



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS**

***INSPECCIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO EN UNA PLANTA DE PLÁSTICO.***

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL**

PRESENTA

MALDONADO NAVARRETE ANEL BRIGITTE

ASESOR: ING. ARMANDO TONATIUH AVALOS BRAVO

MÉXICO, D.F. 2015.



RECONOCIMIENTOS

AL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Por ser una de las instituciones, con mayor importancia a nivel nacional y convertirme en politécnico por convicción no por las circunstancias.

AL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

Porque en ella aprendí los fundamentos para ser parte de los ingenieros politécnicos, porque me dio el conocimiento, experiencias que no olvidaré y una gran formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A MI FAMILIA

Gracias a mi familia por haber sembrado en mí los valores que definen la vida de una persona, principalmente a mis padres por la constancia, la responsabilidad y la honradez. Gracias por que por ustedes hoy cosecho los frutos que va dando mi vida.

A MIS AMIGOS

Por ser los que han caminado conmigo, porque juntos hemos jugado, reído, llorado; porque juntos pudimos lidiar con los problemas que la vida nos puso en el camino; por ser mi ventana de escape de los problemas y la soga que me ata al suelo cuando la soberbia quiso ganarme y gracias por regalarme lo más bello de la vida “su amistad”.

A UNA PERSONA ESPECIAL

A Álvaro Francisco Chávez Ruíz, por el gran apoyo brindado durante la carrera, dentro y fuera de las aulas, por ayudarme a salir de los problemas que se me iban presentando y ayudarme a tomar decisiones que me llevaron hacia un buen camino.

A MI ASESOR

Por compartir conmigo sus conocimientos, su tiempo y su experiencia en la elaboración de la presente tesis. Gracias por su interés, comprensión y su apoyo.

ÍNDICE	PÁG.
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
CAPÍTULO I. GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y SU CONTROL	
I.1.-Fundamentos sobre el aire acondicionado.	1
I.1.1.-Funcionamiento del aire acondicionado.	2
I.1.2.-Sistema de manejo de aire.	3
I.2.- Fundamentos sobre el control y la automatización.	12
I.3.- Reseña general del sistema para Acondicionamiento de aire (HVAC).	20
CAPÍTULO II. INDUSTRIALIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
II.1.- Aspectos generales.	35
II.2.-Códigos y normas.	39
II.3.- Descripción general del suministro de aire.	40
II.4.- Descripción del sistema de control.	43
CAPÍTULO III. PROGRAMACIÓN DE LA LOGICA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
III.1.- Lógica de funcionamiento del sistema.	54
III.2.- Listado de equipos y señales.	66
CAPÍTULO IV. COSTO DEL PROYECTO	
IV.1.- Especificaciones y definiciones del proyecto.	70
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
APENDICE	77
ANEXOS	86
REFERENCIAS	100

RESUMEN

Es un proyecto nuevo que requiere implementar un sistema automatizado con el propósito intrínseco de hacer eficiente el sistema de acondicionamiento y así garantizar la calidad de los productos.

Para satisfacer las necesidades del proyecto se usará un Controlador Digital Directo (DDC), controlará el funcionamiento del sistema de acondicionamiento de aire desde una PC 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, ya que está diseñado 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 un proyecto de aire acondicionado en San Juan del Río, Querétaro, en la que predomina tres tipos de clima, seco con una temperatura máxima de 33° 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 0 °C a 5 °C. Las temperaturas máximas se presentan en el mes de mayo.

El factor climático es extremadamente frío en los meses de diciembre, enero y febrero. Los Tomo como referencia para tomar y para realizar un balance térmico y lograr estabilizar las variables que son importantes para el proceso, como: presión, temperatura y humedad específica. Al implementar este proyecto se va a lograr la calidad de los productos por lo tanto incrementara su rendimiento y aprovechara al máximo el alto grado de actividad que posee en el mercado. Permitan a la empresa, aumentar su productividad.

San Juan Del Rio se caracteriza por ser una ciudad industrial ya que alberga gran cantidad de industrias por lo cual la calidad del aire a llevar a nuestro espacio por acondicionar debe ser libre de cualquier partícula, la solución adecuada para limpiar el aire es incorporar un sistema de filtrado de aire de alta calidad.

Para acondicionar este tipo de espacios se requiere de un sistema de calentamiento y enfriamiento de aire en días críticos, la máquina que proporcionara el aire será una en la cual se cuente con filtrado, humidificación, calentamiento y enfriamiento de aire.

Con este proyecto se cumplirán los requerimientos que establece con las normas y especificaciones para acondicionar aire en este tipo de espacios.

INTRODUCCIÓN

El acondicionamiento es un proceso de tratamiento del aire que controla el ambiente interior desde una vivienda hasta una empresa. Existen cinco factores importantes que se deben de considerar para que un ambiente acondicionado sea confortable; Ventilación, Limpieza, Movimiento y circulación del aire, Grado de humedad y Temperatura. Las funciones a las que debe servir una instalación de aire acondicionado para el enfriamiento y la deshumectación, en verano, el calentamiento y la humectación, en invierno y ventilación, filtrado y circulación de aire todo el año. Estos procesos deben realizarse: automáticamente, sin ruidos con un menor consumo energético.

En la actualidad el sistema de aire acondicionado es de vital importancia en los procesos de producción y de diferentes productos, principalmente los que están relacionados con el cuidado de la salud, debido a que este tipo de sustancias deben ser manufacturadas bajo altos estándares de calidad con la finalidad de evitar cualquier tipo de contaminación que pueda alterar la calidad del producto final, así mismo es necesaria la implementación de nuevas tecnologías que ayuden a mantener este proceso dentro de los parámetros ambientales necesarios de fabricación.

El diseño de sistemas para acondicionamiento de aire se debe complementar con sistema de control para una operación eficiente.

El proyecto de control puede aportar ventajas como la disminución de costos por operación, supervisión del funcionamiento de los componentes del sistema, operación de manera automática sin la intervención de operadores y mayor estabilidad de las variables controladas.

Esta investigación se realizó el diseño de un sistema el cual integra diferentes áreas de la ingeniería para hacer más eficiente un proceso, lo

anterior haciendo uso de nuevas tecnologías como los PLC's por sus siglas en inglés Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable), que integrado a un sistema de sensores nos permite al mismo tiempo monitorear y controlar este sistema, con el objetivo de obtener la máxima eficiencia del sistema, logrando una disminución en el consumo de energía eléctrica.

Esta empresa tiene como prioridad el bienestar de sus trabajadores, los cuales buscan motivación y superación que con lleva la eficiencia de los procesos y la comercialización de productos para satisfacer las necesidades del cliente. Ésta empresa es reconocida a nivel mundial por ser competitiva en la fabricación de productos de plástico de la más alta calidad.

La empresa requiere de un control de las variables, presión, temperatura y humedad para las áreas donde se encuentran, las máquinas de inyección que trabajan a altas temperaturas, para la fabricación de artículos de plástico como tapas, cubetas, tinas, cucharas, botellas. Para implementar en el proceso las condiciones ideales de estas variables que debe cumplir con ciertas normas de calidad.

El propósito del proyecto es la instalación de un sistema de aire acondicionado controlado a través de un sistema SCADA.

La estructura de control constará de: un DDC (Control Digital Directo), el cual va controlar las variables a través de los puertos de comunicación RS-485, y nos permitirá llevar los datos a una computadora, donde se podrá visualizar el comportamiento de las mismas que se están controlando y al mismo tiempo realizar una captura del monitoreo de las variables.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y SU CONTROL

I.1 FUNDAMENTOS 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 con las condiciones climáticas.

El diseño del sistema de aire acondicionado depende del tipo de estructura en la que se va a instalar, la cantidad de espacio a refrigerar, el número de ocupantes y del tipo de actividad que realicen. Una empresa de plásticos con grandes ventanales expuestos al sol, o una oficina gran cantidad focos y bombillas, generan mucho calor, por lo es necesario un sistema con capacidad refrigeradora mucho mayor, que una empresa sin ventanas iluminada con tubos fluorescentes. Y debe de existir circulación del aire y sean más grandes que los espacios donde pueden fumar.

En algunas empresas, la mayor parte del aire calentado o enfriado puede circular sin molestar a sus ocupantes; pero en laboratorios y fábricas donde se realizan procesos que generan humos nocivos y no hay la circulación de aire. El proceso requiere constantemente del aire fresco refrigerado o calentado y extraer el aire viciado.

El aire acondicionado funciona a partir de la puesta en circulación del aire de un espacio cerrado. Esta puesta en circulación suma, además, la variación que se genera en la temperatura y en la humedad a partir de la entrada de aire frío y de la salida del aire más caliente o cálido.

Es importante saber que el aire acondicionado como aparatos de cambio del aire puede realizar tanto la refrigeración como la calefacción de los ambientes que sean más agradables.

Aquí es de gran relevancia señalar que mientras la refrigeración debe sumar la deshumectación del ambiente (ya que la humedad en alto nivel hace subir la temperatura), la calefacción debe humectar el ambiente para impedir que este se vuelva muy seco y peligroso para la salud.

I.1.1 FUNCIONAMIENTO EL AIRE ACONDICIONADO

Controlar las condiciones térmicas que vienen determinadas por variables ambientales es necesario para mejorar la calidad de vida. Actualmente, el sistema más utilizado para controlar las variables ambientales son los sistemas de aire acondicionado. Controlar por completo la temperatura, la humedad y la ventilación y, además, cuidar el medio ambiente, se ha convertido en la mayor prioridad de las empresas es la climatización.

La **climatización** es el proceso de tratamiento del aire de tal forma que se controlan simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución del espacio climatizado.

El calor es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía: el calor. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando así la temperatura.

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

Para obtener el confort deseado, es necesario que el aire sea distribuido y circule uniformemente por todo el recinto, sin producir corrientes desagradables.

La eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud. Conseguir un adecuado filtraje de aire es una labor básica de un equipo de aire acondicionado.

I.1.2 SISTEMA DE MANEJO DEL AIRE

El objetivo del sistema de aire acondicionado es a través de un sistema de manejo de aire se puedan mantener las condiciones requeridas en la zona de producción, (figura I.1).



Figura I.1. Esquema del sistema de manejo del aire

A continuación se muestra de forma sencilla un esquema de los principales subsistemas de un sistema de manejo de aire (figura I.2).

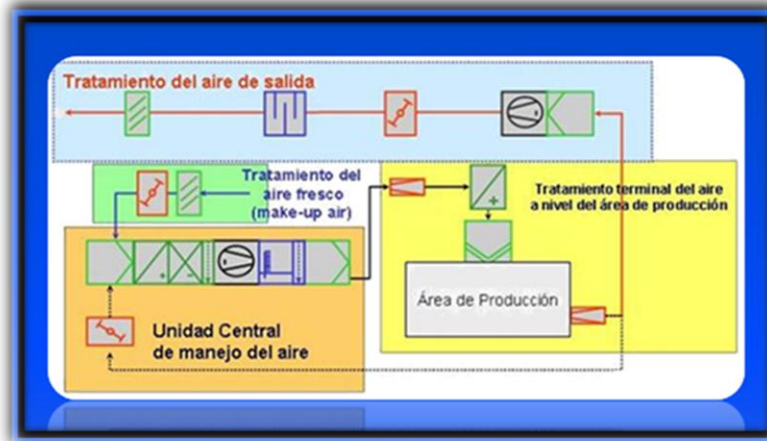


Figura I.2. Subsistemas del sistema de manejo de aire

En el siguiente diagrama (figura I.3) se aprecian los componentes del sistema de manejo de aire. La tabla I.1 especifica la finalidad de cada componente y la tabla I.2 muestran los problemas que pueden existir con los componentes.

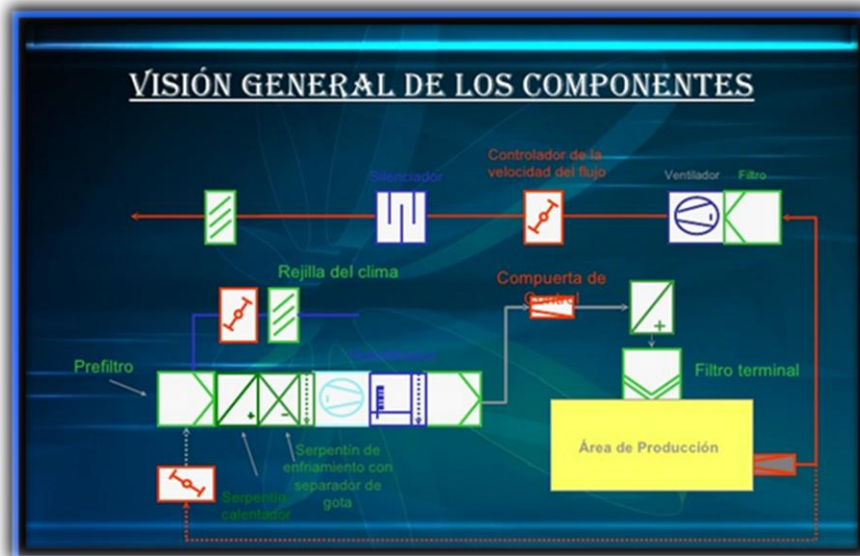


Figura I.3. Componentes del sistema de manejo de aire

Tabla I.1. Componentes del sistema de manejo de aire

Rejilla del clima	Para prevenir la entrada de insectos, hojas, suciedad 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 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.

Tabla I.2. Problemas con los componentes del sistema de manejo de aire

Control 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).



