



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MIGRACIÓN
INSIGHT 3.7 – DESIGO CC 3.0

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
INGENIERO EN MECATRÓNICA

P R E S E N T A

ANA MARÍA TAPIA ÁLVAREZ

ASESOR DE INFORME

M.I. ULISES MARTÍN PEÑUELAS RIVAS



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020

AGRADECIMIENTOS

A la memoria de mi papá....

Para el hombre que me acompañó y me procuró, él que me dio todo para convertirme en una persona de bien. Papá me enseñaste el valor del esfuerzo y del trabajo. Valoro todo el amor y el gran ejemplo que me diste, desearía que estuvieras en este día tan especial.

A mi mamá que me ha dado todo cuanto ha podido y más. Has sido padre y madre para mí. Gracias por tu paciencia y tu inmenso amor. Eres la persona que más admiro y respeto en este mundo. Gracias por dejarme ser yo misma y por tu apoyo incondicional. Quisiera poder darte todo de lo que te has privado durante tantos años para que yo pudiera tener una profesión.

A mi hermana que ha estado conmigo en los momentos más oscuros y aun así me sigue demostrando su cariño y admiración.

A mis abuelitos Lupita y Beto que desde niña me han llenado de cariño. Mi abuelito me ha enseñado lo que las ganas de vivir pueden hacer.

A Gibrán que me ha dado cariño sincero y apoyo incondicional. Has sido una luz en la oscuridad, me motivas a ser mejor persona.

A mis amigas Karely, Lucero y Lorena que han sido como hermanas para mí. Con cada una he compartido momentos de risas y llanto. Agradezco a la vida por haber cruzado nuestros caminos.

A Givaldo que ya no está en este mundo, pero me acompaña siempre. Fuiste como un hermano para mí y un ejemplo de vida.

A Christian, el ejemplo de la familia. Mi primo querido y admirado por siempre.

A Alán, mi mejor amigo, siempre motivándome y poniéndome el ejemplo para seguir mis sueños y ser yo misma.

A Fonseca, mi amigo y mentor en el camino de la ingeniería.

A mi asesor Ulises por la paciencia y el apoyo. Un gran maestro, entregado a sus estudiantes. Lo admiro y le agradezco.

Al Lic. Sergio por darme mi primer empleo en ingeniería. A mis compañeros de DICOQ, al Ing. Toño, Josué, Lalo, Sergio y Tavo me enseñaron y apoyaron en todos los sentidos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me ha dado todo. Me siento orgullosa de haber tenido la oportunidad de estudiar en la máxima casa de estudios, en su gloriosa Facultad de Ingeniería.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVOS PARTICULARES.....	5
3. ALCANCE.....	7
4. DESCRIPCIÓN DE LA FILIAL.....	7
4.1. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES DE LA EMPRESA.....	7
4.2. BREVE HISTORIA.....	8
4.3. ORGANIGRAMA.....	9
4.4. ACTIVIDADES.....	10
5. PARTICIPACIÓN PROFESIONAL.....	11
6. ANTECEDENTES.....	14
6.1. MARCO TEÓRICO.....	14
6.1.1. DEFINICIÓN DE DOMÓTICA, INMÓTICA Y EDIFICIO INTELIGENTE.....	14
6.1.2. SERVICIOS GESTIONADOS EN UN SISTEMA INMÓTICO.....	16
6.1.3. ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN SISTEMA INMÓTICO.....	18
6.1.4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA INMÓTICO: BUILDING MANAGMENT SYSTEM (BMS).....	20
6.1.5. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	24
6.1.6. AIRE ACONDICIONADO.....	25
6.1.6.1. CONCEPTO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.....	25
7. PROYECTO.....	25
7.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	25
7.2. REQUERIMIENTOS.....	28
7.3. ESPECIFICACIONES.....	28
7.4. SOLUCIONES PLANTEADAS.....	30
7.4.1. Actualización de plataforma “Insight 3.7 a Insight 3.15”.....	30
7.4.2. Actualización de plataforma “Insight 3.7 a Desigo CC 3.0”.....	31
7.5. SOLUCIÓN SELECCIONADA.....	32
7.6. RESULTADOS.....	32
7.6.1. SUBMITTAL.....	34
7.6.2. REPORTE DE MANTENIMIENTO A SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA TORRE.....	48
7.7. CONCLUSIONES.....	64
8. BIBLIOGRAFÍA Y MESOGRAFIA.....	65
9. ANEXOS.....	67
9.1. ANEXO 1: ARQUITECTURA DE BMS Y DE CONTROL.....	67
9.2. ANEXO 2: DESIGO CC DATASHEET.....	69
9.3. ANEXO 3: TEC Controller Unit Conditioner - Fan Coil Unit 2-Stage Cooling and Electric Heat, Application 2052.....	72
9.4. ANEXO 4: Siemens TEC Unit Vent 0-10V, Output Controller.....	75

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de un edificio implica el monitoreo, control e integración de los sistemas que lo conforman, con el fin de automatizar el funcionamiento de cada uno de ellos para lograr un mayor confort, seguridad, aprovechamiento de energía, disminución de costos, entre otros aspectos.

Con el fin de realizar la gestión automatizada de un edificio se han desarrollado y comercializado diferentes plataformas. Siendo SIEMENS, Schneider Electric, Honeywell, entre otras, líderes en innovación y distribución de dichas tecnologías.

Al hablar sobre los términos gestión, monitoreo y control, se debe incluir aspectos como normatividad, comissioning validación y estandarización. Siendo este último punto indispensable para poder realizar integraciones entre diferentes marcas, ya sea en cuestiones de migración de plataforma de gestión, cambio de producto obsoleto, comunicación, control de sistemas, servicios ofrecidos, etc.

Lo anterior impacta notablemente en el mercado, puesto que las exigencias y demandas de los consumidores requieren mayor calidad e innovación, tanto en productos, como en soluciones para automatización de edificios.

Los fabricantes se encuentran en una competencia tecnológica que los obliga a modernizarse asiduamente para brindar servicios o características en productos y soluciones que la competencia no ofrece. Debido a esto, el desarrollo de sistemas inmóticos¹ se actualiza constantemente, conservando las normas de estandarización para dicha área, pero aportando y explotando nuevos servicios, aplicaciones y tecnologías que permitan ampliar el campo.

Con relación a los sistemas que se administran y controlan en un edificio se encuentran, sistema de aire acondicionado, sistema de iluminación, sistema de incendio, sistema de acceso, sistema de energía, sistema de bombeo, CCTV, entre otros.

¹ La Inmótica es el término que engloba el control y automatización de edificios y grandes complejos. A diferencia de la Dómotica que se refiere únicamente a la parte residencial (hogares).

Como se mencionó anteriormente, la competencia actual entre fabricantes por ofrecer soluciones y productos novedosos, aunado a la estandarización establecida, ha permitido que se puedan realizar integraciones entre diferentes marcas, de manera que los sistemas que conforman un edificio puedan convivir dentro de una misma plataforma sin la necesidad de requerir un software dedicado para cada sistema.

Gracias al desarrollo de diversos protocolos de comunicación, productos que los incorporan, han progresado empresas denominadas integradoras, cuya función se basa en la automatización de edificios mediante integraciones, es decir, analizando y evaluando equipos, instalaciones, cableado existente, en otras palabras, los recursos con los que cuenta el cliente.

Las compañías integradoras se encargan de proponer soluciones que permitan optimizar el funcionamiento y rendimiento de los sistemas presentes en un edificio. También, se encargan de realizar proyectos desde cero, es decir, planear, proyectar, diseñar y poner en marcha la automatización de una edificación o complejo.

En este caso, se analizan requerimientos del cliente, especificaciones, se establece un presupuesto, se realizan propuestas económicas acorde con lo solicitado por el cliente para evaluar la opción que se adapte tanto a presupuesto como a solución técnica.

El presente informe describe y expone los procedimientos llevados a cabo con el fin de realizar la primera fase del proyecto *Migración Insight 3.7 – Desigo CC 3.0*. La cual consiste en realizar la migración del *Sistema de Control y Monitoreo de Aire Acondicionado en la Torre*, ubicada en una empresa dedicada a las telecomunicaciones y el entretenimiento.

El propósito de dicho proyecto es actualizar el sistema de gestión, control y monitoreo (BMS) de los sistemas que conforman las instalaciones del cliente, puesto que el BMS anterior se encontraba fuera de línea y obsoleto debido a la falta de mantenimiento.

Considerando que el campus perteneciente a la empresa de telecomunicaciones y entretenimiento es bastante amplio y complejo en

instalaciones, un BMS permite administrar y gestionar de manera segura, práctica y automatizada los sistemas, de manera que se puede tener un mejor control del estado y funcionamiento de cada uno de los sistemas en cada uno de los edificios que lo integran. Con lo cual es posible prevenir e identificar fallas en cada uno de los sistemas del complejo. De manera que los mantenimientos serían más preventivos que correctivos.

Finalmente, el reporte presentado explica y detalla el contexto en que se propuso y posteriormente, se realizó dicho proyecto. Con el fin de facilitar el monitoreo de los equipos de Sistema de Aire Acondicionado en la Torre.

2. OBJETIVOS

Actualizar plataforma de gestión, monitoreo y control del campus de una empresa dedicada a telecomunicaciones y entretenimiento.

2.1. OBJETIVOS PARTICULARES

2.1.1. Migrar el BMS² versión Insight 3.7 a Desigo CC 3.0.

2.1.2. Actualización de controlador maestro para control de sistema de aire acondicionado en Torre .

2.1.3. Dicha actualización implicará el cambio de protocolo de comunicación que el controlador maestro utiliza para comunicarse con el BMS (anteriormente el protocolo de comunicación era APOGEE P1³). El nuevo controlador será un PXC modular BACnet.

2.1.4. El controlador maestro conservará el protocolo de comunicación con sus controladores de campo, el cual es APOGEE P1, de manera que el nuevo controlador utilizará dos protocolos de comunicación; uno a nivel BMS y otro a nivel FLN⁴.

2.1.5. Una vez realizada la migración del BMS y controlador, se verificará la correcta integración del Sistema de Aire

² BMS es el acrónimo en inglés de Building Management System.

³ APOGEE P1 es un protocolo de comunicación propiedad de SIEMENS que trabaja maestro-esclavo. Permite la comunicación de hasta 32 esclavos (en el nivel FLN) que pueden ser conectados por un solo enlace el cual se puede manejar desde el puerto serial de una computadora. (Trad. Del autor) [1]

⁴ FLN acrónimo de Floor Level Network. Nivel en el que se encuentran los controladores de campo (esclavos). [2]

Acondicionado de la Torre al BMS, a través de la comunicación entre el controlador maestro – BMS y controlador maestro – controles de campo.

2.1.6. A la par, se realizará un levantamiento al Sistema de Aire Acondicionado en la Torre⁵.

2.1.7. Producto del levantamiento se entregará un informe sobre el estado de los equipos que integran tanto manejadoras de aire como *Fan and Coils*.

2.1.8. Se entregará una cotización al cliente en donde se le detalle las refacciones necesarias ya sean, controladores de aplicación, termostatos, actuadores para válvula, relevadores y donas de corriente. (únicamente se incluirán lo suministrado por la empresa prestadora de servicios). En caso de necesitar algo que no pueda suministrar la empresa prestadora de servicios, el cliente contactará a sus proveedores respectivos.

2.1.9. Una vez que se tengan las refacciones necesarias, se procederá a hacer el cambio o instalar faltantes, así como a realizar correcciones al sistema en cuanto a verificar correcto funcionamiento de los equipos.

2.1.10. Actualizar gráficos para BMS en general, lo que se refiere a una pantalla de home y menú de sistemas que componen el campus (Sistema de Aire Acondicionado, Monitoreo de Energía, Sistema de Bombeo y Sistema de Iluminación)⁶.

2.1.11. Actualizar gráficos para Sistema de Aire Acondicionado, en la Torre, incluir submenús, representación de Unidades manejadoras de aire y *Fan and Coils*.

3. ALCANCE

El presente trabajo únicamente se enfoca en la primera etapa que comprendió el proyecto Migración Insight 3.7 – Desigo CC 3.0.

Como se mencionó previamente en los objetivos, la primera etapa engloba la migración del BMS del campus, es decir la cabeza que controla las

⁵ El mantenimiento se contempló solo para los pisos 1, 2, 3, 4 y 5, puesto que Planta Baja contaba con control local y la actualización de controladores de campo no se encontraba contemplada en el alcance especificado en la cotización realizada por DICOQ Diseño en Controles Querétaro S.A de C.V.

⁶ Únicamente los gráficos del Sistema de Aire Acondicionado cuentan con posibilidad de navegación, puesto que el resto de sistemas se realizarán en una siguiente etapa.

instalaciones del campus; así como la integración del sistema de aire acondicionado de la Torre⁷.

Y finalmente la renovación y verificación de funcionamiento y navegación de los gráficos correspondientes al sistema de aire acondicionado en la Torre. Cambió de controlador principal. MBC Controller por PXC Modular.

4. DESCRIPCIÓN DE LA FILIAL

DICO Q Diseño en Controles Querétaro S.A. de C.V.

Empresa dedicada a Sistemas de Control, Automatización e Integración para edificios tendientes al confort y seguridad del inmueble y sus ocupantes. Asimismo, procesos para laboratorios farmacéuticos en control de temperatura, humedad y presión en cuartos limpios.

4.1. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES DE LA EMPRESA

MISIÓN

Brindar e integrar soluciones de control y automatización eficientes e innovadoras. Con el propósito de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, dentro de México y el Caribe.

VISIÓN

Continuar con el desarrollo de proyectos inmóticos de calidad, sin perder de vista nuestra prioridad, el cliente.

VALORES

Compromiso, entrega y pasión por nuestra labor. Desempeño ético y eficiente.

⁷ La empresa a la cual se le prestó el servicio para migración de BMS, ya no contaba con este activo, es decir se tenía la infraestructura instalada, sin embargo, no se le dio mantenimiento al sistema de gestión en general, lo que llevo a operar y controlar de manera manual todos los sistemas del campus. Por esa razón únicamente se revisó la integración del sistema de aire acondicionado de la Torre.

4.2. BREVE HISTORIA

DICO Q DISEÑO EN CONTROLES QUERÉTARO S.A. DE C.V. es una empresa mexicana dedicada a la automatización e integración de sistemas de HVAC, Iluminación, Acceso, CCTV, Incendio, Monitoreo de Energía, Sistema de Bombeo, etc., en edificios.

DICO Q se especializa en diseño, instalación, puesta en marcha de Sistemas de Control para Aire Acondicionado, incluyendo ahorro de energía, monitoreo y control de presión, temperatura y humedad, ya sea para confort o producción.

Respecto al área de producción, se especializa en farmacéuticas, de manera que cumple con normatividad y validación, de acuerdo a CFR 21 y otras reglamentaciones.

DICO Q Diseño en Controles Querétaro nació en el año 1992 como un proyecto enfocado a la venta y distribución de controles e instrumentación para sistemas de aire acondicionado.

Su fundador y dueño, Lic. Sergio Barrenechea Meza, administrador de profesión trabajó para diferentes empresas dedicadas a sistemas HVAC, por lo que de manera indirecta comenzó a aprender sobre productos de automatización de algunas marcas y además, aprendió sobre algunos procedimientos necesarios para implementar Sistemas de Aire Acondicionado.

Con el paso del tiempo sus conocimientos en Aire Acondicionado se fueron ampliando, al igual que su interés en el área. Esto lo llevó a ingresar a las filas de *Johnson Controls*. Compañía dedicada a la venta y distribución de productos y servicios para climatización en edificios.

Después de laborar 15 años en dicha compañía, desempeñándose como contador, el Licenciado Barrenechea decidió modificar el rumbo de su carrera profesional, así que renunció a *Johnson Controls* y se propuso iniciar un negocio propio.

De manera que así fue cómo surgió Diseño en Controles Querétaro S.A. de C.V., pues hace 30 años inició Diseño en Controles Querétaro,

dedicándose al suministro de productos para Aire Acondicionado, CCTV, Acceso, Iluminación. Siendo distribuidor de decenas de marcas, así como al diseño de Sistemas de Aire Acondicionado, Iluminación, CCTV, Acceso, etc.

4.3. ORGANIGRAMA

En seguida se presenta el organigrama de la empresa DICOQ Diseño en Controles Querétaro S.A. de C.V.

En específico, los recuadros sombreados en color rojo corresponden a las áreas de ingeniería en las que me desarrollo profesionalmente, dentro de la empresa.

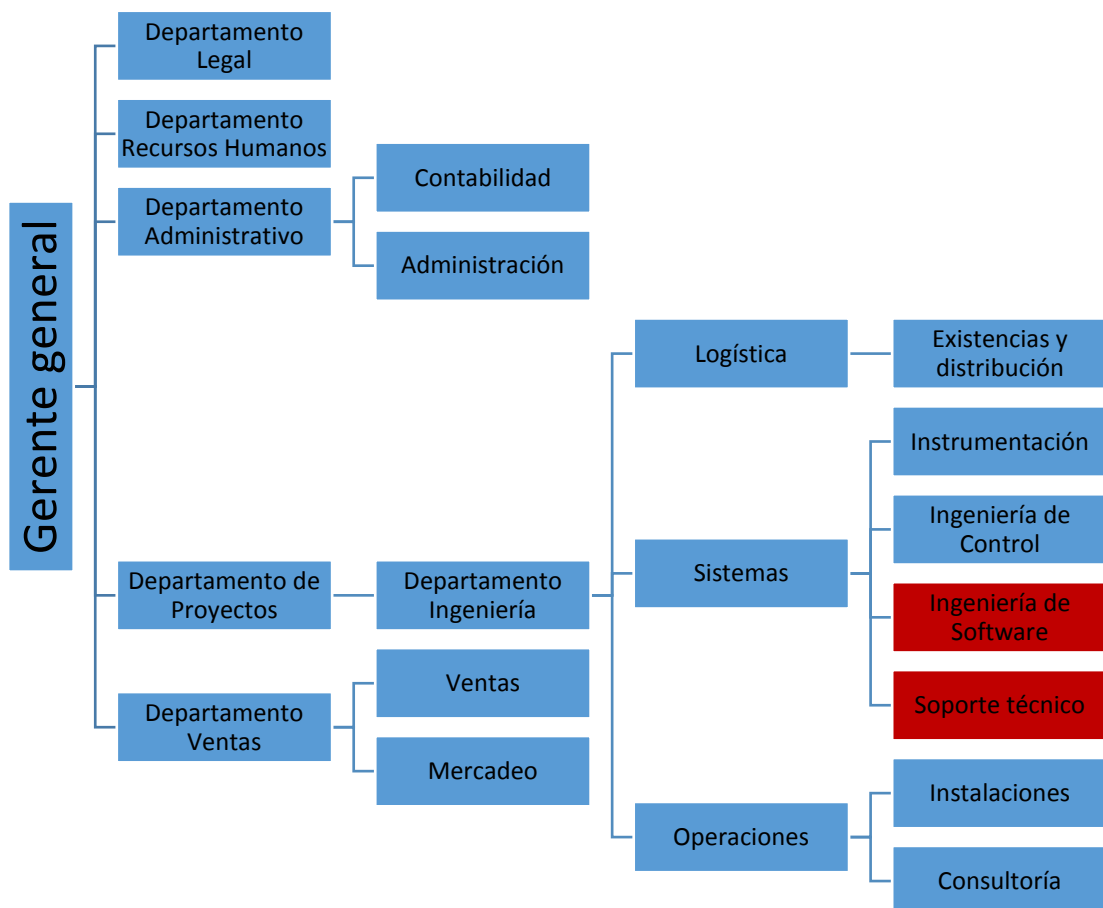


Figura 1. Organigrama de la empresa DICOQ Diseño en Controles Querétaro S.A. de C.V.

