

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**„DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DEL HOSPITAL SOLCA PORTOVIEJO, UTILIZANDO UNA PC, EL
COMFORT CONTROLLER 6400 Y EL SOFTWARE DE VISUALIZACION COMFORT
VIEW™ DE CARRIER”**

INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA Y
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Presentado por

Alicia Cecibel Molina Hidalgo

Guayaquil - Ecuador

2010

AGRADECIMIENTO

Sobre todo a Dios, a mi esposo, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Sixifo Falcones, por su constante colaboración.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Aragundi
Subdecano

Ing. Sífifo Falcones Z.
Director

Ing. Holger Cevallos U.
Miembro Principal

Ing. Alberto Larco G.
Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral

Alicia Cecibel Molina Hidalgo

INDICE GENERAL

INTRODUCCION-----	1
CAPÍTULO 1 _____	2
1.1 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN _____	2
1.2 ¿POR QUÉ NECESITAMOS UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN? _____	3
1.3 AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN HOSPITALARIOS. _____	4
1.4 EL COMFORT CONTROLLER 6400 _____	5
1.4.1 DESCRIPCIÓN _____	5
1.4.2 CARACTERÍSTICAS _____	6
1.5 EL COMFORT CONTROLLER 6400 I/O _____	8
1.5.1 DESCRIPCIÓN _____	8
1.5.2 CARACTERÍSTICAS: _____	8
1.6 COMFORTVIEW _____	9
1.6.1 DESCRIPCIÓN _____	9
1.6.2 CARACTERÍSTICAS _____	10
1.7 MÓDULO DE ACCESO A LA RED (NETWORK ACCESS MODULE – NAM) _____	11
1.7.1 DESCRIPCIÓN _____	11

1.7.2	CARACTERÍSTICAS	11
CAPÍTULO 2		12
2.1	PLANTA ENFRIADORA DE AGUA	12
2.1.1	DESCRIPCIÓN	12
2.1.2	ENFRIADORES DE AGUA	13
2.1.3	BOMBAS DE AGUA DEL CIRCUITO PRIMARIO	14
2.1.4	BOMBAS DE AGUA DEL CIRCUITO SECUNDARIO	14
2.1.5	TORRES DE ENFRIAMIENTO	15
2.2	UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE	15
2.2.1	UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ESTANDAR (UMA)	16
2.2.2	UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE DE QUIRÓFANOS (UMA Q)	17
2.3	VENTILADORES DE SUMINISTRO Y EXTRACTORES DE AIRE	18
2.4	DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.	19
2.4.1	CONTROLADORES 6400	19
2.4.2	MÓDULOS DE EXPANSIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS I/O	20
2.4.3	COMPUTADORA Y SOFTWARE DE CONTROL Y MONITOREO	20
2.4.4	SENSORES	21
2.4.5	ACTUADORES	23

2.4.6	ARRANCADORES	24
2.5	DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DE CONTROL.	25
CAPÍTULO 3		28
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO		28
3.1	CONDICIONES DE DISEÑO	28
3.2	ZONIFICACIÓN	28
3.3	IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES DE CAMPO	32
3.4	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CONTROLADORES COMFORT CONTROLLER 6400 Y MÓDULOS DE EXPANSIÓN.	35
3.5	DISEÑO DEL PLAN DE PRUEBAS.	36
CAPÍTULO 4		41
4.1	DIRECCIONAMIENTO DE DISPOSITIVOS DE CONTROL	42
4.1.1	DIRECCIÓN FÍSICA	42
4.1.2	DIRECCIÓN LÓGICA	42
4.2	RED DE CONTROL CCN	43
4.2.1	PROCEDIMIENTO PARA CREAR UNA RED DE CONTROL CCN	44
4.3	AREAS DE TRABAJO	46
4.3.1	PROCEDIMIENTO PARA CREAR UNA AREA DE TRABAJO	46

4.4	PROCEDIMIENTO PARA AGREGAR DISPOSITIVOS DE CONTROL A UN AREA DE TRABAJO.	48
CAPÍTULO 5		51
5.1	CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS	51
5.1.1	CONFIGURACIÓN FÍSICA	54
5.1.2	CONFIGURACIÓN LÓGICA	56
5.1.3	CONFIGURACIÓN DE LOS PUNTOS DE HARDWARE (HARDWARE POINTS)	58
5.2	ALGORITMOS DE CONTROL.	73
5.3	SALIDA DISCRETA CONTROLADA POR RELOJ (DO-TIME CLOCK)	75
5.4	CONTROL ADAPTANTE (AO- ADAPTIVE CONTROL)	77
5.5	CONTROL VÁLVULA DE ENFRIAMIENTO (AO-COOLING VALVE CV)	79
5.6	CONTROL VALVULA DE CALENTAMIENTO (AO-HEATING CV)	81
5.7	CONFIGURACIÓN DE SETPOINT (SETPOINT SCHEDULE).	83
5.8	CONFIGURACION DE HORARIOS (TIME SCHEDULE).	85
CAPÍTULO 6		86

6.1	CONFIGURACIÓN DE PANTALLAS	87
6.2	EDICIÓN DE PANTALLAS	87
6.3	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Comfort controrller 6400 _____	5
Figura 2.1 Diagrama unifilar tablero arrancador _____	24
Figura 2.2 Válvula de dos vías _____	26
Figura 2.3 Válvula de tres vías _____	27
Figura 3.1 Mapa de bloques del Hospital SOLCA _____	29
Figura 4.1 Esquema de red de control y monitoreo _____	41
Figura 4.2 Ubicación de “dip switch” en 6400 _____	42
Figura 4.3 Cuadro de diálogo interface de direccionamiento _____	43
Figura 4.4 Cuadro de diálogo para agregar nuevo CCN _____	44
Figura 4.5 Cuadro de definición de CCN _____	45
Figura 4.6 Cuadro de diálogo definición de acceso al sistema _____	45
Figura 4.7 System overview _____	46
Figura 4.8 Cuadro de diálogo para definición de área de trabajo _____	47
Figura 4.9 Pantalla system overview con CCN y área de trabajo generados _____	47
Figura 4.10 Ventana de área de trabajo _____	48
Figura 4.11 Cuadro de diálogo para definición de elementos en la red CCN _____	49
Figura 4.12 Área de trabajo Solca con zona 1 cargada en la base de datos _____	49

Figura 4.13	Área de trabajo Solca con todas las zonas cargada en la base de datos	50
Figura 5.1	Panel de configuración de entradas y salidas en un 6400	54
Figura 5.2	Cuadro de diálogo configure	57
Figura 5.3	Cuadro de diálogo para definición de hardware point	58
Figura 5.4	Cuadro de configuración de lógica de conversión	61
Figura 5.5	Interpolación lineal de la señal de entrada	62
Figura 5.6	Configuración de salidas analógicas de 4 a 20 mA	63
Figura 5.7	Configuración de entradas de temperatura	66
Figura 5.8	Configuración de salidas digitales	68
Figura 5.9	Interpolación lineal de la señal de salida de 2 a 10 Vdc	71
Figura 5.10	Configuración de salidas analógicas de 2 a 10 Vdc	72
Figura 5.11	Cuadro de invocación de algoritmos	75
Figura 5.12	Cuadro de selección de algoritmos	75
Figura 5.13	Cuadro de configuración de algoritmo Time Clokc	76
Figura 5.14	Cuadro de configuración de algoritmo Adaptive Control	78
Figura 5.15	Cuadro de configuración de algoritmo Cooling Valve CV	80
Figura 5.16	Cuadro de configuración de algoritmo Heating CV	82
Figura 5.17	Cuadro de configuración del algoritmo Setpoint Schedule	84

Figura 5.18	Cuadro de configuración del algoritmo Time Schedule _____	85
Figura 6.1	Selección de imagen de fondo para pantalla _____	87
Figura 6.2	Barra de herramientas para configuración de pantallas _____	87
Figura 6.3	Configuración de cuadro de datos en pantalla _____	88
Figura 6.4	Selección de punto a mostrar por pantalla _____	88
Figura 6.5	Configuración de gráfico animado _____	88
Figura 6.6	Configuración de enlace entre pantallas _____	89

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Equipos Planta Enfriadora de Agua _____	13
Tabla 2.2 Nombre de Unidades Manejadoras de Aire(Continuación) _____	16
Tabla 2.3 Ventiladores y extractores _____	18
Tabla 3.1 Nombre de áreas en cada bloque(Continuación) _____	29
Tabla 3.2 Equipos de zonas de control _____	30
Tabla 3.2 Equipos de zonas de control (Continuación) _____	31
Tabla 3.3 Identificación de variables de campo _____	33
Tabla 3.4 Nombre de las variables _____	34
Tabla 3.4 Nombre de las variables (Continuación) _____	35
Tabla 5.1 Tipos de entradas y salidas _____	54
Tabla 5.2 Posición de los switches SW2 Y SW3 de acuerdo a la entrada _____	55
Tabla 5.3 Posición de los switches SW4, SW5 y SW6 de acuerdo a la salida _____	55
Tabla 5.4 Asignación de hardware points _____	56
Tabla 5.5 Configuración de entradas discretas _____	60
Tabla 5.6 Configuración de salidas analógicas de 4 a 20 mA _____	63
Tabla 5.7 Configuración de entradas de temperatura _____	66
Tabla 5.8 Configuración de salidas digitales _____	68

Tabla 5.9 Configuración de salidas analógicas de 4 a 20 mA _____	70
Tabla 5.10 Configuración de salidas analógicas de 2 a 10 Vdc _____	72
Tabla 5.11 Algoritmos empleados en este proyecto _____	74

ABREVIATURAS Y SIGLAS

LID (Local Interface Device): Dispositivo hombre máquina.

CCN (Carrier Comfort Network): Red de comunicaciones formada por los controladores Carrier.

I/O (Input/Output): dispositivos de entrada y salida de señales.

mA.: Corriente continua expresada en mili- amperios.

Vdc: Voltaje de corriente continua.

Vac: Voltaje de corriente alterna.

PC: Computador personal.

NAM (Network Access Module): Módulo de Acceso a la Red.

UMA: unidades manejadoras de aire.

UMA Q: unidades manejadoras de aire de quirófanos.

K Ω : Kilo ohmios.

Carrier Network Manager (CNM): Administrador de red Carrier.

RTD (Resistance Temperature Detector): sensores de temperatura basados en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Los materiales empleados para la construcción de sensores RTD suelen ser conductores tales como el cobre, el níquel o el platino

Termistor: Elemento que traduce los cambios de temperatura en cambios de su resistencia. Se hacen de ciertos óxidos metálicos cuya resistencia disminuya con el aumento de temperatura.

INTRODUCCIÓN

El sistema de control y monitoreo propuesto en este estudio busca optimizar y centralizar el manejo de los equipos que conforman el sistema de climatización, de manera que cumplan con los niveles de confort preestablecidos y puedan ser operados y configurados desde una estación de control.

El confort en cada zona depende de factores como número de personas, temperatura exterior, equipos existentes etc. y es por esto que es necesario emplear de cada uno, solo la capacidad que realmente se requiera. Esto permite optimizar el funcionamiento del sistema y ahorra energía.

Para el efecto el sistema control cuenta con sensores, actuadores y controladores. El monitoreo se lo realiza a través de pantallas, que muestran en tiempo real el estado de cada equipo. El software que las administra, estas últimas, reside en el computador.

El programa que maneja los equipos de climatización de este sistema, reside en cada controlador. Estos controladores tienen la capacidad de trabajar de manera independiente o formando una red. Se gobiernan a si mismos, lo que significa que no es necesario que estén conectados al computador central para funcionar.

CAPÍTULO 1

LOS SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO Y LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

1.1 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Actualmente los sistemas de climatización están presentes a todo nivel. En el hogar, el trabajo, el comercio, la industria, etc. Esto se debe a la creciente necesidad de crear un ambiente confortable para el desarrollo de las actividades cotidianas. Al crear un entorno cómodo las personas que se desenvuelven en este medio se vuelven más eficientes. Por otro lado se encuentran los equipos electrónicos de uso doméstico o industrial, los que necesitan de ciertas condiciones ambientales de temperatura y humedad para operar correctamente.

Los sistemas de climatización son los encargados de mantener un clima confortable en el área donde se desarrolla alguna actividad, ya sea esta laboral, comercial o recreacional. En el ámbito laboral su importancia radica, como se expuso anteriormente, en la calidad de ambiente requerida por los empleados para desarrollar sus actividades a cabalidad. Además, actualmente toda empresa hace uso de equipos eléctricos y electrónicos (computadoras, faxes, scanners, etc.) que trabajan dentro de ciertas condiciones climáticas, provistas y mantenidos por el sistema de

climatización. A nivel comercial e industrial existen las más diversas aplicaciones de los sistemas de climatización, que pueden ir desde brindar un ambiente confortable para el cliente en un centro comercial; hasta mantener una temperatura constante para que equipos electrónicos de uso crítico, como tomógrafos en un hospital, operen correctamente.

1.2 ¿POR QUÉ NECESITAMOS UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN?

Todos los edificios tienen algunos servicios mecánicos y eléctricos para mantener el ambiente de trabajo confortable. Estos servicios deben ser controlados por algo para asegurarse, por ejemplo, que la ventilación y el enfriamiento del ambiente están proporcionados para asegurar condiciones de confort, independiente del número de personas o de preferencias individuales.

Un control básico puede ser interruptores manuales, temporizadores o interruptores de temperatura que proveen de señales de encendido y apagado para habilitar bombas, ventiladores, válvulas etc.

El propósito del sistema de control y monitoreo es automatizar y tomar control de todas estas operaciones de la manera más eficiente posible, dentro de las posibilidades de la planta enfriadora instalada.

El sistema de control y monitoreo es un sistema computarizado que pueda calcular requerimientos preestablecidos del edificio y conectarse a la planta para conocer estas necesidades. Sus entradas, tales como sensores de temperatura y sus salidas, tales como señales de encendido/apagado están conectadas en estaciones de trabajo alrededor del edificio. Estas estaciones de trabajo están conectadas entre si y la información puede pasar de una a otra.

El nivel de control de los sistemas de control y monitoreo depende de la información que reciben de sus sensores y la manera en la que sus programas le digan como responder a esta información. Así como ofrecer una precisión en el control de su ambiente, este también puede estar orientado a generar alarmas en condiciones que difieran de las programadas o advertir fallas individuales de la planta.

En el sistema de control y monitoreo se programan períodos ocupados para las diferentes áreas del edificio de tal manera que la planta enfriadora del edificio deberá trabajar sólo para los requerimientos reales de este.

1.3 AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN HOSPITALARIOS.

Este es el sistema de climatización al que este trabajo ha sido orientado. Las principales características a ser consideradas en la automatización de un sistema de climatización hospitalario son las diferentes temperaturas a ser mantenidas según

cada zona y los horarios en que éstas permanecen activas. Existen áreas, como laboratorios, que necesitan climatización continua a una temperatura más baja en relación a las otras zonas; otras áreas, como consultorios, trabajan en horarios de oficina a una temperatura de confort.

1.4 EL COMFORT CONTROLLER 6400

1.4.1 DESCRIPCIÓN

Los controladores Carrier Comfort Controller están basados en un microprocesador que provee todas las características necesarias para trabajar de manera independiente o en red.

El Comfort Controller 6400, que se muestra en la figura 1.1, monitorea y controla hasta 16 puntos y puede crecer más allá de estos 16 puntos dependiendo del tamaño de la aplicación. Mediante el uso de módulos de expansión 6400 Input/output, el 6400 proporciona la capacidad de controlar y monitorear hasta 64 puntos de campo.



Figura 1.1 Comfort controler 6400

1.4.2 CARACTERÍSTICAS

- Control Stand-alone y monitoreo de hasta 16 puntos universales.
- Expandible con módulos 6400 de Entrada/Salida.
- Capacidad de conexión local por LID (Local Interface Device).
- Procesamiento de y anuncio de alarmas y mensajes.
- Tres LEDS, indican el estado del procesador (rojo), estado del bus de comunicaciones CCN (amarillo), y estado de comunicación con módulos I/O (verde).
- Librería de algoritmos.
- Las entradas pueden ser configuradas universalmente. Estas pueden ser discretas, contactos secos o pulsadores; análogas, 4-20 mA o 0-10 Vdc; o entradas de temperatura como termistores de 5K, 10K Ω y RTD 1K Ω .
- Las salidas pueden ser configuradas universalmente. Pueden ser discretas de 24 Vdc a 80 mA o análogas de 4 - 20 mA y 0 - 10 Vdc.
- Se energiza con 24 Vac provenientes de cualquier transformador estándar de 60 VA.

En la tabla 1.1 podemos ver un resumen del tipo de sensores y dispositivos soportados por el Comfort Controller 6400.

8 ENTRADAS	
CANALES	ESPECIFICACIONES
1 al 8	Discretas, análogas o de temperatura Discretas Contacto Seco Pulsador Análogas 4-20 mA 0-10 Vdc Temperatura Termistores de 5K y 10K Ω RTD de 1K Ω
8 SALIDAS	
CANALES	ESPECIFICACIONES
9 al 16	Discretas o análogas Discretas 24 Vdc (80mA) Análogas 4-20 mA 0-10 Vdc

Tabla 1.1 Características del 6400

- Rutinas de control prediseñadas.

El Comfort Controller incluye una librería de rutinas de control probadas, con un formato “llenar los espacios en blanco” facilitando así su programación

1.5 EL COMFORT CONTROLLER 6400 I/O

1.5.1 DESCRIPCIÓN

El Comfort Controller 6400-I/O es utilizado con los controladores Carrier 6400 para expandir la capacidad de puntos de campo de 16 puntos hasta un total de 64 puntos. Cada módulo I/O expande al Comfort Controller 6400 en 16 puntos adicionales. Un total de tres módulos I/O pueden ser conectados al Comfort Controller 6400 dando un total de 64 puntos de control.

1.5.2 CARACTERÍSTICAS:

- Cada 6400 I/O amplía la capacidad de un controlador 6400 en 16 puntos de campo.
- Posee un LED indicador del estado del procesador (rojo) y un LED indicador del estado del módulo de comunicación (verde).
- Capacidad de conexión local por LID (Local Interface Device).
- Conexiones de campo simplificadas usando terminales tipo enchufe (con dos pernos de conexión).
- Las entradas pueden ser configuradas universalmente. Estas pueden ser discretas, contactos secos o pulsadores; análogas, 4-20 mA o 0-10 Vdc; o entradas de temperatura como termistores de 5K, 10K Ω y RTD 1K Ω .
- Las salidas pueden ser configuradas universalmente. Pueden ser discretas de 24 Vdc a 80 mA o análogas de 4 - 20 mA y 0 - 10 Vdc.

- Se energiza con 24 Vac provenientes de cualquier transformador estándar de 60 VA.

1.6 COMFORTVIEW

1.6.1 DESCRIPCIÓN

ComfortVIEW es la interface humana hacia la red Carrier Comfort Network. Este software dispone de herramientas para monitorear, configurar, y analizar todas las operaciones realizadas por los controladores 6400.

ComfortVIEW es un software que provee un solo punto de entrada a toda la red CCN. Es compatible con las plataformas de sistemas operativos Windows 2000 Server/Professional y Windows XP Professional. Además de una librería de gráficos prediseñados, el software ComfortVIEW permite al usuario crear sus propios gráficos.

Administración de alarmas. Es realizada mediante la herramienta Alarm Manager. Esta aplicación permite visualizar y procesar las alarmas originadas en el sistema.

Capacidad Multitarea. Proporciona capacidad multitarea debido a que no necesita una PC dedicada. Otras aplicaciones basadas en Windows pueden correr simultáneamente. Esta característica permite también a los usuarios visualizar múltiples eventos de un edificio operando en tiempo real

Gráficos WorkSPACE El software ComfortVIEW permite al usuario crear pantallas personalizadas en WorkSPACE, comprendido de múltiples elementos ViewSpace tales como fotos digitales, gráficos 3D de equipos y tablas. Las pantallas multi-elementos WorkSPACE muestran fallas en tiempo real, permitiendo al usuario ajustar la operación del equipo y ver cómo esto afecta a otras partes del sistema, todo en la misma pantalla.

Niveles de acceso. ComfortVIEW permite crear niveles de acceso de operador personalizados y definir que funciones son incluidas en cada nivel. Es posible permitir o prohibir el acceso a determinadas áreas de una misma pantalla, dependiendo del nivel de acceso del operador.

1.6.2 CARACTERÍSTICAS

- Muestra datos dinámicos tanto en modo de prueba como en modo gráfico.
- Crea gráficos dinámicos de tendencia de datos de uno o múltiples controladores.
- Configura parámetros de operación como horarios, puntos de ajuste y puntos de configuración.
- Genera reportes de datos del sistema.

1.7 MÓDULO DE ACCESO A LA RED (NETWORK ACCESS MODULE – NAM)

1.7.1 DESCRIPCIÓN

El Módulo de Acceso a la Red (NAM) está físicamente conectado al bus de comunicaciones formada por los controladores 6400 y la PC. Este permite la comunicación entre componentes del bus y la computadora, dentro del edificio o en una localidad remota. El módulo de Acceso a la Red debe ser usado con un modem para comunicaciones remotas. El software ComfortVIEW de Carrier puede ser utilizado para establecer la comunicación entre los elementos del bus y la PC

1.7.2 CARACTERÍSTICAS

- Interface entre RS232 y RS485.
- Permite el acceso remoto hacia la red CCN.
- Permite el acceso local a la red CCN.
- Protegido con clave.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO:

El sistema de Control y Monitoreo del Hospital SOLCA Portoviejo está orientado a manejar y verificar, en forma automática, el estado de funcionamiento de los equipos que conforman el sistema de climatización con el fin de mantener los parámetros de confort preestablecidos.

El sistema de climatización del Hospital SOLCA Portoviejo está constituido por una planta enfriadora de agua, veinte y dos manejadoras de aire que climatizan las diferentes áreas del hospital, treinta y tres ventiladores de extracción y ventiladores de suministro de aire.

2.1 PLANTA ENFRIADORA DE AGUA

2.1.1 DESCRIPCIÓN

Está formada por dos torres de enfriamiento, seis bombas centrífugas en el circuito primario (tres para agua enfriada y tres para agua caliente), ocho bombas centrífugas en el circuito secundario y dos equipos enfriadores de agua. En la tabla 2.1 se indican los nombres de cada uno de los equipos de la planta enfriadora de agua.