Figura I.4. Tipos de aire

Los filtros utilizados en estos sistemas se pueden clasificar de acuerdo al siguiente diagrama, (figura I.5).



Figura I.5. Clases de filtros

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



Figura I.6. Filtros



Figura I.7. Humidificador, silenciador y unidades de calentamiento y enfriamiento



Figura I.8. Unidad manejadora de aire

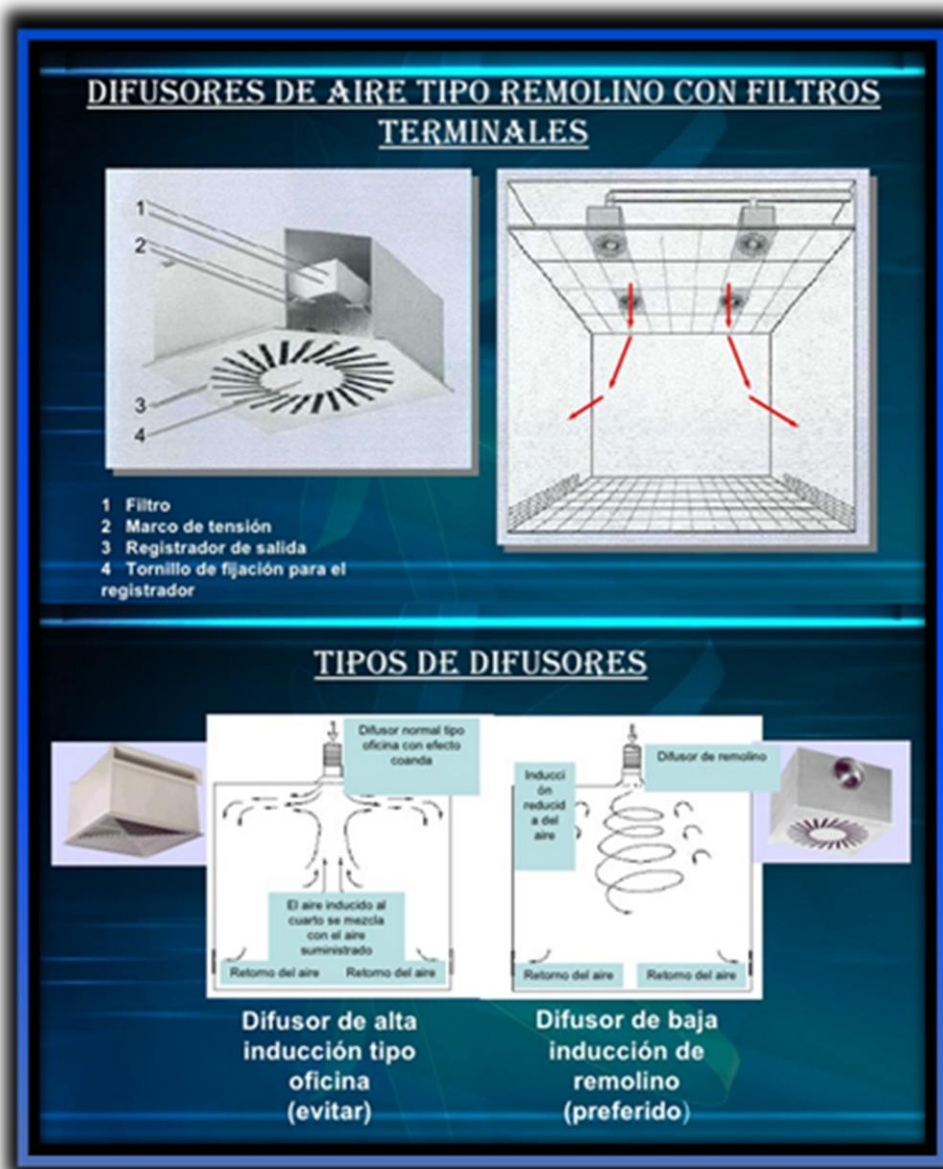


Figura I.9. Difusores



Figura I.10. Medidores de presión

El aire filtrado que entra a un área de producción o que cubre un proceso (figura I.11) puede ser:

- ▶ Turbulento.
- ▶ Unidireccional (Laminar).

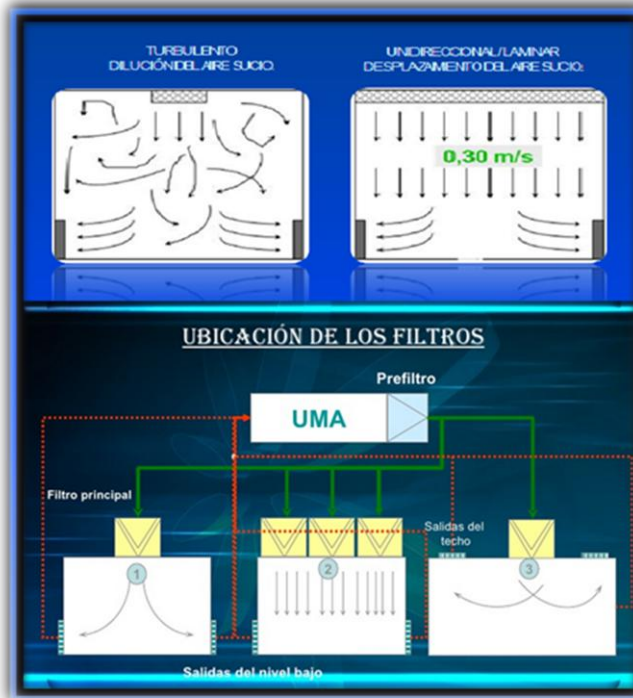


Figura I.11. Patrones de flujo

La ubicación de los filtros se muestra a continuación (figura I.12).

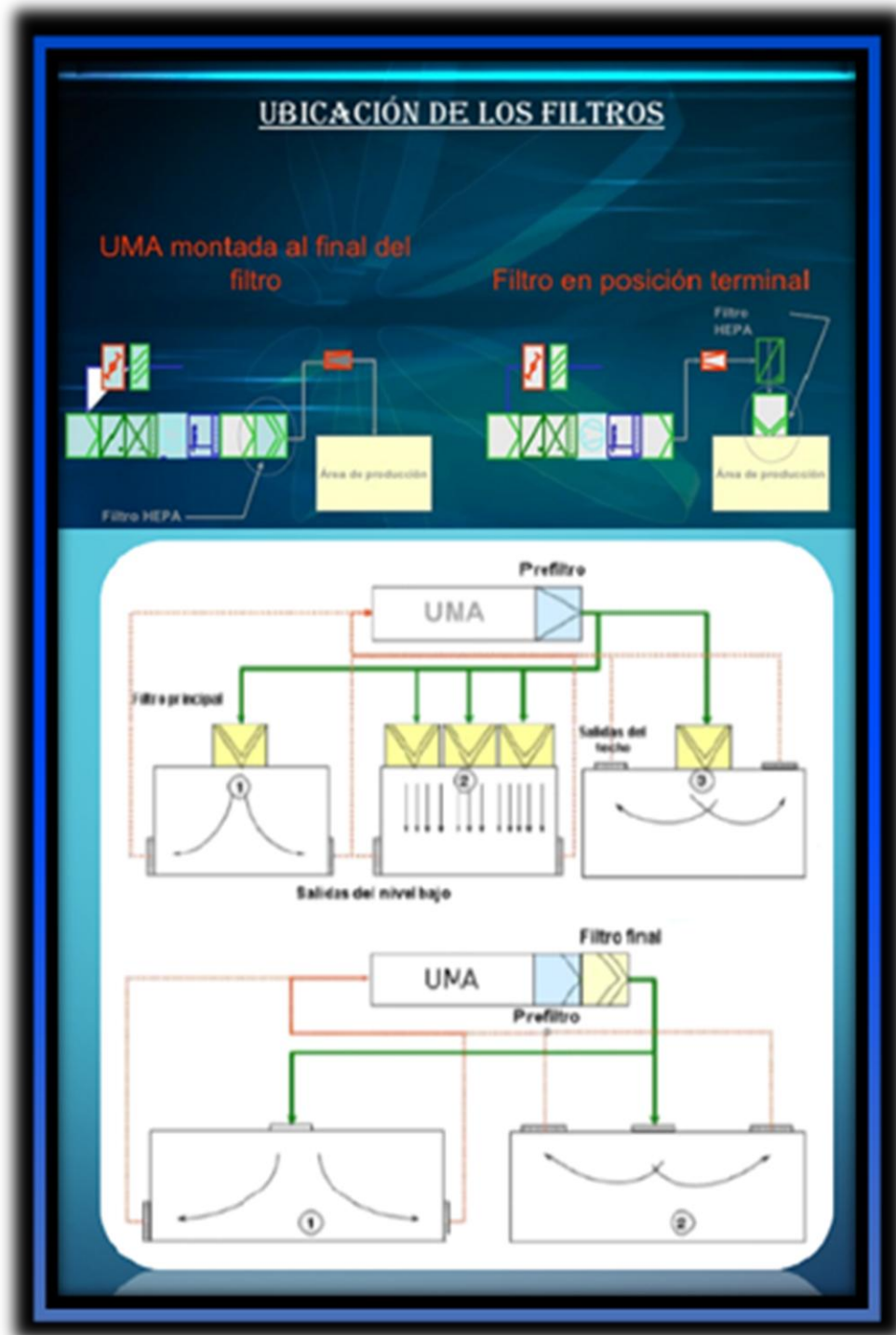


Figura I.12. Ubicación de los filtros

El aire filtrado que entra a un área de producción puede ser: expulsado 100% (figura I.13) o recirculado en una proporción (figura I.14).

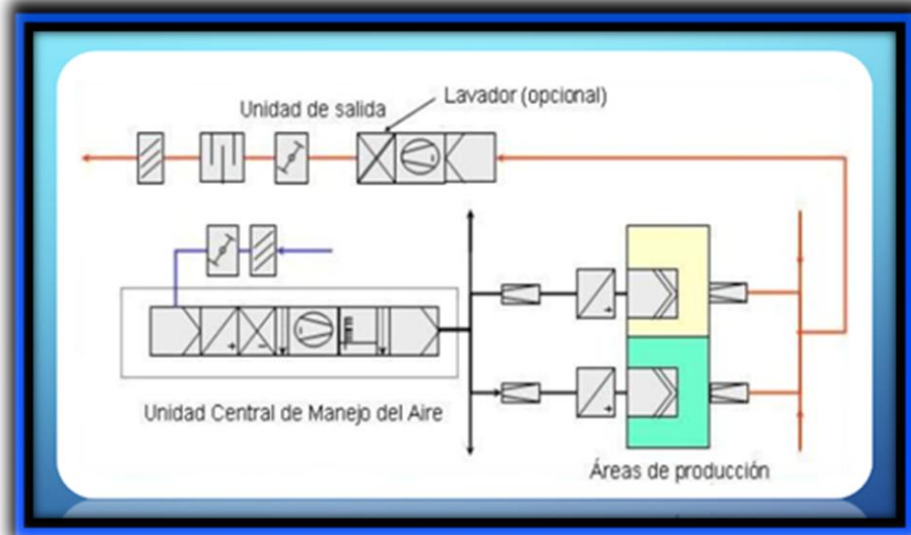


Figura I.13. Ventilación con 100% de aire fresco (sin ninguna recirculación del aire)

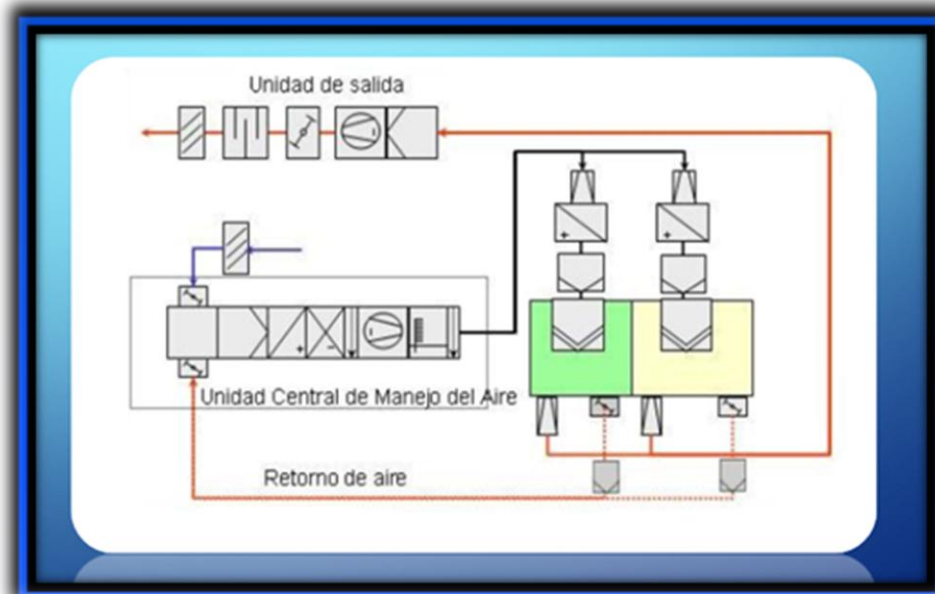


Figura I.14. Ventilación con aire recirculado + make-up air

I.2 FUNDAMENTOS SOBRE EL CONTROL Y LA AUTOMATIZACION

CONTROL. La ingeniería de control forma parte de la ingeniería automática. Su función es controlar los sistemas dinámicos por medio del principio de la realimentación, de esta forma se puede lograr que las salidas de los mismos se acerquen lo más posible a un comportamiento determinado.

