto del sistema, se pueden localizar con el empleo de una bujía de azufre que, cuando se enciende, produce una nube blanca de humo.

A la inversa, los escapes en un sistema que use dióxido de azufre como refrigerante se localizan empleando un trapo mojado con una solución de amoníaco y agua a un 25% aproximado de concentración. Se formará una nube de humo blanco cuando el trapo se acerque al escape.

3.4.2 Evacuación

La evacuación correcta de una unidad eliminará los desechos no condensables (principalmente aire, agua y gases inertes) y asegurará un sistema hermético y seco antes de la carga. Hay dos métodos para evacuar un sistema:

- De evacuación triple.
- De alto vacío

Cada uno tiene sus ventajas y desventajas. La selección depende de varios factores: tipo de bomba de vacío disponible, tiempo del que se dispone para hacer el trabajo, y si hay agua líquida en el sistema.

En un trabajo de refrigeración, especialmente en aquellos sistemas que trabajan a presiones de succión muy bajas, es recomendable utilizar el método de alto vacío. En los sistemas de refrigeración a mayor temperatura, y en aire acondicionado, se practica la evacuación triple.

Las herramientas necesarias para evacuar un sistema dependen del método que se use; para el método de alto vacío, se necesita una buena bomba de vacío y un manómetro compuesto.

3.4.3 Carga de refrigerante

La cantidad de refrigerante que se debe poner en el sistema como carga inicial o como recarga depende del tamaño del equipo y de la cantidad de refrigerante que debe circular. En los sistemas muy grandes, se acostumbra a pesar la carga, colocando el cilindro o tambor del refrigerante en una báscula adecuada y observando la reducción de su peso. Este método es adecuado para sistemas que tienen recibidores o con volúmenes de condensador lo suficientemente amplios para poder admitir una ligera sobrecarga.

En los sistemas más pequeños, y en especial cuando son unidades de paquete autocontenidas sin recibidores, la carga del refrigerante en el sistema, debe ser medida en onzas y no debe ser en libras. En este caso, se recomienda un cilindro cargador.

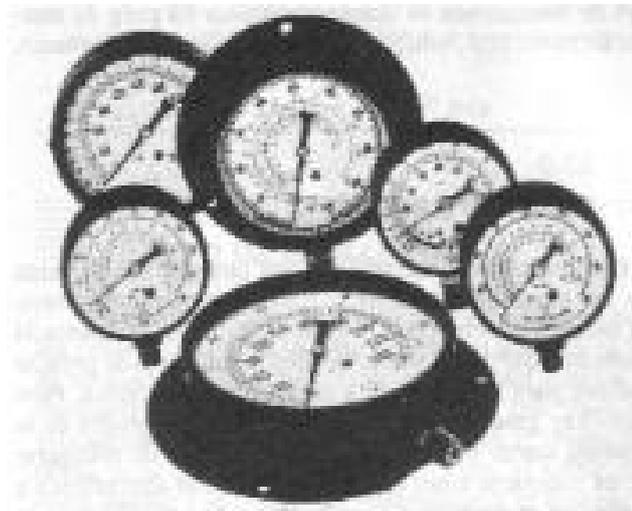
3.4.4 Mediciones de presión

Las mediciones de temperatura se llevan a cabo, generalmente, fuera del sistema cuando éste se encuentra trabajando. Sin embargo, es necesario conocer lo que sucede dentro del sistema, lo cual se conoce principalmente a través de mediciones de presión.

El cabezal de manómetros permite comprobar las presiones de funcionamiento del sistema, que agrega o quita refrigerante, que agrega aceite, que purga no condensables, que omite el paso por el compresor, analice las condiciones del sistema y lleve a cabo muchas otras operaciones sin remplazar los manómetros, ni tratar de manejar las conexiones de servicios en lugares inaccesibles.

Se necesitan las mismas mediciones de presión que en las unidades de bomba térmica, en la succión y en la descarga, para poder analizar los problemas en forma adecuada. Además, se necesita una tercera indicación de presión, la cual es la del tubo de vapor entre el serpentín exterior y la válvula reversible.

Figura 23. Manómetros



Fuente: Hall Hispanoamericana, S. A. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Página 27.

3.4.5 Mediciones de corriente eléctrica

Para la medición de la corriente eléctrica, se necesitan instrumentos que miden magnitudes eléctricas, como intensidad de corriente carga, potencial, energía, resistencia eléctrica, capacidad e inductancia. El resultado de estas medidas se expresa normalmente en una unidad eléctrica estándar: amperios, culombios, voltios, julios, ohmios, faradios o henrios. Dado que todas las formas de la materia presentan una o más características eléctricas, es posible tomar mediciones eléctricas de un elevado número de fuentes.

Las magnitudes eléctricas no se pueden medir por observación directa y por eso se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, uno de los primeros instrumentos de medida que se inventó, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina, por la que circula una corriente eléctrica produce una desviación de la bobina. Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente, se utiliza una escala calibrada para medir la intensidad de la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento provocado por una resistencia conductora son algunas de las propiedades de la electricidad utilizadas, para obtener mediciones analógicas.

Para garantizar la uniformidad y la precisión de las medidas de los medidores eléctricos, se calibran de acuerdo con los patrones de medida aceptados para una determinada unidad eléctrica, como el ohmio, el amperio, el voltio o el vatio.

Los patrones principales del ohmio y el amperio se basan en definiciones de estas unidades aceptadas a nivel internacional y basadas en la masa, la longitud del conductor y el tiempo. Las técnicas de medición que utilizan estas unidades básicas son precisas y reproducibles. Por ejemplo, las medidas absolutas de amperios implican la utilización de una especie de balanza que mide la fuerza que se produce entre un conjunto de bobinas fijas y una bobina móvil. Estas mediciones absolutas de intensidad de corriente y diferencia de potencial tienen su aplicación principal en el laboratorio, mientras que en la mayoría de los casos se utilizan medidas relativas. Todos los medidores que se describen en los párrafos siguientes permiten hacer lecturas relativas.

3.4.5.1 Galvanómetros

Los galvanómetros son los instrumentos principales para detectar el paso de una corriente eléctrica y para medir su intensidad. El mecanismo del galvanómetro está diseñado de manera que un imán permanente o un electroimán produce un campo magnético, que genera una fuerza en una bobina cercana al imán, cuando por ésta circula una corriente eléctrica. El elemento móvil puede ser el imán o la bobina. La fuerza inclina el elemento móvil en un grado proporcional a la intensidad de la corriente.

En los galvanómetros de imán móvil, se aprovecha el par de fuerzas que ejerce la corriente estudiada sobre un pequeño imán móvil. En los galvanómetros de cuadro móvil, se utiliza la acción de un imán fijo sobre una bobina móvil recorrida por una corriente desconocida.

Un ejemplo de galvanómetro de cuadro móvil es el galvanómetro de inclinación de D'Arsonval. En este galvanómetro, la corriente que se trata de medir circula por una bobina formada por varias espiras de alambre muy fino, que puede girar en el campo de un imán por estar suspendida de un alambre muy delgado. Cuando una corriente eléctrica circula por esta bobina experimenta la acción de un par de fuerzas proporcional a la corriente. Este par hace girar la bobina hasta que se equilibra por el par recuperador, que es proporcionado por el alambre al retorcerse. El ángulo de giro se mide por la desviación experimentada por un haz luminoso que incide sobre un pequeño espejo unido a la bobina móvil y que es reflejado hacia un dial.

Los galvanómetros tienen denominaciones distintas según la magnitud de la corriente que pueden medir.

3.4.5.2 Amperímetros

Para que un galvanómetro funcione como amperímetro, hay que tener en cuenta que por el fino hilo de la bobina de un galvanómetro sólo puede circular una intensidad de corriente pequeña. Si hay que medir intensidades mayores, se acopla una derivación de baja resistencia, denominada *shunt*, a los terminales del medidor. La mayor parte de la corriente pasa por la resistencia de la derivación, pero la pequeña cantidad que fluye por el medidor sigue siendo proporcional a la intensidad total. Al utilizar esta proporcionalidad, el galvanómetro se puede emplear para medir intensidades de varios cientos de amperios.

Un micro amperímetro está calibrado en millonésimas de amperio y un miliamperímetro en milésimas de amperio.

Los galvanómetros convencionales no se pueden emplear para medir corrientes alternas, porque las oscilaciones de la corriente producirían una inclinación en las dos direcciones.

El galvanómetro de resonancia es un galvanómetro de cuadro móvil, que se utiliza para detectar y medir corrientes alternas muy débiles. Las características del aparato se eligen de manera que el cuadro móvil tenga un periodo de oscilación, igual al de la corriente estudiada para que el galvanómetro entre en resonancia con la corriente.

