



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



REEMPLAZO POR OBSOLESCENCIA DEL SISTEMA
DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL AIRE
ACONDICIONADO DE UN CENTRO DE DATOS

Examen Complexivo, Componente Práctico

Informe Profesional

Previa la obtención del título de:

**MAGISTER EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
INDUSTRIAL**

Autor: Ing. Walter Miguel Villalta Moreno.

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2023

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a Dios, mis padres quien, con su apoyo y ejemplo de lucha, hicieron de mis hermanos y mi persona grandes profesionales y que todo lo podemos lograr con dedicación y esfuerzo.

A mi familia, mi esposa e hijos (Walter y Samara) que me impulsan cada día a ser un ejemplo para ellos y mis motores que me harán llegar hasta donde Dios nos lo permita.

A mis familiares, empresa donde laboro, amigos, maestros y compañeros que de alguna u otra manera ayudaron a cumplir este sueño.

DEDICATORIA

A mi esposa, por ser el gran apoyo y complemento en mi vida y que ha sabido entender el esfuerzo realizado y a mis hijos quienes son mi vida misma para siempre ser ese ejemplo que seguir en todos los aspectos de sus vidas.

COMITÉ DE EVALUACIÓN

PhD. Efrén Herrera M.
Miembro Principal

PhD. Dennys Paillacho C.
Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Informe Profesional, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Walter Yulotta M.

Nombre del Autor

RESUMEN

La obsolescencia tecnológica es una etapa de la vida útil de los equipos que representa una inversión a largo plazo en los diferentes equipos que conforman los procesos de las diferentes industrias, en especial en un centro de datos, en la que se debe asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la información.

En la actualidad, los descubrimientos tecnológicos acelerados y mejoras en los diferentes equipos de toda índole generan que los equipos cumplan un tiempo de operación con un funcionamiento confiable y tras cumplirlo se vuelvan inestables y tienden a fallar con el paso del tiempo.

El sistema inicial de monitoreo y control Metasys del centro de datos en los últimos años presentaba intermitencias y fallos de funcionamiento que en muchas ocasiones ponían en riesgo el proceso de climatización del centro de datos, motivo por el cual, impulsó el reemplazo por obsolescencia tecnológica con la versión Facility explorer que tiene controladores enfocados a la seguridad, rapidez de comunicación, fácil programación y velocidades de comunicación que generan un sistema de monitoreo y supervisión más confiable.

El reemplazo de los controladores con las prestaciones de seguridad y mejoras se realizó en 2 fases, en primer instancia se realizó el cambio físico de los controladores y la revisión del cableado y conexiones de los tableros de control el mismo que duró 14 horas ininterrumpidas, en segundo lugar se realizó las pantallas de monitoreo y carga del programa con la filosofía de funcionamiento el cual tomó alrededor de 2 días, donde se configuraron los controladores, se identificaron los diferentes equipos y variables que se supervisan en el monitoreo y se realizó una nueva representación de todos los equipos para el sistema de supervisión, en los cuales el sistema estuvo trabajando de forma manual sin visualización en tiempo real hasta la culminación de

los trabajos de reemplazo de los controladores. Se realizaron las pruebas de funcionamiento de los diferentes equipos y se comprobaron las alarmas y repuestas automáticas de nuestro sistema de control ante las fallas que fueron consideradas en la programación.

Con el reemplazo implementado se espera representar el proceso del sistema de climatización del centro de datos en tiempo real con actualizaciones de estados muchos más rápidos y de esta manera poder tomar decisiones en cuanto a las mejoras en el funcionamiento y optimización de recursos para ser más eficientes con el consumo eléctrico el cual lo podemos visualizar con la disminución del PUE del centro de datos, además se tiene la posibilidad de realizar la autoconfiguración de las manejadoras de aire para que este responda de forma autónoma ante un cambio o requerimiento de flujo de aire adicional para el correcto funcionamiento de los equipos en la sala de telecomunicaciones del centro de datos, adicional se puede proponer un cambio en el funcionamiento del sistema de control del centro de datos de tal manera que fallas puntuales en algún sistema no afecte el consumo eléctrico del recinto hasta que se restablezca el sistema de climatización ante un evento de pérdida de energía en donde se apagan los equipos de enfriamiento de agua y luego del encendido de la planta de emergencia estos arranquen.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
COMITÉ DE EVALUACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1.....	6
1. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA.....	6
1.1 Descripción de equipos en la implementación.....	7
1.1.1 Controladora FX-80.....	7
1.1.2 FEC.....	8
1.1.3 IOM.....	9
1.1.4 Enfriadora de Agua (Chillers).....	9
1.1.5 Unidad Manejadora de Aire (UMAS).....	11
1.1.6 Grupo de Bombeo.....	11
1.1.7 Sensor Temperatura.....	12
1.2 Redes de Comunicación.....	13
1.3 Sistema de Monitoreo y Control Facility Explorer.....	14
1.4 Filosofía de funcionamiento.....	15
1.5 PUE.....	17
CAPÍTULO 2.....	18
2. RESULTADOS OBTENIDOS.....	18
CONCLUSIONES.....	25
RECOMENDACIONES.....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28

ÍNDICE FIGURAS

CAPITULO I

1.1 Arquitectura del Sistema de Supervisión y Control.....	7
1.2 Controlador FX-80 Facility Explorer.....	8
1.3 Controladores de Campo FEC e IOM	9
1.4 Enfriador de Agua	10
1.5 Unidad Manejadora de Aire por Agua	11
1.6 Grupo de Bombeo	12
1.7 Sensor de Temperatura	13