NOMBRE	EQUIPO
CHILLER 1	Enfriador de agua 1
CHILLER 2	Enfriador de agua 2
CIRCUITO PRIMARIO	
BAF-1	Bomba de agua fría para enfriador 1
BAF-2	Bomba de agua fría para enfriador 2
BAF-3	Bomba de agua fría de reserva
CIRCUITO SECUNDARIO	
BAC-1	Bomba de agua de torre de enfriamiento 1
BAC-2	Bomba de agua de torre de enfriamiento 2
BAC-3	Bomba de agua de torre de enfriamiento de reserva
TORRES DE ENFRIAMIENTO	
TE-1	Ventilador de torre de enfriamiento 1
TE-1	Ventilador de torre de enfriamiento

Tabla 2.1 Equipos Planta Enfriadora de Agua

2.1.2 ENFRIADORES DE AGUA

Cada enfriador funciona con dos bombas del circuito primario. Una bomba de agua enfriada y otra de agua caliente, además de una torre de enfriamiento. Los enfriadores de agua poseen su propio controlador, éste se encarga de administrar por completo la secuencia de encendido de todos los subsistemas internos de los enfriadores. Las acciones de control aplicadas a los enfriadores de agua son:

- Encendido y apagado automático.
- Cambio de punto de ajuste de temperatura de salida de agua.
- Monitoreo del estado de funcionamiento de cada unidad desde el cuarto de control (computadora principal).

2.1.3 BOMBAS DE AGUA DEL CIRCUITO PRIMARIO

En el circuito primario todas las bombas manejan un volumen de agua constante. Tres bombas de este circuito son para agua enfriada y tres para agua caliente. De estos grupos de tres bombas dos funcionan cuando el sistema está operativo y una permanece como respaldo; en caso de que alguna de las bombas principales falle. Las acciones de control aplicadas a este equipo son:

- Encendido y apagado automático.
- Monitoreo del estado de funcionamiento de cada bomba desde el cuarto de control (computadora central).

2.1.4 BOMBAS DE AGUA DEL CIRCUITO SECUNDARIO

En el circuito secundario todas las bombas manejan un volumen de agua que varía de acuerdo a la necesidad de cada uno de éstos. Este circuito está dividido en cuatro grupos que distribuyen el agua fría por todo el Hospital hacia los serpentines de las manejadoras de aire. Cada grupo posee dos bombas; una funciona cuando el sistema está operativo y otra de respaldo que entra a funcionar si la principal falla. Las acciones de control aplicadas a este equipo son:

- Encendido y apagado automático.
- Mantenimiento del diferencial de presión entre la succión y la descarga de la bomba.

- Monitoreo del estado de funcionamiento de cada bomba desde el cuarto de control (computadora central).

2.1.5 TORRES DE ENFRIAMIENTO

Reciben el agua de las bombas de agua de torre (BAC) y eliminan el calor de esta mediante paneles de transferencia de calor y un ventilador. La acción de control aplicada a este equipo es:

- Encendido y apagado automático del ventilador.

2.2 UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE

Son equipos que se encargan de climatizar las diferentes áreas del hospital. Existen dos tipos de unidades manejadoras de aire: unidades manejadoras estándar y unidades manejadoras de quirófanos. Los dos tipos de equipos manejan un volumen constante de aire climatizado. En la tabla 2.2 se muestran los nombres de todas las unidades manejadoras de aire (UMA) y el área del hospital que climatiza cada una.

EQUIPO	AREA CLIMATIZADA
UMA1	QUIMIOTERAPIA
UMA2	IMAGENOLOGÍA
UMA3A	CONSULTA EXTERNA
UMA3B	CONSULTA EXTERNA
UMA3C	ENDOSCOPIA
UMA4A	CUIDADOS INTENSIVOS
UMA4B	ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA
UMA5	RECUPERACION QUIRÚRGICA
UMA6A	INVESTIGACIÓN
UMA6B	CITOPATOLOGÍA Y FARMACIA
UMA7	DI DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN
UMA8	DOCENCIA
UMA9	AUDITORIO
UMA10	EMERGENCIA
UMA11A	MORGUE
UMA11B	STAFF DE MÉDICOS
UMA13	ESTERILIZACIÓN (LAVANDERÍA)
UMA15A	LABORATORIO CLÍNICO
UMA15B	HOSPITALIZACIÓN P1
UMA16	LABORATORIO HISTOPATOLÓGICO
UMAQ1	QUIRÓFANO 1
UMAQ2	QUIRÓFANO 2

Tabla 2.2 Nombre de Unidades Manejadoras de Aire(Continuación)

2.2.1 UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ESTANDAR (UMA)

Las manejadoras de aire estándar están formadas por un ventilador accionado por un motor y un serpentín de enfriamiento (intercambiador de calor agua fría/aire) controlado por medio de una válvula motorizada de dos vías. Las acciones de control aplicadas a las unidades manejadoras estándar son:

- Encendido y apagado automático del ventilador.
- Control de temperatura de aire en el ducto de mando.
- Control proporcional de la válvula motorizada de dos vías.
- Monitoreo del estado de funcionamiento del ventilador.
- Monitoreo del estado de la válvula de dos vías.
- Monitoreo de la temperatura de aire en el ducto de mando y en el ducto de retorno.

2.2.2 UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE DE QUIRÓFANOS (UMA Q)

Están formadas por un ventilador accionado por un motor, un serpentín de pre-enfriamiento (intercambiador de calor agua fría/aire) controlado por una válvula motorizada de dos vías, un serpentín deshumidificador (intercambiador de calor agua caliente/aire) controlado por una válvula motorizada de tres vías, un serpentín de enfriamiento (intercambiador de calor agua fría/aire) controlado por una válvula motorizada de dos vías, un juego de compuertas motorizadas. Las acciones de control aplicadas a las unidades manejadoras de quirófanos son:

- Encendido y apagado automático del ventilador.
- Control de temperatura de aire en el ducto de mando.
- Control de temperatura ambiente del quirófano
- Control de humedad relativa del aire en quirófano.
- Control proporcional de las dos válvulas motorizadas de dos vías.

- Control proporcional válvulas motorizadas de tres vías.
- Control del juego de compuertas motorizadas.
- Monitoreo del estado de funcionamiento del ventilador.
- Monitoreo del estado de las válvulas de dos vías.
- Monitoreo del estado del juego de compuertas motorizadas.
- Monitoreo de la temperatura de aire en el ducto de mando y en el ducto de retorno.
- Monitoreo de la humedad relativa del aire en quirófano.

2.3 VENTILADORES DE SUMINISTRO Y EXTRACTORES DE AIRE

Son equipos que se encargan de inyectar aire fresco (ventiladores de suministro) y extraer aire viciado (extractores de aire) de las diferentes áreas del hospital. Tanto extractores como inyectoras manejan un volumen de aire constante. En la tabla 2.3 se muestra el nombre cada extractor de aire (VE) y cada ventilador de suministro de aire (VS).

EQUIPO	AREA CLIMATIZADA
VE-21	BAÑOS EMERGENCIA Y MORGUE
VE-23	BAÑOS ENDOSCOPIA
VE-24	BAÑOS HOSPITALIZACIÓN
VE-25	LABORATORIO CLÍNICO
VE-26	LABORATORIO HISTOPATOLÓGICO
VS-1	QUIRÓFANOS
VS-2	ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA
VS-6A	ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA
VS-6B	ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA
VS-6C	LAVANDERÍA

Tabla 2.3 Ventiladores y extractores

Estos equipos están formados por un ventilador accionado por un motor. Las acciones de control aplicadas a estos equipos son:

- Encendido y apagado automático del ventilador.
- Monitoreo del estado de funcionamiento del ventilador.

2.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.

El sistema de Control y Monitoreo del Hospital SOLCA Portoviejo está formado por un conjunto de controladores Carrier 6400 (nueve en total) con sus respectivos módulos de expansión de entradas y salidas (catorce en total). El monitoreo del sistema se lo realiza a través de una computadora ubicada en el cuarto de control del hospital. La información requerida por los controladores es tomada del sitio mediante sensores y las acciones de control se aplican a los equipos mediante actuadores, arrancadores y variadores de frecuencia.

2.4.1 CONTROLADORES 6400

Los controladores 6400 poseen ocho entradas y ocho salidas universales, configuradas de acuerdo a los sensores y actuadores que se conectan a éstas. Estos dispositivos procesan la información que reciben por medio de sensores y ejecutan las acciones de control correspondientes mediante actuadores. Los programas que

controlan los equipos del sistema de climatización residen en cada controlador por lo que son capaces de trabajar de manera individual. Además pueden trabajar en red y están conectados entre sí mediante un bus de comunicaciones.

2.4.2 MÓDULOS DE EXPANSIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS I/O

Los módulos I/O poseen ocho entradas y ocho salidas universales configuradas de acuerdo a los sensores y actuadores que se conectan a éstas. Cada grupo de módulos I/O está conectado a un 6400 que los comanda. Los módulos de expansión reciben la información a través de los sensores ubicados en los equipos y la envían al controlador correspondiente para que la procese. El controlador, a su vez, envía las acciones de control hacia los actuadores a través del I/O del que recibió la información. Los módulos de expansión no tienen capacidad de trabajar como controlador por sí solo, necesitan estar conectados a un controlador 6400.

2.4.3 COMPUTADORA Y SOFTWARE DE CONTROL Y MONITOREO

La computadora de control y monitoreo tiene las siguientes características: procesador Pentium IV 2 GHz, memoria RAM de 256 Mb, CD Room. Está conectada al bus de comunicaciones principal a través de una interface llamada NAM (Network Acces Module).

El software empleado para controlar y monitorear el sistema de climatización del hospital es Comfort View. Este software contiene un paquete de programas como el Carrier Network Manager que permite el acceso a la programación de cada controlador. Contiene también el programa WorkSPACE Manager sobre el cual se desarrolló la aplicación de visualización.

2.4.4 SENSORES

Los sensores son los encargados de enviar al controlador la información necesaria para mantener al sistema de climatización dentro de los parámetros requeridos. En este proyecto se emplearon los siguientes sensores:

SENSORES EN PLANTA EFRIADORA DE AGUA

- ***DE FLUJO DE AGUA (BOMBAS DEL CIRCUITO PRIMARIO).***

Indican la presencia de flujo de agua en la tubería del sistema de climatización mediante un contacto seco normalmente abierto.

- ***DIFERENCIAL DE PRESIÓN (BOMBAS DEL CIRCUITO SECUNDARIO).***

Indican la diferencia de presión existente entre succión y descarga de la bomba de agua mediante una señal proporcional de 4 a 20 mA. Son energizados por una señal de 24Vac.

SENSORES EN UNIDADES MANEJADORAS:

Todos los sensores corresponden a ambos tipos de manejadoras: manejadoras estándar y manejadoras de quirófanos, excepto donde se especifica algo diferente.

- *DE TEMPERATURA DE DUCTO DE MANDO.*

Indican la temperatura del aire en el ducto de mando. Consiste en una resistencia que varía su valor óhmico de acuerdo a la temperatura a la que se encuentra expuesta.

- *DE TEMPERATURA DE DUCTO DE RETORNO.*

Indican la temperatura del aire en el ducto de retorno. Consiste en una resistencia que varía su valor óhmico de acuerdo a la temperatura a la que se encuentra expuesta.

- *DE ESTADO DE VENTILADOR.*

Indica la presencia de flujo de aire inyectado por el ventilador mediante un contacto seco normalmente cerrado.

- *DE HUMEDAD RELATIVA (UMA QUIROFANOS).*

Es un sensor de humedad relativa, energizado con 24Vdc, que envía una señal de 4 a 20 mA.

SENSORES EN VENTILADORES DE SUMINISTRO Y EXTRACCION DE AIRE:

- ***DE ESTADO DE VENTILADOR.***

Indica la presencia de flujo de aire inyectado por el ventilador mediante un contacto seco normalmente cerrado.

2.4.5 ACTUADORES

ACTUADORES PARA MANEJADORAS

Todos los actuadores corresponden a ambos tipos de manejadoras: manejadoras estándar y manejadoras de quirófanos, excepto donde se especifica algo diferente.

- ***ACTUADORES PROPORCIONALES PARA VÁLVULAS DE DOS VÍAS.***

Abren o cierran proporcionalmente las válvulas de acuerdo a la señal analógica (2 a 10 Vdc) enviada por el controlador. Son energizadas con 24 Vac

- ***ACTUADORES PROPORCIONALES PARA VÁLVULAS DE TRES VÍAS.***

Abren o cierran proporcionalmente las válvulas de acuerdo a la señal analógica (2 a 10 Vdc) enviada por el controlador. Son energizadas con 24 Vac

- ***ACTUADORES TODO O NADA PARA COMPUERTAS DE AIRE FRESCO.***

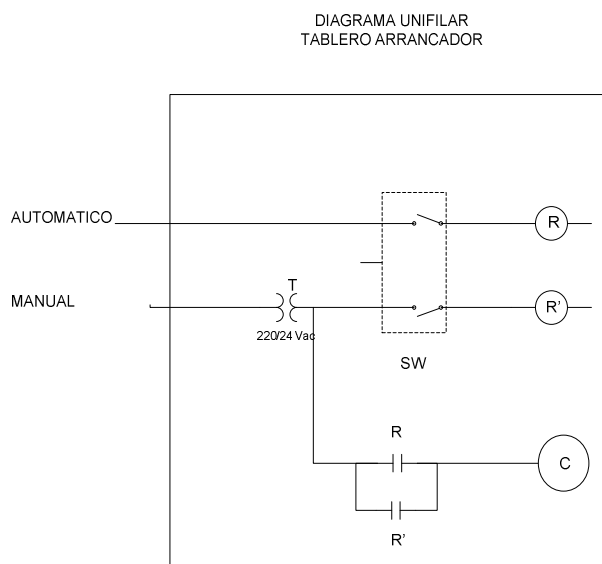
Abren totalmente o cierran totalmente el juego de compuertas en las manejadoras de los quirófanos, de acuerdo a la señal digital (0 ó 24 Vdc) enviada por el controlador.

Son energizadas con 24 Vac

2.4.6 ARRANCADORES

ARRANCADORES MANUAL AUTOMATICO.

Permiten el encendido y apagado de los motores (bombas del circuito primario, ventiladores de manejadoras, ventiladores de extracción y de suministro de aire) en modo manual o automático. En modo automático reciben una señal digital (0 ó 24 Vdc) del controlador, que acciona la bobina del contactor de arranque. En modo manual se enciende el motor colocando el selector en posición de encendido.



R: RELÉ CON BOBINA A 24V ac

R': RELÉ CON BOBINA A 24Vdc

SW: Selector 3 posiciones

C: Contactor

T Transformador 220/24 V ac

Figura 2.1 Diagrama unifilar tablero arrancador

VARIADORES DE FRECUENCIA.

Controlan el encendido y apagado de las bombas del circuito secundario. Varían la velocidad del motor de la bomba de acuerdo a la señal que reciben del sensor de presión diferencial. Si la presión diferencial aumenta, la velocidad de las bombas disminuye y viceversa; con el objetivo de mantener la presión diferencial en el valor deseado.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DE CONTROL.

Las acciones de control aplicadas los equipos del sistema de climatización son:

- *ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMÁTICO DE MOTORES (BOMBAS, VENTILADORES DE UMAS, VENTILADORES DE SUMINISTRO Y DE EXTRACCIÓN).* Excepto los motores de las bombas del circuito primario, todos los motores del sistema de climatización del hospital están provistos de un circuito arrancador que sirve como interface entre fuerza (230 Vac ó 460Vac) y el circuito de control. Estos arrancadores trabajan en dos modos: manual y automático.
- *CONTROL DE TEMPERATURA DE AIRE EN EL DUCTO DE MANDO (UMAS ESTANDAR Y DE QUIRÓFANOS).* Los datos de temperatura en el ducto son enviados al 6400 por un sensor de temperatura de ducto. Este sensor es un termistor de 10 K Ω .

- *CONTROL DE TEMPERATURA AMBIENTE.* Los datos de temperatura son procesados por el 6400 y este le envía una señal a la válvula de dos vías para que la abra o la cierre según la diferencia que existe entre la temperatura ambiente y la temperatura deseada.
- *CONTROL DE HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN QUIRÓFANOS.* La humedad relativa es medida por un humidistato instalado en cada quirófano. Estos datos son recogidos por el 6400, este a su vez envía una señal a la válvula de tres vías para que se abra o se cierre de acuerdo a la diferencia existente entre la humedad preestablecida y la humedad en quirófano.
- *CONTROL PROPORCIONAL DE VÁLVULA MOTORIZADA DE DOS VÍAS (UMAS ESTANDAR Y UMAS DE QUIRÓFANO).* La válvula es controlada por un actuador. Este recibe una señal que varía entre 2Vdc (válvula totalmente cerrada) y 10Vdc (válvula totalmente abierta). Esta señal de control es enviada por el 6400 y varía de acuerdo a la diferencia que exista entre la temperatura ambiente requerida y la temperatura real.

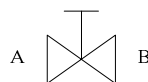


Figura 2.2 Válvula de dos vías

- *CONTROL PROPORCIONAL DE VÁLVULA MOTORIZADA DE TRES VÍAS (UMAS QUIRÓFANOS)*. La válvula es controlada por un actuador. Este recibe una señal que varía entre 2Vdc (paso A - B totalmente cerrado) y 10Vdc (paso A -B totalmente abierto). Esta señal de control es enviada por el 6400 y varía de acuerdo a la diferencia que exista entre la humedad relativa requerida y la humedad relativa real.

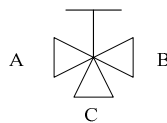


Figura 2.3 Válvula de tres vías

- *CONTROL DEL JUEGO DE COMPUERTAS MOTORIZADAS (UMAS DE QUIRÓFANOS)*. Este control se realiza mediante un actuador acoplado a las compuertas. Las compuertas están dispuestas dentro de la máquina de tal manera que permitan el paso de aire 100% fresco al momento de una operación o aire 100% recirculado si el quirófano no es utilizado.
- *CONTROL DEL DIFERENCIAL DE PRESIÓN (BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO)*. Para monitorear la presión del circuito secundario existe un sensor de presión diferencial instalado entre la succión y la descarga de cada una de las bombas del circuito. El sensor envía una señal análoga de 4 a 20 mA proporcional a su rango de presión. Al desviarse la presión del punto de ajuste esta se corrige mediante la variación de la velocidad del motor de la bomba, mismo que está gobernado por un variador de frecuencia.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

3.1 CONDICIONES DE DISEÑO

El sistema de control y monitoreo gobierna los equipos de climatización por zonas, cada controlador abarca un número determinado de equipos y están conectados entre sí formando una red de comunicaciones; sin embargo cada controlador funciona de manera independiente. La red de controladores tiene capacidad para futuras expansiones. A continuación se describe en detalle las zonas de control y monitoreo, los equipos gobernados en cada una; así como también la cantidad y tipo de variables del sistema.

3.2 ZONIFICACIÓN

El hospital SOLCA Portoviejo está dividido arquitectónicamente en bloques. Cada bloque posee un número que lo identifica y son veinte bloques en total. En la figura 3.1 se muestran estas divisiones y en la tabla 3.1 las áreas que funcionan en cada bloque.

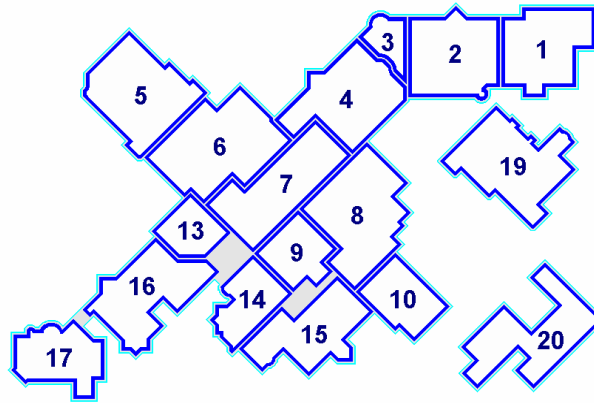


Figura 3.1 Mapa de bloques del Hospital SOLCA

BLOQUE	NOMBRE AREA
BLOQUE 1	LABORATORIO HISTOPATOLÓGICO INVESTIGACIÓN EMERGENCIA
BLOQUE 2	MORGUE LABORATORIO CLÍNICO
BLOQUE 4	IMAGENOLOGÍA ENDOSCOPIA
BLOQUE 5	CONSULTA EXTERNA CONSULTA EXTERNA
BLOQUE 6	CITOPATOLOGÍA Y FARMACIA QUIMIOTERAPIA
BLOQUE 8	RECUPERACION QUIRÚRGICA CUIDADOS INTENSIVOS QUIRÓFANO 1 QUIRÓFANO 2
BLOQUE 9	HOSPITALIZACIÓN P1
BLOQUE 10	ESTERILIZACIÓN (LAVANDERÍA)
BLOQUE 14	ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA SERVICIOS DE PERSONAL
BLOQUE 15	DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN
BLOQUE 16	DOCENCIA
BLOQUE 17	AUDITORIO
BLOQUE 20	CASA DE MÁQUINAS

Tabla 3.1 Nombre de áreas en cada bloque(Continuación)

Para facilitar el control y monitoreo del sistema de climatización del edificio, en el diseño se han agrupado a estos bloques en zonas de control, correspondiendo a cada zona los equipos comprendidos en los bloques que esta abarque. Todo esto se resume en la tabla 3.2

ZONA	BLOQUE	NOMBRE DEL EQUIPO
ZONA 1	BLOQUE 1	UMA16 UMA6A UMA10 VE-15B VE-21 VE-26
	BLOQUE 2	UMA11A UMA15A VE-20 VE-25
	BLOQUE 3	
ZONA 2	BLOQUE 4	UMA2 UMA3C VE-23
ZONA 3	BLOQUE 5	UMA3A UMA3B VE-15A
	BLOQUE 6	UMA6B UMA1 VE-2
ZONA 4	BLOQUE 16	UMA7 VE-19A
	BLOQUE 17	UMA9 UMA8 VE-10A VE-18
ZONA 5	BLOQUE 10	UMA13 VE-6C VS-6C
	BLOQUE 14	UMA4B VE-4A VE-6A

Tabla 3.2 Equipos de zonas de control

ZONA 5	BLOQUE 14	VE-6B VE-19B VE-19C VS-2 VS-6A VS-6B
	BLOQUE 15	UMA11B VE-10B VE-19D VE-19E
ZONA 6	BLOQUE 8	UMA5 UMA4A UMAQ1 UMAQ2 VS-1 VE-4B
ZONA 7	BLOQUE 7	UMA15B VE-11 VE-12 VE-13 VE-14 VE-16,1 VE-16,2 VE-24
ZONA 8	BLOQUE 20	CHILLER 1 CHILLER 2 BAF-1 BAF-2 BAF-3 BAC-1 BAC-2 BAC-3 TE-1 TE-2

Tabla 3.2 Equipos de zonas de control (Continuación)

3.3 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES DE CAMPO

Para controlar y monitorear el sistema de climatización del hospital los controladores reciben señales de los sensores (entradas) ubicados en cada equipo, procesan la información que reciben de estos y comandan los arrancadores, variadores y actuadores (salidas) de acuerdo a los programas que residen y se ejecutan en los controladores. Las entradas y salidas constituyen las variables de campo. En la tabla 3.3 se muestran las entradas (E) y salidas (S) que cada equipo del sistema de climatización posee.