3.4.5.3 Medidores de termopar

Para medir corrientes alternas de alta frecuencia, se utilizan medidores que dependen del efecto calorífico de la corriente. En los medidores de termopar, se hace pasar la corriente por un hilo fino que calienta la unión del termopar. La electricidad generada por el termopar se mide con un galvanómetro convencional. En los medidores de hilo incandescente, la corriente pasa por un hilo fino que se calienta y se estira. El hilo está unido a un puntero móvil que se desplaza por una escala calibrada en amperios.

3.4.5.4 Medición de voltaje

El instrumento más utilizado para medir la diferencia de potencial (voltaje) es un galvanómetro, que cuenta con una gran resistencia unida en serie a la bobina. Cuando se conecta un medidor de este tipo a una batería o a dos puntos de un circuito eléctrico, entre los que existe una diferencia de potencial, circula una cantidad reducida de corriente (limitada por la resistencia en serie) a través del medidor. La corriente es proporcional al voltaje, que se puede medir si el galvanómetro se calibra para ello.

Cuando se usa el tipo adecuado de resistencias en serie, un galvanómetro sirve para medir niveles muy distintos de voltajes. El instrumento más preciso para medir una fuerza electromotriz es el potenciómetro, que mide esta magnitud al compararla con una fuerza electromotriz variable y de valor conocido, opuesta a la que se quiere medir.

Para medir voltajes de corriente alterna, se utilizan medidores de alterna con alta resistencia interior, o medidores similares con una fuerte resistencia en serie.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Los demás métodos de medición del voltaje utilizan tubos de vacío y circuitos electrónicos, los cuales resultan muy útiles para hacer mediciones a altas frecuencias. Un dispositivo de este tipo es el voltímetro de tubo de vacío. En la forma más simple de este tipo de voltímetro, se rectifica una corriente alterna en un tubo de diodo y se mide la corriente rectificada con un galvanómetro convencional. Otros voltímetros de este tipo utilizan las características amplificadoras de los tubos de vacío para medir voltajes muy bajos.

4. INCORPORACIÓN DEL SISTEMA CLIMÁTICO

4.1 Estudio del aire acondicionado

Para este proyecto de aire acondicionado, se usó el método de *JENNINGS-LEWIS*, que sirve para el cálculo de suministro de aire acondicionado, que se inyectará al ambiente de la Escuela Mecánica Industrial.

Este método consiste en que el acondicionador de aire o clima, toma aire del interior de un ambiente pasándolo por tubos que están a baja temperatura; éstos están enfriados por medio de un líquido, que a su vez se enfría por medio del condensador, parte del aire se devuelve a una temperatura menor y otra parte sale expulsado por el panel trasero del aparato; el termómetro ésta en el panel frontal para que cuando pase el aire calcule la temperatura a la que está el ambiente dentro de la recámara, y así regular el enfriamiento cuanto debe trabajar el compresor y el condensador.

La refrigeración es un proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado y se mantiene esta temperatura baja, con el fin de conseguir un ambiente agradable.

Esto es lo que se pretende en la Escuela, ya que la refrigeración evita el crecimiento de bacterias e impide algunas reacciones químicas no deseadas, que pueden tener lugar a temperatura ambiente.

El uso de hielo de origen natural o artificial como refrigerante estaba muy extendido hasta poco antes de la I Guerra Mundial, cuando aparecieron los refrigeradores mecánicos y eléctricos. La eficacia del hielo como refrigerante es debida a que tiene una temperatura de fusión de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y para fundirse tiene que absorber una cantidad de calor equivalente a $333,1\text{ kJ/kg}$.

El dióxido de carbono sólido, conocido como hielo seco o nieve carbónica, también se usa como refrigerante. La transmisión de calor, a través de paredes, se obtiene del selector de condiciones de aire.

4.2 Diseño de la red eléctrica

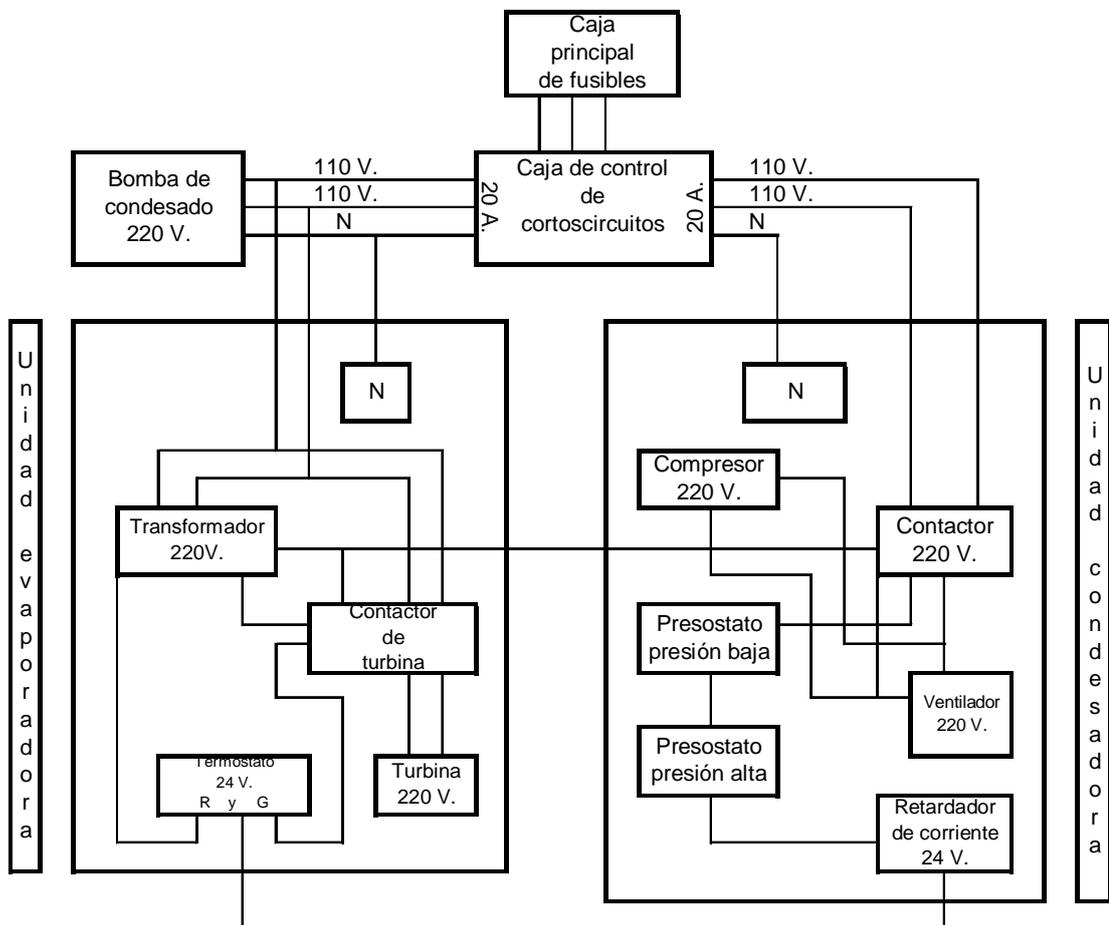
La potencia de la alimentación eléctrica debe ser la suma de la potencia del aparato de aire acondicionado con la de las demás instalaciones eléctricas a funcionar simultáneamente. Si la potencia contratada fuera insuficiente, se debe ampliar el suministro eléctrico.

Si la tensión de alimentación llegara por debajo de su valor nominal de manera que hiciera difícil la puesta en marcha del acondicionador, se debe solicitar a la compañía suministradora de la electricidad que eleve el valor de la tensión.

En la Escuela se sugiere conectar el acondicionador a la alimentación eléctrica mediante una línea directa protegida con un interruptor automático de intensidad nominal, de acuerdo con las especificadas en la placa de características, y no se debe prolongar el cable de conexión.

La instalación eléctrica se alimentará correctamente, de acuerdo con la normativa vigente para que el acondicionador pueda funcionar de forma segura y a pleno rendimiento. Procuran de que el cable de alimentación sea lo más corto posible. Se deben instalar los interruptores, automático y diferencial, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión y la normativa e instrucciones de la compañía suministradora de la electricidad.

Figura 24. Diseño de la red eléctrica para la Escuela Mecánica Industrial



4.2.1 Retardador de arranque

La pérdida de función de un capacitador de arranque en el circuito de arranque del motor del compresor, tipo arranque por capacitor y marcha por capacitor, ocasiona la pérdida de la diferencia eléctrica entre los devanados de arranque y marcha del motor.