PROGRAMACIÓN. Programación de Computadoras. Un programa de computadora se puede definir como una secuencia de instrucciones que indica las acciones o tareas que han de ejecutarse para dar solución a un problema determinado.

Un computador realiza tareas y maneja datos en memoria obedeciendo a una secuencia de pasos lógicos para lo cual ha sido programado.

Programar computadoras es indispensable en cualquier área de la ingeniería, ya que diferentes problemas que se puedan presentar tardan tiempo resolverlos de manera manual. La computadora resuelve problemas de acuerdo como se le ha programado de manera rápida.

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. Es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos. Y maximiza la eficiencia del proceso, corregir los problemas de forma eficiente.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta 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 como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero 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 lo que crea un sistema automático, conocido como automatización. Estos sistemas se aprovechan para utilizarlos no solo en la fabricación de elementos productivos, sino también 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 a lo que se quiere automatizar o controlar.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- ▶ Parte de mando
- ▶ Parte operativa

La **Parte Operativa** es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son 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.

La **Parte de Mando** suele ser un autómata 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 autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los

constituyentes de sistema automatizado.

Por lo tanto 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 AUTOMÁTICO + PROGRAMACIÓN = AUTOMATIZACIÓN

El desarrollo de este esquema, podría decirse que 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.

¿A QUE SE DEBE EL 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?

La implementación de la automatización tiene como objetivo primordial el control total de un sistema que permite el establecimiento de una comunicación transparente entre el área, el proceso, la planta y la empresa. Las tecnologías de redes y servicios web garantizan el intercambio y

distribución eficiente de la información entre sensores, instrumentos, dispositivos, controladores, estaciones de trabajo del operario y otros sistemas de terceros. Proporciona acceso en tiempo real a la información operativa y de producción, que permite a las organizaciones mejorar su competitividad en los mercados globales, incrementar la eficacia operativa y reducir el consumo de energía. Ofrecemos herramientas de ingeniería para un sistema flexible, con el fin de apoyar sus esfuerzos para ser más eficientes. Estas herramientas se centran en ayudar a acelerar la configuración de su sistema de control, al reducir significativamente el tiempo de ingeniería y minimizar el riesgo del proyecto.

La centralización de datos en los procesos automatizados, ya sea en procesos comerciales o industriales, posibilita 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 des-centralizadamente 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

OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACION

- ▶ Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma
- ▶ 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, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso
- ▶ Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo
- ▶ Integrar la gestión y producción

CAMPOS DE APLICACIÓN

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- ▶ Espacio reducido
- ▶ Procesos de producción periódicamente cambiantes
- ▶ Procesos secuenciales
- ▶ Maquinaria de procesos variables
- ▶ Instalaciones de procesos complejos y amplios
- ▶ Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- ▶ Maniobra de máquinas
- ▶ Maquinaria industrial de plástico
- ▶ Máquinas de transferencia
- ▶ Maquinaria de embalajes
- ▶ Maniobra de instalaciones
 - Instalación de aire acondicionado, calefacción...
 - Instalaciones de seguridad
- ▶ Señalización y control
 - Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Las consideraciones me obligan a referirme a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Entre las ventajas tenemos

- ▶ Menor tiempo de elaboración de proyectos
- ▶ Posibilidad de añadir modificaciones con una inversión mucho 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 tenemos

- ▶ Adiestramiento de técnicos, ya que en la actualidad son pocos los especialistas
- ▶ Alto costo inicial

NIVELES DE AUTOMATIZACION

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

- ▶ Económico
- ▶ Tecnológico

De acuerdo a esto, podemos 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 o se desea 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, ya que solo se implementarán los sistemas de control para que los parámetros requeridos por las Normas Mexicanas PROY-NMX-E-013-CNCP-2014, PROY-NMX-E-061-CNCP-14, PROY-NMX-E-142-CNCP-2014, funcionen al 100 %, teniendo como resultado el buen funcionamiento del sistema y logrando una excelente calidad en el producto.

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

I.3 RESEÑA GENERAL DEL SISTEMA PARA CONDICIONAMIENTO DE AIRE (HVAC)

¿QUÉ ES HVAC?

La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

A partir de esta definición se desprende que el concepto de climatización equivale a lo que en inglés se le llama Heating, Ventilating and Air Conditioning, o por sus siglas HVAC, expresión en la que aparecen tres conceptos separados: ventilación y calefacción por un lado y aire acondicionado por otro, en inglés, esto último se entiende exclusivamente como refrigeración. 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.

RESEÑA DE UN SISTEMA DE CONTROL

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. Por lo general, se usan sistemas de control industrial en procesos de producción industriales para controlar equipos o máquinas.

Existen dos clases comunes de sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. En los sistemas de control de lazo abierto la salida se genera dependiendo de la entrada; mientras que en los sistemas de lazo cerrado la salida depende de las consideraciones y correcciones realizadas por la retroalimentación. Un sistema de lazo cerrado es llamado también

sistema de control con realimentación. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos en base a muchos parámetros y reciben el nombre de controladores de automatización programables (PAC).

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

COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

La figura I.15 muestra un bosquejo general de los componentes del sistema de control.

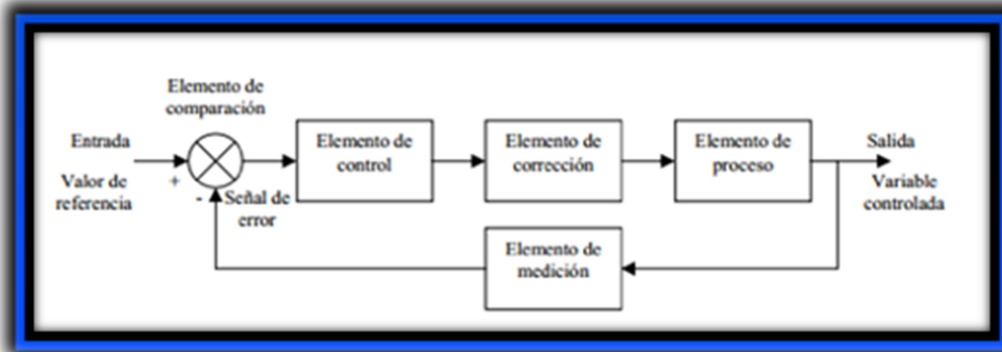


Figura I.15. Componentes del sistema de control

SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador (figura I.16).

Estos sistemas se caracterizan por:

- ▶ Ser sencillos y de fácil concepto
- ▶ Nada asegura su estabilidad ante una perturbación
- ▶ La salida no se compara con la entrada
- ▶ Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles
- ▶ La precisión depende de la previa calibración del sistema



Figura I.16. Lazo circuito abierto

SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia (figura I.17). El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- ▶ Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre
- ▶ Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar
- ▶ Vigilar un proceso es especialmente difícil en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso

Sus características son:

- ▶ Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros
- ▶ La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema
- ▶ Su propiedad de retroalimentación
- ▶ Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas

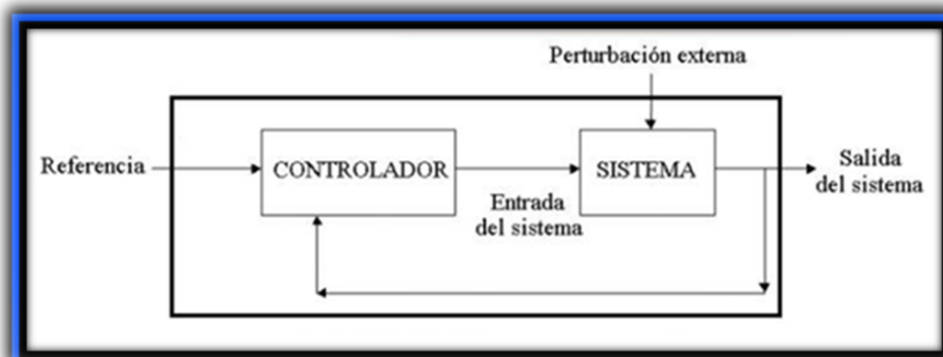


Figura I.17. Lazo circuito cerrado.

¿QUÉ ES UN PUNTO DE CONTROL?

- ▶ Un punto es cualquier dispositivo o variable de entrada o salida empleado para controlar el equipo, (figura I.18).
- ▶ Análogo Control con una señal específica de 4-20mA/0-10VDC/2-10VDC/135 Ohms.
- ▶ Digital Control de 2 Posiciones (ON – OFF)



Figura I.18. Punto de control.

CONTROLES DE TEMPERATURA Y SUS APLICACIONES USUALES.

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 puede estar ubicado a cierta distancia del controlador (figura I.19).



Figural.19. Controlador de temperatura

COMPONENTES QUE CONSTITUYEN A UN CONTROL DE TEMPERATURA

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un sistema controlado, el cual se explicará paso a paso para una mejor comprensión.

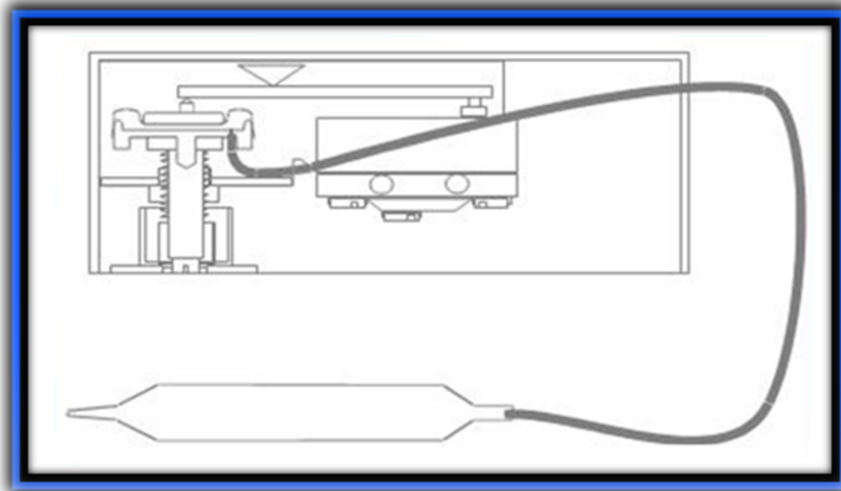


Figura I.20. Sistema control

EL SENSOR.

En la figura I.21 se observa la ubicación del sensor, el cual detecta alguna condición y responde con algún cambio físico.

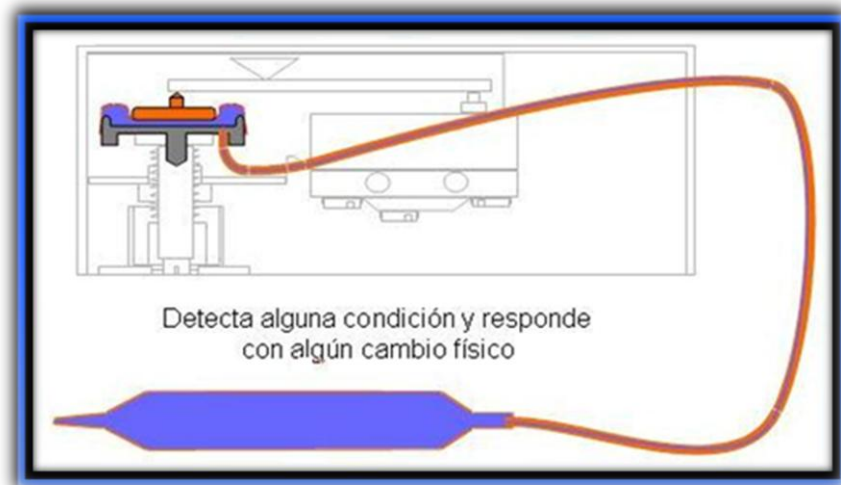


Figura I.21. Sensor

EL ENLACE.

En la figura I.22 se muestra el enlace el cual 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.

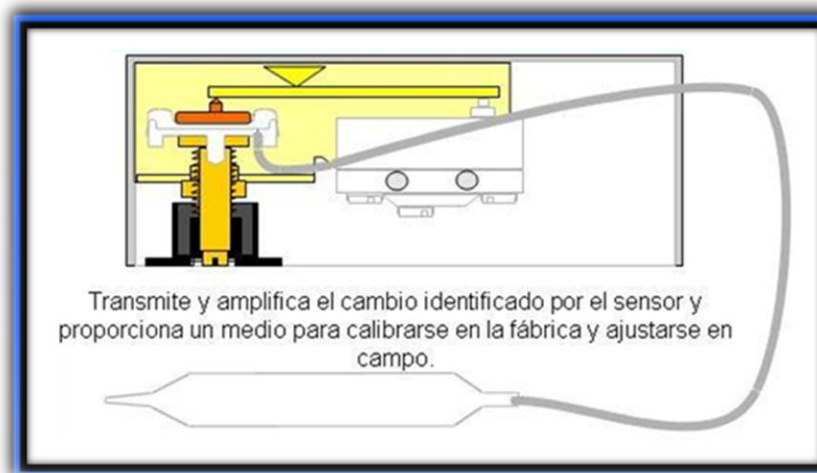


Figura I.22. El enlace

EL RESULTADO FINAL.

El siguiente diagrama (figura I.23) muestra cómo se envía la señal de salida a mecanismo.