EQUIPO	E/S	SENSOR/ACTUADOR
BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO	E	Sensor de estado de bomba de agua
	E	Relé térmico bomba de agua fría/de torre
	S	Encendido/apagado bomba de agua fría/de torre
BOMBAS DEL CIRCUITO SECUNDARIO	E	Sensor de estado de bomba de agua
	E	Porcentaje de funcionamiento de la bomba de agua fría
	S	Sensor de diferencial de presión
	S	Encendido/apagado de la bomba de agua fría
TORRES DE ENFRIAMIENTO	S	Variación de velocidad de la bomba de agua
	E	Sensor de estado de ventilador de torre
	E	Nivel de agua de torre
	E	Relé térmico ventilador de torre
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE	S	Encendido/apagado de ventilador de torre
	E	Sensor de temperatura de aire en ducto de mando
	E	Sensor de temperatura ambiente
	E	Sensor de estado de ventilador
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE QUIRÓFANO NOTA: Las UMAS de quirófanos poseen las mismas variables que las UMAS estándar más las detalladas a continuación	S	Encendido/apagado de ventilador de UMA
	S	Actuador proporcional de válvula de dos vías
	E	Sensor de humedad relativa
	E	Selector de modo Operación/No operación
VENTILADORES DE EXTRACCIÓN Y SUMINISTRO DE AIRE	S	Actuador proporcional de válvula de dos vías pre-enfriamiento
	S	Actuador proporcional de válvula de tres vías agua caliente
	S	Actuador todo/nada de compuertas (toma de aire fresco)
	E	Sensor de estado de ventilador de extracción de aire
VENTILADORES DE EXTRACCIÓN Y SUMINISTRO DE AIRE	E	Sensor de estado de ventilador de suministro de aire
	S	Encendido/apagado de ventilador de extracción de aire
	S	Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire
	S	Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire

Tabla 3.3 Identificación de variables de campo

Para definir las entradas y salidas que un controlador va a manejar se debe asignar a cada variable de campo un nombre y una descripción. En la tabla 3.4 se muestra el formato general del nombre y la descripción de cada variable por equipo, a este formato se le debe añadir parte del nombre del equipo al que pertenezca dicha variable para que quede completamente definida. Un detalle completo de las variables que maneja cada controlador se muestra en el anexo A

NOMBRE DE LA VARIABLE	DESCRIPCIÓN
SPS_BAXXX	Sensor de estado de bomba de agua
TF_BAXX	Relé térmico bomba de agua fría/de torre
SP_BAXXX	Encendido/apagado bomba de agua fría/de torre
FV_BAFXX	Porcentaje de funcionamiento de la bomba de agua fría
SDP_BAFX	Sensor de presión diferencial
VSP_BAFXX	Variación de velocidad de la bomba de agua
SFS_TX	Sensor de estado de ventilador de torre
TL_TX	Nivel de agua de torre
TF_TX	Relé térmico ventilador de torre
SF_TX	Encendido/apagado de ventilador de torre
SAT_XXX	Sensor de temperatura de aire en ducto de mando

Tabla 3.4 Nombre de las variables

SPT_XXX	Sensor de temperatura ambiente
SFS_XXX	Sensor de estado de ventilador
SF_XXX	Encendido/apagado de ventilador de UMA
CV_XXX	Actuador proporcional de válvula de dos vías
RH_QX	Sensor de humedad relativa
O-U_QX	Selector de modo Operación/No operación
PCV_QX	Actuador proporcional de válvula de dos vías pre-enfriamiento
HV_QX	Actuador proporcional de válvula de tres vías agua caliente
CG_QX	Actuador todo/nada de compuertas (toma de aire fresco)
SFS_EXXX	Sensor de estado de ventilador de extracción de aire
SFS_SXXX	Sensor de estado de ventilador de suministro de aire
SF_EXXX	Encendido/apagado de ventilador de extracción de aire
SF_SXXX	Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire

Tabla 3.4 Nombre de las variables (Continuación)

3.4 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CONTROLADORES COMFORT CONTROLLER 6400 Y MÓDULOS DE EXPANSIÓN.

Para calcular la cantidad de controladores requeridos en este proyecto es necesario tener en cuenta aspectos físicos como ubicación de equipos, ubicación de tableros de breakers y ubicación de paneles arrancadores. Otro aspecto importante que se debe

considerar es la zonificación del control, es decir, tratar de que por cada zona de control exista un controlador que la gobierne.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, se contabilizan el número de entradas y salidas que posee cada equipo y en número de equipos que existe en cada zona. Al determinar el número total de entradas y salidas por zona se podrá saber cuantos controladores y cuantos módulos de expansión son necesarios en ella; puesto que cada 6400 tiene la capacidad de manejar ocho entradas y ocho salidas; además puede manejar hasta tres módulos de expansión I/O, los que a su vez reciben cada uno ocho entradas y ocho salidas.

En el anexo B, por medio de un diagrama unifilar, se detalla la ubicación de los equipos del sistema de climatización del hospital así como también el nombre, cantidad de controladores y sus respectivos módulos de expansión.

3.5 DISEÑO DEL PLAN DE PRUEBAS.

Con el fin de garantizar la correcta instalación y funcionamiento del sistema se elaboró el siguiente plan de pruebas.

CHEQUEO DE DOCUMENTACIÓN

El propósito de este punto es revisar toda la documentación relevante a la implementación y puesta en marcha del proyecto

CHEQUEO DE INVENTARIO HARDWARE Y SOFTWARE

El propósito de este documento es verificar las cantidades, dimensiones, pintura, etc. del hardware incluido en la arquitectura están de acuerdo con los documentos relevantes. Adicional a esto, se verificarán las licencias de software y los spares considerados.

CHEQUEO DE EQUIPOS

Verificación de las actividades complementarias necesarias para un correcto funcionamiento.

GRADO DE SEGURIDAD DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS:

Entrega de certificaciones.

CERTIFICADOS DE LOS COMPONENTES Y DEL VENDEDOR

Todos los dispositivos deben estar certificados así como el personal técnico asociado a las pruebas; también los equipos de diagnóstico deben ser los apropiados y certificados para el sistema.

CHEQUEO DE EQUIPOS

Realización de los test asociados a los dispositivos o equipos electrónicos antes de su interconexión.

CHEQUEO DE CIRCUITO DE CONEXIÓN A TIERRA

Realizar diagnóstico de conexionado a tierra, como sistema de aislamiento para protección a los equipos.

CHEQUEO DE LOS CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN

Realización de pruebas de carga y continuidad de los circuitos de alimentación.

VERIFICACIÓN DEL CONEXIONADO

Todas las identificaciones de gabinetes, módulos y cables deben ser verificadas para asegurar que las variables, colores y ubicación física son los apropiados. A su vez debe verificarse el cableado realizando pruebas de cortocircuito y continuidad (donde aplique) y simulando valores monitoreando la respuesta en el sistema de control y monitoreo.

TEST SIN ENERGIA

Los test sin energía involucran el chequeo del cableado e inspección visual del equipamiento. El propósito de esta verificación es garantizar:

- Cumplimiento del hardware instalado con lista de materiales y diagramas del sistema.
- Los últimos cambios se encuentren incorporados al equipamiento.

INSPECCIÓN VISUAL

Se deben verificar las siguientes características en cada uno de los componentes:
Montaje Correcto, estética, cantidad., Identificación/Rotulado.

Luego de la inspección visual el sistema será energizado de manera ordenada, y se probará su funcionalidad. Estas pruebas deben realizarse utilizando herramientas estándar de diagnóstico. Se revisará y registrará la integridad de cada componente individual.

VERIFICACIÓN DE REDES DE COMUNICACIÓN

VERIFICACIÓN DE RED CCN (CARRIER COMFORT NETWORK)

La red CCN empezará a verificarse en el controlador mediante consultas de su dirección lógica desde un computador personal. El estado de las comunicaciones con los I/O esclavos del sistema se verificará mediante procedimientos de consulta desde un equipo maestro (Controlador 6400) hacia equipos esclavos ejecutando rutinas que permitan leer datos desde los dispositivos esclavos.

TEST CON ENERGIA

Verificar que el sistema no tenga problemas en el arranque o en la carga y además que el funcionamiento se encuentre dentro de los parámetros especificados.

CERTIFICADO DE PROTECCIÓN TÉRMICA

Certificado de protección de equipos por sobre calentamiento (breakers de control).

SOFTWARE Y PROGRAMACIÓN

Pruebas de Software, verificación de acciones upload/download, programación de rutinas, secuencias lógicas, base de datos, funciones de diagnóstico que garanticen el normal desenvolvimiento ante cambios o actualizaciones en la programación del Controlador.

TEST DE ALARMAS

Verificar el comportamiento del sistema ante posibles fallas en el proceso u operación. Este test se basará en la simulación de señales forzando la activación de alarmas las mismas que deberán visualizarse en el monitoreo.

CAPÍTULO 4

CONFIGURACIÓN DE LA RED DE CONTROL Y MONITOREO

La red de control y monitoreo esta formada por la interconexión de los dispositivos de control 6400 y la PC. Esta interconexión tiene una topología tipo bus, donde la PC es un elemento más del mismo, como se muestra en la figura 4.1. Para formar parte de la red, cada 6400 debe tener una dirección lógica única que los identifique; además de una dirección física que determina si se trata de un elemento más de la red o la extensión de algún 6400.

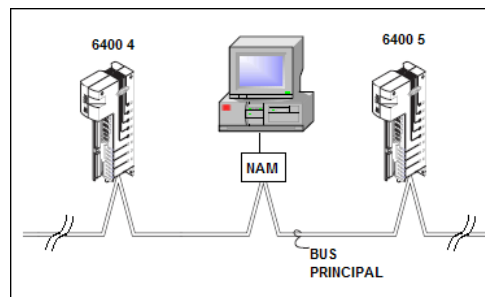


Figura 4.1 Esquema de red de control y monitoreo

Una vez creada la red física, configuramos la manera lógica en que se agruparán los controladores, en este proyecto se agruparán de acuerdo a las zonas establecidas en el capítulo anterior. De esta manera se creará la red de control y dentro de ella las áreas

de trabajo en donde se agruparan propiamente todos los controladores para poder proceder a configurar cada uno de ellos.

4.1 DIRECCIONAMIENTO DE DISPOSITIVOS DE CONTROL

4.1.1 DIRECCIÓN FÍSICA

Tanto los 6400 como los módulos de expansión poseen seis juegos de “dip switch” (figura 4.2). El primero de estos, SW1, es un switch de ocho pines. Los seis primeros pines sirven para indicar el número del primer canal (entrada o salida) que le corresponde a ese dispositivo; por ejemplo: si se trata de un 6400, el número del primer canal será uno. Si se tratase del segundo módulo de expansión I/O de algún 6400; el número del primer canal será diecisiete. Estos números se representaran en código binario en el switch de direccionamiento SW1.

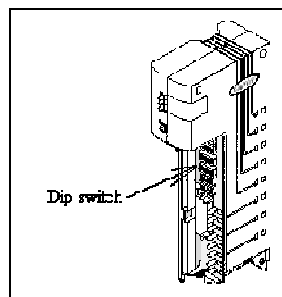


Figura 4.2 Ubicación de “dip switch” en 6400

4.1.2 DIRECCIÓN LÓGICA

Para poder cargar los 6400 en el programa que los configura, es necesario que cada uno tenga una dirección lógica única. Este direccionamiento se lo realiza a través del

programa Serach de Carrier®. En este programa se le asigna a cada controlador 6400 un número entero, el mismo que usualmente corresponde a la posición física que ocupa este dispositivo en el bus de interconexión. Los I/O no son direccionables lógicamente, puesto que para el sistema estos no existen son simplemente la continuación del 6400 del que dependen. La interface de direccionamiento lógico se muestra en la figura 4.3.

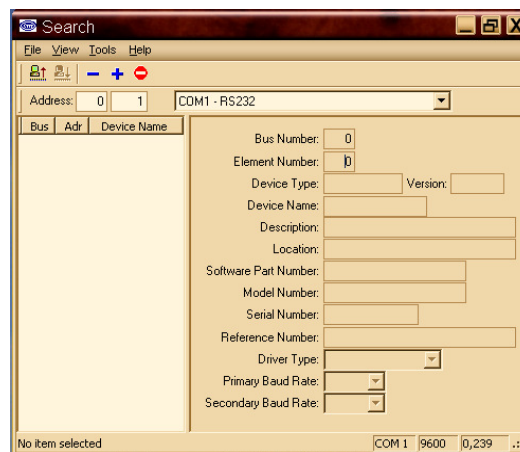


Figura 4.3 Cuadro de diálogo interface de direccionamiento

4.2 RED DE CONTROL CCN

El software ComfortVIEW™ posee una herramienta muy poderosa llamada Carrier Network Manager (CNM). Este es el programa que sirve como interface para crear redes de control, configurar lógicamente las entradas y salidas (canales), los setpoints, las funciones y los algoritmos en los dispositivos de control.

El CNM muestra gráficamente las redes CCN, las áreas, controladores y tablas que conforman la base de datos en el software ComfortVIEW™ a través de un directorio “árbol” con estructura ramificada similar a la del administrador de archivos de Windows

En el software CNM las redes de control, formadas por la interconexión de varios 6400 (64 como máximo), son denominadas CCN de las siglas en inglés para red de comfort Carrier (Carrier Comfort Network). Al cable de comunicaciones que interconecta físicamente un 6400 con otro se lo denomina bus principal CCN.

4.2.1 PROCEDIMIENTO PARA CREAR UNA RED DE CONTROL CCN

Para crear una red de control CCN primero se ingresa a la ventana System Overview del CNM y luego se realiza lo siguiente:

- Hacer clic izquierdo en el icono System Overview y seleccionar New.
- Aparecerá el cuadro de diálogo mostrado en la figura 4.4.

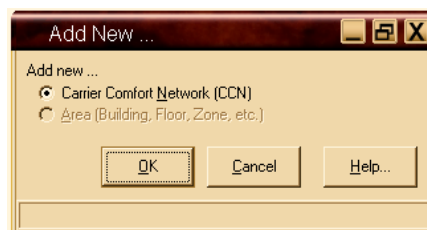


Figura 4.4 Cuadro de diálogo para agregar nuevo CCN

En este cuadro se selecciona la opción Carrier Comfort Network (CCN) y se da clic en OK.

- Aparecerá un nuevo cuadro de diálogo, que se muestra en la figura 4.5, en el que se le da un nombre y un número únicos a la red.

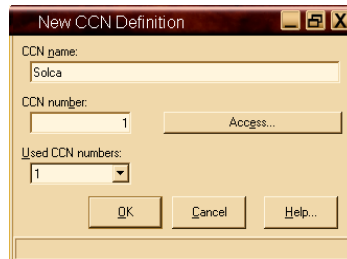


Figura 4.5 Cuadro de definición de CCN

- En este mismo cuadro de diálogo se ingresa a la opción Access... y se define el tipo de acceso a la red, en el cuadro de diálogo que aparece en la figura 4.6.

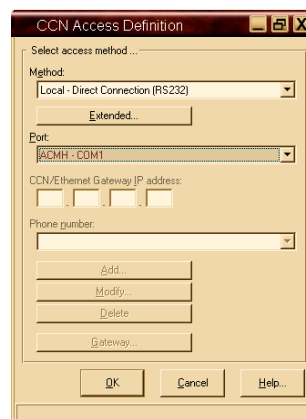


Figura 4.6 Cuadro de diálogo definición de acceso al sistema

En el casillero Method se seleccionará la opción Local – Direct Connection (RS232), debido a que la computadora de control y monitoreo está conectada a la red mediante un convertidor RS485/RS232 llamado NAM. Puesto que este convertidor está conectado al puerto serial de la computadora, en la opción Port se seleccionará ACMH – COM1.

- Finalmente se da clic en OK y aparecerá creada la nueva red CCN en la ventana System Overview, como se muestra en la figura 4.7.

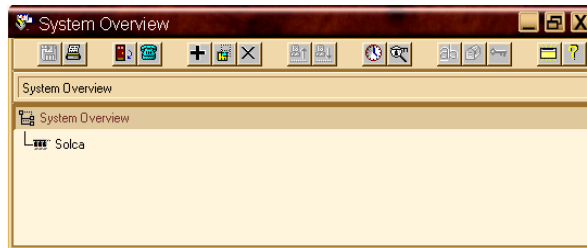


Figura 4.7 System overview

En este proyecto existe un solo CCN denominado SOLCA.

4.3 AREAS DE TRABAJO

Cada CCN agrupa dentro de sí las diferentes áreas de trabajo controladas; ya sean estos edificios, pisos o áreas. Dentro de estas áreas de trabajo se encuentra la base de datos de todos los dispositivos de control.

4.3.1 PROCEDIMIENTO PARA CREAR UNA AREA DE TRABAJO

Una vez creada el nuevo CCN se procede a crear las áreas de trabajo dentro del mismo. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

- Dar clic izquierdo en el CCN al que se le deseen incluir áreas de trabajo y seleccionar New.
- Aparecerá el cuadro de diálogo mostrado anteriormente en la figura 4.2. Aquí se deberá seleccionar la opción Area (Building, Floor, Zone, etc.). Lugo se debe dar clic en OK.

- Enseguida se mostrará el cuadro de diálogo mostrado en la figura 4.8, en el cual se le asignará el nombre al área de trabajo y luego se deberá dar clic en OK.

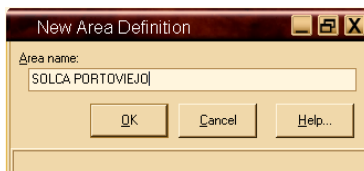


Figura 4.8 Cuadro de diálogo para definición de área de trabajo

Finalizado este procedimiento en la ventana System Overview se visualizará la información mostrada en la figura 4.9

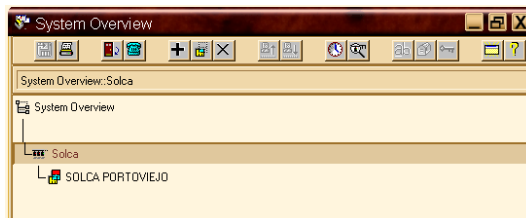


Figura 4.9 Pantalla system overview con CCN y área de trabajo generados

Cada que sea necesario añadir otra área de trabajo al CCN, se deberá seguir este mismo procedimiento. En este proyecto existe una única área de trabajo denominada SOLCA PORTOVIEJO.

4.4 PROCEDIMIENTO PARA AGREGAR DISPOSITIVOS DE CONTROL A UN AREA DE TRABAJO.

Dentro del área de trabajo SOLCA PORTOVIEJO se añadirán todos los controladores correspondientes a este proyecto, en total son nueve. Para esto se debe seguir los pasos detallados a continuación.

- Dar doble clic en el área de trabajo para abrirla.
- Dentro de la ventana de área de trabajo que se muestra en la figura 4.10 dar clic derecho.



Figura 4.10 Ventana de área de trabajo

- Aparecerá el cuadro de diálogo mostrado en la figura 4.11. En el campo Element name se ingresa el nombre para el controlador, que no excederá de ocho caracteres. En el campo Element description se puede anotar una breve descripción del controlador, este dato es opcional y se pueden ingresar hasta un máximo de veinticuatro caracteres.

En el campo Bus se indica el número del bus al que pertenece el controlador, en este caso cero; este número puede ser cualquier número entero desde cero hasta doscientos treinta y nueve.

En el campo Sort key indica la posición en la que se mostrara por pantalla el controlador en la lista de controladores.

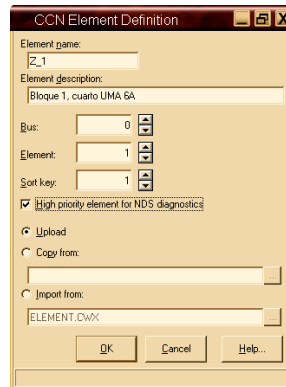


Figura 4.11 Cuadro de diálogo para definición de elementos en la red CCN

De los campos Upload, Copy from, Import from, seleccionamos el campo Upload, con esta opción se copiaran todas las tablas de configuración del controlador actual a la base de datos del ComforVIEW™.

- Luego se debe hacer clic en OK.

Una vez finalizado este procedimiento se habrá cargado en la base de datos del ComforVIEW™ toda la información necesaria para configurar el controlador. La pantalla que se muestra en la figura 4.12 es la resultante luego de finalizar con éxito el proceso descrito anteriormente.

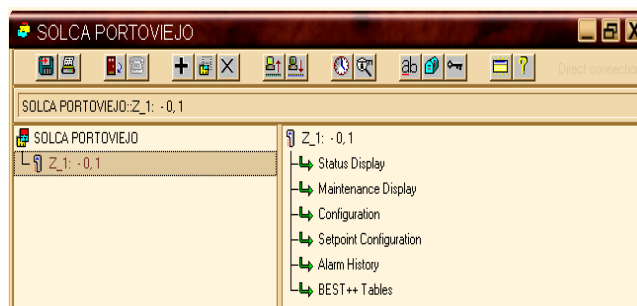


Figura 4.12 Área de trabajo Solca con zona 1 cargada en la base de datos

Este procedimiento debe repetirse para cada controlador conectado a la red CCN. En este caso, la base de datos que resulta de cargar todos los elementos del sistema al ComfortVIEW™ se muestra en la figura 4.12.