4.4. ACTIVIDADES

La empresa DICOQ Diseño en Controles Querétaro se dedica a la automatización e integración de sistemas que integran un edificio, corporativo o complejo. Ofreciendo soluciones Integrales en control de: temperatura, humedad, luz, agua, video vigilancia, voz, datos y mucho más.

Además, DICOQ Diseño en Controles Querétaro es distribuidora directa de *SIEMENS*, *Delta Controls*, *Danfoss*, entre otras empresas, dedicadas a la producción y venta de productos para aire acondicionado, iluminación, incendio, control de sistema de bombeo, monitoreo de energía, consumos, etc.

En el caso de la industria farmacéutica, DICOQ Diseño en Controles Querétaro S.A. de C.V. ofrece soluciones para control de temperatura, presión y humedad en cuartos limpios, cuartos de producción, etc. Cumpliendo con procesos de validación requeridos por la norma CFR21⁸.

DICOQ Diseño en Controles Querétaro S.A. de C.V. es una empresa con más de 25 años en el mercado y ha realizado proyectos para empresas farmacéuticas reconocidas internacionalmente. Así como para otras industrias pertenecientes al sector de servicios y comunicaciones ha realizado obras para Televisoras, corporativos, Bancos, *Sites*, entre otras.

5. PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Mi función consiste en realizar diversas actividades en el área de Soporte e Ingeniería de Proyectos. Específicamente en el área de ingeniería de software.

En la parte de Soporte he apoyado con levantamientos, mantenimientos, revisión y corrección de interfaces gráficas para el monitoreo y control de los sistemas que conforman la automatización de un edificio. También he realizado los respectivos reportes que conlleva cada actividad.

En el área de Ingeniería de Proyectos, he realizado algunos proyectos, además del proyecto que se presenta en este informe *Migración de Sistema de Control y Monitoreo para Sistema de Aire Acondicionado en la Torre*.

⁸ CFR 21 Code of Federal Regulations Title 21

Entre ellos, destacan dos pequeños proyectos para una empresa del Caribe, enfocada en el área de servicios y entretenimiento.

El primer proyecto que realicé fue *Bahamas Madeleine*; en el cual y de acuerdo a los requerimientos del cliente, se realizó el control de una Unidad Manejadora de Aire, únicamente con enfriamiento, que acondicionaría ciertos espacios y que se encontraba de monitorear y centralizar 8 cajas VAV. Por lo tanto, realicé la planeación, alcance e ingeniería de detalle del proyecto.

Una vez establecidos dichos puntos, desarrollé el listado de variables que intervenían en el proceso de control, el tipo de señal y su rango, dando como resultado la selección del controlador a utilizar.

Con base en dicha decisión, complementé la lista mencionada anteriormente, generando una tabla, en la cual se especificaron los bornes de conexión en el controlador dependiendo del tipo de señal, es decir la distribución de las variables a monitorear y controlar. Así como una descripción de cada variable, un TAG para identificarse, número de punto, entre otros aspectos, de manera que el personal encargado de realizar la conexión física del controlador y la instrumentación contemplada para el control de la Unidad Manejadora de Aire pudiera identificar claramente cómo, qué y en dónde conectar cada dispositivo.

También realicé el DTI⁹ de la Unidad Manejadora de Aire, así como los planos de entradas, salidas, control y distribución de las conexiones en el controlador. Respecto a la programación, me basé en un programa previo realizado por el Ing. Josué Suárez Quintanar, jefe del Departamento de Ingeniería, es decir mi jefe directo.

Respecto a las cajas VAV, cabe mencionar que utilicé controladores de aplicación TEC¹⁰, marca SIEMENS, los cuáles vienen pre programados con un algoritmo de control PID, el cuál realiza el control de temperatura, mediante la información recabada por un termostato que se conecta al TEC. Por lo tanto, el PXC 36 Compact sólo se encargaba de centralizar las cajas mediante un

⁹ DTI es el acrónimo de Diagrama de Tuberías e Instrumentación.

¹⁰ TEC es el acrónimo de Terminal Equipment Controller usado en aplicaciones de Volumen de Aire Variable (VAV).

algoritmo maestro/esclavo, pues los controladores para las cajas VAV son autónomas en su control.

Finalmente, elaboré el entregable del proyecto *Bahamas Madeleine* que consistió en un *Transmittal*, el cual contiene una portada, introducción sobre el proyecto realizado, la parte del *commissioning*, la filosofía de control, diagrama de conexiones, tabla de conexiones, planos de conexiones (entradas, salidas, control), además del DTI y las garantías.

El segundo proyecto que realicé es similar al proyecto *Bahamas Madelaine*, la diferencia radicaba únicamente en el número de cajas VAV que se reportaba a la Unidad Manejadora de Aire. En este caso, el número de cajas VAV fue 3.

El proyecto se llama *Bahamas Roxxy*. Éste también fue especificado y elaborado para la misma empresa del Caribe, enfocada en el área de servicios y entretenimiento. Al igual que el primer proyecto en que participé, realicé un *transmittal* con la filosofía de control, diagrama de conexiones, tabla de conexiones, planos de conexiones (entradas, salidas, control), además del DTI.

Respecto al proyecto expuesto en el presente informe *Migración de Sistema de Control y Monitoreo para Sistema de Aire Acondicionado en la Torre*, me hice cargo del desarrollo de la ingeniería de dicho proyecto, así como cuestiones relacionadas con requerimientos y aspectos que involucraban otros departamentos del cliente durante el desarrollo del proyecto. Como es el caso del Departamento de Sistemas, Departamento de Aire Acondicionado y Departamento de Mantenimiento.

Aunado a lo anterior, me encargué del trato con el cliente para revisiones, correcciones, presentación de avances y finalmente, entrega y firma de documentos del proyecto terminado.

Con relación a la parte de ingeniería, realicé la migración de la base de datos original. Así mismo generé los procedimientos necesarios para utilizar la plataforma Desigo CC, así como la importación de la base de datos migrada final, la configuración del controlador nuevo a emplear, la comunicación entre el controlador nuevo con la plataforma Desigo CC, la carga de la base de datos migrada en el controlador y la interfaz gráfica para visualizar, monitorear y operar

el Sistema de Control y Monitoreo para el Sistema de Aire Acondicionado en la Torre, como primera fase del proyecto.

También realicé algunas interfaces para el campus completo del cliente, sin embargo, el control y monitoreo para cada área que compone las instalaciones del cliente se realizará en fases subsecuentes.

Además, apoyé en el mantenimiento al Sistema de Aire Acondicionado de la Torre. Acción necesaria para entregar y garantizar la comunicación entre la plataforma Desigo CC y el Sistema físico de Aire Acondicionado.

Por último, elaboré un reporte sobre el mantenimiento realizado al Sistema de Aire acondicionado en la Torre, así como un informe o Submittal sobre el proyecto en cuestión, *Migración de Sistema de Control y Monitoreo para Sistema de Aire Acondicionado en la Torre.*

6. ANTECEDENTES

6.1. MARCO TEÓRICO

6.1.1. DEFINICIÓN DE DOMÓTICA, INMÓTICA Y EDIFICIO INTELIGENTE

DOMÓTICA

Existen diversas definiciones del término Domótica, puesto que cada autor adecua el concepto con base en su investigación y experiencia en el área.

De acuerdo con la Asociación Española de Domótica e Inmótica se define la Domótica como:

“La Domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema.”

[3]

Desde un punto de vista personal, considero que el término Domótica debe aplicarse a tecnologías y procesos de automatización relacionados

únicamente al área residencial o de vivienda, razón por la que se toma como definición de Domótica, el concepto publicado por la Asociación Española de Domótica e Inmótica.

INMÓTICA

Respecto a edificaciones, la Asociación Española de Domótica e Inmótica define la Inmótica como:

“La Inmótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema.” [4]

EDIFICIO INTELIGENTE

Respecto a los llamados edificios inteligentes o *Smart Buildings*, diversos institutos y compañías definen de diferentes maneras, dependiendo de los servicios, productos o campo de estudio que se manejen.

Sin embargo, algo en lo que convergen es en la eficiencia tanto energética, como en costos que se genera, además de productividad por parte de los trabajadores.

A continuación, se presentan dos definiciones sobre el concepto de Edificio inteligente.

- Intelligent Building Institute (IBI), Washington, D.C., E.U.

Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, con las interrelaciones entre ellos. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización. [5]

- Compañía Honeywell, S.A. de C. V., México, D.F.

Se considera como edificio inteligente aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia en favor de

los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort. [6]

6.1.2. SERVICIOS GESTIONADOS EN UN SISTEMA INMÓTICO

La Inmótica busca cubrir cuatro aspectos básicos que son seguridad, ahorro, confort y comunicaciones.

A continuación, se mencionan algunos de los puntos más importantes que se busca cumplir con la aplicación de Inmótica.

Seguridad

- Simulación de presencia.
- Alarmas.
- Llamadas automáticas por teléfono ante anomalías.
- Sistema antincendios.
- Detección de gases tóxicos.
- Detección de presencia.
- Controles de acceso a estacionamientos, oficinas, etc.

Ahorro

- Encendido y apagado automático de luces exteriores mediante la sensibilización de luminosidad y horarios.
- Persianas automáticas para proveer mayor luminosidad.
- Riego automático.
- Encendido y apagado automático de equipos para aire acondicionado, bombeo, etc.
- Control y modulación de sistema de aire acondicionado.
- Adaptación centralizada del sistema de automatización de edificios a las necesidades del usuario, por ejemplo, programas horarios, puntos de consigna, etc.
- Optimización centralizada del sistema de automatización de edificios, por ejemplo, ajuste de reguladores, puntos de consigna, etc.

- Detección de fallos de los edificios y sus sistemas técnicos y prestación soporte para el diagnóstico de estos fallos.
- Presentación de la información sobre el consumo de energía, condiciones interiores y posibilidades de mejora.

Confort

- Abrir, cerrar, apagar, encender, regular climatización, electrodomésticos, iluminación, persianas, puertas, suministro de agua, etc, automáticamente o remotamente.
- Regulación de calefacción y refrigeración.
- Regulación de la ventilación y del aire acondicionado.
- Control de iluminación.
- Control de persianas

Comunicaciones

- Control y supervisión remota del edificio o complejo, a través de PC, Tablet o Smartphone.
- Transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos con redes locales (LAN) y compartiendo acceso a internet.
- Acceso a servicios de telefonía IP, televisión digital, diagnóstico remoto, videoconferencias, etc.
- Sistema de aire acondicionado.
- Monitoreo y control de sistemas remotamente.

Generalmente, los servicios que se monitorean y controlan en un edificio automatizado son los siguientes.

- Sistema de Aire Acondicionado
- Sistema Contra Incendio
- Sistema de Bombeo
- Sistema de Energía
- Sistema de Iluminación
- Sistema de Acceso
- CCTV
- Entre otros.

6.1.3. ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN SISTEMA INMÓTICO

Con base en los tipos de control ya sea centralizado o descentralizado, se derivan las arquitecturas de control en un sistema inmótico que son arquitectura centralizada y descentralizada.

Dependiendo de requerimientos y especificaciones de proyecto, así como necesidades del cliente será el tipo de arquitectura aplicada. Actualmente, se emplea un tercer tipo de arquitectura cuyo objetivo es mejorar y aumentar la eficiencia de las dos anteriores.

Este tipo de arquitectura se conoce como distribuida, pero se usa generalmente cuando se tienen más de un sistema de gestión BMS. Por ejemplo, si se quisiera comunicar un complejo ubicado en un punto con otro ubicado en otro punto de la ciudad.

Sistemas centralizados

En los sistemas de configuración centralizada la comunicación entre elementos pasa por una unidad central.

Las principales desventajas de los sistemas centralizados son que, si el controlador principal falla o llega a faltar, el sistema entero dejará de operar, puesto que el controlador principal es el cerebro del sistema.

Por otro lado, la implementación de sistemas centralizados implica el uso de dispositivos, que operen bajo este tipo de control, ya sea mediante lenguajes o protocolos propios del fabricante. Lo cual genera dependencia del cliente o usuario final hacia una marca.

Se da el caso de que sólo el fabricante puede dar mantenimiento, resolver fallos. Si un elemento del sistema se descompone habrá que buscar elementos de la misma marca, por la falta de compatibilidad con otros fabricantes. Es decir, no hay flexibilidad para integrar con otras marcas.

Sistemas descentralizados

A través de un sistema descentralizado se abre la puerta a la integración entre marcas, es decir, se elimina la dependencia por parte del cliente o usuario final hacia un solo fabricante.

Lo más importante es que si falla algún elemento de control no se afectará el funcionamiento por completo del sistema en cuestión.

Por otro lado, los sistemas descentralizados permiten reconfigurar el sistema, en caso de que se desee crecer o simplemente realizar modificaciones. Por lo que la arquitectura descentralizada permite tener grados de flexibilidad.

Lo anterior, se traduce en ahorro, en cuanto a instalación, así como eficiencia, pues es posible englobar diferentes aplicaciones y servicios para el usuario.

La cuestión que se ve como inconveniente para implementar este tipo de sistemas, es el costo. Ya que se necesita invertir bastante dinero, pero a la larga esa inversión se ve recompensada por los beneficios en cuanto a eficiencia, flexibilidad, ahorro de tiempo, etc.

La ventaja que presentan los sistemas descentralizados radica en que a pesar de que existe un control central que se encarga de monitorear y gestionar el resto de los elementos que integran la arquitectura, cada control esclavo posee cierta autonomía para procesar solamente la información proveniente de sensores y actuadores que componen su esfera.

De manera que, si el controlador central entra en fallo o pierde la comunicación, los controladores esclavos tienen la capacidad de seguir monitoreando y operando los elementos bajo su cargo.

Lo anterior no sería posible en un sistema centralizado, puesto que, si se daña el controlador central, el sistema completo dejaría de funcionar puesto que el resto de controles no poseen capacidad de autonomía.

6.1.4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA INMÓTICO: BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

Building Management System es un sistema de gestión y administración para edificios y complejos. Se trata de un software que, junto con elementos físicos, como controladores, sensores y actuadores, se encarga de monitorear, integrar y controlar los diferentes sistemas que componen un inmueble, de manera automatizada.

Cada marca enfocada en la tecnología de edificios establece su propia topología y términos a implementar. Sin embargo, siguen una estructura general o básica. En la siguiente figura, se ejemplifica la topología de un sistema BMS.

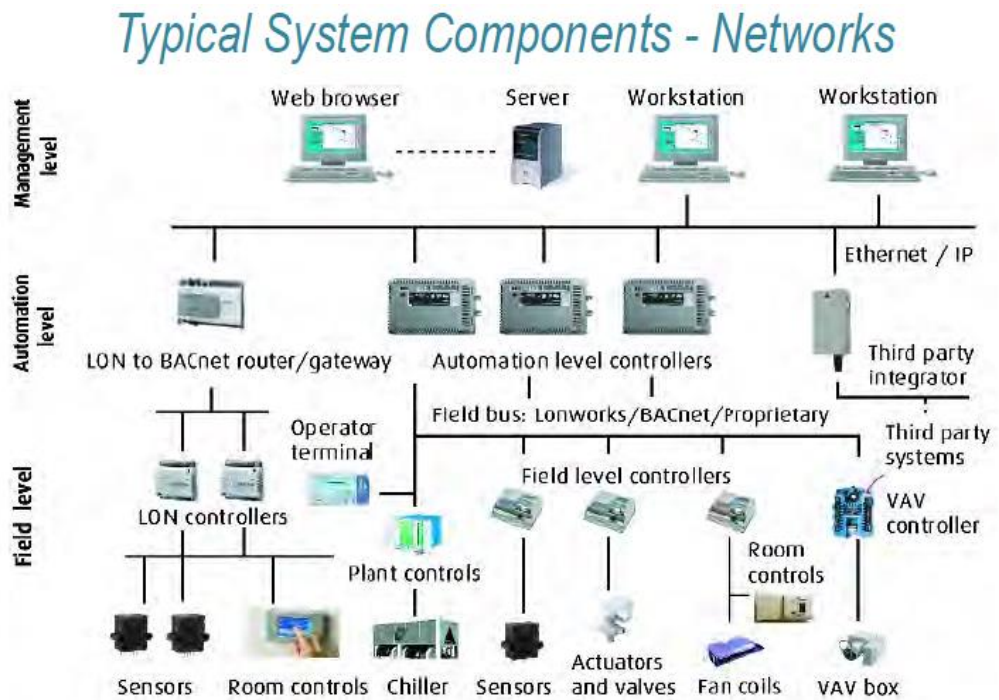


Figura 2. Topología de un BMS. [7]

Como se puede observar, en la base de la estructura se *denomina Field Level*. En este nivel se encuentran los dispositivos de campo, es decir sensores, actuadores para válvulas, bombas, válvulas, variadores de frecuencia, donas de corriente, etc.

Dentro de este nivel, se encuentran los controladores de campo. Los cuales son controladores para aplicaciones específicas y cuyas funciones vienen definidas mediante algoritmos precargados por el fabricante. Por ejemplo, controladores para cajas VAV, controles para balastos, etc.

De manera que, este tipo de controladores pueden definirse como un tipo de esclavos, puesto que realizan funciones determinadas y además son supervisados por controles maestros.

En el *Automation level* se encuentran los controladores maestros que como se mencionó anteriormente, se encargan de supervisar y controlar a los elementos de campo. Además de realizar la supervisión y control de *Field Level*, los controladores maestros hacen de intermediarios con la estación de trabajo del operador.

En el *Automation level* también se encuentran los *Gateways* que son los encargados de hacer integraciones con equipos de terceros. Es decir, cuando se desea agregar un equipo o control que no tenga implementado un protocolo de comunicación determinado, o que por el tiempo se haya discontinuado, el Gateway permite hacer un puente de traducción entre el dispositivo antiguo y el sistema actual.

Finalmente, el *Managment Level* es el nivel encargado de proveer una interfaz entre operadores y controladores, sensores y actuadores. Es decir, el usuario final necesita una interfaz gráfica para poder comprender e identificar qué sistemas y elementos componen su edificio o complejo. De manera que el *Managment Level* se encarga de proveer al usuario u operador una interfaz HMI, para que este y los sistemas puedan interactuar de una manera cómoda y sencilla para el humano. Sin la necesidad de que el operador se traslade hasta el equipo a controlar para poder operarlo. A menos claro que sea necesario.