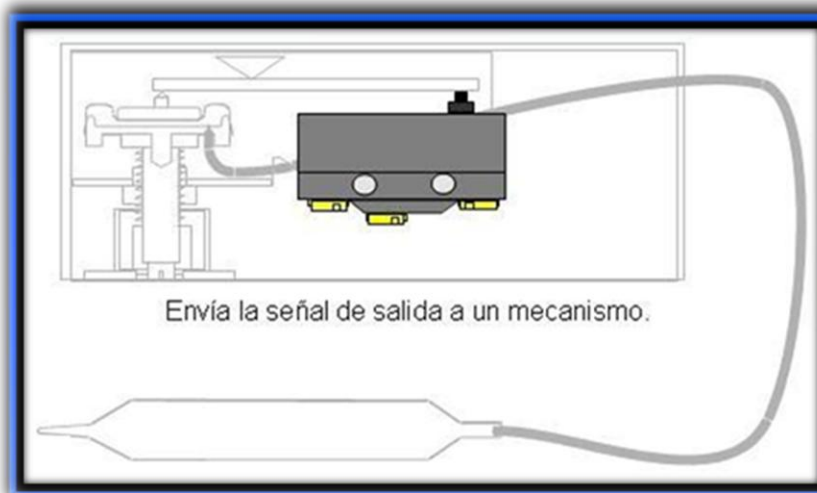


Figura I.23. Resultado final

EL CONTROL TERMINADO

La figura I.24 muestra el control terminado.

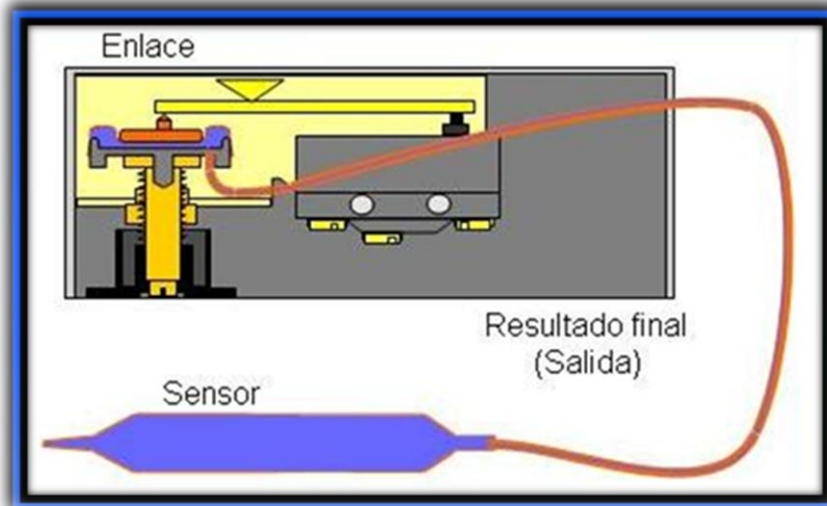


Figura I.24. Control terminado

CONTROLES DE HUMEDAD

La humedad relativa por lo regular es medida por elementos mecánicos o electrónicos como se muestra (figura I.25). Los elementos mecánicos se expanden y contraen a medida que cambia el nivel de humedad y se denominan elementos "higroscópicos", el elemento que más 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, expandiéndose o contrayéndose, 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 ya sea la resistencia o capacitancia del elemento.

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

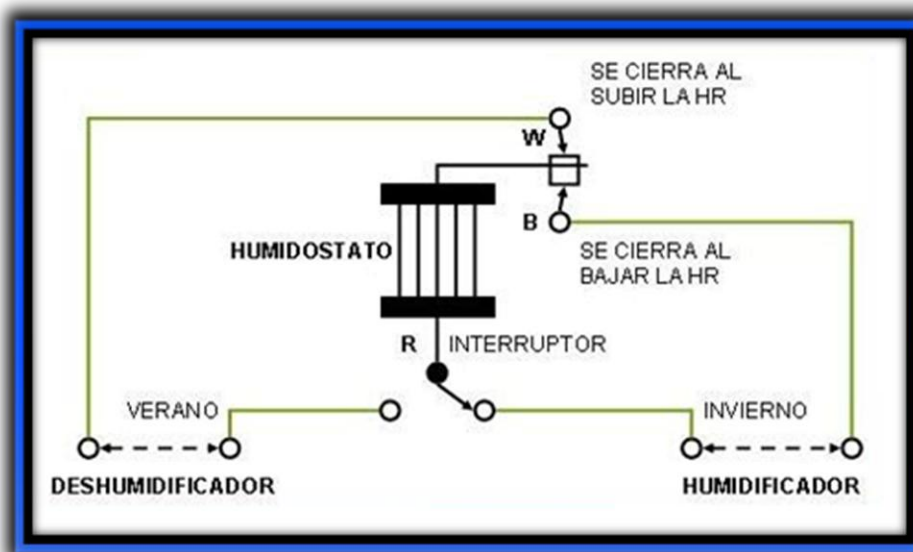


Figura I.25. Controles de humedad

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), o a la presión de un segundo sistema (sensores de presión diferencial), tal 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 por lo regular se mide en pulgadas de agua. La presión puede ser generada por un ventilador, una bomba o condensador, una caldera u otros medios.

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 pueden utilizar el efecto de piezoresistencia, donde 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, tales como válvulas y compuertas.

En general, los actuadores neumáticos proveen acción proporcional o moduladora, lo que significa que pueden mantener cualquier posición en función de la presión del aire que se les 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 (figura 1.26). 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 1.26. 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 1.27).

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.



Figura 1.27. Compuertas.

VÁLVULAS

La Válvula de Control es Básicamente un Orificio Variable por efecto de un Actuador (figura I.28).

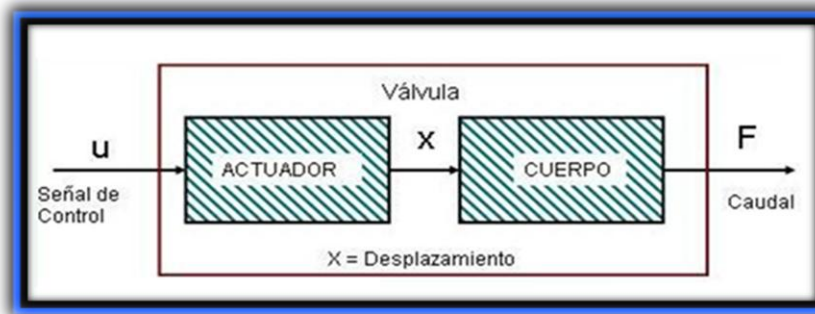


Figura I.28. Válvula

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

INSTRUMENTACION DE MEDICION

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, nos sirve para actuar sobre algunos parámetros del sistema.

Algunos instrumentos de medición:

- ▶ Termómetros
- ▶ Manómetros
- ▶ Graficadores
- ▶ Flujómetros

TERMOMETROS

El termómetro (figura I.29) es un instrumento de medición de la temperatura, que usa el principio de la dilatación, por lo que 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.

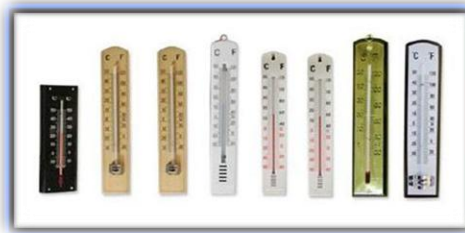


Figura I.29. Termómetro

MANOMETROS

Un manoscopio o manómetro (figura I.30) es un aparato que sirve 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, por lo general, 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.30. Manómetro

CAPÍTULO II

INDUSTRIALIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

II.1 ASPECTOS GENERALES

Este proyecto se refiere a las instalaciones para una planta de plásticos, la cual se encuentra ubicada en la nueva zona Industrial de San Juan del Río, Querétaro (figura II.31).



Figura II.31. Localización de la Planta.

Este proyecto consta de 10 áreas en las cuales se lleva a cabo la inyección y fabricación de productos de plástico. Cada área cuenta con computadoras, máquinas de inyección, pigmentadoras para plástico, máquinas recicladoras.

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 dicha zona para mantener un ambiente constante y así garantizar la calidad del producto que ahí se maneja.

Para lograr esto, es necesario mantener las 10 áreas de pesaje a una temperatura de entre 18 a 25°C y debe existir una presión y temperatura especificada en las normas mexicanas PROY-NMX-E-142-CNCP-2014,

PROY-NMX-E-061-CNCP-2014, PROY-NMX-E-057-CNCP-2014 y PROY-NMX-E-013-CNCP-2014 concernientes a las buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria de inyección del plástico.

Tabla II.3. Datos de San Juan del Río.

CONDICIONES CLIMÁTICAS.		
Area	Nueva zona industrial.	
Edificio.	Planta total.	
Ubicación.	San Juan del Río, Qro.	
1.1 Datos del lugar.		
Localidad	San Juan del Río, Qro.	
Latitud	20° 12'	Norte.
Longitud	100° 1'	Oeste.
Altitud	1.920	msnm
Presión	1015.92	mb
1.2 Datos climatológicos del lugar.		
Verano (seco)		
Temp. Bulbo seco	33	°C
Temp. Bulbo húmedo	21	°C
Humedad relativa.	36	%
Densidad del aire.	0.312	Kg/m ³
Humedad Absoluta	15.000	gr/Kg
Entalpía de saturación.	71.650	KJ/Kg
Verano (Húmedo).		
Temp. Bulbo seco	21	°C
Temp. Bulbo húmedo	21	°C
Humedad relativa.	30	%
Densidad del aire.	0.347	Kg/m ³
Humedad Absoluta	17.664	gr/Kg
Entalpía de saturación.	65.387	KJ/Kg
Invierno.		
Temp. Bulbo seco	0	°C
Temp. Bulbo húmedo	5	°C
Humedad relativa.	85.00	%
Densidad del aire.	1.028	Kg/m ³
Humedad Absoluta	4.023	gr/Kg
Entalpía de saturación.	10.059	KJ/Kg

La figura II.32 y II.33 se muestra la zonificación por clases de aire y presiones en el área de producción y la zonificación por equipos, respectivamente.

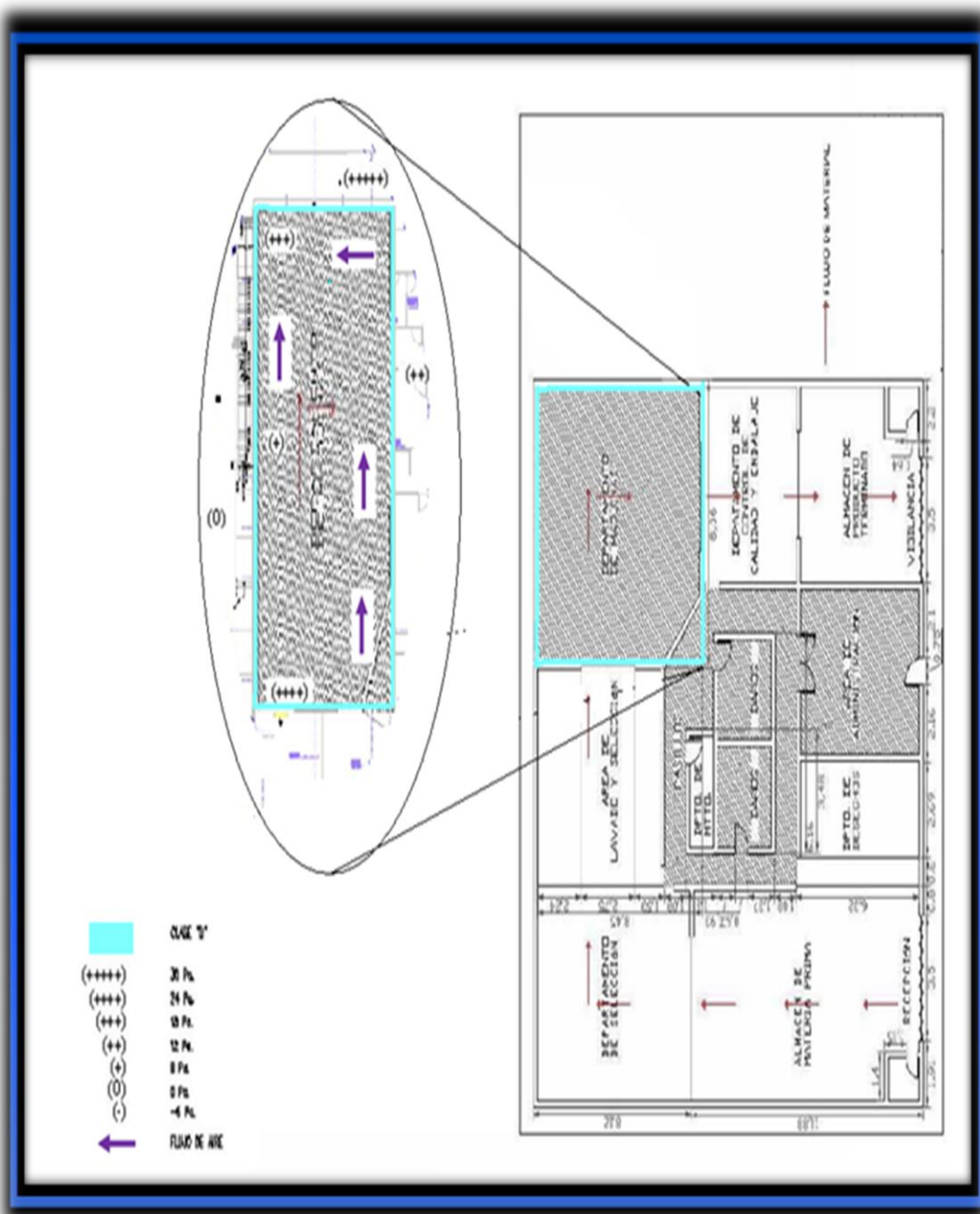


Figura II.32. Ubicación de la Zonificación por clases de aire y presiones en el área