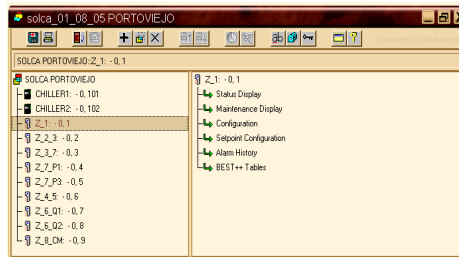


Figura 4.13 Área de trabajo Solca con todas las zonas cargada en la base de datos

Los ítems CHILLER 1 y CHILLER 2 de la figura 4.13 corresponden a las bases de datos que muestran los enfriadores de agua de este sistema. Estos equipos poseen su propio controlador, programado en fábrica, compatible con la red CCN. Las bases de datos, pertenecientes a estos controladores, se cargan en el ComfortVIEW™ siguiendo el mismo procedimiento para cargar las bases de datos de los controladores 6400. Los algoritmos que residen en los controladores de los enfriadores no son modificables. A través del sistema de control y monitoreo se puede visualizar los parámetros de operación de los enfriadores, modificar horarios y visualizar estados de alarma; pero todas las rutinas que controlan a los enfriadores no son modificables.

CAPÍTULO 5

CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL – 6400 (Carrier Network Manager- Configure Controller)

Una vez cargadas las tablas de configuración de los 6400 en la base de datos del ComfortVIEW™ se debe completar el siguiente esquema para configurar los controladores.

- Configurar entradas y salidas:
- Configuración física (dip switch).
- Configuración lógica (hardware points).
- Cargar y configurar algoritmos.
- Configurar setpoints.
- Configurar funciones.

5.1 CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

En el capítulo 3 sección 3.3, la tabla 3.4 nos muestra un detalle de entradas y salidas de cada equipo del sistema de climatización. Estas entradas y salidas se clasifican como sigue: entradas digitales (ED), entradas analógicas (EA), entradas de temperatura (ET), salidas digitales (SD) y salidas analógicas (SA).

- Las entradas digitales son generadas por el accionamiento de contactos secos perteneciente a los siguientes dispositivos:
- Sensor de estado de bomba de agua (SPS-bombas de agua de circuitos primario y secundario)
- Relé térmico (TF-motores de bombas de agua, ventiladores de UMA, ventiladores de suministro y extracción de aire)
- Sensor de estado de ventilador (SFS-ventiladores de UMA, ventiladores de suministro y extracción de aire)
- Nivel de agua de torre (TL-torre de enfriamiento)
- Selector de dos posiciones (O-U en quirófanos, indica quirófano en uso o desocupado)

Las entradas analógicas son señales de corriente de 4 a 20 mA y son generadas por:

- Sensor de diferencial de presión (SDP-bombas del circuito secundario)
- Variador de velocidad de bombas del circuito secundario (FV)
- Sensor de humedad relativa (RH-quirófanos)

Las entradas de temperatura son generadas por termistores cuyo valor ohmico va de 0 a 10 K Ω . Según el lugar en el que sensan la temperatura son:

- Sensor de temperatura de aire en ducto de mando (SAT)
- Sensor de temperatura ambiente (SPT)

Las salidas digitales, en este caso, son señales que toman valores de 0 ó 24 Vdc, generadas por los controladores para realizar las siguientes acciones:

- Encendido/apagado bomba de agua (SP-circuitos primario y secundario)
- Encendido/apagado de ventilador de torre (SF)
- Encendido/apagado de ventilador de UMA (SF)
- Apertura o cierre de compuertas (CG-toma de aire fresco en manejadoras de aire de quirófanos)
- Encendido/apagado de ventilador de extracción de aire (SF)
- Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire (SF)
-

Las salidas analógicas son señales generadas por los controladores y son de dos tipos: corriente de 4 a 20 mA y voltaje de 2 a 10 Vdc. La señal de 4 a 20 mA varía la velocidad de los motores de las bombas del circuito secundario, a través de los variadores de velocidad. La señal de 2 a 10 Vdc comanda los siguientes dispositivos:

- Actuador proporcional de válvula de dos vías (CV y PCV)
- Actuador proporcional de válvula de tres vías (HV)

En la tabla 5.1 se presenta un resumen del tipo de señal que le corresponde a cada clase de entrada y salida. En este proyecto existen tres tipos de entradas y tres tipos de salidas por configurar.

Tipo de Entrada	Tipo de Señal
ED	Contacto seco
EA	4 a 20 mA
ET	Termistor 0-10 K Ω
Tipo de Salida	Tipo de Señal
SD	0 ó 24 Vdc
SA	4 a 20 mA
SA	2 a 10 Vdc

Tabla 5.1 Tipos de entradas y salidas

5.1.1 CONFIGURACIÓN FÍSICA

En la figura 5.1 se muestra la ubicación del panel de configuración de entradas y salidas en el Comfort Controller 6400. Los switches SW2 y SW3 sirven para configurar el tipo de entrada a ser conectada en los canales del 1 al 8. Los switches SW4, SW5 y SW6 sirven para configurar el tipo de salida a ser conectada en los canales del 9 al 16.

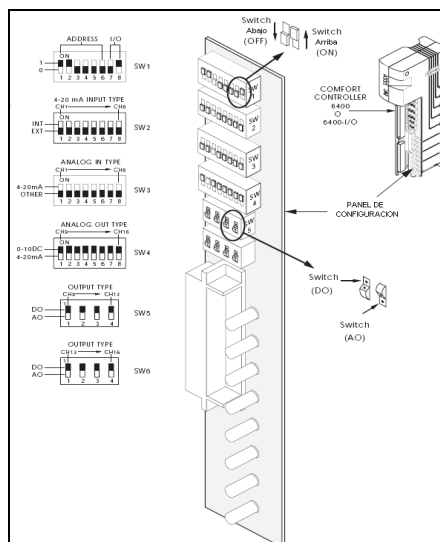


Figura 5.1 Panel de configuración de entradas y salidas en un 6400

En la tabla 5.2 se muestra la posición de los switch SW2 y SW3 de acuerdo a los tipos de entrada. En la tabla 5.3 se indica la posición de los switch SW4 y SW5 de acuerdo al tipo de salida.

Tipo de Entrada	SW2	SW3
Contacto seco 4 a 20 mA Termistor 0-10 K Ω	INT EXT INT	OTHER 4 - 20 mA OTHER

Tabla 5.2 Posición de los switches SW2 Y SW3 de acuerdo a la entrada

Tipo de Salida	SW 4	SW5	SW6
<u>0 ó 24 Vdc</u> Canales del 9 - 12 Canales del 13 - 16		DO	DO
<u>4 a 20 mA</u> Canales del 9 - 12 Canales del 13 - 16	4 - 20 mA 4 - 20 mA	AO	AO
<u>2 a 10 Vdc</u> Canales del 9 - 12 Canales del 13 - 16	0 - 10 dc 0 - 10 dc	AO	AO

Tabla 5.3 Posición de los switches SW4, SW5 y SW6 de acuerdo a la salida

5.1.2 CONFIGURACIÓN LÓGICA

En los controladores 6400 se debe configurar las entradas y salidas mediante el software ComfortVIEW™. Los canales a configurar se denominan “hardware points”. El tipo de “hardware point” que le corresponde a cada tipo de señal se muestra en la tabla 5.4.

A cada variable se le debe asignar nombre único y una descripción para que el controlador al que se conectan las pueda identificar. Este nombre se muestra en la tabla 3.5 del capítulo 3.

Tipo de Señal de entrada	Hardware point
Contacto seco 4 a 20 mA Termistor 0-10 KΩ	Sensed Discrete Input Custom Milliamp Input Temperature Input
Tipo de Señal de salida	Hardware point
0 ó 24 Vdc 4 a 20 mA 2 a 10 Vdc	Discrete Output Milliamp Output Custom Voltage Output

Tabla 5.4 Asignación de hardware points

Para crear los “hardware points” en los controladores se deben seguir estos pasos:

- Primero debemos ubicarnos en el área de trabajo que contenga el controlador a configurar, figura 4.12, en este caso el área de trabajo se llama SOLCA PORTOVIEJO.

- Luego damos un clic derecho sobre el controlador que deseamos configurar y escogemos la opción controller. Aparecerá el cuadro de diálogo Configure, mostrado en la figura 5.2. Aquí seleccionamos la pestaña Hardware.

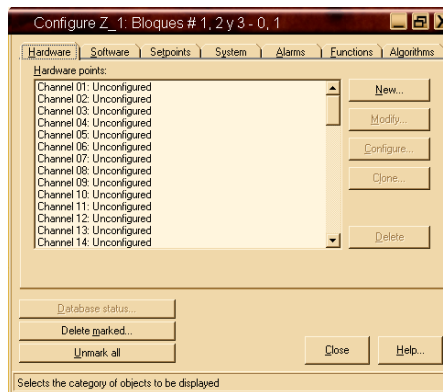


Figura 5.2 Cuadro de diálogo configure

En este cuadro de diálogo aparecen todos los canales que un Comfort Controller 6400 es capaz de manejar. Sólo se debe configurar el número de canales que el 6400 va a controlar. Los primeros 16 canales corresponden a las 8 entradas y 8 salidas que maneja el controlador, los siguientes canales pertenecen a los módulos de expansión 6400 I/O que estén conectados al controlador. A pesar que en pantalla aparecen siempre los 64 canales que un controlador puede manejar, sólo pueden ser configurados los canales que físicamente existan.

Para empezar la declaración de variables se debe seleccionar el canal que se va a habilitar y se escoge la opción New.

- Aquí aparecerá el cuadro de diálogo Object Definition que se muestra en la figura 5.3.

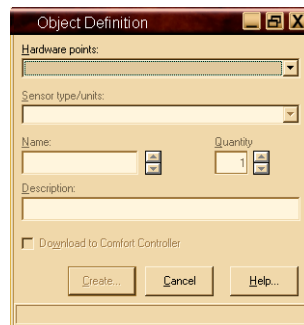


Figura 5.3 Cuadro de diálogo para definición de hardware point

Al abrir el menú desplegable Hardware point, aparecerá una lista del tipo de hardware points que pueden ser configurados en las entradas y salidas del controlador. Se selecciona el que corresponda y los campos que siguen se llenan dependiendo del tipo de hardware point.

A continuación se describirá como se debe continuar con la configuración de este cuadro según el tipo de hardware point que se emplea en este proyecto.

5.1.3 CONFIGURACIÓN DE LOS PUNTOS DE HARDWARE (HARDWARE POINTS)

5.1.3.1 ENTRADAS DISCRETAS (SENSED DISCRETE INPUT)

Convierte la entrada de un contacto seco en un estado lógico que asume unidades de acuerdo a lo seleccionado en la tabla de unidades disponibles. Las variables que se deben declarar en los controladores como entradas discretas (Sensed Discrete Input) son:

- Sensor de estado de bomba de agua SPS_BAXXX
- Relé térmico bomba de agua fría/de torre TF_BAXXX
- Sensor de estado de ventilador de torre SFS_TX
- Nivel de agua de torre TL_TX
- Relé térmico ventilador de torre TF_TX
- Sensor de estado de ventilador unidad manejadora de aire SFS_XXX
- Relé térmico ventilador de UMA TF_XXX
- Selector de modo Operación/No operación O – U_QX
- Sensor de estado de ventilador de extracción de aire SFS_EXX
- Sensor de estado de ventilador de suministro de aire SFS_SXX

El cuadro mostrado en la figura 5.3 se debe completar como sigue:

En el campo Hardware Points, se selecciona la opción Sensed Discrete Input y los demás campos del cuadro; Sensor type units, Name y Description: se deben llenar de acuerdo a la tabla 5.5.

Sensores	Sensor Type/units	Name	Decription
Sensor de estado de bomba de agua	On/Off	SPS_BAXXX	Estado bomba BAXXX
Relé téxico bomba de agua fría/de torre	Normal/Alarm	TF_BAXXX	Falla térm. BAXXX
Sensor de estado de ventilador de torre	On/Off	SFS_TX	Estado vent. BAXXX
Nivel de agua de torre	Normal/Alarm	TL_TX	Nivel H2O Torre TX
Relé téxico ventilador de torre	Normal/Alarm	TF_TX	Falla térm. Vent. TX
Sensor de estado de ventilador UMA	On/Off	SFS_XXX	Estado Vent. UMAXXX
Relé téxico ventilador de UMA	Normal/Alarm	TF_XXX	Falla térm. Vent. UMAXXX
Selector de modo Operación/No operación	Open/Close	O-U_QX	Estado de Quirófano X
Sensor de estado de ventilador de extracción de aire	On/Off	SFS_EXXX	Estado Vent. VEXXX
Sensor de estado de ventilador de suministro de aire	On/Off	SFS_SXXX	Estado Vent. VSXXX

Tabla 5.5 Configuración de entradas discretas

Luego de completar todos los campos del cuadro de diálogo de la figura 5.3, se selecciona la opción *create*. Aparecerá un nuevo cuadro de diálogo llamado Configuration Decisión, figura 5.4.

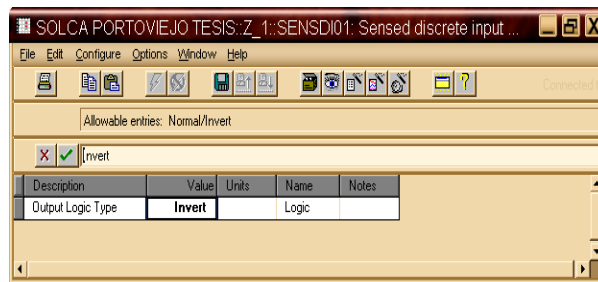


Figura 5.4 Cuadro de configuración de lógica de conversión

Aquí se configura la lógica de conversión que será empleada para cada entrada. Las opciones son: Normal o Invert. La opción Normal corresponde a la lógica estándar, es decir, que en el programa interface con el operador la variable se mostrará *on* cuando el contacto del sensor, para esta entrada directa, esté cerrado y *off* cuando el contacto esté abierto. La opción Invert corresponde a la lógica inversa, es decir, en el ComfortVIEW se mostrará *off* cuando el contacto del sensor se cierre y *on* cuando el contacto se abra.

5.1.3.2 ENTRADAS ANÁLOGAS (CUSTOM MILLIAMP INPUT)

Convierte una señal de entrada, con un rango máximo de 0 - 20 mA, a unidades configurables. En el anexo C se muestra una lista de las unidades disponibles y sus rangos de conversión.

La ecuación para la conversión de la señal de entrada es:

$$[(Entrada - Entrada\ final\ baja) * (Punto\ de\ conversi3n\ alto - Punto\ de\ conversi3n\ bajo) / (Entrada\ final\ alta - Entrada\ final\ baja)] + Punto\ de\ conversi3n\ bajo$$

La conversi3n es una interpolaci3n lineal de la se1al de entrada, entre los l3mites bajo y alto de la misma. En la figura 5.5 se ilustra la conversi3n con una gr1fica Valor de conversi3n vs. Valor de la entrada.

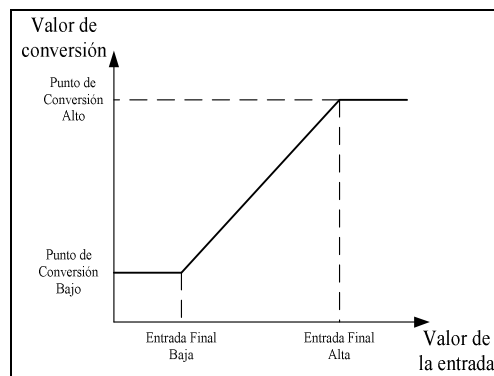


Figura 5.5 Interpolaci3n lineal de la se1al de entrada

Las variables que deben ser declaradas como entradas an1logas (Custom Milliamp Input) son:

- Porcentaje de funcionamiento de la bomba de agua fr3a FV_BAFXX
- Sensor de presi3n diferencial SDP_BAFXX
- Sensor de humedad relativa RH_QX

En el cuadro de definici3n de objeto (Objet Definition) (figura 5.3), en el campo Hardware point, se selecciona la opci3n Custom Milliamp Input; el resto de los campos de este cuadro se llenan seg1n la tabla 5.6.

Sensores	Sensor Type/units	Name	Decription
Porcentaje de funcionamiento de la bomba de agua fría	Percent	FV_BAFX X	Porcentaje de funcionamiento bomba BAFXX
Sensor de presión diferencial	Percent	SDP_BAF XX	Porcentaje de variación de presión bomba BAFXX
Sensor de humedad relativa	Percent	RH_QX	Humedad Relativa QX

Tabla 5.6 Configuración de salidas analógicas de 4 a 20 mA

Al crear el hardware point, Custom Milliamp Input, aparecerá el cuadro de diálogo mostrado en la figura 5.6, este es el cuadro de configuración; los campos: Low Input Endpoint, High Input Endpoint, Low Conversion Endpoint, High Conversion Endpoint y Externally Powered siempre deben ser configurados, los otros dos son de configuración opcional.

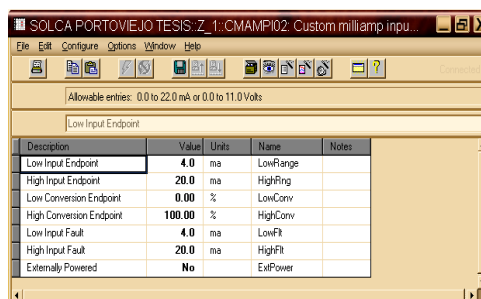


Figura 5.6 Configuración de salidas analógicas de 4 a 20 mA

• CAMPOS DE CONFIGURACIÓN

Low Input Endpoint. En este campo se indica el valor mínimo de la entrada que será convertido. Si la señal tomase valores por debajo del especificado aquí, el valor computado será el Low Input Endpoint. Los valores admitidos en este campo están en el rango de 0.0 a 22.0 mA, el valor por defecto es 4.0.

High Input Endpoint. Aquí se indica el máximo valor de la entrada que será convertido. Si la señal de entrada sobrepasara lo especificado en este campo, el valor computado será el High Input Endpoint. Los valores admitidos en este campo están en el rango de 0.0 a 22.0 mA, el valor por defecto es 20.0.

Low Conversion Endpoint. Se debe configurar este campo para indicar el valor de la conversión cuando la señal de entrada es menor o igual al Low Input Endpoint. Las unidades de este valor y el rango de valores permitidos, dependerán de lo seleccionado en el campo Sensor type / units, de la figura 5.3.

High Conversion Endpoint. En este campo se indica el valor de conversión cuando la señal toma valores mayores o iguales al High Input Endpoint. Las unidades de este valor y el rango de valores permitidos, dependerán de lo seleccionado en el campo Sensor type / units, de la figura 5.3.

Low Input Fault. La configuración de este campo es opcional y sirve para especificar el límite inferior, que indica que la señal emitida por el sensor está fuera de rango. Los valores permitidos en este campo van desde 0.0 a 22.0 mA y el valor por defecto es 4.0.

High Input Fault. La configuración de este campo es opcional y sirve para especificar el límite superior, que indica que la señal emitida por el sensor está fuera de rango. Los valores permitidos en este campo van desde 0.0 a 22.0 mA y el valor por defecto es 4.0.

Externally Powered. Este campo se debe configurar para indicar cuando el sensor conectado a este canal está energizado por una fuente externa. Los valores permitidos aquí son: No/Yes, el valor por defecto es No.

5.1.3.3 ENTRADAS DE TEMPERATURA (TEMPERATURE INPUT)

Una entrada es un hardware point que convierte una señal de entrada resistiva, proveniente de un termistor, en unidades de temperatura. Las variables que se deben declarar como entradas de temperatura (Temperature Input) son:

- Sensor de temperatura de aire en ducto de mando SAT_XXX
- Sensor de temperatura ambiente SPT_XXX

En el campo Hardware point, del cuadro object definition (figura 5.3) se escoge la opción Temperatura input, y los demás campos del cuadro se llenan según la tabla 5.7.

Sensores	Sensor Type/units	Name	Description
Sensor de temperatura de aire en ducto de mando	YSI 10K Thermistor	SAT_XX	Temp. mando XXX
Sensor de temperatura ambiente	YSI 10K Thermistor	SPT_XX	Temp. retorno XXX

Tabla 5.7 Configuración de entradas de temperatura

Una vez creada la entrada de temperatura aparece el cuadro configuración mostrado en la figura 5.7. Aquí se indica el valor que se debe sumar o restar del valor de temperatura convertido, para compensar la inexactitud del sensor; esta configuración es opcional.

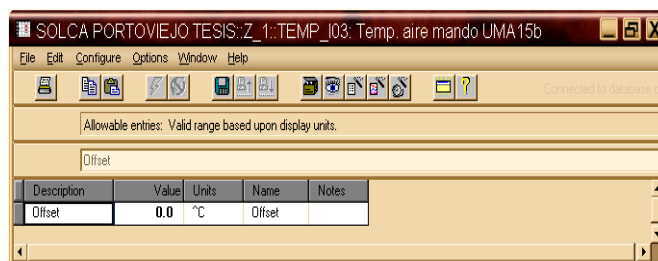


Figura 5.7 Configuración de entradas de temperatura

5.1.3.4 SALIDAS DISCRETAS (DISCRETE OUTPUT)

Es un hardware point que convierte un estado enviado por el controlador, en una señal de salida configurable que es usada para manejar un relé. Para una lista de las unidades que pueden ser asignadas a esta entrada, referirse al anexo D. Las salidas que deben ser declaradas como salidas discretas (discrete output) son:

- Encendido/apagado boma de agua fría SP_BAXXX.
- Encendido/apagado de la bomba de agua de torre SP_BAXXX.
- Encendido/apagado de ventilador de torre SF_TX.
- Encendido/apagado de ventilador de UMA SF_XXX.
- Actuador todo/nada de compuertas (toma de aire fresco) CG_QX.
- Encendido/apagado de ventilador de extracción de aire SF_EXXX.
- Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire SF_SXXX.

En el cuadro object definition, campo hardware point, se debe seleccionar la opción discrete output, y los campos restantes se configuran de acuerdo a la tabla 5.8.

