

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DE
LA SEDE PERMANENTE DE LA UNASUR

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previa a la obtención del grado de:

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

JOSE LUIS CHÁVEZ CUEVA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

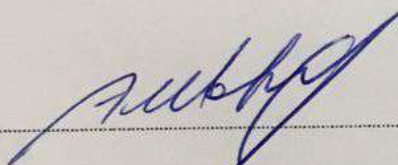
AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a mi
madre Jacqueline Cueva

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi futura
hija Renata.

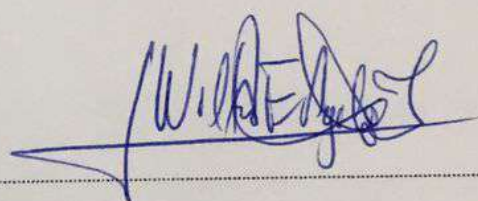
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Msc. Alberto Larco G.

PROFESOR DELEGADO

POR LA SUBDECANA DE LA FIEC



Dr. Wilton Agila G.

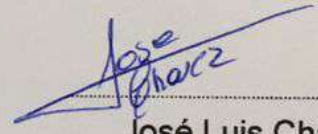
PROFESOR DELEGADO

POR LA SUBDECANA DE LA FIEC

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



.....
José Luis Chávez

RESUMEN

El nuevo edificio de la sede permanente de la UNASUR en la ciudad de Quito requería un sistema de control de iluminación capaz de atenuar, apagar y encender las oficinas administrativas a través de sensores de iluminación, sensores de presencia, teclados de control y que sea capaz de integrarse mediante el protocolo de comunicación BACnet al sistema BMS (Building Management System) (Sistema de Gestión de Edificios) del edificio.

Para realizar esto, se utilizó el sistema de control de iluminación Quantum de Lutron, el cual contiene todos los sensores y actuadores que se requerían para cumplir el propósito deseado por el cliente.

Al final se consiguió un sistema totalmente controlado y monitorizado, a través del software NiagaraAX que es el programa de gestión del edificio y de controles locales que permiten el ahorro de energía atenuando y apagando luces en áreas que no estén ocupadas, o suficientemente iluminadas naturalmente, aparte de esto se controlaron en áreas específicas la motorización de cortinas eléctricas, para aprovechar al máximo el aporte de luz natural que pudiese existir.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO 1.....	1
1. METODOLOGÍA O SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA	1
1.1 Componentes	2
1.1.1 Procesador.....	2
1.1.2 Módulo de control Ecosystem (QSN-2ECO).....	3
1.1.3 Teclados de control	5
1.1.4 Módulo de entrada salida de contactos secos.	5
1.1.5 Balastos Dimerizables	6
1.1.6 Sensor de Ocupación	7
1.1.7 Sensor Luz Día	8

1.2	Protocolos de comunicación.....	9
1.2.1	Protocolo Ecosystem.....	9
1.2.2	Protocolo RS-485.....	11
1.2.3	Protocolo BACnet.....	12
1.3	Desarrollo del proyecto.....	17
1.3.1	Diseño.....	17
1.3.2	Revisión técnica.....	24
1.3.3	Instalación.....	24
1.3.4	Arranque.....	24
1.3.5	Integración con BMS.....	25
CAPÍTULO 2.....		26
2.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		28
BIBLIOGRAFÍA.....		30

INTRODUCCIÓN

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.

Esta rama de la ingeniería relativamente nueva, se comenzó a desarrollar a finales de los 70 [1], actualmente está tomando un papel fundamental en las nuevas edificaciones, principalmente por el tema de los ahorros en la planilla de servicios básicos, y se suma a esto el control total de los componentes incluidos en el sistema inmótico que se puede llegar a desarrollar.

En este proyecto se controló por medio del software de gestión del edificio NiagaraAX el sistema de iluminación de las oficinas administrativas, aires acondicionados de todo el edificio, accesos, alarmas, videocámaras.

El presente informe se centra en explicar el desarrollo, ejecución y resultados que se consiguieron al implementarse el sistema de control de iluminación para las oficinas administrativas.

CAPÍTULO 1

1. METODOLOGÍA O SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA

Para resolver la necesidad del control de la iluminación de las oficinas administrativas del edificio de la sede permanente de la UNASUR, consiguiendo el uso eficiente del uso de la luz artificial de esas áreas y que a la vez se puede integrar con el software de gestión del edificio se usó el sistema QUANTUM de Lutron.