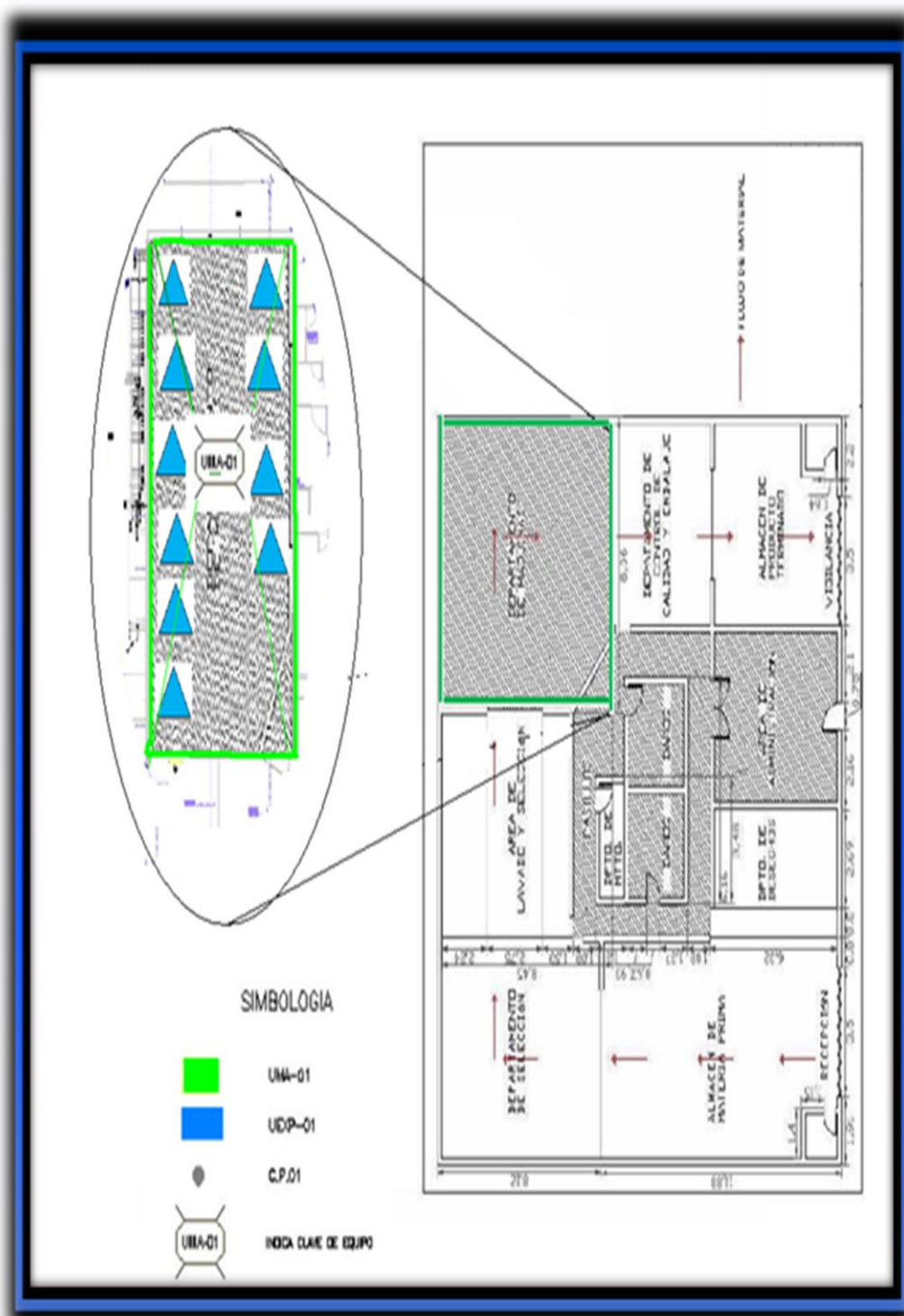


Figura II.33. Ubicación de la zonificación por equipos.

II.2 CÓDIGOS Y NORMAS.

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 (R1992). Instrumentation Symbols and Identification
- ▶ PROY-NMX-E-013-CNCP-2014. Norma Mexicana (Industria del plástico-determinación de la resistencia a la presión hidráulica interna en tubos y conexiones-método reensayo)
- ▶ PROY-NMX-E-061-CNCP-2014. Norma Mexicana (Industria del plástico-dispersión de negro de humo en polietileno-método de ensayo)
- ▶ PROY-NMX-E-142-CNCP-2014. Norma Mexicana (Industria del plástico-evaluación visual de los efectos del calor en conexiones termoplásticas moldeadas por inyección-métodos de ensayo)
- ▶ PROY-NMX-E-057-CNCP-2014. Norma Mexicana (Abreviaturas de términos relacionados con los plásticos)

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 las Normas Mexicanas. El objetivo es mantener la calidad del aire en óptimas condiciones, y a la temperatura indicada en dichas normas; 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 Pascales a 30 Pascales según las características del área.

II.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUMINISTRO DE AIRE

En la tabla II.4 y II.5 se muestran las características de temperatura, presión y humedad para la obtención de la cantidad de aire de suministro y extracción por áreas, según los cambios mínimos que exige las Normas Mexicanas.

TABLA II.4. Temperatura vs porcentaje de humedad relativa tomadas de las normas mexicanas

Temperatura de Descarga									
Temperatura Ambiente °C	Porcentaje de humedad relativa								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,5
15	7,5	8,5	9,5	10,5	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0
20	11,0	12,0	13,0	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,0
25	14,5	16,0	17,0	18,5	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0
30	17,5	19,0	21,0	22,5	24,0	25,0	26,5	28,0	29,0
35	20	23,0	25	26,5	28,5	30,0	31,5	32,5	34,0
40	23	26,5	29	31,0	32,5	34,5			
45	26	29	32,5	35,0					
50	29	32,5	36,5						

El esquema representa un suministro aprox. de energía en función de una saturación mínima del filtro de un 80%.

Especificaciones - Serie TBA

Modelo	Ancho mm.	Profundidad mm.	Altura mm.	Peso operativo kg.	Motor ventilador	Caudal nominal m3/h
TBA550	1180	1150	902	89	0,95 kw	15000

TABLA II.5. ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES

ESPECIFICACIONES									
MODELO	ENTREGA DE AIRE (PCM) VS PRESIÓN ESTÁTICA								
	NOMINAL		PULGADAS COLUMNAS DE AGUA						CONSUMO AGUA
	PCM*	M/HR	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	LPH
M3600H	3500	5900	2550	2380	2200	2010	1805	1615	27-38
M3600I									
M3800H	3800	6400	2910	2790	2670	2520	2330	2160	27-38
M3800I									
M4500H	4500	4600	3250	3030	2800	2560	2310	2070	32-43
M4500I									
M4800H	4800	8100	3675	3520	3350	3165	2930	2720	32-43
M4800I									
M6500H	6500	11000	4430	4220	4005	3822	3618	3473	32-43
M6500I									

DIMENSIONES (mm)											
MODELO	MÓDULO SECO						MÓDULO HÚMEDO				
	ALTO	ANCHO	FONDO	BOCA			ALTO	ANCHO	FONDO	DREN	
	A	B	C	D	E	F	A	B	I	G	H
M3600H	590	915	560	350	350	53	590	115	432	305	80
M3600I											
M3800H	590	915	560	350	350	53	590	115	432	305	80
M3800I											
M4500H	692	1067	660	451	451	32	692	1067	432	279	76
M4500I											
M4800H	692	1067	660	451	451	32	692	1067	432	279	76
M4800I											
M6500H	819	1067	660	502	502	32	819	1067	432	279	76
M6500I											

La siguiente figura II.34 muestra la carta psicrométrica la cual indica la cantidad de toneladas de refrigeración, kwatts y vapor necesarios para mantener las condiciones de humedad y temperatura en los cuartos.

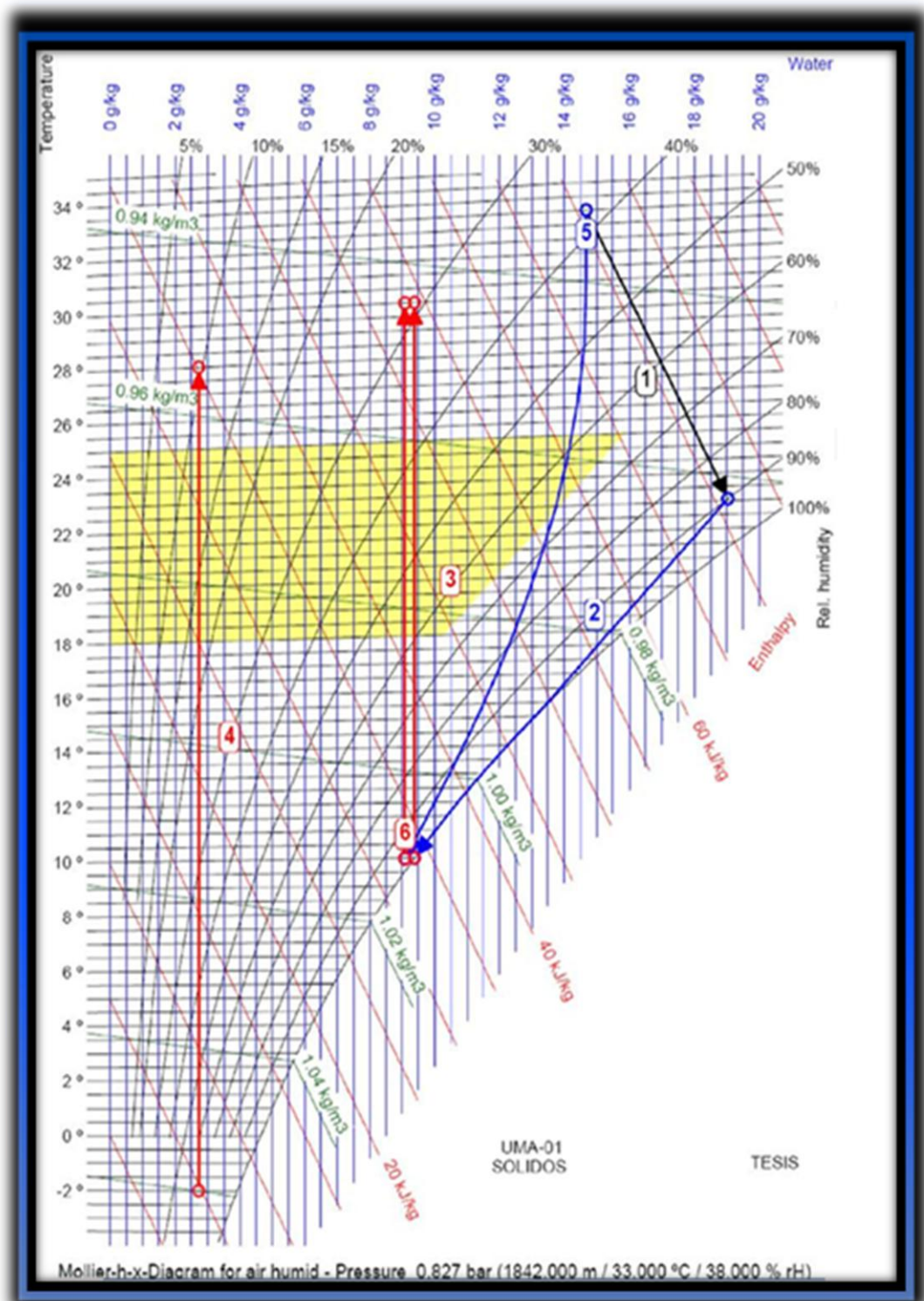


Figura II.34. Carta psicométrica

II.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL

DESCRIPCION GENERAL

El sistema de monitoreo y control, tiene la finalidad de poder mantener, y regular las variables del proceso HVAC. (Temperatura, presión y humedad) controlando y monitoreando los diferentes sistemas en los que 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 II.35, II.36 y tabla II.6).

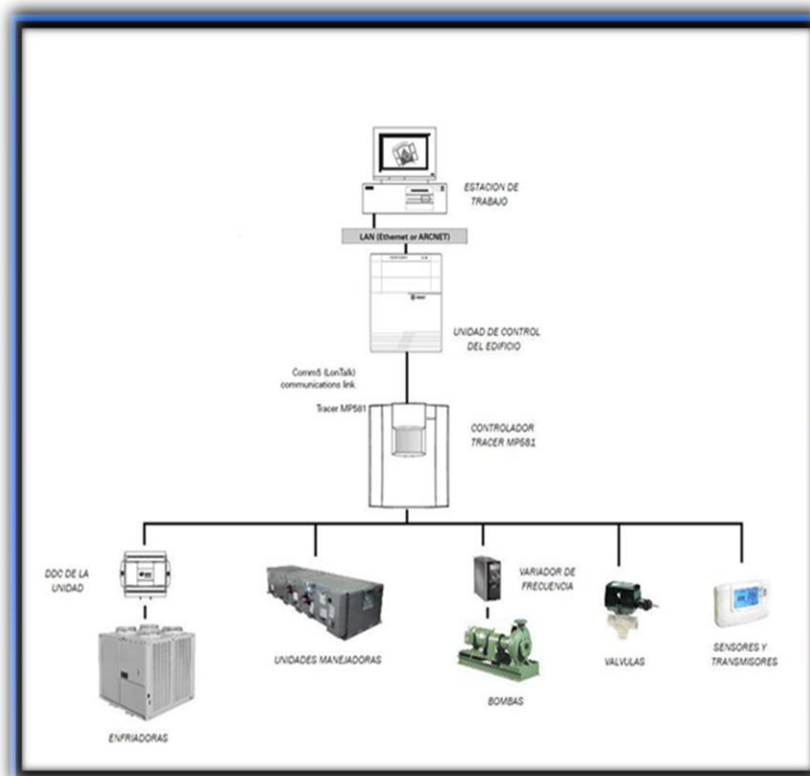


Figura 35. Arquitectura.

