



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

**"DISEÑO DE UN SISTEMA
DE CONTROL PARA
ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
EN UN HOSPITAL"**

TESIS

**Que para obtener el Título de INGENIERO QUIMICO
presenta**

DANIEL CERVANTES MARTINEZ

1 9 6 8



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FAULTAD DE QUIMICA

DISÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA ACONDICIO-
NAMIENTO DE AIRE EN UN HOSPITAL "

DANIEL CERVANTES MARTINEZ

INGENIERIA QUIMICA

1968



QUIMICA

*Con gratitud a todas las personas
que contribuyeron en una forma
directa o indirecta a la reali-
zación de éste trabajo.*

**GRUPO ASIGNADO
ORIGINALMENTE
SEGUN EL TEMA**

PRESIDENTE: FERNANDO BONILLA SORT DE SANZ

VOCAL: JORGE ROBLES GLENN

SECRETARIO: JOSE E. GALINDO FUENTES

1er. SUPLENTE: ENRIQUE ALARCON ROBLES

2do. SUPLENTE: JORGE GARCIA QUINTANAR

**SITIO DONDE SE
DESARROLLA EL
TEMA:**

MONSIEUR S.A. DE C.V.

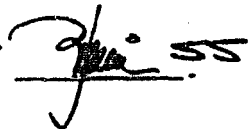
SUSTITANTE:

DANIEL CERVANTES MARTINEZ



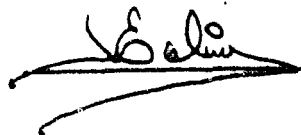
ASESOR DEL TEMA:

FERNANDO BONILLA SORT DE SANZ



SUPERVISOR TECNICO:

JOSE GALINDO FUENTES



CONTENIDO

Introducción.

- Capítulo I - Generalidades.
- Capítulo II - Áreas consideradas y Equipos Centrales especi-
ficados.
- Capítulo III - Descripción del Sistema y Principio del funcio-
namiento de los controles utilizados en este
trabajo.
- Capítulo IV - Diagramas típicos y Aspecto Psicométrico.
- Capítulo V - Solución por área.
- Capítulo VI - Costo por área.

Conclusiones.

Bibliografía.

INTRODUCCION.

Las necesidades del acondicionamiento de aire en edificios comerciales, hospitales, industrias, etc., ha contribuido al desarrollo creciente del mismo. La función del acondicionamiento del aire, no solo proporciona comodidad, sino que su utilidad se centraliza primordialmente en el aumento de capacidad de trabajo del individuo y el mejoramiento de los procesos industriales.

El proceso del acondicionamiento de aire, se puede dividir en dos ramas principales: El cálculo de las capacidades de los equipos utilizados en el proceso, cantidades de aire y sus condiciones y el sistema de control automático para mantener las condiciones deseadas y operar adecuadamente los equipos instalados. En este trabajo, se enfoca solamente el segundo punto: Sistema de Control Automático.

Existen diversos modos de control automático: dos posiciones, flotante y proporcional, siendo mejor este último. Lo anterior puede efectuarse con diferentes tipos de controles, a -

saber: eléctricos, electrónicos y neumáticos. Estos últimos — pueden utilizarse únicamente para control proporcional.

El control neumático, es considerado como el más económico cuando se trata de diseños grandes, en consecuencia, en este trabajo se presenta un diseño de control neumático y proporcional.

El objetivo de este trabajo es el diseño de un sistema de control automático para el acondicionamiento de aire en un hospital, sin embargo centralizamos su importancia solamente en dos de las variables que influyen en el aire: la temperatura y la humedad relativa. Las variables restantes, como lo son, el contenido de humedad, entalpia, etc, quedan controladas indirectamente por el control de las dos seleccionadas como básicas.

En los capítulos que se desarrollan en el presente trabajo, aparecen todas las generalidades y especificaciones referentes al tema además una idea completa y analítica del mismo.

CAPITULO I

El acondicionamiento de aire es: "El proceso de tratamiento de aire y control simultáneo de su temperatura, humedad, limpieza y distribución, para cumplir con las necesidades del espacio a acondicionar."

El control de temperatura podrá ser control de calentamiento y enfriamiento. El control de humedad incluye el control de humidificación y re-humidificación. La función de limpieza del aire acondicionado implica eliminar parte o la totalidad de las impurezas tales como polvo, humo, bacterias y gases atmosféricos. La distribución de aire puede hacerse por simple circulación de aire a través del espacio acondicionado, mediante extractores o por sistemas de distribución mediante ductos y un ventilador central.

De las cuatro funciones, solo la limpieza del aire no es controlada automáticamente por controles, como lo son las otras tres funciones ya mencionadas.

propósitos del acondicionamiento de aire:

Comunemente, es empleado para proporcionar solamente el confort humano, sin embargo, el acondicionamiento de aire se ha extendido para aplicaciones donde éste justifica solo una de las necesidades que nos impulsan para su uso. Quizá sea más razonable y exacto decir que se aplica primordialmente para dos fines:

1º.- EL BIENESTAR FÍSICO.

El bienestar físico no incluye solamente el confort, sino también la salud; asimismo en un sentido general, el tratamiento clínico de las enfermedades y la eliminación de peligros para la salud y la seguridad.

El confort y la salud están íntimamente relacionadas, ya que difícilmente puede existir una sin la otra. Por ejemplo, el acondicionamiento de aire en las escuelas, además de proporcionar confort, probablemente reduce el índice de resfriados y otras afecciones respiratorias, especialmente en el invierno.

La producción de calor del cuerpo humano debe ser

disipada aproximadamente a la misma velocidad con que se lleva a efecto, para que la temperatura pueda permanecer constante. El confort en lo que se refiere a la temperatura, es dependiente de ella para la regulación de la disipación del calor del cuerpo. La temperatura, la humedad relativa, el movimiento del aire y la temperatura del espacio, son factores determinantes en la sensación del bienestar y confort, cada uno que influyen directamente en la disipación del calor del cuerpo. Cada uno de estos factores, tienen su efecto característico:

- La temperatura del aire es un factor determinante en el cambio directo de calor entre el cuerpo y el aire. La dirección de cambio es de la parte más caliente a la más fría; la rapidez de cambio es proporcional a la diferencia de temperaturas entre ambos. Si el aire está más caliente que el cuerpo, éste ganará calor por convección, el cual puede perder por otros medios y viceversa.

- La humedad relativa del aire afecta la velocidad a la cual el cuerpo pierde humedad por evaporación.-

puesto que la evaporación es un proceso de enfriamiento, y como que la velocidad con que el cuerpo pierde humedad es mayor cuando la humedad relativa del aire es baja, esto explica que la rapidez de la pérdida de calor del cuerpo por evaporación es mayor cuando la humedad relativa del aire es baja. En consecuencia, una humedad relativa baja, puede compensarse en algunos casos por una alta temperatura de bulbo seco.

- El movimiento del aire tiene un efecto similar a los dos factores anteriores. Una corriente de aire sobre el cuerpo, incrementa la eficiencia con que se pierde calor por convección y evaporación.

- La temperatura del espacio es un factor determinante en el cambio de calor radiante entre el cuerpo y el espacio que lo rodea, (el cambio de calor radiante implica solamente un cambio en el calor sensible).

La dirección de cambio es de la parte más caliente a la más fría. La velocidad de cambio es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas e -

inversamente proporcional a la distancia entre el cuerpo y la superficie en cuestión.

2º.- MEJORAMIENTO DE PROCESOS INDUSTRIALES.

En muchas industrias, la temperatura y la humedad relativa del aire son factores importantes en la producción, peso, resistencia, apariencia y calidad del producto. A menudo sucede que el valor exacto de la temperatura y humedad relativa no es crítico, pero una vez seleccionado este valor, deberá mantenerse dentro de tolerancias muy pequeñas a lo largo del proceso. Por ejemplo en el tejido de medias, un pequeño cambio en la temperatura puede causar el rompimiento de las agujas. Las industrias textiles son buenos ejemplos en donde las tolerancias a los valores de estos factores son críticas. Un control muy estricto de la humedad relativa, ayuda a prevenir el rompimiento o deformación. De esta manera se mantiene la uniformidad en el producto.

El acondicionamiento de aire industrial es una necesidad frecuente para proporcionar seguridad, tanto al trabajador como al equipo; por ejemplo en los molli-

nas de harina, fábricas de pinturas y otras industrias - donde se manejan polvos, vapores ó gases perjudiciales - ó explosivos, la ventilación y el control de la humedad constituyen factores críticos.

La temperatura y la humedad relativa deseables, dependen de la naturaleza del proceso y del producto. A menudo - sucede que unas condiciones del aire apropiadas para el proceso, son apenas tolerables para los trabajadores.

Cuando hablamos del bienestar humano, vemos la influencia de la temperatura, humedad relativa, movimiento de aire, etc. en el acondicionamiento de aire. Brevemente pasaremos a describir su efecto en los centros hospitalarios.

" Influencia del acondicionamiento de aire sobre
los pacientes hospitalizados "

El acondicionamiento de aire en los hospitales, es más importante por su efecto sobre los pacientes que por su aportación al confort. En muchos casos, un acondicionamiento de aire apropiado es un factor en la terapia de los pacientes y en el mismo tratamiento médico.

Haciendo una comparación de los pacientes en áreas acondicionadas con los de las no acondicionadas, un análisis revelaría una mejoría más rápida por parte de los pacientes en la primera zona. La gran diferencia estriba en la velocidad de respiración, factor muy importante principalmente en los pacientes cardíacos.

En pacientes que sufren quemaduras, existe la dificultad de mantener un equilibrio electrolítico debido a la gran disipación de calor, la cual es incrementada en medios con temperaturas altas por pérdidas adicionales de flúido por evaporación. En algunos hospitales se tienen cuartos con temperaturas bajas, con el objeto de proporcionar un mejor tratamiento a este tipo de pacientes.

Pacientes con tirotoxicosis toleran condiciones de humedad y temperaturas muy bajas, debido a que su metabolismo es alto y por lo tanto su producción de calor es excesiva. Este tipo de pacientes son incapaces de disipar el calor de la superficie de su cuerpo con la rapidez con que es producido, en consecuencia, desarrollan hipertermia ó fiebre y una taquicardia ó aceleración en las palpitaciones del corazón. La capacidad de circulación ó transporte de calor del interior del cuerpo a la superficie de la piel, es incrementada con la temperatura y a su vez el metabolismo, ocasionando un total desequilibrio que en algunos casos puede causar la muerte. Un medio seco y frío favorece la pérdida de calor por radiación y evaporación de la piel, lo que puede salvar la vida del paciente.

El metabolismo de los pacientes cardiacos es incapaz de mantener la circulación necesaria para garantizar la pérdida normal de calor. Recientemente el acondicionamiento de aire en salas y cuartos para este tipo de pacientes, particularmente los que sufren fallas congestivas del corazón, ha sido sometido a cuidadosos estudios terapéuticos. En climas tropicales ó subtropicales, este asunto adquiere especial importancia. Individuos con lesiones en la cabeza que están sujetos a operaciones cere-

brales y los intoxicados con barbitúricos, situados en un medio ambiente donde la temperatura es alta, que en sufrir una hipertemia debido a disturbios en la generación de calor en el cerebro. Obviamente uno de los factores principales en su recuperación, es un medio en el cual el paciente pueda perder calor por radiación y evaporación; Esto se consigue por ejemplo en un aire frío y rehumidificado.

Un medio ambiente seco y con temperatura elevada, ha sido utilizado durante un largo período para tratamiento de pacientes con artritis reumática, habiéndose obtenido resultados alentadores.

" Cuartos de Operación "

Los quirófanos representan una amplia aplicación del acondicionamiento de aire en hospitales. Su uso se considera de capital importancia tanto que la humidificación en invierno ayuda a reducir el peligro por uso de gases anestésicos, el enfriamiento y rehumidificación en pequeñas cantidades durante el verano, tiende a eliminar la excesiva fatiga, protegiendo al paciente y al personal de operación. Filtrando se ayuda a remover bacterias de los

cuantos de operación.

"Reducción de peligros de explosión".

El peligro de explosión en los quirófanos, se incrementa con el uso de aparatos y gases anestésicos. De estos gases, el óxido nítrico solo, no es explosivo pero soporta la combustión; éter, éter vinílico, etileno y ciclopropano son potencialmente - tan explosivos como la gasolina. El cloroforno no es un explosivo viviente en contacto con la flama, pero al descomponerse libera óxido. Todos los gases anestésicos y vapores, excepto el - etileno son más pesados que el aire y las investigaciones han demostrado que los gases anestésicos, principalmente el éter, incrementan su rango de peligro de explosión en cuanto se diluyen en el ambiente, lo cual implica la necesidad de tomar extremadas precauciones principalmente al final de las operaciones. Lo anterior requiere que los gases sean removidos lo más pronto posible para evitar al máximo los peligros de explosión.

CAPITULO II

"Áreas consideradas y equipos Centrales especificados".

El diseño del sistema de control se hace en base a especificaciones elaboradas por una compañía consultora.

El edificio de hospitalización del caso típico que nos ocupa, puede dividirse en las siguientes Plantas:

Planta Somnífero

Planta Baja

Planta Cafetería

Planta de Instalaciones

Planta de hospitalizaciones en cuartos generales
y distinción

Plantas de hospitalización en cuartos de primera
y de lujo.

Plantas de quirófanos y terapia intensiva

Vestibulos para médicos

Azoteas.

Las plantas enumeradas anteriormente, pueden agruparse en dos diferentes tipos de áreas:

1°.- ÁREAS SUBSISTEMAS RESTITUTORIOS.

Estas comprenden áreas grandes en las cuales la distribución de aire se hace por medio de:

Primeras: Unidades multizonas. Estas unidades son diseñadas normalmente para proporcionar aire acondicionado a dos o más zonas. Son unidades paquete en las cuales varios componentes y accesorios pueden ser arrojados para aplicaciones individuales. Están provistas de una toma de aire exterior y una de retorno, (este último proviene de las zonas ya acondicionadas), el aire es succionado por un ventilador el cual lo impulsa a través de dos ductos, en uno de los cuales es enfriado por un serpentín de agua fría y en el otro es calentado por un serpentín de agua caliente y humidificado con vapor. Estos ductos se llevan a cada una de las zonas, oficinas, bancos de examen, laboratorio de hematología, sanatorios, salas de

espera, vestidores de abrigos, bacteriología, jefatura, citología, etc., en donde el aire se mezcla en proporciones variables por medio de arpuetas. Ver Figura 1.

Segundo: áreas más pequeñas o lugares en donde se hace la distribución de aire por medio de unidades que constan de toma de aire exterior y retorno, ventilador, humidificador, serpentina para agua caliente o fría según las necesidades de climatización, (aire por central de planta baja, preparación, abrigos varios, etc.) como se muestra en las figuras 2, 3 y 4.

Tercero: áreas similares a las anteriores excepto que solo requieren calefacción y humidificación y 100 % de aire exterior (pasillos de diferentes pisos), como se muestra en la figura 5.

Cuarto: áreas de quirófanos, las cuales requieren un control más estricto con 100 % de aire exterior, tipo multi-zona, serpentina de recalentamiento y humidificador en cada zona. Ver Figuras 10, 11 y 12.

Quinto: Cuarto de anestésicos. Este sistema muestra una zona en la cual se requiere 100 % de aire exterior, calefacción, humidificación, enfriamiento y ahumidificación. Esta zona cuenta con: serpentín de expansión directa, - serpentín de agua caliente, humidificador y ventilador. Ver Figura 5.

2º.- AREAS DE HOSPITALIZACIÓN.

Zonas cuyo aire se toma de lugares ya acondicionados, -- (excepto del almacén de anestésicos) y constan de un serpentín de calentamiento o enfriamiento para reacondicionar dichas zonas. Se utiliza para cuartos de hospitalización. Ver Figura 4.

Todo el hospital tiene distribución de aire a base de -- ductos, difusores, rejillas de inyección, retorno y sistema de - filtración de aire.

La distribución de agua helada y caliente, así como el resto del equipo central, es especificado por la compañía contratada de la forma siguiente:

Se proveerá de una fuente de suministro continuo de agua helada durante todo el año, a base de dos unidades enfriadoras de agua, con compresoras de refrigeración del tipo central, o, con motor eléctrico trifásico separado y control de capacidad de álabes de pre-rotación para operar a diferentes cargas, en todas las épocas del año con las bombas de agua helada.

Se proveerá asimismo de una fuente de suministro continuo de agua caliente durante todo el año, a base de una caldera de vapor, intercambiadores de calor, bombas de agua caliente, -- etc.

Estas dos centrales de agua caliente y agua helada, proveerán a todo el edificio por sus sistemas de redes de circulación de agua caliente y helada como sigue:

Una red de tuberías de agua caliente y helada para las áreas de servicios hospitalarios tales como:

Quirófanos

Terapia intensiva

Residencias para médicos

Laboratorios diversos

Central de guipos

Radio, lo, la

Cafeterías

Otros.

Una red de tuberías de agua caliente y helada para las áreas de hospitalización, que comprenderá:

Quartos de encamados: distinción y generales

Quartos de encamados: de primera y lujo.

A través del sistema de conducción de agua caliente y de agua helada, se proveerá a las unidades acondicionadoras de aire en los diferentes niveles de las distintas zonas y áreas acondicionadas. El sistema de control para este equipo, se muestra en las figuras 7, 8 y 9.

Los cálculos de capacidades y tamaño de los equipos no se incluyen en este trabajo, ya que lo que nos ocupa es el diseño del sistema de control.

CAPITULO III

" Descripción del Sistema y Principio del funcionamiento de los controles utilizados en Este trabajo "

En este trabajo se presenta un sistema de control neumático al cual se describe como sigue:

Un Sistema de Control Neumático usa aire comprimido como medio de energía para la operación de válvulas, motores, relevadores y otros equipos de control neumático. básicamente se compone de los siguientes elementos:

- 1.- Un suministro de aire comprimido seco y limpio como medio de la energía de operación.
- 2.- Líneas para transportar el aire del suministro a los elementos de control.
- 3.- Elementos de control, los cuales pueden ser control les de humedad, temperatura, presión, etc.
- 4.- Líneas para transportar el aire de los controles a los elementos finales de control.
- 5.- Elementos finales de control tales como válvulas o motores que usualmente son llamados operadores o actuadores.

