



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

PROPUESTA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
PARA UN CALL CENTER DE TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL

PRESENTA

BOTELLO CORONA ALFREDO ARAM

ASESOR: M. en E. ARMANDO T. AVALOS BRAVO

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2021





EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Escuela Superior de Ingeniería
Química e Industrias Extractivas
Subdirección Académica
Departamento de Evaluación
y Seguimiento Académico

Folio

T-DEySA-035-21

Asunto

Autorización de tema

85 Aniversario del Instituto Politécnico Nacional
70 Aniversario del CECyT 11 "Wilfredo Massieu"
60 Aniversario de la Escuela Superior de Física y Matemáticas
50 Aniversario del CECyT 12 "José Ma. Morales" y del CECyT 13 "Ricardo Flores Magón"

CDMX, 14 de junio de 2021

Pasante

Alfredo Aram Botello Corona
PRESENTE

Boleta
2008321194

Programa Académico
I.Q.I.

Mediante el presente se hace de su conocimiento que la Subdirección Académica a través de este Departamento autoriza al **M en E. Armando Tonatiuh Ávalos Bravo** sea asesor en el tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción **Tesis Individual**, con el título y contenido siguiente:

**"Propuesta en control y automatización de un sistema de aire acondicionado
Para un Call Center de telecomunicaciones"**

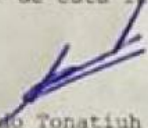
Resumen.

Introducción.


- I. Generalidades sobre el sistema de aire acondicionado y su control
 - II. Automatización y control del sistema de aire acondicionado
 - III. Programación de la lógica de control y supervisión del sistema de aire acondicionado
 - IV. Costo del proyecto
- Conclusiones.
Referencias.
Apéndice

De acuerdo al artículo 28 del Reglamento de Titulación Profesional del Instituto Politécnico Nacional, el trabajo deberá ser concluido en un término no mayor de un año, a partir de esta fecha.


M. en E. Sandra Guila Villanueva Fúnez
Presidenta de la Academia de
Diseño e Ingeniería de Apoyo


M. en E. Armando Tonatiuh Ávalos Bravo
Director


Ing. César Esquivel Guerrero
Jefe del Departamento de Evaluación y Seguimiento
Académico.


M. en C. Isaura García Maldonado
Subdirectora Académica

c.c.p.- Depto. de Evaluación y Seguimiento Académico.
c.c.p.- Depto. de Gestión Escolar.
CRG/mlcp.





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Escuela Superior de Ingeniería
Química e Industrias Extractivas
Subdirección Académica
Departamento de Evaluación
y Seguimiento Académico

Folio
T-DEySA-035-21

85 Aniversario del Instituto Politécnico Nacional
70 Aniversario del CECyT 11 "Wilfrido Massieu"
60 Aniversario de la Escuela Superior de Física y Matemáticas
50 Aniversario del CECyT 12 "José Ma. Morelos" y del CECyT 13 "Ricardo Flores Magón"

Asunto
Autorización de Impresión

CDMX, a 09 de septiembre de 2021

Pasante
Alfredo Aram Botello Corona
PRESENTE

Boleta
2008321194

Programa Académico
I.Q.I.

Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente denominado:

"Propuesta en control y automatización de un sistema de aire acondicionado para un Call Center de telecomunicaciones"


encontramos que el citado trabajo escrito de **Tesis Individual**, reúne los requisitos para **autorizar el examen profesional y proceder a su impresión** según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

Atentamente
JURADO


M. en E. Armando Tonatiuh Avalos Bravo
Presidente


M. en E. Sandra Rosa Villanueva Fúnez
Secretaria


Dra. Lilia Luisa Victoria Hernández
Vocal 1


M en AP Yandra Marisol Dávila Ugalde
Vocal 2


Dra. Edith Bolaños Castillo
Vocal 3





Folio
T-DEySA-036-21

85 Aniversario del Instituto Politécnico Nacional
70 Aniversario del CECyT 11 "Wilfrido Massieu"
60 Aniversario de la Escuela Superior de Física y Matemáticas
50 Aniversario del CECyT 12 "José Ma. Morelos" y del CECyT 13 "Ricardo Flores Magón"

Asunto
Cesión de derechos

CDMX, a 09 de septiembre de 2021

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

El que suscribe: **Alfredo Aram Botello Corona** estudiante del Programa de: **Ingeniería Química Industrial** con número de Boleta: **2008321194**, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo escrito, por la opción: **Tesis Individual**, bajo la dirección del profesor **M. en E. Armando Tonatiuh Avalos Bravo** cede los derechos del trabajo "**Propuesta en control y automatización de un sistema de aire acondicionado para un Call Center de telecomunicaciones**" al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección de correo electrónico teno201@hotmail.com y avalosarma@hotmail.com Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Atentamente

Alfredo Aram Botello Corona

Nombre y Firma
del estudiante

Armando T. Avalos Bravo

Nombre y Firma
del director



RECONOCIMIENTOS

AL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Mi alma mater, por abrirme sus puertas

Y transmitirme el conocimiento

A LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E

INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

Por formarme como ingeniero, ser mi segundo hogar y

Testigo de buenos momentos de mi vida

AGRADECIMIENTOS

A Miriam la gran inspiración, el sueño y el amor de mi vida, que me dio la fuerza para llegar a este momento.

A mi familia por su apoyo incondicional, por motivar y fomentar en mí, el deseo de superación para convertirme en profesionalista.

A mis padres por ser mi apoyo cada día a día, por su apoyo incondicional y por su esfuerzo a lo largo de estos años por sus palabras de cariño.

A mis profesores por brindarme su apoyo y sus conocimientos a lo largo de mi formación como profesionalista, sobre todo a los que ya no están con nosotros, pero permanecen en un gran recuerdo de sabiduría.

ÍNDICE	PÁG.
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
CAPÍTULO I. GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y SU CONTROL	
I.1 Antecedentes sistemas de Call Center	2
I.2 Generalidades Sobre El Sistema De Aire Acondicionado	3
I.3 Sistema de manejo del aire	5
I.4 Generalidades Sobre El Control Y La Automatización	13
I.5 Automatización Industrial	14
I.6 Objetivos de la automatización	18
I.7 Niveles de automatización	20
I.8 Descripción General del sistema para acondicionado de aire	21
I.9 Componentes del sistema de control	24
I.10 Controles de temperatura y sus aplicaciones convencionales	27
I.11 Componentes que constituyen a un control de temperatura	28
I.12 Controles de humedad	30
I.13 Controles de presión	31
I.14 Instrumentación de medición	34
CAPÍTULO II. INDUSTRIALIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
II.1 Aspectos generales	38
II.2 Descripción general de los cálculos térmicos	41
II.3 Tabla de resultados de cálculos	42
II.4 Sistemas de monitoreo y control	46
II.5 Software de interfase para el usuario del PC	51
CAPÍTULO III. PROGRAMACIÓN DE LA LOGICA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
III.1 Lógica de funcionamiento del sistema	57

III.2 Sistema UMA-OP control de temperatura, presión y humidificación	62
III.4 Monitoreo y alarmas de presión temperatura y humedad en cuartos	64
III.5 Secuencia y lógica de alertas y alarmas	65
III.6 Concepto de manejo manual/automático modo de la operación de la UMA	68
III.7 Modo de operación del motor	69
III.8 Modo de operación especial para la UMA	70
CAPÍTULO IV. COSTO DEL PROYECTO	
IV.1 parámetros de costos	76
IV.2 Costo de los componentes	79
IV.3 Costos para personal y viáticos	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
APENDICE	84
REFERENCIAS	94

RESUMEN

El sistema de Aire Acondicionado en empresas de soporte a telecomunicaciones es muy importante para la calidad de los servidores, equipos de cómputo y el rendimiento óptimo del personal, por lo que debe de estar controlado para que los servicios cumplan con los estándares de calidad.

En la presente investigación, se presenta una propuesta para la instalación de un sistema de aire acondicionado para ahorrar energía en la neumática que utiliza aire comprimido como fluido. La neumática industrial se centra en la aplicación del gas presurizado como medio de transferencia de energía, para facilitar el movimiento mecánico.

El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que es sometido a presión por medio de un compresor, que aspira aire a la presión atmosférica y lo comprime a una presión más elevada.

La empresa de telecomunicaciones tiene la misión de ofrecer a los clientes calidad y satisfacción en los servicios ofrecidos que son imprescindibles para el cumplimiento de esta misión y el enfoque de trabajo a la introducción de nuevas tecnologías innovadoras y a la vez más exigentes.

La necesidad del Call Center tiene la necesidad de implementar un sistema de aire acondicionado, además de un ahorro en el consumo de energía que es el objetivo principal de la investigación.

Es un proyecto nuevo que requiere implementar un sistema automatizado con el propósito intrínseco de hacer eficiente el sistema de acondicionamiento y así garantizar el funcionamiento de los equipos, elevar la productividad, aumentar la eficiencia, la eficacia en los servicios de atención telefónica; así como la calidad del aire y la elevación del grado de satisfacción.

Para satisfacer las necesidades del proyecto se usará un Controlador Digital Directo (DDC), controlará el funcionamiento del sistema de acondicionamiento de aire desde una PLC que alertará sobre posibles fallas del sistema para poder corregirlas.

La finalidad de este proyecto es detallar que es un sistema de control HVAC, por sus siglas HVAC corresponde al acrónimo inglés de *Heating, Ventilating and Air Conditioning* (Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado), y proporcionar las características y los componentes de los sistemas de control automático

La selección de un DDC se realizó por las ventajas que este controlador nos proporciona el diseño específicamente para sistemas de aire acondicionado y nos proporciona un software que facilita la implementación de un Sistema SCADA. La utilización de algún otro controlador (PLC) aumentaría el costo del proyecto debido a que se requeriría adaptar el controlador al sistema proporcionando pérdidas de tiempo y especialización en el manejo del controlador (PLC).

En la tesis se presenta una propuesta para la automatización y control del sistema de aire acondicionado en la CDMX en la que existen tres tipos de clima, seco con una temperatura máxima de 31° C y una mínima de 21 °C, las temperaturas medias y bajas se registraron en los meses de diciembre, enero y febrero con un rango de 5 °C a 10 °C. Las temperaturas máximas se presentan en el mes de mayo.

INTRODUCCIÓN

El aire comprimido es ampliamente usado en la industria, desde los pequeños talleres de maquinaria hasta los grandes complejos industriales. En algunos casos, el aire comprimido es indispensable al grado que la planta no puede operar sin él. Los sistemas de aire comprimido pueden variar ampliamente en tamaño.

En las plantas industriales, los compresores de aire son los mayores consumidores de electricidad, y por tanto, las ineficiencias en el sistema de aire comprimido resultan costosas. Sin embargo, el personal que utiliza el aire comprimido suele pensar que tiene menor costo, por la prácticamente nula peligrosidad de un escapé o fuga y es frecuente que no le den el uso adecuado al ahorro de energía.

La empresa requiere de un control de las variables de la presión, temperatura y humedad de los cuartos destinados al soporte telefónico, en las zonas que son de tipo crítico, por ejemplo en los cuartos donde se encuentran los servidores, la instrumentación existente y al personal que realiza actividades durante su permanencia para cumplir con ciertas normas de calidad.

El propósito de este proyecto es describir que es un sistema de control HVAC, por sus siglas HVAC corresponde al acrónimo inglés de Heating, Ventilating and Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado), y proporcionar las características a los componentes de los sistemas de control automático.

El proyecto se desarrolla de la siguiente forma: Controlar y supervisar el sistema de aire acondicionado en un Call Center, para mantener las condiciones de presión, temperatura y humedad deseadas en las zonas de interés para hacer eficiente el sistema de acondicionamiento de aire.

En el proyecto se instalará un sistema de aire acondicionado controlado a través de un sistema SCADA, con un control de: un DDC (Control Digital Directo), que favorece y controla las variables a través de los puertos de comunicación RS-485. Además de llevar los datos a un programa informático de una computadora que es una secuencia de instrucciones que son programadas para realizar una tarea específica de la computadora, además de un circuito se controlará los problemas que presenten las variables que controlan las zonas, y al mismo tiempo realizar una captura de las variables.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

SOBRE EL SISTEMA

DE AIRE ACONDICIONADO

Y SU CONTROL

I.1 Antecedentes de sistemas de Call Center

La evolución tecnológica es uno de los factores se crean los sistemas de Call Center a sistema de Contact que cuenta con la interacción del público, la implementación de un sistema de gestión automatizada a través de Contact Center.

Este la investigación explicar la implementación de un Contact Center, con un sistema automático para la atención de los clientes, aplicando nuevas tecnologías, así como plataformas, entre otros elementos y técnicas, que determine con la infraestructura para ofrecer una mejor atención, la necesidad de mejorar la atención al cliente.

Asimismo, el call center invertirá en la automatización y mantenimiento, para que sea capaz de soportar todas las acciones que solicitan durante la construcción y el período de vida útil.

Los factores que motivan a las compañías a implementar nuevos servicios de Contact Center; además de las industrias que desarrollen como estrategia orientada para obtener ventajas competitivas para potenciar la atención y captar clientes.

Existen herramientas que permiten realizar cualquier tipo de atención y facilitan al agente entregar lo mejor de su gestión de la estrategia que se implemente. Estas tecnologías simplifican y proporcionan las aplicaciones que se necesitan para tener el contacto. Como bases de conocimiento dinámico.

Además, de mantener a los usuarios en espera y atenderlos de acuerdo con su posición de dar el soporte, asistencia e información en un determinado servicio con eficiencia y eficacia.

I.2.- Generalidades Sobre El Sistema De Aire Acondicionado

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 y con independencia de las condiciones climáticas.

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

Una habitación con grandes ventanales expuestos al sol, requieren de un sistema con ventilación para mayor comodidad de las personas en su habitación.

La circulación del aire debe ser mayor en espacios de los ocupantes que pueden fumar al igual que en los recintos. En las viviendas y apartamentos, la mayor parte del aire calentado o enfriado puede circular sin molestar a sus ocupantes; pero en oficinas, si cuenta con suficiente número de computadoras y servidores, hay que proporcionar constantemente aire fresco refrigerado y extraer el aire viciado.

Los sistemas de aire acondicionado se evalúan según su capacidad efectiva de refrigeración, que debe medirse en kilovatios. Sin embargo, 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.

La humedad, se refiere a la cantidad de agua contenida en el aire y se registra por sensaciones de humedad y está directamente relacionada con la sensación de confort. El aire ambiental se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humidificación o des humidificación del aire en el ambiente.

Para obtener el confort deseado, es necesario que el aire sea distribuido y circule uniformemente, sin producir corrientes desagradables. La eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud para tener un adecuado filtraje de aire, se necesita de un equipo de aire acondicionado.

I.3.- Sistema de manejo del aire

El objetivo del sistema de aire acondicionado es que a través de un sistema de manejo de aire que se puedan mantener las condiciones requeridas en la zona deseada del call center.



Figura I.1. Área del sistema de manejo del aire se puedan mantener las condiciones requeridas en la zona deseada.

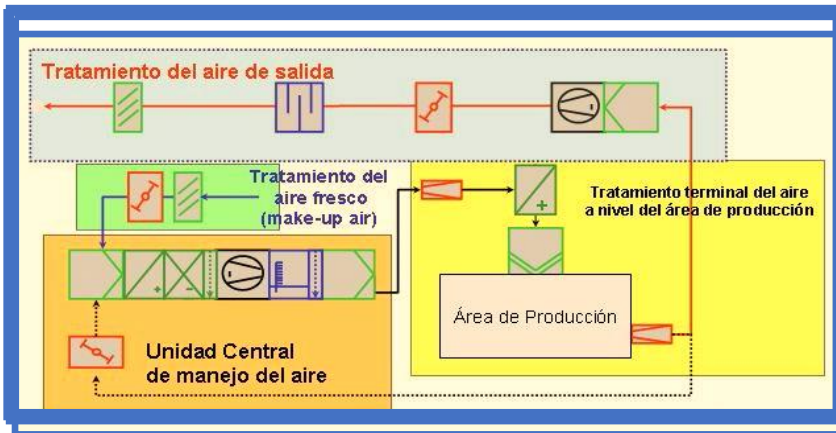


Figura I.2. Subsistemas del sistema de manejo del aire el esquema de los principales subsistemas de un sistema de manejo de aire.[8]

En el siguiente diagrama se aprecian los componentes del sistema de manejo de aire, especifica la finalidad de cada componente y la tabla I 2 muestra los problemas que pueden existir con los componentes.

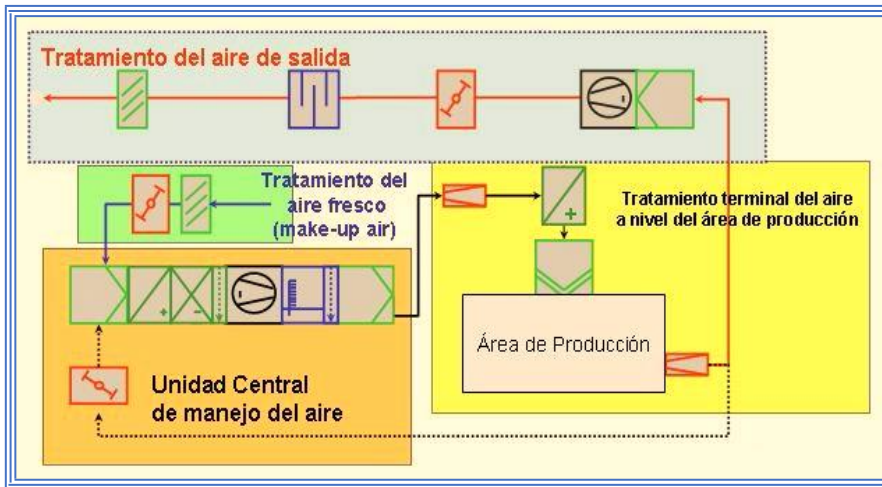


Figura I.3 se aprecian los componentes del sistema de manejo de aire

Rejilla del clima	Para prevenir la entrada de insectos, hojas, sucio y lluvia
Silenciador	Para reducir el ruido causado por la circulación del aire
Controlador de la velocidad de flujo	Ajuste automático del volumen del aire (diurno y nocturno, control de la presión)
Compuerta de control	Ajuste fijo del volumen de aire
Unidad de calefacción	Calentar el aire a la temperatura apropiada
Unidad de enfriamiento / deshumidificador	Enfriar el aire a la temperatura requerida o remover la humedad del aire
Humidificador	Darle la humedad apropiada al aire, si está muy baja
Filtros	Eliminar partículas de dimensiones predeterminadas y/o microorganismos
Ductos	Transportar el aire

Controlador de la velocidad de flujo	Bloqueado
Compuerta de control	Mal ajustado, sistema de presión diferencial malo
Humidificador	Mala calidad del agua/vapor/drenaje inadecuado
Batería de enfriamiento	No elimina el agua condensada/ drenaje inadecuado
Filtros	Tasa de retención incorrecta/dañado/mal instalado
Ductos	Material inapropiado/goteo del aislamiento interno

En los sistemas de manejo de aire existen dos tipos de aire, el aire de salida y el aire de retorno (recirculado).