Quantum Total Light Management maximiza la eficiencia en el uso de la luz para mejorar los niveles de comodidad y productividad, simplificar operaciones y ahorrar energía. Este sistema, tan potente como eficiente, atenúa o apaga

todas las luces eléctricas y controla simultáneamente el ingreso de luz natural con persianas automatizadas. Quantum se integra fácilmente con los sistemas de manejo de edificios. Como solución para construcciones nuevas y remodelaciones, Quantum es ideal para edificios de oficinas, hospitales y universidades, entre otras aplicaciones. [2]

Quantum consta de varios componentes entre los cuales podemos enumerar: El centro de manejo de iluminación principal (Nombre de Referencia: QP3-1PL-100-200). En el cual se conecta todos los módulos de interfaz de usuario y actuadores, la comunicación mediante protocolo BACnet IP con el sistema de gestión del edificio y conexión con un servidor con las herramientas de monitorización y control propios del sistema. Controla automáticamente las luces y cortinas adecuándolos tanto a eventos astronómicos como a eventos diarios. Se puede reconfigurar fácilmente cualquier espacio sin necesidad de recableado, permite ampliar el sistema Quantum desde el control de un único piso a todo un campus con bajo costo.

1.1 Componentes

1.1.1 Procesador

Cada centro de iluminación tiene dos enlaces de control. El enlace QS (tipo RS-485) en el cual se conectan todos los dispositivos QS: Teclados, módulos Ecosystem, módulos de contacto seco Figura 1.1

1.1.2 Módulo de control Ecosystem (QSN-2ECO)

Son los módulos que controlan los balastos atenuables Ecosystem, la comunicación es a través del protocolo Ecosystem, que es una modificación del protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) (Interface de direccionamiento digital de iluminación) [3], para que funcione exclusivamente con los productos Lutron.

Tiene dos buses donde se pueden conectar hasta 64 balastos en cada uno. Figura 1.3

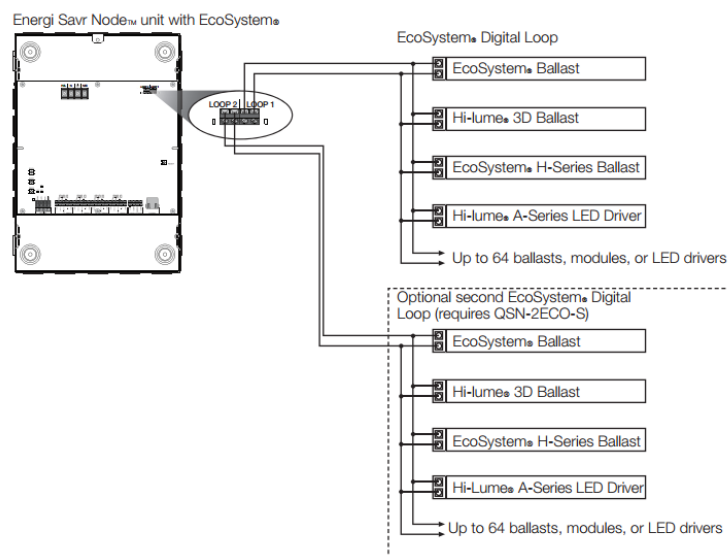


Figura 1.3: Conexión balastos Módulo Ecosystem.

1.1.3 Teclados de control

Es el interfaz que utilizan los usuarios para encender, apagar o atenuar la iluminación de cada oficina y controlar las cortinas donde sea posible.