Como consecuencia, el motor no producirá la rotación deseada ni arrancará. El consumo de corriente permanece alto por falta de la fuerza contraelectromotriz que produce la rotación del motor. El paso continuado de esta alta corriente hace que se sobrecargue el compresor y se abran los cortes principales por sobrecarga. Sin estos dispositivos, el motor de compresor se sobrecalentará con rapidez y se quemará. Debido a la construcción del capacitor de arranque, ya que está diseñado para permanecer en el circuito durante un tiempo muy corto, la unidad se enciende y apaga en ciclos cortos, o se amarra, o bien, si no abren los cortes del revelador de arranque, el capacitor de arranque se calienta con rapidez y se rompe.

Teóricamente la ventilación para alivio de presión en la parte superior del capacitor está allí para romperse y aliviar la presión del vapor que se desarrolla. A veces explota la envoltura del capacitor, se aterrizan sus terminales y se quema el devanado del arranque del motor.

Los capacitares, tanto de arranque como de marcha, se pueden probar fácilmente empleando un óhmetro; los capacitores en realidad son tanques de almacenamiento eléctrico. Éste debe tener una resistencia de drenado entre sus terminales; este drenado evita que se quemem los contactos del revelador de arranque cuando la unidad se para y cierran los contactos y el capacitor entra de nuevo al circuito.

4.2.2 Control de temperatura

Existen dos aplicaciones básicas de los termostatos, el control para calefacción como enfriamiento del recinto ocupado, y el control del sistema auxiliar de calor cuando se usan otras formas de calor.

El termostato de recinto lleva a cabo las siguientes funciones:

- a. Desconectar por completo el sistema
- b. Conectar el sistema sólo para enfriar
- c. Conectar el sistema sólo para calefacción
- d. Sistemas con dos etapas de calor
- e. Conectar el sistema en cambio automático
- f. Conectar el sistema con calor de emergencia
- g. Circular aire en los recintos
- h. Indicar el problema

4.2.3 Interruptor térmico

Todos los circuitos eléctricos consisten en una fuente de poder, carga y conductores para transmitir la corriente de la fuente a la carga, y contactos de control para operación encendido apagado o algún cambio característico, que logre el funcionamiento necesario.

La falta de corriente a una unidad no siempre se debe a la falla de alguna parte en especial. Antes de quitar cualquier parte o conductor, se debe revisar la fuente de poder. Muchas veces el problema solamente es el interruptor que está abierto, aunque al cerrar no siempre se tendrá corriente eléctrica. Esta revisión se hace para asegurarse de que se dispone de corriente en el lado de la carga del interruptor.

Se recomienda usar un voltímetro con la escala correcta de voltaje, para lo que se va a medir y para determinar si se cierran ambos contactos del control.

4.2.4 Controles de presión

Los controles de alta o baja presión, para regular la operación del sistema y del compresor, utilizan un diafragma para detectar la presión del refrigerante y reaccionar según sea el caso, a través de un mecanismo interruptor para detener la operación si existen condiciones anormales. Los controles de corte de alta presión generalmente pueden ser reconectados manualmente para que el sistema pueda ser operado de nuevo.

Esto previene contra casos de paradas y arranques seguidos, que pueden causar sobrecalentamiento del compresor y posibles daños.

Los controles de presión pueden ser usados también en compresores grandes, para detectar el aumento de la presión del aceite. Estos controles están equipados con un mecanismo retardador y si no levantan una presión normal dentro de este período, el controlador parará el compresor, antes de que pueda ocurrir algún daño por falta de lubricación.

Los reguladores de presión estática también son controladores para aire, usados en sistemas grandes para medir la presión estática y mantenerla constante en el sistema, a través de las señales enviadas a un circuito eléctrico, que controla el motor del *damp*er del aire.

4.3 Diseño de cargas

El objetivo fundamental del diseño de cargas de enfriamiento es determinar los requisitos del local, que exige el local a condicionar, con el fin de poder elegir un equipo absorbente del calor y humedad, de capacidad y características, para proveer la comodidad necesaria a los ocupantes del local.

A continuación, se describen los factores que producen cargas.

Tabla I. Categorías para el diseño de cargas

Núm.	Categoría	Tamaño	Factor	Temperatura exterior °F	Carga (btu / h)	
1	Ventanas expuestas al sol (se usa únicamente ventana con la orientación que produzca la mayor carga)	LAT.N LAT.S S N,E SO NO 0 NO, SE EN, SO	102 *PC PC PC PC	32.2 35.0 37.8 40.6 43.3 C 90 95 100 105 110 F 42 45 50 55 60 77 80 85 90 95 =	Qs QI N/A	
2	Otras ventanas no incluidas en la categoría 1	LAT.N.	102	PC	20 25 30 40 45 = 2,040	
3	Paredes expuestas al sol (Considere solamente la pared con igual orientación que la ventana en categoría 1)	LAT.S. Construcción liviana Construcción maciza 12" de grueso	75 PL **PL	60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 =	N/A	
4	Paredes exteriores no incluidas en la categoría 3	LAT N,E,O	240	PL	25 35 45 55 65 = N/A	
5	Paredes interiores (Si el espacio adyacente no está acondicionado)			PL	20 30 40 50 60 = N/A	
6	Techo (se escoge el tipo de techo que mejor describa la habitación)	Habitación no acondicionada arriba Copa desván: sin aislar aislada 2" Horizontal con cielo raso sin aislar Aislada 2" Concreto sin aislar	1940 PC PC PC PC PC	1 3 5 7 9 8 10 13 15 17 3 3 4 4 5 7 8 9 10 11 = 3 3 4 4 5 14 16 18 20 22	9,700	
7	Piso (Espacio debajo no acondicionado, no incluir pisos const. sobre el suelo o sótano)			PC	2 3 5 7 9	
8	Personas	Incluye ventilación, considerando el Qs metabólico	76		Qs 245 = 18,620 QI 205 = 15,580	
9	Luces y aparatos eléctricos en funcionamiento	4,000 vatios	3.4		= 13600	
10	Puertas que se mantienen normalmente abiertas		1	3 PL	Qs 80 240 275 170 350 = 510	
* PC = Pie cuadrado				Calor sensible total		44,200
** PL = Pie lineal				Calor latente total		16,090

Tabla II. Factores que producen cargas

Núm.	Partida productora de carga	Btu / h	
		Qs.	Ql.
1	Paredes y cargas	2,040	
2	Luces y aparatos eléctricos	13,600	
3	Puertas abiertas normalmente	240	510
4	Qs metabólico	18,620	15,580
5	Techo	9,700	
	Carga total del calor sensible	44,200	16,090

El cálculo de aire acondicionado, para la Escuela Mecánica Industrial, es el siguiente:

$$\text{SHR} = \text{Qs} / (\text{Qs} + \text{QL})$$

En donde:

SHR = Factor del calor sensible

Qs = Carga total de calor sensible

QL = Carga total de calor latente

W = Aire suministrado al local

Cp = Calor específico del aire húmedo (=0.2244) (Btu / lb/ °F)

tr = Temperatura que se va a mantener en el espacio interior (°F bulbo seco)

vs = Volumen de aire de suministro por libra de aire seco (p^3 / min)

CFMs = Volumen de aire de suministro (p^3 / min)

ts = Temperatura de suministro

Con esta fórmula, se encuentra el factor de calor sensible, que servirá para leer en la carta psicrométrica, la temperatura de suministro (ts).

$$\text{SHR} = 44,200 / (44,200 + 16,090)$$

$$\text{SHR} = 0.73$$

Cálculos para encontrar la cantidad mínima de aire a suministrar (W) al local:

$$\mathbf{W} = \mathbf{Qs(total) / 0.2244(tr-ts)}$$

$$\mathbf{W} = 44,200 / 0.2244 (75 . 59.7)$$

$$\mathbf{W} = 12,874 \text{ lbs. de aire seco / hora}$$

Cálculos para encontrar el suministro del volumen de aire por minuto, al local, utilizando $vs = 16.06 p^3 / \text{lb}$ (leído de la carta psicrométrica) a 59.7°F (15.4°C).

$$\mathbf{CFMs} = \mathbf{W(1 / 60)vs}$$

$$\text{CFMs} = 12,874 (1 / 60) (16.06)$$

$$\text{CFMs} = 3,446 \text{ p}^3 / \text{lb.}$$

Cálculo para encontrar el volumen de aire de suministro al equipo (CFMoa), debido a las personas.

$$\text{CFMoa} = \text{CFM} / \text{persona} * \text{número de personas}$$

$$\text{CFMoa} = 15 * 76$$

$$\text{CFMoa} = 1,140 \text{ p}^3 / \text{min.}$$

En donde CFM es el volumen del aire por minuto, que debe tener cada persona.