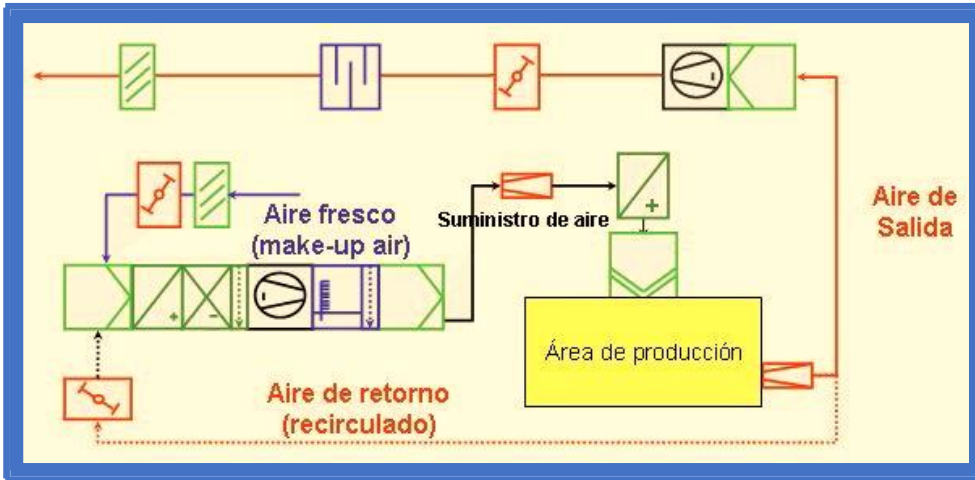


Figura I.4. Tipos de aire

Las clases de filtros utilizados en estos sistemas se pueden clasificar de acuerdo al siguiente diagrama

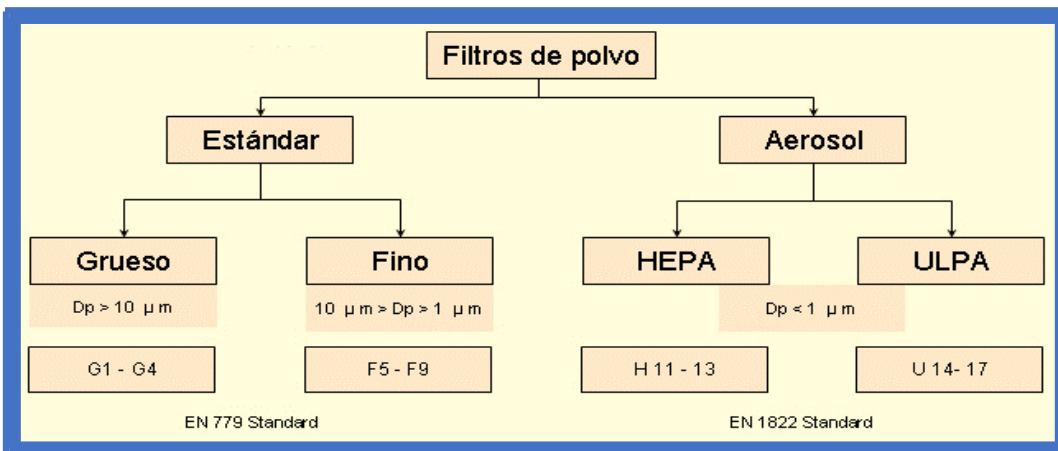


Figura I.5. Clases de filtros

Los componentes del sistema de manejo de aire se muestran en las figuras 6, 7, 8, 9 Y 10.

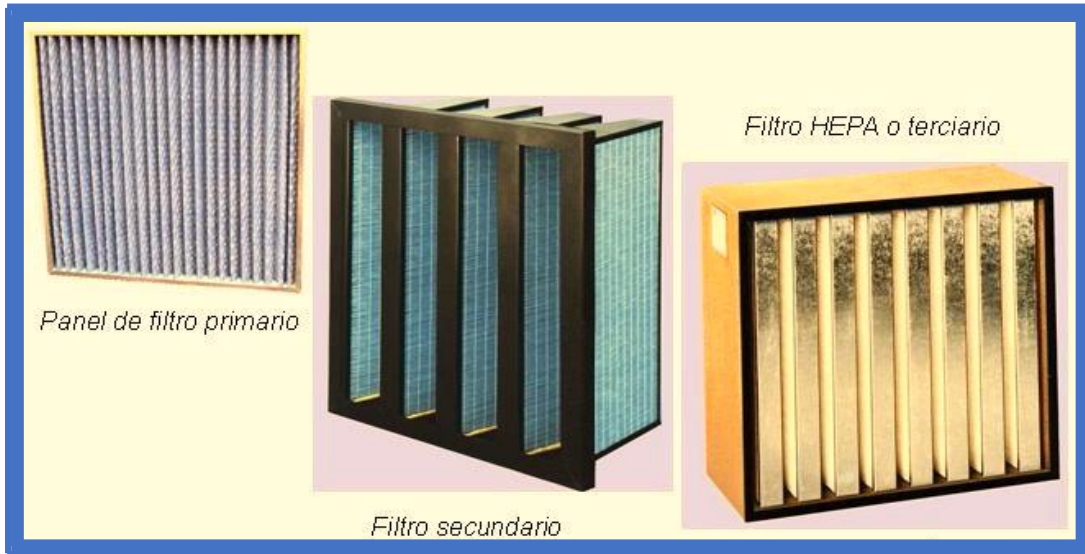


Figura I.6. Filtros



Figura I.7. Filtros



Figura I.8. Unidad manejadora de aire

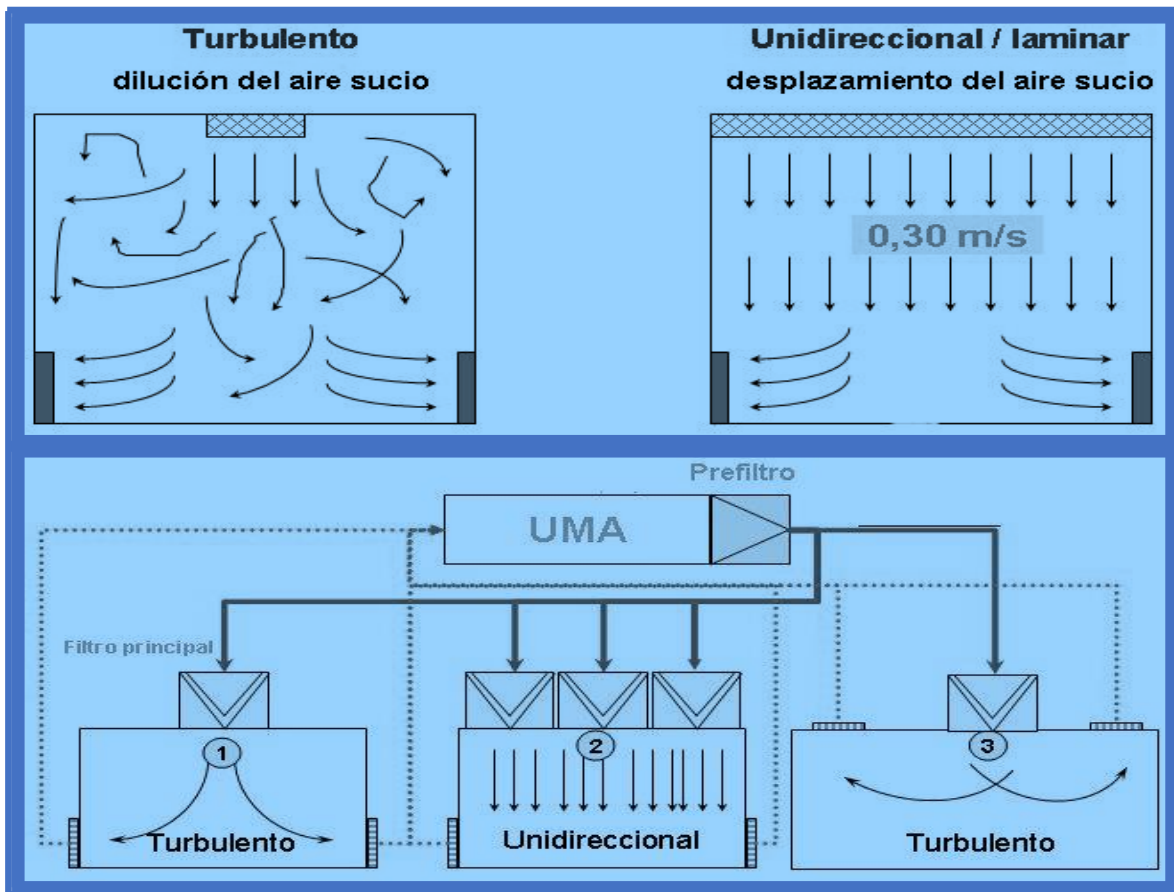


Figura I.9. Unidad manejadora de aire

El aire filtrado que entra a un área de producción o que cubre un proceso puede ser:

Turbulento

Unidireccional (Laminar)

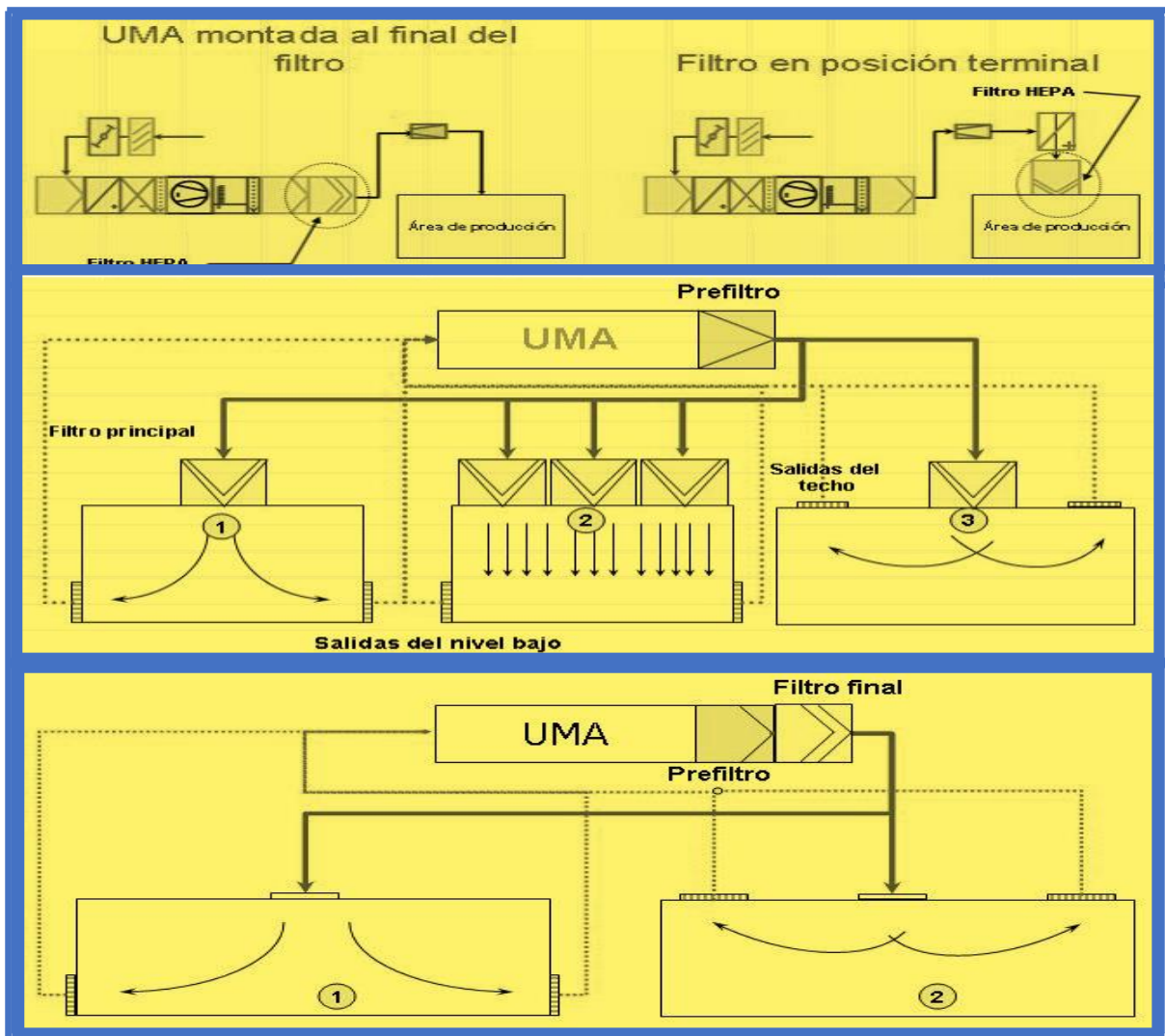


Figura.I.10. Ubicación de los filtros

El aire filtrado que entra a un área de producción puede ser: expulsado 100% o recirculado en una proporción:

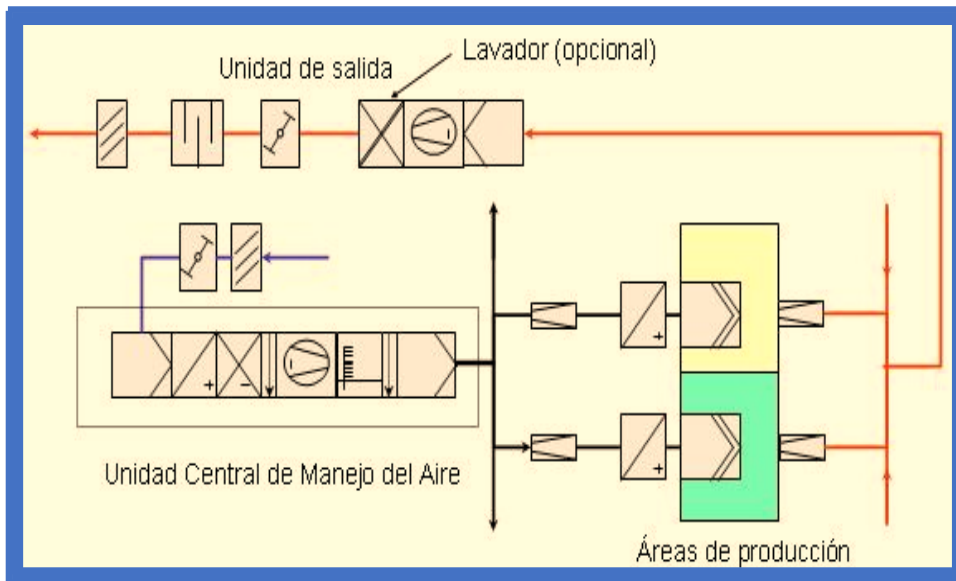


Figura I.11. Ventilación con 100% de aire fresco (sin ninguna recirculación)

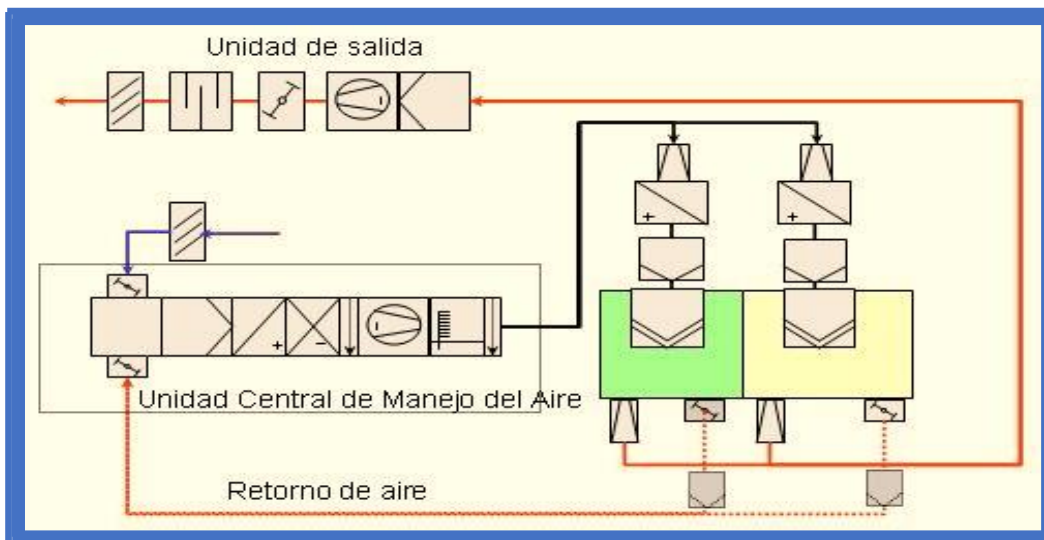


Figura. I.12. Ventilación con aire recirculado + make-up air

I.4.- Generalidades sobre el control y la automatización

Control

La Ingeniería de control es un área de la ingeniería y forma parte de la automatización. Se centra en el control de los sistemas dinámicos mediante el principio de la realimentación, para conseguir que las salidas de los mismos se acerquen lo más posible a un comportamiento predefinido.