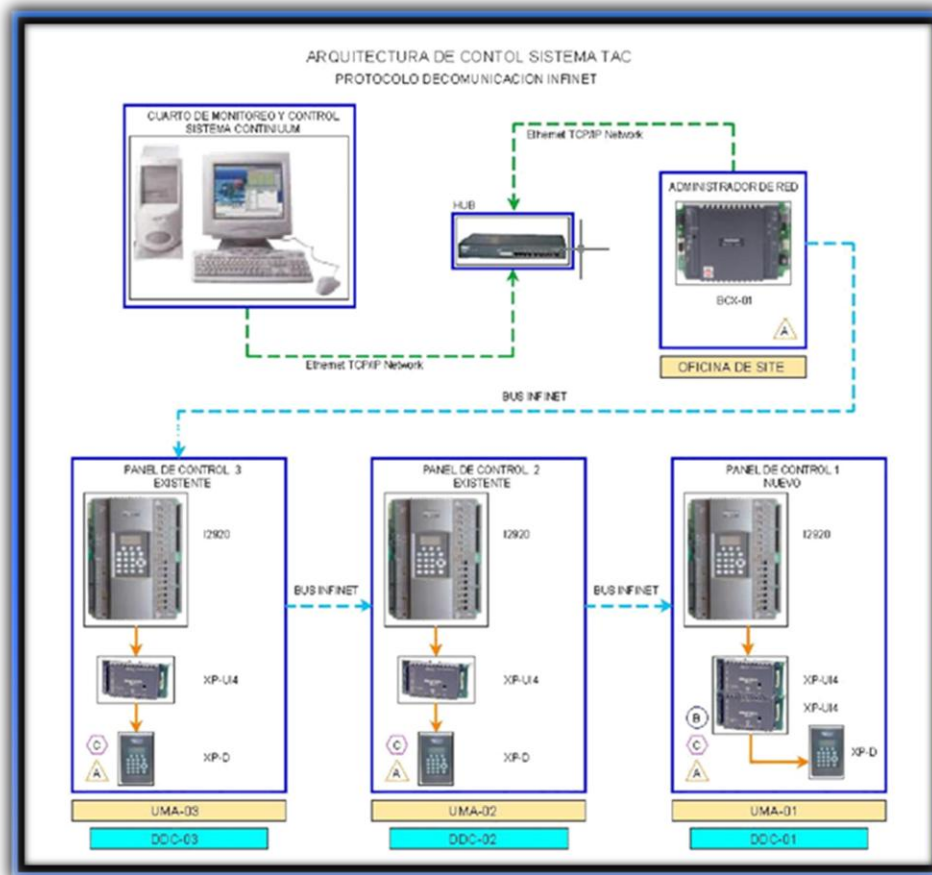


Figura II.36. Arquitectura de control.

TABLA II.6. Nomenclatura de la arquitectura de control

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA
DDC	CONTROLADOR DIGITAL DIRECTO	ALIMENTACION ELECTRICA 127 VAC POR CLIENTE SEÑALES DEBILES DE INSTRUMENTACION BUS DE COMUNICACIÓN RS-485 COMUNICACIÓN ETHERNET
BCX-1	ADMINISTRADOR DE RED	
TCP/IP	TIPO DE COMUNICACIÓN ETHERNET	
HUB	SWITCH DE TRANSMISION DE DATOS	
XP-D	DISPLAY REMOTO	
XP-U14	MODULO DE EXPASION	
I2920	CONTROLADOR DE CAMPO APLICACIÓN DIRECTA	

El sistema de control HVAC para el edificio de producción, está dividido en 10 partes o 10 sistemas de las cuales solo nos enfocaremos en el área de producción que forma parte del sistema 1.

1. Sistema UMA 1.....	1 controlador I2920
	2 módulos XP-UI4
	1 módulos XP-D.

Para el sistema de control se suministró todos el 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 sistemas 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.

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 que pudieran tener 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 del plástico.

El sistema de control manipula variables de proceso, las cuales son recibidas por el controlador (DDC controlador digital directo) por medio de señales analógicas y digitales dependiendo de su estructura, a través del cableado del transmisor hasta el controlador. Para manipular las condiciones requeridas, el controlador manda por medio de señales digitales y analógicas la señal para manipular los elementos finales de trabajo. Tales como actuadores, válvulas, variadores de frecuencia, relevadores, etc.

CARACTERISTICAS DE CONTROL HVAC.

El proyecto consta de 1 planta de producción de diversos artículos de plástico la cual está dividida en 10 partes o 10 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:

- 1) 1 Tableros de control en el piso técnico.
- 2) 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.

FUNCION 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 ó 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 interface 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 4 a 20 mA y de rango configurable.
- ▶ Los transmisores de Humedad relativa cuentan con salida de 4 a 20 mA y de rango de 10 a 90% con un porcentaje de error de +/- 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

UBICACION DE EQUIPOS Y SENSORES

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.

SOFTWARE DE INTERFASE PARA EL USUARIO DE LA 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 está 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 generó 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.

La pantalla 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.

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 en lo que 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 semipesada 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 evita el cruce con tuberías calientes.

Las rutas del tubo evita 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 tales 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 tanto de salidas como de entradas ya 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 AIREACONDICIONADO

III.1 LOGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

DESCRIPCION 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, tales como: temperatura, humedad relativa y presión en las áreas, el estatus del sistema así como los parámetros de operación que podrán ser visualizados desde el equipos de cómputo (PC) y display's. y al mismo tiempo podrán 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 pueda arrancar la lógica tienen que encontrarse los siguientes estados:

1. Que el interruptor principal (CCM) esté en posición "ON".
2. Todos los Switch de los arrancadores en posición "AUTO" (EN CCM).

El sistema de aire tratado podrá 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. En este lapso de operación el sistema se podrá poner en posición de FUERA si es que ocurriera 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, poner el selector en posición de MANUAL, se realizara la secuencia de control de arranque. Después de arrancar el equipo el sistema se podrá poner en posición de FUERA, realizando su secuencia de control de paro, esto aplica tanto 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. Para tal fin se cuenta con selectores en cada CCM de los motores. Se podrá 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 AUTOMATICO.

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. Todo con el fin de evitar 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.

LOGICA 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** hacia el control PID (control proporcional integral derivativo) del variador de frecuencia **FIC** que controlara la velocidad del motor del ventilador, según sea el caso:

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-01 FT 2.01	Aumenta gradualmente velocidad FY 2.01

LOGICA 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, los cuales medirán la temperatura y la humedad promedio de las áreas, la cual transmitirán y realizarán 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 instalarán a futuro.

Sistema UMA-01

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 se 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 estarán monitoreando el ensuciamiento de los filtro todo con el fin para mantenimiento del sistema y se llevara 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 estará 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** la cual se podrá 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)

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 poder visualizar localmente la variable en un display.

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

Sistema UMA-01			
Áreas:	Temperatura	Humedad	Presión
PROD-05	TT 3.01	MT 3.01	PDT 1.01
PROD-06	TT 4.01	MT 4.01	PDT 2.01
PROD-07	TT 5.01	MT 5.01	PDT 3.01
PROD-09	TT 6.01	MT 6.01	PDT 4.01

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 más 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	
▶ Se realiza la secuencia de control para compensar el decremento 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

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

PARO DEL SISTEMA DE UMA POR FALLA

Sistema UMA-01

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 UMA KC 1.01		parado
8.Variador de frecuencia UMA	FY 1.01	referencia 0 Hz.

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).

PARO PROGRAMADO

Se apaga la lógica y el funcionamiento del sistema:

1. Selector de control en posición "CONTROL OFF" (Automático).
2. Interruptores de arranque en posición de "OFF".
3. 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 ya sean negativas o positivas, y esta secuencia se definirá correctamente en campo.

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, no debe estar ni en secuencia de paro ni en secuencia de arranque.

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

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

Al hacer la selección a manual, la UMA se queda con una frecuencia fija determinada, esto se lleva acabo 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 podrá realizar se explica más adelante.

Si la UMA está detenida, será posible mover manualmente las compuertas, válvulas y variadores además de poder arrancar y detener todos los motores de los equipos involucrados con el sistema, la forma en que esto se podrá 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, *y ninguno de sus instrumentos podrán ser manipulados manualmente o desde la computadora de monitoreo (PC).*

MODO DE OPERACION DE EL 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, por lo que solamente 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, por lo que será posible arrancar y detener cualquiera de ellos manualmente desde tablero de control (CCM por otros) sin importar la lógica de control de HVAC.

MODO DE OPERACION DE LAS COMPUERTAS, VALVULAS Y VARIADOR

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, de lo

contrario si la válvula, variador y compuertas están en modo manual, éstas podrán ser manipuladas desde Factory Link

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

MODO DE OPERACION 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 llevará 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, poner algunos instrumentos en sistema de control, y otros con un valor fijado por el usuario, lo que puede repercutir en 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 provocará 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 la avería.

III.2 LISTADO DE EQUIPOS Y SEÑALES

LISTADO DE INSTRUMENTACION

Cliente:		DESCRIPCIÓN N°:		FECHA	REV.	SEÑAL DE SALIDA	LOCALIZACIÓN.		
Proyecto: Tesis		D-105			0				
Cliente Final:		ELABORÓ:			1		REVISÓ		
Ubicación: San Juan del Río, Qro.		APROBÓ			2				
Sistema: CONTROL Y MONITOREO HVAC		Fecha:			3				
POS	SISTEMA	TAG LUWA	DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	RANGO	SEÑAL DE ENTRADA	SEÑAL DE SALIDA	
1	UMA-01	TT 1.01/MT 1.01	Transmisor de Tem. y Hum.	DWYER	HT 11	10a90%HR-40a60°C		4 a 20 mA	
2		PDT 1.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	605-500 Pa	0 a 500 Pa.		4 a 20 mA	
3		FT 1.01	Transmisor de flujo.	DWYER	677-3	0 a 0.5°C.A.		4 a 20 mA	
4		FY 1.01	Varador de frecuencia.	DANFOSS	FC-100	0 a 60Hz.Recomendable	0-10 VCD		DUCTO DE EXPLORACIÓN LEXP-01
5		TV 1.01	Válvula de agua helada.	BELIMO	NM24-SR	90° APERTURA	0-10 VCD		SECCIÓN DE FILTROS FEL-3
6		TV 2.01	Válvula de agua caliente.	BELIMO	NM24-SR	91° APERTURA	0-10 VCD		DUCTO DE INTECCIÓN.
7	DDC-01	TT 2.01/MT 2.01	Transmisor de Tem, Hum. Y P.	DWYER	HT 11	10a90%HR-40a60°C		4 a 20 mA	
8		PDT 3.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0 a 0.5°C.A.		4 a 20 mA	
9		PDT 4.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0 a 0.5°C.A.		4 a 20 mA	
10		PDT 5.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0 a 0.5°C.A.		4 a 20 mA	
11		PDT 6.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0 a 0.5°C.A.		4 a 20 mA	
12		PDT 7.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	0 a 0.5°C.A.		4 a 20 mA	
13		TT 3.01/MT 3.01	Transmisor de Tem y Hum.	DWYER	HT 11	10a90%HR-40a60°C		4 a 20 mA	
14		TT 4.01/MT 4.01	Transmisor de Tem y Hum.	DWYER	HT 11	10a90%HR-40a60°C		4 a 20 mA	
15		SMF	Sonda para medir flujo.	KELE	AMP -30	30 PULGADAS.	2 VARILLAS		DUCTO DE AIRE DE SUMINISTRO.
16		TT 5.01/MT 5.01	Transmisor de Tem y Hum.	DWYER	HT 11	10a90%HR-40a60°C		4 a 20 mA	AREA -09
17	PDS 1.01	Interruptor de presión	DWYER	1910-00	0.07 a 0.15°C.A.		on.off	DUCTO COLECCIÓN DE POLVOS.	
18	PDT 2.01	Transmisor de presión difer.	DWYER	604A-0	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 flujo.	KELE	AMP -30	30 PULGADAS.	2 VARILLAS		DUCTO AIRE DE EXTRACCIÓN.	
21	FT 2.01	Varador de frecuencia.	DANFOSS	FC-100	0 a 60Hz.Recomendable	0-10 VCD		EN TABLERO DE CONTROL UMA-01.	

LISTADO DE SEÑALES.