CAPITULO II

2.1 Tablero de Control del Sistema de Climatización	19
2.2 Pantalla de Configuración de plataforma	20
2.3 Plantilla de Configuración Jhonson Control	20
2.4 Pantalla de Configuración de equipos de Monitoreo.....	21
2.5 Variables de Configuración de Equipos	21
2.6 Pantalla de Unidad Manejadora de aire	22
2.7 Representación del sistema de climatización	23
2.8 Pruebas de Funcionamiento del sistema de control	23

ÍNDICE TABLAS

INTRODUCCION

Tabla de Comparación de Sistemas de Control.....	5
--	---

CAPITULO I

Tabla 1.1 Tabla de referencia PUE.....	17
--	----

CAPITULO II

Tabla 2.1 Requisitos Mínimos de Máquina Virtual.....	18
--	----

Tabla 2.2 Valores de PUE Registrados en 2023	26
--	----

INTRODUCCIÓN

Una de las ventajas de implementar un sistema de monitoreo y control en un centro de datos es contar con la representación visual en tiempo real y el control del proceso para el enfriamiento del agua y asegurar que los equipos en la sala de Telecomunicaciones mantengan sus parámetros de temperatura y humedad acorde a lo recomendado por ASHRAE, para su correcto funcionamiento y poder realizar mejoras o tomar decisiones que puedan permitir realizar configuraciones y ajustes en beneficio de la eficiencia y asegurar la disponibilidad de los equipos en la sala de telecomunicaciones.

Con el pasar del tiempo, la infraestructura de control y supervisión instalada inicialmente Metasys va quedando obsoleta y presentando intermitencias o problemas de comunicación que afectan el funcionamiento del sistema de aire acondicionado ocasionando fallas en el sistema de control, siendo ineficiente, adicional muchos de estos sistemas son implementados con software que ya no tienen soporte y el hardware ya no se encuentra en su fase de producción y actualmente la seguridad en los diferentes equipos de campos y controladores juegan un papel importante en la confiabilidad y disponibilidad del proceso ya que la alteración de unos de estos puede afectar la organización.

Con los avances tecnológicos que se presentan día a día se tiene la necesidad de migrar o reemplazar los equipos con mejores prestaciones a nivel de programación, manejo y que disponga de herramientas que aseguren la confiabilidad y disponibilidad de la información del proceso y tener la posibilidad de integrarlas al análisis de datos y aprendizaje autónomo del mismo y proponer mejoras en el funcionamiento que permitan minimizar los riesgos de fallas.

Con el análisis de los datos registrados ya sean estos con analítica digital o monitoreo de los procesos se tiene la posibilidad de mejorar la programación del sistema y automatizar de mejorar manera la repuesta de falla del proceso en el centro de datos.

Mediante un cuadro comparativo se enlistan las diferencias entre estos dos sistemas dedicados de supervisión de aires acondicionados, de acuerdo con la Tabla de comparación de sistemas de control.

Tabla de comparación de sistemas de control

Metasys	Facility Explorer
Requiere JAVA	Requiere conexión a internet vía Browser
Enfocado a control sin seguridad	Orientado a seguridad
Programación compleja	Programación intuitiva con librerías incluidas
Sin soporte, obsoleto	Relativamente software nuevo en el mercado y muy fiable
Límite de conexión de usuarios	Facilidad de conexión por ser vía browser, sin límites.

Con un sistema de supervisión estable se realiza el análisis de datos de las variables del proceso y se pudo mejorar el PUE a 1,56 que para un centro de datos con alta redundancia es un valor muy bueno haciendo referencia al consumo eléctrico.

Adicional se recomienda el control automático de las manejadoras de aire y se autoconfigure el set de enfriamiento considerando las variables críticas del proceso y no afecten la temperatura y humedad de la sala de Telecomunicaciones.

CAPÍTULO 1

1. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA.

La actualización del sistema control de aire acondicionado mantiene su filosofía de funcionamiento con un grupo de bombeo primario que mueve el agua hacia las unidades enfriadoras de agua y un grupo secundario que mueve el agua helada a las manejadoras de aire para enfriar el aire de la sala de Telecomunicaciones, donde las manejadoras de aire enfrían el aire de la sala y de acuerdo con su seteo de operación este trabaja acorde a lo requerido.

Por lo tanto, el reemplazo de los controladores se inicia reemplazando los controladores NCE de la solución metasys por nuevos controladores FAC2612 + IOM3731 + IOM4711 + FX80 donde las entradas y salidas de todos estos controladores superan la capacidad disponible en el NCE y donde el FX80 tiene el nuevo software Facility Explorer, dedicado para el control de sistemas de climatización.

El objetivo de la mejora de los controladores es disponer de un sistema amigable con un entorno de programación gráfico que facilita la interacción entre el usuario y el sistema de supervisión, realizando el análisis de la integración a un sistema de aprendizaje para que el sistema en un futuro sea independiente y pueda predecir los estados, evitando interrupciones de servicios que puedan afectar la disponibilidad de los equipos en el centro de datos y este mantenga su eficiencia. En la Fig. 1.1 se detalla la arquitectura de sistema de monitoreo y supervisión implementado con los nuevos controladores.