El suministro de aire es proporcionado a través de un compresor el cual es conectado a un tanque de almacenamiento que es mantenido a una presión de $1 - 3.5$ bar. El aire que sale de dicho tanque es utilizado para eliminar las partículas de aceite y otras impurezas. También es pasado a través de una estación reductora de presión con objeto de suministrar el aire a la presión adecuada para los controles y su correcto funcionamiento. La función de los controles es regular la posición de los elementos finales de control, lo cual se logra variando la presión neumática que sale de dichos controles de acuerdo con los cambios en la variable que se trata de controlar, de tal manera que la posición que asume el elemento final de control está de acuerdo con la presión suministrada por el controlador y está a su vez con la magnitud de cambio en la variable controlada con respecto a un punto de ajuste o valor que se trata de mantener.

Función de un Control.-

Como se mencionó anteriormente, la función de un control es regular la posición del elemento final de control, lo cual se logra tomando el aire de la línea de suministro princi-

pal a una presión constante y entrecambiado a una presión la cual es proporcional al valor de la variable que se trata de controlar, siendo las más importantes en un proceso de acondicionamiento de aire: la temperatura, la humedad y la presión.

Existen varios tipos de controles para efectuar la medición y el control de las variables antes mencionadas, los cuales se pueden clasificar de acuerdo con las siguientes características:

- 1.- Dependencia de la dirección de cambio de la presión de señal en relación con el cambio de la condición que se está midiendo.
 - a) acción directa: si la presión de señal aumenta cuando hay también un aumento en el valor de la variable controlada.
 - b) acción reversa, cuando la presión de señal disminuye en un aumento en el valor de la variable controlada.

2.- El método de variación o control de la presión de señal.

a) Tipo fuga, son aquellos que siempre dejan escapar una cantidad de aire a la atmósfera, la cual puede aumentar o disminuir de acuerdo con los cambios en el valor de la variable controlada. (Fig. 1).

b) No fuga, aquellos que sólo dejan escapar aire para variar la presión de señal cuando existe un cambio en el valor de la variable. (Fig. 2).

c) De cámara piloto, los cuales son una combinación de los dos anteriores. (Fig. 3).

3.- El tipo de cambio en la presión de señal.

a) Constante o proporcional, en el cual se tienen pequeños cambios en la presión de señal en relación con los cambios en el valor de la variable.

b) las posiciones, en el cual se tiene un cambio -- brusco de una presión mínima a una máxima en respuesta a un cambio en el valor de la variable controlada.

Estos principios se aplican a controles de temperatura y humedad. Los cuales se diferencian principalmente en su construcción y su elemento sensible de medición.

Controles para temperatura.-

Los controles para temperatura en un sistema de acondicionamiento de aire son llamados termostatos, controles y sensores de temperatura. La diferencia es que los primeros son colocados para controlar la variable en los espacios acondicionados, -- los controles tienen un bulbo remoto y normalmente son utilizados para controlar temperatura en los ductos de aire o en tuberías. Los últimos (sensores) los cuales requieren de otro elemento llama o controlador son usados para controlar la variable tanto en ductos, tuberías o espacios acondicionados.

Los elementos sensibles de medición dependen del sistema de control utilizado (eléctrico, electrónico o neumático). Como

el caso que nos ocupa es un sistema de control neumático, se hará referencia solamente a los elementos sensibles de medición -- más utilizados en el mismo.

Elementos bimetalálicos que se deforman de acuerdo con la temperatura ambiente, ésta deformación es traducida para que mediante acoplamientos mecánicos el control pueda variar la presión de señal que envía al elemento final de control de cero a un valor máximo.

Elementos de sistema termal, los cuales consisten de un capilar que está lleno con un líquido que se volatiliza en función de la temperatura ambiente, haciendo que un pequeño fuelle acoplado en un extremo del capilar sufra expansiones o contracciones traduciéndonse estos movimientos en la misma forma que -- los anteriores.

Por último mencionaremos el elemento sensible que se -- usa en la combinación sensor-controlador (esta combinación se -- puede considerar como un solo control con la ventaja que el elemento sensible o sensor se encuentra fuera del controlador y se

puede colocarse en una posición remota de él), que se basa en la expansión o contracción de una varilla con respecto a otra que permanece fija permitiendo mediante estos movimientos y a través del control variar la presión de señal para el elemento final de control (Fig. 4).

Controles para humedades.-

El control de humedad relativa también llamado humidista basa su principio de medición en la propiedad que tienen ciertos materiales de variar su longitud mediante una expansión o contracción dependiente de la humedad del aire que los rodea, siendo el cabello humano uno de los más populares. Este movimiento es traducido en una acción mecánica que permitirá variar la presión de señal de 0 a un máximo (Fig. 5).

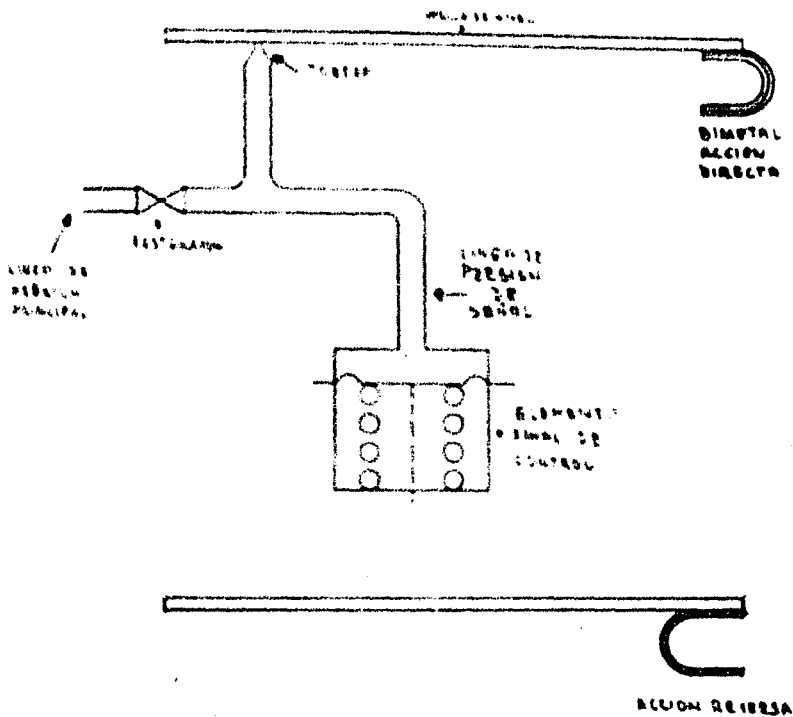


Figura No. 1

En un aumento de temperatura el elemento bimetalico se deforma causando que la varilla de nivel tape la tobera y aumente la presión de señal al elemento final de control.

En una disminución de temperatura el bimetalico hace que la varilla de nivel destape la tobera y disminuya la presión de señal al elemento final de control.

El bimetal colocado para actuar en acción reversa efectúa las mismas acciones pero en sentido contrario.

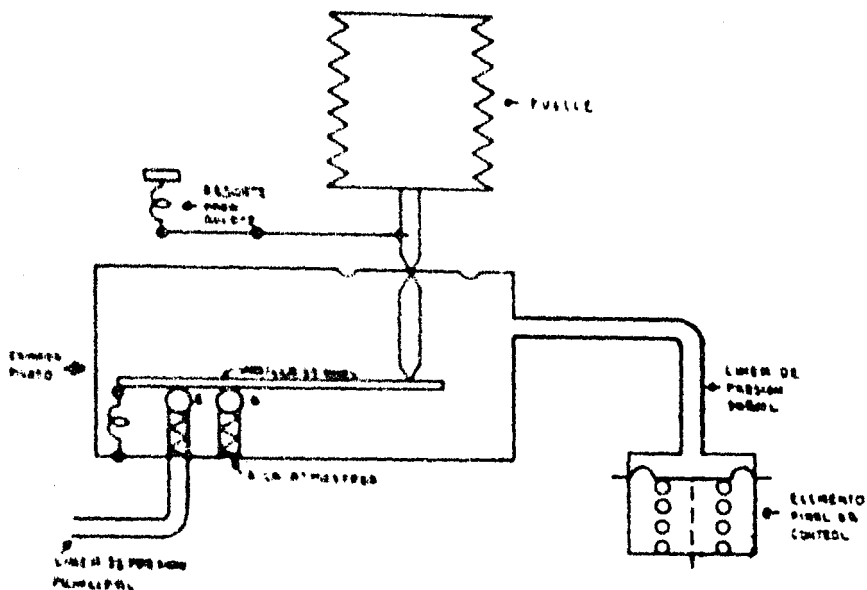


Figura No. 2

Un aumento de temperatura hace que el fuelle se expanda y actúe sobre varilla de nivel tapando el puerto que da a la atmósfera (B) y destapando el puerto (A) de la presión principal aumentando la presión de señal al elemento final de control.

Una disminución de temperatura hace que el fuelle se contraiga y la varilla de nivel destape el puerto (B) a la atmósfera y tape el puerto (A) de entrada de la presión principal y la presión al elemento final de control disminuya.

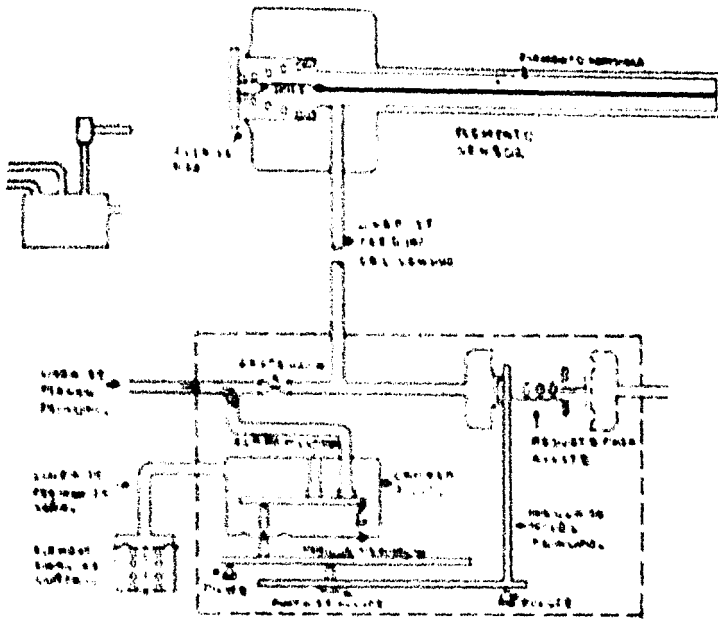


Figura No. 4

Un aumento en la temperatura hace que el elemento sensible se expanda tapando la fuga de aire provocando un aumento de presión que vence al resorte de ajuste haciendo que la varilla de nivel principal gire en sentido de las manecillas del reloj, y ésta a su vez hace que la varilla de nivel gire en contra de las manecillas del reloj, permitiendo que la presión principal conecte con la línea de señal de presión aumentando ésta al elemento final de control.

En una disminución de temperatura se abre la fuga de aire y el resorte de ajuste hace que la varilla de nivel principal gire en contra de las manecillas del reloj y varilla de nivel en favor, permitiendo que el aire salga a la atmósfera disminuyendo la presión al elemento final de control.

Para hacer el control de acción reversa basta colocar el pivote a la derecha del punto de ajuste.

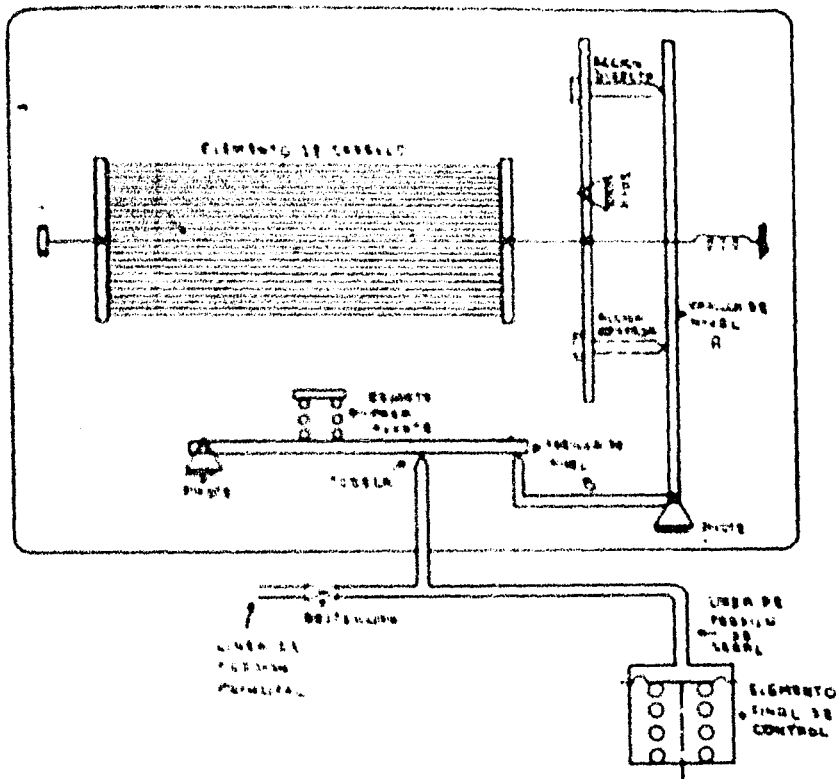


Figura No. 5

Un incremento en la humedad relativa, hace que el elemento de cable se expanda y la varilla de nivel A gire en contra de las manecillas del reloj haciendo que la varilla de nivel B tape la tobera y aumente la presión al elemento final de control.

Un decremento en la humedad relativa ocurre lo contrario y la presión al elemento final de control disminuye.

CAPITULO IV

"Diagramas Elípticos y Aspecto Psicrométrico"

En el presente capítulo, aparecen los diagramas elípticos, en los cuales se basarán como referencia gráfica, los capítulos IV y V del presente trabajo.

Debido a que no existen cartas psicrométricas en el sistema métrico, las unidades empleadas para las condiciones de temperatura, volumen, cantidad de calor etc, serán usadas en sistema Inglés.

Aspecto Psicométrico en Invierno

El acondicionamiento de aire en invierno es llamado también ciclo de calentamiento en el cual se efectúan básicamente - las siguientes funciones:

a) Limpieza, circulación y distribución del aire, estas funciones no tienen aspecto psicométrico.

b) Calentamiento y humidificación, estas últimas son las que se analizarán en la carta psicométrica.

En un sistema para acondicionar aire en invierno, el equipo para efectuar el calentamiento, funciona separadamente del de humidificación. En el proceso de calentamiento del aire solamente calor sensible es adicionado, mientras que en el de humidificación el calor sensible es transformado en latente. Un proceso de calentamiento se representa en una carta psicométrica localizando las condiciones originales y finales uniendo estas con una línea horizontal. El proceso de humidificación dependerá del medio utilizado para efectuar la humidificación, ya que ésta puede ser adiabática o no. En este trabajo la humidificación se lleva a cabo por medio de vapor, siendo éste un proceso no adiabático.

En la carta psicométrica que se presenta se puede graficar directamente el proceso de humidificación por medio de vapor

así como también las pendientes de las pérdidas o ganancias de calor sensible y latente ya que se tienen los valores en el perfilado de la norma, utilizándose en ambos casos como punto de referencia 60° de bulbo seco tomándose este calor solamente por obtener una mejor distribución. (Cualquiera temperatura de bulbo seco se pueda tomar).

Para poder representar el aspecto psicrométrico de una unidad cualquiera es necesario conocer las cantidades de calor latente y sensible que se pierden debido a las condiciones de cada una de las zonas, como se tiene un solo equipo de calentamiento y de humidificación para todas las zonas, es necesario sacar el valor de la pendiente S/L que representaría las pérdidas de calor sensible y latente, para cada una de las zonas y tomar el promedio de las normas cuyo valor sería el utilizado para llevarlo a la gráfica.

Suponiendo unas condiciones de diseño para invierno de:

100% aire exterior a 32° F y 50% humedad relativa

Cantidad de calor sensible promedio $24,000 \text{ BTU/hr}$

Cantidad de calor latente promedio $20,800 \text{ BTU/hr}$

$$S/L = \frac{24,000 \text{ BTU/hr}}{20,800 \text{ BTU/hr}} = S$$

Volúmen de aire necesario por zona 4000 (Ft³).

Condiciones requeridas en el espacio 72°F (D.) 50°F (N.H.).

Con estas condiciones podemos calcular las condiciones de descarga en el ducto de aire caliente para mantener las condiciones del espacio.

$$\frac{4000 \text{ ft}^3 \times 60 \text{ air/hr}}{14.0 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 17,100 \text{ lb/hr}$$

(volúmen específico estimado)

Calor que se necesita adicionar en el equipo.

$$\frac{214,000 \text{ BTU/hr}}{17,100 \text{ lb/hr}} = 12.5 \text{ BTU/lb}$$

Localizamos en la carta psicrométrica las condiciones exteriores y adicionándole 12.5 BTU/lb de calor sensible tendremos las condiciones de salida. Suponemos que se aproximan 33 gramos/lb en la humidificación.

Descargando el aire a las condiciones localizadas en la gráfica se podrán mantener las condiciones del espacio, debido a las pérdidas de calor sensible y latente.