Para el valle de Guatemala, se toma una temperatura de bulbo seco de 83 °F (28.33 ° C) y bulbo húmedo 69 °F (20.56 ° C) (fuente: ASHRAE). Se utilizaron los datos de ASHRAE, debido a que las del INSIVUMEH son un promedio y no proporcionan un indicativo de las condiciones máximas que pudieran darse.

Con los datos anteriores, se obtuvo de la carta psicrométrica HR = 52.5 % (porcentaje de voa = 16.89 p³ /lb.)

Cálculos para encontrar el total de aire a suministrar al equipo (Woa)

$$\text{Woa} = \text{CFMoa}(60) / \text{voa}$$

$$\mathbf{Woa} = 1,140 * 60 / 16.89$$

$$\mathbf{Woa} = 4,050 \text{ lbs. de aire seco / hora.}$$

Es un cálculo para encontrar el aire reciclado suministrado al equipo (WR) y el volumen del aire reciclado suministrado al equipo (CFMR), utilizando el valor de $v_r = 16.56 \text{ p}^3 / \text{lb}$, leído de la carta psicrométrica con $t_r = 75 \text{ }^\circ \text{F}$ ($23.9 \text{ }^\circ \text{C}$).

$$\mathbf{Wr} = Ws \ddot{E} Woa$$

$$\mathbf{Wr} = 12,874 . 4,050$$

$$\mathbf{Wr} = 8,824 \text{ lb / hr}$$

$$\mathbf{CFMR} = \mathbf{WR(1/60)VR}$$

$$\mathbf{CFMR} = 8,824 * (1/60) * 16.56$$

$$\mathbf{CFMR} = 2,435 \text{ p}^3 / \text{min.}$$

Cálculo para encontrar la temperatura de la mezcla del aire del retorno con el aire de suministro al equipo (t_m):

$$\mathbf{tm} = (\mathbf{Woa} * (\mathbf{toA}) + \mathbf{WR} * (\mathbf{tR})) / \mathbf{W}$$

$$\mathbf{tm} = (4,050 * 83 + 8,824 * 75) / 12,874$$

$$\mathbf{tm} = 76 \text{ }^\circ \text{F}$$

el cálculo de la humedad específica y la temperatura de bulbo húmedo del aire necesario, para satisfacer las condiciones del diseño utilizando $WR = 85.4 \text{ gr / lb de aire seco y hr} = 31.45 \text{ Btu / lb de aire seco}$.

$$16,090 = 12,874(85.4 \cdot \mathbf{Ws})(4,050 / 7,000)$$

$$\mathbf{Ws} = 83.24 \text{ gr / lb de aire seco.}$$

De la carta psicométrica para $81.64 \text{ gr / lb de aire seco}$ y una temperatura de 59.7 °F (15.39 °C) bulbo seco, el correspondiente valor de la entalpía es de $26.9 \text{ Btu / lb de aire seco}$.

Debido a que el aire necesario para la ventilación es de $1,140 \text{ p}^3 / \text{min}$ a 83 °F (28.33 °C) bulbo seco y 69 °F (20.56 °C) bulbo húmedo y $VOA = 16.89 \text{ p}^3 / \text{lb}$, entonces:

$$\mathbf{Wvent} = 1,140 * 60 / 16.89$$

$$\mathbf{Wvent} = 4,050 \text{ lb / hora}$$

$$\mathbf{hoA} = 36.6 \cdot 0.2$$

$$\mathbf{hoA} = 36.40$$

$$\mathbf{WoA} = 106\text{gr} / \text{lb de aire seco}$$

La carga de enfriamiento del aire de ventilación es:

$$W_{vent} (\text{hoA } \ddot{\text{E}} \text{ hs}) = 4,050 * (36.4 \cdot 26.9)$$

$$W_{vent} (\text{hoA } \ddot{\text{E}} \text{ hs}) = 38,475 \text{ Btu / h}$$

La carga del enfriamiento del aire reciclado es:

$$W_{recirc} (\text{hR } \ddot{\text{E}} \text{ hs}) = (12,874 \cdot 4,050) * (31.45 \cdot 26.9)$$

$$W_{recirc} (\text{hR } \ddot{\text{E}} \text{ hs}) = 40,149 \text{ Btu / h}$$

Por lo tanto, la refrigeración absorbida por los serpentines es:

$$((38,475 + 40,149) \text{ Btu / h}) / (12,000 \text{ Btu / h}) = 6.55 \text{ toneladas}$$

Se recomienda usar 7.0 toneladas, ya que una tonelada es igual a 12,000 Btu / h.

4.4 Valor agregado del equipo

Las siguientes características hacen del equipo un valor agregado:

- a. El equipo no necesita de un cuarto de máquinas
- b. No se altera el aspecto arquitectónico de la Escuela Mecánica Industrial.

- c. El mantenimiento se puede hacer por separado en las unidades, por lo que no es necesario parar el sistema.
- d. El voltaje es operativo, para que el equipo pueda ser instalado en la Escuela.
- e. La distribución de aire será mejor aprovechada.
- f. El equipo puede trabajar como ventilador de aire natural.

4.5 Costo estimado del equipo

A continuación, se presentan los costos estimados en dólares de los equipos de aire acondicionado.

Primera opción

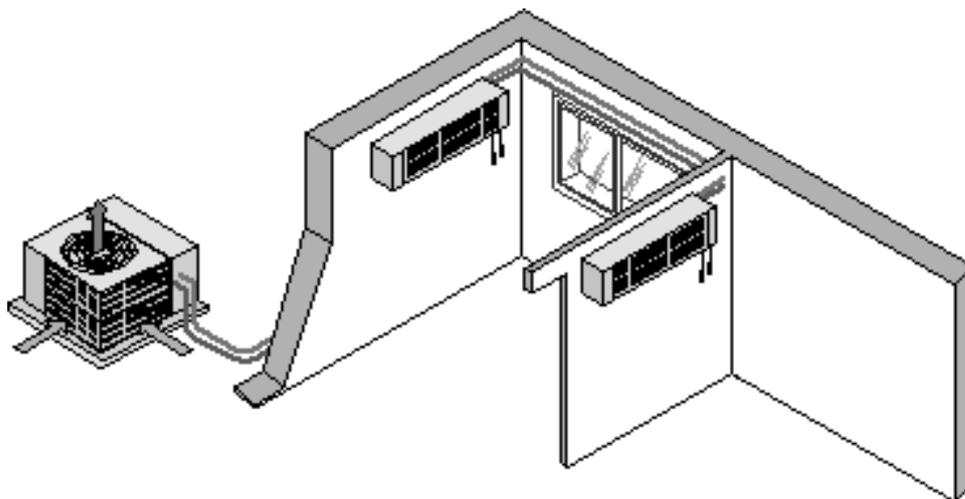
Dos unidades, manejadoras de aire acondicionado tipo horizontal con capacidad de 60,000 BTU/h (5ton.) marca *Goodman*, motor ventilador $\frac{3}{4}$ HP de tres velocidades, incluye un filtro lavable de fibra sintética, con capacidad de flujo de aire de 2,200 CFM (pies cúbicos por minuto) 208/230v/1ph/60Hz.

Dos unidades condensadoras de aire marca *Goodman* de alta eficiencia con capacidad de 60,000 BTU (5 ton.) instalación exterior, compresor para R-22, serpentín fabricado con tubería de cobre. Motor ventilador, con un rango de operación de 197/253v/1ph/60Hz.

Dos controladores de temperatura marca *Honeyweell*, para control automático de temperatura con termómetro incorporado, selector para funcionamiento automático o continuo del ventilador, ciclo de enfriamiento a solo ventilación.

El costo del equipo instalado es de \$ 4,480.00 por unidad; se necesitan para la Escuela dos unidades que suman un valor total de \$ 8,960.00. Esta instalación consta del montaje, mano de obra, materiales y accesorios, suministro e instalación de tubería de cobre para la conexión de las líneas de succión y líquido del condensador hacia la unidad serpentín ventilador, incluidos, el filtro secador y visor de flujo de gas, aislante de ½+marca rebatex y accesorios. Aislamiento del ducto de suministro con fibra de vidrio especial de 1 ½+revestida de aluminio fabricado en Estados Unidos de América. Fabricación e instalación de sistema de ductos de lámina galvanizada de calibre y dimensiones, según las normas *ASHRAE* (Sociedad americana de Ingeniería en calefacción, refrigeración y aire acondicionado por sus siglas en inglés).