Sensores	Sensor Type/units	Name	Description
Encendido/apagado boma de agua fría	Start/Stop	SP_BAXXX	On/Off bomba BAXXX
Encendido/apagado de la bomba de torre	Start/Stop	SP_BAXXX	On/Off bomba BAXXX
Encendido/apagado de ventilador de torre	Start/Stop	SF_TX	On/Off vent. TX
Encendido/apagado de ventilador de UMA	Start/Stop	SF_XXX	On/Off vent. UMAXXX
Actuador todo/nada de compuertas (toma de aire fresco)	Open/Closure	CG_QX	Abto/Cerr. comp. UMA QX
Encendido/apagado de ventilador de extracción de aire	Start/Stop	SF_SXX	On/Off vent. VEXXX
Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire	Start/Stop	SF_EXX	On/Off vent. VSXXX

Tabla 5.8 Configuración de salidas digitales

Una vez creados estos puntos aparecerá el cuadro de configuración de la figura 5.8. En este cuadro se muestran características que deben ser configuradas para este tipo de salida.



Figura 5.8 Configuración de salidas digitales

• CAMPOS DE CONFIGURACIÓN

Output Logic Type. Sirve para indicar la lógica de conversión a emplearse. En este campo se puede elegir entre lógica estándar (opción Normal) y lógica inversa (opción Invert). En lógica estándar, cuando el algoritmo que maneja la salida determina que ésta debe ser 0, la salida se desactiva (off). Cuando el algoritmo determina que la salida debe ser 1, ésta se activa (on).

Minimum On Time. En este campo se indica el número de segundos que la entrada debe permanecer encendida. Los valores permitidos en este campo van desde 0 a 3600 segundos, el valor por defecto es 0.

Minimum Off Time. Aquí se configura el número de segundos que la entrada debe permanecer apagada. Los valores permitidos en este campo van desde 0 a 3600 segundos, el valor por defecto es 0.

Delay Time. Indica el número de segundos que debe retardarse el encendido de una salida. Los valores permitidos en este campo van desde 0 a 3600 segundos, el valor por defecto es 0.

5.1.3.5 SALIDAS ANALÓGICAS DE CORRIENTE (MILLIAMP OUTPUT)

Es un hardware point que convierte un valor calculado de entrada, con un rango de unidades estándar, en una salida con un rango pre configurado de 4 a 20 mA. Una lista de las unidades disponibles se muestra en el anexo C. La salida que debe ser declarada como analógica de corriente (Milliap Output) es:

- Variación de velocidad de la bomba de agua VSP_BAFXX.

Se debe elegir la opción milliamp output, en el campo hardware point de la figura

5.9. Los otros campos se deben llenar como sigue, tabla 6.9:

Sensores	Sensor Type/units	Name	Decription
Variación de velocidad de la bomba de agua	Percentage 0-100% (4 - 20 mA)	VSP_BAFX X	% funcionamiento BAFXX

Tabla 5.9 Configuración de salidas analógicas de 4 a 20 mA

Una vez configurados los campos la salida quedará definida por completo.

5.1.3.6 SALIDAS ANALÓGICAS DE VOLTAJE (CUSTOM VOLTAGE OUTPUT)

Una salida de este tipo convierte una señal de entrada, con unidades configurables, en una señal de salida con un rango de 0 a 11 Vdc. En el anexo C se encuentra una lista de las unidades disponibles para esta salida, y sus respectivos rangos de configuración.

La conversión es una interpolación lineal de la señal de entrada, entre los límites bajo y alto de la misma. En la figura 5.9 se ilustra la conversión con una gráfica Valor de conversión vs. Valor de la entrada.

La ecuación para la conversión de la entrada es:

$$[(Entrada - Punto\ de\ conversi3n\ bajo) * (Salida\ final\ alta - Salida\ final\ baja) / (Punto\ de\ conversi3n\ alto - Punto\ de\ conversi3n\ bajo)] + Salida\ final\ baja$$

Las variables que deben ser declaradas como salidas anal3gicas de voltaje (Custom Voltage Output) son:

- Actuador propocional de v3lvula de dos v3as CV_XXX.
- Actuador propocional de v3lvula de dos v3as pre-enfriamiento PCV_QX.
- Actuador propocional de v3lvula de tres v3as agua caliente HV_QX.

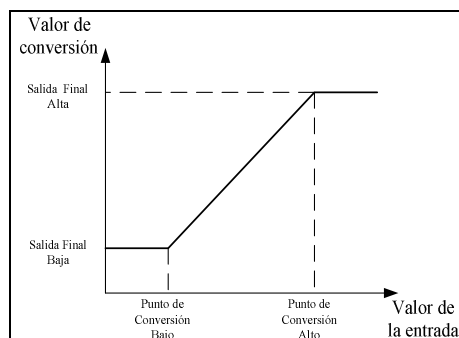


Figura 5.9 Interpolaci3n lineal de la se1al de salida de 2 a 10 Vdc

En el campo hardware point de la figura 5.3, se debe seleccionar la opci3n Custom voltage out, y luego completar los campos del cuadro seg3n la tabla 5.10.

Sensores	Sensor Type/units	Name	Decription
Actuador propocional de válvula de dos vías	Percent	CV_XXX	% apertura val enf UMA XXX
Actuador propocional de válvula de dos vías pre-enfriamiento	Percent	PCV_QX	% apertura val pre enf UMA QX
Actuador propocional de válvula de tres vías agua caliente	Percent	HV_QX	% apertura val desh UMA QX

Tabla 5.10 Configuración de salidas analógicas de 2 a 10 Vdc

Luego de crear esta salida, aparecerá un cuadro de diálogo mostrado en la figura



Figura 5.10 Configuración de salidas analógicas de 2 a 10 Vdc

• CAMPOS DE CONFIGURACIÓN

Low Output Endpoint. En este campo se indica el mínimo valor que puede tomar la salida, como resultado de la conversión de la entrada. Los valores permitidos en este campo van de 0.0 a 11.0 Voltios, el valor por defecto es 2.0.

High Output Endpoint. En este campo se indica el máximo valor que puede tomar la salida, como resultado de la conversión de la entrada. Los valores permitidos en este campo van de 0.0 a 11.0 Voltios, el valor por defecto es 10.0.

Low Conversion Endpoint. Se debe configurar este campo para indicar el valor de la conversión, que tomará la salida, cuando la señal de entrada es menor o igual al Low Conversion Endpoint. Las unidades de este valor y el rango de valores permitidos, dependerán de lo seleccionado en el campo Sensor type / units, de la figura 5.3.

High Conversion Endpoint. En este campo se indica el valor de conversión cuando la señal toma valores mayores o iguales al High Conversion Endpoint. Las unidades de este valor y el rango de valores permitidos, dependerán de lo seleccionado en el campo Sensor type / units, de la figura 5.3.

5.2 ALGORITMOS DE CONTROL.

Un algoritmo está formado por una o más rutinas de control, horarios, o variables de entrada y salida. El controlador 6400 posee rutinas preprogramadas, formadas por un grupo de procesos, que permiten controlar y monitorear los diferentes dispositivos de un sistema de climatización. Los algoritmos empleados en este proyecto y los

dispositivos que estos controlan, se resumen en la tabla 5.11. Todos los algoritmos poseen campos de configuración obligatorios y campos opcionales.

Dispositivos a controlar	Algoritmos Empleados
Encendido/apagado bomba de agua fría/de torre Encendido/apagado de la bomba de agua fría	DO-Time Clock DO-Time Clock
Variador de velocidad de la bomba de agua	AO-Adaptive Control
Encendido/apagado de ventilador de torre	DO-Time Clock
Encendido/apagado de ventilador de UMA	DO-Time Clock
Actuador proporcional de válvula de dos vías	AO-Cooling CV
Actuador proporcional de válvula de dos vías pre-enfriamiento	AO-Cooling CV
Actuador proporcional de válvula de tres vías agua caliente	AO-Heating CV
Actuador todo/nada de compuertas (toma de aire fresco)	DO-Time Clock
Encendido/apagado de ventilador de extracción de aire	DO-Time Clock
Encendido/apagado de ventilador de suministro de aire	DO-Time Clock

Tabla 5.11 Algoritmos empleados en este proyecto

CONFIGURACIÓN DE ALGORITMOS

Para acceder a la programación debemos seleccionar la opción Algorithms, como se muestra en la figura 5.11.

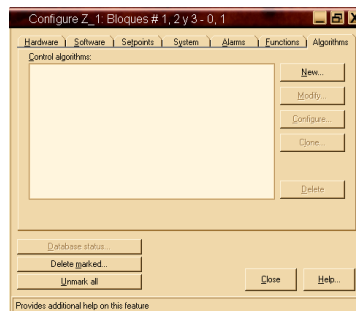


Figura 5.11 Cuadro de invocación de algoritmos

En esta ventana seleccionamos la opción New y aparecerá el cuadro Object definition; en este cuadro se selecciona que algoritmo se configurará (Control algorithm), el nombre y la descripción, figura 5.12

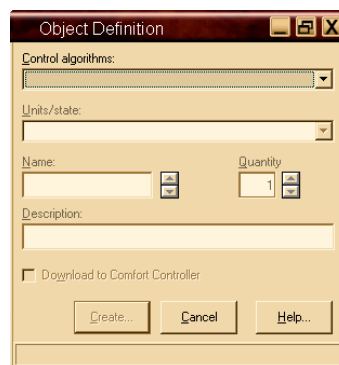


Figura 5.12 Cuadro de selección de algoritmos

5.3 SALIDA DISCRETA CONTROLADA POR RELOJ (DO-TIME CLOCK)

Este algoritmo controla una salida discreta basado en un estado de ocupación, dado por un horario programado (Time Schedule). También posee una función opcional, llamada ciclo de trabajo (Duty Cycle), que permite desactivar la salida hasta dos

veces por hora, durante los periodos de ocupación del algoritmo. Cuando la función ciclo de trabajo está desactivada, la salida se activa cuando el horario programado asociado entra en modo de ocupación, y se desactiva cuando el horario programado entra en modo de desocupación. Cuando la función ciclo de trabajo está activada, la salida se activa y desactiva, de acuerdo a los tiempos de apagado programados.

El horario programado indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el horario para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado.

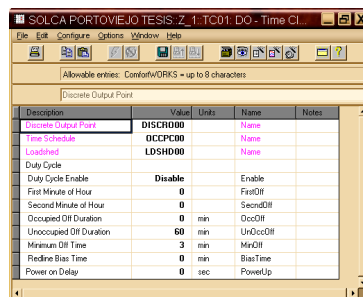


Figura 5.13 Cuadro de configuración de algoritmo Time Clock

El cuadro de configuración para este algoritmo se muestra en la figura 5.13. Los campos Discrete Output Point y Time Schedule, son de configuración obligatoria; el resto de los campos son de configuración opcional.

Discrete Output Point. En este campo se define que salida directa está controlando el algoritmo. Las salidas que este algoritmo puede controlar, y que han sido previamente declaradas como Discrete Output, aparecen en un menú al presionar la

tecla F7 mientras la celda en donde se almacenara la variable esté activa. El valor por defecto de este campo es DISCRO00.

Time Schedule. Indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el Time Schedule para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. Los valores permitidos en este campo son: OCCPCxx, donde xx toma el valor del número de la función. El valor por defecto de este campo es OCCPC00.

5.4 CONTROL ADAPTANTE (AO- ADAPTIVE CONTROL)

Este algoritmo provee control a una señal analógica basado en un lazo de control PID.

El horario programado indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el horario para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. El Setpoint Schedule permite configurar los puntos de control altos y bajos para los estados de ocupación del algoritmo.

En la figura 5.14 se muestra el cuadro de configuración del algoritmo, en este los campos Analog Output Point, Status Point, Setpoint Schedule y Control Point; son de configuración obligatoria.

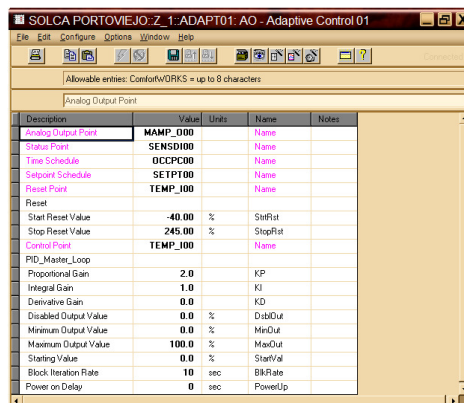


Figura 5.14 Cuadro de configuración de algoritmo Adaptive Control

Analog Output Point. En este campo se especifica la salida analógica que será controlada por este algoritmo. Las salidas que este algoritmo puede controlar, y que han sido previamente declaradas como Analog Output, aparecen en un menú al presionar la tecla F7 mientras la celda en donde se almacenará la variable esté activa. El valor por defecto de este campo es MAMP_000.

Status Point. En este campo se especifica la entrada discreta que provee el estado de encendido/apagado para habilitar este algoritmo. El valor por defecto de este campo es SENSDI00.

Time Schedule. Indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el Time Schedule para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. Los valores permitidos en este campo son: OCCPCxx, donde xx toma el valor del número de la función. El valor por defecto de este campo es OCCPC00.

Setpoint Schedule. Esta función provee los setpoints para los estados activos e inactivos de este algoritmo. El valor por defecto de este campo es SETPT00.

Control Point. En este campo se especifica la entrada analógica que será monitoreada por el algoritmo. A partir de esta señal, el lazo de control PID calcula la corrección a ser aplicada a la salida controlada para mantenerla en el setpoint establecido. El valor por defecto de este campo es TEMP_I00.

5.5 CONTROL VÁLVULA DE ENFRIAMIENTO (AO-COOLING VALVE CV)

Este algoritmo modula una salida para controlar una válvula de agua enfriada en una manejadora de aire de volumen constante, para prevenir que la temperatura del área climatizada exceda el valor configurado.

El horario Time Schedule indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el Time Schedule para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. El Setpoint Schedule permite configurar los puntos de control altos y bajos para los estados de ocupación del algoritmo.

Este algoritmo se emplea comúnmente para controlar una válvula de agua enfriada en una manejadora de aire (en un sistema de volumen de aire constante).

En la figura 4.15 se muestra el cuadro de configuración de este algoritmo. Los campos Cooling Coil Valve, Fan Status Point, Sensor Group/SPT Sensor, Setpoint Schedule y Supply Air Temperature; son de configuración obligatoria.

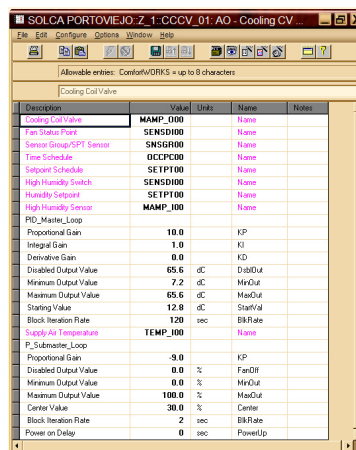


Figura 5.15 Cuadro de configuración de algoritmo Cooling Valve CV

Cooling Coil Valve. En este campo se debe especificar el AO point, previamente configurado, que controlará la válvula de agua enfriada. Las salidas analógicas que este algoritmo puede controlar aparecerán en un menú al presionar la tecla F7 con el cursor posesionado en este campo. El valor por defecto de este es MAMP_000.

Fan Status Point. Aquí se especifica el DI Point que provee el estado on /off del ventilador de la manejadora de aire. Esta variable debe corresponder al estado real del ventilador.

Sensor Group/SPT Sensor. En este campo se especifica el grupo de sensores o el sensor que provee la entrada de temperatura, correspondiente a la zona climatizada. El valor por defecto de este campo es SNSGR00.

Time Schedule. Indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el Time Schedule para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. Los

valores permitidos en este campo son: OCCPCxx, donde xx toma el valor del número de la función. El valor por defecto de este campo es OCCPC00.

Setpoint Schedule. Esta función provee los setpoints para los estados activos e inactivos de este algoritmo. El valor por defecto de este campo es SETPT00.

Supply Air Temperature. Corresponde a un AI Point, que provee la temperatura del aire suministrado por la manejadora de aire, para este algoritmo. El valor por defecto de este campo es TEMP_I00.

5.6 CONTROL VALVULA DE CALENTAMIENTO (AO-HEATING CV)

Este algoritmo modula una salida analógica para controlar una válvula de agua caliente o vapor en una manejadora de aire de volumen constante, para prevenir que la temperatura del área climatizada exceda el valor configurado.

El horario Time Schedule indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el Time Schedule para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. El Setpoint Schedule permite configurar los puntos de control altos y bajos para los estados de ocupación del algoritmo. En la figura 4.16 se muestra el cuadro de configuración de este algoritmo.

Allowable entries: ConfortVDRKS - up to 8 characters

Description	Value	Units	Name	Notes
Heating Coil Valve	MAMP_000		Name	
Fan Status Point	SENSD000		Name	
Sensor Group/SPT Sensor	SNSGR00		Name	
Time Schedule	OCCPC00		Name	
Setpoint Schedule	SETP00		Name	
Heating Setpoint Offset	1.7	°C	Value	
High Humidity Switch	SENSD000		Name	
Humidity Setpoint	SETP00		Name	
High Humidity Sensor	MAMP_000		Name	
PID_Master_Loop				
Proportional Gain	10.0	KP		
Integral Gain	1.0	KI		
Derivative Gain	0.0	KD		
Disabled Output Value	7.2	dC	DisbOut	
Minimum Output Value	4.4	dC	MinOut	
Maximum Output Value	60.0	dC	MaxOut	
Starting Value	26.7	dC	StartVal	
Block Iteration Rate	120	sec	BlkRate	
Single Air Temperature	TEMP_000		Name	
P_Substrate_Loop				
Proportional Gain	-5.5	KP		
Disabled Output Value	0.0	%	FanOff	
Minimum Output Value	0.0	%	MinOut	
Maximum Output Value	100.0	%	MaxOut	
Center Value	30.0	%	Center	
Block Iteration Rate	2	sec	BlkRate	
Power on Delay	0	sec	PowerUp	

Figura 5.16 Cuadro de configuración de algoritmo Heating CV

Heating Coil Valve. Se debe especificar aquí la salida analógica que controlará la válvula de agua caliente. Las salidas analógicas que este algoritmo puede controlar aparecerán en un menú al presionar la tecla F7 con el cursor posesionado en este campo. El valor por defecto de este campo es MAMP_000.

Fan Status Point. Aquí se especifica el DI Point que provee el estado on /off del ventilador de la manejadora de aire. Esta variable debe corresponder al estado real del ventilador.

Sensor Group/SPT Sensor. En este campo se especifica el grupo de sensores o el sensor que provee la entrada de temperatura, correspondiente a la zona climatizada. El valor por defecto de este campo es SNSGR00.

Time Schedule. Indica cuando este algoritmo entra en estado de ocupación. Si no se configura el Time Schedule para este algoritmo, él asumirá el estado ocupado. Los valores permitidos en este campo son: OCCPCxx, donde xx toma el valor del número de la función. El valor por defecto de este campo es OCCPC00.

Setpoint Schedule. Esta función provee los setpoints para los estados activos e inactivos de este algoritmo. El valor por defecto de este campo es SETPT00.

Heating Setpoint Offset. Cuando la manejadora de aire posee serpentín deshumidificador, en este campo se configura la cantidad de grados que deben ser añadidos al low heating setpoint, durante la deshumidificación. Los valores permitidos van desde -5.5 a 5.5 °C. El valor por defecto es 1.6°C.

Humidity Setpoint. Aquí se especifica el Setpoint Schedule que provee los setpoints de humedad para este algoritmo.

High Humidity Sensor. En este campo se especifica la entrada analógica que provee la lectura de humedad del área para este algoritmo. La deshumidificación es requerida cuando el valor en este campo excede el configurado en el Humidity Setpoint.

Supply Air Temperature. Corresponde a un AI Point, que provee la temperatura del aire suministrado por la manejadora de aire, para este algoritmo. El valor por defecto de este campo es TEMP_I00.

5.7 CONFIGURACIÓN DE SETPOINT (SETPOINT SCHEDULE).

Un Setpoint Schedule permite establecer los límites dentro de los cuales una señal analógica será controlada. Es posible configurar dos tipos de setpoints:

- Setpoints alto y bajo para períodos de tiempo ocupados.
- Setpoints alto y bajo para períodos de tiempo no ocupados.

Para controlar la temperatura en una zona climatizada el setpoint alto está asociado con el ciclo de enfriamiento, lo que significa que cuando la temperatura de dicha zona exceda el valor del setpoint alto, la manejadora de aire iniciará el proceso de enfriamiento. El setpoint bajo está asociado con el ciclo de calefacción, lo que significa que cuando la temperatura de dicha zona caiga por debajo del valor del setpoint bajo, la manejadora de aire realizará el proceso de calefacción.

En un Comfort Controller se pueden configurar hasta 16 Setpoint Schedules. Este es un recurso compartido, es decir que varios algoritmos pueden utilizar el mismo Setpoint Schedule; comúnmente los que están asociados a la misma manejadora de aire. No hay límite para el número de algoritmos que pueden utilizar el mismo Setpoint Schedule.

Un Setpoint Schedule usa a un Time Schedule para determinar cuando usar los setpoints para períodos ocupados o desocupados. Si no se configura un Time Schedule asociado, el Setpoint Schedule usará los setpoints de períodos ocupados.

En la figura 4.17 se muestra el cuadro de configuración para un Setpoint Schedule.

Description	Value	Units	Name	Notes
Occupied Lo Setpoint	69.80	dF	OccLow	
Occupied Hi Setpoint	75.20	dF	OccHigh	
Unoccupied Lo Setpoint	55.00	dF	UnOccLow	
Unoccupied Hi Setpoint	85.00	dF	UnOccHigh	

Figura 5.17 Cuadro de configuración del algoritmo Setpoint Schedule

5.8 CONFIGURACION DE HORARIOS (TIME SCHEDULE).

Permite definir los períodos ocupados y no ocupados para dispositivos controlados por el Comfort Controller.

Cada Time Schedule está dividido en ocho días (de Lunes a Domingos y feriados). Dentro de cada horario, se puede configurar ocho períodos ocupados y no ocupados. Se ingresan estos períodos de tiempo en formato militar, donde 00:00 es el inicio de un día y 24:00 es el fin.

No existe límite para el número de algoritmos que pueden utilizar el mismo Time Schedule. En general se asigna el mismo Time Schedule a todos los algoritmos que estén asociados a una misma manejadora.

En la figura 4.18 se muestra el cuadro de configuración del Time Schedule.