La conexión se muestra en la Figura 1.4

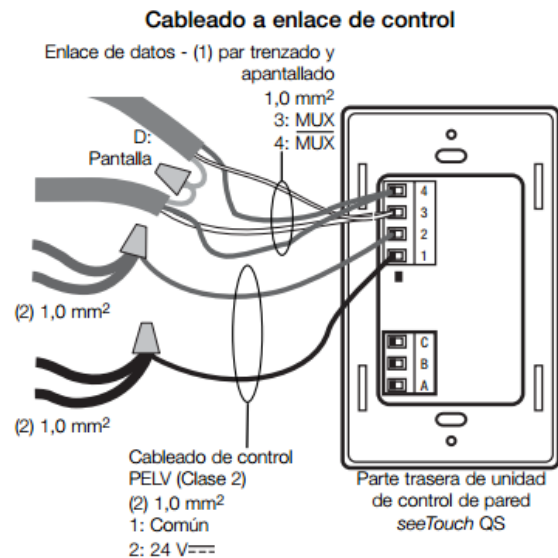


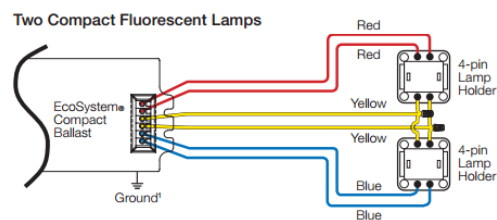
Figura 1.4: Cableado teclado de control.

1.1.4 Módulo de entrada salida de contactos secos.

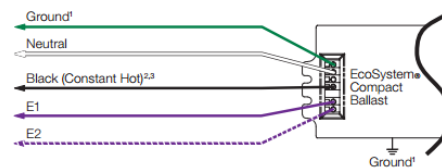
Es un módulo que posee 5 entradas y 5 salidas de contactos secos, las salidas son normalmente cerradas o normalmente abiertas, y pueden ser configuradas para activarse permanentemente o por pulso. En el proyecto estos módulos son los encargados de controlar las bobinas de relés que se encargan de encender y apagar los contactos de subir y de bajar en el motor de las cortinas.

1.1.5 Balastos atenuables

Los balastos atenuables son los encargados de atenuar las luminarias con CFL 2x42 que se encuentran en las oficinas, Los balastos Lutron controlan la corriente que pasa a través de la lámpara permitiendo que el usuario la atenúe a su conveniencia, a parte mantiene caliente el filamento para evitar el parpadeo [4]. El balasto tiene bornes para conectar el link Ecosystem, la alimentación de 110V/220V y la conexión a los tubos. Figura 1.5.



EcoSystem® Power Wiring Diagrams



¹ Ballast is grounded via the case or terminal.

Figura 1.5: Balasto atenuable y conexiones.

1.1.6 Sensor de Ocupación

Este tipo de sensores maneja la tecnología infrarroja pasiva y ultrasónica para funcionar, se lo denomina de doble tecnología

INFRARROJO PASIVO (IR) El sensor infrarrojo pasivo se activa en función de cambio de energía en el rango del infrarrojo. Tal es el caso del cuerpo humano en movimiento. Analizando la diferencia entre la energía de la fuente en movimiento y el ambiente que la rodea, el sensor puede determinar la presencia de personas y activar, si es necesario, la carga de iluminación. Para que el sensor IR funcione de manera correcta, es imprescindible que no existan obstáculos que interrumpan la visibilidad entre el sensor y el área donde opera.

ULTRASONIDO (US) El sensor ultrasónico emite una onda sonora que llena el espacio donde opera, midiendo el tiempo necesario para que la onda retorne como un eco. Cuando hay un movimiento dentro de esta zona, la onda sonora rebota con una longitud de onda diferente a la emitida; de esta manera el sensor puede determinar la presencia de personas y activar la carga de iluminación si es necesaria. El sensor ultrasónico es ideal en ambientes con presencia de obstáculos o donde la actividad del personal resulta extremadamente reducida.

DOBLE TECNOLOGÍA (PIR+US) El sensor de doble tecnología mezcla las características técnicas de los previamente indicados en modalidad Y/O, para lograr la máxima flexibilidad para su utilización en ambientes

donde la presencia de personas o configuración del espacio en la zona a cubrir varía con el transcurso del tiempo.

En la figura 1.6 se muestra el rango de acción del sensor infrarrojo pasivo y el sensor ultrasónico.

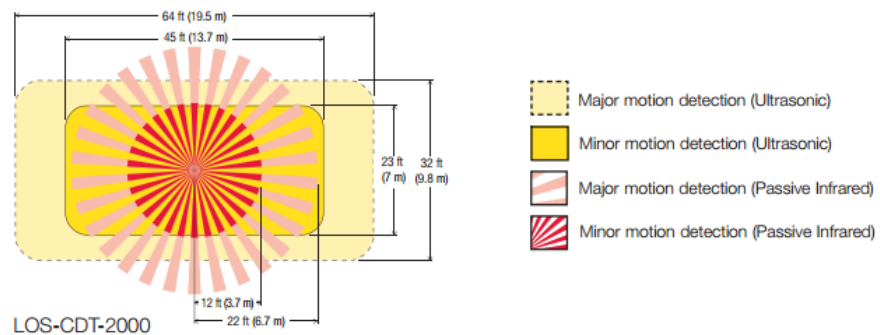


Figura 1.6: Rango de sensor de ocupación.