Figura 25. Equipo *Mini Split*



Fuente: <<http://www.componentesdelequipodeacondicionamiento.com>>,2004

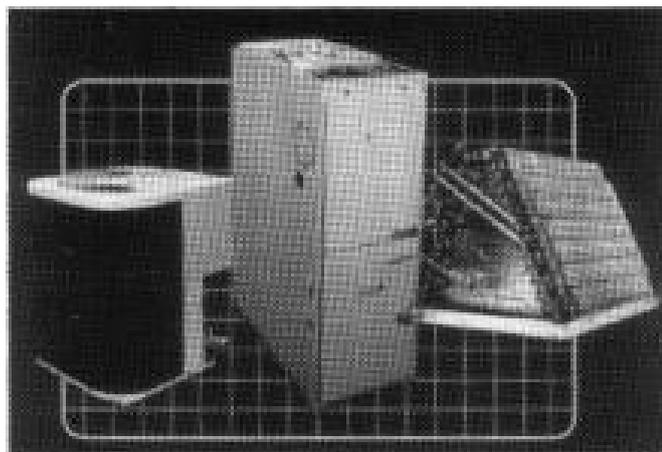
Segunda opción

Dos unidades manejadoras *Mini Split*, tipo piso techo, con capacidad de 60,000 BTU/h. (5 ton.). La operación súper silenciosa, tres velocidades del ventilador y ciclo automático, indicador de temperatura automático, accionado por control remoto.

Dos unidades condensadoras de aire marca *Goodman* con capacidad de 60,000 BTU/h. (5 ton.). Para instalación exterior, compresor R-22, serpentín fabricado con tubería de cobre, motor ventilador rango de operación de 197/253v/3ph/60Hz., fabricado en Estados Unidos de América.

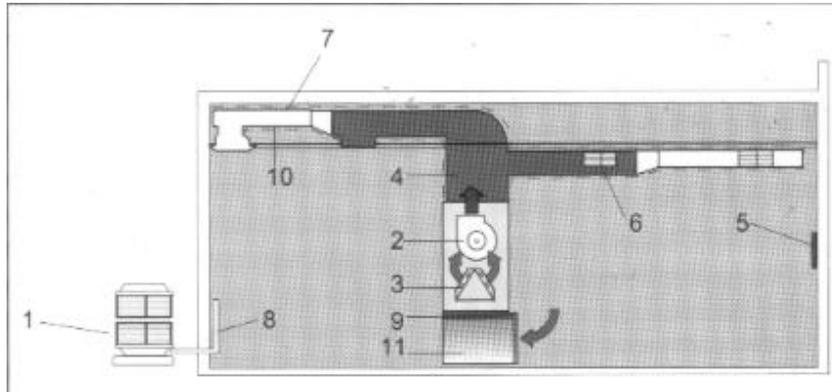
El costo de cada unidad instalada es de \$ 2,350.00, haciendo un total de \$ 4,700.00 para las dos unidades. Esta instalación consta del montaje del equipo en el lugar previamente escogido, suministro e instalación de tubería de cobre para conectar la manejadora al condensador exterior, el suministro de accesorios varios y mano de obra.

Figura 26. Equipo tipo *Split* para ducto



Fuente: <<http://www.componentesdelequipodeacondicionamiento.com>>,2004

Figura 27. Partes del equipo tipo *Split* para ducto



Fuente: <<http://www.componentesdelequipodeacondicionamiento.com>>,2004

1. Unidad condensadora
2. Ventilador
3. Serpentín de enfriamiento
4. Termostato
5. Ducto expuesto rejilla de pared
6. Ducto de cielo falso rejilla de techo
7. Línea de refrigerante del condensador (1) a serpentín (3)
8. Filtro de aire regular (fibra de vidrio)
9. Aislante fibra de vidrio 1+

10. Cámara *plenum* de retorno de aire

11. Cámara *plenum* inferior de retorno de aire

De las dos opciones que se describieron, se recomienda la primera, ya que se tendrá una mejor cobertura de acondicionamiento en todas las oficinas dentro de la Escuela. Esta instalación consta de rejillas para cada oficina, las cuales son manuales para poder abrirlas o cerrarlas, si no se están utilizando dichas áreas.

La Escuela Mecánica Industrial se ha dividido en dos áreas:

- *Área de mayor afluencia:* aquí se ubican las oficinas de práctica docente, el salón de catedráticos, la dirección, investigación, el coordinador de prácticas, la secretaría y coordinación de protocolos; en ella, la afluencia de personas es mayor y la estadía de las mismas es más larga.
- *Área de menor afluencia:* en ésta, se incluyen los dos salones para realizar exámenes privados, las oficinas de coordinación de las áreas de administración, métodos cuantitativos y producción, son salones en los que la presencia de estudiantes no es frecuente.



PDF
Complete

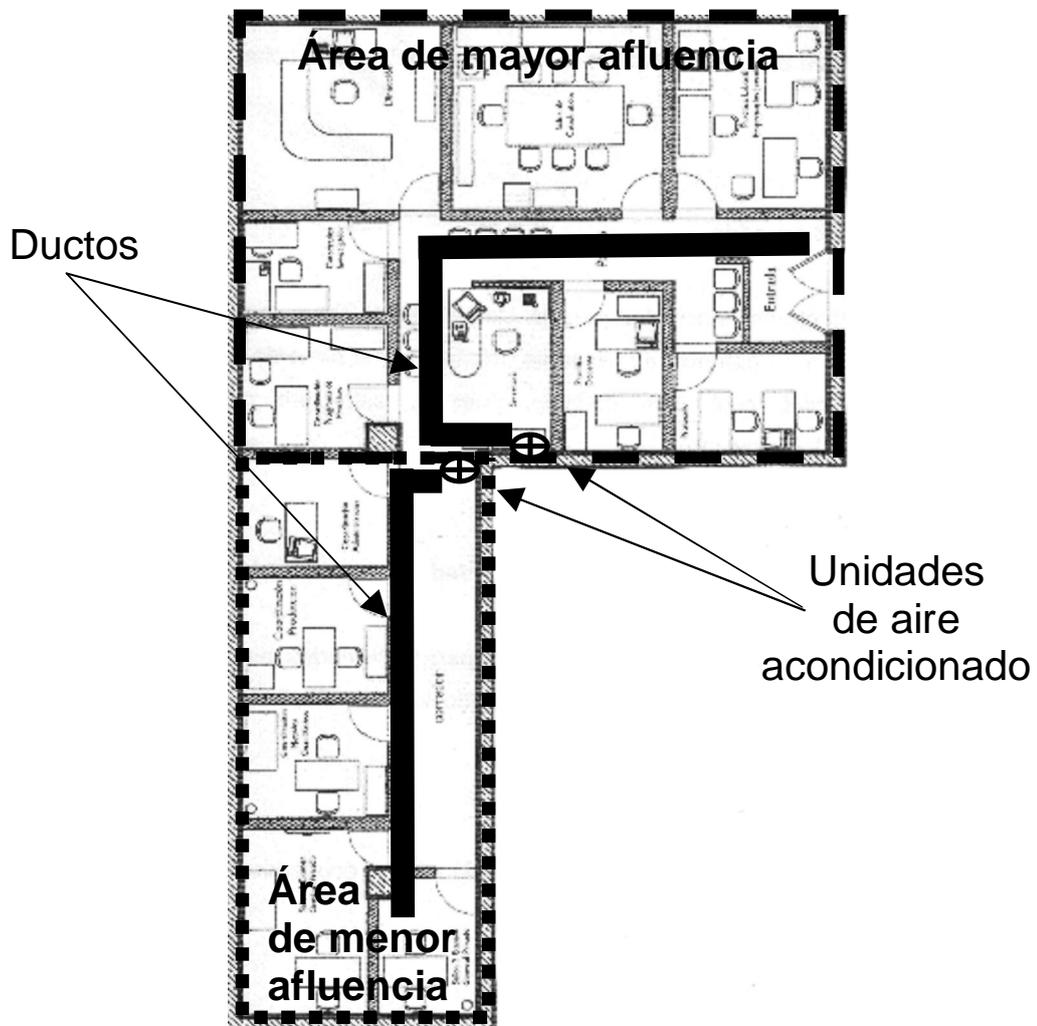
*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

El objetivo de clasificar las áreas es para que cada una de estas tenga una unidad de aire acondicionado, y obtenga el beneficio de la unidad de menor afluencia, la cual se usará solamente cuando sea necesario, para reducir así el consumo de energía eléctrica.

Las áreas clasificadas se pueden observar en la figura 28, así como la instalación estratégica de cada una de las unidades con sus respectivos ductos de aire acondicionado para la climatización de la Escuela.

Figura 28. Área que climatizara cada unidad.