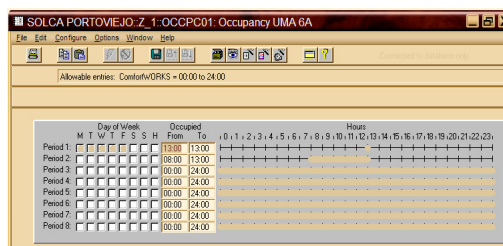


Figura 5.18 Cuadro de configuración del algoritmo Time Schedule

CAPÍTULO 6

PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN

Las pantallas de visualización de este sistema son configuradas en una aplicación del software ComfortVIEW llamada WorkSPACE Manager, en esta se muestran la información más relevante de los equipos monitoreados. Cada pantalla de visualización toma el nombre de WorkSPACE.

El WorkSPACE Manager puede operar en dos modos; modo de diseño (desing mode) y modo de visualización en tiempo real (run mode). En el modo de diseño se configura las pantallas, se modifican o cargan a ellas los datos, mientras que en modo de visualización se obtiene por pantalla la información de los datos monitoreados en tiempo real.

Dentro de cada WorkSPACE se debe cargar el esquema o dibujo que servirá como base para mostrar los datos correspondientes a los equipos controlados. Este gráfico de base toma el nombre de ViewSPACE, aquí se pueden mostrar hasta un máximo de 60 cuadros de datos y hasta 15 vínculos con otros WorkSpace-ViewSpace.

6.1 CONFIGURACIÓN DE PANTALLAS

Para crear una nueva pantalla de visualización se debe acceder al programa Work SPACE Manager. En el menú de archivo se debe elegir la opción New WorkSPACE y luego, en el mismo menú, se selecciona la opción New ViewSPACE.

Para cargar el dibujo que servirá como base se debe poner el programa en modo de diseño, para esto se debe ir al menú de configuración y seleccionar la opción Desing Mode. A continuación en el menú de configuración se elije la opción Background, aparecerá en la pantalla un cuadro de diálogo mostrado en la figura 6.1

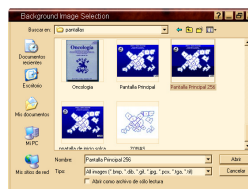


Figura 6.1 Selección de imagen de fondo para pantalla


Se debe elegir la carpeta que contenga el archivo correspondiente al esquema que se utilizará.

6.2 EDICIÓN DE PANTALLAS

Con el esquema ya cargado en el ViewSPACE podemos empezar a colocar en el los cuadros de datos, ya sean estos datos numéricos o gráficos animados.



Figura 6.2 Barra de herramientas para configuración de pantallas

Para cargar un dato debemos seleccionar de la barra de herramientas, figura 6.2, ubicada en la parte superior de la pantalla, el icono  aparecerá un cuadro de diálogo mostrado en la figura 6.3.

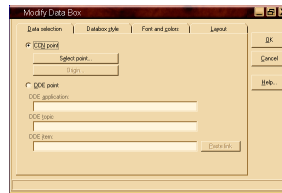


Figura 6.3 Configuración de cuadro de datos en pantalla

En este cuadro seleccionamos el campo Select point y aparecerá un cuadro mostrado en la figura 6.4, aquí se debe ubicar el controlador que contiene el punto que se mostrará por pantalla.

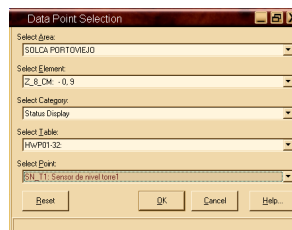


Figura 6.4 Selección de punto a mostrar por pantalla

Si se trata de un dato que será representado por un gráfico animado se selecciona esta opción en la pestaña Databox Style de la figura 6.3; cambiando de Normal a Animated, luego se selecciona la animación apropiada en el campo frame de la figura 6.5.

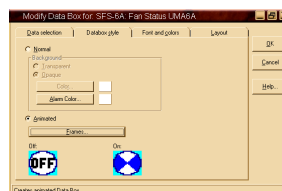



Figura 6.5 Configuración de gráfico animado

Para crear vínculos entre pantallas se selecciona de la barra de tareas (figura 6.2) el icono , aparecerá el cuadro de la figura 6.6. Una vez editada cada pantalla se debe

guardar los cambios en el menú archivo, se debe dar un nombre al WorkSPACE y otro al ViewSPACE. Las pantallas creadas en este proyecto se muestran en el anexo E.

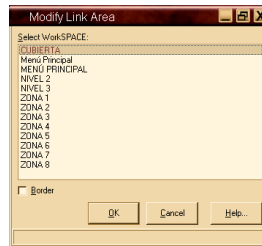


Figura 6.6 Configuración de enlace entre pantallas

6.3 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

CHEQUEO GENERAL DE INSPECCIÓN

Corresponde a la sinopsis de la planilla donde se indica el resultado de las pruebas realizadas y se connota por medio de las siguientes letras:

P = Aprobó, F = Falló, NA = No aplica.

Las pruebas resultaron satisfactorias y el sistema está totalmente operativo. Los resultados de las pruebas se han tabulado en su formato original y se muestran en el anexo F.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al culminar la fase de diseño del proyecto se pudo constatar lo siguiente:

1. La versatilidad y sencillez del sistema de control ofrecido por Carrier®, características que resultaron ventajosas en la puesta en marcha del proyecto, puesto que en lo que a configuración de hardware y software se refieren no hubieron inconvenientes.
2. Se logró alcanzar el objetivo principal que consistía en brindar una solución de control que permitiera al personal de mantenimiento operar todo el sistema de climatización desde un solo punto y que a su vez minimizara la intervención del usuario final sobre el setpoint de temperatura de las aéreas climatizadas.
3. Se optimizó el funcionamiento de la planta de enfriamiento de agua puesto que los equipos que la conforman trabajan para satisfacer la demanda real de carga térmica que posee toda la edificación en determinado momento, lo que se traduce en un ahorro de energía. Cabe resaltar que este ahorro fue constatado en el arranque inicial del sistema; debido a los requerimientos de fiscalización el sistema de climatización del hospital se puso en marcha, se calibró y se probó por el lapso de dos semanas sin intervención del sistema de control automático. En este período personal de mantenimiento del hospital registró el consumo de energía y luego lo comparó con los datos tomados con el sistema de control puesto en marcha, llegando a la conclusión que el consumo de energía se redujo en un treinta por ciento.

4. Con el fin de maximizar el rendimiento del sistema instalado es recomendable que al habilitarse todos los pisos de hospitalización y la zona de radioterapia los equipos de climatización de estas zonas también se integren al sistema de control y monitoreo.

ANEXO A

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.2, I/O 2.1, I/O 2.2, I/O 2.3

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando UMA6A	SAT_6A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
2	Temperatura ambiente UMA6A	SPT-6A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Estado ventilador UMA6A	SFS-6A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
4	Temperatura de mando UMA10	SAT_10	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
5	Temperatura ambiente UMA10	SPT_10	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
6	Estado ventilador UMA10	SFS_10	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
9	Encendido/Apagado UMA6A	SF_6A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Válvula de enfriamiento UMA 6A	CV_6A	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
11	Encendido/Apagado UMA10	SF_10	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
12	Válvula de enfriamiento UMA 10	CV_10	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
17	Temperatura de mando UMA16	SAT_16	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
18	Temperatura ambiente UMA16	SPT_16	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
19	Estado ventilador UMA16	SFS_16	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
20	Estado ventilador VE 21	EFS_21	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
21	Estado ventilador VE15B	EFS_15B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
22	Estado ventilador VE26	EFS_26	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
25	Encendido/Apagado UMA16	SF_16	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
26	Válvula de enfriamiento UMA 16	CV_16	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
27	Encendido/Apagado VE15B	ESF_15B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
28	Encendido/Apagado VE20	ESF_20	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
29	Encendido/Apagado VE21	ESF_21	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
30	Encendido/Apagado VE26	ESF_26	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
31	Encendido/Apagado VE25	ESF_25	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
33	Temperatura de mando UMA11A	SAT_11A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
34	Temperatura ambiente UMA11A	SPT_11A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
35	Estado ventilador UMA11A	SFS_11A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
41	Encendido/Apagado UMA11A	SF_11A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
42	Válvula de enfriamiento UMA 11A	CV_11A	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
49	Temperatura de mando UMA15A	SAT_15A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
50	Temperatura ambiente UMA15A	SPT_15A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
51	Estado ventilador UMA15A	SFS_15A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
52	Estado ventilador VE20	EFS_20	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
53	Estado ventilador VE25	EFS_25	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
57	Encendido/Apagado UMA15A	SF_15A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
58	Válvula de enfriamiento UMA 15A	CV_15A	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.1, I/O 1.1, I/O 1.2, I/O 1.3

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando UMA2	SAT_2	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
2	Temperatura ambiente UMA2	SPT_2	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Estado ventilador UMA 2	SFS_2	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
9	Encendido/Apagado UMA2	SF_2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Válvula de enfriamiento UMA2	CV_2	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
17	Temperatura de mando. UMA3C	SAT_3C	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
18	Temperatura ambiente UMA3C	SPT_3C	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
19	Estado ventilador UMA 3C	SFS_3C	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
20	Estado ventilador VE 23	EFS_VE23	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
25	Encendido/Apagado UMA 3C	SF_3C	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
26	Válvula de enfriamiento UMA 3C	CV_3C	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
33	Temperatura de mando. UMA 1	SAT_1	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
34	Temperatura ambiente UMA 1	SPT_1	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
35	Estado ventilador UMA 1	SFS_1	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
36	Estado ventilador VE 2	FS_VE2	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
37	Estado ventilador VE15A	FS_VE15A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
41	Encendido/Apagado UMA 1	SF_1	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
42	Válvula de enfriamiento UMA1	CV_1	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
43	Encendido/Apagado VE 15A	SF_VE15A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
44	Encendido/Apagado VE 2	SF_VE2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
45	Encendido/Apagado VE23	SF_VE23	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
49	Temperatura de mando. UMA 3A	SAT_3A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
50	Temperatura ambiente UMA 3A	SPT_3A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
51	Estado ventilador UMA 3A	SFS_3A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
52	Temperatura de mando. UMA 3B	SAT_3B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
53	Temperatura ambiente UMA 3B	SPT_3B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
54	Estado ventilador UMA3B	SFS_3B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
57	Encendido/Apagado UMA 3A	SF_3A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
58	Válvula de enfriamiento UMA 3A	CV_3A	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
59	Encendido/Apagado UMA 3B	SF_3B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
60	Válvula de enfriamiento UMA 3B	CV_3B	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.3, I/O 3.1, I/O 3.2, I/O 3.3

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando UMA 6B	SAT_6B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
2	Temperatura ambiente UMA 6B	SPT_6B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Estado ventilador UMA 6B	SFS_6B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
9	Encendido/Apagado UMA 6B	SF_6B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Válvula de enfriamiento UMA 6B	CV_6B	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
17	Estado ventilador VE 4	FS_VE4	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
18	Estado ventilador VE 6C	FS_VE6C	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
19	Estado ventilador VE 10B	FS_VE10B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
20	Estado ventilador VE 19D	FS_VE19D	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
21	Estado ventilador VS 6A	FS_VS6A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
22	Estado ventilador VS 6B	FS_VS6B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
23	Estado ventilador VS 6C	FS_VS6C	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
24	Estado ventilador VE 19E	FS_VE19E	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
25	Encendido/Apagado VE 4	SF_VE4	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
26	Encendido/Apagado VE 6C	SF_VE6C	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
27	Encendido/Apagado VE10B	SF_VE10B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
28	Encendido/Apagado VE 19D	SF_VE19D	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
29	Encendido/Apagado VS 6A	SF_VS6A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
30	Encendido/Apagado VS 6B	SF_VS6B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
31	Encendido/Apagado VS 6C	SF_VS6C	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
32	Encendido/Apagado VE 19E	SF_VE19E	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
33	Temperatura de mando. UMA 4A	SAT_4A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
34	Temperatura ambiente UMA 4A	SPT_4A	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
35	Estado ventilador UMA 4A	SFS_4A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
37	Temperatura de mando. UMA 5	SAT_5	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
38	Temperatura ambiente UMA 5	SPT_5	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
39	Estado ventilador UMA 5	SFS_5	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
41	Encendido/Apagado UMA 4A	SF_4A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
42	Válvula de enfriamiento UMA 4A	CV_4A	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
43	Encendido/Apagado UMA 5	SF_5	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
44	Válvula de enfriamiento UMA 5	CV_5	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
49	Temperatura de mando. UMA 11B	SAT_11B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
50	Temperatura ambiente UMA 11B	SPT_11B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
51	Estado ventilador UMA 11B	SFS_11B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
53	Temperatura de mando. UMA 13	SAT_13	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.3, I/O 3.1, I/O 3.2, I/O 3.3(Continuación)

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
54	Temperatura ambiente UMA 13	SPT_13	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
55	Estado ventilador UMA 13	SFS_13	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
57	Encendido/Apagado UMA 11B	SF_11B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
58	Válvula de enfriamiento UMA 11B	CV_11B	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
59	Encendido/Apagado UMA 13	SF_13	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
60	Válvula de enfriamiento UMA 13	CV_13	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.4

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando. UMA 15B	SAT_15B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
2	Temperatura ambiente UMA 15B	SPT_15B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Estado ventilador UMA 15B	SFS_15B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
9	Encendido/Apagado UMA 15B	SF_15B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Válvula de enfriamiento UMA 15B	CV_15B	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.5

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Estado ventilador VE 11	FS_VE11	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
2	Estado ventilador VE 12	FS_VE12	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
3	Estado ventilador VE 13	FS_VE13	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
4	Estado ventilador VE 14	FS_VE14	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
5	Estado ventilador VE 16.1	FS_VE16A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
6	Estado ventilador VE 16.2	FS_VE16B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
7	Estado ventilador VE 24	FS_VE24	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
9	Encendido/Apagado VE 11	SF_VE11	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Encendido/Apagado VE 12	SF_VE12	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
11	Encendido/Apagado VE 13	SF_VE13	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
12	Encendido/Apagado VE 14	SF_VE14	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
13	Encendido/Apagado VE 16.1	SF_VE16A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
14	Encendido/Apagado VE 16.2	SF_VE16B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
15	Encendido/Apagado VE 24	SF_VE24	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.6, I/O 6.1, I/O 6.2, I/O 6.3

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando. UMA 4B	SAT_4B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
2	Temperatura ambiente UMA 4B	SPT_4B	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Estado ventilador UMA 4B	SFS_4B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
9	Encendido/Apagado UMA 4B	SF_4B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Válvula de enfriamiento UMA 4B	CV_4B	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
17	Estado ventilador VE 4A	FS_VE4A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
18	Estado ventilador VE 6A	FS_VE6A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
19	Estado ventilador VE 6B	FS_VE6B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
20	Estado ventilador VE 19B	FS_VE19B	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
21	Estado ventilador VE 19C	FS_19C	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
22	Estado ventilador VS 2	FS_VS2	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
25	Encendido/Apagado VE 4A	SF_VE4A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
26	Encendido/Apagado VE 6A	SF_VE6A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
27	Encendido/Apagado VE 19C	SF_VE19C	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
28	Encendido/Apagado VE 19B	SF_VE19B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
29	Encendido/Apagado VE 6B	SF_VE6B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
30	Encendido/Apagado VS 2	SF_VS2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
33	Temperatura de mando. UMA 7	SAT_7	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
34	Temperatura ambiente UMA 7	SPT_7	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
35	Estado ventilador UMA 7	SFS_7	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
37	Estado ventilador VE 10A	FS_VE10A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
38	Estado ventilador VE 19A	FS_VE19A	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
39	Estado ventilador VE 18	FS_VE18	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
41	Encendido/Apagado UMA 7	SF_7	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
42	Válvula de enfriamiento UMA 7	CV_7	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
43	Encendido/Apagado VE 10A	SF_VE10A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
44	Encendido/Apagado VE 18	SF_VE18	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
45	Encendido/Apagado VE 19A	SF_19A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
49	Temperatura de mando. UMA 8	SAT_8	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
50	Temperatura ambiente UMA 8	SPT_8	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
51	Estado ventilador UMA 8	SFS_8	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
53	Temperatura de mando. UMA 9	SAT_9	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
54	Temperatura ambiente UMA 9	SPT_9	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
55	Estado ventilador UMA 9	SFS_9	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
57	Encendido/Apagado UMA 8	SF_8	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
58	Válvula de enfriamiento UMA 8	CV_8	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.6, I/O 6.1, I/O 6.2, I/O 6.3 (Continuación)

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
59	Encendido/Apagado UMA 9	SF_9	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
60	Válvula de enfriamiento UMA 9	CV_9	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.7

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando. UMA Q1	SAT_Q1	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Temperatura ambiente UMA Q1	SPT_Q1	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
4	Estado ventilador UMA Q1	SFS_Q1	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
5	Relative Hum. UMA Q1	RHS_Q1	Entrada	Sensor de humedad relativa	Transductor 4 a 20 mA
6	Modo Manual/Auto UMA Q1	MA-AU_Q1	Entrada	Switch	Contacto seco
9	Start Fan UMA Q1	SF_Q1	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Pre Válvula de enfriamiento UMA Q1	PC_Q1	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
11	Válvula de enfriamiento UMA Q1	CV_Q1	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
12	Heating valve UMA Q1	HV_Q1	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
13	Motor Damper UMA Q1	MD_UMAQ1	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc

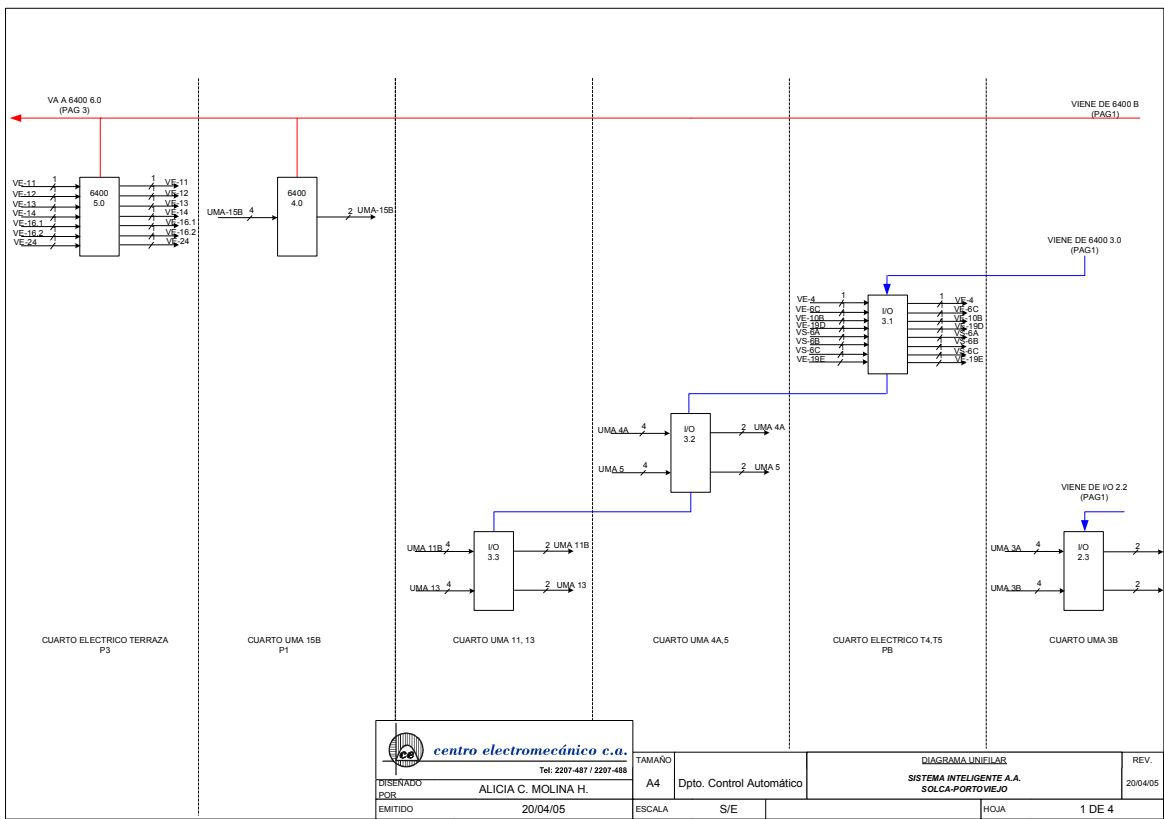
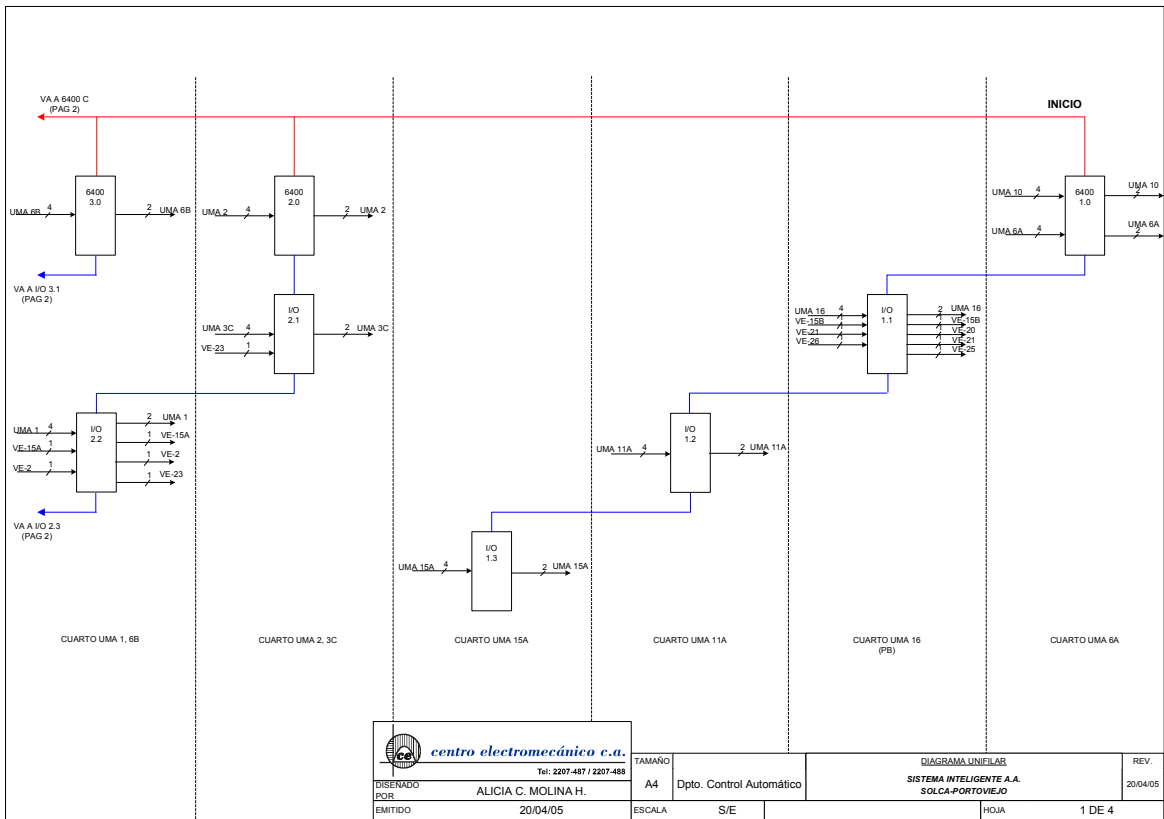
VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.8