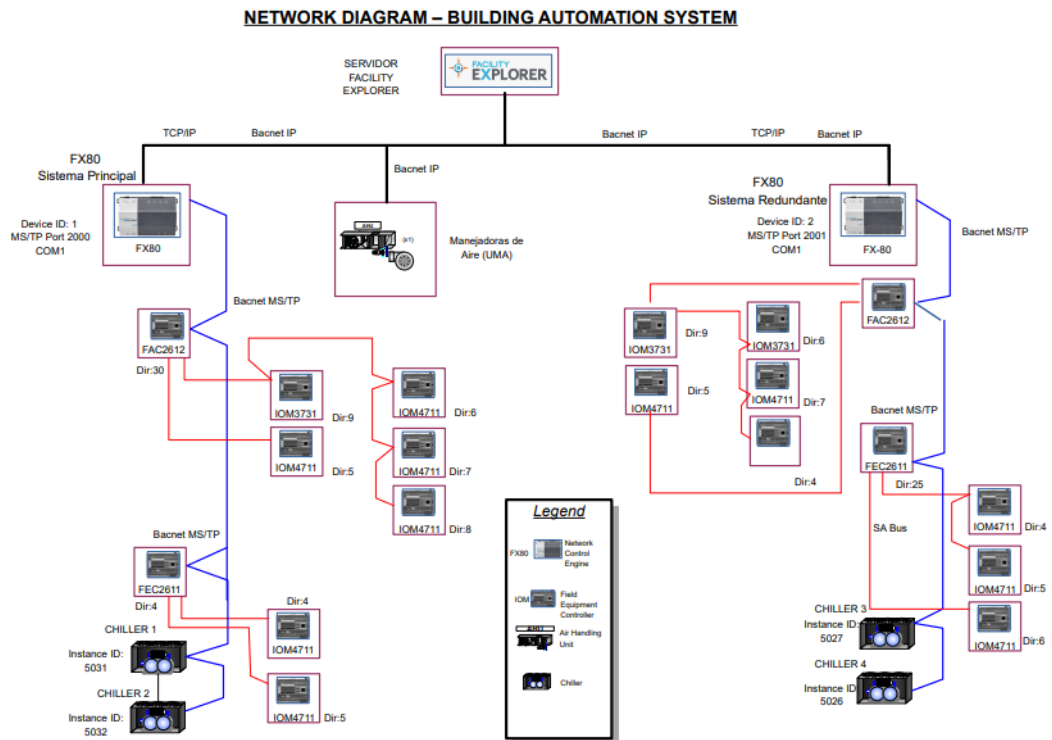


Figura 1.1 Arquitectura del Sistema de Supervisión y Control

1.1 Descripción de equipos en la implementación.

Para el desarrollo del sistema de monitoreo y control se utilizaron los siguientes equipos e instrumentación.

1.1.1 Controladora FX-80

El controlador de supervisión y control FX-80 es un controlador de alta gama supervisora de la familia de productos Facility Explorer de Jhonson Control.

El controlador FX-80 comunica redes de controladores de diferentes equipos de campo que utilizan protocolos de comunicación abiertos, como el protocolo Bacnet y también es compatible con varias redes de comunicación utilizados en la industria. El controlador FX 80 es muy utilizado en aplicaciones de automatización

de edificios, como programación, alarmas, datos históricos, recopilación y gestión, intercambio de datos y control, gestión de energía, totalización de consumos eléctricos, rutinas de control personalizadas para sistemas de enfriamientos, etiquetado, plantillas, control de usuarios, que son diseñado específicamente para instalaciones comerciales [1]. En la Fig. 1.2 se visualiza el controlador empleado en la implementación Facility Explorer.



Figura 1.2 Controlador FX-80 Facility Explorer

1.1.2 FEC

Los controladores de equipo de campo (FEC) Metasys de Johnson Control son muy utilizados para automatización de edificios cuentan con microprocesadores de 32 bits, control adaptativo de ajuste continuo patentado por el fabricante, comunicaciones directas punto a punto e interfaz de usuario con pantalla LCD integrada opcional. Combinada con módulos de entrada/salida (IOM) adecuados, la línea completa de controladores FEC es idónea para la gran variedad de aplicaciones de gestión de edificios, con funciones que abarcan desde el simple control de ventiladores o bombas de calor, hasta la gestión avanzada de plantas centrales de sistemas de enfriamientos y monitoreo de equipos de gestión eléctrica. Todos los equipos FEC Metasys se configuran para

comunicaciones inalámbricas BACnet mediante accesorios de sistemas del propio fabricante, como se visualiza en la Fig. 1.3 se tiene un controlador de campo FEC.

1.1.3 IOM

Los controladores de la Serie IOM son Módulos de control de entrada/salida (IOM) que se integran a la perfección en su sistema Metasys basado en la web. Los Controladores de entrada/salida pueden utilizarse de dos maneras. Cuando se instalan en el bus FC, los IOM pueden actuar como multiplexores de puntos de Entradas/Salidas para permitir la monitorización y el control desde un NAE o NCE como en la aplicación con metasys implementados inicialmente. El multiplexor de puntos también es útil para compartir puntos entre otros controladores de campo con conectividad de punto a punto [2].



Figura 1.3 Controladores de campo FEC e IOM

1.1.4 Enfriadora de Agua (Chillers).

Un chiller es un equipo que permite enfriar líquidos o aires para los sistemas de climatización o procesos industriales, el cual dependiendo

de la aplicación y la escala del proyecto básicamente se pueden instalar chillers enfriado por aire o agua, para este caso se utilizan los chillers enfriados por aire por ser más económico y no requerir enfriar el agua a una muy baja temperatura por lo que los de aire por las ventajas descritas es el más favorable.

El funcionamiento del chiller se rige por el proceso del ciclo de refrigeración normalmente conocido en los equipos de aires acondicionados tradicionales, este comienza con el compresor que comprime el refrigerante a un estado gaseoso a una alta presión y temperatura, luego del cual el refrigerante se condensa por el intercambiador de calor (condensadores o radiadores), transfiriendo el calor de refrigerante al agua.

El refrigerante se expande por la válvula de expansión, reduciendo la presión y temperatura del refrigerante y permitiendo que este vuelva a su estado líquido y pasa por el evaporador para enfriar el agua, finalmente el refrigerante sale del evaporador y retornan al compresor, donde repite el ciclo continuamente, en la Fig. 1.4 se visualiza un equipo enfriador de agua utilizado en el centro de datos.