SENSIBLE-LATENT RATIO-(REFERENCE POINT 60° & 0 GRAINS/W)

PSYCHROMETRIC
CHART
BAROMETER
29.921

WET-BULB TEMPERATURE
DASHED LINE

WET-BULB TEMPERATURE
SOLID LINE

WET-BULB TEMPERATURE
DASHED LINE

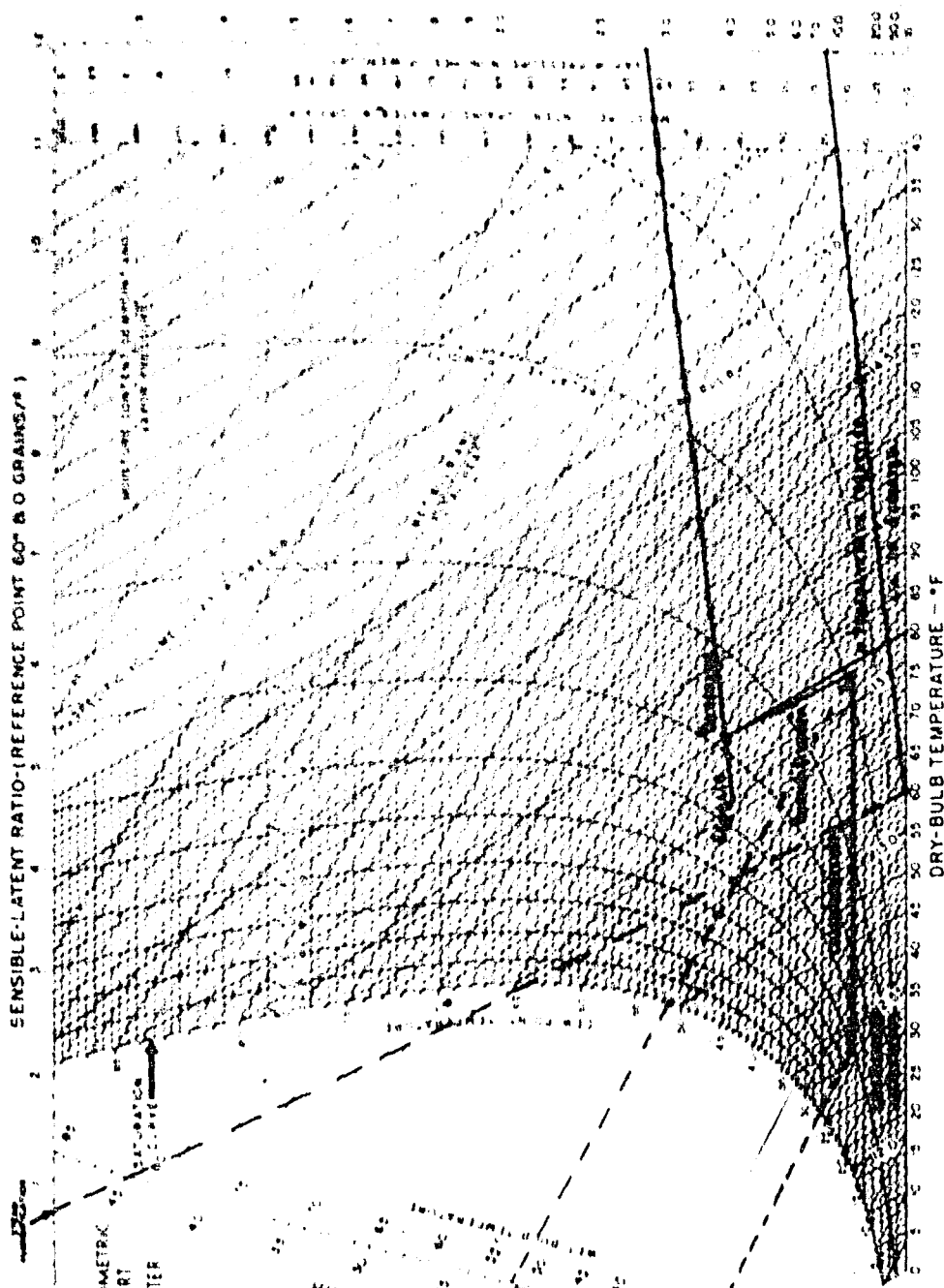
WET-BULB TEMPERATURE
SOLID LINE

WET-BULB TEMPERATURE
DASHED LINE

WET-BULB TEMPERATURE
SOLID LINE

TOTAL HEAT-BTU/DRY AIR
12.5

DRY-BULB TEMPERATURE - °F



modo psicrométrico en Verano

El acondicionamiento de aire en verano también llamado ciclo de enfriamiento, y en el cual se efectúan las siguientes funciones:

a) Limpieza, circulación y distribución del aire, estas funciones no tienen aspecto psicrométrica.

b) Enfriamiento y deshumidificación que serán las funciones que se analizarán en la carta psicrométrica.

El equipo para llevar a cabo estos procesos es el mismo.

Suponemos unas condiciones de diseño para verano:

100% aire exterior a 95°F D.S. 70°F H.H.

Calor latente $20,000 \text{ BTU/hr}$.

Calor sensible $100,000 \text{ BTU/hr}$.

$$S/L = \frac{100,000 \text{ BTU/hr}}{20,000 \text{ BTU/hr}} = 5$$

Condiciones requeridas en el espacio.

80°F D.S. 65°F H.H.

Mescurando el aire a un punto de rocío de 47.5 se mantienen las condiciones requeridas respecto a las ganancias de calor sensible y latente.

Solamente se han considerado las condiciones de diseño ya

que en puntos intermedios el aire ambos ductos se mezclará por medio de compuertas en cada zona dependiendo de las cargas térmicas que se tengan en cada espacio.

respecto psicrométrico en Invierno

Suponiendo las siguientes condiciones:

1/3 de aire exterior a 32°F bulbo seco y 50% HR.

2/3 de aire de retorno a 72°F bulbo seco y 35% HR.

Cálculo de la temperatura de bulbo seco de la mezcla.

$$T = \frac{1}{3} 32 + \frac{2}{3} 72 = 10.6 \times 1.8 = 58.6^\circ\text{F}$$

Graficamos los valores de las condiciones de aire exterior y retorno y uniendo estos con una línea, las condiciones de la mezcla se localizan en la intersección de la línea de temperatura (58.6) y la de unión.

Cálculo de las condiciones de salida del serpentín de calefacción:

Es necesario calcular la cantidad de calor sensible y latente por lb. de aire seco que será adicionado en la recarga.

Suponiendo que se requieren 120,000 BTU/hr de calor sensible y 15,000 BTU/hr de calor latente y un volumen de aire de 5000 ft³ por minuto tenemos:

$$\frac{5000 \text{ ft}^3/\text{min} \times 60 \text{ min/hr}}{14.0 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 21429 \text{ lb/hr.}$$

(14.0 volumen específico estimado)

Calor sensible:

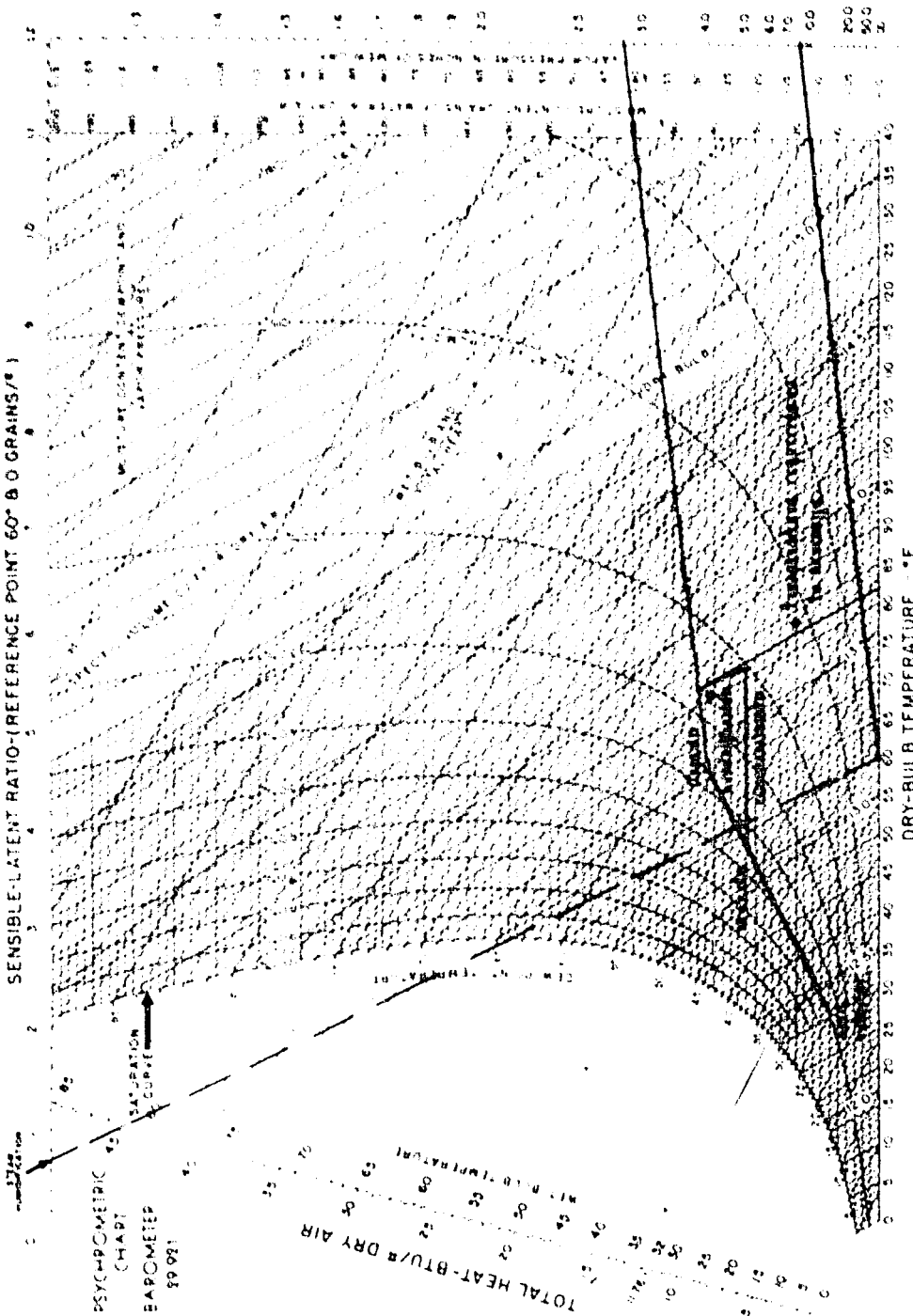
$$\frac{120,000 \text{ BTU/hr}}{21427 \text{ lb/hr}} = 5.6 \text{ BTU/lb.}$$

eficiente:

$$\frac{S}{L} = \frac{120,000}{15,000} = 8$$

Rescaldando el aire a 82°F S.S. y 90°F S.L. por las pérdidas de calor dentro del espacio se pueden mantener las condiciones requeridas.

SENSIBLE-LATENT RATIO-(REFERENCE POINT 60° B O GRAINS/°F)



PSYCHROMETRIC CHART
BAPOMETEER 89 081

SATURATION CURVE

TOTAL HEAT-BTU/R DRY AIR

DRY-BULB TEMPERATURE °F

Aspecto psicrométrico en Verano.

Suponemos las siguientes condiciones:

25% de aire exterior a 75°F D.S. y 70% V.H.

75% de aire de retorno a 75°F D.S. y 62.5% V.H.

Cálculo de la temperatura de bulbo seco de la mezcla:

$$T = 0.25 \times 0.75 \times 75 = 23.7 + 9.3 = 33.0$$

Para mantener la temperatura y contenido de humedad del espacio dentro de límites adecuados es necesario determinar la proporción de calor latente y sensible que es necesario abatir en el mismo. Lo cual se hace dividiendo la cantidad de calor sensible entre la de calor latente. En la carta psicrométrica que se presenta se tiene una escala para esta relación localizada en el perimetro de la misma teniendo como punto de referencia 60°F D.S. Este punto de referencia se eligió para tener una mejor distribución dentro de la misma.

Suponemos una ganancia dentro del espacio de 300,000 BTU/hr de calor sensible y 100,000 BTU/hr de calor latente tenemos:

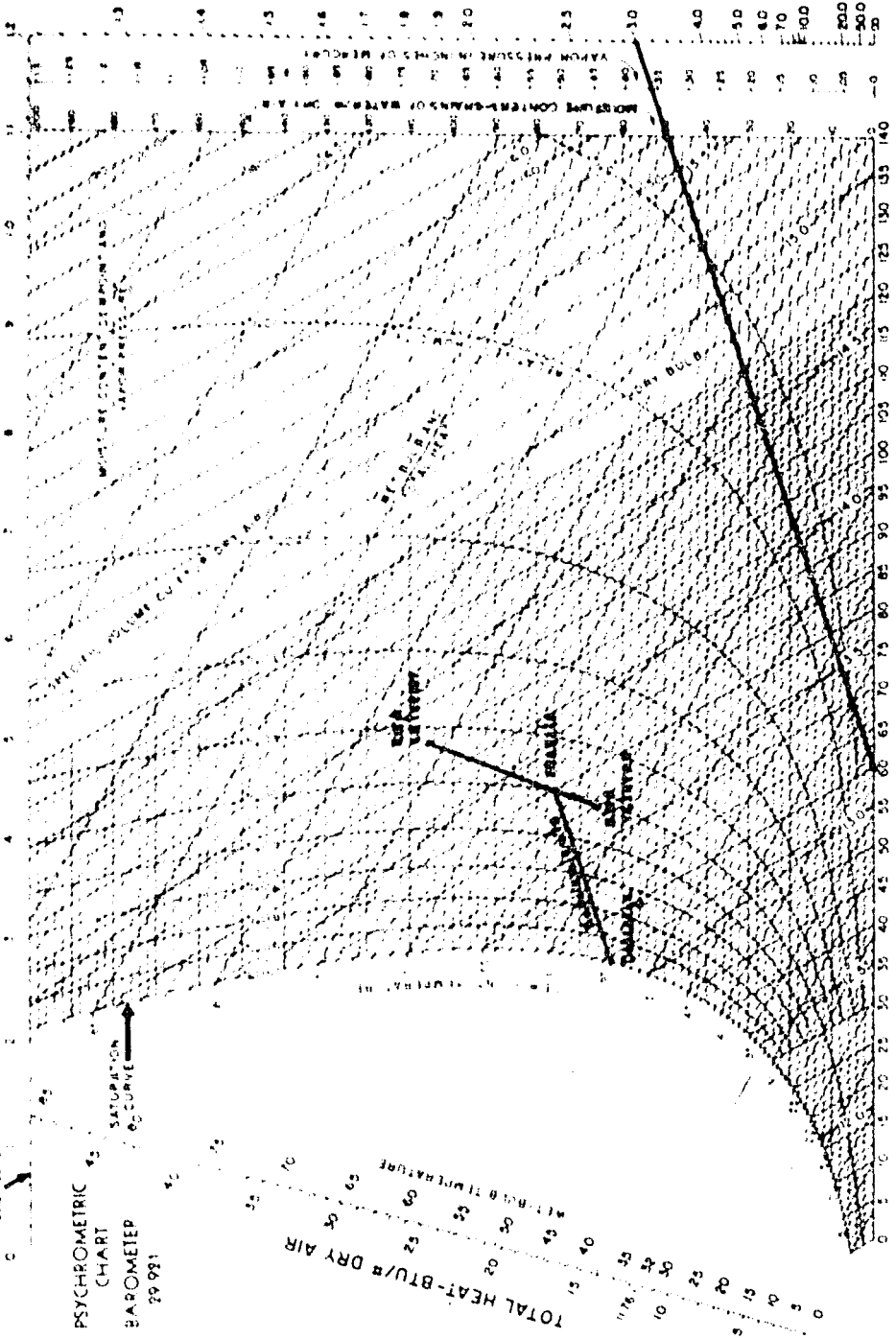
$$\frac{300,000 \text{ BTU/hr}}{100,000 \text{ BTU/hr}} = 3$$

Buscando el aire a 51°F D.S. y 54°F V.H. se mantienen las condiciones del espacio debido a las ganancias de calor, y suponiendo 100% eficiente el serpentín de enfriamiento.

SENSIBLE LATENT RATIO - (REFERENCE POINT 60° & 0 GRAINS/ft³)

PSYCHROMETRIC
CHART
BAROMETER
29.981

SATURATION
C-C CURVE



DRY-BULB TEMPERATURE - °F

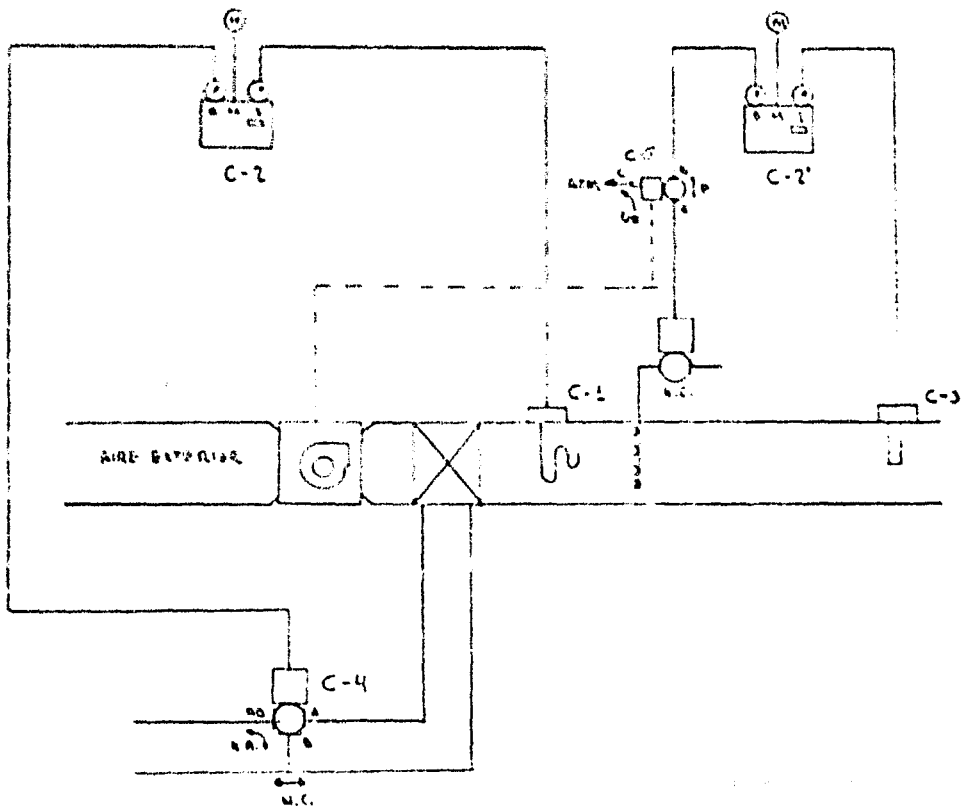


FIG. NO. III

100% aire exterior a 32°F 50% H.R.