Programación

Se conoce como programación de computadoras a la implementación de un algoritmo en un determinado lenguaje de programación, conformando un programa. Y un algoritmo se ejecuta en una máquina abstracta y no tiene limitaciones de memoria o tiempo, un programa se ejecuta en una máquina real, que sí tiene esas limitaciones.

El lenguaje de programación puede ser de alto nivel, medio nivel o bajo nivel, en función del grado de abstracción.

Un algoritmo es una secuencia no ambigua, finita y ordenada de instrucciones que han de seguirse para resolver un problema. Un programa normalmente implementa (traduce a un lenguaje de programación concreto) un algoritmo. Es la secuencia de instrucciones en ser finita, no el número de pasos realizados como la ejecución de ellas.

I.5 Automatización Industrial

Es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.

Él es la simple mecanización de los procesos y provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

La automatización es una disciplina de la Ingeniería Es Un Sistema De Control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

La automatización, está diseñada con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención del elemento humano y crea un sistema automático, es la automatización.

Estos sistemas se aprovechan para utilizarlos no solo en la fabricación de elementos productivos, para controlar y programar equipos de aviación, conmutación telefónica, sistemas de seguridad, automatización de tareas domésticas, operación y mantenimiento de

instalaciones eléctricas, hidráulicas, neumáticas y cualquier sistema de monitoreo y automatización.

Estas están conformadas en forma independiente de acuerdo con va automatizar o controlar.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

Parte operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa sobre la máquina. Los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, etc.

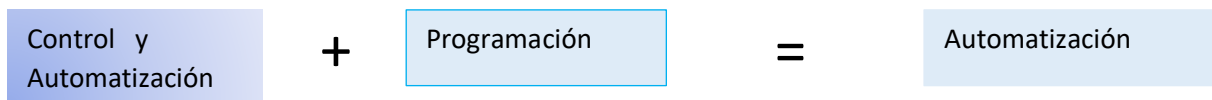
Parte de mando

La Parte de Mando suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada).

En un sistema de fabricación automatizado el programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

La automatización se define como el desempeño de operaciones automáticas dirigidas por medio de comandos programados con una medición automática de la acción, retroalimentación y toma de decisiones.

Para entender mejor el concepto de automatización, se puede representar esquemáticamente como: control automatización + programación = automatización



El esquema, tiene una gran parte de la automatización depende de un programa para determinar el orden de los eventos, así como para instruir al sistema sobre cómo debe realizarse cada uno de los casos de la operación.

Razones de incremento en la demanda de sistemas automatizados:

Aumento de productividad y creatividad en los empleados.

Incremento en los tiempos muertos.

Posibilidad de cobrar cuotas más altas por la calidad del producto.

Menor costo en operación de la maquinaria.

¿Por qué diseñar sistema automatizado?

El desarrollo, la implementación de la automatización tiene un objetivo primordial el control total de un sistema, el confort y/o la seguridad de las personas que habitan o trabajan en el mismo.

Protegiendo física y psicológicamente el entorno humano circundante, utilizando todos los recursos posibles para el cometido final, analizando el límite y la reducción posible de los costos de explotación.

La centralización de datos en los procesos automatizados en procesos comerciales o industriales, posibilitan supervisar y controlar confortablemente desde una PC, los estados de funcionamiento o alarmas de los sistemas que componen la instalación, así como los principales parámetros de medida y permiten actuar descentralizada mente sobre los diferentes elementos de mando.

El sistema automatizado cuenta con las siguientes facilidades:

Control absoluto del edificio en todos sus sistemas

Control y optimización de Energía Eléctrica

Sistema de alimentación sin interrupción

Control de iluminación.

Sistema de protección contra Incendios

Sistema de control de aire acondicionado

Sistema integrado de seguridad

I.6 Objetivos de la Automatización

Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de esta.

Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.

Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

Mejorar la disponibilidad de los productos, puede proveer las cantidades necesarias en el momento preciso. Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiere grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

Integrar la gestión y producción.

Ventajas e inconvenientes del sistema automatizado

El sistema automatizado carece de desventajas, ya que el implementar sistema trae como consecuencia algunos aspectos de gran conveniencia, a continuación, nombraremos algunos.

Entre las ventajas tenemos:

Menor tiempo de elaboración de proyectos.

Posibilidad de añadir modificaciones con una inversión menor a la inicial. Menor costo de mano de obra.

Mantenimiento económico.

Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo sistema.

Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Entre los escasos inconvenientes que puede tener la automatización son:

Adiestramiento de técnicos, en la actualidad son pocos los especialistas.

Alto costo inicial.

I.7 Niveles de automatización

El nivel de automatización de cualquier proceso está determinado siempre por 2 factores:

Económico.

Tecnológico.

De acuerdo y clasificar a los niveles de automatización básicamente en tres.

Nivel básico o elemental.

Nivel intermedio.

Nivel superior.

Automatización básica: Corresponde al instalado en una máquina sencilla o parte de una máquina, programándole tareas de supervisión de tiempos muertos, posicionamiento de piezas y funciones de seguridad.

Automatización intermedia: Corresponde a la automatización de un conjunto de máquinas elementales para una etapa determinada de un proceso, o bien de una máquina compleja, en otras palabras, este tipo de automatización, también se le conoce como automatización industrial.

Automatización superior: Es el instalado, cuando se tiene la automatización de un proceso al 100 %, incluye aspectos de servicio, gestión de mantenimiento, entre otros.

La propuesta de este proyecto es implementar un sistema con una automatización media, solo se implementarán los sistemas de control los parámetros requeridos por la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SSA1-2003, funcionen al 100 %, tienen como resultado el funcionamiento del sistema y logran una excelente calidad en el producto.

Cabe mencionar que la automatización se realizará mediante un PLC, un microcontrolador, para que el gasto sea de menor trascendencia en el proyecto.

I.8.- Descripción general del sistema para acondicionamiento de aire (hvac)

¿QUÉ ES HVAC?

Un sistema HVAC es un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés de Heating, Ventilating and Air Conditioning). Se trata de un conjunto

de métodos y técnicas que estudian y trabajan sobre el tratamiento del aire en cuanto a su enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, calidad, movimiento, etc.

DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL

El control automático consiste en mantener un valor dentro de un punto de ajuste, mide el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA DE CONTROL

Este sistema debe mantener las condiciones del lugar dentro del margen de aceptación y solo ahí se debe mantener.

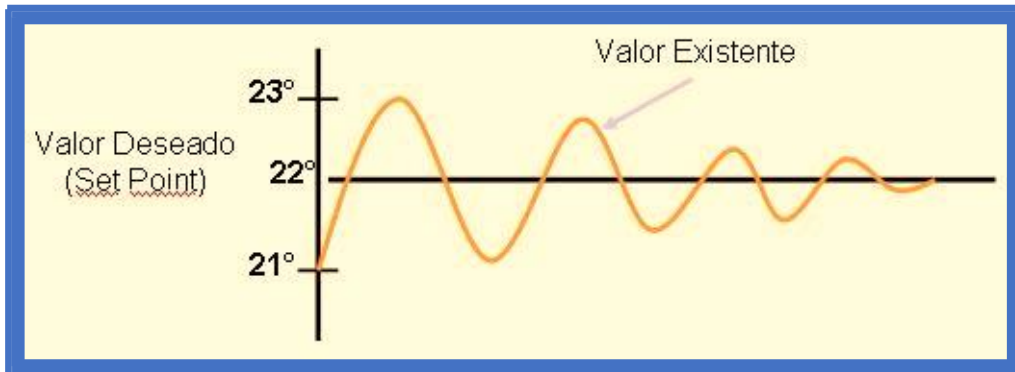


Figura I.13. Oscilaciones al valor deseado.

Un sistema de control HVAC automatizado se compone de: Equipos Centrales (UMAs, UEA, TE, DX, Cajas VAV)

Sistema de Control (Termostatos, Controladores, Estaciones de Trabajo, Software)

Sensores y Actuadores (Temperatura, Humedad, Presión, Válvulas, Actuadores, Variadores de Frecuencia)

Secuencias de Operación (Horarios, Estrategias de Control, Secuencias de Operación)

APLICACIONES

Fan & Coil

Compuerta de Zona

Unidad Manejadora de Aire

Unidad Manejadora de Aire Multizona

Control de Humedad y Temperatura

Unidades Paquete

I.9 Componentes del sistema de control

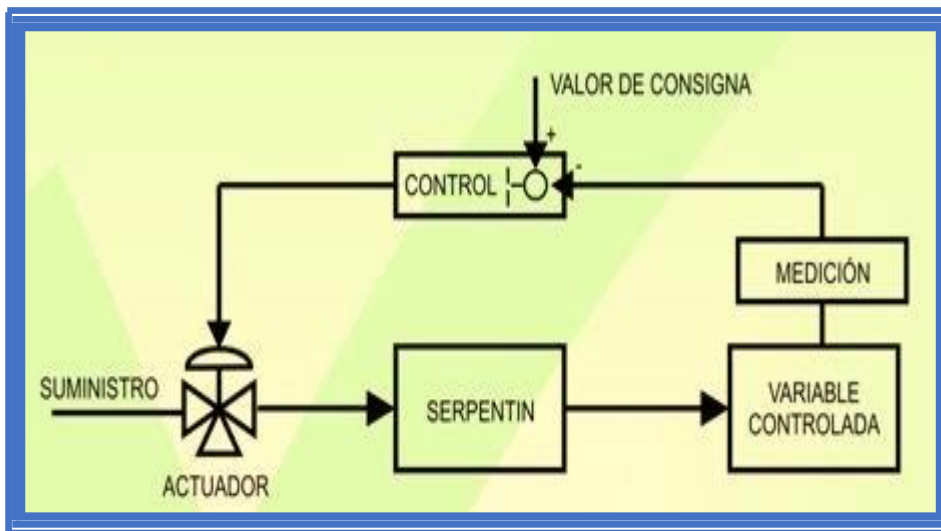


Figura I.14. Componentes del sistema de control

El Actuador

Serpentín A.H.

La Medición

El Control Automático

LAZO: CIRCUITO ABIERTO

Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el que la acción de control es independiente de la entrada.

La habilidad que tienen para ejecutar una acción con exactitud está determinada por un control externo, el cual establece una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud deseada (ver figura I.17).

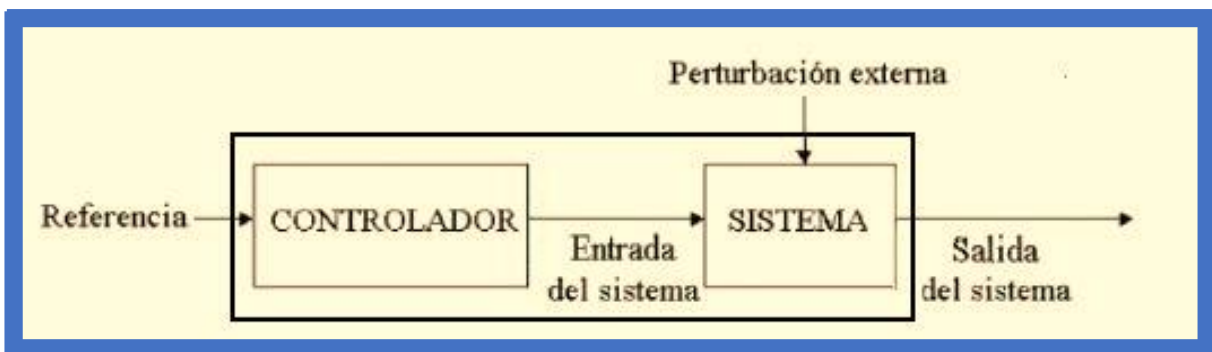


Figura I.15. Lazo circuito abierto

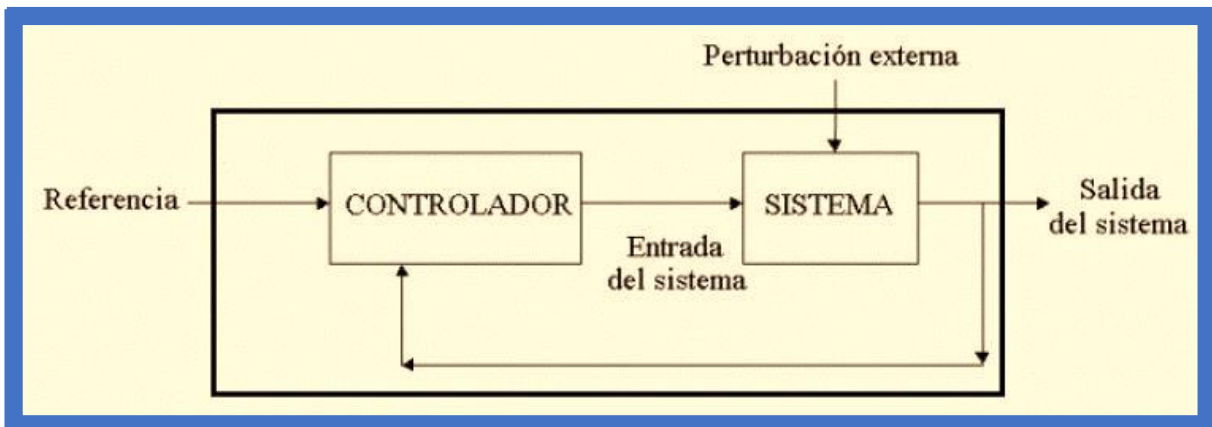


Figura I.16. Lazo circuito cerrado

¿Qué es un punto de control?

Un punto es cualquier dispositivo o variable de entrada o salida empleado para controlar el equipo.

Análogo Control con una señal específica de 4-20mA/0-10VDC/2-10VDC/135 ÓHMS.

Digital Control de 2 Posiciones (ON – OFF)



Figura I.17. Punto de control

I.10.-Controles de temperatura y sus aplicaciones convencionales

Los controladores reciben las entradas de los sensores. El controlador opera la señal de entrada con la condición deseada, o un punto de ajuste, y genera una señal de salida para operar un dispositivo controlado. El controlador puede tener un sensor integrado, por ejemplo, un termostato, o éste ubicado a cierta distancia del controlador (figura.I.20).



Figura I.18. Controlador

I.11.-Componentes que constituyen a un control de temperatura

La figura.I.21 muestra un ejemplo de un sistema controlado se ira explicando por partes para su mejor estudio y comprensión.

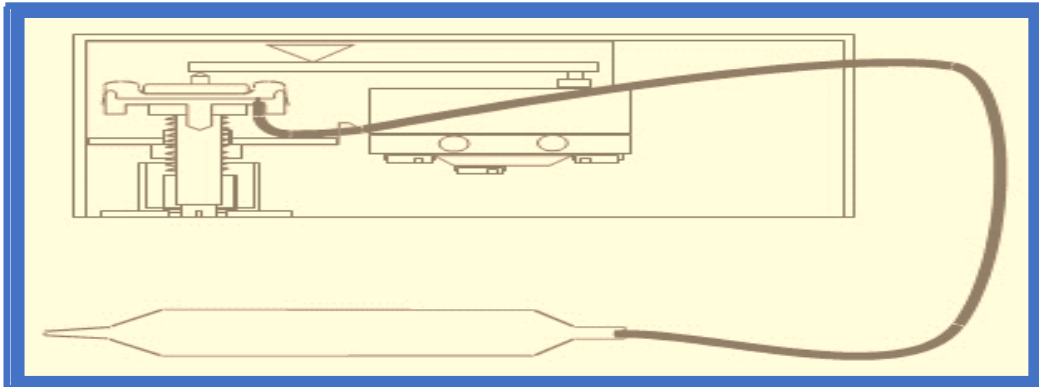
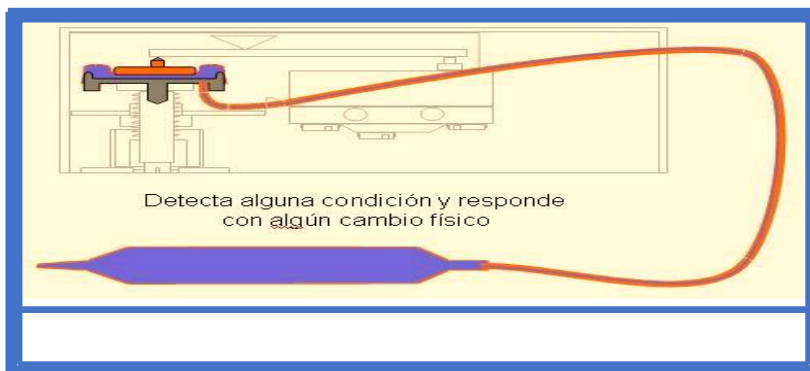


Figura I.19. Sistema controlado

EL SENSOR

La ubicación del sensor se muestra en la figura.I.20, éste detecta alguna condición y responde con algún cambio físico



FiguraI.20. Sensor

EL ENLACE

En la figura I.21 se muestra el enlace tiene el objetivo de transmitir y amplificar el cambio identificado por el sensor y proporciona un medio para calibrarse en la fábrica y ajustarse en campo.



Figura I.21. El enlace



Figura.I.22. Resultado final

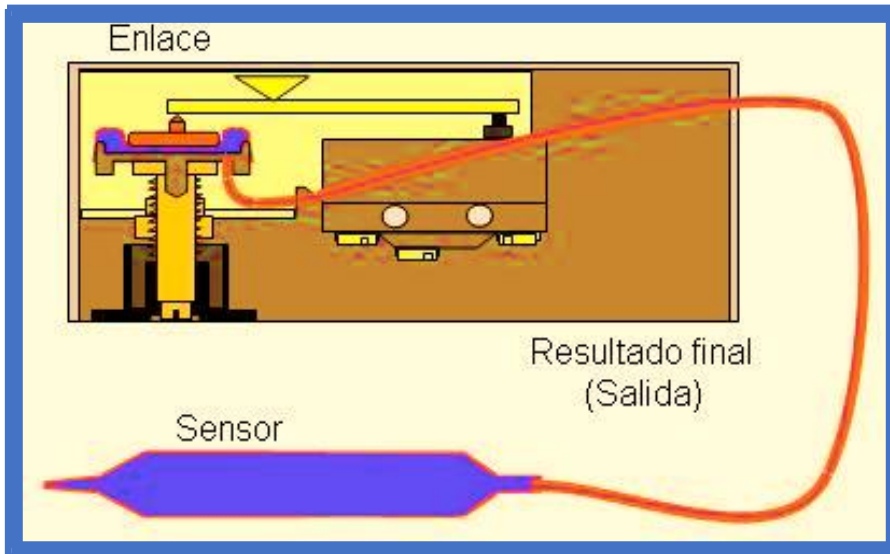


Figura I.23. Control terminado

I.12 Controles de humedad

Los elementos que miden la humedad relativa lo regular son mecánicos o electrónicos (ver figura I.26). Los elementos mecánicos se expanden y contraen a medida que cambia el nivel de humedad y se denominan elementos “higroscópicos”, el elemento que se utiliza es el nylon, a medida que cambia el contenido de humedad en el aire circundante, el elemento de nylon absorbe o libera humedad, expanden o contraen, respectivamente. El movimiento del elemento opera el mecanismo del controlador.