Figura 1.4 Enfriador de Agua

1.1.5 Unidad Manejadora de Aire (UMAS).

La unidad manejadora de aire es un equipo que permite obtener aire frío del agua helada que le llega por tuberías hacia los serpentines del equipo como medio de transferencia de calor, permitiendo sacar el calor y humedad del agua helada y acondicionar el área deseada con los parámetros requeridos del proceso, como se puede visualizar en la Fig. 1.5. la unidad manejadora de aire expulsa el aire helado por la parte inferior de los equipos y retorna por la parte superior.



Figura 1.5 Unidad Manejadora de Aire por Agua

1.1.6 Grupo de Bombeo

Equipo mecánico-eléctrico que permite trasladar un volumen de agua requerido para diferentes aplicaciones, en este caso permite desplazar el agua helada desde los chillers hasta las manejadoras de aire en nuestro caso conocido como grupo primario que cuenta con 3 equipos de igual capacidad que trabajaran una bomba con cada chiller disponible del sistema de climatización y un tercer grupo de bombeo que será de

respaldo en caso que falle una de las bombas principales que tiene definido cada equipos de enfriamiento, como lo podemos apreciar en la Fig. 1.6 y adicional un grupo de bombeo secundario conformado por 2 bombas de mayor capacidad que desplacen el volumen de agua “caliente” de retorno hasta los chillers, de las cuales una trabaja como principal y la otra será redundante en caso de falla.



Figura 1.6 Grupo de Bombeo

1.1.7 Sensor Temperatura

Instrumento de medición de temperatura de inmersión utilizado en muchas aplicaciones, este sensor es de contacto con el medio a medir y muy utilizados por ser muy práctico y económico, en nuestro proceso está instalado en tuberías de agua helada para sensar los niveles de esta y poder controlar las temperaturas de suministro y retorno del proceso del sistema de climatización, tienen un buen tiempo de duración y están diseñados para trabajar en la intemperie considerando buenas prácticas para su instalación y mantenimiento, adicional tiene un rango de precisión muy bueno. Trabaja sin inconvenientes en un rango de operación de -46°C hasta los 105°C, en la Fig. 1,7 se muestra el sensor de temperatura de agua de inmersión de contacto en la tubería de agua helada.



Figura 1.7 Sensor de Temperatura

1.2 Redes de Comunicación

El sistema de monitoreo y control se realizó con comunicación Bacnet el cual es uno de los más utilizados en el sector comercial debido a su facilidad en la integración con los diferentes sistemas de automatización y control de edificios, este protocolo de comunicación fue desarrollado en colaboración de un grupo de expertos y ASHARE.

Este protocolo de comunicación es muy utilizado en iluminación, control y sistemas de climatización y refrigeración facilitan la integración y llega a ser una solución más económica y fue empleado por el sistema Metasys para el sistema de monitoreo y control del sistema de climatización del centro de datos.

Los nuevos controladores FX-80 tienen integrado la solución Niagara Networks quien es una de las primeras organizaciones en utilizar la Plataforma de visibilidad abierta, para brindar una opción enfocada en la seguridad de los controladores, proporcionando soluciones de visibilidad y distribución de tráfico de redes de alto rendimiento y de alta confiabilidad para los diferentes proveedores de los servicios y entornos de aplicaciones dedicadas en la industria, en pocas palabras Niagara permite visualizar los procesos de la industria con una mejora de seguridad y visibilidad mejorada, permitiendo a los diferentes niveles de usuarios de

operación administrar sin inconvenientes y con facilidad los problemas de seguridad [3].

1.3 Sistema de Monitoreo y Control Facility Explorer

Los controladores con la solución del Sistema Facility Explorer, proporciona una experiencia de uso más nítida y veloz, mejoras en ciberseguridad de conexiones y nuevas formas de elevar la productividad. Las potentes e intuitivas herramientas de programación, configuración y migración de Johnson Controls la convierten en la mejor versión de los sistemas de control de los sistemas de enfriamiento.

Facility Explorer satisface todas las necesidades de gestión de edificios tanto a nivel de sistemas de enfriamientos como en sistemas eléctricos en la industria. Los dispositivos y controladores de campo cableados e inalámbricos proporcionan control de bucle cerrado directo sobre los equipos mecánicos y de climatización. Los controladores de supervisión facilitan la coordinación de sitios individuales o múltiples en toda la red. El resultado es una solución de control completa e integrada con las siguientes características:

- Fácil programación y puesta en servicio
- Comunicaciones de red múltiples
- Compartición de datos transparente en toda la red
- Acceso remoto con múltiples tecnologías de comunicación
- Interfaz gráfica de usuario fácil de usar y de consultar

Facility Explorer permite crear un sistema de automatización de edificios todo lo sencillo o complejo que se requiera, ya que cuenta con una amplia sección de librerías o personalización de sistemas de monitoreo de manejo intuitivo y completo que pueden ser utilizados para su implementación.

El servidor del Facility Explorer, incluye una interfaz gráfica de usuario y una herramienta de configuración a la que puede acceder con un navegador web. Varios usuarios pueden conectarse simultáneamente al servidor Facility.

Puede administrar la seguridad del usuario y las preferencias de presentación a

través de perfiles de usuario, ID de inicio de sesión y contraseñas.

Puede lograr fácilmente el acceso remoto desde una intranet, WAN, LAN e Internet.