Considerando que el presente trabajo se basa en el uso de Desigo CC (plataforma para BMS propiedad de SIEMENS), enseguida se muestra un ejemplo de la estructura que este sigue. Ver *Figura 3. Estructura de Desigo CC propiedad de SIEMENS*

Desigo CC - Front End for HVAC system ("Control Center")
- Open integration platform for all building systems

SIEMENS
Ingenuity for Life

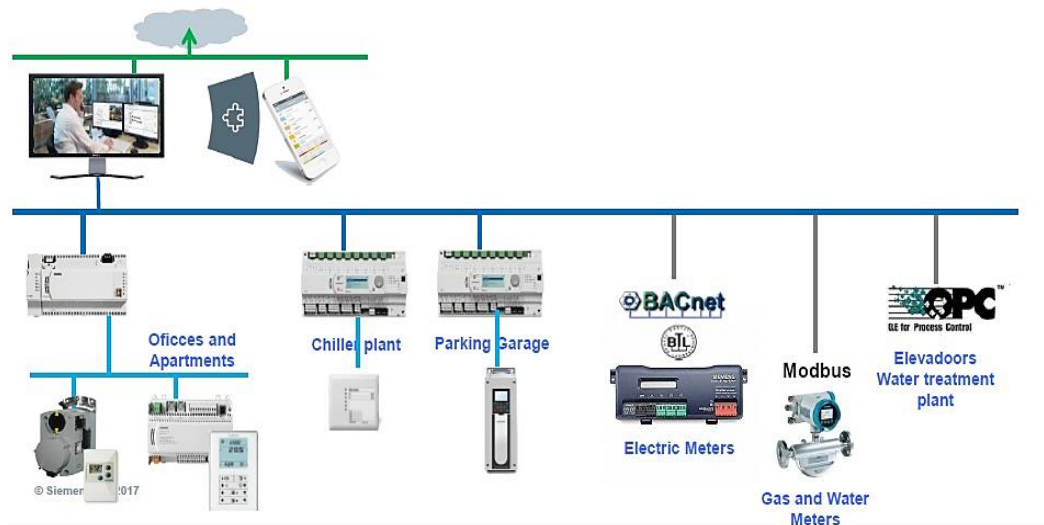


Figura 3. Estructura de Desigo CC propiedad de SIEMENS. [8]

Otro punto importante que debe mencionarse es la interacción que tiene que existir entre los diferentes sistemas de un edificio, ya sea por seguridad, comodidad o accesibilidad tanto para los usuarios finales como para los operadores y los encargados del mantenimiento al mismo.

Por ejemplo, si se presentará un conato de incendio en el edificio, es necesario que sistema de incendio, aire acondicionado y acceso se encuentren sincronizados. Puesto que se debe contar tanto con la infraestructura para ventilación como con una rutina de operación para ese tipo de situaciones. Las compuertas de retorno y de incendio deben cerrarse para impedir el paso del humo, de manera que este se quede dentro de los ductos de aire, a fin de evitar que el humo circule como el aire suministrado por todo el edificio. Además, los sistemas de acceso deben ser liberados para permitir la evacuación del edificio.

Debido a este tipo de situaciones que pueden ocurrir, surge la necesidad que permitir la interacción entre los sistemas de un edificio. Es por ello que se han desarrollado diferentes protocolos de comunicación. De manera que tanto el BMS como controladores, sensores y actuadores puedan comunicarse, es decir enviar y recibir información.

Un sistema BMS permite realizar diferentes funciones que ayudan a reducir consumos energéticos, costos y eficientar operaciones.

- Horarios. Mediante horarios se establece el momento del día en el que encienden y paran equipos, de acuerdo con las actividades que se realizan en el inmueble. Los horarios permiten sincronizarse con un calendario. En estos últimos se pueden establecer excepciones. Es decir, fechas específicas en las que no se va a seguir un horario, ya sea por días no laborables, mantenimientos programados, etc.
- Tendencias. De acuerdo con los datos recopilados por controles es posible realizar gráficas que permitan a los administradores del edificio identificar horas pico y llevar un mejor control de consumos eléctricos, potables, etc., en fechas determinadas, a horas determinadas. Todo eso en tiempo real.
- Reportes. Los reportes permiten llevar un histórico de las condiciones de operación y funcionamiento del inmueble. Algo que en diferentes tipos de industrias es necesario para validación de sus procesos de producción. O simplemente porque mediante los reportes se pueden tener un control de consumos para dividir gastos, en el caso de edificios corporativos, en donde se rentan secciones o pisos de la edificación para oficinas.

Desigo – the innovative system for highest efficiency and safety in the building
Desigo system topology
System functions for building automation
Trend and history function
Event management
Schedulers/calendar
Access rights
Monitoring functions
Communication – network

Figura 4. Capacidades básicas de un BMS. [9]

6.1.5. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

De manera general, se establece que existen protocolos abiertos o estándar y propietarios.

- a) Protocolos estándar o abiertos a terceras personas y respaldados por alguna organización. Estos son utilizados ampliamente por diferentes empresas que fabrican productos que son compatibles entre sí.
- b) Protocolos propietarios son desarrollados por una empresa, y los cuáles sólo pueden comunicarse con productos fabricados por la misma empresa. De manera que se necesitan licencias o permisos para poder emplearlos.

Ejemplo de los protocolos descritos anteriormente, se tienen:

- KNX. De acuerdo con KNX Foundation (2015), KNX es un sistema de bus. Este sistema fue desarrollado para control y automatización de edificios y viviendas. KNX tiene distintos medios de transmisión como son Par Trenzado, Radio Frecuencia, Ethernet IP, Powerline. [10]
- De acuerdo con AIE (2017), Modbus es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado. Modbus puede comunicarse con más de una estación remota. Por ello el nombre de Modbus RTU. Su finalidad es la obtención de datos para supervisar y controlar un proceso. Las Interfaces de Capa Física pueden estar configuradas en RS-232, RS-422, RS-485. [11]

La empresa dedicada a la automatización de edificios, Delta Controls, establece que:

“BACnet es el protocolo de comunicación más completo y potente en la automatización de edificios. Ha sido desarrollado para su uso en todos los niveles de la automatización de edificios y para todos los sistemas, ya sea climatización, iluminación o seguridad. Fue desarrollado por ASHRAE en colaboración con muchos expertos y en 2003

adquirió el estándar mundial ISO16484-5 para la automatización de edificios.

Todas las funciones como climatización, ventilación, refrigeración, iluminación, control de accesos, así como los sistemas de incendios se pueden integrar en un mismo sistema mediante BACnet. Esto reduce los costes de ingeniería, formación, operaciones y mantenimiento, y, además, facilita la recopilación y el intercambio de una gran variedad de datos que proporcionan una mayor transparencia, un funcionamiento eficiente del edificio y constituye la base para una correcta gestión energética.” (2015) [12]

6.1.6. AIRE ACONDICIONADO

6.1.6.1. CONCEPTO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

De acuerdo a ASHRAE el Aire acondicionado es el *proceso* de tratamiento de aire que modifica sus condiciones para adecuarlas a determinadas necesidades controlando temperatura, humedad y presión principalmente. [13]

7. PROYECTO

7.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El sistema de aire acondicionado de la Torre, en el complejo correspondiente a una empresa dedicada a las telecomunicaciones y el entretenimiento, se encontraba supervisado y controlado, desde hace más de 15 años, por una plataforma denominada Insight versión 3.7¹¹.

El BMS previo a la actualización a Desigo CC 3.0, no contaba con el mantenimiento ni soporte necesario para su correcto funcionamiento. Razón por la cual se encontraba fuera de línea provocando que el personal de

¹¹ Un BMS (Building Management System) permite administrar, gestionar controlar y operar los sistemas que integran un edificio. Un BMS se compone de controladores, dispositivos de campo e interfaces gráficas de usuario (GUI o HMI), que pueden ser una estación de trabajo del operador o Workstation); aplicaciones web, pantallas táctiles, aplicaciones para Smartphones, entre otras.

mantenimiento se encargara de supervisar y controlar manualmente el sistema de aire acondicionado de cada uno de los pisos.

El sistema de aire acondicionado instalado en la Torre, se compone de 36 Unidades Manejadoras de Aire y 36 Unidades *Fan and Coil*. Los cuales se encuentran distribuidos en los pisos 1, 2, 3, 4 y 5 de la Torre.

Actualmente esta plataforma se encuentra fuera de servicio, en cuanto a monitoreo y operación de los equipos remotamente, pues técnicos se encargan de encender y apagar manualmente tanto Unidades Manejadoras de Aire como *Fan and Coils*.

La estructura del Sistema de Aire Acondicionado, actualmente, es controlada por controladores de aplicación *Terminal Equipment Controller* (TEC por su abreviatura en inglés), marca SIEMENS; a su vez estos controladores son supervisados por un controlador principal, denominado MBC¹², a pesar de que el BMS, propiamente la plataforma Insight 3.7 se encuentra fuera de servicio.

Systems Integration

APOGEE® FLN Integration: Siemens Building Technologies, Inc. Variable Frequency Drive

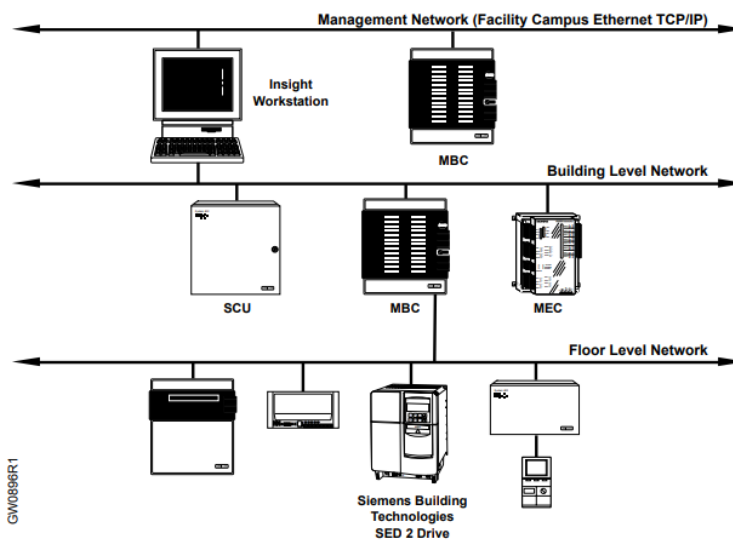


Figure 1. System Architecture.

Figura 5. Ejemplificación de la estructura antigua del BMS instalado. [14]

¹² El controlador PXC Modular sustituye al controlador Field Level Network Controller (FLNC por sus siglas en inglés). A grandes rasgos el FLNC se encargaba de centralizar todos los TEC para poder visualizarlos en la estación de trabajo OWS.

Cabe señalar que cada controlador TEC contiene un algoritmo de control pre - programado, el cual se ejecuta de manera automática y autónoma, sin intervención del controlador central PXC Modular. Ya que éste último, se encarga de tomar los datos que el TEC va originando, y los utiliza para generar tendencias y reportes, así como para alarmar cuando una variable de control se encuentra fuera de rango o algún cambio que haya sucedido y que el operador o el área de mantenimiento necesite saber para hacer las correcciones pertinentes, así como para mostrar el valor de las variables de interés en tiempo real en la interfaz del Desigo CC.

El controlador PXC Modular interactúa con la estación de trabajo (OWS por sus siglas en inglés) para que a través del BMS gestionado por Desigo CC 3.0, el operador pueda monitorear y controlar remotamente los equipos que conforman el sistema de aire acondicionado.

Esto es, el operador del BMS puede visualizar las variables de interés del sistema, modificarlas en caso necesario, ya sea cambiando su estado o valor, y monitorear el funcionamiento del sistema en general.

Es importante mencionar que se realizó un mantenimiento al sistema de aire acondicionado para determinar existencia, estado y funcionamiento de los equipos de aire acondicionado y los dispositivos que los integran, de acuerdo a los planos entregados por el área de Aire Acondicionado. Dicho mantenimiento permitió corregir fallas.

Finalmente, Insight 3.15 saldrá del mercado en octubre de 2018, por lo que seguirá recibiendo soporte aproximadamente dos años después de su salida del mercado, únicamente para usuarios que ya cuenten con esta versión o la actualicen previo al 29 de septiembre de 2018.

Debido a las cuestiones mencionadas anteriormente, el cliente requiere soluciones que permitan reactivar su sistema BMS, de manera que se considere la menor inversión necesaria, durabilidad en soporte, mantenimiento accesible y costos de mantenimiento poco elevados.

7.2. REQUERIMIENTOS

- Reestablecer BMS, reincorporando estación de trabajo OWS en cuarto de monitoreo.
- Integrar sistema de aire acondicionado, monitoreo y consumo de energía, control de *chillers* y sistema de bombeo dentro del BMS.
- Cambiar servidor actual con SO Windows XP, en donde reside Insight 3.7, por un equipo con SO Windows server 2012 o superior a 64 bits.
- Actualización de la plataforma de gestión y administración Insight 3.7.
- Migración de base de datos del BMS anterior a la nueva plataforma de gestión y administración del edificio.
- Actualización de gráficos pertenecientes a interfaz de BMS.
- Recibir y visualizar alarmas, estado y funcionamiento de Sistema de Aire Acondicionado desde la oficina del Gerente de Mantenimiento de la Empresa de Telecomunicaciones y Mantenimiento.
- Reducir costos de operación y mantenimiento en cuanto a desempeño de Sistema de Aire Acondicionado en la Torre.
- Ahorro energético, evitando el uso innecesario de UMAs y F&C fuera de horario laboral.
- Realizar un mantenimiento para detectar equipos en falla o faltantes.
- Corregir fallas presentadas.
- Reparar las condiciones de las instalaciones del Sistema de Aire Acondicionado, se puede utilizar el presupuesto destinado para reparar otras áreas.
- Establecer un mantenimiento preventivo (trimestral o semestral) del Sistema de Aire Acondicionado en la Torre.

7.3. ESPECIFICACIONES

Las Unidades Manejadoras de Aire y *Fan and Coils* acondicionan determinados ambientes, mediante sistemas de enfriamiento por agua helada.

La instalación actual cuenta con cableado de control y fuerza, además de tubería para protección de estos. En caso de ser necesario se podría adicionar cableado para control y fuerza, sin embargo, se prefiere reutilizar lo existente.

La instrumentación instalada para Unidades Manejadoras de Aire se conforma de un sensor de temperatura de inmersión para medir temperatura de inyección de agua helada a la entrada de la UMA. Mientras que en las Unidades de *Fan and Coil*, se encuentra instalado un sensor de temperatura a la salida del ducto para determinar con que temperatura se obtiene el aire enfriado.

Las Unidades Manejadoras de Aire y *Fan and Coils* cuentan con relevadores para arrancar o parar sus respectivos ventiladores. Estos relevadores reciben una señal por parte del controlador TEC con el fin de controlar el arranque o paro del fan. También, se encuentran instaladas donas de corriente en cada uno de los ventiladores de aire para determinar el estado de estos, es decir, encendido o apagado. Dicha señal es recibida por el controlador TEC, con lo cual se confirma que se arranca o para correctamente un equipo.

Cada Unidad Manejadora de Aire y *Fan and Coil* atienden a un termostato, encargado de monitorear la temperatura en el cuarto que se desea acondicionar. La medición de temperatura obtenida por el termostato es recibida por el controlador de aplicación TEC, el cual se encarga de aplicar el control para atender a las condiciones de confort previstas, es decir, con el fin de hacer cumplir el *set point* de temperatura.

Cada Unidad Manejadora de Aire cuenta con un actuador modulante para apertura o cierre de válvula de agua helada. De modo que el controlador TEC se encarga de enviar la señal o voltaje con el que se debe abrir o cerrar una válvula. El controlador TEC se encarga de realizar el control necesario con el actuador de la válvula para mantener las condiciones de confort.

Los actuadores para control de agua helada en Unidades Manejadoras de Aire son modulantes, por tanto, trabajan con un voltaje de 0 – 10 VDC. Dependiendo del voltaje enviado por el controlador TEC será el porcentaje de apertura o cierre al que llegará cada válvula.

En el caso de los *Fan and Coils*, los actuadores que se manejan son ON/OFF, de manera que el voltaje con el que trabajan es de 0-24 VAC. Con

lo cual, sólo se tiene un cierre o apertura de válvulas sin poder realizarse modulación.

Unidades Manejadoras de Aire y *Fan and Coils* se encuentran gobernadas por controladores de aplicación, marca SIEMENS, denominados *Terminal Equipment Controller* (TEC por su abreviatura en inglés). Dependiendo de la función que se necesite emplear (Caja VAV, F&C o algún otro) será el modelo de TEC y la aplicación¹³ a seleccionar.

Mediante esta opción, se cumplió con la actualización de la plataforma Insight 3.7. Cabe señalar que esta solución no garantiza el correcto funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, a excepción de controlador central, ya que ese se cambió por un modelo nuevo y la base de datos se migro a la nueva plataforma de BMS. Controladores de aplicación, instrumentación y actuadores no se garantiza que funcionen correctamente, puesto que hace mucho tiempo no se les ha dado mantenimiento a controladores de aplicación (TEC) ni a instrumentación ni actuadores.

Desde que se detuvo la plataforma Insight 3.7., el control del sistema de aire acondicionado comenzó a realizarse manualmente por operadores. Apertura y cierre de válvulas, arranque de equipos, etc.

7.4. SOLUCIONES PLANTEADAS

7.4.1. Solución 1: Actualización de plataforma Insight 3.7 a Insight 3.15
Actualizar la plataforma Insight 3.7 a su versión más reciente (Insight 3.15) implica actualización de firmware para tableros de control.

Se recomienda actualizar tableros de control, en cuanto a hardware, puesto que los tableros actuales incluyen comunicación mediante protocolos de comunicación modernos y abiertos como es el caso de BACnet; o protocolos cerrados como KNX o NIAGRA, etc.

En cambio, tableros que se instalaron hace más de 10 años, cuentan únicamente con los protocolos utilizados en ese tiempo y que

¹³ Corresponde a una especie de base de datos que se encarga de realizar el control de temperatura, humedad o presión dependiendo del tipo de sistema de refrigeración a utilizar.

actualmente, para la automatización de edificios, específicamente, ya no se utilizan. Como es el caso de Longworks.

Por dichas razones, ese tipo de tableros anteriores, actualmente se encuentran discontinuados, obsoletos, puesto que las compañías fabricantes continuamente adicionan características a los tableros, de acuerdo con las necesidades del mercado.

Por otro lado, existe desventaja a largo plazo puesto que el propio fabricante ya no daría soporte a dicha plataforma, en cuestión de actualizaciones, parches, etc.