1.1.7 Sensor Luz Día

El sensor luz día está diseñado para trabajar exclusivamente con los balastos Lutron para mantener un nivel específico de luminosidad en el área a controlar, permite por medio del sistema de control Quantum atenuar las luces si la luz natural es alta, y aumentar la intensidad de iluminación de las lámparas si la luz natural es baja, tiene un fotosensor que transforma la luz que recibe en una señal de corriente que va de 0ma a 5ma [5], esta señal la interpreta el sistema y de acuerdo a la cantidad de luxes que previamente se configuró atenuará o aumentará la

intensidad de la iluminación de las lámparas afectadas por el sensor. En la figura 1.7 se muestra diagramas de instalación y conexión del sensor.

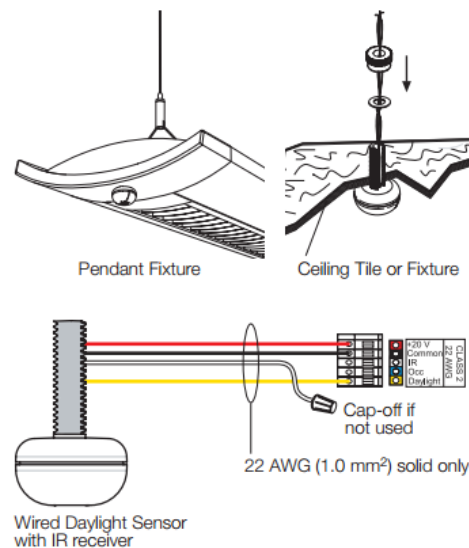


Figura 1.7: Instalación Sensor Luz-Día.

1.2 Protocolos de comunicación.

1.2.1 Protocolo Ecosystem

La comunicación entre los balastos y el interface QSN de control es por dos cables de comunicación que responden al protocolo Ecosystem, cuyas características son las siguientes.

El protocolo Ecosystem está basado en protocolo DALI, pero usa protocolo de dimerización propietario de Lutron que asegura que los drivers sean compatibles con el resto de componentes del sistema

Quantum. Es un interfaz de comunicación digital y direccionable para sistemas de iluminación, exclusiva para los equipos con tecnología Ecosystem de Lutron. [6]

Es un interfaz de regulación bidireccional con una estructura maestro-esclavo, donde la información fluye desde un controlador, que opera como maestro, hacia los equipos de iluminación que operan únicamente como esclavos, ejecutando los comandos o respondiendo a las solicitudes de información recibidas.

La comunicación mediante las señales digitales se realiza a través de un bus o línea de control de dos hilos. Estos hilos de control no tienen polaridad y se pueden conectar de manera indiferente

No se necesitan cables especiales apantallados, pudiendo realizarse el cableado conjunto de la línea de alimentación y del bus Ecosystem con un cable estándar de 5 hilos.

A diferencia de otros sistemas de regulación, la creación de grupos no se tiene que realizar de forma cableada, por lo que todos los equipos se conectan en paralelo al bus sin tener en cuenta la agrupación de los mismos, únicamente evitando una topología en bucle o anillo cerrado.

No se necesitan relés mecánicos para el encendido y apagado del alumbrado ya que se realiza mediante comandos vía la línea de control. Tampoco se necesitan resistencias de terminación del bus.

La máxima caída de tensión a lo largo de la línea de control no puede ser superior a 2V con la corriente máxima del bus de 250mA. Por tanto, la máxima distancia de cableado permitida depende de la sección del cable, pero en ningún caso debe ser superior a 670 metros [7], el número máximo de dispositivos por bus es de 64.

1.2.2 Norma RS-485

RS-485 o también conocido como EIA-485, que lleva el nombre del comité que lo convirtió en estándar en 1983.

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y utilidades.