Condiciones requeridas a la recarga 90°F B.S. 30% H.R.

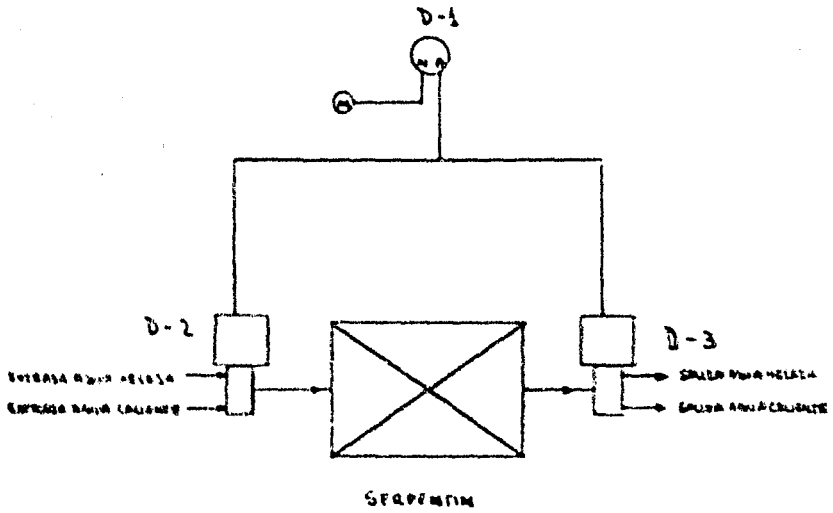


FIGURA NOL IV

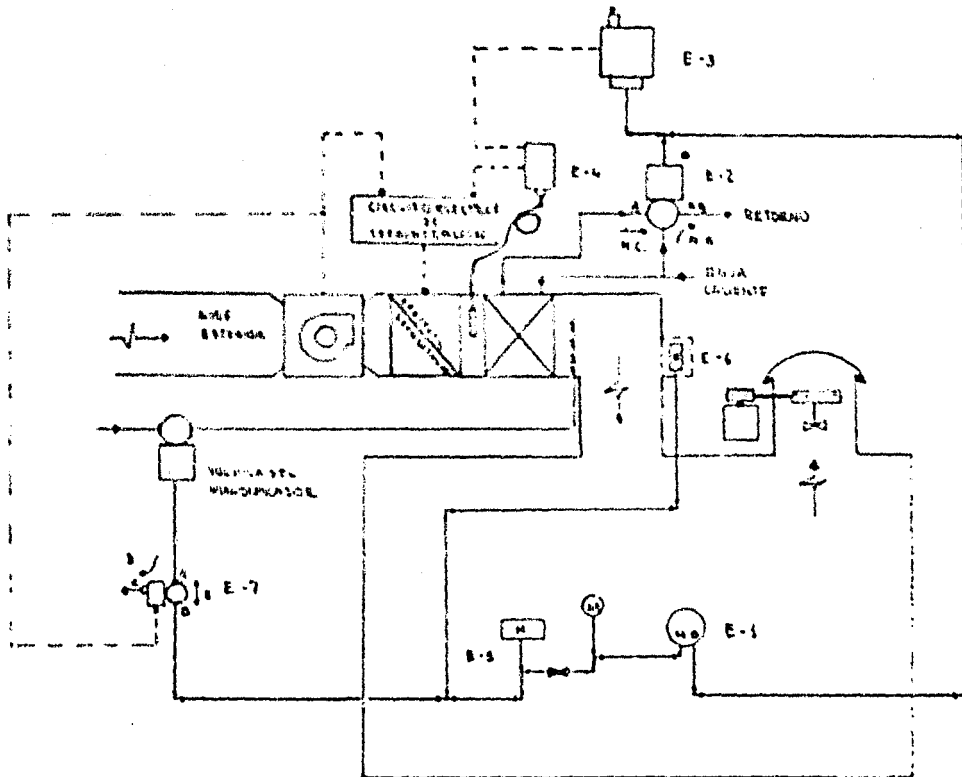


FIGURA NO. V

aspecto psicrométrico en invierno.

Suponemos las siguientes condiciones:

100% aire exterior a 32°F bulbo seco 50% humedad relativa.

espacio 72°F bulbo seco 51°F bulbo húmedo.

Exigencias de calor:

120,000 BTU/hr calor sensible

15,000 BTU/hr calor latente.

$$S/L = \frac{120,000 \text{ BTU/hr}}{15,000 \text{ BTU/hr}} = 8$$

Volúmen de aire necesario: 2120 ft^3/min .

$$\frac{2120 \text{ ft}^3/\text{min} \times 60 \text{ min/hr}}{14.0 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 21,500 \text{ lb/hr}$$

(volúmen específico estándar)

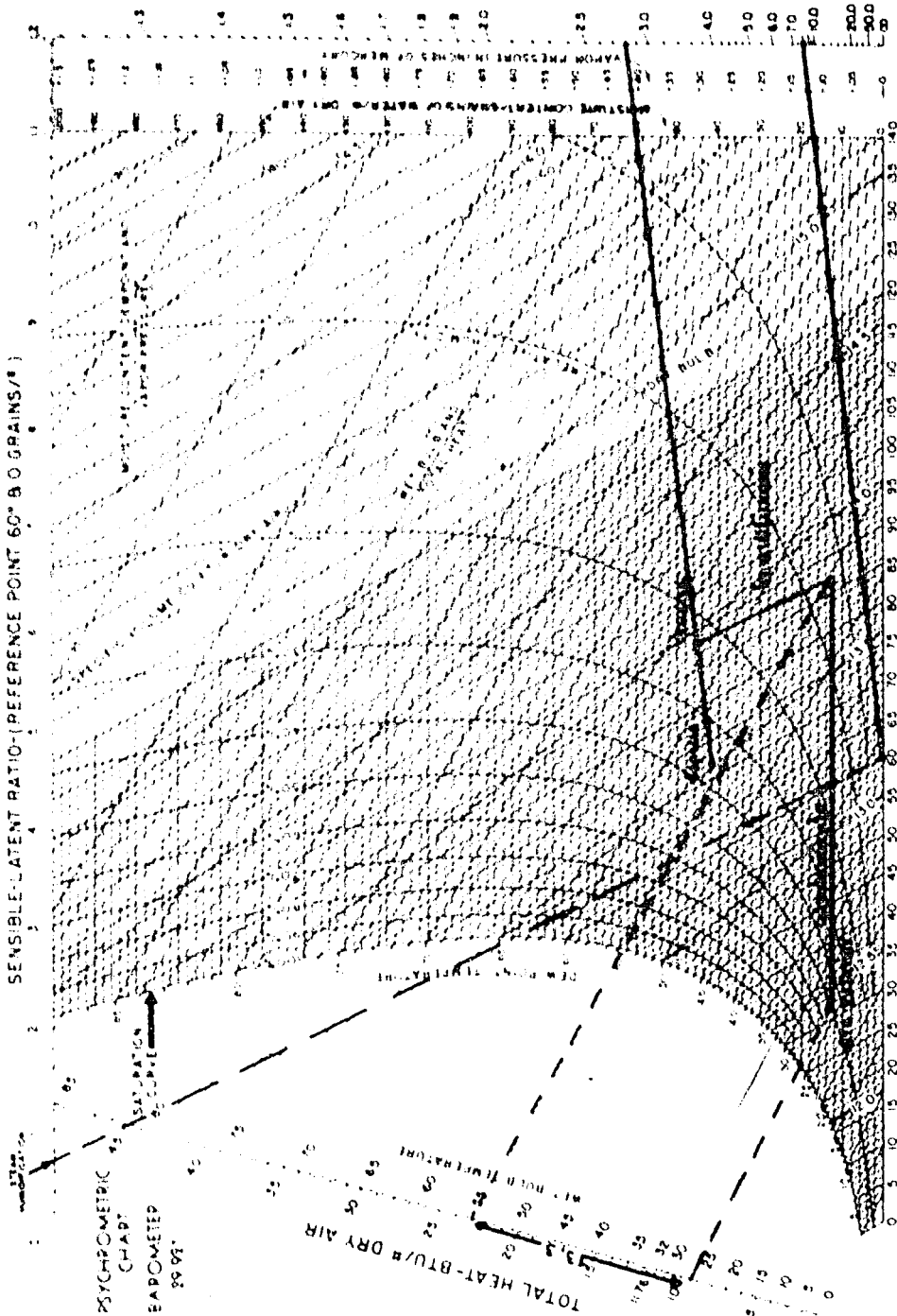
Calor que necesita adicionar en el equipo:

$$\frac{120,000 \text{ BTU/hr}}{9100 \text{ lb/hr}} = 13.3 \text{ BTU/lb de calor sensible}$$

Con esto se puede localizar las condiciones de salida del serpentín de calefacción y con la humidificación a las condiciones de descausa.

El aspecto psicrométrico en verano será similar al proceso sentido en la figura 1.

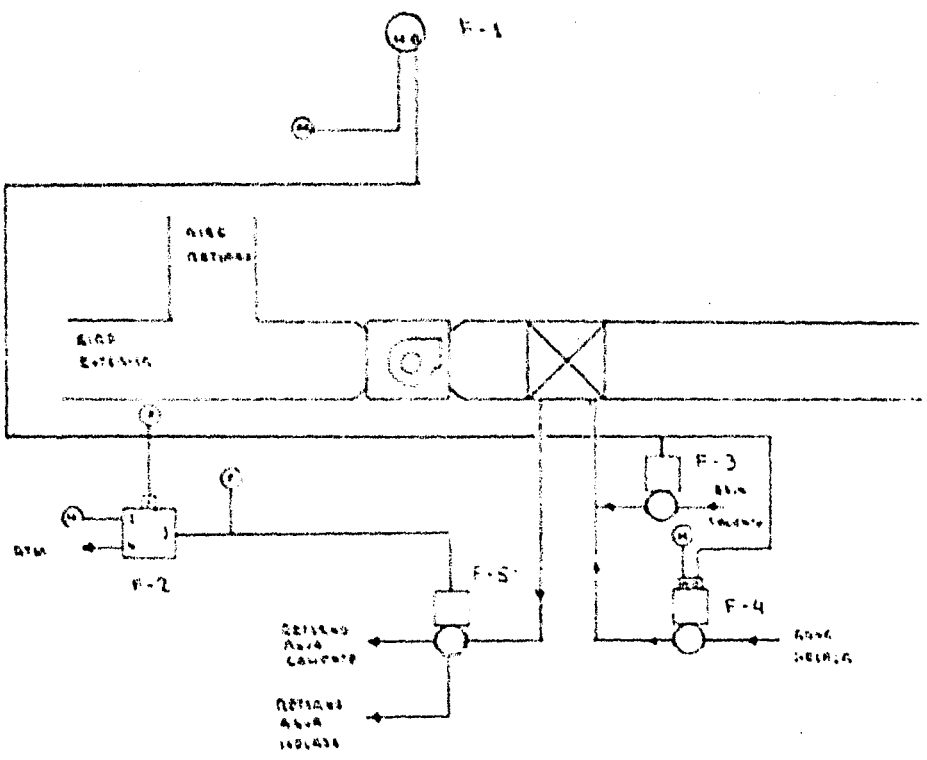
SENSIBLE LATENT RATIO - (REFERENCE POINT 60° & 0 GRAINS/ft³)



PSYCHROMETRIC
CHART
EAPOMETEP
89 91

TOTAL HEAT - BTU/ft³ DRY AIR

DRY-BULB TEMPERATURE - °F



Pl. 10. 1

aspecto psicrométrica en invierno.

Supuestos:

1) aire exterior a 32°F y 50° h.h.;

2) aire de retorno a 72°F o.s. y 50°F o.H.

Temperatura de mezcla:

$$T = \frac{1}{3} \cdot 32 + \frac{2}{3} \cdot 72 = 58.6^{\circ}\text{F}$$

Condiciones de descarga:

Considerando una pérdida de $130,000$ BTU/hr de calor sensible y $7,000$ lb/min. de aire teneros:

$$\frac{7,000 \text{ lb/min} \times 60 \text{ min/hr}}{14 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 30,000 \text{ lb/hr}$$

(volumen específico estándar)

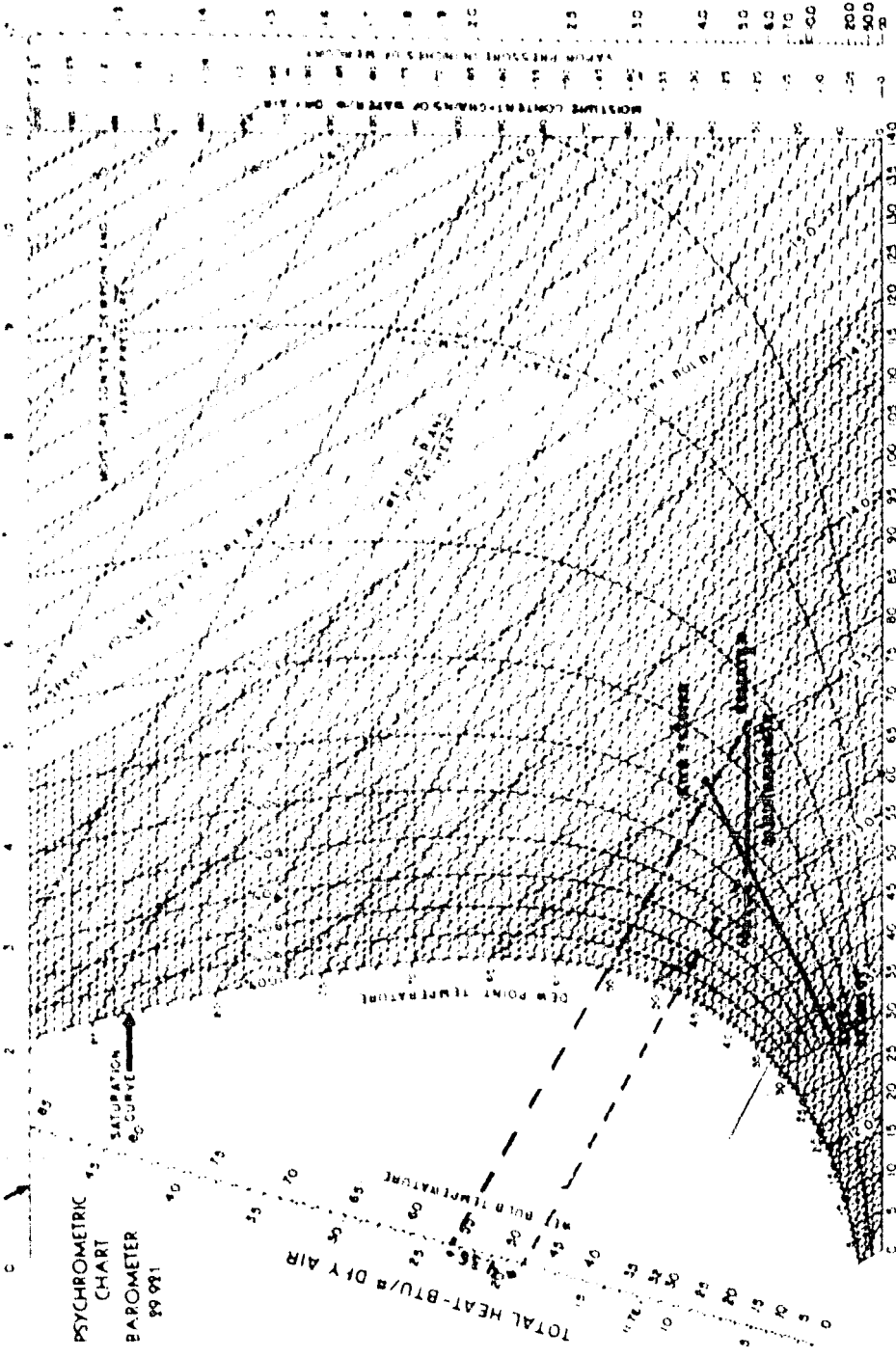
$$\frac{130,000 \text{ BTU/hr}}{30,000} = 4.33 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$$

Descargando el aire a 70°F o.s. y 55.4°F o.H. se mantienen las condiciones debido a las pérdidas de calor.

SENSIBLE-LATENT RATIO-(REFERENCE POINT 60° & 0 GRAINS/W)

PSYCHROMETRIC
CHART
BAROMETER
29.981

SATURATION
CURVE



TOTAL HEAT-BTU/# DRY AIR

WET-BULB TEMPERATURE

DEW POINT TEMPERATURE

DRY-BULB TEMPERATURE --- °F

Aspecto psicrométrico en Verano.

Suponemos las siguientes condiciones:

25% de aire exterior a 95°F bulbo seco y 76°F bulbo húme-

co.

75% de aire de retorno a 75°F bulbo seco 62.5°F bulbo -

húmedo.

Temperatura de bulbo seco de la mezcla.