El mantenimiento sería complicado a largo plazo, puesto que el instalador sería quién podría hacerse cargo del mantenimiento al BMS de la Torre, pero sólo en cuestión de verificar que se comandan puntos, visualización de datos, comunicación entre BMS-tableros, etc. Si se presentara algún detalle que requiriera más que eso, el fabricante ya no se haría responsable y el instalador no tendría los recursos para solucionar fallas directas en la plataforma. Incluso, esas fallas podrían presentarse en cuanto se actualizará la versión de Windows del servidor donde se aloja el BMS.

7.4.2. Solución 2: “Actualización de plataforma Insight 3.7 a Desigo CC 3.0”

Cambiar de plataforma BMS implica invertir una considerada cantidad económica, puesto que dependiendo del fabricante que diseñó la plataforma, hay ciertos requerimientos como el número de licencias para poder usar el BMS en diferentes equipos (no sólo en un servidor único). También implica cambio de controladores, puesto que si puede ser que el BMS no tenga la posibilidad de comunicarse con los controladores por diferencias en los protocolos de comunicación. O si es el BMS a cambiar es de la misma marca de los controladores que ya se tienen instalados, puede que el protocolo de comunicación de los controladores se haya vuelto obsoleto, y aunque se actualice a un BMS de la misma marca, los protocolos del BMS sean más actuales y no haya compatibilidad con los controladores.

Considerando estas opciones y evaluando lo que se tiene ya instalado en la Torre, se plantea la opción de cambiar tanto BMS como controlador maestro pues los controladores de aplicación usan un protocolo antiguo y propio del fabricante, pero no afectaría porque el controlador nuevo

tiene la flexibilidad de comunicarse con el BMS por protocolo BACnet y por la FLN con los controladores de aplicación por protocolo PI.

La migración hacia la nueva plataforma asegura soporte por parte del fabricante por muchos años, así como mantenimiento en cuestión de actualizaciones, parches, etc.

7.5. SOLUCIÓN SELECCIONADA

De acuerdo a la evaluación realizada con relación a las dos propuestas presentadas, la opción más apta considerando costos, mantenimiento, desempeño, vida útil de la plataforma, etc, corresponde a la solución 7.4.2. Solución 2: "Actualización de plataforma Insight 3.7 a Desigo CC 3.0".

La solución seleccionada implica cambio de servidor, plataforma BMS, y controlador maestro.

Mediante esta opción, se cumplió con la actualización de la plataforma Insight 3.7. Cabe señalar que esta solución no garantiza el correcto funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, a excepción de controlador central, ya que ese se cambió por un modelo nuevo y la base de datos se migro a la nueva plataforma de BMS. Controladores de aplicación, instrumentación y actuadores no se garantiza que funcionen correctamente, puesto que hace mucho tiempo no se les ha dado mantenimiento a controladores de aplicación (TEC) ni a instrumentación ni actuadores.

Desde que se detuvo la plataforma Insight 3.7., el control del sistema de aire acondicionado comenzó a realizarse manualmente por operadores. Apertura y cierre de válvulas, arranque de equipos, etc.

7.6. RESULTADOS

Respecto a la planeación del proyecto, se realizaron diagramas de tiempos, de manera que se detallaron actividades, tiempo de entrega, tiempo de inicio, duración, personal involucrado, herramientas y permisos necesarios, así como los requerimientos técnicos.

En cuanto a cableado se solicitaron alimentación a pie de tablero y cableado de comunicación. Respecto a IT se solicitó se asignara una IP fija para el servidor dentro de la red del cliente, por lo que se asignó un segmento dentro de una VLAN. Al mismo tiempo se solicitó una IP para el controlador maestro, esta IP se solicitó dentro del mismo segmento de red del servidor. También se solicitó la apertura de ciertos puertos de comunicación UDP

puesto que Desigo CC utiliza dichos puertos para la comunicación entre servidor-controladores y para el uso de clientes remotos.

Me encargué de la coordinación de dicho proyecto, realizando tareas como trámite de permisos de trabajo, juntas con el cliente y personal involucrado, presentación de avances, resolución de conflictos presentados.

En la parte técnica, me encargué de realizar un respaldo de la base de datos contenida en el controlador UC, encargado del control de Sistema de Aire Acondicionado en la Torre.

La base de datos se manejó con protocolo P1 para las Field Level Network del controlador principal. De manera que los controladores de aplicación TEC pudieran ser supervisados por el controlador principal. Mientras que el controlador principal interactúa con la estación de trabajo por medio de protocolo BACnet IP.

Continuando con la planeación del proyecto, formateé un servidor marca DELL con procesador Intel XEON y agregué Windows Server 2012. En seguida, instalé la plataforma Desigo CC, además del dongle con la licencia de la plataforma Desigo CC.

Creé un proyecto para importar las bases de datos migradas. Previo, configuré un controlador PXC Modular con el fin de cargar la base de datos en protocolo BACnet para el controlador y PII para las FLNs. También, con apoyo y orientación del Ing. Josué Suárez Quintanar configuré un controlador FLN Controller y su módulo conversor de Apogee a Ethernet (AEM 100).

Como resultado de la planeación y puesta en marcha del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

- Identificación de elementos del Sistema de Aire Acondicionado en la Torre, fuera de servicio, en mal estado o inexistente. Lo que se traduce en un cambio de controladores, actuadores, válvulas, etc. o adición de los mismos. Herramienta para programación de mantenimientos preventivos, sin tener que llegar a los correctivos, en primera instancia.
- Identificación de logística necesaria para supervisión y operación de edificio, en cuanto a sistema de aire acondicionado.

- Ahorro de energía, puesto que al identificar y reemplazar los controles y elementos necesarios para que el sistema opere adecuadamente, permite integrar nuevamente el sistema HVAC al BMS. Con el fin de monitorear y supervisar remotamente, además de la asignación de horarios a equipos para encendido y apagado de estos, durante días laborales, fines de semana, festivos y no laborables.
- Integración de equipos de aire acondicionado con BMS (Desigo CC 3.0). Únicamente equipos con controlador TEC o aquellos que permiten comunicación mediante protocolo BACnet TCP/IP.
- Renovación de Interfaz de usuario para monitoreo y control de sistema de aire acondicionado en la Torre.

7.6.1. "SUBMITTAL"

A continuación, se presenta el submittal entregado a la Empresa de Telecomunicaciones y Entretenimiento con el fin de explicar a detalle los procesos realizados durante la migración de su sistema para control y monitoreo de HVAC.

El submittal contiene una breve introducción, en donde se explica de manera general la situación en la que se encontraba el Sistema de Control y Monitoreo de Aire Acondicionado, así como los dispositivos que conforman dicho sistema.

MIGRACIÓN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA HVAC

LA TORRE

INSIGHT 3.7 - DESIGO CC 3.0

EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES Y ENTRETENIMIENTO

CAMPUS CDMX

VERSIÓN 1.0

ELABORADO POR:

Ana María Tapia Álvarez

CONTENIDO

1.	CONTROL DE VERSIONES.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	BMS ESTRUCTURA.....	6
4.	GRÁFICOS.....	8

Migración a Desigo CC 3.0 de Sistema de Aire Acondicionado – Versión 1.0

1. CONTROL DE VERSIONES

Versión:	Fecha de Emisión:	Observaciones:	Sustituye a:	Última Revisión
1.0	18/Enero/2018	Agregar Comisionamiento	Nuevo	N/A
1.0	12/Febrero/2018	Modificar introducción	1.1. JS	04/Mayo/2018
1.0	23/Marzo/2018	Revisar formato	1.2. JS	23/Marzo/2018
1.0	15/Mayo/2018	Revisión final	1.3. JS	15/Mayo/2018

El siguiente documento sustenta el proceso de migración de la plataforma INSIGHT 3.7 a Desigo CC 3.0 para control y monitoreo del Sistema de Aire Acondicionado en la Torre, ubicada en las instalaciones de ETYE.

El Sistema de aire acondicionado se encarga de mantener las condiciones ambientales de temperatura dentro de los pisos 1, 2, 3,4 y 5 en la Torre.

El acondicionamiento del edificio se realiza por medio de Unidades Manejadoras de Aire (con enfriamiento únicamente) y Unidades de *Fan and Coil* (con enfriamiento únicamente).

Los dispositivos sobre los que se basa el control del Sistema de Aire Acondicionado son controladores de aplicación TEC, marca SIEMENS. Estos controladores TEC poseen un algoritmo preprogramado para realizar control de temperatura, mediante un algoritmo PID. De tal forma que las señales correspondientes al control de apertura o cierre de la válvula de agua helada (en este caso las válvulas son de tres vías), se envían como retroalimentación por los actuadores acoplados a cada una de las válvulas.

Cabe señalar que se utilizan dos tipos de TEC para acondicionar como manejadoras de aire y *Fan and Coils*. El primer modelo corresponde a SIEMENS TEC UNIT CONDITIONER CONTROLLER (uso de *Fan and Coil*), con aplicación para *Dos etapas de enfriamiento y calentamiento eléctrico*, Two-stage Cooling and Electric Heat (Application 2052).

Debido a lo expuesto anteriormente, es necesario contar con un controlador principal, en este caso un PXC Modular, marca SIEMENS. El cual se encarga de supervisar el estado y comunicación de cada uno de los dispositivos de aplicación TEC, y a su vez de la instrumentación necesaria para determinar y controlar las condiciones ambientales de la Torre.

El controlador PXC es un puente que permite comunicar a la nueva plataforma de integración del Sistema de Aire Acondicionado, Desigo CC, y los controladores de aplicación.

Desigo CC es una plataforma que permite gestión inteligente del edificio, capaz de integrar desde calefacción o climatización, hasta seguridad, protección contra incendios, energía, detección de intrusión y video vigilancia. Respecto a

La Torre, únicamente se cuenta con el control y monitoreo del Sistema de Aire Acondicionado.

Los usuarios contarán con un mayor confort y un incremento de la productividad; mientras que operadores y administradores dispondrán de datos fiables, así como de un control centralizado del edificio, por lo pronto para la parte de HVAC

Finalmente, Desigo CC soporta una amplia gama de protocolos estándar (que incluye BACnet y una variedad de estándares IT), y permite la integración de productos de terceros. Desigo CC se ajusta al perfil BACnet B-AWS y posibilita establecer horarios, informes de tendencias y alertas dinámicas durante su funcionamiento.

2. BMS ESTRUCTURA

Antes de realizar la migración del sistema Insight 3.7 a Desigo CC 3.0, se realizó un respaldo de la base de datos original.

El proceso de migración involucra un cambio de protocolo de comunicación en la BLN, es decir, la BLN original se enlazaba por medio de PII (protocolo propio de SIEMNS). Mediante la migración la vinculación se realizará a través de un protocolo abierto, en este caso, BACnet.

BACnet (*Building Automation and Control Networks*) es un protocolo desarrollado especialmente por ASHRAE para la automatización y control de edificios, y la gestión de la seguridad física y la seguridad (fuego, intrusión, y control de accesos) con la posibilidad de incorporar objetos de otros tipos de instalaciones, como instalaciones eléctricas (KNX) y de distribución eléctrica (dispositivos de distribución).

Las ventajas que presenta Bacnet, por un lado, es la versatilidad respecto a la elección de medios de comunicación físicos; soporta RS-232, Ethernet y LonTalk entre otros. Además, es compatible con internet y presenta aceptación del mercado a nivel mundial (EN ISO).

Respecto a la estructura original que presenta el BMS, se tiene lo siguiente.

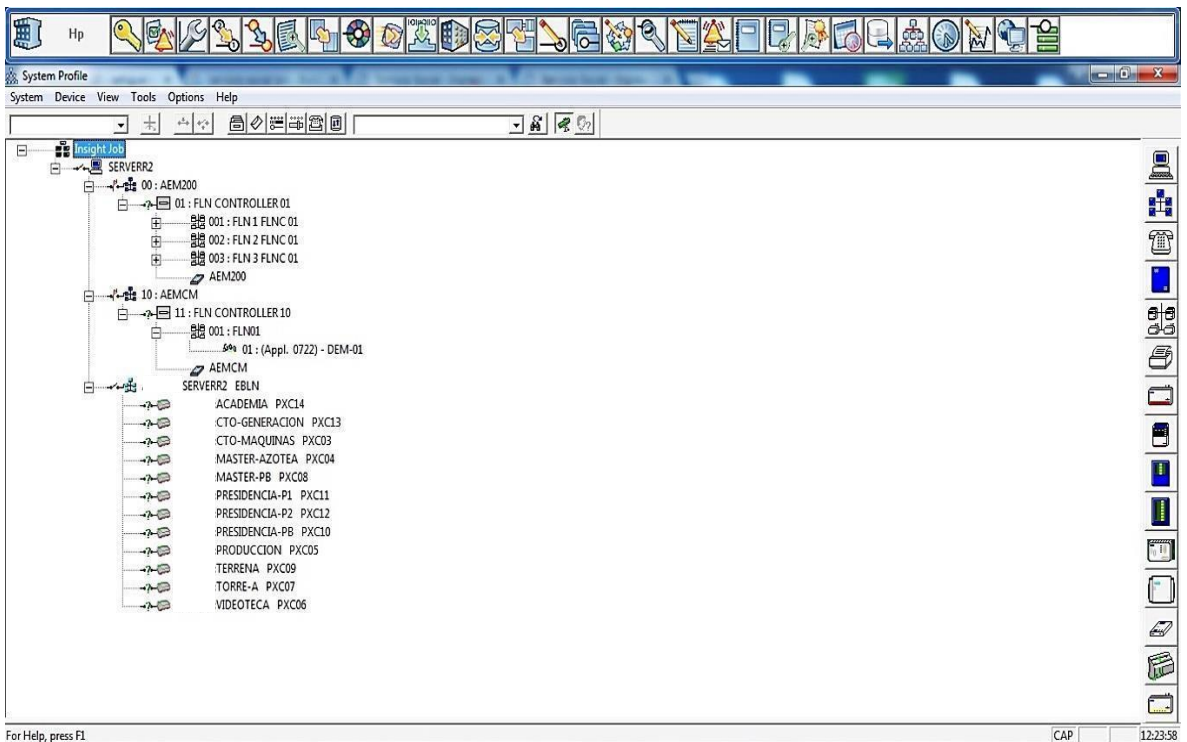


Figura 1.1. Estructura BMS original de la Torre.

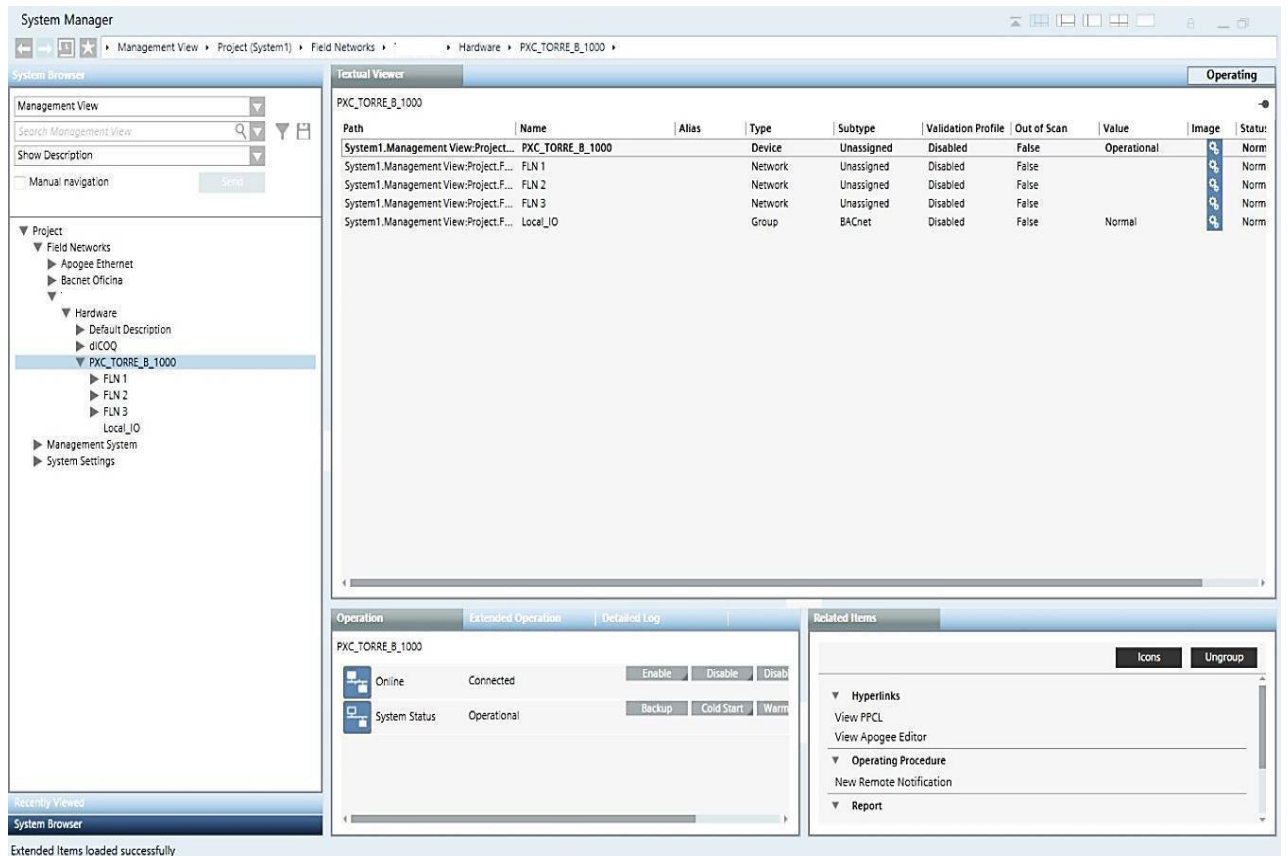


Figura 1.2. Estructura BMS migración a Desigo CC en la Torre.

3. GRÁFICOS

Respecto a los gráficos, se actualizaron de acuerdo con la distribución de Unidades Manejadoras de Aire y Unidades *Fan and Coil*.

Se conservó la estructura inicial de los gráficos, en cuanto a un menú inicio y monitoreo de alarmas. Sin embargo, se agregó un corte de HVAC general para La Torre y un registro de temperaturas de cuarto, descarga; estado y arranque de motores para fan; estado de válvula.

También, se realizó el modelado 3D de Campus ETYE, y en específico La Torre. En el menú de la Torre, se puede consultar el Sistema de Aire, ya sea por pisos o de manera general (por todo el edificio).

Se modernizó la apariencia y funcionamiento de la interfaz gráfica de cada una de las Unidades Manejadoras de Aire y de cada uno de los *Fan and Coil*, de tal forma que es posible identificar las variables de interés para controlar el acondicionamiento de la Torre. Las variables que pueden monitorearse y controlarse (dependiendo de si son entradas o salidas) son temperatura de descarga, estado y arranque de fan, modulación de válvula de agua fría (sólo para Unidades Manejadoras de Aire, para F&C únicamente apertura o cierre de válvula), temperatura de cuarto y set point de temperatura.