Desde 2003 está siendo administrado por la Telecommunications Industry Association (TIA) y titulado como TIA-485-A.222

Es una mejora sobre RS-422 ya que incrementa el número de dispositivos que se pueden conectar (de 10 a 32) y define las características necesarias para asegurar los valores adecuados de voltaje cuando se tiene la carga máxima, soporta distintos tipos de conectores como DB-9 y DB-37, puede soportar hasta 32 nodos (equipos emisores/receptores) conectados por cada segmento de red. El Bus RS485 puede instalarse tanto como sistema de 2 hilos o de 4 hilos con interfaz diferencial, conexión multipunto la alimentación es única de +5V, se pueden conectar hasta 32 estaciones (ya existen interfaces que permiten conectar 128 estaciones), la velocidad máxima es de 10 Mbps (a 12 metros). La longitud máxima de alcance de 1.200 metros (a 100 Kbps), el rango de bus es de -7V a +12V [8]

1.2.3 Protocolo BACnet

El protocolo BACnet fue desarrollado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire). Este desarrollo comenzó en Tennessee, Estados Unidos, en 1987 en la Primera Reunión del Comité de Proyecto de Estandarización del ASHRAE. El comité se enfrentó a la tarea de definir un protocolo de comunicación para el control y manejo de energía de edificios, para estandarizar el método de comunicación entre los dispositivos de automatización de fabricantes diferentes.

El objetivo de la primera reunión fue producir una lista de características de un buen protocolo. Para llegar a este acuerdo, el comité hizo grupos de trabajo para dividir la tarea y en cada grupo hubo un enfoque hacia una categoría diferente. Los primeros tres grupos fueron el Grupo de Tipo y Atributos de Datos, El Grupo de Formato de Datos Primitivos y el Grupo de Servicios de Aplicaciones.

BACnet es un protocolo de comunicación para Redes de Control y Automatización de Edificios (**B**uilding **A**utomation and **C**ontrol **NET**works) (Redes de automatización y control de edificios). Este protocolo reemplaza las comunicaciones propietarias de cada dispositivo, volviéndolo un conjunto de reglas de comunicación común, que posibilita la integración completa de los sistemas de control y automatización de edificios de diversos fabricantes.

BACnet permite a los dispositivos intercambiar información acerca de los servicios particulares que ellos realizan. Esto lo hace representando toda la información de un sistema en términos de "objetos". Este es un gran paso desde el estándar de la industria que era el uso del término "punto", refiriéndose a entradas de sensores, salidas de control o valores de controles, con diferentes características dependiendo del fabricante.

BACnet en cambio, define un conjunto estándar de Objetos, cada uno de los cuales, tiene un conjunto estándar de propiedades que describen al Objeto y su estado actual hacia otros dispositivos en la red BACnet. El

método que usa BACnet para representar datos permite que los dispositivos BACnet de diferentes fabricantes trabajen juntos.

Adicionalmente a BACnet, hay un protocolo muy popular para BAS (Building Automation System - Sistema de Automatización de Edificios) y control HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning - Calefacción, Ventilación y Acondicionamiento del Aire): LonWorks. Sin embargo, hay diferencias claves entre los dos protocolos. Un análisis cercano de estas diferencias entre BACnet y LonWorks deja claro que BACnet es la mejor opción.

La primera idea principal para explicar la superioridad de BACnet es que BACnet fue diseñado especialmente para el control de HVAC y BAS. Esta es una diferencia importante contra LonWorks, el cual no fue diseñado para dispositivos de sistemas de nivel complejo y tampoco fue diseñado para cubrir las necesidades de la industria del HVAC/BAS. BACnet, desarrollado específicamente para Servicios de Edificios, define como todos los elementos de un sistema trabajan juntos.

De manera única, BACnet es aplicable a cualquier clase de sistema de edificios, HVAC, Seguridad, Control de Acceso, Detección de Incendio, Mantenimiento, Iluminación, etc. Ofrece compatibilidad con dispositivos hechos por diferentes fabricantes, así como con los sistemas de generaciones futuras. Esta compatibilidad es posible debido a que BACnet usa los modelos más avanzados y flexibles de representación de datos - orientada a objetos - para representar toda la información en

cada dispositivo. El enfoque orientado a objetos de BACnet, permite a los desarrolladores proveer características mejoradas y adicionales.