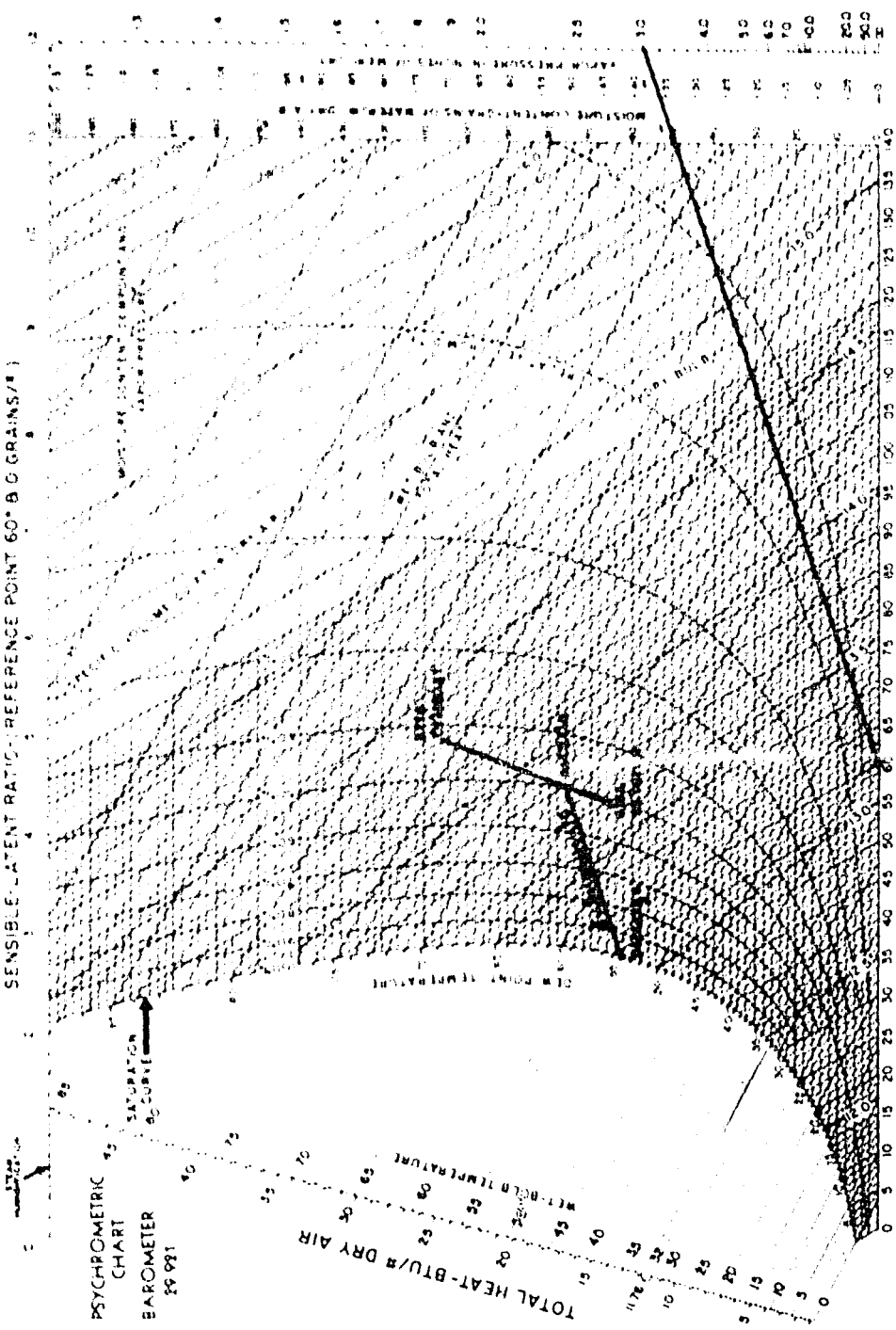
$$T = (0.25) 95 + (0.75) 75 = 23.7 + 56.3 = 80.0$$

Ganancias de calor:

$$\frac{300,000 \text{ BTU/hr}}{100,000 \text{ BTU/hr}} = 3$$

Rescarcaran el aire a una temperatura de rocío de 54 se -
pueden mantener las condiciones debido a las ganancias de calor, su
poniendo que el serpentín de enfriamiento fuera 100% eficiente.

SENSIBLE HEAT RATIO (REFERENCE POINT 60° B.G. GRAINS/°F)



PSYCHROMETRIC CHART BAROMETER 29.991

TOTAL HEAT-BTU/°F DRY AIR

WET-BULB TEMPERATURE

DRY-BULB TEMPERATURE - °F

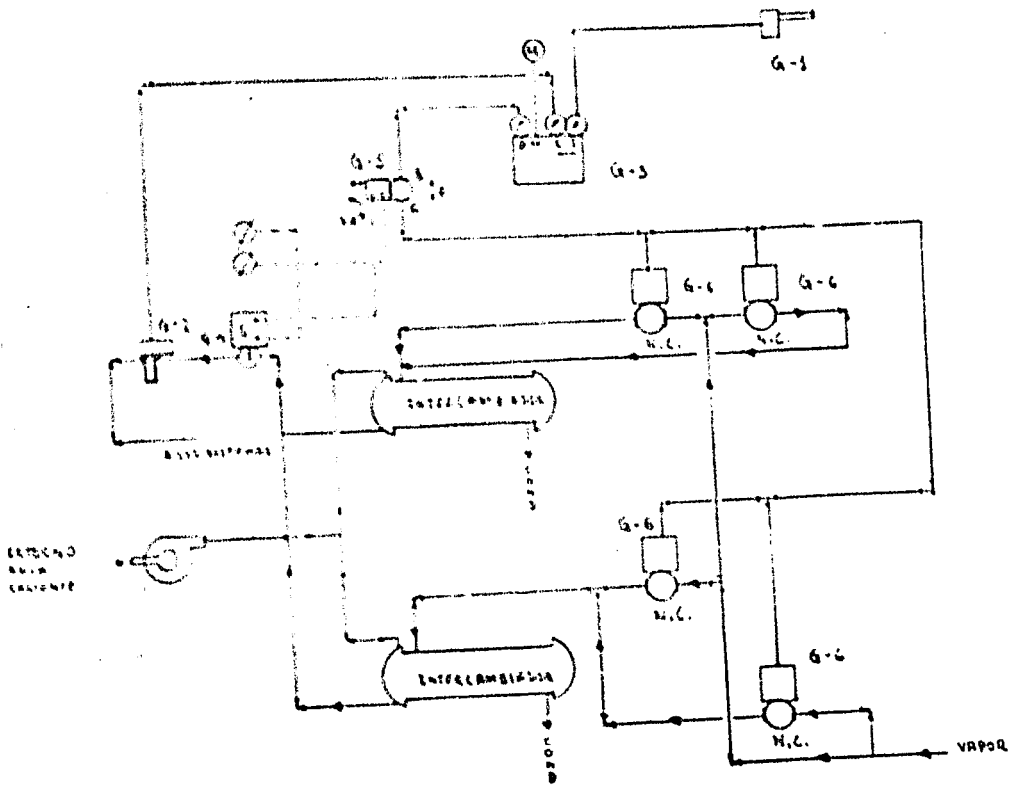


Fig. No. VII

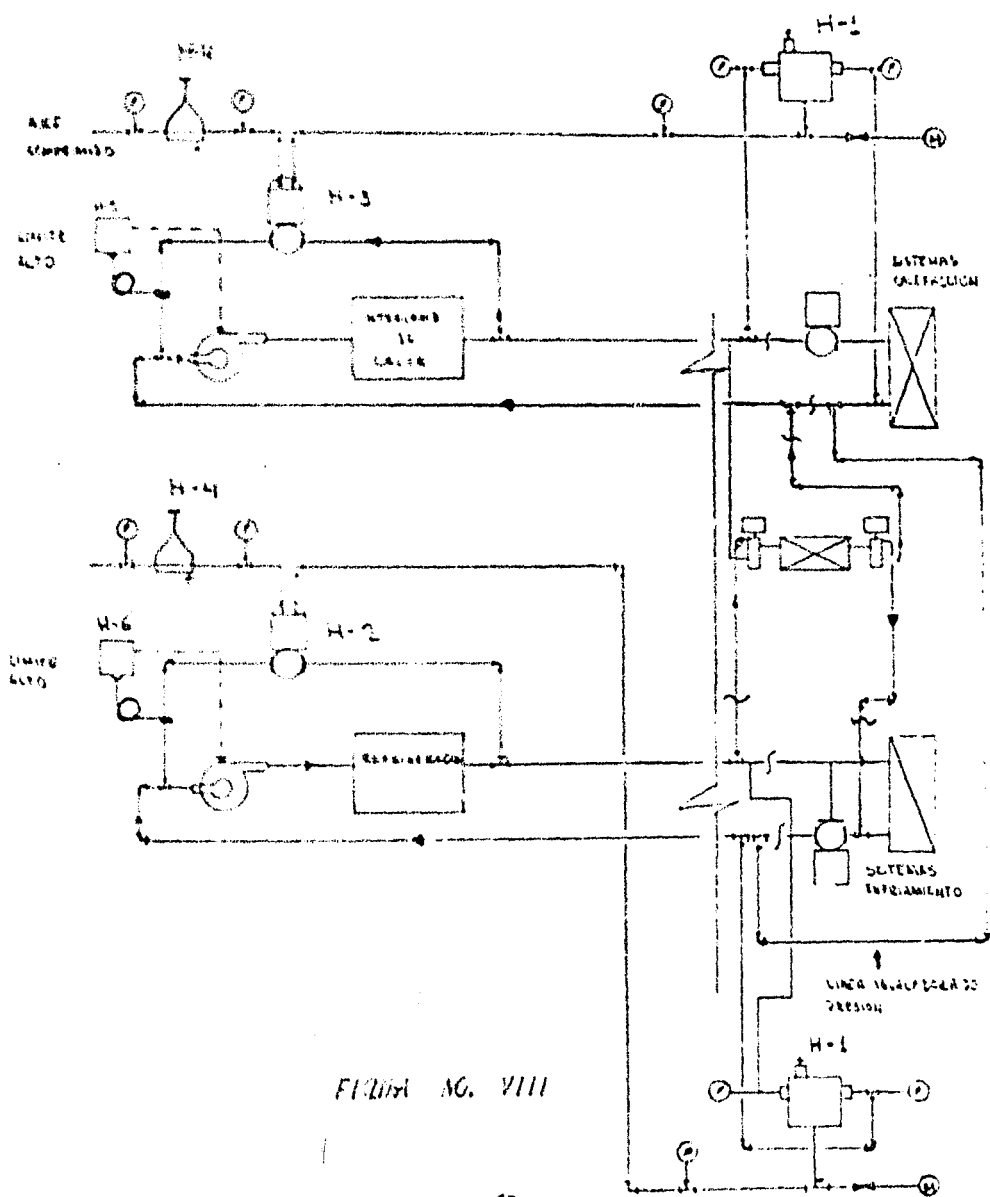


FIGURA NO. VIII

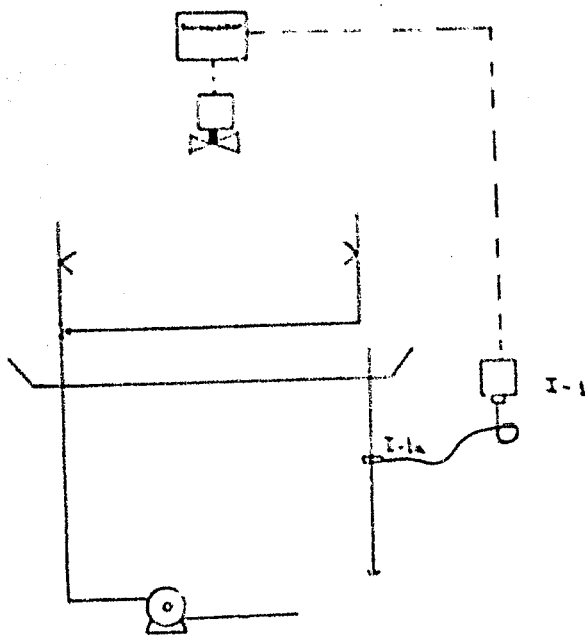


FIGURA NO. 1X

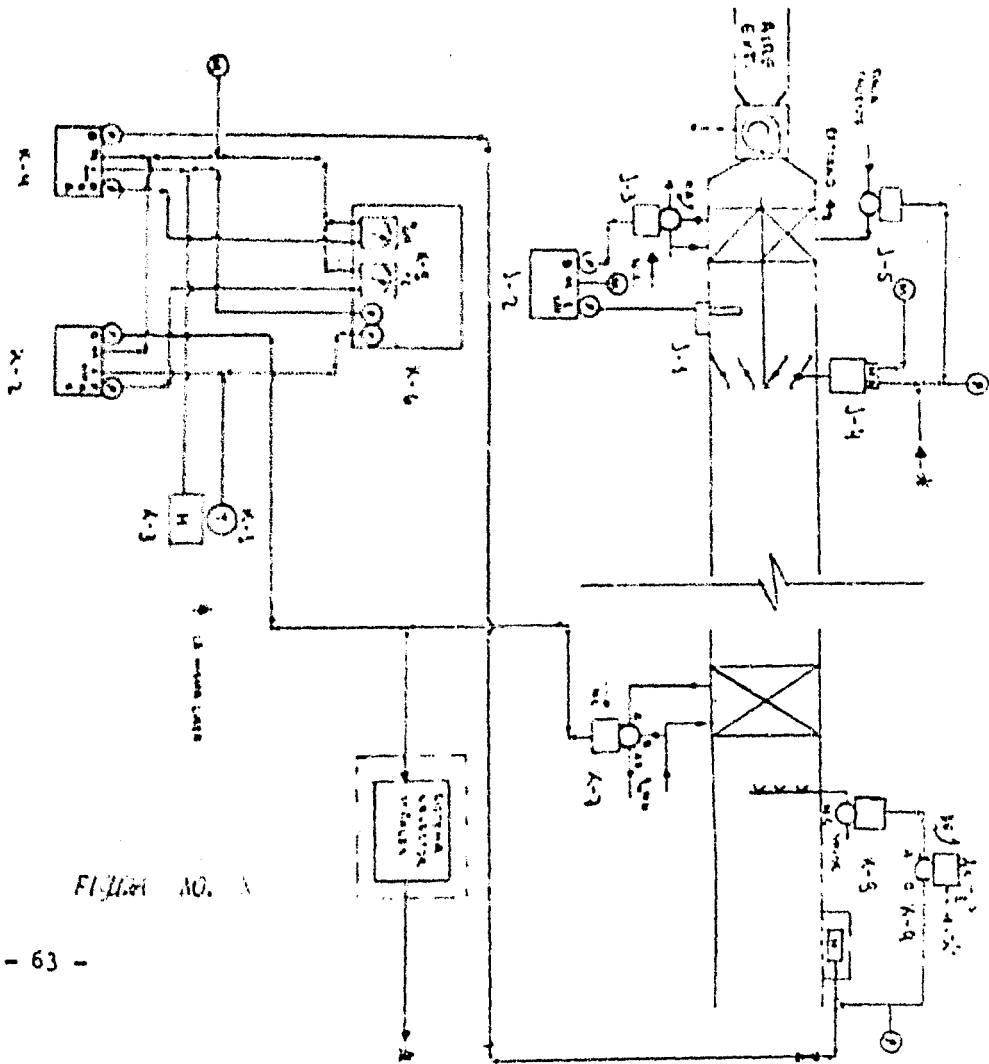


FIGURE NO. 10

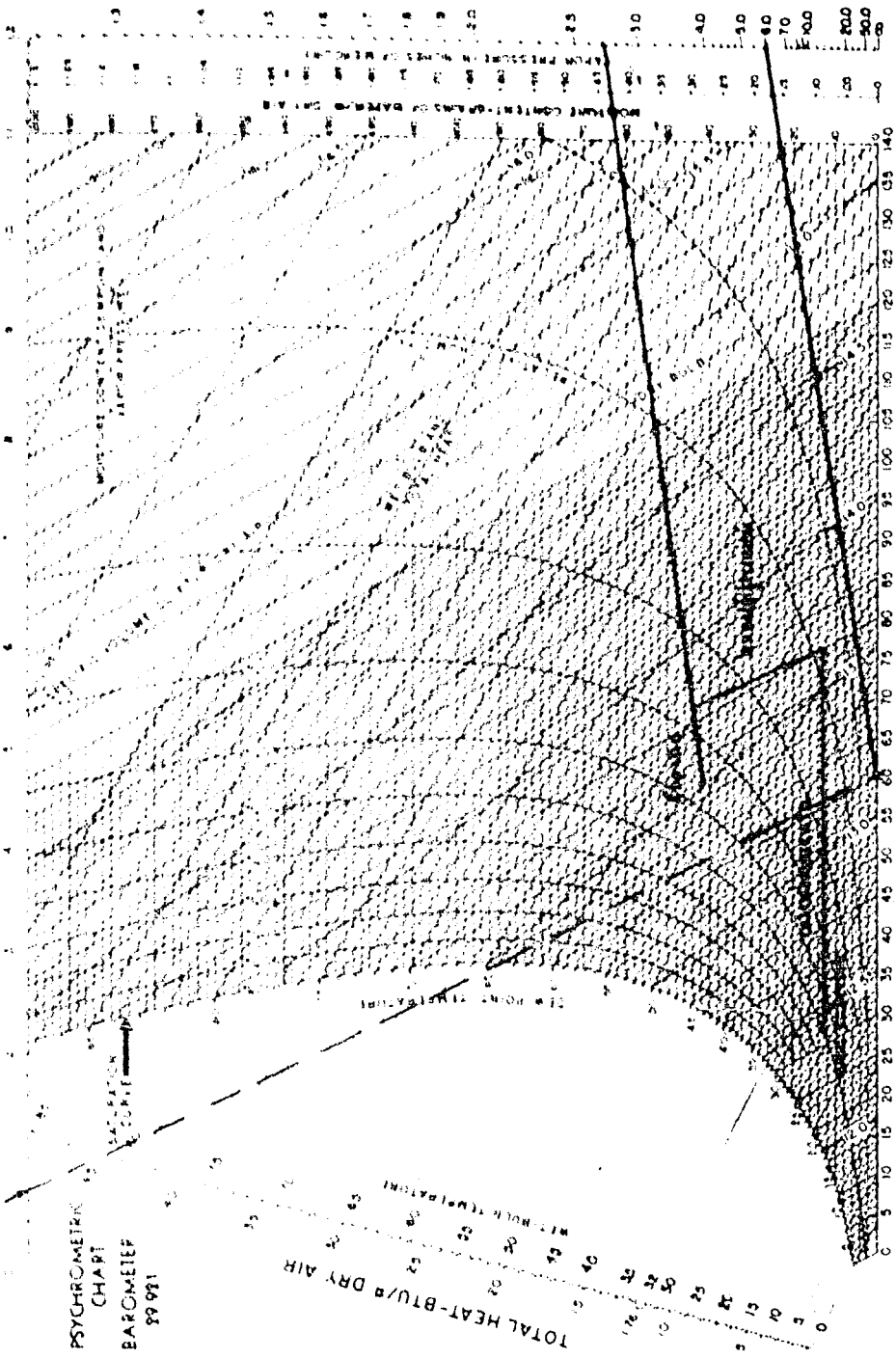
En los casos anteriores se han ilustrado los procesos supo-
niedo calor para las conexiones tanto de aire exterior como las --
conducciones de aire del espacio acondicionado, así como las conecio-
nes del mismo, con el fin de ilustrar uno de los métodos de cálculo
para obtener las conexiones de carga a cada uno de los mismos.