1.4 Filosofía de funcionamiento

El sistema de enfriamiento y climatización del centro de datos donde se realizó el reemplazo por obsolescencia es redundante, es decir está compuesto por dos grupos de equipos de iguales características y capacidades ya que cualquiera de los 2 sistemas redundantes pueda funcionar en caso de que se requiera o falle.

Un sistema está conformado por el grupo de válvulas del sistema, 3 grupos de bombeo que conforman la etapa primaria y 2 grupo de bombeo para la etapa secundaria, adicional de 2 chillers para el enfriamiento del agua y todos estos componentes son las que permitan que las Unidades manejadoras de aire que enfrían el aire de la sala del centro de datos dispongan del agua helada suficiente para mantener la temperatura adecuada para el correcto funcionamiento.

Las válvulas del sistema activo son las que van a permitir el paso del agua helada hacia las manejadoras de aire las cuales van a hacer controladas dependiendo del sistema que el operador disponga que trabaje como principal, la misma que se habilita con la opción ENCENDIDO SISTEMA configurado en la pantalla del sistema de control.

Al tener habilitado las válvulas y al abrirse las mismas se enciende el sistema secundario y permiten el paso del agua y que trabaje la manejadora de aire con el sistema activo.

El sistema primario se activa por un botón del SCADA definido como System Enable y activa un grupo de bombeo con su respectivo equipo enfriador de agua para mantener el agua a la temperatura requerida de acuerdo con el set de

enfriamiento de este.

Para el funcionamiento del sistema como principal este se va a mantener encendido ya que la temperatura del agua va a ser mayor a la temperatura de suministro del enfriador de aire configurado y debido a la carga térmica a enfriar en la sala del centro de datos, el controlador lo va a mantener funcionando hasta alcanzar el seteo configurado, caso contrario ocurre en el otro sistema de climatización que trabajaría en espera, ya que al no tener carga en cierto momento el equipo de enfriamiento alcanzará la temperatura de configuración y entonces la temperatura de suministro y retorno se igualaran, por lo tanto el equipo entraría en reposo hasta que exista la diferencia de temperatura por defecto para que vuelva arrancar por demanda de trabajo.

Al inicio en la operación de los sistemas de agua bastaba con un enfriador de agua trabajando como principal pero debido al crecimiento de la demanda de frío que requiere el centro de datos actualmente se requieren de dos chillers del sistema para asegurar el funcionamiento del sistema de climatización, este encendido se puede controlar de forma automática con una variable diferencial de temperatura la cual si es mayor al configurado se van a mantener los dos enfriadores de agua trabajando, caso contrario solo funcionara un solo equipo.

Para la migración del sistema principal al redundante puede ocurrir bajo las siguientes condiciones:

- Falla de un enfriador de aire.
- Falla de 2 grupos de bombeo primario.
- Falla de 2 grupos de bombeo secundario.
- La temperatura de suministro primario del sistema sobrepasa el set configurado en la programación.
- Por diferencial de presión.

El sistema es configurado para poder trabajar con un enfriador de agua de cada sistema en una condición especial de falla parcial con uno de ellos, es decir en ambos sistemas de climatización solo tendremos disponible un enfriador de agua

y bajo esta condición la mitad de las manejadoras de aire funcionarán con un enfriador de un sistema y las restantes con el enfriador de aire del otro sistema, por lo tanto, el sistema de esta manera podrá mantener las condiciones de trabajo requeridas en la sala del centro de datos.

1.5 PUE

El PUE es una métrica del uso efectivo de la energía con sus siglas en Inglés, Power Usage Effectiveness.

El PUE (medida utilizada para la eficiencia de centros de datos), que relaciona el consumo del Datacenter sobre el consumo de la sala de Telecomunicaciones, mientras más cercano a 1 esta, significa que es más eficiente y gasta lo necesario para mantener la sala del centro de datos, se tiene la siguiente referencia de niveles de PUE, como se detalla en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Tabla de referencia PUE

PUE	Nivel o eficiencia
3	Muy Ineficiente
2,5	Ineficiente
2	Aceptable
1,5	Eficiente
1,2	Muy eficiente

De acuerdo con los datos registrados antes del reemplazo por obsolescencia se tiene información de consumo general del centro de datos hasta la actualidad, notando una mejora de la métrica con su reducción, luego del reemplazo de los controladores del sistema de supervisión y control de aire acondicionado por obsolescencia.

CAPÍTULO 2

2. RESULTADOS OBTENIDOS.

La implementación del reemplazo de los controladores NCE con el sistema Metasys por obsolescencia en la etapa de la construcción del centro de datos hace varios años, era uno de los sistemas que estaba en pleno desarrollo, pero con el paso de los tiempos este ha quedado desplazado sin soporte o requieren de software con licenciamiento para su operación.

Previamente a los inicios de los trabajos de migración se preparó un servidor al cual nos conectaríamos para configurar y acceder al sistema de monitoreo y control con estos requerimientos mínimos en la red de empresarial de la industria. Las características mínimas de esta máquina se detallan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Requisitos mínimos de máquina virtual

Sistema Operativo	64-bit Windows Windows 10 Windows Server 2016 Windows Server 2019
Procesador	Intel Xeon CPU E5-2640
Navegadores	Windows Internet Explorer Mozilla Firefox Google Chrome Microsoft Edge
Memoria RAM	6 GB mínimo 8 GB para sistemas complejos
Disco Duro	4GB mínimo.
Monitor	Tarjeta de video y monitor capaces de mostrar una resolución de 1024x768 píxeles o superior

Esta migración inicio con el reemplazo de los controladores de los tableros de control como lo visualizamos en la Fig. 2.1 y al mismo instante se realizó la revisión y

verificación del cableado y elementos del control de todo el sistema, por ser un sistema redundante se planificó y se realizó en dos días continuos de trabajo por la criticidad de perder la redundancia y mientras este se migraba se tenía la posibilidad de operar todo el sistema de manera manual y de esta manera disminuir los riesgos de falla de este.