Otro beneficio importante es que BACnet soporta un rango mayor de medios de comunicación que LonWorks. BACnet puede comunicarse con diferentes tecnologías LAN para transportar mensajes de las aplicaciones BACnet vía Routers BACnet, suministrando flexibilidad al momento de escoger lo que mejor se ajuste a cada situación. Su capacidad de alta-velocidad deja espacio para crecimiento futuro, mientras que su flexibilidad en las opciones de redes, permite que sea usado en subredes pequeñas de controladores de zonas. La capacidad de integrarse con redes Ethernet permite una conexión directa a redes de área amplia que pueden enlazar sitios de edificios remotos.

El hecho que BACnet sea el único protocolo que fue diseñado con la cooperación de la mayoría de los grandes fabricantes de equipos mecánicos, de automatización y control de edificios evidencia su confiabilidad. BACnet es el único protocolo que reúne todos los requerimientos para control BAS y HVAC. Es potente, escalable y capaz de acoplarse a las necesidades futuras de comunicación, y satisface las necesidades presentes a lo largo de todos los niveles de sistemas.

Usar el protocolo BACnet con una plataforma de seguridad y administración permite a los sistemas de detección de intrusión, monitoreo de video, control de acceso, HVAC y otros sistemas de automatización hechos por una compañía, comunicarse con sistemas

hechos por otra compañía. Esto simplifica la integración de todos los sistemas y permite el uso de una interfaz única para controlar y monitorear todos los sistemas. Adicionalmente a una operación más eficiente y conveniente, tener un solo punto de control crea una sinergia en los diferentes sistemas y ahorra consumo energético. La implementación del protocolo BACnet asegura de igual manera que la infraestructura de redes soportará los cambios futuros del sistema.

El uso de un controlador BACnet para una plataforma de seguridad y manejo de edificios permite a los usuarios:

- Monitorear y controlar dispositivos BACnet en tiempo real a través de la plataforma de manejo de edificios y seguridad, mediante la red corporativa.
- Leer y escribir directamente en cualquier punto accesible de un sistema BACnet
- Leer alarmas BACnet o usar la información recibida desde la red BACnet para crear alarmas en el sistema de control y monitoreo.
- Registrar cronológicamente la información de un sistema BACnet en archivos estándar BACnet o personalizados del sistema de administración.
- Recibir información adicional y características de control a los dispositivos BACnet. [9]

1.3 Desarrollo del proyecto

1.3.1 Diseño

El diseño del proyecto se lo realizó a partir de especificaciones que paso la constructora (ETINAR), en ellas solicitaban un control de iluminación capaz de controlar las oficinas automáticamente; por medio de sensores de presencia y luz-día, por medio de teclados en cada oficina y que sea integrable con el sistema BMS que se iba a implementar al edificio, una vez hecha las lista de materiales necesarios y habiéndose aprobado el proyecto se procedió a realizar los planos. Planta baja, figura 1.8; primer piso, figura 1.9; segundo piso, figura 1.10; tercer piso, figura 1.11; cuarto piso, figura 1.12, diagrama unifilar figura 1.13



Figura 1.8: Plano Quantum Planta Baja.



Figura 1.9: Plano Quantum Primer Piso.