Costos de mantenimiento

Para cualquiera de las dos opciones propuestas, hay que considerar los costos de mantenimiento, para que el equipo tenga una vida útil duradera.



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

El mantenimiento preventivo consiste en:

- Limpieza de filtros.
- Limpieza de polvo de las unidades, tanto exterior como interior.
- Niveles de aceite

El costo de este mantenimiento, que se recomienda realizar cada dos meses, es de \$ 60.00 incluyendo mano de obra.

El mantenimiento correctivo tiene como finalidad hacer los siguientes chequeos:

- Revisión de niveles de aceites del motor.
- Revisión del refrigerante del R-22.
- Desmontaje general de la unidad para su limpieza.
- Cambio de filtros.

Éste recomienda realizarlo cada año, en el periodo de vacaciones de la Escuela, ya que la duración de éste es de aproximadamente ocho días. Su costo asciende a \$ 90.00, incluyendo mano de obra.

5. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN

La acción del mantenimiento del aire acondicionado se realizará de dos formas: mantenimiento externo e interno, para los cuales se necesita de la contratación de personal especializado.

5.1 Supervisión

Para la comprobación del buen estado de funcionamiento del equipo, es necesario realizar las siguientes operaciones:

- a. Conectar los manómetros de baja presión (BP) y de alta presión (AP) a los puntos de carga de baja y alta respectivamente.
- b. Regular la posición del termostato, si se encuentra presente, un cuarto de vuelta antes de la posición de máximo frío.
- c. Poner en marcha el motor y regular las revoluciones, aproximadamente 1500-2000 r.p.m.
- d. Poner en marcha el equipo de aire acondicionado, y ajustar el ventilador a una posición intermedia.
- e. Hacer funcionar el equipo unos 10 minutos.

Una vez realizadas todas estas operaciones, se controla la temperatura de salida del aire de las rejillas centrales. Se compara el valor medio con los valores requeridos. Si el valor medio de la temperatura es superior a los valores indicados, el equipo no funciona correctamente. Si está dentro de los márgenes o es inferior, salvo que el equipo haga ruido, entonces funciona correctamente.

La supervisión comprende objetivamente el control del nivel refrigerante y la inspección del recubrimiento de las tuberías.

5.1.1 Revisión

Comprende la revisión de temperaturas, eliminación de humedad, escarcha, corrosión, separador del aceite, fugas, drenajes y amperajes.

5.1.2 Limpieza

Esta actividad se hará básicamente en los filtros, además se realizará la limpieza en el equipo tanto externo como interno, con una frecuencia de cada dos meses y un desmontaje general cada año.

5.1.3 Lubricación

Esta actividad se recomienda realizarla una vez por semana, como frecuencia de lubricación en el equipo del aire acondicionado. En los sistemas de refrigeración, las partes móviles de diversos componentes crean fricciones, que puede ser destructiva para las superficies metálicas. Además, la fricción ocasiona un aumento de temperatura de las partes móviles que intervienen en la refrigeración.

Como una lubricación adecuada reduce los daños posibles a causa de la fricción, es un aspecto importante en el mantenimiento de los componentes mecánicos. El compresor necesita una lubricación adecuada en sus cojinetes, pistones y engranajes. El aceite que se usa en los sistemas de refrigeración se mezcla y se mueve con la mayor parte de los refrigerantes en estado líquido. Es indispensable que el líquido del *cárter* salga del compresor y entre al condensador por el tubo de gas caliente. Para mantener una lubricación correcta de las partes móviles y mantener el nivel correcto de aceite en el *cárter* del compresor, el aceite debe completar el circuito junto con el refrigerante, para después regresar al compresor.

5.2 Estudio del problema

El proceso de localización de fallas en las partes del refrigerante y eléctrica de un sistema de refrigeración y aire acondicionado. El problema que se puede presentar en un sistema de aire acondicionado se clasifica sólo en dos grupos: aire y circuito de refrigerante.

- Aire lo único que puede suceder, en cuanto al aire, es una reducción de la cantidad. Los sistemas de manejo de aire no aumentan de repente de capacidad, o sea de cantidad de aire que pasa por el serpentín; por otro lado, el sistema de refrigeración no aumenta de repente su capacidad su transferencia de calor. Por eso, lo primero que hay que revisar es la caída de temperatura del aire a través del serpentín de expansión seca. Después de medir las temperaturas del aire de suministro y de retorno, y de restarlas para obtener la caída de temperatura, se debería saber si ésta ¿es mayor o menor de lo que debería de ser?

Esto quiere decir que lo que debería ser se debe determinar primero, lo cual se lleva cabo con el psicrométrico de honda, para medir la temperatura de bulbo húmedo del aire de retorno, y su humedad relativa. De aquí se puede determinar la caída adecuada de temperatura a través del serpentín.

Empleando la caída necesaria de temperatura y comparándola con la caída real, se puede clasificar como problema de aire o del sistema de refrigerante. Si la caída real de temperatura es mayor que la necesaria, se ha reducido la cantidad de aire, es necesario buscar el problema en el sistema de manejo de aire. Estos problemas pueden ser:

- Filtros de aire son del tipo desechables se deben cambiar, por lo menos dos veces al año, al iniciar las estaciones de enfriamiento y de calefacción. En algunas zonas, donde hay mucho polvo, se deberían cambiar cada 30 días. Como éste es el problema más común en las fallas de aire, se recomienda revisar primero el sistema de filtración de aire.

- Motor y transmisión de soplador se debe revisar el motor y la transmisión, en el caso de que haya transmisión por banda, para estar seguro de que:
 - Esté lubricado.
 - Esté limpio.
 - En buenas condiciones y ajuste correcto.
 - No tenga las obstrucciones desacostumbradas en el sistema de ductos, si se colocan muebles sobre los registros de retorno de aire, se reducen los pies cúbicos por minuto disponibles para manejo por el soplador.
- Falla en el sistema de ductos el aplastamiento del sistema de ductos de aire de retorno se debe a que generalmente alguien se parado sobre él, lo cual esto afectará la eficiencia de todo el sistema. Las fugas de aire en el ducto de retorno elevarán la temperatura de aire de retorno y reducirán la caída de temperatura a través del serpentín.
- Sistema de refrigeración cuando la caída de temperatura, a través del serpentín, es menor que la necesaria, se reducirá la capacidad de manejo de calor del sistema. En ese caso, se debe buscar un posible problema en el sistema de refrigeración.

Estos problemas se pueden dividir simplemente en:

- Cantidad de refrigerante
- Flujo de refrigerante si el sistema tiene la cantidad correcta de refrigerante y está pasando a la velocidad deseada, tiene que trabajar en forma correcta y entregar la capacidad nominal. Cualquier problema de cualquiera de las categorías afectará las temperaturas y presiones que se encuentren en la unidad.

Si el sistema no trabaja después de revisarla la unidad y ya se ha verificado que no se tenga un problema de los mencionados anteriormente, entonces se trata obviamente de un problema eléctrico que se debe encontrar y corregir.

5.2.1 Aire

El movimiento del aire que contiene al contaminante contribuye en gran medida al valor final de la emisión de aire en un momento y lugar determinados. El viento determina la trayectoria que siguen estos contaminantes y provoca su transporte horizontal que, en general, tiende a diluir la concentración.

Además de los vientos producidos por la circulación general atmosférica, causados por las diferencias de temperatura existentes en el globo, hay que tener en cuenta los vientos locales, como las brisas de ladera y valle, que ascienden por la ladera (caliente) durante el día y descienden por la ladera (fría) durante la noche; o las brisas de mar-tierra, que soplan de día hacia la tierra (más caliente que el mar) o de noche hacia el mar (más caliente que la tierra).

En las ciudades, puede producirse el efecto "isla térmica". El núcleo urbano forma un islote de calor que se mantiene a la puesta de sol, mientras que la periferia se enfría. El aire caliente asciende sobre la ciudad y crea una depresión, que atrae al aire más frío de los alrededores, así como los contaminantes de la periferia.

Normalmente la temperatura de la atmósfera disminuye con la altitud. El aire que toca el suelo se calienta se hace menos denso y asciende, a través del aire más frío, que lo reemplaza; este aire nuevo se calienta, se expande, asciende y es reemplazado, y así sucesivamente. Se establece, pues, un movimiento vertical del aire que favorece la dispersión de los contaminantes. Sin embargo, debido a las condiciones meteorológicas, puede ocurrir que en un estrato próximo al suelo la temperatura crezca con la altura ("inversión térmica"), y entonces esta capa de inversión, más caliente que el aire inmediatamente debajo, impide la circulación vertical y consecuentemente los contaminantes se acumulan entre el suelo y dicha capa de inversión.