Las interfaces gráficas de las UMA y F&C presentan animaciones para ayudar al operador a identificar el estado de los equipos y las condiciones de temperatura de cada piso.

Se integra la parte funcional de horarios a la interfaz gráfica para realizar un encendido y apagado automático de los equipos de aire acondicionado, de acuerdo a las necesidades de trabajo de la Torre. De manera que se generará un ahorro significativo de energía.

Finalmente, cada menú y submenú cuenta con atajos para acceder a inicio, alarmas, corte HVAC y registros.

3.1. INICIO (GRÁFICO ANTERIOR EN INSIGHT 3.7 Y GRÁFICO ACTUALIZADO EN DESIGO CC 3.0)

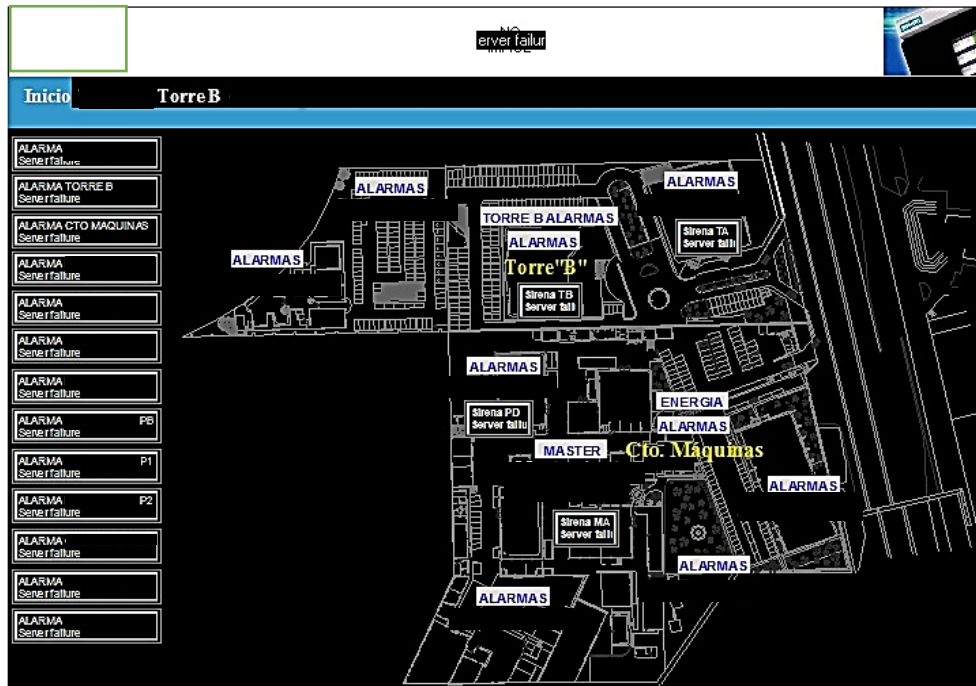


Figura 1.3. Gráfico Inicio versión Insight 3.7.



Figura 1.4. Corte HVAC La Torre versión Desigo CC.

3.2. GRÁFICO CORTE HVAC

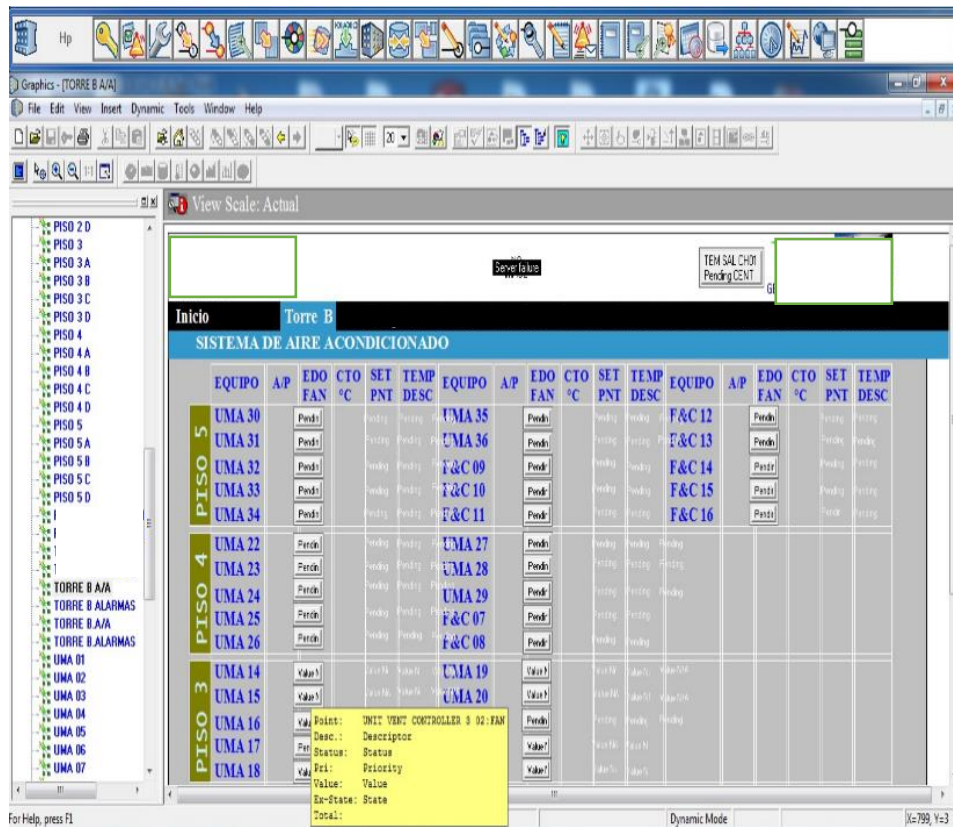


Figura 1.5. Corte HVAC La Torre versión anterior.

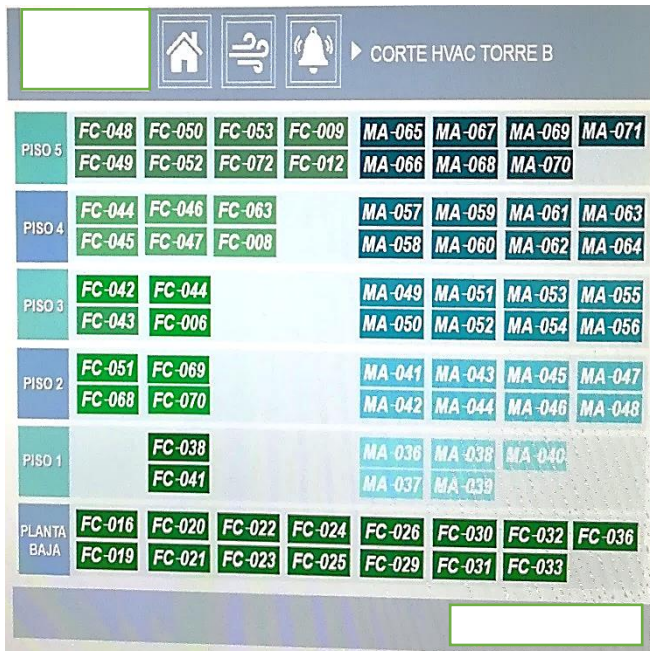


Figura 1.6. Corte HVAC La Torre por pisos actualización.



Figura 1.7. Menú La Torre (incluye Corte HVAC, Registros y Alarmas).

4.1. PISO 1 (GRÁFICO ACTUALIZADO EN DESIGO CC 3.0)

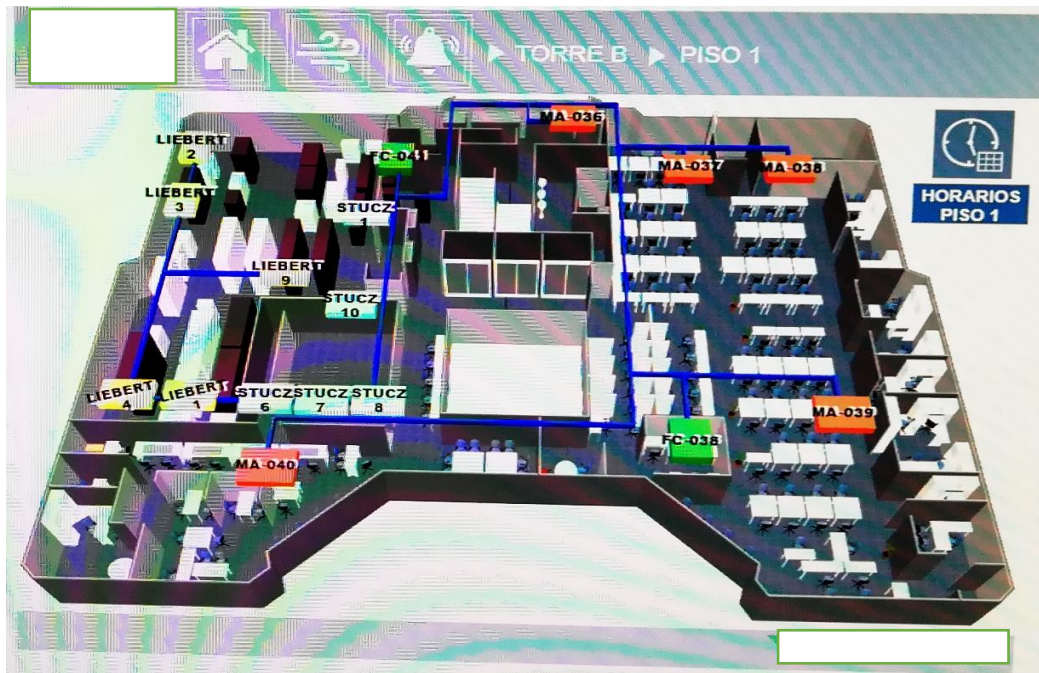


Figura 1.9. Distribución de UMA y F&C en Piso 1, versión actualizada en Desigo CC 3.0.

4.2. PISO 2 (GRÁFICO ACTUALIZADO EN DESIGO CC 3.0)



Figura 1.10. Distribución de las UMA y F&C en Piso 2.

4.3 PISO 3 (GRÁFICO ACTUALIZADO EN DESIGO CC 3.0)



Figura 1.11. Distribución de UMA y F&C en Piso 3.

4.4. PISO 4 (GRÁFICO ACTUALIZADO EN DESIGO CC 3.0)



Figura 1.12. Distribución UMA y F&C en Piso 4, gráfico actualizado en Desigo CC 3.0.

4.5. PISO 5 (GRÁFICO ACTUALIZADO EN DESIGO CC 3.0)



Figura 1.13. Distribución de UMA's y F&C's en Piso 5, gráfico actualizado en Desigo CC 3.0.



Figura 1.15. Registros para alarmas por pisos para La Torre.

TORRE B PISO 2

PISO 2.1

	MA-048	FC-051	FC-068	FC-069	FC-070
TEMP CUARTO	25.13 °C	26.67 °C	28.35 °C	#COM	26.67 °C
SET POINT TEMPERATURA	22.05 °C	22.05 °C	22.00 °C	#COM	22.05 °C
VÁLVULA AGUA FRIA	10.00 V	CLG STG 1	CLG STG 1	#COM	CLG STG 1
TEMP DESCAR	29.38 °C	CLG STG 2	CLG STG 2	#COM	CLG STG 2
ARRANQUE O PARO DE FAN	FAN	FAN	FAN	#COM	FAN
ESTADO MOTOR	DI2	DI2	DI2	#COM	DI2

TORRE B PISO 2

PISO 2.1

	MA-048	FC-051	FC-068	FC-069	FC-070
TEMP CUARTO	25.13 °C	26.67 °C	28.35 °C	#COM	26.67 °C
SET POINT TEMPERATURA	22.05 °C	22.05 °C	22.00 °C	#COM	22.05 °C
VÁLVULA AGUA FRIA	10.00 V	CLG STG 1	CLG STG 1	#COM	CLG STG 1
TEMP DESCAR	29.38 °C	CLG STG 2	CLG STG 2	#COM	CLG STG 2
ARRANQUE O PARO DE FAN	FAN	FAN	FAN	#COM	FAN
ESTADO MOTOR	DI2	DI2	DI2	#COM	DI2

Figura 1.16. Registros para alarmas piso 2 en la Torre.

TORRE B PISO 3

PISO 3.1

	MA-049	MA-050	MA-051	MA-052	MA-053	MA-054	MA-055
TEMP CUARTO	23.00 °C	27.37 °C	25.83 °C	23.00 °C	21.07 °C	29.19 °C	25.13 °C
SET POINT TEMPERATURA	22.05 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C
VÁLVULA AGUA FRIA	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V	0.00 V	10.00 V
TEMP DESCAR	24.90 °C	26.58 °C	26.58 °C	27.14 °C	26.02 °C	26.58 °C	25.46 °C
ARRANQUE O PARO DE FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN
ESTADO MOTOR	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2

TORRE B PISO 3

PISO 3.2

	MA-056	FC-006	FC-042	FC-043	FC-044
TEMP CUARTO	23.83 °C	24.99 °C	#COM	24.99 °C	24.99 °C
SP-TEMP	22.05 °C	22.05 °C	#COM	22.05 °C	22.05 °C
AOV2	10.00 V	CLG STG 1	#COM	CLG STG 1	CLG STG 1
TEMP DESCAR	24.90 °C	CLG STG 2	#COM	CLG STG 2	CLG STG 2
FAN	FAN	FAN	#COM	FAN	FAN
DI2	DI2	DO DIR	#COM	DO DIR	DO DIR

Figura 1.17. Registros para alarmas piso 3 en la Torre.

TORRE B PISO 4

PISO 4.1

	MA-057	MA-058	MA-059	MA-060	MA-061	MA-062	MA-063
TEMP CUARTO	25.97 °C	26.25 °C	26.95 °C	23.00 °C	24.71 °C	27.37 °C	23.00 °C
SP-TEMP	22.05 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C
AOV2	10.00 V	10.00 V	0.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V
TEMP DESCAR	26.58 °C	25.74 °C	26.86 °C	27.14 °C	27.70 °C	27.70 °C	26.30 °C
FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN
DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2

TORRE B PISO 4

PISO 4.2

	MA-064	FC-044	FC-045	FC-046	FC-047	FC-063	FC-008
TEMP CUARTO	23.03 °C	24.99 °C	24.99 °C	#COM	#COM	#COM	#COM
SP-TEMP	22.05 °C	22.05 °C	22.05 °C	#COM	#COM	#COM	#COM
AOV2	10.00 V	CLG STG 1	CLG STG 1	#COM	#COM	#COM	#COM
TEMP DESCAR	25.74 °C	CLG STG 2	CLG STG 2	#COM	#COM	#COM	#COM
FAN	FAN	FAN	FAN	#COM	#COM	#COM	#COM
DI2	DI2	DI2	DI2	#COM	#COM	#COM	#COM

Figura 1.18. Registros para alarmas piso 4 en la Torre.

PISO 5.1							
	MA-065	MA-066	MA-067	MA-068	MA-069	MA-070	MA-071
TEMP CUARTO	27.79 °C	27.37 °C	29.47 °C	27.65 °C	29.33 °C	26.95 °C	27.93 °C
SP-TEMP	22.00 °C	22.05 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C	22.00 °C
AOV2	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V	10.00 V
TEMP DESCAR	28.26 °C	27.70 °C	28.82 °C	27.70 °C	29.10 °C	28.82 °C	27.70 °C
FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN
DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	DI2

PISO 5.2								
	FC-048	FC-049	FC-050	FC-052	FC-053	FC-072	FC-012	FC-009
TEMP CUARTO	26.39 °C	-21.07 °C	24.99 °C	26.81 °C	#COM	24.99 °C	26.81 °C	21.07 °C
SP-TEMP	22.05 °C	22.05 °C	22.05 °C	22.05 °C	#COM	22.05 °C	22.05 °C	22.05 °C
AOV2	CLG STG 1	CLG STG 1	CLG STG 1	CLG STG 1	#COM	CLG STG 1	CLG STG 1	CLG STG 1
TEMP DESCAR	CLG STG 2	CLG STG 2	CLG STG 2	CLG STG 2	#COM	CLG STG 2	CLG STG 2	CLG STG 2
FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	#COM	FAN	FAN	FAN
DI2	DI2	DI2	DI2	DI2	#COM	DI2	DI2	DI2

Figura 1.19. Registros para alarmas piso 5 en la Torre.

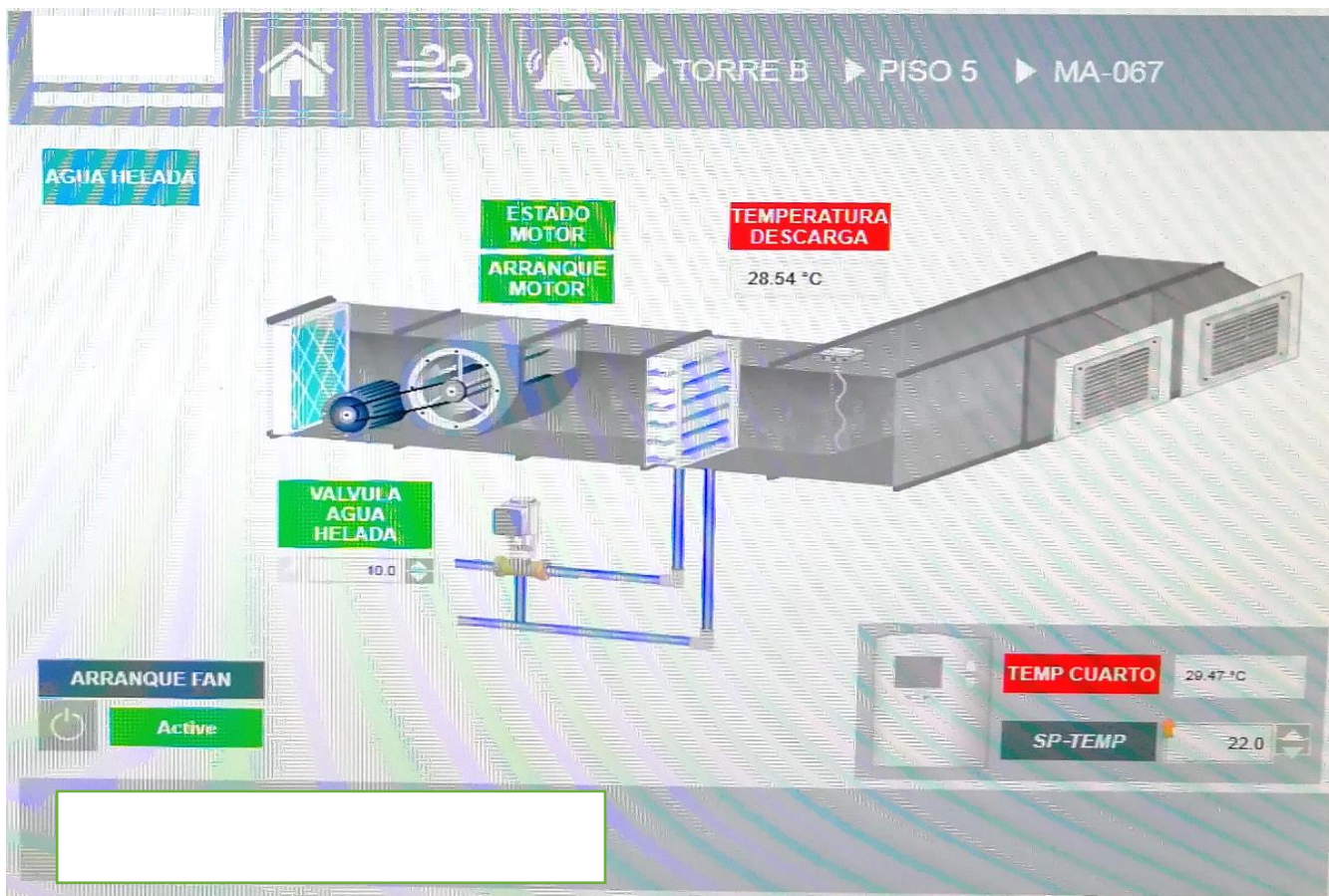


Figura 1.20. Registros para alarmas piso 5 en la Torre. [1]

7.6.2. REPORTE DE MANTENIMIENTO A SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO EN LA TORRE

MANTENIMIENTO A SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN TORRE B		<i>Fecha creación: 12/05/2018</i>	
<i>No. Control: ETCYE-5526</i>	<i>Página</i>	<i>1 de 61</i>	
<i>Título: Reporte de mantenimiento Torre B</i>	<i>Elaboró</i>	<i>AMTA</i>	<i>Rv 1.1</i>

1

**REPORTE
MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO EN TORRE B**

**EMPRESA DE COMUNICACIONES Y
ENTRETENIMIENTO S.A. DE C.V.**

VERSIÓN 1.0

ELABORADO POR:
Ana María Tapia Alvarez

Este documento es un producto de Empresa Integradora de Servicios Inmóticos S.A. de C.V.