La medición electrónica de la humedad relativa es rápida y precisa. Un sensor electrónico de humedad relativa responde al cambio de humedad cambiando y la resistencia o capacitancia del elemento.

Los sensores de humedad NO se deben utilizar en atmósferas con grandes variaciones de temperatura.

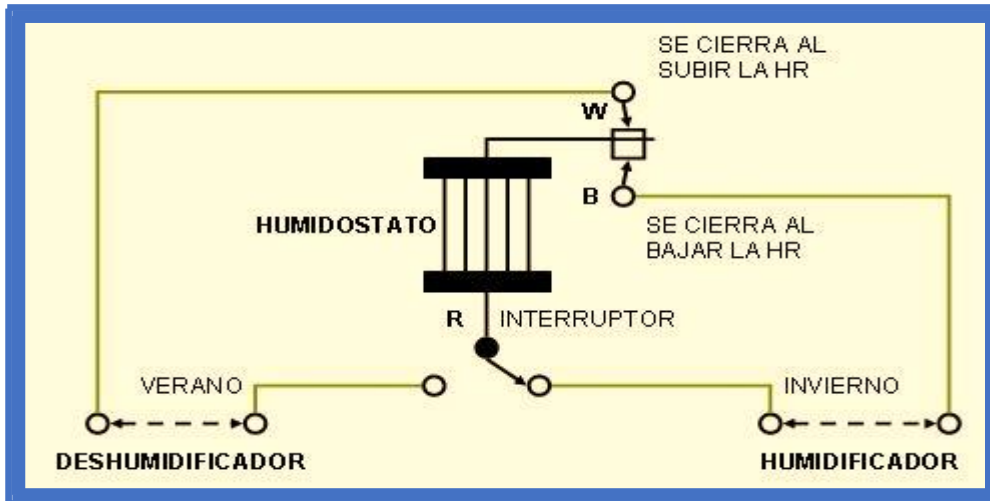


Figura I.24. Controles de humedad

I.13.- Controles de presión

Los sensores de presión responden a la presión de un vacío perfecto (sensores de presión absoluta), a la presión atmosférica (sensores de presión manométrica), una presión de un segundo sistema (sensores de presión diferencial), como la presión dentro de un serpentín o filtro.

Los sensores de presión miden la presión de un gas o líquido en libras por pulgada cuadrada. La baja presión se mide en pulgadas de agua. La presión puede ser generada por un ventilador, una bomba o condensador, una caldera.

Los controladores de presión utilizan fuelles, diafragmas o dispositivos sensores de presión similares. El medio bajo presión es transmitido directamente al dispositivo, y el movimiento del dispositivo sensible a la presión opera el mecanismo de un controlador conmutador neumático o eléctrico.

Algunas variaciones de sensores de presión miden el rango y cantidad de flujo, el nivel de líquido y la presión estática. Los sensores en estado sólido se utiliza el efecto de piezo resistencia, el aumento de la presión ejercida sobre cristales de silicio produce cambios de resistencia en los cristales.

Actuadores

Un Actuador es un dispositivo que convierte energía eléctrica o neumática en una acción giratoria o lineal. El actuador produce un cambio en la variable controlada, operando diversos dispositivos de control final, y válvulas de compuertas.

En general, los actuadores neumáticos proveen acción proporcional o moduladora, que significa y pueden mantener cualquier posición en función de la presión del aire que se suministra.

Los actuadores electrónicos son actuadores eléctricos con control proporcional, son bidireccionales, es decir giran en una dirección para abrir la válvula o la compuerta, y en la otra dirección para cerrarlas (ver figura I.25).

Algunos actuadores requieren energía para cada dirección de recorrido, otros se alimentan en una dirección y almacenan energía en un resorte para el recorrido de retorno.



Figura I.25. Actuadores

Compuertas

Las compuertas son dispositivos de control instaladas en sistemas de aire acondicionado para regular el paso del flujo de aire que se desea suministrar.



Figura I.26. Compuertas

Existen compuertas normalmente abiertas o normalmente cerradas, estas a su vez son manipuladas por medio de un motor actuador que es controlado según los requerimientos del sistema.

VÁLVULAS

La Válvula de Control es Básicamente un Orificio Variable por efecto de un Actuador.

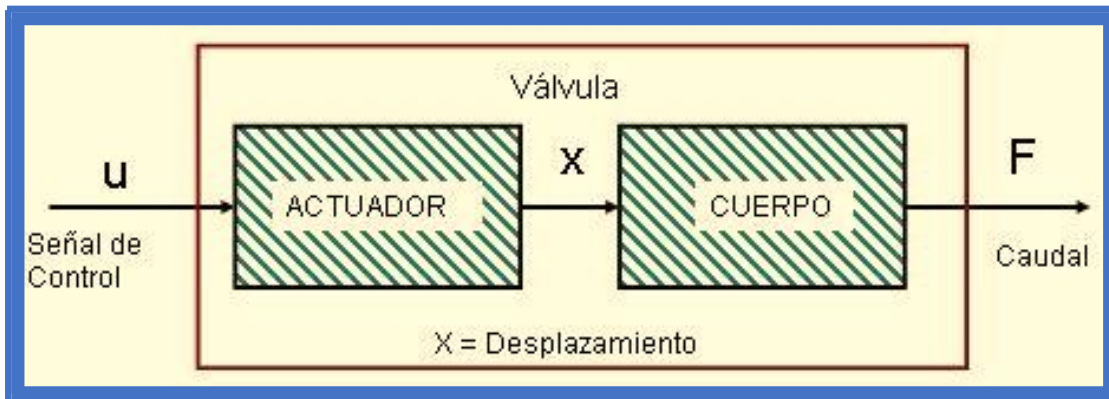


Figura I.27. Válvula

Esta Válvula utiliza una señal externa y puede ser neumática o eléctrica y posteriormente la transforma (Actuador) en una de tipo mecánica que incide en el cabezal (Cuerpo de la Válvula)

I.14.--Instrumentación de medición

Es el Grupo de Elementos que sirven para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste.

En otras palabras, la instrumentación es la ventana a la realidad de lo que está sucediendo en determinado proceso, es para actuar sobre algunos parámetros del sistema.

Algunos instrumentos de medición:

- Termómetros
- Manómetros
- Graficadores
- Flujómetros

El termómetro es un instrumento de medición de la temperatura, que usa el principio de la dilatación, se prefiere el uso de materiales con un coeficiente de dilatación alto de modo que, al aumentar la temperatura, la dilatación del material sea fácilmente visible.



Figura I.28. Termómetro

MANÓMETROS

Un manoscopio o manómetro (figura I. 29) es un aparato es para medir la presión de gases o líquidos contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos: los de líquidos y los metálicos.

Los manómetros de líquidos emplean, como líquido manométrico el mercurio, que llena parcialmente un tubo en forma de U.

En los manómetros metálicos la presión da lugar a deformaciones en una cavidad o tubo metálico, denominado tubo de Bourdon en honor a su inventor.

Estas deformaciones se transmiten a través de un sistema mecánico a una aguja que marca directamente la presión sobre una escala graduada.



Figura I.29. Manómetro

CAPÍTULO II

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

II.1.- Aspectos Generales

Este diseño se refiere a las instalaciones para el proyecto nuevo del área de Call Center de telecomunicaciones, este se realiza en las instalaciones de un edificio, ubicado en la Ciudad de México y los datos del lugar se especifican en la tabla 3.



Figura II.30. Localización geográfica

Este proyecto consta de 13 áreas en las cuales se lleva a cabo el soporte, administración y servicio al cliente. Cada área cuenta con computadoras, servidores y personal.

Estas áreas están clasificadas como zonas críticas, debido al equipo y labores que en ellas se desempeñan, por lo cual se hace de suma importancia el control de la temperatura, presión y humedad de dichas zonas para mantener un ambiente constante y así garantizar el cuidado del equipo y la comodidad.

Para lograr esto, es necesario mantener las 13 áreas de pesaje a una temperatura de entre 18 a 25°C y debe existir una calidad de aire especificado en la norma oficial mexicana PROY-NOM-059-SSA1- 2003 concernientes a las buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria química farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos

	AREA	OPERACIÓN	
	EDIFICIO	OPERACIÓN	
	NIVEL	PRIMERO	
	UBICACIÓN	CIUDAD DE MEXICO	
	DIRECCION	RASCARRABIAS	
1.1	DATOS DEL LUGAR		
	LOCALIDAD	CIUDAD DE MEXICO	
	LATITUD	19° 03'	Norte
	LONGITUD	98° 57'	Oeste
	ALTITUD	2240	msnm
	PRESION BAROMETRICA	614	mmHg
1.2	DATOS		
	VERANO (SEMISECO)		
	TEMP. BULBO SECO	33	°C
	TEMP. BULBO HÚMEDO	21	°C
	HUMEDAD RELATIVA	38	%
	DENSIDAD DEL AIRE	0.912	Kg/m ³
	HUMEDAD ABSOLUTA	15	gr/Kg
	ENTALPIA A LA SAT.	71.65	KJ/Kg
	VERANO (HÚMEDO)		
	TEMP. BULBO SECO	21	°C
	TEMP. BULBO HÚMEDO	21	°C
	HUMEDAD RELATIVA	90	%
	DENSIDAD DEL AIRE	0.947	Kg/m ³
	HUMEDA ABSOLUTA	17.664	gr/Kg
	ENTALPIA A LA SAT.	65.987	KJ/Kg
	INVIERNO		
	TEMP. BULBO SECO	0	°C
	HUMEDAD RELATIVA	85	%
	DENSIDAD DEL AIRE	1.028	Kg/m ³
	HUMEDA ABSOLUTA	4.023	gr/Kg
	ENTALPIA A LA SAT.	10.059	KJ/Kg

TABLA 3.- Datos de lugar

La figura se muestra la zonificación por clases de aire y presiones en cuartos y la zonificación por equipos, respectivamente.

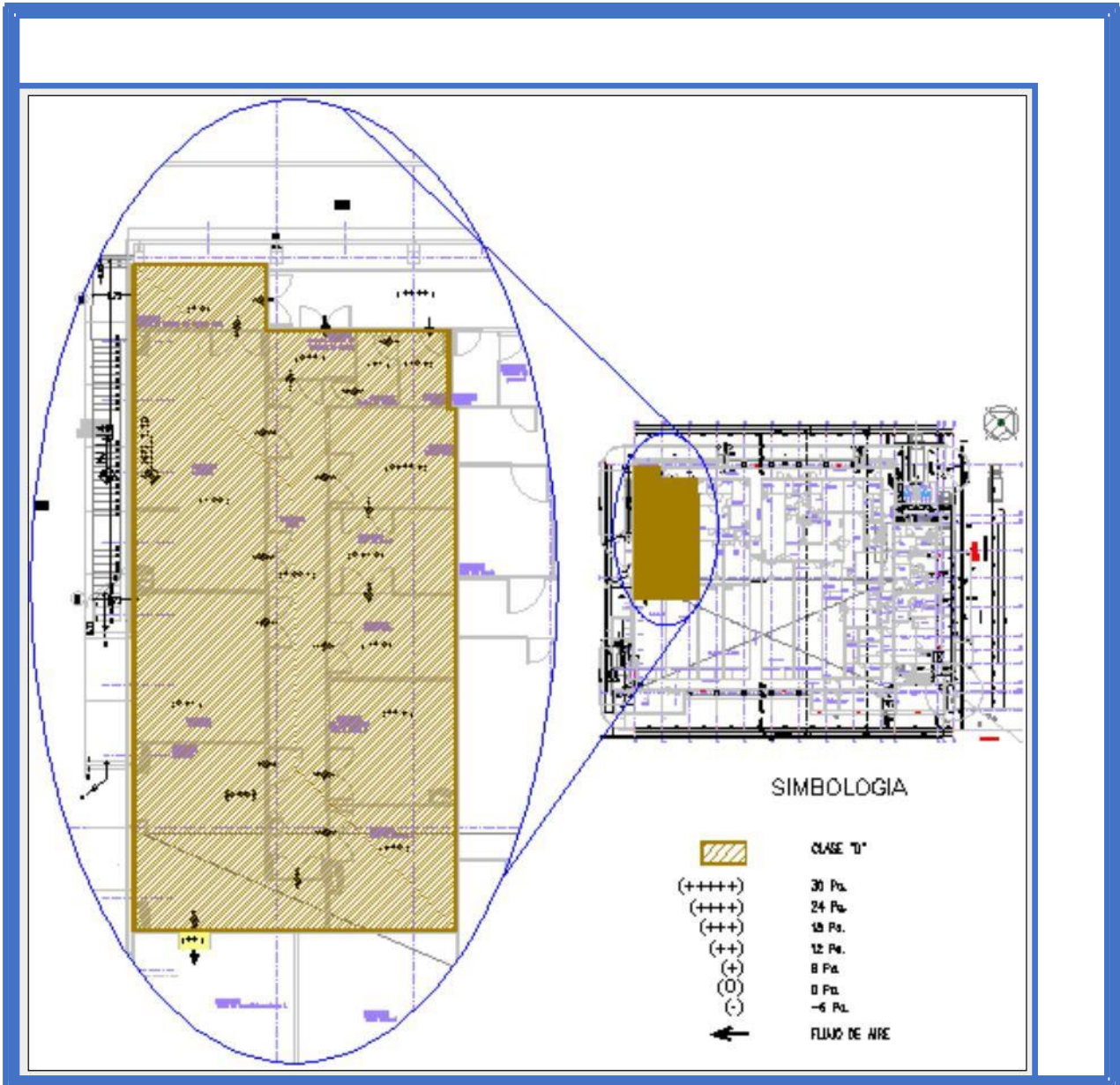


FIGURA II.32. Ubicación de la Zonificación por equipos.

Todos los trabajos relativos a este proyecto, materiales y equipos se sujetarán a los requisitos de observación obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica, establecidos en los reglamentos, normas y códigos que rigen en la república mexicana, así como a las normas que se indican a continuación:

- NOM-001-SEDE-1999. Norma Oficial Mexicana (Instalaciones Eléctricas Utilización)
- NEC. National Electrical Code.
- ANSI/ISA-5.1-1984 (1992). Instrumentation Symbols and Identification.
- PROY-NOM-059-SSA1-2003. Norma Oficial Mexicana (Buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria químico farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos)

El sistema de acondicionamiento de aire debe trabajar las 24 horas del día, y cumplir con los requisitos de observación obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica, establecidas en la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SSA1-2003; concernientes a las buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria químico-farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos.

El objetivo es mantener la calidad del aire en óptimas condiciones, y a la temperatura indicada en dicha norma*; esta oscila entre los 18 a 25°C, y debe estar entre el 0 a 65% de humedad relativa y la presión va de -6 Pa a 30 Pa según las características del cuarto.

II.2.- Descripción general de los cálculos térmicos

En la tabla 4 se muestra la hoja de cálculo que se realizó para la obtención de la cantidad de aire de suministro y extracción por cuartos, según los cambios mínimos que exige la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SSA1-2004.

II.3 Tabla de Resultados de calculos

Cliente: Call Center
 Obra: A. A.
 Ubicación: Rascarrabias 913

Edificio: Comunicaciones
 Area: Operación
 Sistema: UMA-01, UEXP-01, CP-01

Elaboró:
 Revisó:
 Fecha: 28.06.2021

N° de Identificación	Nombre	Area Total	Altura Libre	Volumen Total	Temperatura de Aire dentro de cuarto	Humedad del Aire dentro del cuarto	Temperatura de Aire dentro de cuarto	Humedad del Aire dentro del cuarto	Clase de Limpieza según PROY- NOM-059-SSA-2004	Presión del cuarto	Cambios de Aire Mínimos
		m2	m	m3	°C	%H.R.	°C	%H.R.		Pa	Vol./b
CALL-AI-01	CASILLEROS	10.3	3	30.9	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-02	COMEDOR	33.52	3	100.56	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-03	OPERACIÓN	49	3	147	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-04	OFICINAS	41.95	3	125.85	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-05	CALIDAD	10.3	3	30.9	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-06	SALA DE CAPACITACION	25	3	75	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-07	SERVICIO MEDICO	12	3	36	18	s/c	25	65	D	12	20
CALL-AI-07	SERVIDORES	25	3	75	18	s/c	25	65	D	24	20

La figura 33 muestra la carta psicrométrica indica la cantidad de toneladas de refrigeración, kwatts y vapores necesarios para mantener las condiciones de humedad y temperatura en los cuartos.