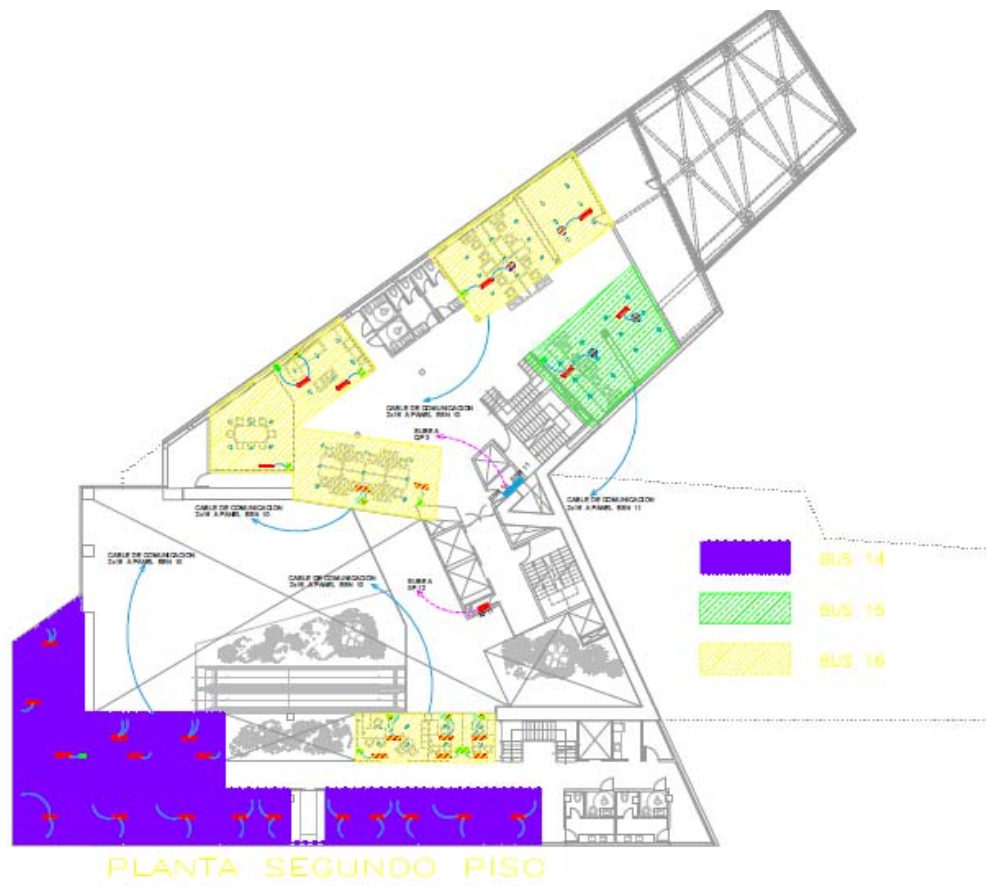


Figura 1.10: Plano Quantum Segundo Piso.