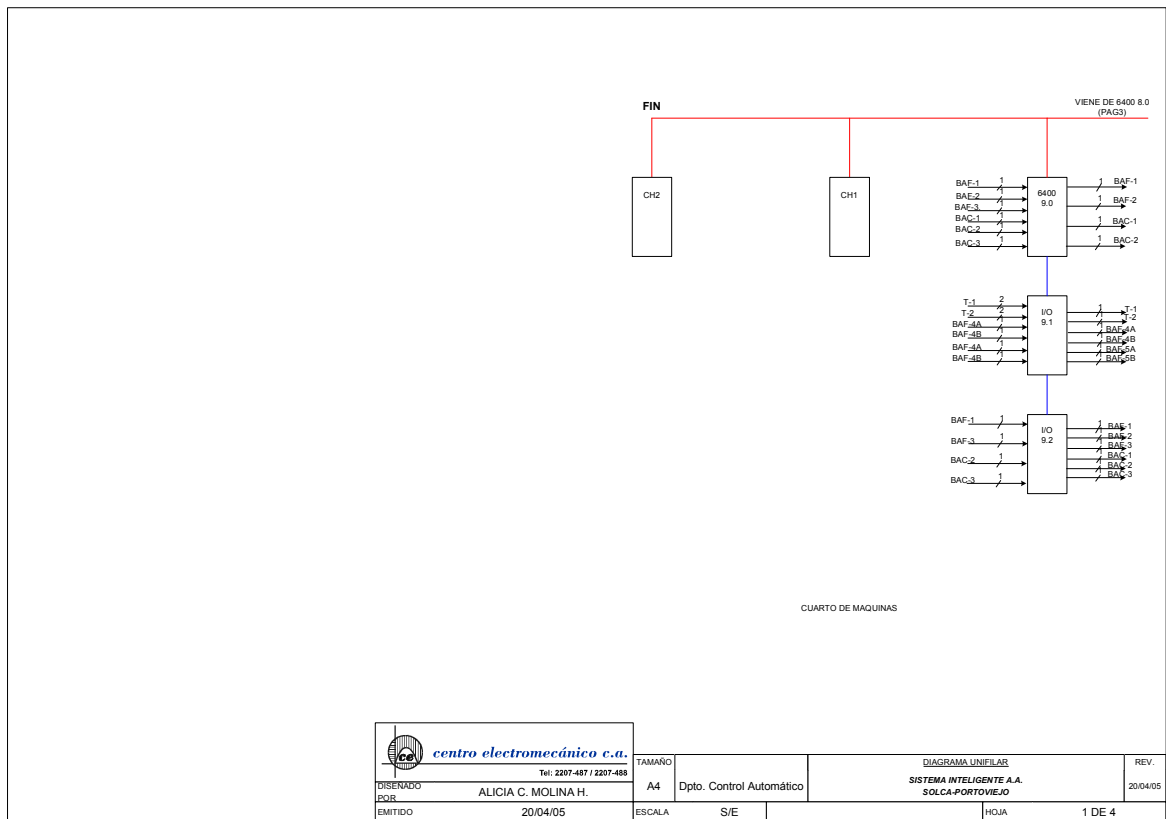
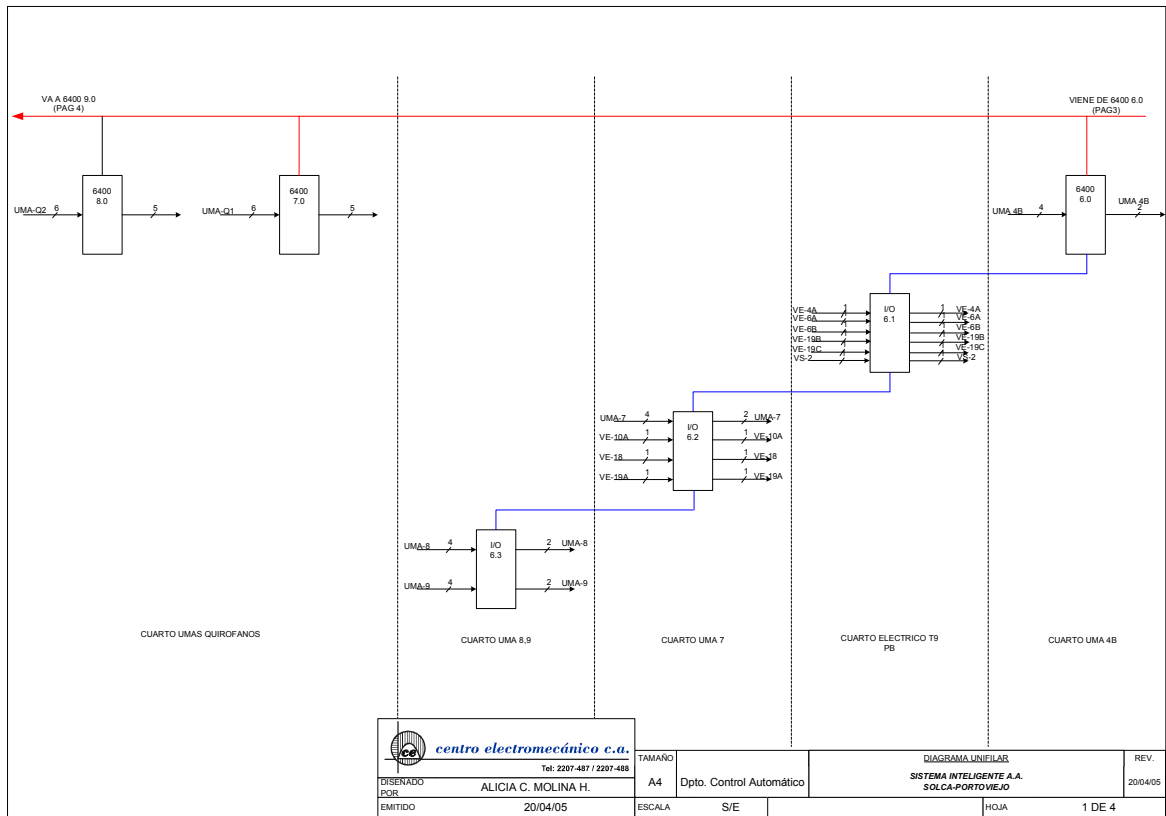
Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Temperatura de mando. UMA Q2	SAT_Q2	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
3	Temperatura ambiente UMA Q2	SPT_Q2	Entrada	Sensor de Temperatura	Termistor de 0 a10 K Ohm
4	Estado ventilador UMA Q2	SFS_Q2	Entrada	Sensor de diferencial de presión de aire	Contacto seco
5	Relative Hum. UMA Q2	RHS_Q2	Entrada	Sensor de humedad relativa	Transductor 4 a 20 mA
6	Modo Op/Sb UMA Q2	MA_AU_Q2	Entrada	Switch	Contacto seco
9	Start Fan UMA Q2	SF_Q2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Pre Válvula de enfriamiento UMA Q2	PCV_Q2	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
11	Válvula de enfriamiento Q2	CV_Q2	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
12	Heating Valve Q2	HV_Q2	Salida	Análoga	2 - 10 Vdc
13	Motor Damper Q2	MD_Q2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc

VARIABLES MANEJADAS POR EL 6400 0.9, I/O 9.1, I/O 6.2

Canal N°	Descripción de la variable	Variable	Tipo	Detalle de la variable	
1	Térmico BAF1	TBAF1	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
2	Térmico BAF2	TBAF2	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
3	Térmico BAF3	TBAF3	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
4	Térmico BAC1	TBAC1	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
5	Térmico BAC2	TBAC2	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
6	Térmico BAC3	TBAC3	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
7	Sensor de nivel torre1	SN_T1	Entrada	Sensor de nivel	Contacto seco
8	Sensor de nivel torre2	SN_T2	Entrada	Sensor de nivel	Contacto seco
9	Start BAF1	SBAF1	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
10	Start BAF2	SBAF2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
12	Start BAC1	SBAC1	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
13	Start BAC2	SBAC2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
17	Térmico T1	T_T1	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
18	Térmico T2	T_T2	Entrada	Relé térmico	Contacto seco
19	Flow switch T1	FS-T1	Entrada	Sensor de flujo de agua	Contacto seco
20	Flow switch T2	FS-T2	Entrada	Sensor de flujo de agua	Contacto seco
21	Pump Status BAF4A	PS_BAF4A	Entrada	Sensor de flujo de agua	Contacto seco
22	Pump Status BAF4B	PS_BAF4B	Entrada	Sensor de flujo de agua	Contacto seco
23	Pump Status BAF5A	PS_BAF5A	Entrada	Sensor de flujo de agua	Contacto seco
24	Pump Status BAF5B	PS_BAF5B	Entrada	Sensor de flujo de agua	Contacto seco
25	Start T1	ST1	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
26	Start T2	ST2	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
27	Start BAF4A	S_BAF4A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
28	Start BAF4B	S_BAF4B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
29	Start BAF5A	S_BAF5A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
30	Start BAF5B	S_BAF5B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
33	Pump Status BAF6A	PS_BAF6A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
34	Pump Status BAF6B	PS_BAF6B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
35	Pump Status BAF7A	PS_BAF7A	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc
36	Pump Status BAF7B	PS_BAF7B	Salida	Discreta	0 ó 24 Vdc

ANEXO B





ANEXO C

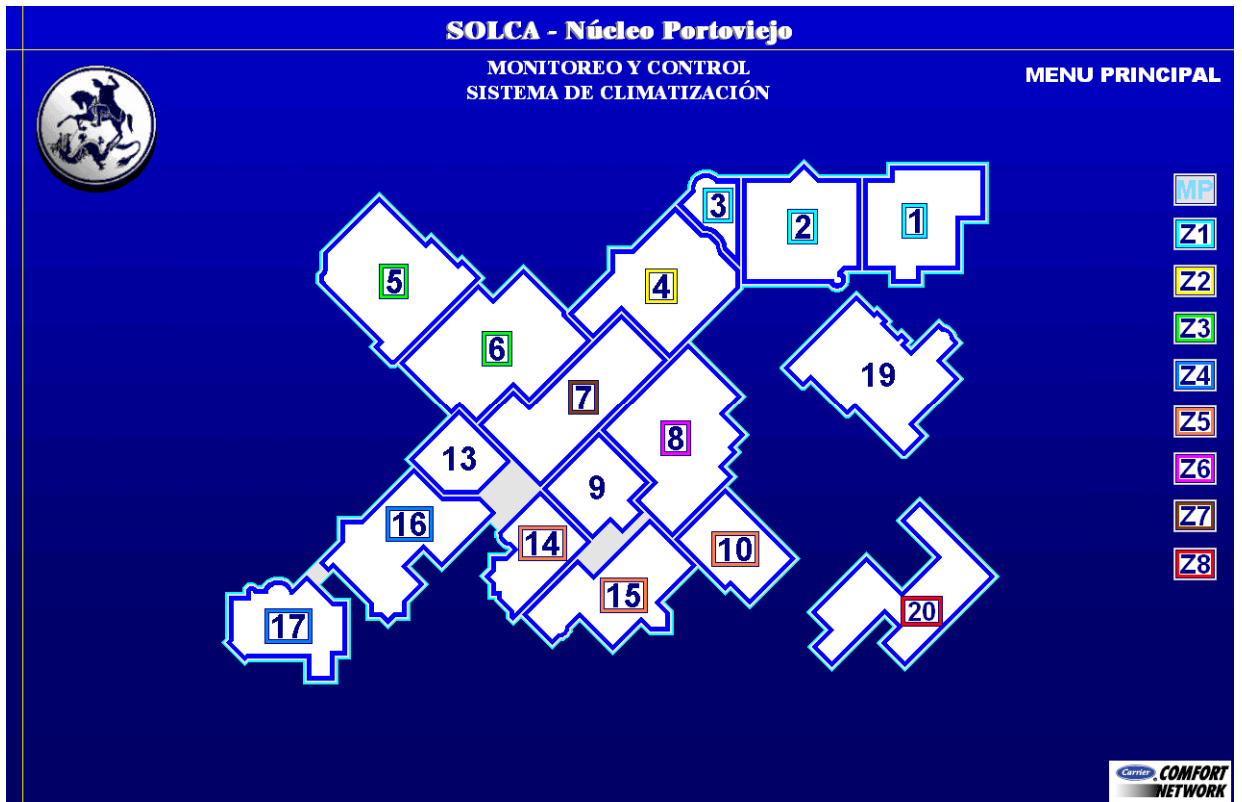
Display Units Entry	Customary US			Metric		
	Units Displayed	Conversion Limits		Units Displayed	Conversion Limits	
		Low	High		Low	High
0	not used			not used		
1	°F	-40.00	245.00	°C	-40.00	118.33
2	%	0.00	100.00	%	0.00	100.00
3	"H ₂ O	0.00	5.00	Pa	0	1244
4	mA	0.00	22.00	mA	0.00	22.00
5	°F	-9999.99	9999.99	°C	-5555.55	5555.55
6	VOLTS	0.00	11.00	VOLTS	0.00	11.00
7	psi	0.00	16.50	Kpa	0.00	113.77
8	gpm	-9999.99	9999.99	l/min	-37849.96	37849.96
9	gph	-9999.99	9999.99	l/h	-37849.96	37849.96
10	kgpm	-9999.99	9999.99	m ³ /min	-37849.96	37849.96
11	kgph	-9999.99	9999.99	m ³ /h	-37849.96	37849.96
12	psig	-9999.99	9999.99	kPa	-68949.93	68949.93
13	lbs/hr	-9999.99	9999.99	kg/h	-4535.996	4535.996
14	kilbs/hr	-9999.99	9999.99	kg/hr	-4535.996	4535.996
15	Btu/hr	-9999.99	9999.99	kW	-2.93000	2.93000
16	MBtu/h	-9999.99	9999.99	kW	-2929.997	2929.997
17	"H ₂ O	-9999.99	9999.99	mmH ₂ O	-253999.8	253999.8
18	"Hg	-9999.99	9999.99	mmHG	-253999.8	253999.8
19	kWh	-9999.99	9999.99	kWh	-9999.99	9999.99
20	kW	-9999.99	9999.99	kW	-9999.99	9999.99
21	degF	-9999.99	9999.99	degC	-5573.33	5573.77
22	%Rh	0.00	100.00	%Rh	0.00	100.00
23	AMPS	-9999.99	9999.99	AMPS	-9999.99	9999.99
24	VOLTS	-9999.99	9999.99	VOLTS	-9999.99	9999.99
25	CFM	-9999.99	9999.99	m ³ /min	-283.1997	283.1997
26	CFH	-9999.99	9999.99	m ³ /h	-283.1997	283.1997
27	fpm	-9999.99	9999.99	m/sec	-50.79995	50.79995
28	kcfm	-9999.99	9999.99	m ³ /min	-283199.7	283199.7
29	kcfh	-9999.99	9999.99	m ³ /h	-283199.7	283199.7
30	tons	-9999.99	9999.99	tons	-9069.99	9069.99
31	tons/h	-9999.99	9999.99	tons/h	-9069.99	9069.99
32	rpm	-9999.99	9999.99	rpm	-9999.99	9999.99
33	%open	-9999.99	9999.99	%open	-9999.99	9999.99
34	hours	-9999.99	9999.99	hours	-9999.99	9999.99
35	gals	-9999.99	9999.99	liters	-37849.96	37849.96
36	Btu/lb	-9999.99	9999.99	kJ/kg	-23267.78	23232.18
37	gps	-9999.99	9999.99	l/sec	-37849.96	37849.96
38	sqft	-9999.99	9999.99	m ²	-928.9991	928.9991
39	CFM	-9999.99	9999.99	l/sec	-4718.995	4718.995
40	sec	-9999.99	9999.99	sec	-9999.99	9999.99
41	Hz	-9999.99	9999.99	Hz	-9999.99	9999.99
42	min	-9999.99	9999.99	min	-9999.99	9999.99
43	hours	-9999.99	9999.99	hours	-9999.99	9999.99
44	rpm	-9999.99	9999.99	rpm	-9999.99	9999.99
45	kWh/p	-9999.99	9999.99	kWh/p	-9999.99	9999.99
46	pulses	-9999.99	9999.99	pulses	-9999.99	9999.99
47	uS	-9999.99	9999.99	uS	-9999.99	9999.99
48	pH	-9999.99	9999.99	pH	-9999.99	9999.99
49	usec	-9999.99	9999.99	usec	-9999.99	9999.99
50	steps	-9999.99	9999.99	steps	-9999.99	9999.99
51	feet	-9999.99	9999.99	meters	-3047.85	3047.85
52	GPM	-9999.99	9999.99	LPS	-630.7993	630.7993
53	in Hg	-9999.99	9999.99	kPag	-35139.97	35139.97
54	tons	-9999.99	9999.99	kW	-35139.97	35139.97
55	tons	-9999.99	9999.99	KCal/min	-503999.51	503999.51
56	no units			no units		
57-72	custom units	-9999.99	9999.99	custom units	-9999.99	9999.99

ANEXO D

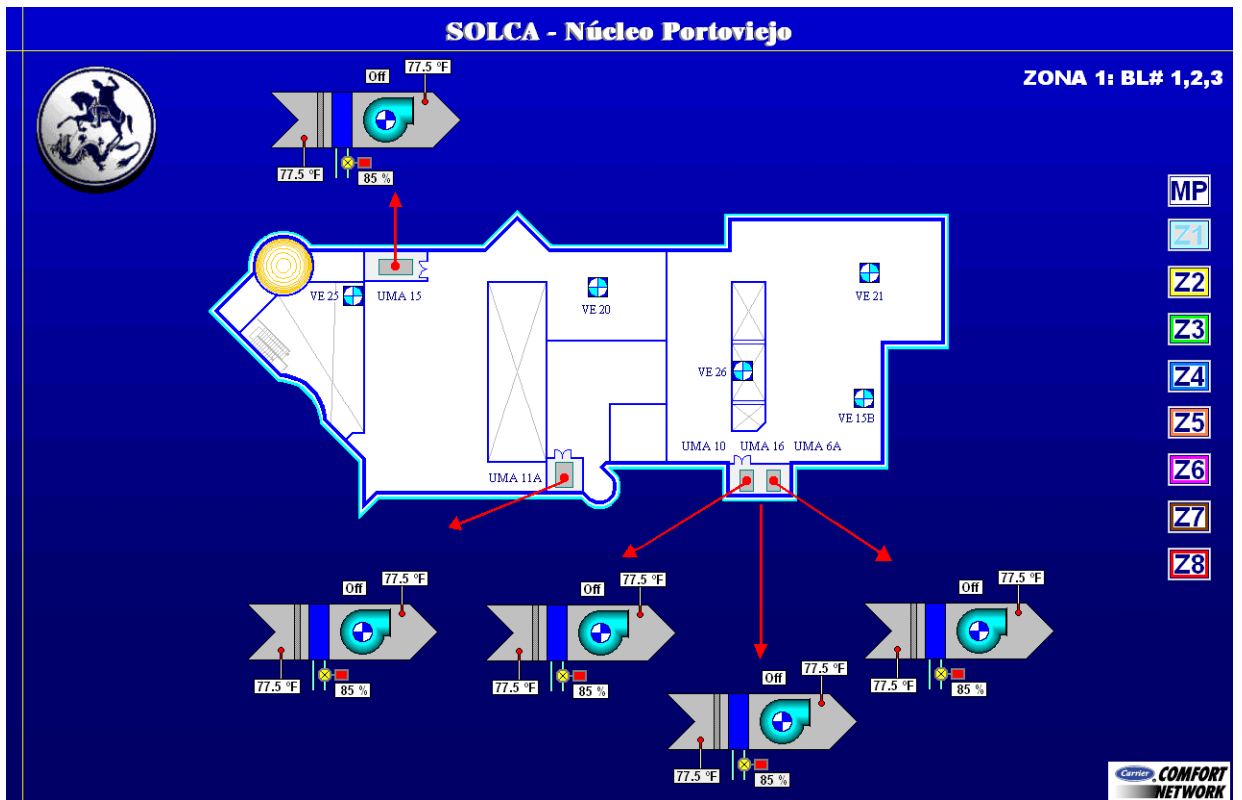
Display Units Entry	Conversion for Discrete Value 1	Conversion for Discrete Value 0
1	1	0
2	Start	Stop
3	Stop	Start
4	Enable	Disable
5	Disable	Enable
6	On	Off
7	Off	On
8	Open	Close
9	Close	Open
10	High	Low
11	Low	High
12	Alarm	Normal
13	Normal	Alarm
14	Enable	Emstop
15	Emstop	Enable
16	Yes	No
17	No	Yes
18	True	False
19	False	True
20	Analog	Discrete
21	Nonlin	Linear
22	Energy	Flow
23	Invert	Normal
24	Blank	Blank
25	Dirty	Clean
26	Heat	Cool
27	Up	Down
28	Fast	Slow
29	Auto	Manual
30	Auto	On
31	Brine	Water
32	Full	Reduce
33	CCN	Local
34	Tone	Pulse
35	Or	And
36	Metric	US
37	Slave	Master
38-53	Custom units	Custom Units