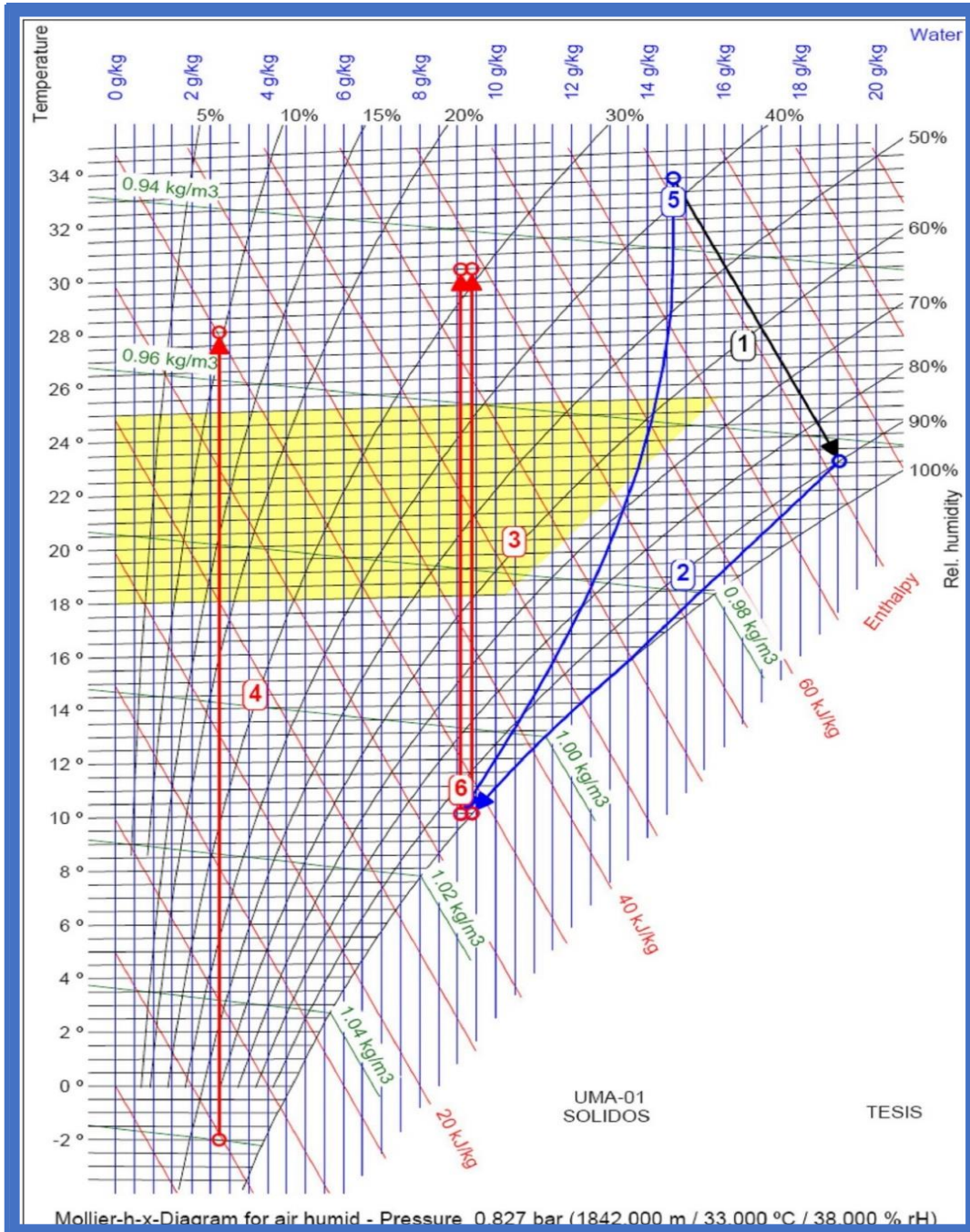


FIGURA II. 33. Carta psicrométrica.

Descripción General

El sistema de monitoreo y control tiene la finalidad de mantener, y regular las variables del proceso HVAC. (Temperatura, presión y humedad) controlando y monitoreando los diferentes sistemas en se divide globalmente. Esto se logra a partir de la implementación de transmisores y controladores a través de una red interna (bus de comunicación) de la que se centralizan todos los sistemas por medio de un administrador de red usando el protocolo INFINET, y una Workstation se encarga del control y el monitoreo (figura 36, 37 y tabla 5).

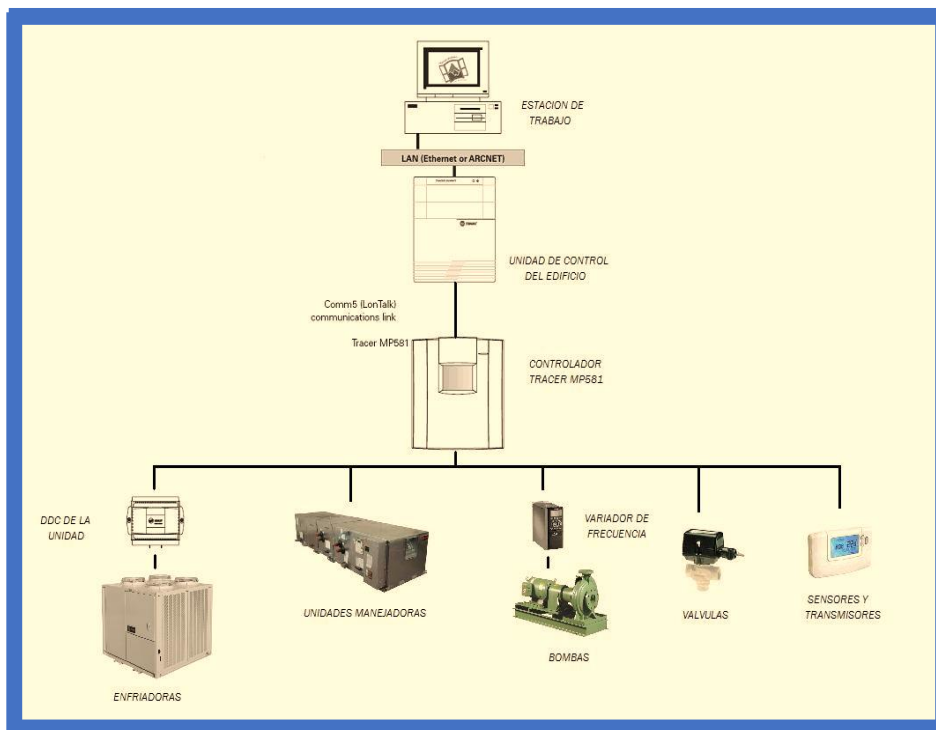


FIGURA II.34. Arquitectura

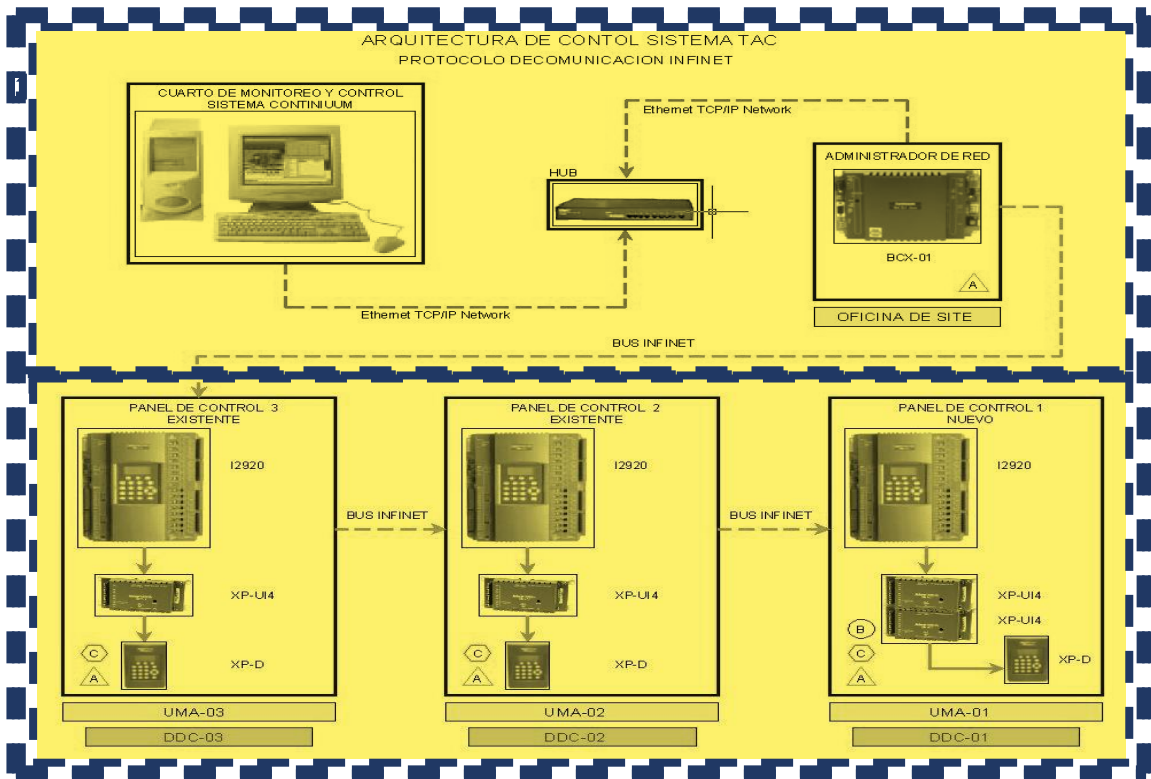


FIGURA II.35. Arquitectura de Control

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
DDC	CONTROLADOR DIGITAL DIRECTO		ALIMENTACION ELECTRICA 127 VAC POR CLIENTE
BCX-1	ADMINISTRADOR DE RED		SEÑALES DEBILES DE INSTRUMENTACION
TCP/IP	TIPO DE COMUNICACIÓN ETHERNET		BUS DE COMUNICACIÓN RS-485
HUB	SWITCH DE TRANSMISION DE DATOS		COMUNICACIÓN ETHERNET
XP-D	DISPLAY REMOTO		
XP-UI4	MODULO DE EXPASION		
I2920	CONTROLADOR DE CAMPO APLICACIÓN DIRECTA		

TABLA II 5. Nomenclatura de la arquitectura de control.

El sistema de control HVAC para el edificio de Call Center, Está dividido en 12 partes ò 12 sistemas de las cuales solo nos enfocaremos en el área de pesaje que forma parte del sistema 1. Sistema UMA 1 1 controlador I2920

Para el sistema de control se suministró todos los equipos e instrumentos especificados en el apéndice; Controlador, instrumentos, gabinetes, tubería, cableado, misceláneos entre otros., todo con la finalidad de poder mantener, regular y monitorear las diferentes variables del proceso.

El sistema está formado por: un controlador de campo, transmisores de temperatura, transmisores de humedad relativa, transmisores de presión diferencial, transmisores medidores de flujo de aire, accesorios, actuadores para el accionamiento de las válvulas de regulación y compuertas, elementos finales de control, etc.

II.4 Sistemas de monitoreo y control

El objetivo primordial del funcionamiento del sistema es monitorear y controlar en forma automática las condiciones de temperatura, humedad y presión diferencial entre cuartos críticos en forma inmediata, así como posibles fallas tiene los equipos de HVAC.

La operación del sistema de control de HVAC está basada en el monitoreo y control por medio de un controlador digital programable situados en el área técnica cercano a la manejadora de aire.

El sistema de control cuenta con un sistema visual de monitoreo (Display) todo con el fin de visualizar variables y cambios de set points.

El sistema de monitoreo final (Workstation) tiene la finalidad de manipular variables, monitorear vía gráfica lo que sucede en tiempo real en el sistema, generar reportes y tendencias de cada variable, administrar la información, todo con el fin de darle las características de una planta de procesos inteligentes relacionados con sistemas HVAC para la industria farmacéutica.

El sistema de control manipula variables de proceso, son recibidas por el controlador (DDC controlador digital directo) por medio de señales analógicas y digitales depende de su estructura, a través del cableado del transmisor hasta el controlador.

Para activar las condiciones requeridas, el controlador manda por medio de señales digitales y analógicas la señal para manipular los elementos finales de trabajo. Como actuadores, válvulas, variadores de frecuencia, relevadores, etc.

Características de control HVAC

El proyecto consta de 1 planta de producción de corticoesteroides la cual está dividido en 12 partes ò 12 sistemas de los cuales solo nos enfocaremos en el área de pesaje que forma parte del sistema 1.

- a) 1 unidad manejadora de aire.
- b) 1 banco de filtración para la expulsión del aire.
- c) 1 colector de polvos
- d) Monitoreo de 1 Generador de agua helada

El tablero de control es modular y expandible para proporcionar entradas y salidas adicionales de acuerdo con la necesidad de crecimiento a futuro.

Los tableros de control se ubican en las siguientes áreas:

- a) 1 Tableros de control en el piso técnico mezzanine
- b) 1 Gabinete para administrador de red BCX en oficina.

El tablero de control, cuenta con el espacio suficiente para la distribución adecuada de elementos eléctricos y de misceláneos.

Función del controlador

EL administrador de red es un dispositivo maestro para permitir el acceso directo de los controladores, así como remoto a cada sistema y a todos los dispositivos del mismo. Estas son algunas de sus funciones:

- Coordinación de hora de todos los equipos conectados a la red local
- Distribución de datos entre tablero y elementos
- Registros de información de cualquier uno de entrada o de salida del sistema
- Sincronización de tiempo / fecha / año bisiesto en todos los tableros

- Cambio automático de hora según la época del año para funciones de ahorro de energía
- Registro de alarmas generadas por cualquier evento
- Respaldo del reloj interno en caso de falla de energía eléctrica

Controlador digital totalmente programable y expandible, con interfase interna de comunicación del tipo RS-485 MS/TP protocolo de comunicación INFINET capacidad según modelo de controlador (i2920 16 entradas universales, 8 salidas digitales y 8 salidas analógicas).

Cabe aclarar que el proyecto está enfocado solo al control del área de pesaje por lo tanto se maneja la comunicación en bus para las zonas restantes de la planta.

Equipos y sensores

La instrumentación principal tiene las características siguientes:

- Los sensores de temperatura son del tipo resistivo con un rango según aplicación,
- Las válvulas de control con actuador son de 3 vías en material de bronce roscadas para diámetros de hasta 2" y bridadas para diámetros superiores a 2 ½".
El actuador deberá de ser motorizado a 24 VCA.
- Los transmisores de presión diferencial son del tipo digital, con salida de de 4 a 20 mA y de rango configurable.

- Los transmisores de Humedad relativa cuentan con salida de de 4 a 20 mA y de rango de 10 a 90% con un porcentaje de error del +/- 3%.

Los sensores para variables de proceso reciben una señal la cual por medio de transductores la convierten de una energía a otra, generando un transmisor de entre los que se encuentran los siguientes:

- Controlador digital programable
- Variadores de frecuencia
- Transmisores de temperatura y humedad relativa
- Medidores de flujo de aire
- Transmisores de presión diferencial
- Válvulas de control de serpentín con actuador electrónico modulable, para agua helada
- Actuadores para compuertas de aire.

El controlador está instalado en el área técnica. Los sensores y transmisores están instalados en los ductos de suministro, retorno o extracción ubicados en la manejadora de aire o equipo extracto, esto dependerá de la aplicación que se tenga y de las características del sistema.

II. 5 Software de interfase para el usuario del pc

El software ofrece al usuario una capacidad completa de programación de todos los controladores del sistema HVAC así como agregar, eliminar o cambiar cualquier punto, programa, horario grupos de controladores y puntos gráficos en la red o PC.

Algunas funciones adicionales del software incluyen comandos para visualización, generación de reportes de alarmas y tendencias, iniciar diagnósticos en la red e imprimir copias de los programas en el sistema.

El software tiene la opción de permitir la rápida identificación de opciones e información, por ejemplo: Un símbolo de alerta indica que cierta información importante se encuentra disponible.

La entrada de información de texto se facilita mediante textos preprogramados en campos y el usuario puede seleccionar un campo el texto preprogramado y escribir nueva información. La entrada de valores analógicos es facilitada de manera similar.

Se emplea el resalte y el color para indicar selecciones válidas. Las selecciones inválidas o que no corresponden a las transacciones, aparecen en letra no resaltada.

La programación de sitio permite agrupar información por lotes. Cada lote tiene su propia identificación única, que incluye el nombre del sitio, descripción del sitio, código de acceso, ajuste de zona horaria e indicación si en ese sitio hay cambio de hora durante el año.

Pantallas de monitoreo

La generación de pantallas esta realizada de acuerdo a planos arquitectónicos y se puede navegar fácilmente en él como se estuviera en un ambiente de Internet.

Para la pantalla de monitoreo se presenta como pantalla principal todo el conjunto y el operador puede seleccionar que área o equipo desea visualizar en particular.

Para el equipo instalado. Se genero una pantalla en la cual el operador puede ver los diferentes estados de operación y condiciones en la que se encuentra ese equipo y/o área en especial.

Las pantallas cuentan con animaciones dependiendo de las condiciones del sistema, dichas animaciones están acorde a lo que sucede realmente en el sistema, esto es, se animan dependiendo de la señal que reciben de los transmisores instalados en cada área o cuarto en particular.

Seguridad de acceso

El software cuenta con niveles de acceso a la base de datos de la PC. Cada nivel de acceso permite el registro de nombres de usuarios, así como de códigos de acceso (passwords) permitiendo a varios usuarios tener el mismo nivel de acceso con un código (pass Word) único para cada usuario. Cada nivel de acceso permite diferentes niveles de penetración en la PC y en la red:

- El Nivel Uno permite la visualización e impresión de datos sobre tendencias, así como la visualización del estado del sistema.
- El Nivel Dos permite reconocer las alarmas y modificar los puntos de control en adición a la funcionalidad nivel Uno.
- El Nivel Tres permite el acceso a todas las funciones del sistema exceptuando el cambio de los códigos de acceso (pass Word) de los usuarios.
- El Nivel Cuatro permite el acceso a todas las funciones del sistema.

II.6 Instalacion de conductos y cableado electrico

El cableado eléctrico está confinado en charolas y en su caso por tubería rígida conduit pared gruesa galvanizada. Cumpliendo las especificaciones de las normas vigentes dependiendo del área en que están colocadas.

Todo el cableado de control cumple con las normas locales e internacionales citadas a continuación:

- a) NEC.....
- b) CEC.....
- c) UL.....

La red de conductos eléctricos está proyectada e instalada de acuerdo a las siguientes bases de diseño:

El diseño de las redes cumple con las recomendaciones del reglamento de obras e instalaciones de SECOFIN y es a prueba de chorro de agua se refiere a los ramales de los pisos y de la vertical.

Toda la tubería que se instalo es del siguiente tipo; tubería tipo conduit pared gruesa galvanizada semipesado y con rosca en cada extremo. Con condulest en cada tramo de conexión.