© Copyright 2018, Empresa Integradora de Servicios Inmóticos S.A. de C.V.

Derechos reservados

INDICE

CONTROL DE VERSIONES	6
2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL	7
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA TORRE	7
4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS REALIZADOS DURANTE EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	8
6. Piso 1	10
6.1. UMA-036	10
6.2. UMA-037	11
6.3. UMA-038	12
6.4. UMA-039	13
6.5. UMA-040	14
6.6. F&C-038	15
6.7. F&C-041	16
7.1. UMA-041	17
7.2. UMA-042	18
7.3. UMA-043	19
7.4. UMA-044	20
7.5. UMA-045	21
7.6. UMA-046	22
7.7. UMA-047	23
7.8. UMA-048	24
7.9. F&C-051	25
7.10. F&C-068	26
7.11. F&C-069	27
7.12. F&C-070	27
8. Piso 2	
8.1. UMA-049	28
8.2. UMA-050	30
8.3. UMA-051	31
8.4. UMA-052	32
8.5. UMA-053	33
8.6. UMA-054	34
8.7. UMA-055	35
8.8. UMA-056	36
8.9. F&C-006	37
8.10. F&C-42	38
8.11. F&C-043	38
9. Piso 3	
9.1. UMA-057	39
9.2. UMA-058	40
9.3. UMA-059	41
9.4. UMA-060	42
9.5. UMA-061	43
9.6. UMA-062	44
9.7. UMA-063	45

9.8.	UMA-064	46
10.	PISO 4	
10.1.	UMA-065	49
10.2.	UMA-066	50
10.3.	UMA-067	51
10.4.	UMA-068	52
10.5.	UMA-069	53
10.6.	UMA-070	54
10.7.	UMA-071	55
10.8.	F&C-050	56
10.11	F&C-048	58
10.12.	F&C-052	59
10.13.	F&C-053	60
10.14.	F&C-009	61

CONTROL DE VERSIONES

Versión:	Fecha de Emisión:	Observaciones:	Sustituye a:	Última Revisión
1.0	30/Abril/2018	Agregar imágenes de mantenimiento	Nuevo	N/A
1.0	03/Mayo/2018	Agregar modelos de actuadores	1.1. JS	04/Mayo/2018
1.0	15/Mayo/2018	Formato de documento	1.2. JS	15/Mayo/2018

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento especifica el alcance que comprende el mantenimiento realizado al Sistema de Aire Acondicionado, en la Torre, ubicada en las instalaciones de Empresa de Telecomunicaciones y Entretenimiento, Campus Ajusto. Los cuales se realizaron en las fechas comprendidas entre los días martes 22 de abril de 2018 y viernes 25 de abril de 2018.

Aunado a lo mencionado anteriormente, se describen los procedimientos llevados a cabo durante el mantenimiento realizado al Sistema de Aire Acondicionado en la Torre. Así como los resultados y conclusiones obtenidas.

2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL

El controlador PXC Modular Series for BACnet Networks, marca SIEMENS, se encarga de supervisar la estructura formada por *Fan and Coils* y Unidades Manejadoras de Aire, puesto que centraliza el sistema de aire acondicionado.

Mediante controladores de aplicación denominados TEC, marca SIEMENS, se realiza el control electrónico de temperatura, puesto que poseen un algoritmo PID para realizar dicho control, mediante termostatos de cuarto y actuadores para válvula.

Se utilizan dos tipos de TEC para acondicionar como manejadoras de aire y *Fan and Coils*. El primer modelo corresponde a SIEMENS TEC UNIT CONDITIONER CONTROLLER (uso de *Fan and Coil*), con aplicación para *Dos etapas de enfriamiento y calentamiento eléctrico, Two-stage Cooling and Electric Heat (Application 2052)*.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA TORRE

Debido a que los equipos e instrumentos de aire acondicionado presentes en la Torre únicamente permiten el enfriamiento con agua fría, se realizó una configuración en el controlador SIEMENS TEC UNIT CONDITIONER CONTROLLER para dicho fin.

Cabe señalar que dicho controlador puede configurarse para emplear sólo enfriamiento con agua helada, calentamiento eléctrico o ambas opciones, dependiendo de las necesidades del área a acondicionar, el equipo instalado y la instrumentación

El segundo modelo utilizado es SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER con aplicación 2281 (uso de manejadoras de aire), por lo que se utiliza la aplicación para *Calentamiento y/o enfriamiento por agua fría, ASHRAE Ciclos I y II, Heating and/or Chilled Water Cooling, ASHRAE Cycles I and II (Application 2281)*.

Al igual que en el caso de los *Fan and Coils*, los equipos e instrumentos de aire acondicionado existentes en la Torre sólo permiten realizar enfriamiento con agua fría. Por tanto, se le realizó una configuración al SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER para enfriar.

Respecto al control de temperatura como se mencionó anteriormente, los controladores TEC poseen un algoritmo pre-programado para dicho fin, de tal forma que las señales correspondientes al control de apertura o cierre de la válvula de agua helada (en este caso las válvulas son de tres vías), se envían como retroalimentación por los actuadores acoplados a cada una de las válvulas.

En el caso de las Manejadoras de Aire es posible realizar la modulación de la apertura o cierre de válvulas, puesto que los actuadores manejan un voltaje que varía en el rango de 0 -10 V, con lo cual se realiza una traducción de 10 V (válvula abierta al 100%), cierre de ésta (0%), etc.

Para los *Fan and Coils* no es posible realizar modulación de apertura o cierre de válvula; únicamente válvula abierta o cerrada, puesto que el actuador no cuenta con otro par de cables de retroalimentación, únicamente con la alimentación de 24 VAC.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS REALIZADOS DURANTE EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El procedimiento realizado durante el mantenimiento de Manejadoras de Aire y *Fan and Coils* ubicados en la Torre, correspondiente a las instalaciones de Empresa de Telecomunicaciones y Entretenimiento, campus Ajusco, consistió en evaluar diferentes aspectos de comunicación entre cada controlador TEC (independientemente de la aplicación) y su respectiva instrumentación compuesta por un termostato, ya sea un actuador modulante para válvula de tres vías (en el caso de las Manejadoras de Aire) o actuador ON/OFF para válvula de tres vías (tratándose de *Fan and Coils*).

Respecto a las Manejadoras de Aire se examinaron los cambios en el valor de temperatura de descarga cada vez que se realizaba la apertura o cierre de la válvula de agua fría, mediante el correcto funcionamiento del actuador. También se verificó el arranque, paro y estado de cada motor para fan correspondiente a cada Manejadora de Aire y a cada *Fan and Coil*.

A continuación, se enlistan las acciones realizadas para evaluar el estado y comunicación de los dispositivos mencionados anteriormente.

- A. Mediante la aplicación WCIS420 de Siemens se visualizaron los puntos o variables que cada controlador tiene integradas (dependiendo de la aplicación).

Para poder acceder a dichos puntos se utilizaron los termostatos como medio de comunicación con los controladores TEC. En algunos casos no se encontró la existencia de termostato, por lo que se realizó la conexión directa con el controlador TEC.

- B. Se revisó la existencia de relevadores y donas de corriente entre cada controlador TEC y cada motor para fan. Con lo cual, se realizó el arranque y paro de cada motor, mediante la aplicación mencionada con anterioridad, WCIS420 de SIEMENS.

Debido a que se encontraron casos, en los que motores para fan se encontraba directos, es decir sin relevador y dona de corriente, sólo se pudo verificar que el controlador mandara la señal de arranque y paro, así como el estado de encendido o apagado para cada motor.

- C. En seguida, se revisó el estado y funcionamiento de cada actuador de válvula. Desde el controlador TEC se enviaron dos señales; una de apertura y otra de cierre al actuador de cada válvula. Con lo que se determinó la presencia de cambios en la temperatura de descarga (únicamente para el caso de las manejadoras de aire). Si la temperatura de descarga cambia de acuerdo a la apertura o cierre de la válvula, se considera funcional al actuador, en caso contrario se sugiere cambiarlo.
- D. Con base en el punto 3 se comprobó la correcta comunicación entre el controlador TEC, ya sea SIEMENS TEC UNIT CONDITIONER CONTROLLER o SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER, y el controlador principal PXC Modular Series for BACnet Networks.

5. RESULTADOS OBTENIDOS Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos durante el mantenimiento realizado en la Torre, localizada en las instalaciones de EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES Y ENTRETENIMIENTO, Campus Ajusco. Siendo efectuado dicho procedimiento entre los días comprendidos por martes 22 de abril de 2018 y viernes 25 de abril de 2018. El orden de las manejadoras enlistadas es ascendente, conforme a la numeración de pisos.

6. Piso 1

6.1. UMA-036

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
UMA-036	UNIT VENT CONTROLLER 01	SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER	SIEMENS	2281	2.008	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente a la Unidad Manejadora de Aire 036 (UMA-036) ubicada en piso 1 de la Torre, se encuentra funcionando mediante la aplicación 2281 que corresponde a *Unit Vent Controller Chilled Water Cooling*. La alimentación recibida por el controlador TEC (UMA-036) es de 24 VAC.

Termostato comunica correctamente con el controlador TEC (UMA-036). Sin embargo, se determina que el termostato no funciona apropiadamente, pues no sensa temperatura.

Las señales correspondientes al control de la válvula de agua helada (con modulación de apertura o cierre de válvula) son enviadas correctamente por el controlador TEC (UMA-036). Sin embargo, éstas no son recibidas por el actuador acoplado a la válvula de agua helada, pues no existe actuador, la válvula se encuentra conectada directamente a la tubería.

No hay modulación de apertura o cierre de válvula, puesto que el termostato no funciona y el actuador de válvula no se encuentra presente.

No cuenta con relevador ni dona de corriente, por lo tanto, no hay control sobre arranque y paro del motor ni monitoreo de estados de éste. Motor directo.

Sólo se verificó que las señales de arranque y paro fueran enviadas por el controlador TEC (UMA-036).

Comentarios: Termostato no funciona, actuador de válvula no sirve, no cuenta con relevador ni dona de corriente.

La Unidad de Manejadora de Aire 36 (UMA-036) no cuenta con el equipo necesario para acondicionar un espacio determinado, pues no funciona termostato y no existe actuador de válvula.

Se recomienda agregar relevador y dona de corriente entre controlador TEC y motor para realizar control de fan automático. También se recomienda cambiar termostato y añadir actuador para válvula con el fin de realizar control de temperatura.

6.2. UMA-037

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
UMA-037	UNIT VENT CONTROLLER 02	SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER	SIEMENS	2281	2.006	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente a la Unidad Manejadora de Aire 037 (UMA-037) ubicada en piso 1 de la Torre, se encuentra funcionando mediante la aplicación 2281 que corresponde a *Unit Vent Controller Chilled Water Cooling*. La alimentación recibida por el controlador TEC (UMA-037) es de 24 VAC.

Termostato comunica correctamente con el controlador TEC (UMA-037). Sin embargo, se determina que el termostato no funciona apropiadamente, pues no sensa temperatura.

Las señales correspondientes al control de la válvula de agua helada (con modulación de apertura o cierre de válvula) son enviadas correctamente por el controlador TEC (UMA-037). Sin embargo, éstas no son recibidas por el actuador acoplado a la válvula de agua helada, pues no existe actuador, la válvula se encuentra conectada directamente a la tubería.

No hay modulación de apertura o cierre de válvula, puesto que el termostato no funciona y el actuador de válvula no se encuentra presente.

No cuenta con relevador ni dona de corriente, por lo tanto no hay control sobre arranque y paro del motor ni monitoreo de estados de éste. Motor directo.

Sólo se verificó que las señales de arranque y paro fueran enviadas por el controlador TEC (UMA-036).

Comentarios: Termostato no funciona, sin actuador de válvula, no cuenta con relevador ni dona de corriente.

La Unidad de Manejadora de Aire 36 (UMA-036) no cuenta con el equipo necesario para acondicionar un espacio determinado, pues no funciona termostato y no existe actuador de válvula.

Se recomienda agregar relevador y dona de corriente entre controlador TEC y motor para realizar control de fan automático. También se recomienda cambiar termostato y añadir actuador para válvula con el fin de realizar control de temperatura.

6.3. UMA-038

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
UMA-038	UNIT VENT CONTROLLER 03	SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER	SIEMENS	2281	2.007	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente a la Unidad Manejadora de Aire 038 (UMA-038) ubicada en piso 1 de la Torre, se encuentra funcionando mediante la aplicación 2281 que corresponde a *Unit Vent Controller Chilled Water Cooling*. La alimentación recibida por el controlador TEC (UMA-038) es de 24 VAC.

Termostato comunica correctamente con el controlador TEC (UMA-038). Sin embargo, se determina que el termostato no funciona apropiadamente, pues no sensa temperatura.

Las señales correspondientes al control de la válvula de agua helada (con modulación de apertura o cierre de válvula) son enviadas correctamente por el controlador TEC (UMA-038). Éstas son recibidas por el actuador acoplado a la válvula de agua helada

Sí hay modulación de apertura o cierre de válvula.

No cuenta con relevador ni dona de corriente, por lo tanto, no hay control sobre arranque y paro del motor ni monitoreo de estados de éste. Motor directo.

Sólo se verificó que las señales de arranque y paro fueran enviadas por el controlador TEC (UMA-038).

Comentarios: Termostato no funciona, no cuenta con relevador ni dona de corriente.

La Unidad de Manejadora de Aire 38 (UMA-038) no cuenta con el equipo necesario para acondicionar un espacio determinado, pues

no funciona termostato. Tampoco es posible realizar control automático de fan dado que no hay relevador ni dona de corriente.

Se recomienda agregar relevador y dona de corriente entre controlador TEC y motor para realizar control de fan automático.

Se recomienda cambiar termostato para poder realizar control de temperatura.

6.4. UMA-039

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
UMA-039	UNIT VENT CONTROLLER 04	SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER	SIEMENS	2281	2.005	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente a la Unidad Manejadora de Aire 039 (UMA-039) ubicada en piso 1 de la Torre, se encuentra funcionando mediante la aplicación 2281 que corresponde a *Unit Vent Controller Chilled Water Cooling*. La alimentación recibida por el controlador TEC (UMA-039) es de 24 VAC.

Sin termostato, por tanto, la comunicación con el controlador TEC (UMA-039) y la aplicación WCIS420 fue directa.

Las señales correspondientes al control de la válvula de agua helada (con modulación de apertura o cierre de válvula) son enviadas correctamente por el controlador TEC (UMA-039). Sin embargo, éstas no son recibidas por el actuador acoplado a la válvula de agua helada pues falta actuador.

Se verificó que la apertura o cierre de la válvula, no corresponde al valor de temperatura establecido (mediante WCIS420 se definieron valores de temperatura de cuarto para determinar el comportamiento del actuador de válvula, puesto que no se encontró termostato).

El relevador y la dona de corriente se encuentran desconectados, por tanto, el arranque es directo. No hay control de arranque o paro de fan ni monitoreo de los estados del mismo. Motor directo.

Sólo se verificó que las señales de arranque y paro fueran enviadas por el controlador TEC (UMA-039).

Comentarios: Faltan termostato y actuador de válvula, así como relevador y dona de corriente.

La Unidad de Manejadora de Aire 39 (UMA-039) no cuenta con el equipo necesario para acondicionar un espacio determinado. No cuenta con termostato, actuador de válvula, relevador y dona de corriente. No se puede realizar control de fan automático ni temperatura.

Se recomienda agregar termostato y actuador de válvula para tener correcto control de temperatura.

Se recomienda agregar relevador y dona de corriente entre controlador TEC y motor de fan para realizar control automático de fan.

6.5. UMA-040

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
UMA-040	UNIT VENT CONTROLLER 05	SIEMENS TEC UNIT VENT CONTROLLER	SIEMENS	2281	2.003	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente a la Unidad Manejadora de Aire 040 (UMA-040) ubicada en piso 1 de la Torre, se encuentra funcionando mediante la aplicación 2281 que corresponde a *Unit Vent Controller Chilled Water Cooling*. La alimentación recibida por el controlador TEC (UMA-040) es de 24 VAC.

Sin termostato, por tanto, la comunicación con el controlador TEC (UMA-040) y la aplicación WCIS420 fue directa.

Las señales correspondientes al control de la válvula de agua helada (con modulación de apertura o cierre de válvula) son enviadas correctamente por el controlador TEC (UMA-040). Sin embargo, éstas no son recibidas por el actuador acoplado a la válvula de agua helada pues falta actuador.

Se verificó que la apertura o cierre de la válvula, no corresponde al valor de temperatura establecido (mediante WCIS420 se definieron valores de temperatura de cuarto para determinar el comportamiento del actuador de válvula, puesto que no se encontró termostato).

Falta relevador y dona de corriente, por tanto, el arranque es directo. No hay control de arranque o paro de fan ni monitoreo de los estados del mismo.

Sólo se verificó que las señales de arranque y paro fueran enviadas por el controlador TEC (UMA-040).

Comentarios: Faltan termostato y actuador de válvula, así como relevador y dona de corriente.