ANEXO E

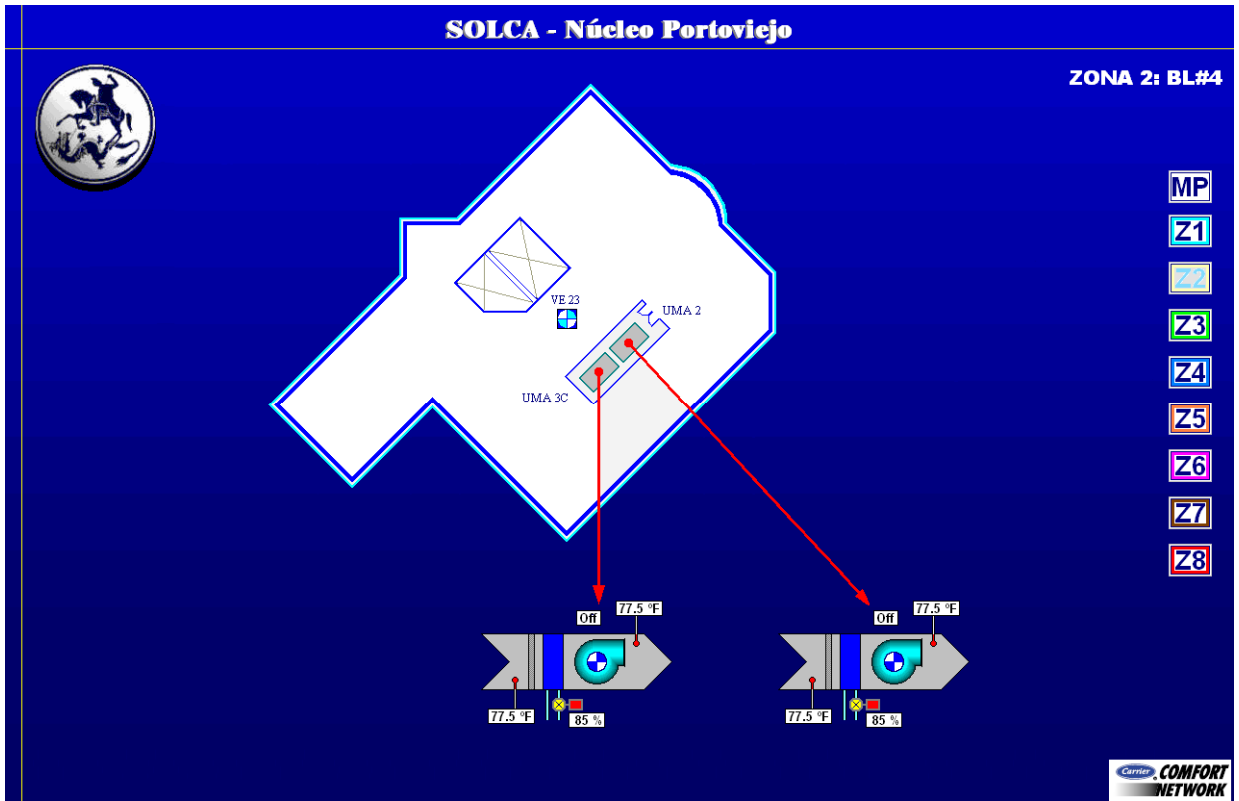
MENU PRINCIPAL



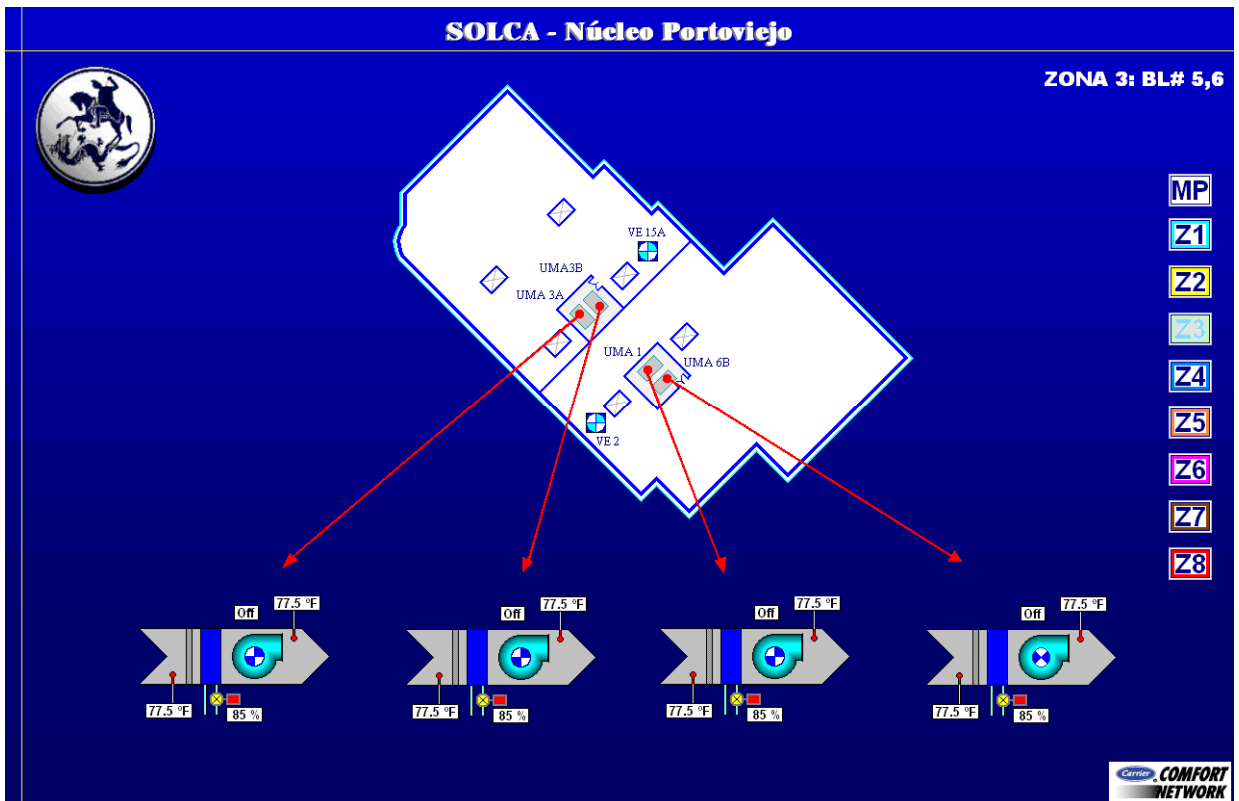
ZONA 1



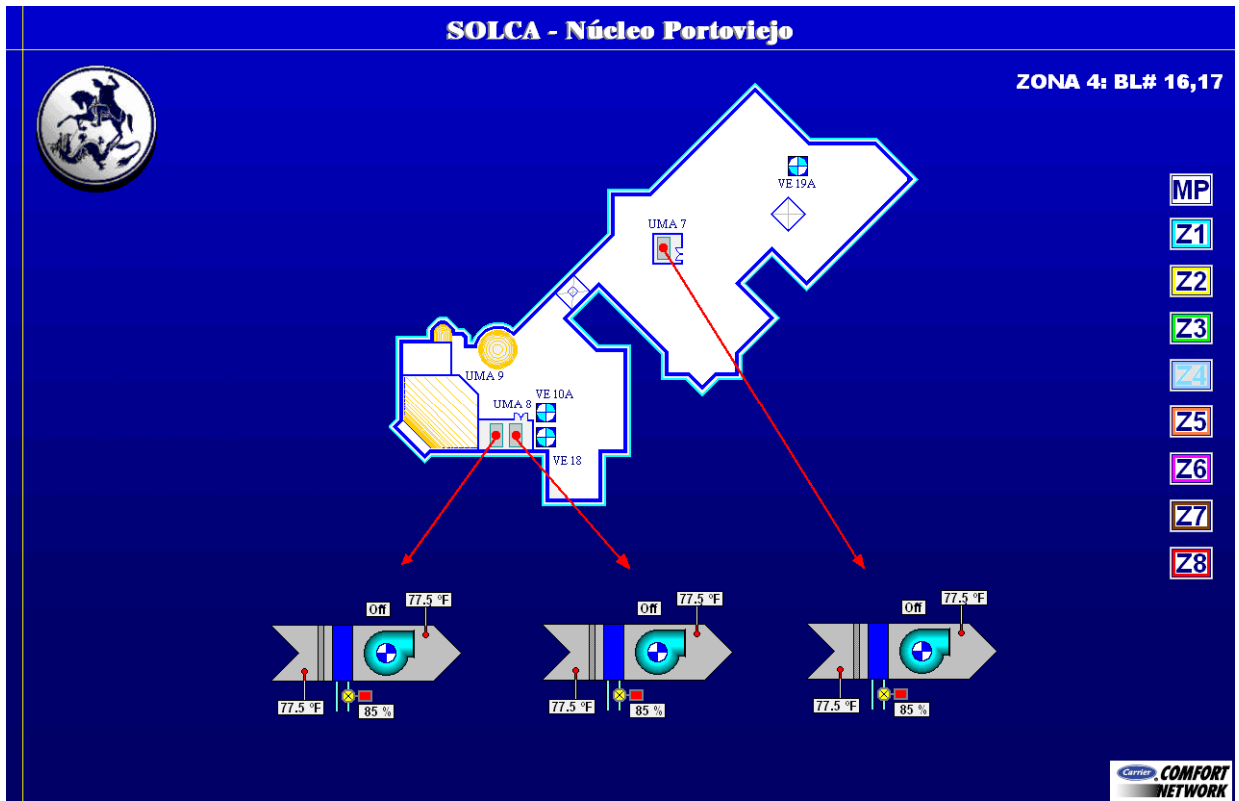
ZONA 2



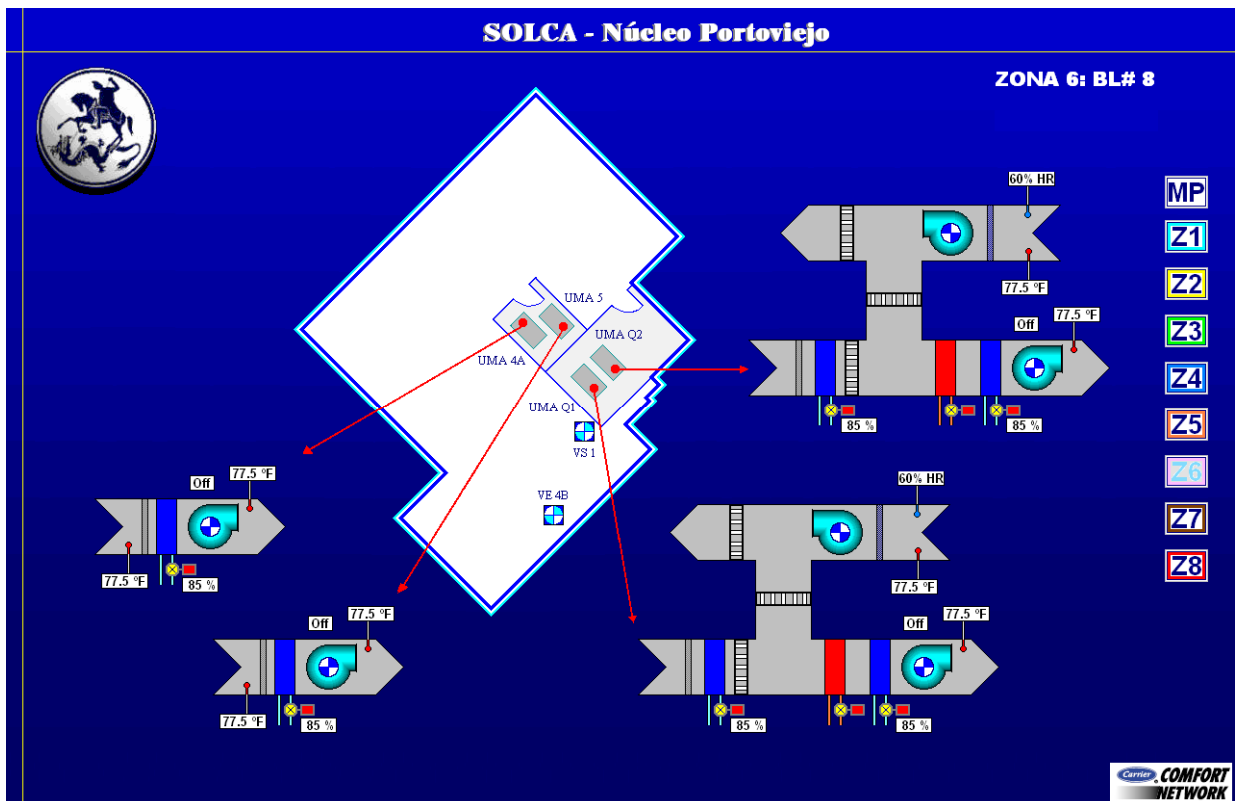
ZONA 3



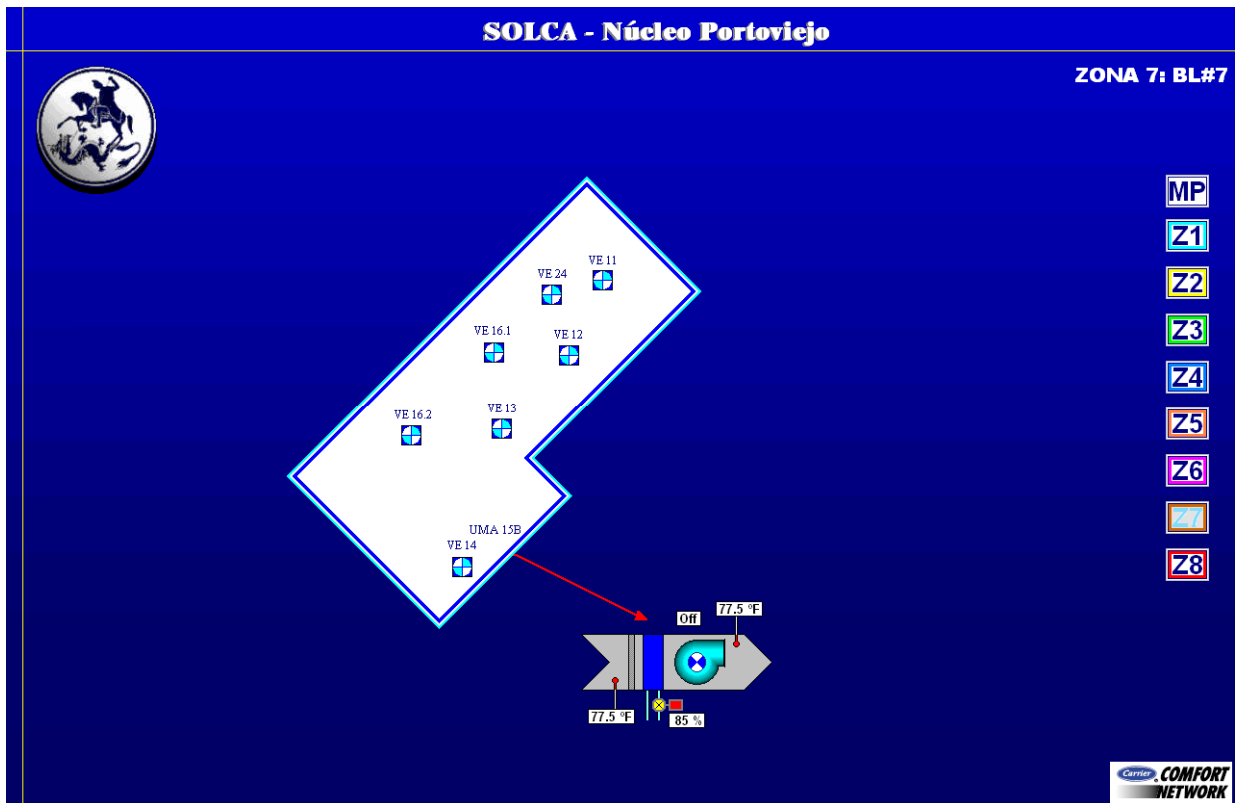
ZONA 4



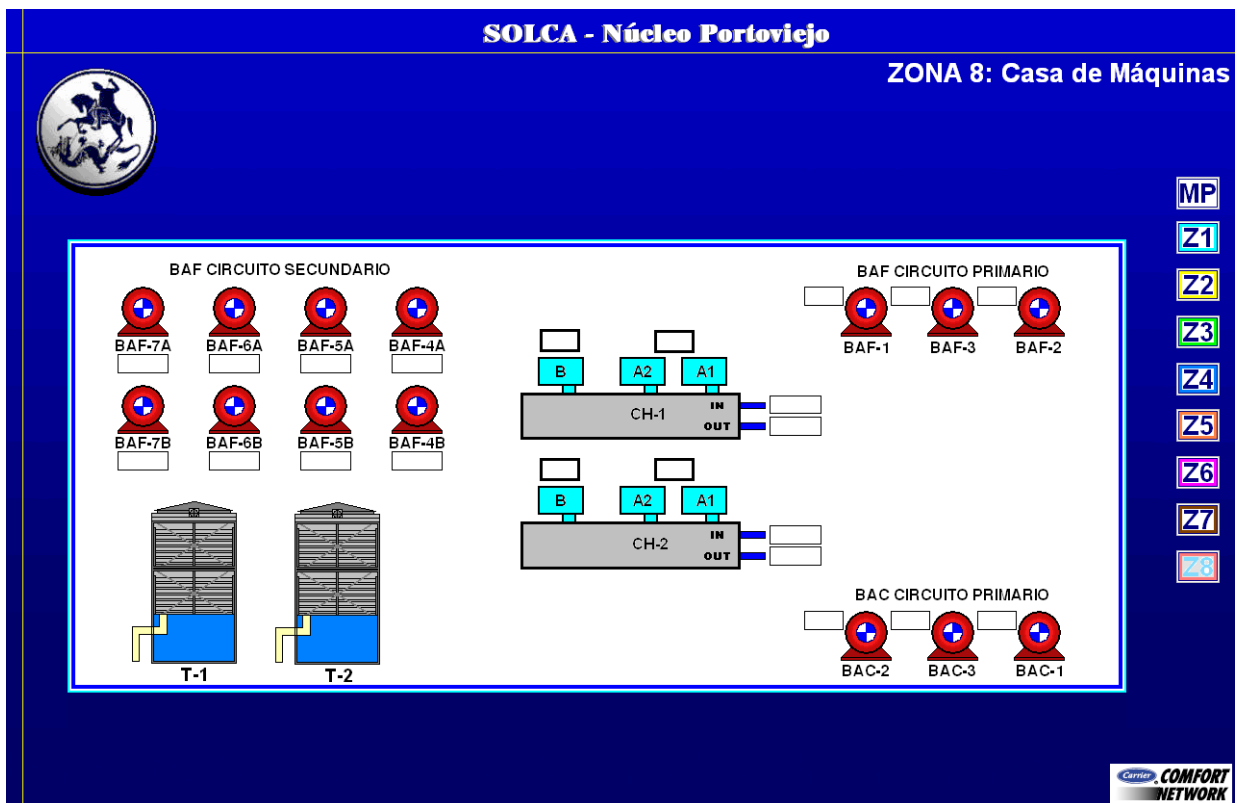
ZONA 5



ZONA 7



ZONA 8



ANEXO F

CHEQUEO DE DOCUMENTACIÓN

<u>Item</u>	<u>Verificación del Documento</u>	<u>Resultado del Test</u>	<u>Notas</u>
1	Documentación del sistema (Planos Eléctricos Completos; Inventario Hardware y Software).	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	Entregados en digital e impreso
2	Manuales y certificados.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	Impreso
3	Diagrama esquemático del sistema.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	Entregados en digital e impreso
4	Diagrama esquemático del Hardware.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	Entregados en digital e impreso
5	Descripción de Interfaces.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	
6	Listado de variables de monitoreo	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	Acorde a equipos
7	Configuración Hardware y Software.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	
8	Test y Reportes de pruebas en fábrica.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	
9	Listado de entrega (Hardware, Software, Aplicación y Licencias).	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA	Se realizó un cambio en cuanto al número de controladores maestro, mismo que fue aceptado por fiscalización

CHEQUEO DE INVENTARIO HARDWARE Y SOFTWARE

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Chequeo de Hardware.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
2	Chequeo de software licencias y versiones.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
3	Spares y herramientas.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

CHEQUEO DE EQUIPOS

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Entrada de cables, barras de soporte y accesorios.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
2	Identificación de Cableado	<input type="checkbox"/> P <input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
3	Montaje de componentes y módulos.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
4	Inspección de Borneras / Terminales de conexión	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
5	Conexionado	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
6	Tierra	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
7	Protección eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
8	Estructura del Gabinete	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
9	Spare	<input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/> NA

CHEQUEO DE CONEXIÓN A TIERRA

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Verificación de tierra	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

CHEQUEO DE CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Verificación de alimentación.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

VERIFICACIÓN DEL CONEXIONADO

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Verificación de cableado	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
2	Fusibles, circuit-breakers	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
3	Colores, voltajes	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
4	Inspección de Terminales	<input type="checkbox"/> P <input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
5	Prueba de Carga en los cables	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
6	Orientación del plug del cable	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

TEST SIN ENERGIA

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Test sin energía	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

TEST CON ENERGIA

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Inicio (on/off)	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
2	Scan del controlador.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
3	Carga del sistema (capacidad de memoria, capacidad del almacenamiento. etc.)	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
4	Procesamiento de alarma y estrategias de respuesta	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

INSPECCIÓN VISUAL

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Inspección Visual	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

SOFTWARE Y PROGRAMACIÓN.

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Identificación de funciones (comunicaciones)	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
2	Test de chequeo de upload/download entre PC y controladores	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
3	Chequeo de funcionalidad en detalle con todo lo relacionado a alarmas, mensajería, etc.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
4	Base de datos	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

TEST DE ALARMAS

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Resultado del Test</u>
1	Monitoreo de Comunicación, red	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA
2	Redundancia	<input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/> NA
3	Watchdog.	<input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> NA

BIBLIOGRAFÍA

1. Carrier Corporation©, **Comfort Controller Installation and Start-up Manual**, Carrier Corporation © ,2003, p 11-37
2. Carrier Corporation©, **Comfort Controller Overview and Configuration Manual**, 2002, Carrier Corporation ©, p 5-20, p 27-50, p 95-117, p 141-154, p 406-412
3. Carrier Corporation ©, **ComfortVIEW™ Operation Manual**, 2003, Carrier Corporation ©, p 27-118, p 214-224,
4. Carrier Corporation©, **Network Access Module (NAM)**, Installation and Operation Instructions, 1997, Carrier Corporation ©, p 1-8