En esta figura sólo se ilustrarán los procesos en la carga
de humedad ya que el método de cálculo es similar en todos los casos.

Como en las zonas de quirófanos se requiere mantener con-
sistente precisión las conexiones de temperatura y humedad es necesario
proporcionar calentamiento y humidificación en cada una de las zonas.

SENSIBLE LATENT RATIO (REFERENCE POINT 60° & 0 GRAINS/°F)

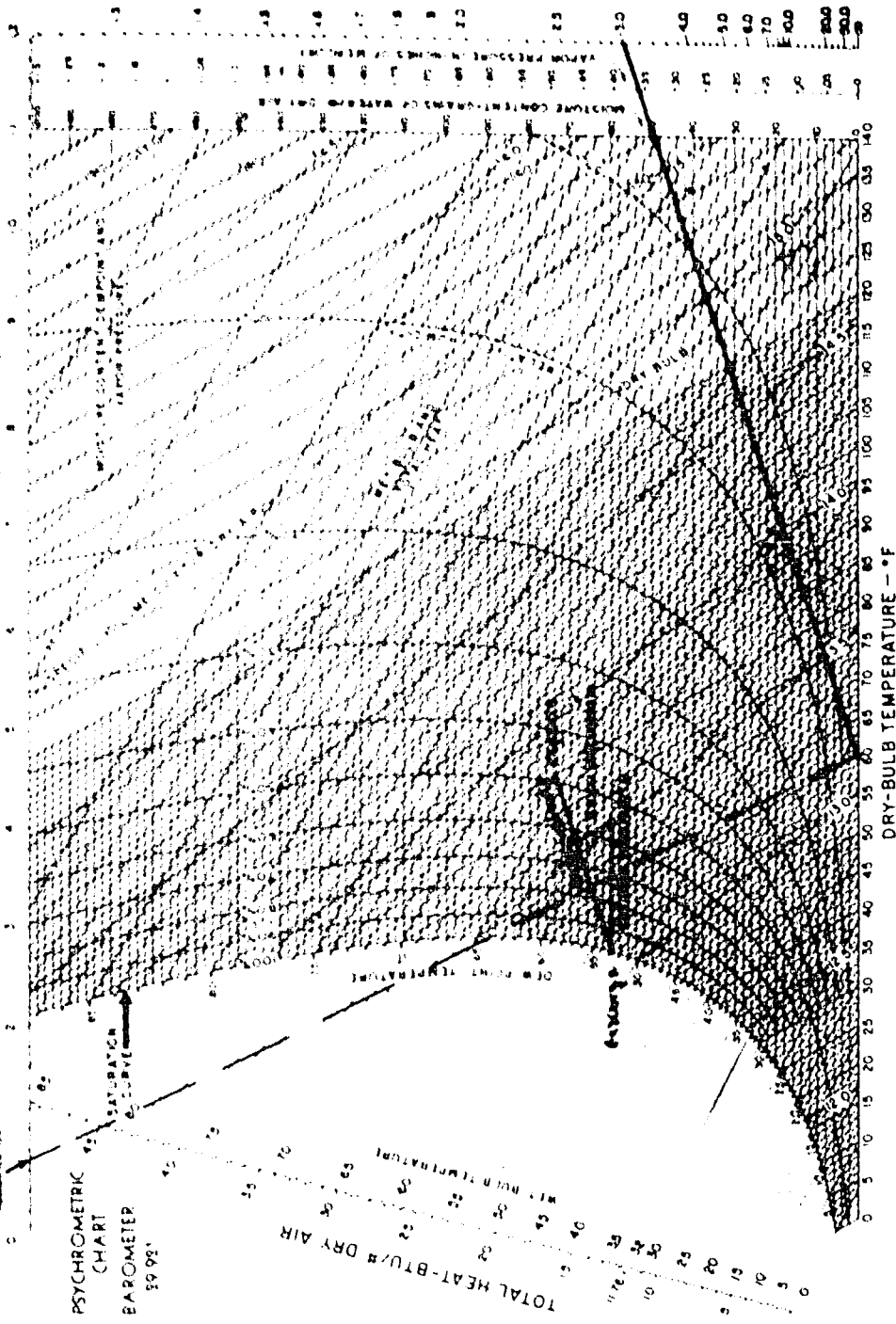
PSYCHROMETRIC
CHART
BAROMETEF
89 991



DRY-BULB TEMPERATURE - °F

SENSIBLE-LATENT RATIO (REFERENCE POINT 60° B.O. GRAINS/F³)

PSYCHROMETRIC
CHART
BAROMETER
29.921



DRY-BULB TEMPERATURE - °F

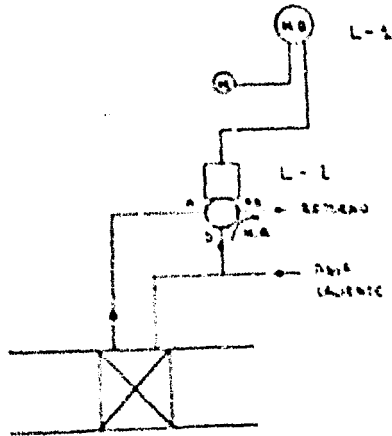
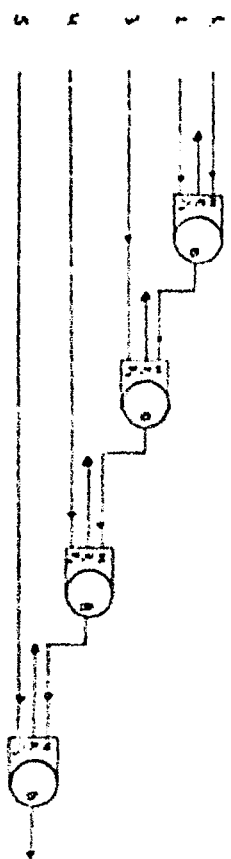


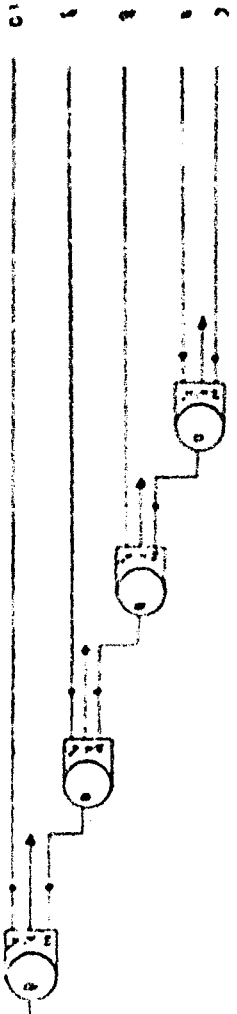
FIGURA NO. XI

“SISTEMA SECUENCIA DE CONTACTOS”

SEÑALES



Al llegar a un caso de la
combinación los contactos 1-2-3-4-5



Al llegar de la
combinación los
contactos 1-2-3-4

Figura No. XII

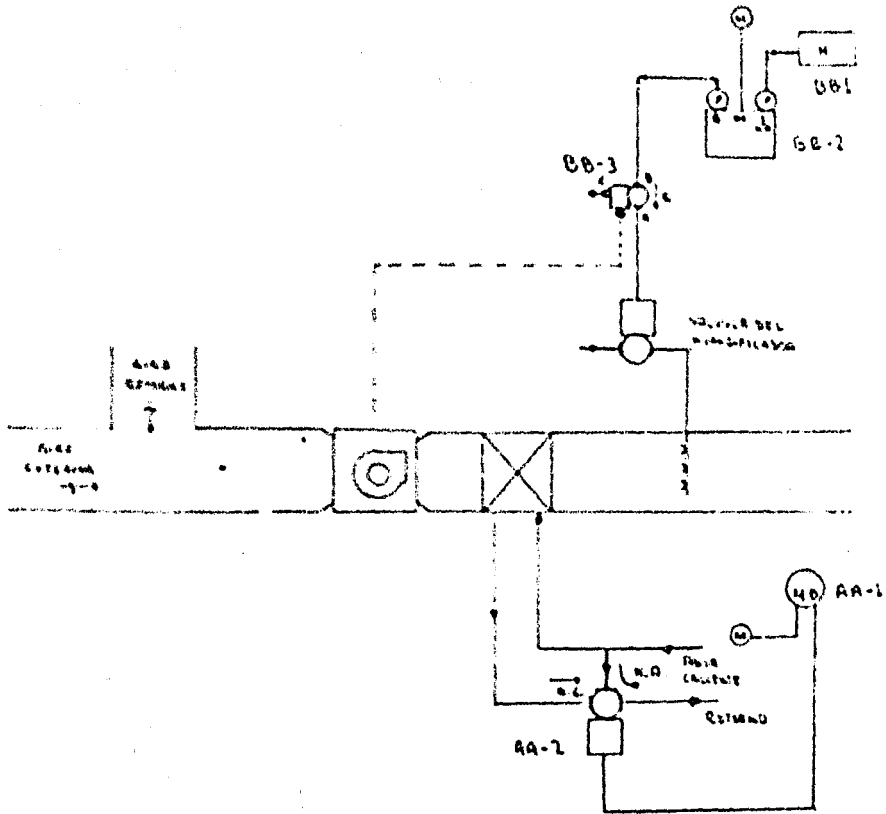


FIGURA NO. XIII

Aspecto Isocromático

Suponemos las siguientes condiciones.

1/3 aire exterior a 32°F bulbo seco y 50% H.R.

2/3 aire de retorno a 72°F bulbo seco 35% H.R.

Condiciones de la mezcla.

$$T = \frac{1}{3} 32 + \frac{2}{3} 72 = 10.6 + 48 = 58.6^{\circ}\text{F}$$

Volumen de aire manejado: 5000 ft^3/min .

$$\frac{5000 \text{ ft}^3/\text{min} \times 60 \text{ min/hr}}{14.0 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 21429 \text{ lb/hr}$$

(volumen específico estimado)

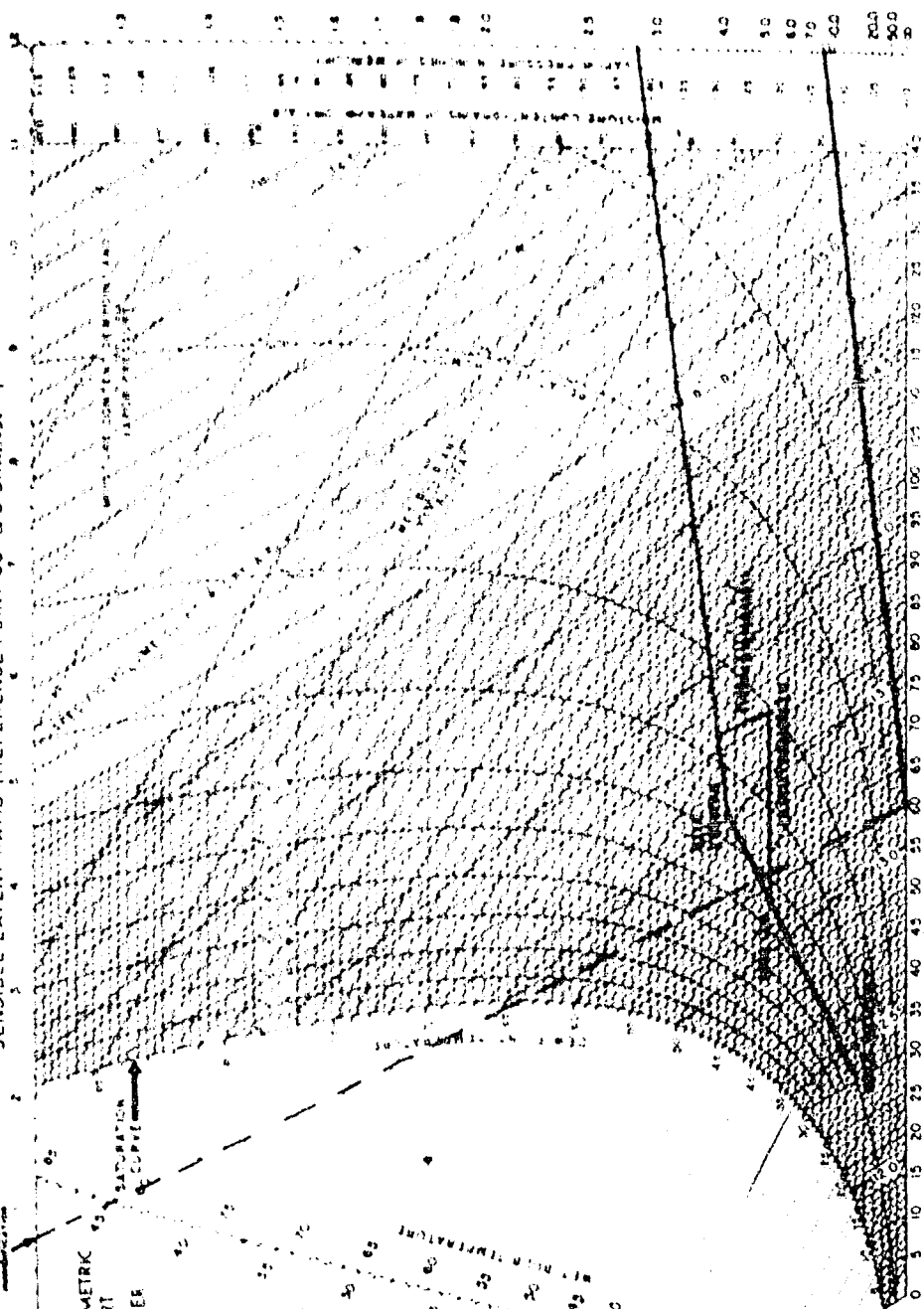
Calor sensible.

$$\frac{120,000 \text{ BTU/hr}}{21429 \text{ lb/hr}} = 5.6 \text{ BTU/lb.}$$

$$\frac{S}{L} = \frac{120,000}{15,000} = 8$$

SENSIBLE-LATENT RATIO: (REFERENCE POINT 60° IN 0 GRAINS/°F)

PSYCHROMETRIC
CHART
BAROMETER
15.971



DRY-BULB TEMPERATURE - °F

CAPITULO 1

" Solución por área "

Para una mayor claridad del diseño del control, se ha—
rá referencia al diagrama típico y se describirá la secuencia de
operación del sistema de esta área.

Unidades cuya conexión neumática típica se muestra en la Figura 1

Para este tipo de unidades, el diseño del sistema de con—
trol es como se describe en la secuencia de operación siguiente:

Control de temperatura del aire caliente en cada unidad:

Un sensor neumático de temperatura 4 - 3 inserta—
do en el ducto después del serpentín de calentamiento, -
enviará una señal al control con indicadores de tempera—
tura 4 - 5. El controlador 4 - 5 bajo el mando del sen—
sor 4 - 1 que está montado en el ducto de aire exterior -
de la unidad, (ajuste de temperatura por aire exterior),
enviará una señal que hará operar la válvula motorizada
4 - 7, la cual controlará el paso de agua caliente al -
serpentín de calentamiento para mantener la temperatura
del aire en el ducto después del serpentín, en relación

con la temperatura del aire exterior. La razón del ajuste de temperatura por aire exterior, es debido a que presenta un ahorro en el calentamiento del aire, ya que si éste está relativamente caliente, la válvula del serpentín de calentamiento se abrirá menos, eliminando así el exceso de flujo de un elemento que representaría un gasto inútil de combustible. Cuando la temperatura del aire en el ducto después del serpentín esté arriba de la deseada, el controlador 1 - 5 disminuirá la presión de señal al motor de la válvula 1 - 7 y cuando la temperatura esté abajo de la deseada, el control aumentará la presión de señal de acuerdo con los sensores de temperatura.

Control de temperatura del aire frío en cada unidad:

Un sensor de temperatura 1 - 3 insertado en el ducto después del serpentín de enfriamiento, enviará una señal neumática al controlador con indicador de temperatura 1 - 4. Este controlador enviará a su vez una señal que hará operar la válvula motorizada 1 - 6, la cual modulará el paso de agua helada al serpentín de enfriamiento para mantener un valor fijo. Cuando la temperatura en el sensor 1 - 3 del ducto de aire frío esté arriba de

la cesación, el controlador A - 4 disminuirá la presión - que envía al motor de la válvula A - 6 y ésta hará que - circule más agua helada por el serpentín. Conforme la - temperatura en el sensor va disminuyendo, el controlador - irá aumentando la presión al motor de la válvula y esto - motivará que pase menos agua por el serpentín y el resto - se recibe directamente al retorno de agua helada.

Control de temperatura de cada zona

Un termostato de pared A - 8 localizado en la zo - na correspondiente, enviará una señal neumática al motor - A - 9 que modulará las compuertas de mezcla de la unidad - para mantener la temperatura en el lugar donde se encuen - tra este termostato. Las compuertas de mezcla ya mencio - nadas, estarán colocadas en el ducto de aire caliente y - aire frío; ambas estarán unidas mecánicamente opuestas, - es decir, cuando las de aire frío estén abiertas, las de - aire caliente estarán cerradas y viceversa. Como serán - manejadas en forma modulante, habrá posiciones en las - compuertas que no serán los extremos, entonces estarán - dejando pasar una cierta cantidad de aire por cada ducto - e inyectando una mezcla a cada zona. Se esta función de - ésta se conoce de "compuertas de mezcla".