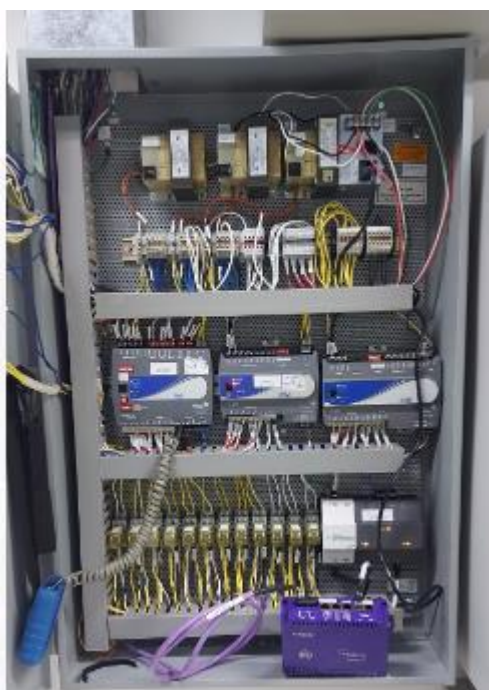


Figura 2.1 Tablero de Control del sistema de Climatización

Luego de realizar los trabajos de conexiones e instalación de los controladores se configura el controlador FX-80 y se inicia la configuración del equipo de las diferentes plataformas, estaciones y puertos para poder establecer la comunicación entre el servidor y los controladores y obtener la información para el sistema de monitoreo y control.

Adicional se inicia la configuración en red de todos los dispositivos para poder detectarlo automáticamente o en su defecto poder definirlos y de esta manera poder obtener las variables a monitorear y controlar de los diferentes dispositivos como se visualizan en la Fig. 2.2 y Fig. 2.3.

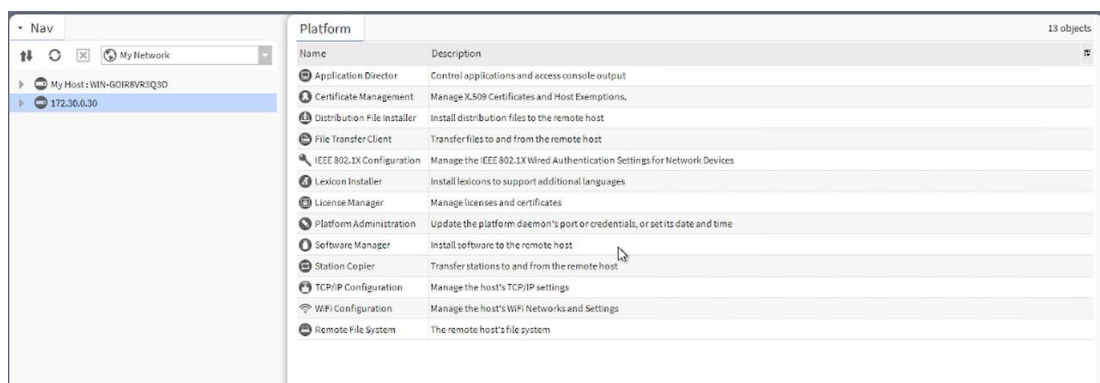


Figura 2.2 Pantalla de configuración de plataforma



Figura 2.3 Plantillas de configuración de Jhonson Control

Se agregan al ambiente del servidor la plataforma y los sistemas que conforman el sistema de monitoreo, en esta etapa se detectaron los diferentes equipos con comunicación BACNET que conformaban la red de comunicación inicial y se definieron sus instancias y direcciones de red en el entorno de comunicación de la empresa, como se visualiza en la Fig. 2.4.

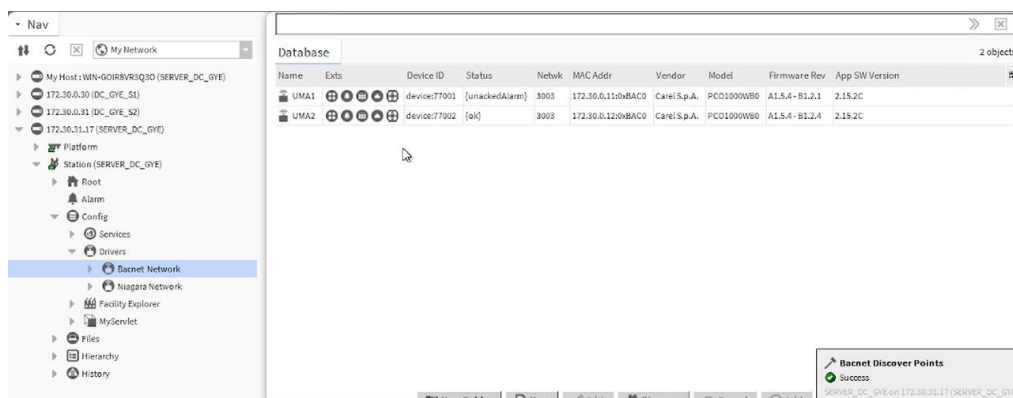


Figura 2.4 Pantalla de configuración de equipos de monitoreo.

Lo importante de establecer un buen sistema de supervisión es definir las variables de los equipos los cuales vamos a monitorear, como se describieron en la Fig. 2.5 y con esta información asegurar el funcionamiento del sistema de control, por lo que se requiere el mapa de variables de cada uno de los equipos, cabe recalcar que esta variará dependiendo del equipo y de la marca, pero en la gran mayoría por defecto vienen con la descripción de sus variables más importantes como son estados, parámetros energéticos y parámetros de funcionamientos como en el caso de los equipos mecánicos temperaturas, presiones, trabajo.