El diámetro de la tubería debe ser tal que los conductores no ocupen más del 40% del área transversal del conduit.

La red de ductos esta sujeta rígidamente con soportes independientes a las otras instalaciones del edificio.

Toda la tubería que se sujetó a la estructura, esta soportada con abrazadera tipo uña, separada 1.5 a 2 metros, asegurándose que quede firme.

Se consideran las distancias adecuadas para instalar cajas de conexión a prueba de intemperie. Una trayectoria curva no tiene más de dos vueltas de 90° entre sus registros más próximos.

Las curvas a 90° tienen un radio no menor de 6 veces el diámetro del tubo.

Las rutas del tubo evitan el cruce con tuberías calientes.

Las rutas del tubo evitan el cruce con tuberías que lleven conductores de alto voltaje, el conductor debe ir por lo menos a 30 cm. de separación encima o por un lado de las tuberías.

Todos los cables de interconexión, así como los equipos, están etiquetados a fin de permitir su fácil identificación, dicha etiqueta está de acuerdo con los números y códigos utilizados en los diagramas y planos del sistema. DTIS

El cable de las señales de salidas como de entradas sean analógicas o digitales es de una sola pieza, por lo que no se cuenta con empalmes entre los sensores, elementos de campo de control y los controladores o elementos de recolección de datos.

CAPÍTULO III

PROGRAMACIÓN DE LA LÓGICA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

III.1.-Lógica de funcionamiento del sistema

Descripción general

Esta descripción define los requerimientos mínimos para las diferentes secuencias de control, lógicas de alarmas, lógicas de paro y el concepto de manejo automático y manual, de los sistemas de aire acondicionado. Esta lógica de control en conjunto con los diagramas de flujo y los DTI S, forman la base para el correcto funcionamiento del sistema.

El sistema de control electrónico tiene la finalidad de poder mantener, regular y monitorear las diferentes variables de los equipos. El sistema incluye: controladores, sensores, actuadores y elementos de control final necesarios para la operación en forma automática del sistema.

El sistema de control programable es del tipo DDC, (Control digital directo) utilizando señales digitales y analógicas para el monitoreo y control del sistemas HVAC, el sistema de control en automático mantendrá dentro de los parámetros de diseño las diferentes variables de proceso, como: temperatura, humedad relativa y presión en las áreas, el estatus del sistema así como los parámetros de operación son visualizados desde el equipos de cómputo (PC) y display`s. y al mismo tiempo puede ser modificados solo por personal autorizado.

Preparaciones para el arranque

El sistema de control electrónico tiene la finalidad de poder mantener, regular y monitorear las diferentes variables de los equipos. El sistema incluye controladores, sensores y actuadores necesarios para la regulación en forma automática.

Se tienen varios modos de funcionamiento de la secuencia de arranque/paro. Para que se arrancar la lógica tienen que encontrarse los siguientes estados:

Que el interruptor principal (CCM) esté en posición "ON".

Todos los switches de los arrancadores en posición "AUTO" (EN CCM).

El sistema del aire tratado trabajar en tres modos diferentes automático, local y manual.

En el selector del tablero de control DDC, vienen tres Opciones AUTO-FUERA-MANUAL, para que el sistema funcione dentro de horario programable desde el DDC, se deberá pasar a posición de AUTO. Y para que funcione a criterio del operador se podrá pasar en posición MANUAL. (Local desde el DDC).

AUTOMÁTICO: El sistema funcionará controlado por el DDC, según el horario programado. Con la operación el sistema se pueda poner en posición de FUERA si es que ocurra un problema aislado, realizando su secuencia de control de paro.

LOCAL: Este modo se ha previsto para operaciones de mantenimiento o para arrancar el sistema fuera de horario. Y con la secuencia programada del DDC. Si el equipo se encuentra fuera de horario de operación, y el selector en posición de MANUAL, se realizará la secuencia de control de arranque.

Después de arrancar el equipo el sistema se puede poner en posición de FUERA, realizando su secuencia de control de paro, esto aplica dentro como fuera de horario.

MANUAL: El sistema de control está previsto para situaciones imprevistas de paros y arranques de emergencia, siempre y cuando se deje de lado el sistema de control automático. Se cuenta con selectores en cada CCM de los motores. Se pueda pasar de forma MANUAL y en forma de FUERA.

Estado del sistema en paro normal

Sistema UMA-01

Motor de ventilador de inyección UMA-01	KC 1.01	en paro
Motor de ventilador de extracción UEXP-01	KC 2.01	en paro
Colector de polvos CP-01	KC 3.01	en paro

Secuencia de arranque automático

Durante el arranque en automático se debe asegurar que los elementos de control se encuentren en el siguiente estado:

Sistema UMA-01

Válvula de agua helada	TV 1.01	cerrada al 0%
Válvula de agua caliente	TV 2.01	cerrada al 0%
Válvula del humidificador		cerrada al 0% (a futuro)
Variador de frecuencia ventilador UMA-01	FY 1.01	referencia 0 Hz.
Variador de frecuencia ventilador UEXP-01	FY 2.01	referencia 0 Hz.

Una vez que los elementos de control se encuentren en el estado anterior, arrancar los motores en el siguiente orden y por sistema.

Sistema UMA-01

Motor de ventilador de inyección UMA-01	KC 1.01	arranque
Motor de ventilador de extracción UEXP-01	KC 2.01	arranque
Colector de polvos CP-01	KC 3.01	arranque

El arranque debe ser retardado; el tiempo entre el arranque de los motores y de los extractores es ajustable desde el DDC. un posible desbalance del sistema o en su caso una transferencia de un tipo de aire (clase de aire) a una zona que no le corresponda y al mismo tiempo evitar picos de corriente en el sistema eléctrico.

Lógica de control y monitoreo de caudal

El control de caudal de suministro permite compensar el aumento de caída de presión en los filtros que resulte durante el tiempo y mantener constante los cambios por hora mínimos en el área productiva.

El transmisor medidor de flujo FT mide la presión que crea el sensor FE en el ducto de aire de suministro de la UMA y manda la señal a través del transmisor FT el control PID (control proporcional integral derivativo) del variador de frecuencia FIC que controlara la velocidad del motor del ventilador.

Si el flujo de aire se encuentra por ARRIBA del set point, disminuye gradualmente la frecuencia del variador, hasta alcanzar el flujo de aire deseado (cuando el equipo cuenta con filtros limpios).

Si el flujo de aire se encuentra por DEBAJO del set point, aumenta gradualmente la frecuencia del variador, hasta alcanzar el flujo de aire deseado (cuando el equipo se encuentra con los filtros saturados).

Sistema UMA-01

Si aumenta la presión dinámica en la UMA-01 FT 1.01 .Disminuye gradualmente velocidad FY 1.01

Si disminuye la presión dinámica en la UMA-01 FT 1.01 Aumenta gradualmente velocidad FY 1.01

Si aumenta la presión dinámica en la UEXP-01 FT 2.01.Disminuye gradualmente velocidad FY 2.01

Si disminuye la presión dinámica en la UEXP-01FT 2.01. Aumenta gradualmente velocidad FY 2.01

Lógica de control de temperatura y humedad verano / invierno

La Unidad manejadora de aire (UMA) está equipada con un sensor de temperatura TE y humedad ME del aire, ubicado en los ductos de retorno o extracción dependiendo el caso, y medirán la temperatura y la humedad promedio de las áreas, transmitirán y realizaran por medio de un PID (control proporcional integral derivativo) la secuencia de control para

modular la apertura proporcional de las válvulas de agua helada (enfriamiento) Y de agua caliente (calefacción) localizadas en los serpentines de la UMA.

De manera especial la unidad de manejo de aire UMA-01 cuentan con secciones para alojar humidificadores que se instalaran a futuro.

III.2 Sistema uma-01 control de temperatura presión humidificación

Si la temperatura se encuentra por ARRIBA del set point 21.5 °C, abre gradualmente la válvula de agua helada TV 1.01 hasta alcanzar la temperatura deseada.

Si la temperatura de encuentra por DEBAJO del set point 21.5 °C, abre gradualmente la válvula de agua caliente TV 2.01 hasta alcanzar la temperatura deseada.

Control de temperatura

Si la temperatura se encuentra por ARRIBA del set point 21.5 °C, abre gradualmente la válvula de agua helada TV 1.01 hasta alcanzar la temperatura deseada.

Si la temperatura de encuentra por DEBAJO del set point 21.5 °C, abre gradualmente la válvula de agua caliente TV 2.01 hasta alcanzar la temperatura deseada.

Control de humedad relativa

Si la humedad relativa se encuentra por ARRIBA del set point superior de 60% abre al 100% la válvula de agua helada TV 1.01 hasta alcanzar la humedad relativa deseada. En dado caso

abre la válvula de agua caliente TV 2.01 gradualmente para corregir la temperatura al set point.

No se cuenta con humidificador para corrección de humedad en invierno. (En esta UMA está previsto a futuro)

Monitoreo y alarmas de ensuciamiento de filtros

Cada etapa de filtración del sistema de la UMA y en algunos casos en los filtros terminales cuenta con sensores de presión diferencial que están monitoreando el ensuciamiento del filtro todo con el fin para mantenimiento del sistema y se lleva un registro, alertas y alarmas de la variable de presión diferencial.

Solo en el colector de polvos CP-01 y en el pasillo general de producción (COR- PAS-01) se está monitoreando con un switch de flujo.

El sensor de presión diferencial PDT detecta la diferencia de presión que crea el aire en el filtro y manda una señal por medio del PDI se puede monitorear y a su vez, llevar un registro de la misma desde el PLC.

Sistema UMA-01

Presión alta □□450 Pascales	PDT 1.01	Alarma filtro sucio sección FEL-3 (UMA-01)
Presión alta □□600 Pascales	PDT 2.01	Alarma filtro sucio sección FEL-H13 (UEXP-01)
No detecta presión	PDS 1.01	Alarma por caída de presión (CP-01)

III.4 Monitoreo y alarmas de presión, temperatura y humedad en cuartos

El elemento sensor TE mide la temperatura en cuarto o en el ducto de aire de retorno de la UMA y manda la señal a través del transmisor TT hacia el PLC y solo quedará registrada (tendencias, alertas y alarmas) como monitoreo en la PC. Además de poder visualizar localmente la variable en un display.

El elemento sensor ME mide la Humedad relativa en cuarto o en el ducto de aire de retorno de la UMA y manda la señal a través del transmisor MT hacia el PLC y solo quedará registrada como monitoreo en la PC. Además de puede visualizar localmente la variable en un display.

El elemento sensor PDT mide el diferencial de presión de flujo de aire entre cuarto y cuarto y manda la señal a través del transmisor PDT hacia el PLC y solo queda registrada como monitoreo (tendencias, alertas y alarmas) en la PC. Además de poder visualizar localmente la variable en un display.

Sistema UMA-01

Cuartos:	Temperatura	Humedad	Presión
COR-SOL-05	TT 3.01	MT 3.01	PDT 1.01
COR-SOL-06	TT 4.01	MT 4.01	PDT 2.01
COR-SOL-07	TT 5.01	MT 5.01	PDT 3.01
COR-SOL-09	TT 6.01	MT 6.01	PDT 4.01

III. 5 Secuencia y lógica de alertas y alarmas

El sistema debe estar programado para detectar diferentes tipos de alarmas y reaccionar inmediatamente dependiendo el caso.

Sistema UMA-01

Si el transmisor de temperatura TT 1.01 detecta temperatura ALTA por más de 15 min. (23° C).

Se debe indicar alerta por alta temperatura (TAH) UMA-01

Se realiza la secuencia de control para compensar el incremento de temperatura

Motor de ventilador de UMA-01	KC 1.01	en funcionamiento
Motor de ventilador UEXP-01	KC 2.01	en funcionamiento
Colector de polvos CP-01	KC 3.01	en funcionamiento
Secuencia de control de temperatura		en funcionamiento

Si el transmisor de temperatura TT 1.01 sigue detectando temperatura ALTA por tiempo (23° C). Se deberá indicar alarma por alta temperatura (TAH) en un panel visual auditivo que pueda ser presenciado por el personal de mantenimiento.

Si el transmisor de temperatura TT 1.01 detecta temperatura BAJA por más de 15 min. (18° C).

Se debe indicar alerta por baja temperatura (TAL) UMA-01

Se realiza la secuencia de control para compensar el decremento de temperatura

Motor de ventilador de UMA-01	KC 1.01	en funcionamiento
Motor de ventilador UEXP-01	KC 2.01	en funcionamiento
Colector de polvos CP-01	KC 3.01	en funcionamiento
Secuencia de control de temperatura		en funcionamiento

Si el transmisor de humedad MT 1.01 detecta humedad ALTA por más de 15 min. (60%).Se debe indicar alerta por alta humedad (MAH) UMA

Se realiza la secuencia de control para compensar el incremento de humedad

Motor de ventilador de UMA-01	KC 1.01	en funcionamiento
Motor de ventilador UEXP-01	KC 2.01	en funcionamiento
Colector de polvos CP-01	KC 3.01	en funcionamiento
Secuencia de control de humedad		en funcionamiento

Si el transmisor de humedad MT 1.01 detecta humedad BAJA por más de 15 min. (60%).

Se debe indicar alerta por baja humedad	(MAL) UMA	
Motor de ventilador de UMA-01	KC 1.01	en funcionamiento
Motor de ventilador UEXP-01	KC 2.01	en funcionamiento
Colector de polvos CP-01	KC 3.01	en funcionamiento

No se cuenta con humidificador para corrección de humedad baja en invierno. (En esta UMA está previsto para futuro)

Paro del sistema de una por falla

Sistema UMA-01

Se debe indicar alarma por paro de equipo KC 1.01 UMA-01. Además de apagarse el motor del ventilador de expulsión KC 2.01 (UEXP-01) y el motor del colector de polvos KC 3.01 (CP-01).\

Se apaga la lógica y el funcionamiento del sistema:

Selector de control en posición “CONTROL OFF” (Automático).

Interruptores de arranque en posición de “OFF”.

Centro de control de motores CCM (por otros) “OFF”.

Secuencia de paro programado

Durante el paro la regulación debe asegurar que para el sistema en el siguiente orden:

La secuencia de paro será definida de acuerdo al sentido de las presiones son negativas o positivas, y esta secuencia se definirá correctamente en campo.

Sistema UMA-01

1. Válvula de vapor (a futuro)		cerrada 0%
2. Válvula de agua helada	TV1.01	cerrada 0%
3. Válvula de agua caliente	TV 2.01	cerrada 0%
4. Motor de colector de polvos CP-01 KC 3.01		en paro
5. Motor de ventilador de UEXP	KC 2.01	en paro
6. Variador de frecuencia UEXP	FY 2.01	referencia 0 Hz.
7. Motor de ventilador de UMAKC 1.01		parado
8. Variador de frecuencia UMA	FY 1.01	referencia 0 Hz.

III.6.-Concepto de manejo manual / automático modo de operación de la UMA

La UMA tiene una selección de Manual y Automático. Para hacer esta selección la UMA puede estar apagada o en marcha, en secuencia de arranque.

En selección automática, la UMA arranca secuencialmente el horario de arranque- paro.

En selección manual, se puede arrancar y detener la UMA desde el panel del variador. Solo si está detenida se arrancar, y solo si está en marcha se puede apagar. Si está en secuencia de arranque o secuencia de paro no se debe arranque ni parar manualmente.

Al hacer la selección a manual, la UMA se queda con una frecuencia fija determinada, esto se lleva a cabo al momento del arranque (balanceo inicial). En esta condición será posible lo siguiente:

Si la UMA está en marcha, sólo será posible mover manualmente las compuertas, válvulas y variador, la forma en que esto se puede realizar se explica más adelante.

Si la UMA está detenida, será posible mover manualmente las compuertas, válvulas y variadores además de puede arrancar y detener todos los motores de los equipos involucrados con el sistema, la forma en que esto se puede realizar se explica más adelante.

Al regresar a la condición de automático, el estado de la UMA será regido por las condiciones requeridas de las áreas.

Todos los instrumentos involucrados en cada sistema, serán controlados por la lógica del sistema de control, de sus instrumentos puede ser manipulados manualmente o desde la computadora de monitoreo (PC).

III.7.-Modo de operación del motor

El motor tiene una selección de manual y automático.

Siempre que la UMA esté funcionando, todos los motores correspondientes a este sistema se encuentran en modo automático, se pueden arrancar y detener por la lógica del sistema de control.

Solo en selección manual de la UMA y si ésta se encuentra detenida, los motores de este sistema se encuentran en estado manual, será posible arrancar y detener cualquiera de ellos manualmente desde tablero de control (CCM por otros) sin importar la lógica de control de HVAC.

Cada una de las compuertas, válvulas y variador tienen una selección de manual y automático. Para hacer esta selección la UMA deberá estar en modo manual.

Si la UMA se encuentra en marcha, la válvula, variador y compuertas en modo automático, éstas serán controladas por la lógica de control HVAC, contrario si la válvula, variador y compuertas en modo manual, éstas puede ser manipuladas desde Factory Link

Si la UMA se encuentra detenida, la válvula, variador y compuertas en modo automático, éstas debe tener la posición del sistema en condiciones de paro, de lo contrario si la válvula, variador y compuertas están en modo manual, éstas puede ser manipuladas desde la computadora de monitoreo.

III.8.-Modo de operación especial para la UMA

Con las características anteriormente mencionadas, será posible el siguiente manejo de la UMA:

Arrancar y parar la UMA automáticamente.

Arrancar y parar la UMA manualmente a cualquier hora

Una vez arrancada la UMA, la lógica del sistema control manipulará los instrumentos y lleva a un funcionamiento óptimo, sin embargo, mediante este esquema existe la posibilidad de “manipular” compuertas, variador y válvulas mediante el modo manual de la UMA y del instrumento elegido para alterar este funcionamiento, es decir, algunos instrumentos en sistema de control, y otros con un valor fijado por el usuario, hay un desequilibrio en el sistema de control.