La Unidad de Manejadora de Aire 40 (UMA-040) no cuenta con el equipo necesario para acondicionar un espacio determinado. No cuenta con termostato, actuador de válvula, relevador y dona de corriente. No se puede realizar control de fan automático ni de temperatura.

Se recomienda agregar termostato y actuador de válvula para tener correcto control de temperatura.

Se recomienda agregar relevador y dona de corriente entre controlador TEC y motor para realizar control de fan automático.

6.6. F&C-038

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
F&C-038	UNIT CONDITIONER CONTROLLER 01	SIEMENS TEC UNIT CONDITIONER CONTROLLER	SIEMENS	2052	2.004	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente al *Fan and Coil* 038 (F&C-038) ubicado en piso 1 de la Torre, se encuentra funcionando mediante la aplicación 2052 que corresponde a Unidad de *Fan and Coil* con enfriamiento. La alimentación recibida por el controlador TEC (F&C-038) es de 24 VAC.

No hay termostato, por tanto, no hay comunicación con el TEC (F&C-038). Ante esta situación, se realizó la conexión directa con el controlador TEC.

Las señales correspondientes al control de la válvula de agua helada (únicamente apertura o cierre sin modulación) son enviadas correctamente por el controlador TEC (F&C-038). Sin embargo, éstas no son recibidas por el actuador acoplado a la válvula de agua helada puesto que no hay actuador. Cabe señalar que la válvula se encuentra completamente abierta y no funciona.

No cuenta con relevador ni dona de corriente. Motor directo.

Comentarios: Sin termostato, actuador de válvula, relevador y dona de corriente. Válvula no sirve.

La Unidad de *Fan and Coil* 38 (F&C-038) no cuenta con el equipo necesario para acondicionar un espacio determinado. Además, el hecho de no contar con relevador ni dona de corriente, no permite hacerlo de forma automática.

Se recomienda agregar termostato, actuador de válvula para realizar control de temperatura. Así como relevador y dona de corriente entre controlador TEC y motor de fan para tener control automático del fan.

6.7. F&C-041

Nombre actual del controlador	Nombre anterior del controlador	Modelo	Marca	Aplicación	Dirección	Tablero	Ubicación
F&C-041	UNIT CONDITIONER CONTROLLER 03	SIEMENS TEC UNIT CONDITIONER CONTROLLER	SIEMENS	2052	2.001	PXC LA TORRE	PISO 1

El controlador TEC correspondiente al *Fan and Coil* 041 (F&C-041) se encuentra desmantelado y por tanto fuera de línea.

Únicamente, se encontró el termostato de dicho *Fan and Coil*.

Debido a que no se cuenta con el controlador no puede establecerse un diagnóstico de funcionamiento.

Comentarios: Desmantelado, sólo se encuentra termostato.

La Unidad de *Fan and Coil* 41 (F&C-041) se encuentra desmantelada y fuera de línea.

Se recomienda agregar controlador y demás instrumentación (actuador de válvula, relevador y dona de corriente) necesaria para realizar control de temperatura y control automático de fan.

GALERÍA DE IMÁGENES:

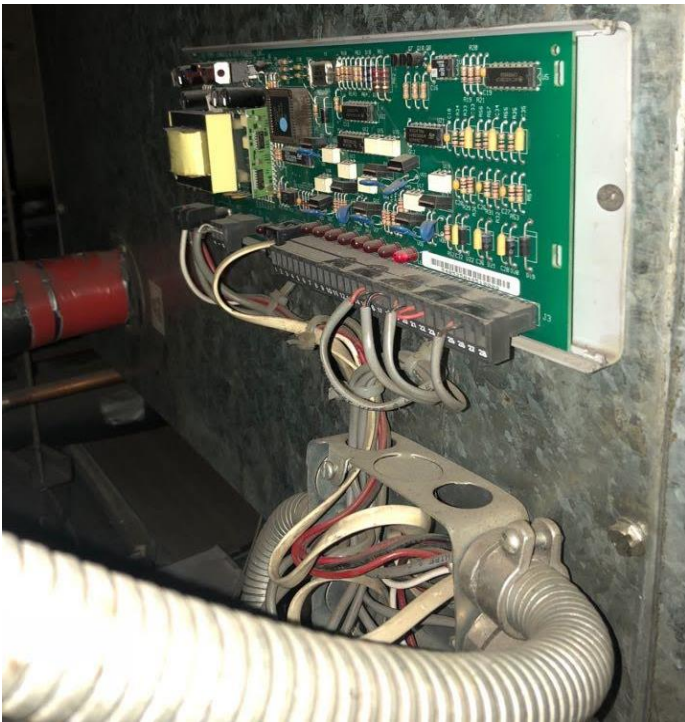


Figura 1.1. Controlador en falla y sin carátula.



Figura 1.2. Controlador sin alimentación.

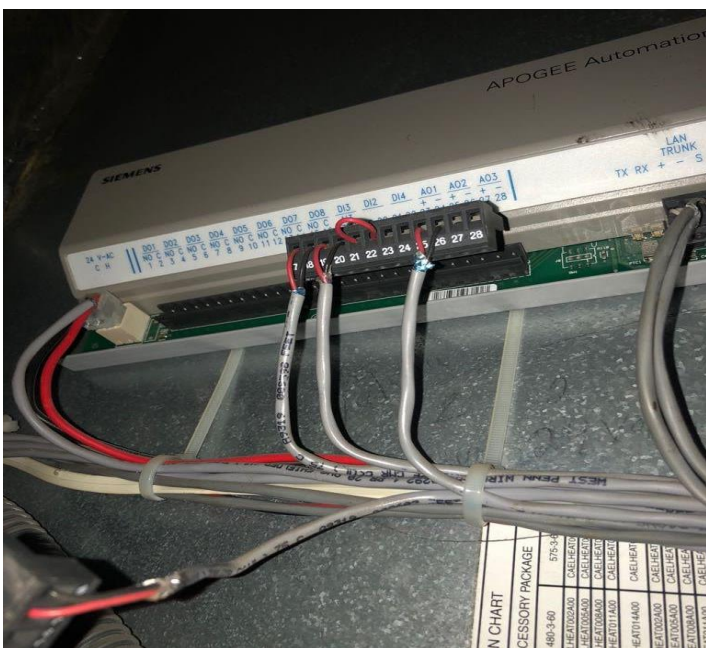


Figura 1.3. Terminales de TEC desconectadas.



Figura 1.4. Actuador de válvula sin carcasa y descompuesto.

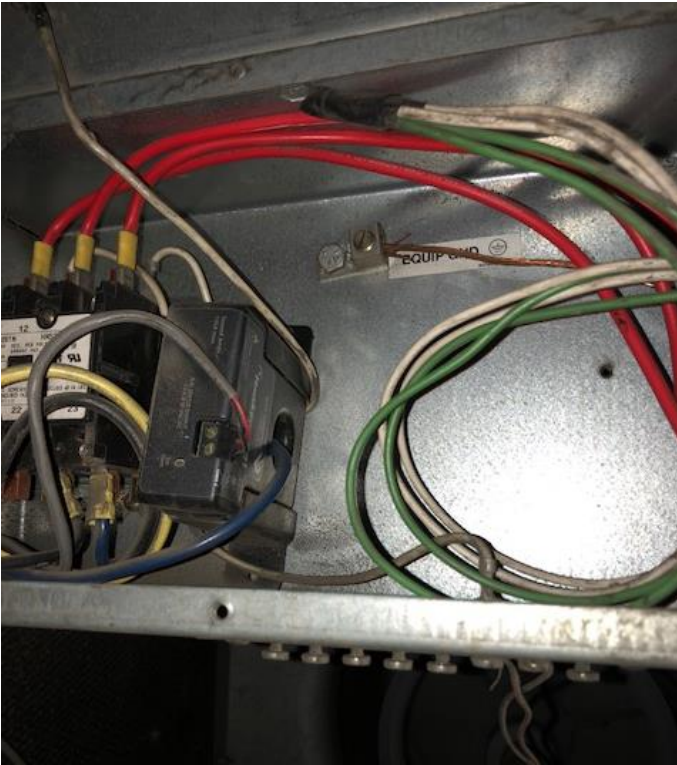


Figura 1.5. Relevador desconectado de FAN.



Figura 1.6. Termostato desconectado en un cubículo.



Figura 1.7. TEC en falla y relevador desconectado.



Figura 1.8. Control e instrumentación inexistentes.

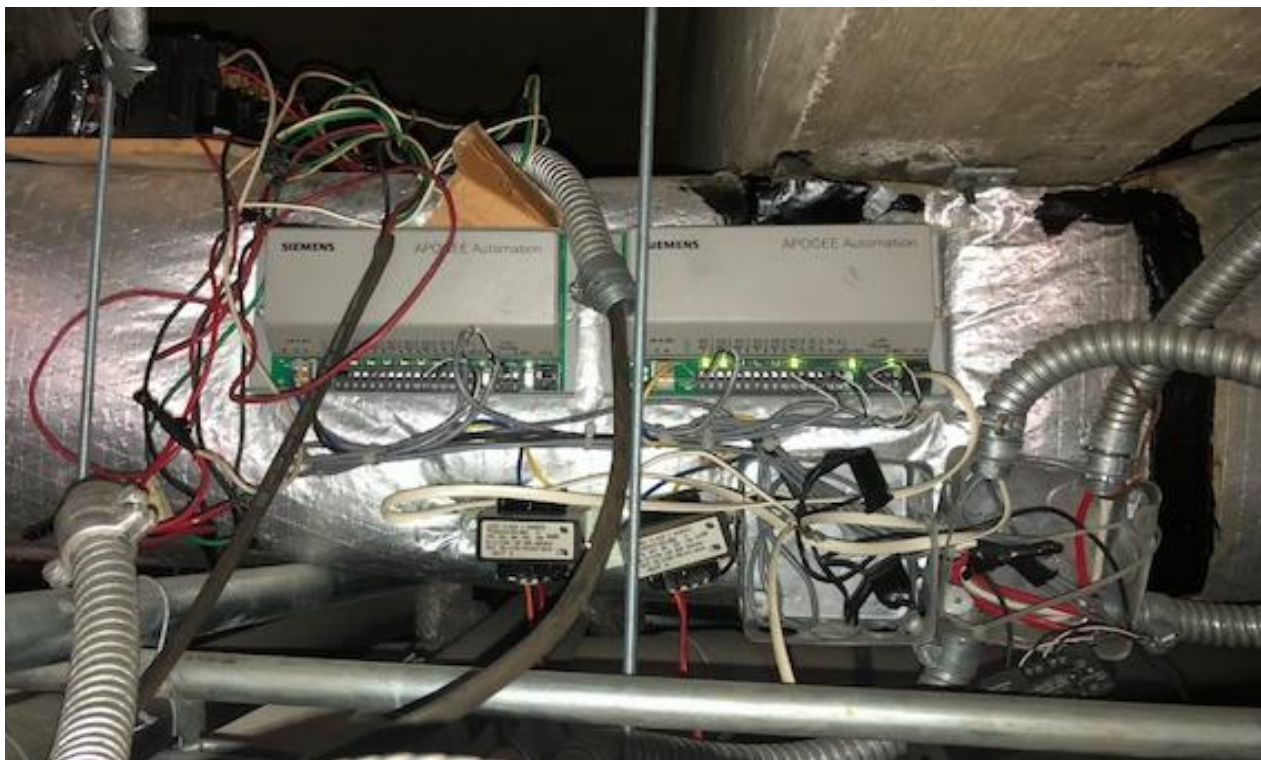


Figura 1.9. Controlador TEC con instrumentación funcionando correctamente (der). Controlador TEC sin alimentación (izq.).

7.7. CONCLUSIONES

Al migrar cualquier sistema BMS es necesario prever ciertas cuestiones relacionadas con el funcionamiento y operabilidad física de los equipos. Puesto que cambiar la plataforma BMS no significa que los sistemas funcionen óptimamente, a no ser que se lleve un control de mantenimientos preventivos y correctivos.

En este proyecto, se detectaron cuestiones como motores faltantes, descompuestos, termostatos faltantes, así como actuadores de válvula inservibles. Por tal razón, se le recomendó al cliente verbalmente y por escrito, mediante documentación, fotografías, etc. Realizar cambio de elementos de su sistema de aire acondicionado.

Considerando que el inmueble está dedicado a cubículos, periódicamente se realizan remodelaciones, de manera que termostatos, actuadores, válvulas e incluso controladores de aplicación son desplazados de su lugar y colocados en diferente lugar. O mal conectados, debido a que el personal que realiza las remodelaciones no está enfocado a instalaciones de aire acondicionado.

No se ha llevado un correcto registro de la reubicación de los controles y elementos después de las remodelaciones, por lo que fue necesario realizar un levantamiento y posteriormente un mantenimiento correctivo.

Dicho levantamiento arrojó como resultado refacciones faltantes y demás equipo inservible, por lo que se realizó una cotización para proveer al cliente los elementos necesarios.

También se reconfiguraron los controladores TEC existentes y funcionales. Y se realizó el re-emplazo de los elementos defectuosos o inexistentes como una parte del mantenimiento correctivo.

Se renovó la interfaz gráfica del BMS, de manera que se actualizó la distribución de los equipos actuales de aire acondicionado, así como la generación de horarios de operación de los equipos y la operación de los mismos. También se renovó la parte del sistema de alarmas, ya que este

permite identificar fallas o problemas en set points y equipos, ya sea actuadores, termostatos o incluso controladores.

Finalmente, se capacitó al personal involucrado en el manejo del sistema de aire acondicionado y se le entregó al cliente un manual de usuario para poder operar su interfaz de usuario, así como para programar horarios, generar tendencias y reportes.

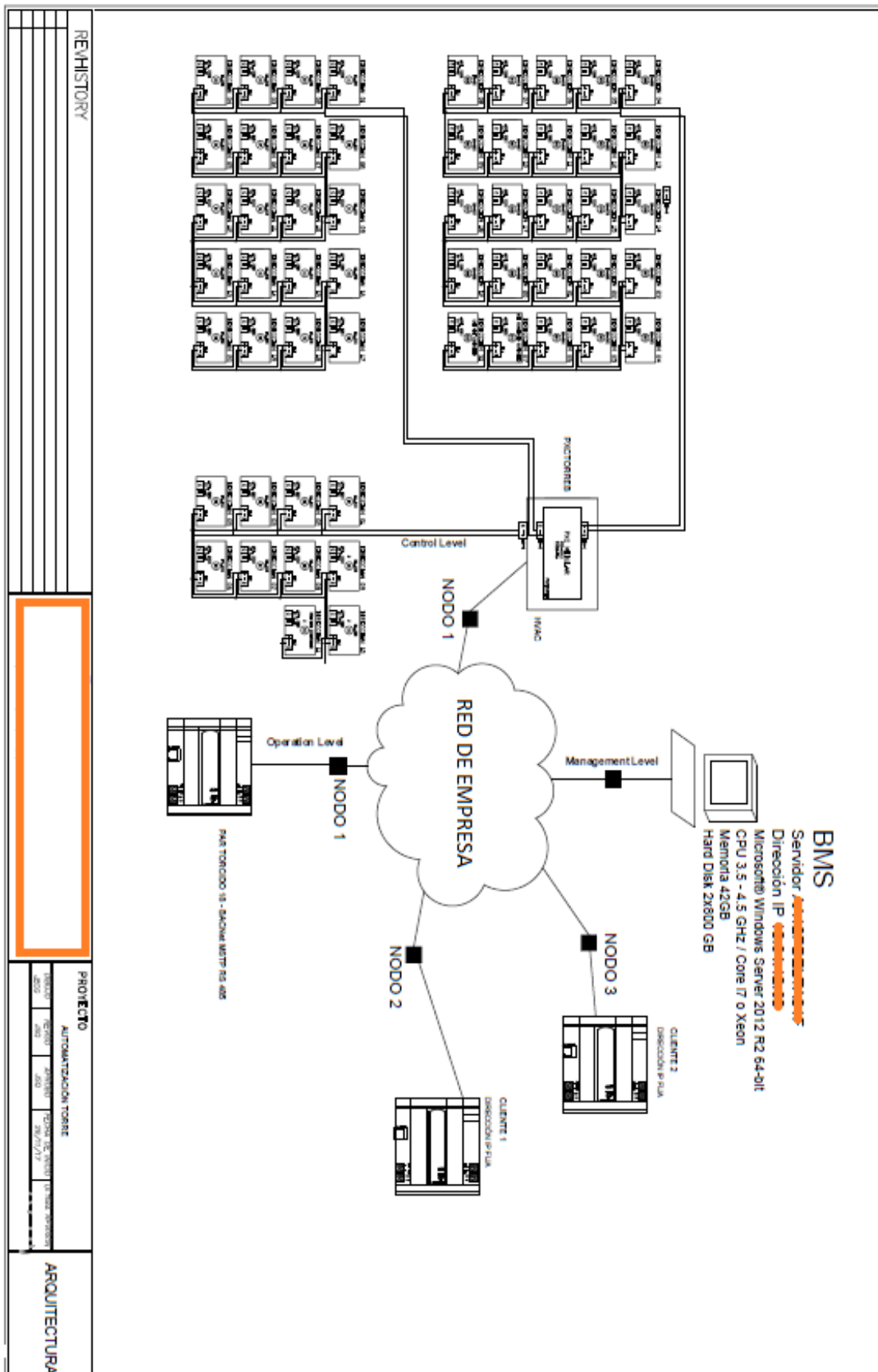
8. BIBLIOGRAFÍA Y MESOGRAFÍA

- [1] PARKER, «Siemens APOGEE P1 Communications Option», 06 15 2020. [En línea]. Available: https://www.sdsdrives.com/downloads/product_support/motor_control/004_options_accessories_for_drives/communications/590_690_605_and_584sv_comms_options/siemens_apogee_p1_communications_option_manual_ha470901.pdf
- [2] SIEMENS, «FLN P1 overview», 06 15 2020. [En línea]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10313763>
- [3] Asociación Española de Domótica e Inmótica, «Qué es la Domótica», 05 20 2020. [En línea]. Available: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>.
- [4] Asociación Española de Domótica e Inmótica, «Qué es la Inmótica», 28 11 2018. [En línea]. Available: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>.
- [5] Moreno Belén, Hernández Juan A., «Investigación Control centralizado y descentralizado de edificaciones mediante acristalamientos activos,» 28 11 2018, Revista de Investigación Pensamiento Matemático MAIC. Volumen VII, Número 1. Pp. 24. Julio 2016.
- [6] AIE, «Protocolos de comunicaciones industriales,» 22 02 2019. [En línea]. Available: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>
- [7] Andrew Smith, «Building Management System», AIRAH, p.p. 11, A.G. Coombs, Melbourne.
- [8] SIEMENS, «Desigo CC platform», 06 15 2020. [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/automation/desigo/building-management/desigo-cc.html>
- [9] SIEMENS, «Desigo CC platform», 06 15 2020. [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/automation/desigo/building-management/desigo-cc.html>

- [10] KNX, «Conocimientos básicos del estándar KNX», 06 15 2020. [En línea].
- [11] MEMORIAS 2008 CONGRESO NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO, «EDIFICIOS INTELIGENTES-EDIFICIOS VERDES» 28 11 2018. [En línea]. Available:
https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/memorias_cong2008/5.pdf
- [12] Delta Controls, «BACnet», 25 02 2019. [En línea]. Available:
<http://www.controlli.es/protocolo-bacnet-automatizacion-de-edificios.html>
- [13] American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, Inc., Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de aire Inc., «Ventilación para una calidad aceptable de aire interior», Estándar ANSI/ASHRAE 62.1 – 2007, 1791 Tullie Circle NE, Atlanta, GA 30329.
- [14] SIEMENS, «APOGEE FLN Integration: Siemens Building Technologies, Inc. Variable Frequency Drive», Technical Specification Sheet, January 2002.
- [15] SIEMENS, «DESIGO CC MANAGEMENT STATION SOFTWARE», Technical Specification Sheet, Document No. A6V10399117, January 2018.
- [16] SIEMENS Industry, Inc., «TEC Controller Unit Conditioner - Fan Coil Unit 2-Stage Cooling and Electric Heat, Application 2052», Application Note, 140-1134, 2014-05-01, Building Technologies.
- [17] Siemens Industry, Inc., «Siemens TEC Unit Vent 0-10V Output Controller», Installation Instructions, Document No. 540-1027, November 15 2012, Item No. 540-1027. Rev. CA.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1: ARQUITECTURA DE BMS Y DE CONTROL



Description

Desigo™ CC management station software provides an integrated approach to managing and controlling facilities from a flexible, easy-to-use interface. Desigo CC provides facility-wide efficiencies, cost effective information sharing, improved event management and decision making.