5.2.1.1 Filtros de aire

Los filtros aseguran la limpieza del aire. Si se asocian con unidades de refrigeración, humidificadoras y desecadoras, esto constituye uno de los sistemas de calefacción y refrigeración más efectivos.

Para que la combustión sea óptima en todo momento, el simple mantenimiento del sistema original garantiza un aporte de aire más que suficiente.

5.2.1.2 Accionar del manejador del aire

Este exclusivo método resulta en una eficiencia térmica y velocidad de refrigeración no alcanzados por sistemas convencionales. El sistema garantiza altos niveles de humedad relativa, sin recurrir a procesos auxiliares de humidificación, para lograr los objetivos propuestos.

5.2.2 Refrigeración

En la refrigeración, existe la reducción de la temperatura de un espacio determinado y se mantiene esta temperatura baja, con el fin de conseguir un ambiente agradable.

5.2.2.1 Enfriamiento del refrigerante

Los refrigerantes son fluidos vitales para los sistemas de refrigeración, tanto del tipo de compresión como de absorción de calor. Estos absorben calor del lugar donde no se desea y lo expulsan a otro lugar. La evaporación o ebullición del refrigerante líquido absorbe el calor que se desprende en la condensación del calor.

Cualquier sustancia, que sufra cambios de fase pasando de líquido a vapor y viceversa, puede trabajar como refrigerante en los sistemas tipo compresión de vapor. Sin embargo, sólo las sustancias que sufren esos cambios a las temperaturas y presiones útiles tienen valor práctico.

El punto de congelación del refrigerante es una propiedad importante, en especial con las temperaturas extremadamente bajas, porque esta temperatura debe ser lo suficientemente baja que cualquier otra temperatura prevista en el evaporador.

5.2.2.2 Temperatura de condensación

Si la sustancia está en estado de vapor, para que permanezca así la temperatura sensible, debe ser mayor que la temperatura de condensación. Si se elimina energía térmica del vapor, hasta el punto en que la temperatura trate de descender de la temperatura de condensación del vapor, entonces ésta se licuará o se condensará.

El punto de ebullición y la temperatura de condensación son lo mismo para un líquido. La única diferencia es el fenómeno que se lleva a cabo. El punto de ebullición se presenta cuando un líquido pasa a ser vapor, y la temperatura de condensación se realiza cuando un vapor pasa al estado líquido. En cada caso, la temperatura a la cual se efectúa el cambio varía de acuerdo con la presión a la cual están sujetos el líquido y el vapor.

Si la presión disminuye, el punto de ebullición o el punto de condensación también disminuyen. Si se eleva la presión, se eleva el punto de ebullición o de condensación. La cantidad de superficie del condensador afecta la temperatura de condensación, que debe desarrollar la unidad para trabajar a la capacidad nominal.

La variación en el tamaño del condensador también influye sobre el costo de producción y el precio de la unidad. Cuanto menor sea el condensador, menor será el precio, y por consiguiente la eficiencia será menor.

5.2.2.3 Temperatura de comodidad

Aunque la comodidad sea una sensación puramente subjetiva, es necesario comprobar que un cierto número de factores lo determinan físicamente, ya sea en el trabajo o en el descanso; postura, luz, presencia de corrientes de aire, temperatura y humedad entre otros.

En todos los casos, una temperatura confortable es ciertamente uno de los puntos principales, durante el reposo o el trabajo. La experiencia muestra el gran papel que juega la pared en la sensación de comodidad, que se puede sentir en el interior de un edificio.

Uno de los elementos importantes de esto último es conseguir un equilibrio entre la temperatura ambiente y la temperatura radiante de las paredes; se entiende que esto puede crear una sensación de comodidad agradable, incluso cuando la temperatura del aire es baja. Esto se produce principalmente en los sistemas de calefacción por radiación,

5.3 Mejoramiento del sistema

El primer objetivo de un sistema de aire acondicionado es de mejorar la productividad, así como el impacto sobre el nivel de *comodidad*, la calidad del ambiente interior y la productividad debe ser considerado al valorar las medidas de ahorro en el costo de inversión.

Se puede decir que una reducción en el costo de inversión es eficaz, si no tiene un impacto negativo sobre la productividad. Se puede decir también que una inversión adicional en un sistema de aire acondicionado de mejor calidad puede resultar en un periodo de retorno del capital favorable, el cual debe ser considerado al momento de elegirlo.

La propiedad debe ser más activa en la toma de decisiones que afectan a la calidad del sistema de aire acondicionado, para que pueda recibir lo que se espera de un edificio. Es evidente que la propiedad debe empujar soluciones que redunden en un menor costo de inversión, pero que al mismo tiempo no tengan un impacto negativo sobre la productividad.

Solamente en segundo lugar, deben ser consideradas esas opciones más económicas, que puedan afectar en sentido negativo a la productividad. La propiedad deberá analizar los ahorros, los riesgos involucrados y las pérdidas debidas a la disminución de productividad.



Es por eso que se recomienda mejorar el sistema desde las perspectivas arriba mencionadas.

5.3.1 Variación de temperatura

Para poder mejorar el sistema, se debe controlar el funcionamiento del equipo correctamente; el principal efecto será es que no enfríe, pero no es el único. Las presiones de baja presión y presión alta también marcan un mal funcionamiento y ayudan a diagnosticar la causa en la variación de la temperatura.

Las presiones normales de funcionamiento dependen de la variación de la temperatura ambiental y del tipo de compresor ya sea de cilindrada fija o variable.

La tabla IV se muestra la tabla de presiones de referencia media, para el diagnóstico de un equipo, relacionadas con la variación de temperatura.

Tabla III. Presiones relacionadas con la variación de temperatura

T ^a exterior (°C)	Compresor cilindrada fija.		Compresor cilindrada variable	
	BP (kg/cm ²)	AP (kg/cm ²)	BP (kg/cm ²)	AP (kg/cm ²)
15	0.5 - 1.3	10.5 - 15	1.5 - 2.2	7 - 9
18	0.5 - 1.4	10.5 - 15.5	1.5 - 2.2	8 - 10
21	0.5 - 1.5	11 - 16	1.5 - 2.3	8.5 - 11
23	0.6 - 1.5	12 - 16	1.5 - 2.3	9 - 12
26	0.6 - 1.6	12 - 16.5	1.5 - 2.3	9.5 - 12.5
30	0.8 - 1.8	12.5 - 17	1.6 - 2.5	10 - 14
35	0.9 - 2	13 - 18	1.7 - 2.5	10.5 - 15
40	1.1 - 2.5	14 - 20	1.7 - 2.5	11 - 16

5.3.2 Variación de la carga

Para el mejoramiento del sistema, también se debe controlar la carga de refrigerante R-22, son otros de los efectos que provocan falla. Las variaciones de cargas también marcan un mal funcionamiento y ayudan a diagnosticar la causa de su mal funcionamiento.

En la tabla IV, se muestran las variaciones de carga y su causa.

Tabla IV. Variaciones de carga contra causa

Efecto de carga	Causa.
Alta presión elevada	<p>Condensador sucio. Refrigeración insuficiente del condensador. Exceso de carga de refrigerante, 30-35%. Depósito deshidratador sucio. Válvula de control, estropeada. Temperatura ambiental muy elevada (> 45°C). Obstrucción en la rama de AP.</p>
Alta presión baja	<p>Situación normal con temperatura ambiental muy baja (menor que 5°C). Fuga de fluido frigorígeno Falta de fluido frigorígeno, 70-75% de menos. Válvula de aspiración abierta. Válvula de expansión atascada. Fuga en la entrada del compresor. Evaporador congelado o sucio. Ventilador del evaporador estropeado. Obstrucción en la línea de BP o PA. Compresor dañado.</p>
Baja presión elevada	<p>Válvula de expansión bloqueada. Exceso de carga Tubos de aspiración invertidos en el compresor Válvula de control del compresor mal regulada Embrague compresor patina o no se conecta</p>
Baja presión baja	<p>Carga insuficiente Exceso de carga, sólo si es en exceso Fuga en la entrada y salida del compresor Válvula de expansión bloqueada Termostato defectuoso Evaporador congelado o sucio Ventilador del evaporador parado Pistones del compresor gastado Obstrucción en la línea de AP, o de BP.</p>
Presiones casi iguales: el compresor no gira	<p>Correa rota. Embrague roto Alimentación eléctrica defectuosa Termostato fuera de servicio Fusible fuera de servicio Pistón roto</p>
Presiones normales	<p>Infiltraciones de aire caliente en el interior del grupo evaporador o habitáculo. Infiltraciones de agua caliente, en el interior del calefactor</p>
Evaporador congelado	<p>Termostato fuera de servicio. Evaporador sucio.</p>