Si existe una falla en algún elemento de la UMA, y se desea mantener ciertas condiciones para compensar la falta de este elemento con una acción emergente, las consecuencias serán las siguientes:

La falla de este elemento provoca pérdidas de condiciones (Temperatura, Humedad, Presión) y alarmas en el sistema, en ese momento se debe colocar la señal de salida del actuador de control en un valor manual (cerca del valor cuando estaba trabajando en automático) desde la computadora de monitoreo, solo mientras se repara el desperfecto.

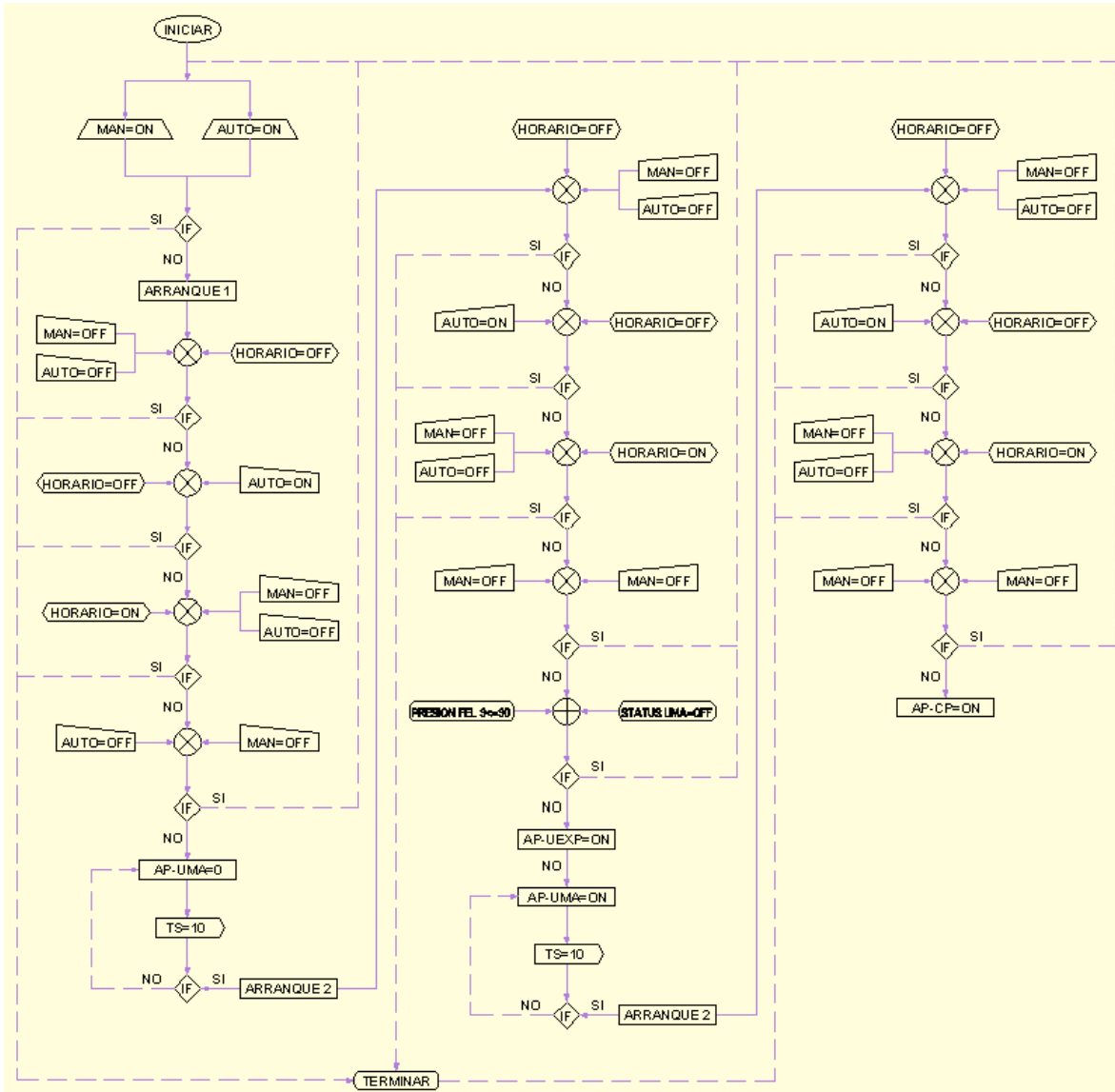


FIGURA III.36. Secuencia de Arranque (Diagrama DDC-01)

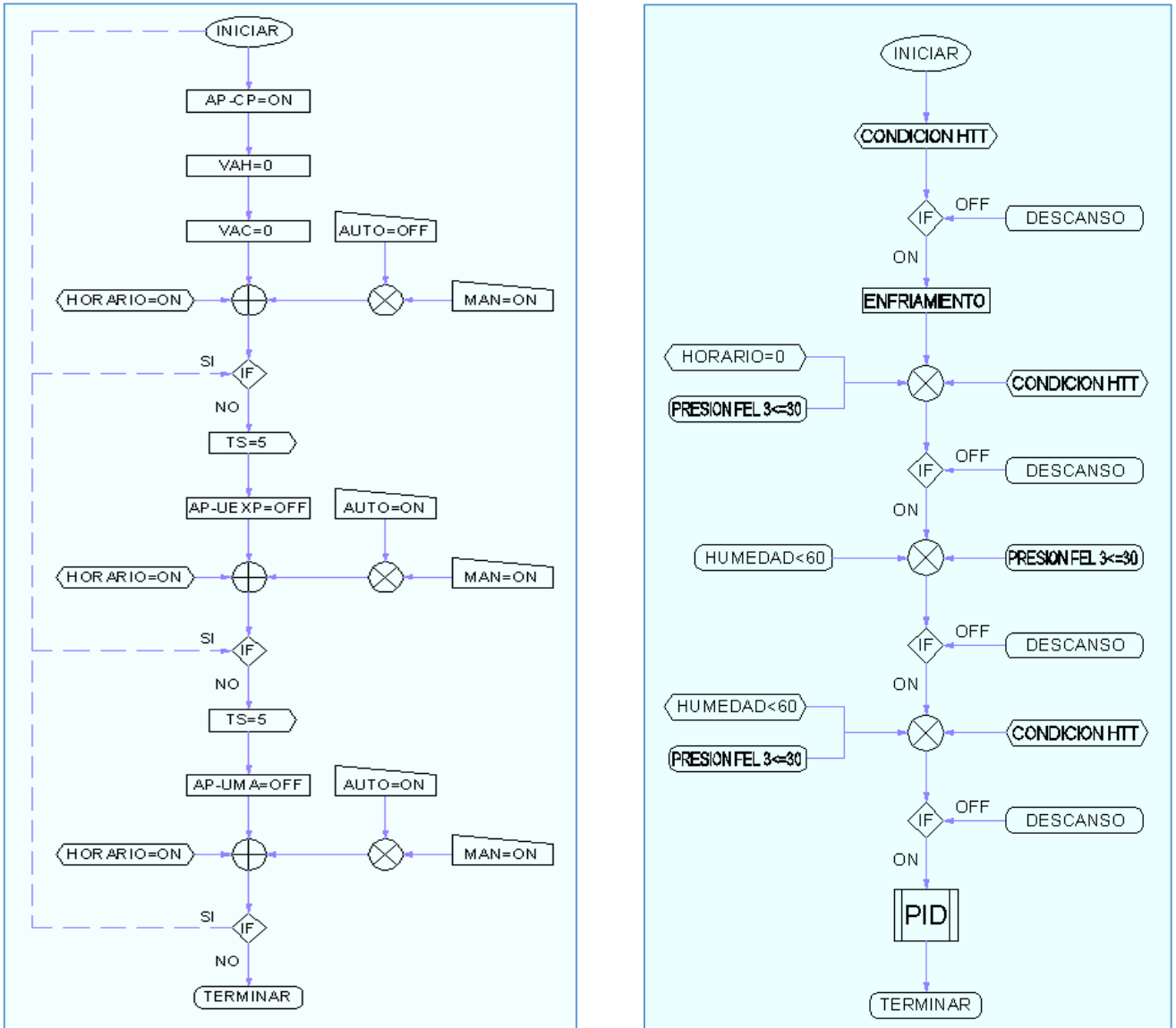


FIGURA III.37. Secuencia de Paro (Diagrama DDC-01)

PROPUESTA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN CALL CENTER DE TELECOMUNICACIONES

		Cliente:	CALL CENTER				Rev.	FECHA	DESCRIPCION No: D-105			
		Proyecto:	TESIS				0					
		Cliente final:					1		Elaboró	Revisó	Aprobó	
		Ubicación:	CIUDAD DE MEXICO				2					
		Sistema:	CONTROL Y MONITOREO HVAC				3		Fecha:			
POS.	SISTEMA	TAG. LUWA	DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	RANGO	SEÑAL DE ENTRADA	SEÑAL DE SALIDA	LOCALIZACIÓN			
1	DDC-01	UMA-01	TT 1.01/MT 1.01	Transmisor de temp. Y hum.	DWYER	HT 11	10a90% HR / -40a60°C		4 a 20 mA	DUCTO DE EXTRACCIÓN UEXP-01		
2			PDT 1.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	605-500 Pa	0 a 500 Pa		4 a 20 mA	SECCIÓN DE FILTROS FEL-3		
3			FT 1.01	Transmisor de flujo	DWYER	677-3	0 a 0,5°C A		4 a 20 mA	DUCTO DE INYECCIÓN		
4			FY 1.01	Variador de frecuencia	DANFOSS	FC-100	0 a 60 Hz. Recomendable	0-10 VCD		EN TABLERO DE CONTROL UMA-01		
5			TV 1.01	Valvula de agua helada	BELMO	NM24-24	90° DE APERTURA	0-10 VCD		SERPENTIN LKE		
6			TV 2.01	Valvula de agua caliente	BELMO	NM24-24	91° DE APERTURA	0-10 VCD		SERPENTIN LEE		
7			TT 2.01/MT 2.01	Transmisor de tem, hum y pres.	DWYER	HT 11	10a90% HR / -40a60°C		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-05		
8			PDT 3.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0a0,5°C A		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-05		
9			PDT 4.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0a0,5°C A		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-06		
10			PDT 5.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0a0,5°C A		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-07		
11			PDT 6.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0a0,5°C A		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-09		
12			PDT 7.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0a0,5°C A		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-08		
13			TT 3.01/MT 3.01	Transmisor de tem, hum	DWYER	HT 11	10a90% HR / -40a60°C		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-06		
14			TT 4.01/MT 4.01	Transmisor de tem, hum	DWYER	HT 11	10a90% HR / -40a60°C		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-07		
15		SMF	Sonda para medir el flujo	KELE	AMP-30	30 PULGADAS	2 VARILLAS		DUCTO DE AIRE DE SUMINISTRO			
16		TT 5.01/MT5.01	Transmisor de tem, hum	DWYER	HT 11	10a90% HR / -40a60°C		4 a 20 mA	CUARTO COR-SOL-09			
17		CP-01	PDS 1.01	Interruptor de presión	DWYER	1910-00	0.07a0,15°C A		on-off	DUCTO COLECCIÓN DE POLVOS		
18		UEXP-01	PDT 2.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-2	0 a 10°C A		4 a 20 mA	SECCIÓN DE FILTROS NG		
19			FT 2.01	Transmisor de flujo	DWYER	677-3	0 a 0,5°C A		4 a 20 mA	DUCTO DE EXPULSIÓN		
20			SMF	Sonda para medir el flujo	KELE	AMP-30	30 PULGADAS	2 VARILLAS		DUCTO DE AIRE DE EXTRACCIÓN		
21			FY 2.01	Variador de frecuencia	DANFOSS	FC-100	0 a 60 Hz. Recomendable	0-10 VCD		EN TABLERO DE CONTROL UMA-01		

CAPÍTULO IV

COSTO DEL PROYECTO

IV.1 Parametros de costos

En esta sección, abordamos un análisis económico correspondiente al costo del sistema de control.

El Proyecto de Controles incluye el diseño, programación, asesoría, arranque y capacitación:

DISEÑO

- 1.) Creación de arquitectura de control para proyecto.
- 2.) Definición del equipo de control, equipos auxiliares y sus conexiones.
- 3.) Creación de planos de cableado del equipo de control en AUTOCAD.
- 4.) Corrección de planos de cableado en AUTOCAD entregados al principio de obra.

ASESORIA

- 1.) En la interpretación de los dibujos de control.
- 2.) Se explican los mejores métodos de instalación de los equipos de control, de su cableado, etc.
- 3.) Se explicará al instalador del equipo de control como canalizar la comunicación de los equipos de control, el cable a los diferentes sensores, donde localizar los diferentes tipos de sensores y la canalización de la fuente de fuerza a los diferentes equipos de control como a sus auxiliares.

SUPERVISIÓN

- 1.) Una (1) visita al proyecto para supervisar el avance de este y su correcta instalación por parte de un técnico.
- 2.) En la esta visita se verifica por la correcta instalación de los equipos de control para este momento debe de estar todo conectado en forma correcta.

PROGRAMACIÓN

- 1.) Se instalará la programación de los controladores programables de sea el proveedor.
- 2.) Toda programación se realizará de completo de acuerdo a la secuencia de operación aprobada por el cliente.
- 3.) Se verificarán estos programas ya instalados, revisando la secuencia de operación.
- 4.) El sistema deberá de dejarse trabajando de acuerdo a las especificaciones y planos del proyecto.

ARRANQUE

- 1.) Con la Asistencia del instalador se irán probando las diferentes alarmas, monitoreo y control del sistema para verificar la operación correcta.
- 2.) El sistema se debe de verificar y actué según la secuencia de operación descrita en el documento aprobado por el personal autorizado por el cliente

CAPACITACIÓN

- 1.) La capacitación una vez terminada la fase de arranque y este trabajando al 100% de acuerdo a las especificaciones; consiste en un curso con duración total de 6 horas de clase para todo el sistema.
- 2.) Esta capacitación constara de dos sesiones, en el lugar del equipo de aire acondicionado como en la estación de trabajo mostrando al personal designado por el cliente la manera correcta de operar y realizar ajustes.

PROPUESTA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN CALL CENTER DE TELECOMUNICACIONES

IV.2 Costo de los componentes

PRESUPUESTO					
CLIENTE: PROYECTO TESIS			NOMBRE: AMV		
OBRA: CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN			FECHA: 28/06/2021		
LUGAR: CIUDAD DE MÉXICO			PRESUPUESTO: CONTRO TESIS		
AREA : CALL CENTER					
Código	Concepto	Cantidad	Unidad	P.U	Importe
				USD	USD
1.- SISTEMA DE CONTROL					
1.0 1	<p>Sistema de control digital, consistente en lo siguiente:</p> <p>Subestación de control digital DDC en tablero tipo semi- industrial, gabinete Rittal, para controlar sistema de aire acondicionado Uma-01, UEXP-01, CP-01 compuesta por:</p> <p>1 Pza. NetController 4MB, 8I/O, No Infinet Nodes, 1 Comm Port, 10bT 4M-8I/O-T</p> <p>1 Pza. Fuente de alimentación para NetController , con circuito UPS PS120/240-AC85U</p> <p>2 Pzas Baterías 12V 01-2100-423</p> <p>1 Pza Bolsa de 20 conectores hembra para I/O Bus 01-0010- 840</p> <p>1 pza. cable soporte de alimentación para NetC, NETC- HARNESS</p> <p>4 Pzas 8 Entradas universales, 10 volts entrada UI-8-10-10V</p> <p>2 pza. 4 Salida digital con 3 posiciones override switches con retroalimentación DO-4-R-O</p> <p>2 pza. 4 Salidas analógicas, 0-10VDC o 0-20mA con 3 pos. override/pot. c/ retroalimentación AO-4-8-O</p> <p>1 pza. Modulo Display local, 4 x 16 car. display, iluminado, 19 botones LD-1</p> <p>Elementos internos del gabinete, para montaje y conexión de elementos: cable, bomes, mis interruptores, lámparas, placas de identificación, números identificación, canaleta, riel din, Mcas. Möller, Entrelec, Belden, ABB, Legrand, CG.</p> <p>20 Hrs Mano de obra armado de tableros de control</p>	1.00	Pz a.	6,726.58 6,726.58	
2.- ESTACIÓN DE MONITOREO					
2.0 1	<p>Estación de monitoreo, registro y base de datos para sistema Continuum compuesta por:</p> <p>1 Pza. Continuum SU Software, HVACSU-HV-U-P 1.00</p> <p>1 Pza. Computadora PC para sistema Continuum 1.00</p>		P z a	2,954.47	2,954.47 Por el cliente
2.0 2	<p>Programación de tarjetas sistema de control Continuum, pantallas de monitoreo (15), (incluye 1 día de capacitación y manual impreso). 1.00</p>		P z a	10,081.97	10,081.97
2.0 3	<p>Diseño de diagramas eléctricos 20.00</p>			18.78	375.55
2.0 4	<p>Documentación técnica 20.00</p>			18.78	375.55
	SUBTOTAL		L t e		13,787.53
3.- INSTRUMENTACIÓN DE CAMPO					