- Class-leading workflow-oriented user interface enables fast and accurate operation and event handling.
- Full integration of building automation, fire safety, access control, and video systems.
- Support for the leading open standards: BACnet, OPC, Modbus, ONVIF and SNMP.
- Incorporates the latest IT technologies.
- ULC Listed to ULC-S527 Standard for Control Units and Fire Alarm systems 2nd & 3rd Edition and ULC-S559 Equipment for Fire Signal Receiving Centre and Systems 3rd Edition
- Multiple client options for dedicated, browser-based, and Windows desktop app clients with the same user interface.

Key Features

Desigo CC is an integration platform, designed to support installation of independent extension modules that personalize the software to meet the needs of each facility. The functionality available on any given system is determined by which extension modules are installed. Typical Desigo CC installations include extension modules that support building automation, fire alarm, card access, and video functionality.

Desigo CC for Building Automation

Desigo CC is an integral component of the APOGEE Automation System. As a building automation management station, Desigo CC provides a full breadth of application support for ensuring that facilities remain comfortable, productive, and achieve optimal energy and equipment performance. A well-defined user interface, coupled with standard protocol support, integration capabilities, and multiple client options that allow full operation and configuration from anywhere, make Desigo CC the perfect tool for maintaining facility operation.

- Graphically monitor and control the building automation infrastructure
- Receive notification and manage alarms recognized by the automation system
- Schedule and modify mechanical equipment operation
- Collect, view, analyze and compare trend information
- Make management decisions with information and reporting capabilities
- Store and retrieve long-term information

Figura 6. Descripción de Desigo CC. [15]

System Architecture

Desigo CC can be installed completely on one computer, or configured in a flexible client-server architecture for building automation and fire safety applications allowing configurations from small single-seat to large multi-user installations. System components can be installed together or on separate devices.



Management Station Application Server

The management station server can be installed on standard server or PC hardware, in a virtual machine environment, or on a dedicated UL Listed workstation.

A Desigo CC installation can have a single server, or be configured with multiple servers in a distributed configuration. Distributed servers can be used to distribute processing power, to segregate systems by geographical or departmental boundaries, or to separate servers used for different disciplines – most frequently to isolate UL/ULC Listed fire workstations from less restrictive components.

Web Server

A web server is required to use the Desigo CC Web and Windows App Clients or to host the Web Services API. Desigo CC Web Server is based on Microsoft Internet Information Services (IIS).

Front End Processor (FEP)


A Front End Processor is an extension to the Desigo CC Server that provides additional resources to connect subsystems. Additionally, FEP can be used as a bridge to connect an IIS to Desigo CC.

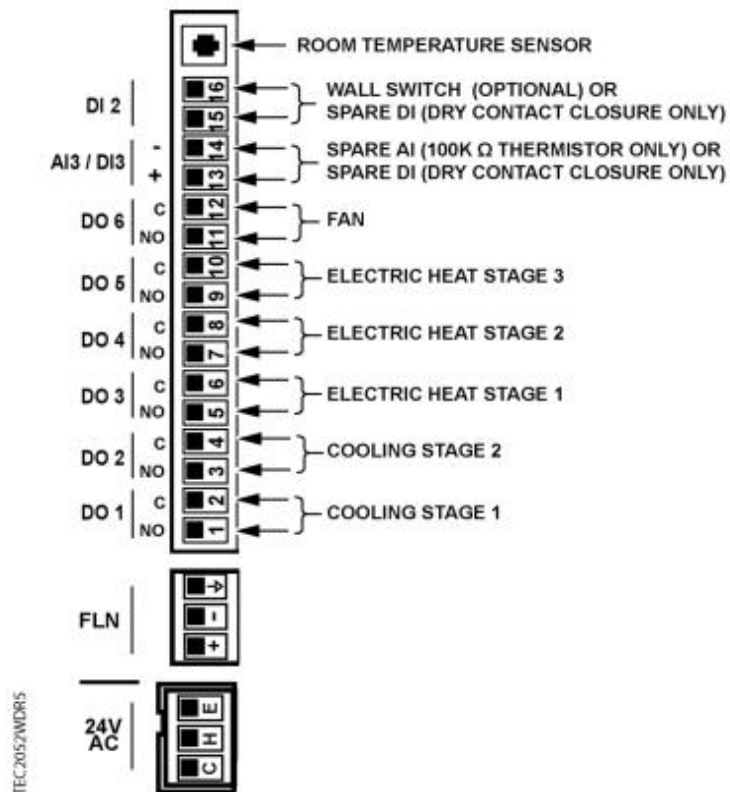
History Database Server

The History Database Server manages historical data collected from subsystems and user activities. The Server uses Microsoft SQL to store, manage and maintain the historic data of the system. The Desigo CC Database Service runs on the Desigo CC Server and connects to a Microsoft SQL Server hosting the History Database (HDB).

9.3. ANEXO 3: TEC Controller Unit Conditioner - Fan Coil Unit 2-Stage Cooling and Electric Heat, Application 2052

Wiring Diagram

	<p>CAUTION</p> <p>The controller's DOs control 24 Vac loads only. The maximum rating is 12 VA for each DO. An external interposing relay is required for any of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VA requirements higher than the maximum • 110 or 220 Vac requirements • DC power requirements • Separate transformers used to power the load (for example part number 540-147, Terminal Equipment Controller Relay Module)
---	---



Application 2052 – Fan Coil Unit Two-Stage Cooling and Electric Heat.

Hardware Inputs

Analog

- Auxiliary temperature sensor (optional)
- Room temperature sensor
- Room temperature setpoint dial (optional)

Digital

- Night mode override (optional)
- Wall switch (optional)

Hardware Outputs

Analog

- None

Digital

- Fan (switched 24 Vac, pilot duty)
- Stage 1 cooling (2-position valve actuator or cooling compressor)
- Stage 2 cooling (2-position valve actuator or cooling compressor)
- Stage 1 electric heat
- Stage 2 electric heat
- Stage 3 electric heat

Figura 9. Diagrama de conexión de y descripción de hardware. [16]

Application 2052 Point Database

Point Number	Descriptor	Factory Default (SI Units)*	Eng Units (SI Units)	Slope (SI Units)	Intercept (SI Units)	On Text	Off Text
1	CTLR ADDRESS	99	--	1	0	--	--
2	APPLICATION	2090	--	1	0	--	--
{04}	ROOM TEMP	74.0 (23.44888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
{05}	HEAT.COOL	COOL	--	--	--	HEAT	COOL
6	DAY CLG STPT	74.0 (23.44888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
7	DAY HTG STPT	70.0 (21.20888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
8	NGT CLG STPT	82.0 (27.92888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
9	NGT HTG STPT	65.0 (18.40888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
11	RM STPT MIN	55.0 (12.80888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
12	RM STPT MAX	90.0 (32.40888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
{13}	RM STPT DIAL	74.0 (23.44888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
14	STPT DIAL	NO	--	--	--	YES	NO
{15}	AUX TEMP	74.0 (23.495556)	DEG F (DEG C)	0.5 (0.28)	37.5 (3.055556)	--	--
18	WALL SWITCH	NO	--	--	--	YES	NO
{19}	DI OVRD SW	OFF	--	--	--	ON	OFF
20	OVRD TIME	0	HRS	1	0	--	--
{21}	NGT OVRD	NIGHT	--	--	--	NIGHT	DAY
{24}	DI 2	OFF	--	--	--	ON	OFF
{25}	DI 3	OFF	--	--	--	ON	OFF
{29}	DAY.NGT	DAY	--	--	--	NIGHT	DAY
{41}	CLG STG 1	OFF	--	--	--	ON	OFF
{42}	CLG STG 2	OFF	--	--	--	ON	OFF
{43}	HTG STG 1	OFF	--	--	--	ON	OFF
{44}	HTG STG 2	OFF	--	--	--	ON	OFF
{45}	HTG STG 3	OFF	--	--	--	ON	OFF
{46}	FAN	OFF	--	--	--	ON	OFF
58	MTR SETUP	0	--	1	0	--	--
59	DO DIR. REV	0	--	1	0	--	--

Figura 10. Base de datos para aplicaiación 2052. [16]

Point Number	Descriptor	Factory Default (SI Units) ²	Eng Units (SI Units)	Slope (SI Units)	Intercept (SI Units)	On Text	Off Text
60	CYCLE FAN	NO	--	--	--	YES	NO
63	CLG P GAIN	20.0 (36.0)	--	0.25 (0.45)	0	--	--
64	CLG I GAIN	0.01 (0.018)	--	0.001 (0.0018)	0	--	--
65	CLG D GAIN	0 (0.0)	--	2 (3.6)	0	--	--
66	CLG BIAS	0	PCT	0.4	0	--	--
67	HTG P GAIN	10.0 (18.0)	--	0.25 (0.45)	0	--	--
68	HTG I GAIN	0.01 (0.018)	--	0.001 (0.0018)	0	--	--
69	HTG D GAIN	0 (0.0)	--	2 (3.6)	0	--	--
70	HTG BIAS	0	PCT	0.4	0	--	--
71	CLG 1 ON	40	PCT	0.4	0	--	--
72	CLG 1 OFF	20	PCT	0.4	0	--	--
73	CLG 2 ON	80	PCT	0.4	0	--	--
74	CLG 2 OFF	60	PCT	0.4	0	--	--
75	CLG STG CNT	2	--	1	0	--	--
76	CLG MIN ON	120	SEC	1	0	--	--
77	CLG MIN OFF	120	SEC	1	0	--	--
{78}	CTL TEMP	74.0 (23.44888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
{79}	CLG LOOPOUT	0	PCT	0.4	0	--	--
{80}	HTG LOOPOUT	0	PCT	0.4	0	--	--
{81}	AVG HEAT OUT	0	--	2	0	--	--
82	HTG STG MAX	90	PCT	0.4	0	--	--
83	HTG STG MIN	10	PCT	0.4	0	--	--
84	STAGE FAN	10	PCT	0.4	0	--	--
85	SWITCH LIMIT	5.2	PCT	0.4	0	--	--
86	SWITCH TIME	10	MIN	1	0	--	--
88	HTG STG CNT	1	--	1	0	--	--
89	HTG STG TIME	10	MIN	1	0	--	--
90	SWITCH DBAND	1.0 (0.56)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	0	--	--
{92}	CTL STPT	74.0 (23.44888)	DEG F (DEG C)	0.25 (0.14)	48.0 (8.88888)	--	--
98	LOOP TIME	5	SEC	1	0	--	--
{99}	ERROR STATUS	0	--	1	0	--	--

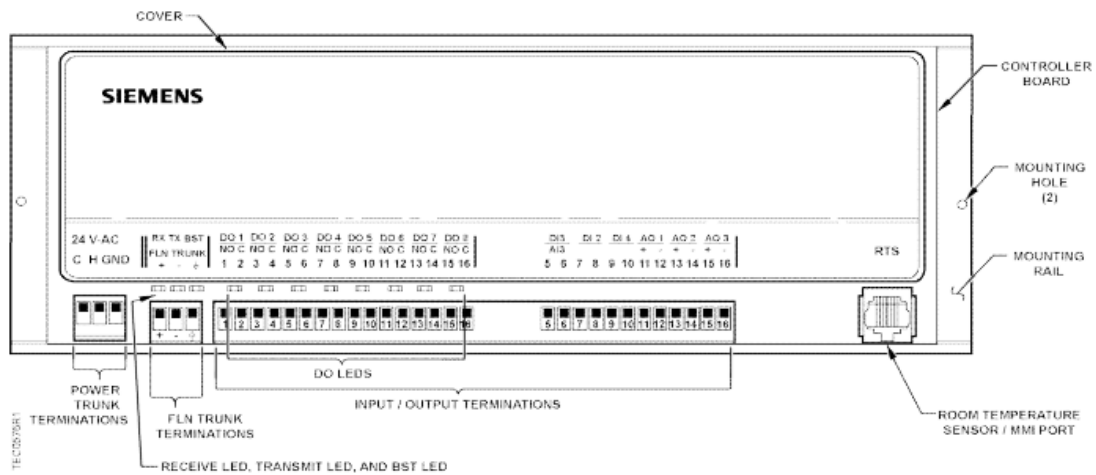
Figura 11. Base de datos para aplicaiación 2052. [16]

9.4. ANEXO 4: Siemens TEC Unit Vent 0-10V Output Controller



Installation Instructions
 Document No. 540-1027
 November 15, 2012

Siemens TEC Unit Vent 0-10V Output Controller



Generic Controller I/O Layout. See *Wiring Diagram* for application specific details.

Control Applications

2281, 2283, 2284, 2286, 2287

Product Description

These instructions explain how to field install or replace a Siemens TEC Unit Vent Controller.

Product Numbers

Siemens TEC Unit Vent Controller 540-509N

Shipping carton includes a controller assembly, a mounting rail, and two self-tapping/drilling screws.

	CAUTION
	Keep the unit in its static-proof bag until installation. Otherwise you run the risk of damage to the printed circuit board from electrostatic discharge.

Accessories

Low cost temporary temperature sensor, 10K thermistor with RJ11, that enables space control if the permanent room or duct sensor is not installed (pack of 25). 540-658P25

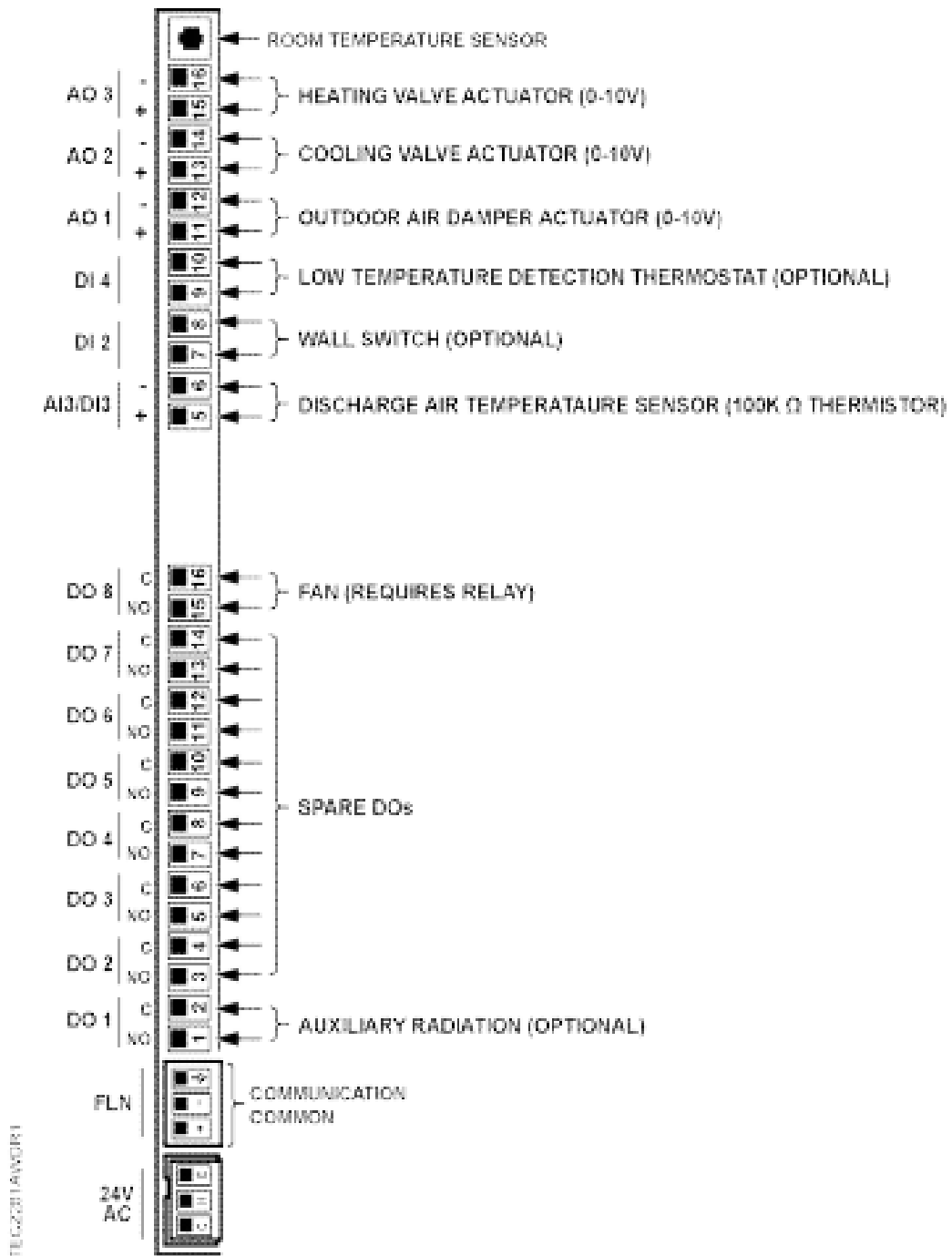
Duct Temperature Sensor, NTC 100K Ω Type 2, 3" Probe for Commissioning Only QAM1035.008P50

Warning/Caution Notation

	WARNING
	Personal injury/loss of life may occur if you do not follow the procedures as specified.
	CAUTION
	Equipment damage or loss of data may occur if you do not follow the procedures as specified.

Figura 12. Unit Vent Controller for application 2281. [17]

Wiring Diagram 1



Application 2281 Wiring Diagram 1

Figura 13. Unit Vent Controller for application 2281. [17]