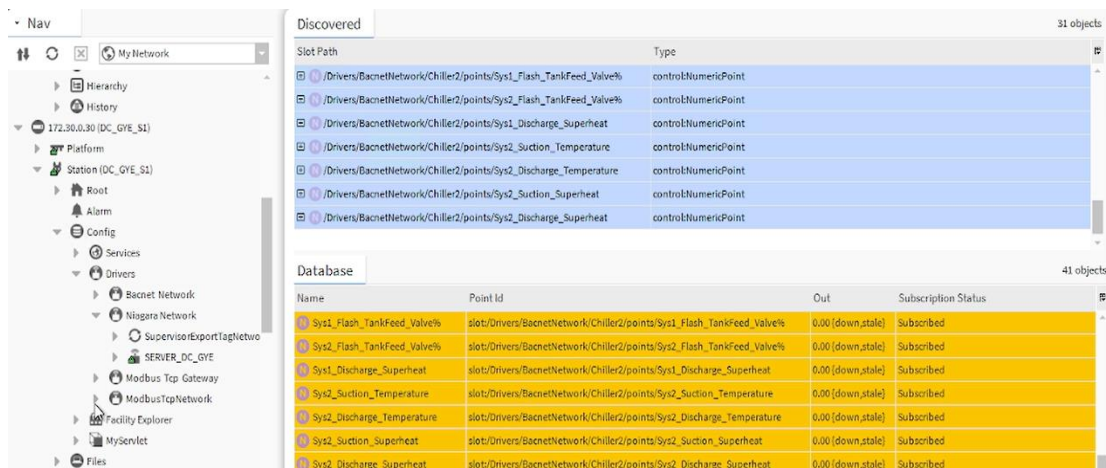


Figura 2.5 Variables de configuración de equipos

La representación para visualizar cada uno de los equipos del sistema de climatización fueron realizados en virtud de los requerimientos solicitados por los operadores del sistema y elaborados para poder interactuar con los parámetros relevantes para el sistema de control, el sistema del facility tiene librerías predefinidas que pueden ser usadas en el diseño de la pantalla de visualización, las mismas que se trabajaron en SVG con imágenes propias de la infraestructura de climatización, como se observa en la Fig. 2.6.



Figura 2.6 Pantalla de Unidad Manejadora de Aire.

La representación del funcionamiento del sistema de climatización se realizó en una base de fondo negro y se representó el funcionamiento de redundancia de los sistemas de enfriamiento con el que cuenta el centro de datos, como una representación real del proceso implementado en el mismo.

Se realizó la representación individual de cada sistema y adicional una pantalla completa donde podemos visualizar todo el proceso del sistema de climatización y los valores con los estados de los equipos de la sala del centro de datos, como se observa en la Fig. 2.7, adicional se realizó la configuración de alarmas de cada uno de los equipos y la filosofía de funcionamiento del sistema de enfriamiento considerando las condiciones de fallas y repuesta del mismo para asegurar la temperatura correcta en la sala del centro de datos.

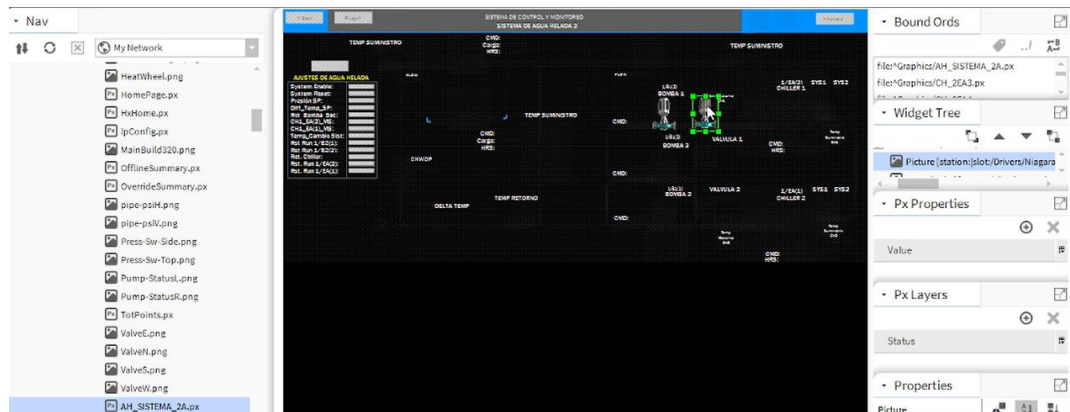


Figura 2.7 Representación de sistema de climatización

Al culminar la migración se realizaron las pruebas de funcionamiento del sistema de control, y se validó el correcto funcionamiento de los equipos tanto a nivel individual, validando las alarmas en falla de los diferentes equipos, como en las pruebas integrales por sistema, corroboraron el funcionamiento de este y por último las pruebas de los dos sistemas y la interacción entre ellos que respondan ante la falla de equipos puntuales o alertas del sistema. El sistema respondió acorde a lo esperado y al finalizar las pruebas el estado de los equipos se visualizo en el sistema de monitoreo y control como se visualiza en la Fig. 2.8.