PROPUESTA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN CALL CENTER DE TELECOMUNICACIONES

3.01	119326 transmisor de Humedad y Temperatura HTT-II c/célula medidora, alimentación 24VAC/VCD, salida 2-10 V o 4 20 ma rango -20 a 80 °C 0-100% h.r. c/ Display Mca. Luwa o similar	5.00	P	548.30	2,741.49
3.02	119328 juego de montaje en ducto para célula medidora de HTT-II largo de 10 m.	5.00	z	236.33	1,181.66
3.03	Transductor Electroneumático Universal , Seleccionable en campo 4-20mA o 0-5V/0-10V Entrada, Jumper Seleccionable 0 20psig o 3-15psig Rango, LCD Display. Mca Veris	5.00	a	447.86	2,239.29
3.04	84680048 transmisor de Flujo 641-12 , alimentación 20 VAC o 24 VDC, salida 4-20 mA, rangos ajustables Mca Dwyer	2.00	J	690.18	1,380.36
3.05	123326 transmisor de Temperatura TT-II , alimentación 24 VAC, salida 2-10 V ó 4-20 mA, rangos ajustables de -50 a 80 °C c/ Display	5.00	g	269.95	1,349.73
3.06	118377 Sensor de temperatura PT-100	5.00	o	251.94	1,259.72
3.07			s	17.07	409.69
			Pza.		10,561.93
4.- CABLEADO Y CANALIZADO					
4.01	Suministro e Instalación de cableado de control incluye: Tubería conduit, condulet's, abrazaderas, cable blindado, cable de control, tubería liquatite, soportaría para la instalación del sistema control, instalación de instrumentos de campo y todo lo mece	1.00	Lte.	54,896.41	54,896.41
	SUBTOTAL				54,896.41
5.- VARIADORES DE FRECUENCIA					
	Variador de frecuencia marca Danfoss para trabajar a 460V/3F/60Hz, en los	serie VLT 600			
		s equipos:			
5.01	UMA-01 MOTOR 20 HP	1.00	Pza.	2,612.21	2,612.21
5.02	UEXP-01 MOTOR 15 HP	1.00	Pza.	2,317.41	2,317.41
	SUBTOTAL				4,929.63
	SUBTOTAL				
			IMPORTE	TE TOTAL =	USD 90,902.08

PROPUESTA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN CALL CENTER DE TELECOMUNICACIONES

IV.3 Costos para personal y viaticos

COSTOS PARA PERSONAL Y VIATICOS				PPTO: CONTROL TESIS		FECHA: 28/06/2021	
				PROYECTISTA/VEND: ABC		FILE	
				VENTA AUT. POR:			
				COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	
CLIENTE:	PROYECTO DE TESIS			JEFE DEPTO.		EJECUTORES	
LUGAR:	CIUDAD DE MEXICO			MONTAJE		INGENIERIA	
INSTALACIÓN:	CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN			SERVICIO		CALCULISTAS	
CONCEPTO:	CALL CENTER			PRODUCCIÓN		SUPERVISOR	
	FLETES	20 Km		INGENIERIA		TEC. SERV	
				INTS. ELEC. MEC.		DIB. MONTADOR	
				CHOFERES Y		AYUDANTES	
A) LINEA N°, 10	MONTAJE						
	OFICIAL	\$ 3,000 SEMANAL					
	1/2 OFICIAL	\$ 1,940 SEMANAL					
	AYUDANTE	\$ 900 SEMANAL					
	AYUDANTE	\$ 900 SEMANAL					
A) COSTO POR CUADRICULA		\$ 6,740 SEMANAL					6740
A) LINEA N°, 31	GASTOS DE OBRA:						
	LIMPIEZA	\$ 900 SEMANAL	CANT. 1				900
	HOJALATERO DE APOYO/SUPERV.	\$ 1940 SEMANAL	CANT. 2				3880
	HOJALATERO DE APOYO/SUPERV.	\$ 900 SEMANAL	CANT. 1				900
	BODEGUERO	\$ 900 SEMANAL	CANT. 1				900
	PISO P/BODEGA Y TALLER	\$ 15,000 SEMANAL	CANT.				
	CASETA	\$ 17,500 SEMANAL	CANT. 1				17,500
	SANITARIOS	\$ 400 SEMANAL	CANT. 1				1600
A) COSTO POR TIEMPO DE EJECUCIÓN DE OBRA							25,680
B) LINEA N° 11	INSTRUMENTACIÓN						
	HORAS A COTIZAR SEMANALES	45 HR/HOMBRE					
	COSTO POR HORA/HOMBRE	\$ 275.55 \$/HR					
B) COSTO SEMANAL POR INSTRU.		\$ 12,400 SEMANAL				12,400	
C) LINEA N° 12	SUPERVISIÓN						
	HORAS A COTIZAR SEMANALES	45 HR/HOMBRE					
	COSTO POR HORA/HOMBRE	\$ 275.55 \$/HR					
C) COSTO SEMANAL POR SUPERVISOR		\$ 12,400 SEMANAL				12,400	
D) LINEA N°, 13	ARRANQUE MED. Y PRUEBAS						
	HORAS A COTIZAR SEMANALES	45 HR/HOMBRE					
	COSTO POR HORA/HOMBRE	\$ 275.55 \$/HR					
D) COSTO SEM. P/ARRAN. MED. Y PRUE.		\$ 12,400 SEMANAL				12,400	
E) LINEA N° 32	VIATICOS SEMANAL MONTAJE POR CUADRILLA (3 PERSONAS)						
	PASAJE AUTOBUS IDA POR MES	\$ 375	X 1	VIAJES			375
	TRANSPORTE FORANEO	\$ 75	X 5	VIAJES			375
	DESAYUNO	\$ 105	X 5	DIAS			525
	COMIDA	\$ 120	X 5	DIAS			600
	CENA	\$ 120	X 5	DIAS			600
	HOTEL	\$ 195	X 4	NOCHE			780
	PASAJE AUTOBUS REGRESO	\$ 375	X 1	VIAJES			375
E) COSTO SEMANAL VIATICOS DE MONTAJE							3630
F) LINEA N°, 33	VIATICOS SEMANAL						
	PASAJE AUTOBUS IDA POR MES	\$ 125	X 1	VIAJES			125
	TRANSPORTE FORANEO	\$ 100	X 5	VIAJES			500
	DESAYUNO	\$ 40	X 5	DIAS			200
	COMIDA	\$ 60	X 5	DIAS			300
	CENA	\$ 40	X 5	DIAS			200
	HOTEL	\$ 250	X 4	NOCHE			1000
	PASAJE AUTOBUS REGRESO	\$ 125	X 1	VIAJES			125
	AUTOMOVIL	\$	X	Km			
	CASSETAS	\$	X	VIAJES			
E) COSTO SEMANAL VIATICOS DE ATSA							2450
F) LINEA N°, 34	VIAJES Y GASTOS POR PERS. DIA						
	DESAYUNO	\$ 100	X 1	DIA	100		
	COMIDA	\$ 150	X 1	DIA	150		
	CENA	\$ 180	X	DIA			
	HOTEL	\$ 300	X	DIA			
	AUTOMOVIL	\$ 5	X 480	Km	2400		
	CASSETAS	\$ 700	X 1		700		
	AVION	\$ 0.25	X 980	MES	245		
E) COSTO DIARIO VIAJES Y GASTOS					3595		

CONCLUSIONES

El control garantiza el adecuado funcionamiento del sistema por medio del monitoreo en tiempo real de los diferentes parámetros que se están controlando (temperatura, presión y humedad).

El control que se propone cumple las necesidades especificadas por la Norma, por el cliente y además se logra que el sistema de aire acondicionado sea capaz de responder a las variables de cargas térmicas para mantener de esta manera la presión, temperatura y humedad dentro de los parámetros requeridos.

El uso del controlador (DDC) facilitará la implementación de un sistema Scada disminuyendo así el costo del proyecto en cuanto a operación y supervisión del sistema de control HVAC, lo cual se reflejará en un ahorro de energía, en un aumento de vida útil de los servidores, debido a una correcta temperatura, duplicando su tiempo de vida útil; asimismo manteniendo en óptimas condiciones el equipo de cómputo y aumentando la productividad del personal al mantener un ambiente agradable, ya que la especialidad del call center es la cobranza telefónica. Con base en lo anterior, se tendrá un aumento del 50% en la recuperación de cartera vencida y se podrá recuperar la inversión en aproximadamente dos meses.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del protocolo SIP es un protocolo conocido y de fácil aplicar sea, estandarizado compatible con implementaciones de hardware y software.

Se recomienda el uso de los códec G711 y G729 y permitido realizar las pruebas respectivas para cumplir con este y lograr su procedimiento o métodos.

Se recomienda el uso de la distribución de conflictos ni fallos con respecto a las características del Sistema Operativo y sus dispositivos de conexión, con su implementar y lograrse en ambientes empresariales.

Se recomienda el uso de tecnología de voz sobre el Protocolo de Internet (VOIP) en las empresas públicas y privadas, para obtener ventajas económicas, administrativas, tecnológicas, seguridad, el uso de las nuevas tecnologías de la información.

APÉNDICE

ESPECIFICACIONES DE LA INSTRUMENTACIÓN

CONTROLADOR DDC (continuum i2920)

El sistema de controlador i2920 es perfecto tiene una gran demanda en aplicaciones de monitoreo con una versátil entrada y salida mixta. Esta designado para el control de aire acondicionado, calentadores y otros diferentes tipos de mecanismos. El i2920 tiene una memoria para aplicaciones de programas además está fabricado con un procesador de 32 bit, entrada universal, 2 piezas, conectores removibles.

Especificaciones:

modelo i2920

UI (0-10 volts) – 12 bit 16

Smart sensor/room sensor input 1

DO – form c relay; 3A, 2A VAC 8

AO (0-10V, 0-20mA) – 8 bit 8

Expansión I/O puerto Si

Service local Si

Reloj de tiempo real Si

Tamaño de memoria flash 512 Kb

4-lineas, 16-tipos de displays opcionales

VALVULA MODULATE DE TRES VIAS PARA LIQUIDO

Válvula solenoide: una válvula modulante de tres vías: de entrada y salida y pueden ser normalmente abiertas o normalmente cerradas; es un elemento que ésta formado por un solenoide y una válvula compuerta y tiene como función controlar el flujo de agua, el suministro de agua helada que entra al serpentín de agua helada, o el agua caliente, al serpentín.



Figura 40. Válvula modúlata de tres vías para líquido.

ESPECIFICACIONES:

Alimentación	24 VCA/DC
Consumo de energía	5.5 W
Transformador	10 VA (Clase 2 alimentación)
Conexión eléctrica	3' 18-calibre, cable 1/2" tipo conduit
Señal de entrada	2-10 VDC (MFT configurable)
Impedancia de entrada	100k ohm para 2-10 VDC, 500 ohm para 4-20 mA, 750 ohm para PWM, 1500 ohm para on/off o flotante
Retroalimentación	2-10 VDC (MFT configurable)
Fuerza	180 lb-f
Vástago	3/4" máx. (20 mm.)
Tiempo de carrera	150 sec. (MFT configurable)
Temp. ambiente	-22° to 122°F (-30° to 50°C)
Humedad ambiente	5% to 95% no-condensable
Clasificación de carcasa	NEMA 2 (IP 54)
Material de carcasa	UL 94-5V (inflamable)
Nivel de ruido	35 dB(a) máx.
Certificaciones	UL 873 listado; CE; CSA 22.2 No. 24 certificado
Estándares de calidad	ISO 9001
Peso.	4 lb. (1.8 Kg.)

Humidistato: este elemento sirve para controlar la humedad a través del humidificador cuenta con un elemento sensor y sus rangos de trabajo normalmente son de 20 a 80% de humedad relativa y se instala en el cuarto a acondicionar (figura 41).

Los modelos **KHR**, **KHD**, y **KHO** transmisores de humedad están especialmente diseñados para su uso En aplicaciones HVAC. Estos instrumentos miden la humedad relativa desde 0% hasta 100%.

El estándar de dos cables, 2-20 m A. De salida provee un bajo costo de monitoreo de humedad para control en recintos; el transmisor RH está disponible con una resistencia eléctrica ó un sensor de temperatura RTD a 4-20 m A. Transmisor de temperatura ajustable, estos sensores están disponibles para aplicaciones en ducto, cuarto, montado tipo OSA.



ESPECIFICACIONES:

Sensor	Precon HS2000 sensor capacitivo
Precisión.	±2% o ±3% RH desde 0 hasta 70°C, 5% to 95% RH no-condensable
Efecto de la Temp.	Con temperature compensada <0.008% RH por °C
Estabilidad a largo plazo	<±0.5% desvío por año
Salida de sensor de humedad	dos-cable, par trenzado 4-20 mA = 0% hasta 100% RH linear
Transmisor	4-20 mA, 775 Ω @ 24V

Alimentación	8.5-28 VDC
Temperatura ambiente.	-22° hasta 185°F (-30° hasta 85°C)
Impedancia A carga máx.	(Voltaje suministrado - 8.5 VDC) / 0.02 i.e., 775 Ω @ 24 VDC
Temperatura opcional	
Resistencia térmica	Tipo 3, 21, 22, 24, 27, 42
RTD	Tipo 81, 85, 91
Conexión	Terminales con tornillo
Carcasa	Para cuarto, Plástico blanco, UL94HB Ducto, caja de metal maleable OSA, carcasa universal
Peso	Para cuarto/OSA, 0.2 lb. (0.084 Kg.) Para ducto 1 lb. (0.45kg)

INDICADOR DE PRESIÓN

Indicador de presión: este dispositivo es utilizado como su nombre es para monitorear la presión de cuarto o para monitorear la diferencial de presión entre cuartos, este también se utiliza para revisar la integridad de los filtros.



ESPECIFICACIONES:

Alimentación requerida	110V, 50/60 Hz.
Presión nominal	20" Hg. a 25 <u>psig.</u> presión total en cada lado del diafragma
Precisión	±2% de toda la escala @ 70°F (21°C) (3% sobre -0, 4% en los modelos -00)
Conexión del indicador	1/8" FNPT
Tensión nominal de los relevadores	10A @ 120 VAC, 60 Hz.
Sobre presión máxima.	20" Hg. hasta 25 <u>psig.</u> (172 kPa) presión total.
Media	Solo para aire o gases compatibles
Temperatura ambiente.	20° hasta 120°F (-7° hasta 49°C)
Conduit	3/4" <u>conduit</u>
Terminado	Base exterior acero endurecido.
Conector requerido	Diámetro 4.75" (12.06 cm.)
Profundidad requerida	7.63" (19.37 cm.)
Peso.	4 lb. (1.81 cm.)
Accesorios	Dos tapones de 1/8" NPT para duplicar las llaves de presión de 1/8" para tubo roscado para adaptadores de manguera.
Peso.	1 lb. (2 Oz.)

ACTUADORES DE MONTAJE DIRECTO PARA APLICACIONES EN HVAC

La serie GMA y GCA de Siemens Actuadores de montaje directo, para aplicaciones en HVAC, en opción de 7 N-m de torque y un área de compuerta de 1.8 m², y también en 16 N-m de torque con un área de compuerta de 3.0 m²; estos actuadores están disponibles en todas las señales estándares de control y tienes una amplia variedad de accesorios disponibles.



Actuador tipo modutro I IV Q5001 para válvulas de control modulante. El actuador viene para control de válvulas de agua helada para dos posiciones, flotante o modulante. El actuador viene ensamblado con la válvula.

Especifica

ciones:

Voltaje 24

VCA 60

Hz

Temperatura ambiente 0 a 55 °C

Input (Entrada) 2 – 10v (20k Ω), 4-20mA (273 Ω)



SENSOR DE TEMPERATURA

ESPECIFICACIONES:

Elemento sensor Exactitud

Tipos de sensor disponibles

Rango de operación Respuesta de temperatura Estabilidad

Tipo de conexión Instalación Termistor (resistor térmico) 0.36°F (0.2°C)

2.252K, 3K, 10K, 20K, 100K

30°F a 160°F (-34°C a 71°C)

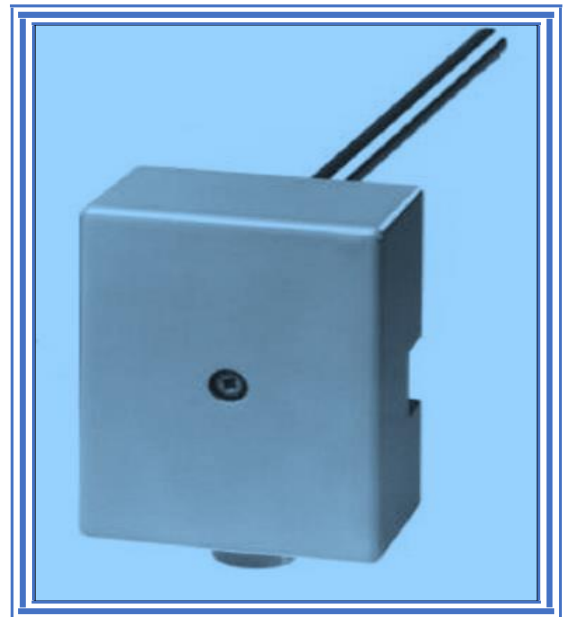
Coefficiente negativo de temperatura

0.24°F (0.13°C) sobre años Cables

terminales) Directamente a ducto muro

o sobre caja de salida eléctrica, sin

adaptadores.



BIBLIOGRAFÍA

	Autores: <i>Torrella, E - Navarro, J - López, R - Gómez</i> , F12 dic. 2011 <i>MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO DE CARRIER</i>
2	Hitachi Cooling and Heating. sistemas de calefacción y refrigeración. Aire
3	Alcaraz, E., Navarro Esbrí, J., Cabello López, R., 31 dic. 2014 Ciencias E Ingeniería De Los Materiales.
4	Lowe, N. (1988). " <i>Mastering Modern Worl.2</i> ". Londres: MacMillan Educación
5	Recknagel, Sprenger, Hönmann "Manual t calefacción y aire acondicionado" Calefacción www.cestein.es/bellisco
6	<i>Arqhys</i> . (22 de mayo de 2004). Obtenido de http://www.arqhys.com
7	Buqué, Francesc "Manuales prácticos de refrigeración, Tomo 3" www.marcombo.com
8	Programables. <i>Curso Básico De Autómatas Programables</i> . Tema 1: La Automatización ... Tema 3: La Programación. Tema 4: Plchttp://Www.Sc.Ehu.Es ›
9	(API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático PLC http://www.sc.ehu.es ›
10	All Rights Reserved Dwyer Instruments, Inc. (s.f.). Obtenido: http://www.dwyer-inst.com
11	Hegbert, R. A. (2000). " <i>Fundamentals of water system desing</i> ". American Society of Heating
12	Sanders, D. (1990). "Informática: presente y futuro". México: McGraw Hill.
13	Simmon, A. (s.f.). "Autómatas Programables". Madrid: Paraninfo S.A.
14	Cerquera Rojas, Y. A. (2002). <i>EcuRed systems</i> ". Atlanta: American Society of Heating
15	Taylor, S. T. (1971). "Fundamentals of HVAC control systems". Atlanta: American. http://www.ecured.cu/index.php