Cuando la temperatura en el lugar donde se encuentra el termostato está arriba de la deseada, éste disminuirá la presión al motor de compuertas de zona y el motor se moverá para abrir la compuerta del ducto frío y cerrar la de aire caliente. Conforme la temperatura en el lugar donde se encuentra el termostato va disminuyendo, éste irá aumentando la presión al motor de las compuertas en forma oscilante y el motor se moverá para ir cerrando la compuerta del ducto frío y abriendo la compuerta del ducto caliente para mantener la temperatura deseada.

Control de humedad relativa de cada zona:

Un sensor de humedad relativa A - 10, localizado junto al termostato de pared A - 8 de la misma zona, enviará una señal neumática al controlador con indicador de humedad relativa A - 11. Este último, bajo el mando del sensor A - 10 y del sensor de temperatura A - 1 de aire exterior, en combinación con el controlador A - 2 - cuyo funcionamiento se describe más adelante bajo el título de "Compensación de aire exterior", controlará neumáticamente el motor de humidificación de la zona a tra-

vés a la válvula de aire 1 - 12. Esta permitirá que -
 abra el humidificador cuando la unidad esté funcionando,
 en caso de que el controlador lo requiera, e impedirá ---
 que abra el humidificador si el controlador y la unidad
 está fuera de funcionamiento. Estos controladores funciona-
 rán para mantener la humedad relativa en el lugar donde
 se encuentra el sensor 1 - 10. Cuando la humedad relati-
 va en esa zona disminuya, el controlador aumentará la --
 presión de señal al motor eléctrico y cuando éste abri-
 rá una válvula para permitir el paso del vapor al ducto.
 Conforme la humedad relativa aumenta, el controlador dis-
 minuirá la presión al motor eléctrico y éste irá
 cerrando la válvula que disminuirá el paso del vapor en
 forma oscilante.

Compensación por temperatura de aire exterior:

Un sensor de temperatura 1 - 1 insertado en el -
 ducto de aire exterior, enviará una señal neumática al -
 controlador 1 - 2 y éste a su vez enviará una señal al -
 controlador 1 - 11 de humedad relativa. De esta forma, pa-
 ra reajustar el punto de control de éste, de tal manera
 que si el aire exterior es caliente o frío, con la señal

que envía el sensor A - 10 al controlador A - 11, la válvula pasará a abrir más o menos según el caso. El sensor de temperatura A - 1 enviará además su señal al controlador A - 5 de las unidades, para reajustar por temperatura de aire exterior, la temperatura del ducto caliente tal como se mencionó en el párrafo de: "Control de temperatura del aire caliente en cada unidad".

Unidades cuya conexión neumática típica se muestra en la Fig. 2:

Control de temperatura en cada zona:

Un termostato de pared B - 1 localizado en la zona, enviará una señal neumática a las válvulas B - 5 y B - 7 y al selector neumático B - 5 que operará como se explica en el párrafo siguiente, a fin de mantener la temperatura en el lugar donde se encuentra el termostato al valor deseado.

Cuando la temperatura es alta con respecto a la deseada, se encontrará totalmente abierta la válvula B - 3 y el selector B - 5 habrá aliviado la presión del motor de la válvula B - 8 a la atmósfera; esta válvula habrá conectado en este caso la salida del serpentín al tubo de retorno de agua helada. Conforme la temperatura

va disminuyendo, se va cerrando la válvula de agua helada B - 7. Si la temperatura disminuye aún más, la válvula B - 7 se cerrará totalmente y el selector B - 5 operará para que pase aire comprimido del suministro, al motor de la válvula B - 8 y ésta comunicará la salida del serpentín al tubo de retorno de agua caliente. Si continúa disminuyendo la temperatura, la válvula de agua caliente B - 6 abrirá en forma modulante para compensar la desviación de la temperatura. Al aumentar la temperatura se repetirá la secuencia a la inversa.

Control de humedad relativa en cada zona:

Un sensor de humedad relativa B - 2 localizado junto al termostato de pared B - 1 de la misma unidad, enviará una señal de presión neumática al controlador con indicación de humedad relativa B - 3. Este controlador la presión que se envía al actuador del humidificador de la unidad a través de la válvula de aire B - 4. Esta permitirá que pase la señal al actuador del humidificador cuando el ventilador de la unidad está funcionando; si el ventilador se parara, taponará la señal del actuador del humidificador obligándolo a cerrar. Estos con-

estas funcionarán para mantener la humedad relativa en el lugar donde se encuentre el sensor B - 2 alrededor de un valor fijo.

Cuando la humedad relativa disminuya con respecto a la deseada, el controlador aumentará la presión al actuador del humidificador y éste abrirá el paso de vapor al ducto. Conforme la humedad relativa aumenta, el controlador disminuirá la presión al actuador del humidificador y éste irá cerrando el paso de vapor en forma modulante.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en la Figura 3:

Control de temperatura en cada unidad:

Un sensor diferencial de temperatura C - 1 en conjunto con un controlador de temperatura con indicación C - 2, operarán de manera tal, que cuando la temperatura en el ducto después del serpentín de calentamiento esté arriba de la deseada, el controlador C - 2 disminuirá la presión de la señal que envía al actuador de la válvula C - 4; ésta operará de manera que pase menos agua al serpentín, derivando el resto directamente al retorno en forma modulante. Conforme disminuya la temperatura, se



repetirá la acción a la inversa.

Control de humedad relativa en cada unidad.

Un sensor de humedad relativa (- 3) en conjunto con un controlador neumático con indicación de humedad (- 2), operarán de tal manera que cuando la humedad relativa en el suelo después del humidificador esté arriba de la deseada, el controlador (- 2) disminuirá la presión de la señal que envía al actuador del humidificador a través de la válvula de aire (- 5) y modulará el paso de vapor hacia la posición de cerrada. Conforme disminuye la humedad relativa, el controlador aumentará la presión de señal al actuador del humidificador, causando que module el paso de vapor hacia la posición abierta. La válvula (- 5) permitirá el paso de la señal de aire al actuador del humidificador cuando el ventilador de la unidad esté funcionando; al pararse el ventilador, impedirá el paso del aire comprimido al actuador del humidificador y aliviará la presión que pudiera tener éste a la atmósfera, obligando a cerrar el paso de vapor.

Unidades con conexión neumática típica se muestran en la Fig. 4:

El diseño de estas unidades queda de acuerdo con la secuencia de operación siguiente:

Control de temperatura en cada unidad:

El termostato de punto B - 1 enviará una señal a las válvulas B - 2 y B - 3 que irá de 0 hasta 2 kg/cm^2 conforme aumenta la temperatura en forma modulante, y -- la disminuirá en caso de tener un descenso de temperatura.

Las válvulas B - 2 y B - 3 a 0 kg/cm^2 de señal neumática, permiten 100 % de flujo de agua caliente a través del serpentín. Conforme aumenta la temperatura, las válvulas modulan a impedir el flujo de agua caliente a través del serpentín, desviando al retorno. Si continúa aumentando, impiden totalmente el flujo al serpentín. Si con esto la temperatura no se abate, la presión de señal que reciben los actuadores de las válvulas continuará aumentando haciendo con esto que las válvulas permitan el flujo de agua fría a través del serpentín. Conforme disminuya la temperatura y por lo tanto la presión de señal, se repetirá el ciclo a la inversa.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en la Figura 5:

Estas áreas operan bajo la siguiente secuencia de operación:

Control de temperatura.

Un termostato de presión $\zeta - 1$ controlará la temperatura mediante la válvula $\zeta - 2$ que servirá para permitir o suprimir el paso de agua caliente, de manera que cuando la temperatura disminuye en el lugar donde está colocado, abajo de la que se desea mantener, aumenta la presión de señal haciendo variar la de 0.21 a 0.91 kg/cm^2 ; cuando la temperatura aumenta, disminuirá la señal del mismo rango.

La válvula $\zeta - 2$ con 0.56 kg/cm^2 ó menos, permite 100 % de flujo a la derivación y cero al serpentín; con 0.91 kg/cm^2 de señal, permite 100 % de flujo al serpentín y cero a la derivación. A presiones intermedias entre 0.56 y 0.91 kg/cm^2 , la válvula $\zeta - 2$ toma posiciones intermedias en forma modulante.

El interruptor $\zeta - 3$ se ajustará de manera que cierre el circuito de la refrigeración con 0.42 kg/cm^2 de señal, la cual será enviada por el mismo termostato para que abra el circuito de refrigeración a 0.49 kg/cm^2 .

Un controlador de temperatura eléctrico $\zeta - 4$ -- que actuará como límite bajo, tendrá un bulbo remoto en el ducto después del serpentín y antes del serpentín de agua caliente e interrumpirá el circuito de la refrigeración en serie con el interruptor $\zeta - 3$; de manera que si la temperatura o la descarga del serpentín de expansión disminuye a un valor al cual no sea necesaria la refrigeración, se interrumpirá el circuito de la misma.

Control de humedad relativa:

El humidistato de pared $\zeta - 5$, si el humidistato de límite $\zeta - 6$ y el interruptor eléctrico neumático -- $\zeta - 7$ lo permiten, enviará una señal neumática al motor del humidificador de 0.21 y 0.91 lb/oz² conforme la humedad relativa varíe del valor que se trata de mantener. -- Cuando la humedad relativa disminuye, aumentará la presión que el humidistato $\zeta - 5$ envía al motor del humidificador y éste permitirá que el humidificador pase más vapor al ducto. Cuando la humedad relativa aumente, disminuirá la presión que el humidistato $\zeta - 5$ envía al motor del humidificador y éste controlará al humidificador para cerrar el paso del vapor.

Si la humedad relativa en el ducto de descarga - excede de 95 %, el humidistato $\zeta - 5$ aliviara la señal que el humidistato $\zeta - 5$ pudiera estar enviando al motor del humidificador, a la atmósfera, limitando la apertura del humidificador a su valor máximo de 95 % en el ducto de humedad relativa.

Si el ventilador de la unidad se para, se desenergizará el relevador eléctrico neumático $\zeta - 7$ y bloqueará el paso de la presión de señal del humidistato $\zeta - 5$ aliviando a través la presión que pudiera existir en el motor del humidificador a la atmósfera, evitando que éste cierre el paso de vapor al ducto. Al arrancar nuevamente el motor del ventilador, se energiza el relevador $\zeta - 7$ y permite nuevamente que la presión de control pase al motor del humidificador.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en la Figura 5:

El sistema de control operará de acuerdo con la secuencia de operación siguiente:

Control de temperatura:

Un termostato de pared F - 1 localizado en la zona, enviará una señal de presión neumática a las válvu-

las F - 3, F - 4 y al selector neumático F - 2 que operarán como se explica luego, para mantener la temperatura en el lugar donde se encuentra el termostato al valor de seaso.

Cuando la temperatura en el lugar de la localización del termostato está alta, se encuentra totalmente abierta la válvula F - 4 y el selector F - 2 ha aliviado la presión del motor de la válvula F - 5 a la atmósfera. Esta válvula a su vez, ha conectado la salida del serpentín al tubo de retorno de agua helada. Conforme disminuye la temperatura, va cerrando la válvula de agua helada F - 4; en caso de continuar disminuyendo, cerrará totalmente la válvula F - 4 y el sensor F - 2 operará para — que pase el aire comprimido del suministro al motor de — la válvula F - 5 y esta comunicará la salida del serpentín al tubo de retorno de agua caliente. En caso de que la temperatura disminuyera más aún, la válvula de agua caliente F - 3 abrirá en forma modulante para compensar la desviación de la temperatura. Al volver a aumentar la temperatura, se repetirá la secuencia a la inversa.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en la Figura 7:

Esta figura muestra el sistema de control para los equipos; su funcionamiento es analógico a continuación:

Control de Temperatura:

Un sensor en el aire exterior G - 1 enviará una señal neumática al controlador G - 3 para reajustar el punto de control de éste, conforme a la temperatura de agua caliente en relación a la temperatura de aire exterior. El controlador G - 3, bajo el mando de este sensor y de la señal que envía el sensor G - 2 localizado en el agua a la salida de los intercambiadores, enviará señal a los motores de las válvulas G - 6 de manera que cuando disminuye la temperatura en G - 1 ó G - 2, aumenta la presión de señal en los motores de las válvulas G - 6 y éstas oscilan para pasar más vapor a los intercambiadores. Al aumentar la temperatura en G - 1 ó G - 2, disminuye la presión que envía el controlador G - 3 a las válvulas G - 6 en forma oscilante, pudiendo variar desde 0.91 hasta 0.21 kg/cm², motivando el cierre de las válvulas.

Cuando existe flujo de agua a través de los intercambiadores, el interruptor G - 4 cierra un contacto intermitente y se energiza la bobina de la válvula G - 5, la --

cual permite que la señal que envía el controlador G - 3 pase a los motores de las válvulas G - 6 y éstas modulen. Si deja de existir el flujo de agua, el interruptor - - 4 - 4 abre su contacto y se desenergiza la válvula G - 5 bloqueando el paso de la señal a las válvulas G - 6 y -- aliviando a la atmósfera la presión que los motores de -- dichas válvulas pudieran tener; se cierra además el paso de vapor a los intercambiadores.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en la Figura 8:

Control de presión diferencial de agua caliente:

Un controlador de presión diferencial H - 1, mide la presión diferencial en la tubería de agua caliente y envía una señal neumática al posicionador de la válvula de alivio H - 3, de manera que cuando aumenta la presión diferencial del agua en la tubería, arriba del valor específico, disminuye la presión de señal del controlador en forma modulante entre 0.91 y 0.21 kg/cm², lo que causará que la válvula H - 3 module para abrir. Al disminuir la presión diferencial, aumenta la presión de señal del controlador H - 1 y la válvula H - 3 module para cerrar.

Un regulador de presión H - 4 suministrará aire comprimido a la presión requerida al posicionador de la válvula H - 3.

Un controlador de temperatura eléctrico H - 5, impedirá que funcione la bomba de agua caliente si la temperatura del agua que se recibe es superior a 90° C. Si ésta fuese inferior, el control H - 5 permitirá que funcione la bomba de agua caliente.

Control de presión diferencial de agua helada:

Un controlador de presión diferencial H - 1 medirá la presión diferencial en la tubería de agua helada y enviará una señal neumática al posicionador de la válvula de alivio H - 2, de manera que cuando aumenta la presión diferencial del agua en la tubería arriba del valor deseado, disminuye la presión de señal del controlador en forma modulante entre 0.91 y 0.21 kg/cm². Lo anterior ocasionará que la válvula H - 2 module para abrir. Al disminuir la presión diferencial, aumenta la presión de señal del control H - 1 y la válvula H - 2 module para cerrar.

Un regulador de presión H - 4 suministrará aire comprimido a la presión requerida al posicionador de la válvula H - 2.

Un controlador de temperatura eléctrica H - 5, impedirá que funcione la bomba de agua helada si la temperatura del agua que se recibe excede de 30°C ; si ésta fuese inferior a 30°C , el control H - 5 permitirá que funcione dicha bomba.

Generalizaciones al respecto:

Los controles H - 5 y H - 6, arriba mencionados, en caso que el arranque de las bombas sea con estación de botones, operarán de la manera especificada anteriormente, excepto que después de haber parado la bomba, será necesario el arranque manual.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en las Figuras 10, 11 y 12:

Control de temperatura del aire en el ducto frío:

Un sensor de temperatura T - 1 insertado en el ducto después del serpentín de enfriamiento, enviará una señal neumática al controlador con indicador de temperatura T - 2. Este enviará una señal que hará operar J

válvula motorizada J - 3, la cual montará el paso de agua helada al serpentín de enfriamiento para mantener un valor deseado. Cuando la temperatura en el sensor J - 1 del ducto de aire frío esté arriba de la deseada, el controlador J - 2 disminuirá la presión de señal que envía al motor de la válvula J - 3 y ésta hará que circule más agua helada por el serpentín. Conforme la temperatura va disminuyendo, el controlador irá aumentando la presión al motor de la válvula y ésta causará que pase menos agua por el serpentín y el resto se derive directamente al retorno de agua helada.

Control de temperatura de los serpentines de recalentamiento para las zonas de quésos y precalentamiento:

Un sensor de temperatura de pared K - 1, instalado en la zona a acondicionar, enviará una señal neumática al controlador K - 2 y al indicador de temperatura -- K - 2a que se montará como en el tablero K - 6, proporcional a la temperatura donde se encuentra el sensor.

Una estación para ajuste del punto de control re^ulata K - 5 que irá montada sobre el tablero K - 6, controlará la presión que recibe el controlador K - 2 en el

punto "Temperatura fijada serota", de manera que desde el ajuste K - 5 se pueda variar el punto de control del controlador K - 2 hasta $\pm 3^\circ$ arriba o abajo de la temperatura a que haya sido calibrado el controlador K - 2.

El controlador K - 2 enviará una señal neumática al motor de la válvula K - 7 entre 0.21 y 0.91 kg/cm², de manera que cuando aumenta la temperatura en el sensor K - 1 arriba de la que haya sido fijada en la estación de control serota del tablero K - 0 y en la calibración del controlador K - 2 mismo, disminuye la presión que envía al motor de la válvula K - 7. Esta moviola para pasar menos agua por el serpentín y más a la derivación para retorno. Cuando disminuye la temperatura en el sensor K - 1, aumenta la presión de señal del controlador K - 2 al motor de la válvula K - 7; ésta moviola para que pase menos agua caliente a la derivación y más al serpentín.