CONCLUSIONES

1. La opción del aire acondicionado satisface las demandas de comodidad de los usuarios, ya que proporcionan ventilación, aire caliente y aire frío, según las necesidades y el clima.
2. El aire acondicionado contribuye a mejorar la salud, como resultado de controlar la temperatura, la humedad, la limpieza, la ventilación, y el movimiento del aire.
3. La renovación de aire dentro de la Escuela Mecánica Industrial debe de ser frecuente, aproximadamente tres veces por hora, por la afluencia de personas que se atienden en esta área tan reducida.
4. Los edificios, en los que viven y trabajan las personas, deben ventilarse para recuperar el oxígeno, diluir la concentración de dióxido de carbono, así como de vapor de agua, y eliminar los olores desagradables.
5. Actualmente en las instalaciones de la Escuela Mecánica Industrial, las condiciones de ventilación no cumplen con un sistema que permita a las personas, respirar un aire adecuado, por la ubicación de los ventanales y porque los ventiladores de pedestal no cumplen con su función de limpiar el aire.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

6. Los refrigerantes son fluidos vitales para los sistemas de refrigeración, tanto del tipo de compresión, como de absorción. Éstos absorben calor del lugar donde no se desea y lo expulsan a otro lugar. La evaporación o ebullición del refrigerante líquido absorbe el calor, que se desprende en la condensación del vapor.

7. El objetivo fundamental del cálculo de las cargas de enfriamiento es determinar los requisitos que exige el ambiente a condicionar, con el fin de poder elegir un equipo absorbente del calor y humedad, de capacidad y características y así proveer la comodidad necesaria para los ocupantes del local.

RECOMENDACIONES

1. Se debe implementar un sistema climatizado en la Escuela Mecánica Industrial, para el mejoramiento de condiciones ambientales, donde actualmente se realizan actividades estudiantiles, exámenes privados, área de coordinación, protocolos, la Secretaría, la Dirección de la Escuela, investigación entre otras.
2. Es conveniente seleccionar un equipo de aire acondicionado adecuado para esta aplicación, que depende de sus propiedades, las cuales no se relacionan con su capacidad de eliminar calor, por ejemplo, de su toxicidad, inflamabilidad, densidad, viscosidad y disponibilidad. Así la selección de un refrigerante, para determinado objeto, es un equilibrio entre propiedades contradictorias.
3. Hay que mantener la operación correcta de la unidad de aire acondicionado, para que produzca las condiciones deseadas de comodidad, al menor costo de operación. Se debe tener la cantidad correcta de aire, que pase por el serpentín de expansión seca, y que el sistema de refrigeración trabaje a su eficiencia máxima.

4. Se debe tener una adecuada alimentación eléctrica, para evitar la reducción de corriente cuando arranque el equipo de aire acondicionado, para no afectar los otros equipos que se tienen en la Escuela.

5. Se recomienda realizar la supervisión del sistema de aire acondicionado, de dos formas: el mantenimiento externo e interno; para el mantenimiento externo, se necesita de la contratación de una empresa especializada en el tema; para el mantenimiento interno, se requiere de diversas actividades por personal capacitado.

6. Es necesario revisar y chequear las temperaturas, eliminación de humedad, descarcha, corrosión, separador de aceite, fugas, drenajes y amperajes, para mantener el buen funcionamiento del sistema.

7. Se debe lubricar una vez por semana, como frecuencia de lubricación en el equipo del aire acondicionado; con esto, se evitará que las partes móviles de diversos componentes pueda crear fricciones, que puede ser destructiva para las superficies metálicas

8. La productivita que se obtiene, al estar en ambientes agradable y confortable, es mayor que si no existiera; esta es una buena razón para incorporar este sistema de aire acondicionado.



BIBLIOGRAFÍA

1. Air-Conditioning & Refrigeration institute. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. 23 edición México: editorial Prentice-Hall, 1994, p. 345.
2. Carrier, **Air conditioning Company, Carrier system designs manual** Estados Unidos 2000, p. 115.
3. Chacón Paz **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. 3a., edición; México editorial Prentice-Hall, 2000, p. 35.
4. Mares Sánchez, **Manual del ingeniero mecánico**. México editorial McGraw-Hill. 1992, p. 212.
5. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería industrial, representaciones y servicios del ingeniero** México s. e. 1980, p. 18
6. <<http://www.componentesdelequipodeacondicionamiento.com>>, septiembre 2004

ANEXOS

Proformas del equipo recomendado

		AYRE, S.A. 1a. AVENIDA 10-66 ZONA 9, ATRAS DE PAIZ MONTUFAR TELS.: 362-3895/96, 362-7660/61 FAX: 331-1654 E-mail: ayre@intelnet.net.gt		COT No. 30806 GUATEMALA <u>25/10/04</u>	
Señores: Uraac, Escuela de Mecanica Industrial Presente		PROYECTO:			
ATENTAMENTE COTIZAMOS A U.D. (SI LO SOLICITARE).					
DESCRIPCION		V. UNITARIO	VALOR TOTAL		
OPCION I 02 Unidades manejadoras de aire acondicionado tipo horizontal con capacidad de 60,000 BTU/h. (5 ton.) marca GOODMAN Motor ventilador de 3/4 HP de 3 velocidades incluye filtro lavable de fibra sintetica con capacidad de flujo de aire de 2,200 CFM (pies cúbicos por minuto). 208/230v/1ph/60Hz. 02 Unidades condensadoras de aire marca GOODMAN de alta eficiencia con capacidad de 60,000 BTU/h. (5 ton. Instalación exterior, compresor para R-22, serpentín fabricado con tubería de cobre. Motor ventilador rango de operación de 197/253v/1ph/60Hz. 02 Termostatos marca HONEYWELL para control automático de temperatura con termómetro incorporado selector para funcionamiento automático o continuo del ventilador: ciclo de enfriamiento o solo ventilación.					
VALOR DE EQUIPO INSTALADO INCLUYENDO IVA: CUATRO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA DOLARES		\$ 4,480.00	\$ 8,960.00		
INSTALACIÓN PARA LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT <ul style="list-style-type: none"> Montaje del equipo en el lugar previamente escogido incluyendo soporte, mano de obra, materiales y accesorios. Suministro e instalación de tubería de cobre para la conexión de las líneas de succión y líquido del condensador, hacia la unidad serpentín ventilador, incluidos: filtro secador y visor de flujo de gas, aislante de 1/2" rubatex y accesorios. Aislamiento del ducto de suministro con fibra de vidrio especial de una 1 1/2" revestida de aluminio fabricado en U.S.A. Fabricación e instalación de sistema de ductos de lámina galvanizada de calibre y dimensiones según normas ASHRAE 					
		TOTAL			
COTIZACIÓN VALIDA POR _____ DIAS HE LEIDO LOS TERMINOS DE ESTA COTIZACIÓN Y ESTOY DE ACUERDO CON ELLAS AL FIRMARLA Y SELLARLA					
SELLO 		MONSIEUR ACEPTA: <u>Mario Hernández</u> Cel. 56103447 Fax: 24233001 FIRMA AYRE, S.A.			
		Gracias por Preferirnos, Dios los Bendiga		 	



PAG No. -3- COT No. 30806

DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
<ul style="list-style-type: none"> • Suministro y accesorios varios. • Mano de obra • NO INCLUYE INSTALACIÓN ELECTRICA, puede ser proporcionada por Ayre, S.A. con un costo adicional • NO INCLUYE TRABAJOS DE TABLAYESO, CARPINTERÍA ALBAÑILERÍA. <p>TIEMPO DE ENTREGA: Inmediata</p> <p>FORMA DE PAGO: 50% al aceptar la oferta 50% contra entrega</p> <p>GARANTIA: AYRE S.A. Distribuidor GOODMAN, Otorga una garantía de un año que cubre repuestos y mano de obra sobre desperfectos de fabricación o instalación del equipo. Esta garantía puede extenderse a 2 años, si su empresa adquiere el SERVICIO DE MANTENIMIENTO MENSUAL con nuestra empresa.</p>		
		TOTAL

COTIZACION VALIDA POR _____ DIAS

HE LEIDO LOS TERMINOS DE ESTA COTIZACION Y ESTOY DE ACUERDO CON ELLAS AL FIRMARLA Y SELLARLA.

Mario Hernández Cel. 56103447 Fax:24233001

SELLO

NOMBRE ACEPTANTE

FIRMA

NOMBRE

FIRMA AYRE S.A.

ORIGINAL FILE ORDEN CLIENTE - AMARILLO ARCHIVO FILE - CELESTE ARCHIVO GENERAL