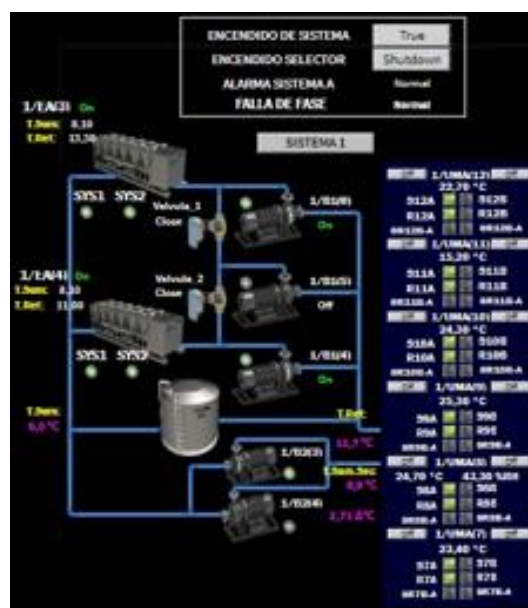


Figura 2.8 Pruebas de Funcionamiento del sistema de Control.

El sistema de control ya funcionando con normalidad permite tomar acciones en cuanto a la eficiencia del consumo energético del sistema de climatización como, temperatura de funcionamiento de los equipos de frío (enfriadores de agua, unidades manejadoras de aire), necesidad de refrigeración requerida a nivel de equipos de frío, reemplazo de baldosas en el suelo técnicos y que se inyecte al pasillo frío lo necesario para trabajar y mantener las condiciones óptimas de funcionamiento.

CONCLUSIONES

En cuanto al monitoreo y funcionamiento del sistema de control

Con el sistema de supervisión y control desarrollado y del análisis de los datos obtenidos, resultado del reemplazo del controlador y las pruebas de funcionamiento integral del sistema, se identificaron anomalías en el funcionamiento de la infraestructura de climatización y con su corrección el sistema será más confiable, entre los que tenemos:

- Revisión de reinicio de válvulas en pérdidas de energía eléctrica que provocan un aumento de temperatura en la sala de telecomunicaciones del centro de datos y al activarse el sistema demanda un alto consumo eléctrico para normalizar las condiciones de temperatura requerido, generando un aumento en el consumo eléctrico.
- Con las variables mapeadas se obtuvo la representación de las temperaturas de retorno y suministro de las diferentes manejadoras de aire y reconfigurarlas para que sean más eficientes en cuanto a su consumo energético y que estas trabajen en cuanto al requerimiento de frío requerido.
- Se determina mediante análisis de capacidades de los racks y mapas de calor, el flujo necesario en cada uno de los pasillos y de esta manera generar el frío requerido en cada uno de ellos.
- Implementaciones de calendarios de funcionamiento o rotación de los diferentes equipos, para que el desgaste y el trabajo de los equipos sean iguales y de esta manera aseguramos su funcionalidad en caso de requerir que trabajen por falla de algún componente del sistema.

En cuanto al consumo eléctrico

Con la ayuda del SCADA eléctrico de la industria se pudo mejorar el consumo eléctrico del enfriador de agua y aumentar su temperatura de funcionamiento en un grado más, generando un ahorro de 6% del gasto energético del centro de datos, como lo podemos visualizar en la tabla 2.2 Valores de PUE registrado en el 2023.

Tabla 2.2 Valores de PUE registrados en 2023

MES	PUE	Energía Kwh
Enero	1,633	610065,53
Febrero	1,674	576116,42
Marzo	1,689	642213,14
Abril	1,692	634680,8
Mayo	1,656	669183,89
Junio	1,655	657654,43
Julio	1,620	726563,52
Agosto	1,591	763413,31

Se visualiza una reducción en el PUE de 0.101, el mismo ahorro se podría reinvertir en equipos más actualizados que permitan una integración con procesamiento de datos y el autoaprendizaje ya que al momento los chillers solo se pueden controlar en cuanto al encendido o apagado, pero no cambiar sus parámetros de funcionamiento de manera remota o por control.

De acuerdo con el gasto energético del centro de datos podemos visualizar que estamos siendo más eficiente ya que la carga de sala de Telecomunicaciones del centro de datos al momento va en alza y el consumo del centro de datos se va disminuyendo, haciéndonos más eficiente, es decir para mantener la carga de la sala de Telecomunicaciones se gasta menos energía de lo que se gastaba inicialmente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una reprogramación de la filosofía del funcionamiento para evitar aumentos de temperatura en la sala de temperatura ante un fallo de uno de los equipos de climatización y este no implique una migración del sistema, la cual se describe a continuación:

- Que se mantengan funcionando 2 enfriadores de agua, uno por sistema de tal manera que, ante la falla de uno de los equipos en un sistema, el control mande arrancar el chiller de respaldo del sistema alarmado y el otro equipo queda operativo y de esta manera se mantendría estable sin variaciones en la temperatura de la sala o esta se vería afectada de menor manera y sobre todo evitando el arranque de consumos elevado de equipos de enfriamiento de agua, para poder alcanzar los niveles de temperatura requeridos en la sala de Telecomunicaciones del centro de datos.

Este cambio de funcionamiento va a generar un ligero incremento del consumo mensual que no excederá los 2430 KWH- mensual por el encendido de un grupo de bombeo secundario adicional, esto representa el 0,3% del consumo mensual del centro de datos, pero ganamos, aumentando la confiabilidad del sistema de control ante la falla de un chiller del sistema de climatización.

BIBLIOGRAFÍA

[1] “FX-80 – smartcontrolshvac.com”. smartcontrolshvac.com – smartcontrolshvac.com Blog. Accedido el 26 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible: <https://smartcontrolshvac.com/product/fx-80/>

[2] “Johnson Controls International plc”. Accedido el 27 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible: https://www.johnsoncontrols.com/es_es/smart-building-control-edificios/building-management/building-automation-systems-bas/metasys-fecs

[3] The Powers of agile visibility - Niágara networks. (Accedido: 27 August, 2023). Disponible: <https://info.niagaranetworks.com/hubfs/Niagara%20Networks%20Company%20Brochure.pdf>