SEÑALES DEBILES-SISTEMA CENTRALIZADO DE CONTROL.					CLIENTE:				REVISIONES.								
			EDIFICIO:	ELA BORO:	A												
			ÁREA: PRODUCCIÓN	REVISÓ:	B												
			UBICACIÓN: SAN JUAN DEL RÍO.	FECHA:	C												
					D												
					E												
Descripción de puentes	HARDWARE			SOFTWARE			CONTROLADOR.			T.A.C. CARACTERÍSTICAS							
	TAG	OUTPUT DIGITAL	OUTPUT ANALÓGICA	DIGITAL	ANALÓGICA	ANALÓGICA	CONTROLADOR.	CONTROLADOR.	U Inputs (0-10 V)	A OUTPITS (0-10 V, 4-20 mA).	D OUTPITS (ND-NC, 3A 24 VAC).	Electrical Power.	Power Consumption (VAC).	Comunicación BACnet/1P/100	Comunicación INFINET.	Dimensiones largo x ancho mm.	
UMA-01 Ubicación: Piso técnico.	KC 1.01	1										24VAC	40 BAC	139 X 21 3			
	KC 2.01	1										24 VAC	40 BAC	139 X 21 3			
	KC 3.01	1										24 VAC	40 BAC	139 X 21 3			
	TT 1.01			1													
	FT 1.01				1												
	FT 2.01				1												
	PDT 1.01				1												
	PDT 2.01				1												
	TT 2.01				1												
	MT 2.01				1												
	PDT 3.01				1												
	TT 3.01				1												
	MT 3.01				1												
	PDT 4.01				1												
	TT 4.01				1												
	MT 4.01				1												
	PDT 5.01				1												
	TT 5.01				1												
	MT 5.01				1												
	PDT 6.01				1												
PDS 1.01				1													
PDT 7.01				1													
TV 1.01																	
TV 2.01																	
FY 2.01																	

CONTROLADOR DE CAMPO.		MODULOS DE EXPANSIÓN.		SOFTWARE	
Modelo	Inputs	Outputs	Modelo	Software	Características
I2920	16 8 8	127 VAC 45	XPDI4	4	24 VCD 6 N/A 82 X 180
I2920-D	16 8 8	127 VAC 45	XPDI02	2	24 VCD 7 N/A 82 X 180
I2810	8 8 4	24 VAC 30	XPDI04	4	24 VCD 12 N/A 82 X 180
I2814	8 4 4	24 VAC 30	XPAD2	2	24 VCD 10 N/A 82 X 180
I2608	8	24 VAC 25	XPAD4	4	24 VCD 14 N/A 82 X 180
I2624	24	24 VAC 25	XP-DISPLAY	N/A	N/A 24 VCD 8 N/A 127 X 184
b4920	16 8 8	127 VAC 45			
b4920-D	16 8 8	127 VAC 45			
b2624	24	127 VAC 25			

SOFTWARE	
Software	Características
SU-HV-LP	Software Continuum Single User
LAN-HV-LP	Software Continuum LAN Systems
CFRA	** Paquete para la segunda o mas WS.
CFRV	** Esta pantalla aplica solo con CFRA Y CFC

* Es la pantalla es a la par de LAN-HV-LP.

TOTALES												
											U	
1	0	0	3	0	0	0	4	0	1	0	4	5
											4	
											24	

CAPÍTULO IV
COSTO DEL PROYECTO

IV.1 ESPECIFICACIONES Y DEFINICIONES DEL PROYECTO

En esta sección, abordamos un análisis económico correspondiente al costo del sistema de control. En las tablas IV.6 y IV.7 de las páginas siguientes, se muestra el presupuesto detallado del proyecto.

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

DISEÑO

- a) Creación de arquitectura de control para proyecto.
- b) Definición del equipo de control, equipos auxiliares y sus conexiones.
- c) Creación de planos de cableado del equipo de control hechos en AUTOCAD.
- d) Corrección de planos de cableado en AUTOCAD entregados al principio de obra.

ASESORÍA

- a) Se ayudara en la interpretación de los dibujos de control.
- b) Se explican los mejores métodos de instalación de los equipos de control, de su cableado, etc.
- c) Se explicara 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

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

PROGRAMACIÓN

- a) Se instalara la programación de los controladores programables de los que sea el proveedor.
- b) Toda programación se realizara de completo de acuerdo a la secuencia de operación aprobada por el cliente.
- c) Se verificaran estos programas ya instalados, revisando la secuencia de operación.
- d) El sistema deberá de dejarse trabajando de acuerdo a las especificaciones y planos del proyecto.

ARRANQUE

- a) Con la ayuda del instalador se irán probando las diferentes alarmas, monitoreo y control del sistema para verificar la operación correcta de este.
- b) El sistema se deberá de verificar para que actuara según la secuencia de operación descrita en el documento aprobado por el personal autorizado por el cliente

CAPACITACION

- a) La capacitación se dará una vez terminado 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.
- b) Esta capacitación constara de dos sesiones, tanto 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.

TABLA IV. 7. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO					
CLIENTE : PROYECTO TESIS OBRA: CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN. LUGAR: SAN JUAN DEL RÍO, QRTO. ÁREA: PRODUCCIÓN.			NOMBRE: AMV FECHA:27/04/2015 PRESUPUESTO: CONTRO TESIS.		
Código	Concepto	Cantidad	Unidad	P.U USD	Importe USD
1.-SISTEMA DE CONTROL					
1.01	Sistema de control digital , consistente en lo siguiente: Subestación de control digital DDC en tablero tipo semindustrial, gabinete Rittal, para controlar sistema de aire acondicionado Uma-01, UEXP-01, CP-01 compuesta por: 1 Pza. NetController 4MB, 8I/O, No InfinetNodes, 1 Comm Port, 10bT 4M-8I/O-T 1 Pza. Fuente de alimentación para NetController , con circuito UPS PS120/240-AC85U 2 Pzas Baterías 12V 01-2100-423 1 Pza. Bolsa de 20 conectores hembra para I/O Bus 01-0010- 840 1 Pza. cable soporte de alimentación para NetC, NETCHARNESS 4 Pzas 8 Entradas universales, 10 volts entrada UI-8-10-10V 2 Pza. 4 Salida digital con 3 posiciones overrideswitches con retroalimentación DO-4-R-O 2 Pza. 4 Salidas analógicas, 0-10VDC o 0-20mA con 3 pos. Override/pot. c/ retroalimentación AO-4-8-O 1 Pza. ModuloDisplay local, 4 x 16 car. display, iluminado, 19 botones LD-1 Elementos internos del gabinete, para montaje y conexión de elementos: cable, bornes, mininterruptores, lámparas, placas de identificación, números identificación, canaleta, riel din, Mcas. Möller, Entrelec, Belden, ABB, Legrand, CG. 20 Hrs Mano de obra armado de tableros de control				
	(DDC-01)	1.00	Pza.	8,925.00	8,925.00
	SUB TOTAL				8,925.00
2.- ESTACION DE MONITOREO					
2.01	Estación de monitoreo, registro y base de datos para sistemaContinuum compuesta por: 1 Pza. Continuum SU Software, HVAC SU-HV-U-P 1 Pza. Computadora PC para sistema Continuum	1.00	Pza.	2,954.47	2,954.47
		1.00	Pza.		Por el cliente

INSPECCIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN UNA PLANTA DE PLÁSTICO.

2.02	Programación de tarjetas sistema de control Continuum, pantallas de monitoreo (15), (incluye 1 día de capacitación y Manual impreso).	1.00	Lte	13,106.55	13,106.55
2.03	Diseño de diagramas eléctricos	20.00	Hrs	97.90	1,958.00
2.04	Documentación técnica	20.00	Hrs	97.90	1,958.00
SUBTOTAL					19,977.02
3.-INSTRUMENTACIÓN DE CAMPO.					
3.01	119326 Transmisor de Humedad y Temperatura HTT-II c/célula medidora, alimentación 24VAC/VCD, salida 2-10 V ó 4-20 ma rango -20 a 80 °C 0-100% h.r. c/ DisplayMca. Luwa osimilar	5.00	Pza.	562.91	2,814.55
3.02	119328 Juego de montaje en ducto para célulamedidora deHTT-II largo de 10 m.	5.00	Jgos.	328.91	1,644.55
3.03	Transductor Electroneumatico Universal , Seleccionable encampo 4-20mA o 0-5V/0-10V Entrada, Jumper Seleccionable 0-20psig o 3-15psig Rango, LCD Display. Mca Veris.	5.00	Pza.	526.36	2,631.18
3.04	84680048 Transmisor de Flujo 641-12 , alimentación 20 VACo 24 VDC, salida 4-20 mA, rangos ajustables McaDwyer	2.00	Pza.	691.61	1,383.82
3.05	123326 Transmisor de Temperatura TT-II , alimentación 24VAC, salida 2-10 V ó 4-20 mA, rangos ajustables de -50 a 80°C c/ Display	5.00	Pza.	566.40	2,832.00
3.06	118377 Sensor de temperatura PT-100	5.00	Pza.	350.00	1,750.00
3.07	Arranque, prueba , ajuste de equipos y programación de los controladores de campo.	24.00	Hrs.	21.02	504.48
SUBTOTAL					13,560.58
4.- CABLEADO Y CANALIZADO.					
4.01	Suministro e Instalación de cableado de control incluye: Tuberíaconduit, condulet's, abrazaderas, cable blindado, cable de control, tubería liquatite, soportería para la instalación del sistema control, instalación de instrumentos de campo y todo lonce	1.0	Lte.	71,365.34	71,365.34
SUBTOTAL					71,365.34
5.-VARIADORES DE FRECUENCIA.					
Variador de frecuencia marca Danfoss IP54 serie VLT 600para trabajar a 460V/3F/60Hz, en los siguientes equipos:					
5.01	UMA-01 MOTOR 20 HP	1.0	Pza.	3,395.87	3,321.87
5.02	UEXP-01 MOTOR 15 HP	1.0	Pza.	3,012.64	3,012.64
SUBTOTAL					6,334.51
SUBTOTAL				IMPORTE TOTAL =	120,162.45

TABLA IV.8. COSTO PARA PERSONAL Y VIATICOS

COSTOS PARA PERSONAL Y VIATICOS.			
PPTO: <u>CONTRO TE SIS</u>		FECHA: <u>27/04/2015</u>	
PROYECTISTA VEND: <u>AMV</u>		FILE: <u>CONTRO TE SIS</u>	
VENTA AUTORIZADA POR: <u>XXXX</u>			
CLIENTE: <u>PROYECTOTE SIS.</u>		COLUMNA 1	COLUMNA 2
LUGAR: <u>SAN JUAN DEL RIO, QTO.</u>		JEFES DEPTO.	EJECUTORES
INSTALACION: <u>CONTROL Y AUTOMATIZACION</u>		MONTAJE	INGENIERIA
CONCEPTO: <u>PRODUCCION.</u>		SERVICIO,	CALCULISTAS
		PRODUCCION	SUPERVISOR
		INGENIERIA.	TEC. SERV.
FLETES			INST. ELECT.
	19.72Km.		MEC. DIB.
			MONTADOR,
			CHOFERES Y
			AYUDANTES.
A) LINEA N°10 MONTAJE			
	OFICIAL	\$ 4,000.00	SEMANAL
	% OFICIAL	\$ 2,522.00	SEMANAL
	AYUDANTE	\$ 1,170.00	SEMANAL
	AYUDANTE	\$ 1,170.00	SEMANAL
A) COSTO POR CUADRILLAS		\$ 8,862.00	SEMANAL
A) LINEA N°31 GASTOS DE OBRA:			
	LIMPIEZA	\$ 900.00 SEM.	CANT. 1
	HOJALATERO DE APOYO/SUPERV.	\$ 2,522.00 SEM.	CANT. 2
	HOJALATERO DE APOYO/SUPERV.	\$ 1,170.00 SEM.	CANT. 1
	BODEGUERO	\$ 900.00 SEM.	CANT. 1
	PISO/BODEGA Y TALLER	\$ 15,000.00 SEM.	
	CAJETA	\$ 17,500.00 SEM.	CANT. 1
	CUATRO SANITARIOS.	\$ 520.00 SEM.	CANT. 1
A) COSTO POR TIEMPO DE EJECUCION DE OBRA			26,034
B) LINEA N°11 INSTRUMENTACION.			
	HORAS A COTIZAR SEMANALES	45 HORAS/ HOMBRE	
	COSTO POR HORA/HOMBRE	\$ 275.55 \$/HR.	
B) COSTO SEMANAL POR INSTRU.		\$ 12,400.00 SEMANAL.	12,400
C) LINEA N°12 SUPERVISION.			
	HORAS A COTIZAR SEMANALES	45 HORAS/ HOMBRE	
	COSTO POR HORA/HOMBRE	\$ 275.55 \$/HR.	
C) COSTO SEMANAL POR SUPERV.		\$ 12,400.00 SEMANAL.	12,400
D) LINEA N°13 ARRANQUE, MED. Y PRUEBAS			
	HORAS A COTIZAR SEMANALES	45 HORAS/ HOMBRE	
	COSTO POR HORA/HOMBRE	\$ 275.55 \$/HR.	
D) COSTO SEM. /ARRAN. MED. Y PR.		\$ 12,400.00 SEMANAL.	12,400
E) LINEA N°32 VIATICOS SEMANAL MONTAJES.			
POR CUADRILLA (3 PERSONAS)			
	PASAJE AUTOBUS IDA POR MES	\$ 1,125.00 x 1 VIAJES	1,125
	TRANSPORTE FORANEO	\$ 225.00 x 5 VIAJES	1,125
	DESAYUNO	\$ 315.00 x 5 DIAS	1,575
	COMIDA	\$ 360.00 x 5 DIAS	1,800
	CENA	\$ 360.00 x 5 DIAS	1,800
	HOTEL	\$ 1,050.00 x 4 NOCHE	4,200
	PASAJE AUTOBUS REGRESO.	\$ 1,125.00 x 1 VIAJES	1,125
E) COSTO SEMANAL VIATICOS MONTAJE			12,750
F) LINEA N°33 VIATICOS SEMANAL SUPERVISOR.			
POR PERSONA.			
	PASAJE AUTOBUS IDA POR MES	\$ 375.00 x 1 VIAJES	375
	TRANSPORTE FORANEO	\$ 75.00 x 5 VIAJES	375
	DESAYUNO	\$ 105.00 x 5 DIAS	525
	COMIDA	\$ 120.00 x 5 DIAS	600
	CENA	\$ 120.00 x 5 DIAS	600
	HOTEL	\$ 350.00 x 4 NOCHE	1,750
	PASAJE AUTOBUS REGRESO.	\$ 375.00 x 1 VIAJES	375
F) COSTO SEMANAL VIATICOS SEMANAL SUPERVISOR			4,600
G) LINEA N°34 VIAJES Y GASTOS INGENIERIA Y EJECUCION.			
POR PERSONA			
	DESAYUNO	\$ 150.00 x 5 DIAS	750
	COMIDA	\$ 200.00 x 5 DIAS	1,000
	CENA	\$ 150.00 x 5 DIAS	750
	HOTEL	\$ 550.00 x 4 NOCHE	2,200
	AUTOMOVIL	\$ 50.00 x 45 KM	2,400
	CAJETAS	\$ 950.00 x 1 XXX	950
	AVION	\$ 950.00 x 2 VIAJE	1,900
G) COSTO SEMANAL VIAJES Y GASTOS INGENIERIA Y EJECUCION.		9,950	