La señal que envía el controlador K - 2 a la válvula K - 7, se alimenta también a un sistema selector de señales, consistente en relevadores M - 1 que permitirán que únicamente la señal del controlador K - 2 que requie

no menos calefacción pase a operar en secuencia el motor de las compuertas $\xi - 4$ y el motor de la válvula $\xi - 5$ - del serpentín de precalentamiento, de manera que conforme disminuye la temperatura en la zona que requiere menos calentamiento, cierra la señal que reciben $\xi - 4$ y $\xi - 5$. Cuando la señal varía de 0.14 a 0.35 kg/cm^2 , modula el motor $\xi - 4$ de las compuertas y cuando la señal varía de 0.5 a 0.91 kg/cm^2 , modula la válvula $\xi - 5$ para pasar más agua caliente por el serpentín de precalentamiento. Conforme aumenta la temperatura en la zona, se repite la secuencia a la inversa.

Control de humedad relativa en cada una de las zonas de distribución:

Un sensor de humedad relativa de punto $k - 3$ instalado en la zona a acondicionar, enviará una señal neumática al controlador $k - 4$ y al indicador de humedad relativa $k - 6a$ que se montará remoto en el tablero $k - 6$ de la zona, proporcional a la humedad relativa donde se encuentra el sensor.

Una estación para ajuste del punto de control remoto $k - 5$ que irá montada en el tablero $k - 6$, controlará la presión que recibe el controlador $k - 4$ en el pier

to "Temperatura fijada remota", se manera que desde el--
ajuste K - 5 se pueda variar el punto de control del con--
trolador es de 0 a 100% de humedad relativa arriba o --
abajo de la que se fija en el control K - 4.

El controlador K - 4 envía una señal neumática
al motor de la válvula del humidificador entre 0.21 y --
0.91 kg/cm², se manera que cuando aumenta la humedad re--
lativa en el área controlada, arriba de la que se ha
fijado en la estación de control remota del tablero K - 6
y se la fija en el controlador K - 4 mismo, el sensor
K - 3 disminuye la señal de presión que envía al motor --
de la válvula del humidificador. Esta medida para ce--
nsar el paso del vapor al humidificación. Cuando disminu--
ye la humedad relativa, el sensor K - 3 aumenta la --
presión de señal del controlador K - 4 al motor de la --
válvula del humidificador; Esta medida para permitir el
paso de más vapor del humidificador.

Un humidistato de límite K - 8 localizado en el
ducto de descarga de la zona y conectado en serie con la
señal que envía el controlador K - 4 a la válvula del hu--
midificador, limitará la señal de presión que envía al -

motor de la válvula de nicho humidificador causando que este cierre cuando la humedad relativa en el ducto excede al 95 % de humedad relativa.

Una válvula solenoide K - 9 permitirá que la señal de los controles K - 4 y K - 8, pase a controlar el motor de la válvula del humidificador cuando el ventilador de la unidad central está funcionando; al no funcionar este, se desenergiza la válvula K - 9 impidiendo que la señal pase al motor de la válvula del humidificador y alivianando a la atmósfera, la presión que este pudiera tener, ocasionando el cierre del paso de vapor.

Control de temperatura en cada una de las zonas de cuartos de lavado de quirófanos:

Un termostato de pared L - 1 colocado sobre la pared de la zona quirúrgica, detectará la temperatura y enviará una señal correctiva al motor de la válvula L - 2, de manera que cuando disminuye la temperatura, el termostato aumenta la presión en forma modulante de 0.21 a 0.91 kg/cm² y la válvula L - 2 modula para dejar pasar menos agua caliente a la derivación y más al serpentín. Cuando aumenta la temperatura, disminuirá la presión que

va de 1 - 1 a 1 - 2 y la válvula modulará para dejar pasar menos agua caliente al serpentín y más a la derivación.

Unidades cuya conexión neumática se muestra en la Figura 13:

Control de temperatura de casa unidad:

Un termostato de presión $ts - 1$ colocado sobre la parte de la zona convencional, sensará la temperatura y enviará una señal neumática correctiva al motor de la válvula $vi - 2$, de modo que cuando disminuye la temperatura en la zona, el termostato aumenta la presión en forma modulante entre 0.25 y 0.51 kg/cm^2 ; la válvula $vi - 2$ modulará para pasar menos agua caliente a la derivación y más al serpentín. Cuando la temperatura aumenta, disminuirá la presión que va de $ts - 1$ a $vi - 2$ y la válvula modulará para pasar menos agua caliente al serpentín y más a la derivación.

Control de humedad relativa de casa unidad:

Un sensor de humedad relativa $ts - 1$ localizado junto al termostato de presión $ts - 1$ de la misma unidad, enviará una señal de presión neumática al controlador --

con indicador de humedad relativa BB - 2. Este controlará la señal de presión enviada al motor del humidificador de la unidad a través de la válvula de aire BB - 3. Esta válvula permitirá que pase la señal al motor de dicho humidificador cuando el ventilador de la unidad está funcionando; si se para impedirá el paso de la señal aliviando a la atmósfera el aire que se encontrara en el actuador del humidificador obligándolo a cerrar. Estos controles funcionarán para mantener la humedad relativa en el lugar en donde se encuentra el sensor BB - 1 alrededor del valor deseado. Cuando la humedad relativa aumenta, el controlador disminuirá la presión al motor del humidificador y éste irá cerrando el paso del vapor de humidificación en forma modulante; si la humedad relativa disminuye de la deseada, el control aumentará la presión al motor del humidificador en forma modulante entre 0.21 y 0.91 kg/cm² psi. y éste abrirá al paso del vapor de humidificación.

CAPITULO VI

" Costo por area "

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 1:

	<u>Modelo</u>	<u>Descripción</u>	<u>Precio N.A.</u>
A - 1	LI914A1003	Sensor neumático de temperatura para aire exterior.	625.00
A - 2	RP908A1005	Controlador neumático una señal con indicaciones.	1,050.00
A - 3	LI914A1003	Sensor neumático de temperatura para el ducto caliente, de 40 a 70° C., ducto frío.	625.00
A - 4	Igual a A - 2		1,050.00
A - 5	RP908B1003	Controlador neumático de doble señal con indicaciones de temperatu	1,530.00

na a 130.00 cada indi-
cación.

A - 6	1	K15164	Válvula motorizada de 3 vías que consta de:	
		A) M195341145	motor con posicionación.	1,640.00
		B) M501341052	válvula mezcladora tamaño - 5.08 cm para 272 l/min. con una caída de presión = 0.241 kg/cm ² .	1,330.00
A - 7	1	K15146	Válvula motorizada nor- malmente cerrada que - consta de:	
		A) M195301036	motor con posicionación.	1,875.00
		B) M501141288	válvula de dos vías tamaño 3.18 cm para 121 l/min. con una caída de presión = 0.281 kg/cm ² .	550.00
A - 8	4	T191001350	Termostato de pared	2,330.00
	4	314023A	base de montaje	980.00
	4	315783-33	Cubierta ciega	120.00
A - 9	4	M190461007	motor para compuerta	2,680.00
A - 10	4	M190141003	Humidistato sensor	3,200.00
	4	307885K	base de montaje	1,720.00

A - 11	4	2190861003	Igual a A - 5	6,120.00
A - 12	4	214031058	Relevador electrónico. 120 volts. 50 3'0 cps.	2,440.00

Precio por área:			3	<u>29,975.00</u>
------------------	--	--	---	------------------

Total: 3 multizonas con 4 zonas c/u.			3	<u><u>89,925.00</u></u>
--------------------------------------	--	--	---	-------------------------

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 2.

	Modelo	Descripción	Precio M.N.
B - 1	7891031280	Termostato neumático de parol.	610.00
	3140236	base de montaje	245.00
	315783-38	Cubierta	30.00
B - 2	4890161003	Humidistato sensor	800.00
	3118856	base de montaje	90.00
B - 3	8890841005	Controlador una señal con indicadores.	1,050.00
B - 4	83146	Válvula para aire.	
B - 5	889961006	Relevador neumático - selector de señales.	1,280.00
B - 6	885140	Válvula neumática motorizada V.C. que consta de:	
	a) 8895361035	motor con posicionador	1,875.00
	b) 8501161346	válvula de 3.81 cm. para 179 l/min. con una caída de presión = 0.253 kg/cm ² 2 vías.	710.00
B - 7	889146	válvula neumática motorizada V.A. que consta:	

a) 1953A1145 motor con posicionador	2,900.00
b) 15013410-2 válvula 2 vías 5.08 cm. para 320 l/min. con una calera de presión = 0.312 kg/cm ² .	1,100.00

b - 3 151601 Válvula neumática motorizada que consta de:

a) 1953A1145 motor con posicionador	2,900.00
b) 15013410-2 válvula de 3 vías reguladora 5.08 cm. para 320 l/min con una calera de presión = 0.312 kg/cm ² .	1,330.00

Costo por área:	\$ 14,920.00
Total 30 áreas:	\$ <u><u>447,500.00</u></u>

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la figura 1.

	Código	Descripción	precio
C - 1	11915-1011	sensor de temperatura presencial.	725.00
C - 2	11903-1005	Controlador neumático con indicador de temp.	1,050.00
C - 3	11902-1002	sensor de humedad.	300.00
C - 4	11517.1	válvula con actuación - neumático ante ral.	820.00
C - 5	2511.1	válvula solenoide para aire.	240.00
		Costo por área:	3,135.00
		Total: 11 áreas:	<u>5,420.00</u>

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 4:

	Parcela	Descripción	Precio MN.
U - 1	7791041688	Termostato de pared neumático.	610.00
	3140234	base de montaje	245.00
	315783-38	Cubierta	30.00
U - 2	V15234	Válvula con actuador neumático integral.	710.00
U - 3	V15223	Válvula con actuador neumático integral.	710.00
	Costo por área:		\$ 2,305.00
	Total: 250 áreas:		<u>\$ 576,250.00</u>

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 5.

	Modelo	Descripción	Precio M.N.
ε - 1	TP9103	Termostato de pared neumático acción in- versa.	610.00
	314023A	Base de montaje	245.00
	315783-38	Cubierta.	30.00
ε - 2	V7517	Válvula con actuador neumático integral.	820.00
ε - 3	PH404A1025	Control de presión de 0 a 2 kg/cm ² .	240.00
ε - 4	L425A1092	Control de temperatura eléctrico.	600.00
ε - 5	HP900B1010	Humidistato neumático acción reversa.	1,630.00
	307885Q	Base de montaje	430.00
ε - 6	HP900B1051	Humidistato neumático acción reversa.	1,630.00
	307885Q	Base de montaje	430.00
ε - 7	8314A	Válvula solenoide para aire.	240.00

ε - 8	310418A	Restricción	<u>120.00</u>
	Costo por área:	\$	7,025.00
	Total: 1 área	\$	<u><u>7,025.00</u></u>

Costo de áreas cuya conexión se muestra en la Figura 6:

	Modelo	Descripción	Precio M.N.
F - 1	7891081260	Termostato neumático acción reversa.	610.00
	314023ri	Base de montaje	245.00
	315783-38	Cubierta	30.00
F - 2	8749A1000	Relevador selector de señales neumáticas.	1,280.00
F - 3	KP5140	Conjunto que consta de:	
	a) MP953U1107	Motor neumático	685.00
	b) N5011A1288	válvula 2 vías 3.18 cm. pasa 101.0 l/min. con una caída de presión - = 0.197	550.00
F - 4	KP5140	Válvula motorizada N.A. que consta de:	
	a) MP953A1087	Motor neumático	1,640.00
	b) N5011A1288	válvula 3.18 cm. pasa 101.0 l/min. con una caída de presión = 0.197 kg/cm ² .	550.00
F - 5	KP516G	Válvula motorizada neu-	

mática de 3 vías para -
uso en 2 posiciones, ser-
vicio divergente, con:

a) 38953(1083) motor neumático 590.00

b) V5013A1047 válvula 3.18 cm. pasa 101.0 860.00

l/min. con una caída de presión = 0.197
kg/cm².

Costo por área: \$ 7,040.00

Total: 18 áreas \$ 126,720.00

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 7:

	Modelo	Descripción	Precio M.N.
G - 1	1591401003	Sensor de temperatura neumático	625.00
G - 2	Igual a G - 1		625.00
G - 3	8790851003	Controlador neumático para las señales con indicadores para temp.	1,530.00
G - 4	F57	Realizar controlador de flujo.	600.00
G - 5	83144	Válvula solenoides para aire.	240.00
G - 6	RT5140	Válvula neumática motorizada A.C. que consta:	
	a) 11195301036 motor neumático		1,875.00
	b) 5011A válvula 2 vías 5.08 cm. pasa - 320 l/min con una acción de presión = 0.312 kg/cm ² .		
	Costo por área:		\$ 5,495.00
	Total: 1 área		\$ 5,495.00

Costo de las áreas cuya operación se muestra en la Figura 8:

	Código	Descripción	Precio M.N.
H - 1	PP90341010	Control de presión diferencial	2,490.00
H - 2	101 - F	Válvula con actuador neumático de 4" Ø=5"0	
H - 3	378	Válvula con actuador - neumático de 2 1/2" Ø = 236.	
H - 4	PP90241011	Regulador de presión	2,000.00
H - 5	T675A1169	Control eléctrico de temperatura	440.00
H - 6	Igual a H - 5		<u>440.00</u>
	Costo por área:		\$ 5,370.00
	Total: 1 área		<u><u>\$ 5,370.00</u></u>

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 9:

	Código	Descripción	Precio U.S.A.
1 - 1	1075 (1107)	Control eléctrico de temperatura.	440.00
			<hr/>
	Costo por área:		\$ 440.00
	Total: 1 área		\$ <u>440.00</u>

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 10:

	Modelo	Descripción	Precio M.N.
K - 1	77924A1001	Sensor de temperatura para pares neumáticos.	620.00
	3118856	base de montaje	90.00
	315783-38	Cubierta	30.00
K - 2	K7908A1003	Controlador neumático una señal con indicad.	1,050.00
K - 3	77901A1003	Sensor de humedad para pares neumáticos.	800.00
	3118856	base de montaje	90.00
K - 4	Igual a K - 2		
K - 5	Tablero individual		800.00
K - 6			
K - 7	K75159	Válvula motorizada neumática de 3 vías para uso en 2 posiciones ser_vicio divergente con:	
	a) MP953C1083	motor neumático	590.00
	b) V5012A1039	válvula 2.54 cm. pasa 48.7	730.00

Umin. con una calita de presión = 0.117
k/cm².

K - 8	No se cotiza por ser equipo adicional.		
K - 9	S3146	Reloventador electropneumático	240.00
g - 1	LF914A1003	Sensor neumático para - temperatura.	625.00
g - 2	R190841005	Controlador neumático una señal con indicaciones.	1,050.00
g - 3	R15169	Válvula motorizada neumá- tica de 3 vías divergente	200.00
g - 4	R190341150	Motor neumático para com- puerta	685.00
g - 5	R15140	Válvula motorizada neumá- tica 2 vías.	3,600.00

Costo por área:	\$ 12,250.00
Total: 2 áreas	\$ <u><u>24,500.00</u></u>

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 11:

	Código	Descripción	Precio P.A.
L - 1	719106120	Termostato neumático para parais	610.00
	314023A	Base de montaje	245.00
	315783-38	Cubierta	30.00
L - 2	VP517A	Válvula 3 vías con — actuador neumático in- tegral	820.00

Costo por área:

\$ 1,705.00

Total: 15 áreas

\$ 25,575.00

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 12:

	<u>Modelo</u>	<u>Descripción</u>	<u>Precio M.N.</u>
M - 1	12 RP90441009	Relvador selecciona- dor de señales.	\$ 8,400.00

Costo por área: \$ 8,400.00

Total: 1 área \$ 8,400.00

Costo de las áreas cuya conexión se muestra en la Figura 13:

	Código	Descripción	Precio U.V.
vi - 1	7191001250	Termostato de pared	635.00
	3117925	Caja de montaje	118.00
	315785-38	Cubierta	30.00
vi - 2	V1517-11077	Válvula de 3 vías con actuador neumático.	800.00
vs - 1	11790051051	Humidistato de pared	1,180.00
	307885A	Accesorio de montaje	435.00
vs - 2	R1908-11005	Controlador neumático una señal con indica- dores.	1,050.00
v - 3	83141	Relevador electroneu- mático.	380.00

	Costo por área:		\$ 4,628.00
	Total 3 áreas:		\$ <u><u>37,024.00</u></u>

CONCLUSIONES

- 1.- El acondicionamiento de aire en hospitales, se hace necesario no solamente por los requerimientos de confort, sino por las demandas de la terapia y del tratamiento médico de los pacientes. Su utilidad es comprobada por estadística, observándose una mejoría más rápida en los enfermos que se encuentran en áreas acondicionadas. — Su uso también reduce los peligros de explosión en lugares donde se manejan gases anestésicos, tales como los quirófanos y almacenes de anestésicos.
- 2.- El diseño del sistema de control propuesto, es uno de los más económicos y ample con las condiciones requeridas exactamente, debido a que los rangos de operación de los controles son pequeños.
- 3.- Aunque no se incluyó el costo del equipo central, la experiencia práctica demuestra que en la mayoría de los casos el sistema de control representa un porcentaje aproximado al 5 % del costo del equipo central.

BIBLIOGRAFIA

- ASHRAE GUIDE AND SPECIFICATION BOOK *Fundamentals and Equipment for 1965 and 1966*. American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. 345 East 47th Street, New York, N. Y. (1965).
- BOYER WALTER L., BANCROFT JULIUS T. *Introducción a la Ingeniería Química*, McGraw-Hill book company, Inc. New York, Toronto, London (1964).
- COHEN ERIC GORDON *Operaciones básicas de la Ingeniería Química*, Manuel Martín y Compañía, Editores. Barcelona (1959).
- HONEYWELL *ENGINEERING MANUAL OF AUTOMATIC CONTROL*. Minneapolis - Honeywell regulator company, Minneapolis, Minnesota (1958).
- RYAN JOHN H. *Chemical Engineering Handbook*. McGraw-Hill book company. New York, San Francisco, Toronto, London, Sydney. Kosakusha Company, LTD Tokyo (1963).