CONCLUSIONES

El sistema de Aire Acondicionado en industria del plástico es muy importante para la calidad de los productos y bienestar de los trabajadores los cuales buscan motivación y superación que con lleva la eficiencia de los procesos y la comercialización de productos para satisfacer las necesidades del cliente. Esta empresa será reconocida a nivel mundial por ser competitiva en la fabricación de productos de plástico de la más alta calidad.

El sistema de control se convierte en una herramienta para manejar la planta, recortar el consumo de energía, reducir costos, disminuir las emisiones y proporcionar información rápida y precisa para apoyar la producción

El control del sistema ofrece a los operarios todos los datos que necesitan, para estar controlar las variables de manera precisa para evitar contaminaciones y de esta manera los productos cumplan con los estándares de calidad. El control garantiza el adecuado funcionamiento del sistema por medio del monitoreo en tiempo real de los parámetros (temperatura, presión y humedad).

El control que se diseñó cumple las necesidades especificadas por la Norma y por el cliente y además se logró que el sistema de aire acondicionado sea capaz de responder a las variables de cargas térmicas y mantener las condiciones ideales de la presión temperatura y humedad

El uso del controlador (DDC) facilitó la implementación de un sistema SCADA disminuyendo así el costo del proyecto en cuanto a operación y supervisión del sistema de control HVAC, cumpliendo el objetivo de control y supervisión del sistema de aire acondicionado del área de producción de la empresa de plásticos.

RECOMENDACIONES

Realizar la instalación del sistema de aire acondicionado en la empresa de plásticos para mantener las variables del proceso y así permitir un retorno de la inversión para los propietarios de la empresa de plásticos.

La empresa de plásticos tendrá un ahorro de energía, mantenimiento de equipos y a largo plazo aumentar la vida útil de los equipos.

Colocar una pantalla de visualización en que se puedan controlar las variables, donde se pueda maniobrar y monitorear el sistema.

Verificar que la instalación y manipulación de los equipos, se haga por personal.

Especializado, además de impartir entrenamiento a las personas encargadas del mantenimiento, de los equipos.

APÉNDICE

ESPECIFICACIONES DE LA INSTRUMENTACIÓN

CONTROLADOR DDC (*continum 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 de que 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 display's	opcionales

VÁLVULA MODULATE DE TRES VIAS PARA LÍQUIDO

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 una solenoide y una válvula compuerta y tiene como función controlar el flujo de agua, en este caso el suministro de agua helada

que entra en el serpentín de agua helada, ó el agua caliente, en el serpentín correspondiente (figura AP.39).

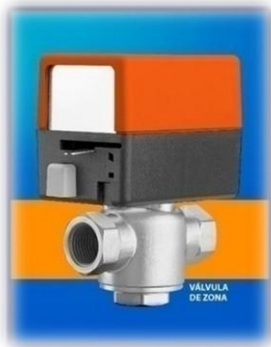


Figura AP.37. Válvula modulante de tres vías para líquido

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 ParaPWM, 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.)

SENSOR DE HUMEDAD

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 AP.40).

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 mA. 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 mA. Transmisor de temperatura ajustable, estos sensores están disponibles para aplicaciones en ducto, cuarto, montado tipo OSA.



Figura AP.38. Sensor de humedad para ubicarse en ducto o en cuarto

ESPECIFICACIONES:

Sensor	Precon HS2000 sensor capacitivo
Precisión	$\pm 2\%$ o $\pm 3\%$ RH desde 0 hasta 70°C, 5% a 95% RH no-condensable.
Efecto de la Temp.	Con temperatura compensada.
Estabilidad a largo plazo.	<0.008% RH por °C < $\pm 0.5\%$ 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 PRESION

Indicador de presión: este dispositivo es utilizado como su nombre lo dice para monitorear la presión de cuarto ó para monitorear la diferencial de presión entre cuartos, este también se utiliza para revisar la integridad de los filtros (figura AP.41).



Figura AP.39. Indicador de presión

ESPECIFICACIONES:

Alimentación requerida	110V, 50/60 Hz.
Presión nominal	20" Hg. a 25 psig. 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 10A @ 120 VAC, 60 Hz.
Tensión nominal de los relevadores.	
Sobre presión máxima.	20" Hg. hasta 25 psig. (172 kPa) presión total.
Media	Solo para aire o gases compatibles
Temperatura ambiente.	20° hasta 120°F (-7° hasta 49°C)
Conduit	3/4" conduit
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 una área de compuerta de 1.8 m², y también en 16 N-m de torque con una 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.



Figura AP.40. Actuadores de montaje directo para aplicaciones en HVAC

ESPECIFICACIONES:

Alimentación.	24 o 120 VCA 50/60 Hz., 24 VCD, depende del modelo.
Señal de entrada	
Tensión	0-10 VDC, 100 kOhms
Corriente	4-20 mA, 500 Ohm

Tensión nominal	
GMA	5 VA
GCA	9 VA
Rotación máxima angular	95°
Velocidad	90 seg. Tiempo de carrera, 15 segundos regreso del resorte.
Equipo clase	Clase 2 para UL/CSA
Cubierta	
GMA	NEMA 1
GCA	NEMA 2, IP40
Temperatura ambiente de operación	DE-25 hasta 13°F (de -32 hasta 55°C)
Humedad ambiental de operación	Mayor a 95% RH sin condensación
Dimensiones	
GMA	8.4"alto x 3.2"ancho x 2.4" (21.2 x 8.3 x 6.0 cm.)
GCA	11.8"alto x 3.9"ancho x 2.7" (30.0 x 10.0 x 6.8 cm.)
Peso	
GMA	2.9 lb. (1.3 Kg.)
GCA	4.85 lb. (2.2 Kg.)
Certificación	UL, ULC

ACTUADOR

Actuador tipo modutrol 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.

Especificaciones:

Voltaje 24 VCA 60 Hz

Temperatura ambiente 0 a 55 °C

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



Figura AP.41. Actuador de las válvulas seleccionadas

SENSOR DE TEMPERATURA



Figura AP.42. Sensor de temperatura de ducto

ESPECIFICACIONES:

Elemento sensor	Termistor (resistor térmico)
Exactitud	0.36°F (0.2°C)
Tipos de sensor	2.252K, 3K, 10K, 20K, 100K
Disponibles	30°F a 160°F (-34°C a 71°C)
Rango de operación	Coeficiente negativo de
Respuesta de	temperatura
Temperatura	0.24°F (0.13°C) sobre 5 años
Estabilidad	Cables (terminales)
Tipo de conexión	Directamente a ducto, muro o
Instalación	sobre caja de salida eléctrica, sin Adaptadores.

ANEXOS DE TABLAS Y FIGURAS.

ANEXO DE FIGURAS.

		PÁG.
Figura I.1	Esquema del sistema de manejo de aire.	3
Figura I.2	Subsistemas del sistema de manejo de aire.	4
Figura I.3	Componentes del sistema de manejo de aire.	4
Figura I.4	Tipos de aire.	6
Figura I.5	Clases de filtros.	6
Figura I.6	Filtros.	7
Figura I.7	Humidificador, silenciador y unidades de calentamiento y enfriamiento.	7
Figura I.8	Unidad manejadora de aire.	8
Figura I.9	Difusores.	9
Figura I.10	Medidores de presión.	10
Figura I.11	Patrones de flujo.	10
Figura I.12	Ubicación de los filtros.	11
Figura I.13	Ventilación con 100% de aire fresco (Sin ninguna recirculación de aire).	12
Figura I.14	Ventilación con aire recirculado + make-up-air	12
Figura I.15	Componentes del sistema de control.	22
Figura I.16	Lazo de circuito abierto.	23
Figura I.17	Lazo de circuito cerrado.	24
Figura I.18	Punto de control.	24
Figura I.19	Controladores de temperatura.	25
Figura I.20	Sistema de control.	26
Figura I.21	Sensor.	26
Figura I.22	El enlace.	27
Figura I.23	Resultado final.	28
Figura I.24	Control terminado.	28

Figura I.25	Controles de humedad.	29
Figura I.26	Actuadores.	31
Figura I.27	Compuertas.	32
Figura I.28	Válvula.	32
Figura I.29	Termómetro.	33
Figura I.30	Manómetro.	34
Figura II.31	Localización de la planta.	36
Figura II.32	Ubicación de la zonificación por clases de aire y presiones en el área.	38
Figura II.33	Ubicación de la zonificación por equipos.	39
Figura II.34	Carta psicométrica.	43
Figura II.35	Arquitectura.	44
Figura II.36	Arquitectura de control.	45
Figura AP.37	Válvula modulante de tres vías para el líquido.	80
Figura AP.38	Sensor de humedad para ubicarse en ducto o en cuarto.	81
Figura AP.39	Indicador de presión.	82
Figura AP.40	Actuadores de montaje directo para aplicaciones en HVAC.	84
Figura AP.41	Actuador de las Válvulas seleccionadas.	85
Figura AP.42	Sensor de temperatura de ducto.	86

ANEXO DE TABLAS.

		PÁG.
Tabla I.1	Componentes del sistema de manejo de aire.	5
Tabla I.2	Problemas con los componentes del sistema de manejo de aire.	5
Tabla II.3	Datos del lugar.	37
Tabla II.4	Temperatura vs Porcentaje de humedad relativa.	41
Tabla II.5	Especificaciones y dimensiones.	42
Tabla II.6	Nomenclatura de la arquitectura de control.	45
Tabla VI.7	Presupuesto.	74
Tabla VI.8	Costo para personal y viáticos.	76

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

DDC: Control digital directo.

DX: Son siglas utilizadas para nombrar a un controlador de equipos.

HVAC: Corresponde al acrónimo inglés de *Heating, Ventilating and Air Conditioning* (Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado).

PC: Control Process.

PLC: Programador lógico Programable (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés), son dispositivos electrónicos muy utilizados en automatización.

RS-485: o también conocido como EIA-485, que lleva el nombre del comité que lo convirtió en estándar en 1983. Es un estándar de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI. Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbit/s hasta 10 metros y 100 kbit/s en 1200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión.

SCADA: acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controla el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.

UMA: unidad manejadora de aire o Unidad de tratamiento del aire (UTA, en la normativa española), es el aparato fundamental en el tratamiento del aire en las instalaciones de climatización, en cuanto a los caudales correctos de ventilación (aire exterior), limpieza (filtrado), temperatura (calentamiento o enfriamiento) y humedad (humectando en invierno y deshumectando en verano).

UEA: Unidad enfriadora de agua, es un aparato utilizado en el tratamiento de aire.

VAV: Volumen de aire variable.

VCA: Volt Corriente Alterna, este término es utilizado para los motores.

Referencias

1. *Anipac*. (s.f.). Obtenido de <http://www.anipac.com/normas.php>
2. *Arqhys*. (22 de mayo de 2004). Obtenido de <http://www.arqhys.com>
3. Cerquera Rojas, Y. A. (2002). *EcuRed*. Obtenido de EcuRed: <http://www.ecured.cu/index.php>
4. *Curso Básico de Autómatas Programables*. (s.f.). Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRI NCIPAL/index.htm>
5. *Dwyer Instruments, Inc.* (s.f.). Obtenido de All Rights Reserved: <http://www.dwyer-inst.com>
6. Hamer, J. (1980). *THE TWENTIETH CENTURY*. LONDRES: MacMillan Education.
7. Hegbert, R. A. (2000). "*Fundamentals of water system desing*". American Society of Heating.
8. Lowe, N. (1988). "*Mastering Modern Worl.2*". Londres: MacMillan Educación.
9. Sanders, D. (1990). "*Informática: presente y futuro*". México: McGraw Hill.
10. Simmon, A. (s.f.). "*Automatas Programables*". Madrid: Paraninfo S.A.
11. Taylor, S. T. (1971). "*Fundamentals of HVAC control systems*". Atlanta: American Society of Heating.