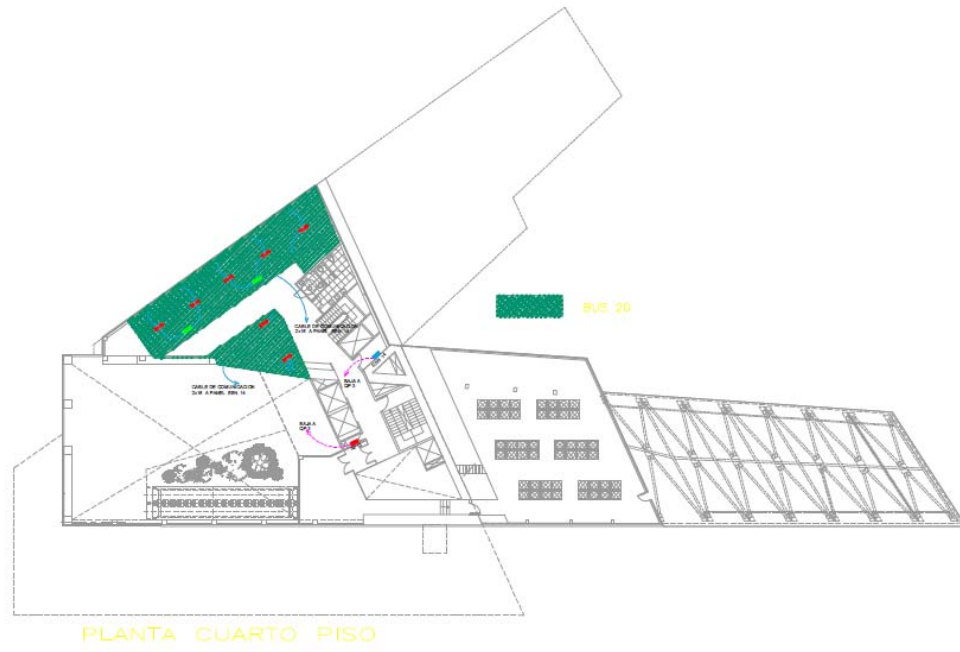


Figura 1.12: Plano Quantum Cuarto Piso

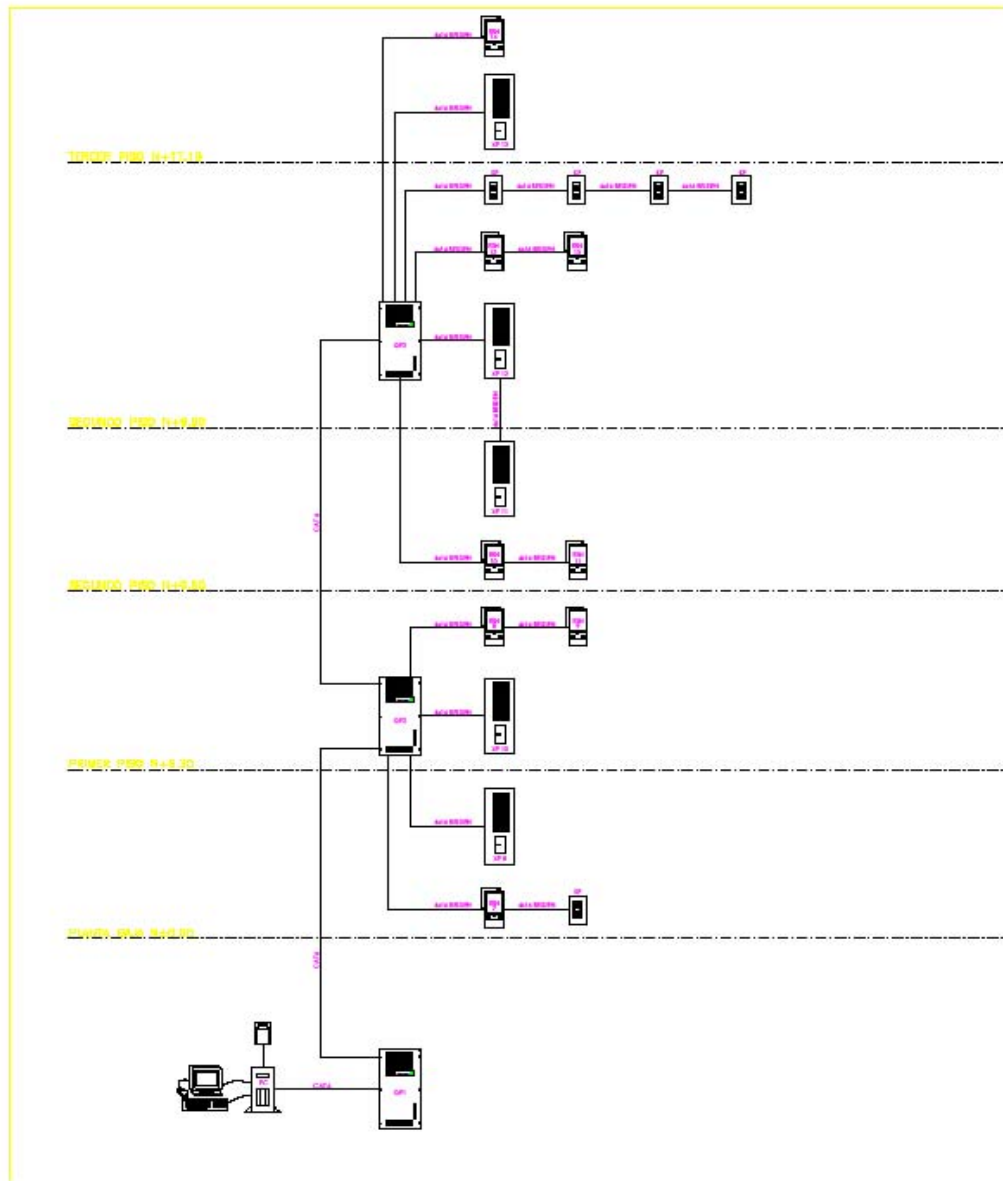


Figura 1.13: Diagrama unifilar del sistema Quantum.

1.3.2 Revisión técnica

Durante el tiempo de la construcción realicé visitas periódicas a la obra para reunirme con los ingenieros de la constructora y de la contratista eléctrica (INESA), para revisar y despejar dudas sobre los cableados para implementar el sistema

1.3.3 Instalación

La instalación física de los componentes estuvo a cargo de los eléctricos que trabajan conmigo, me encargué de supervisar que estos trabajos se realizarán de la manera planificada

1.3.4 Arranque

El arranque del proyecto se lo hizo la primera semana de noviembre, para esto se utilizó la herramienta Q-Design de Quantum, figura 1.13, durante este trabajo se realizó el direccionamiento de los componentes, programación de teclados, calibración de sensores de presencia y de luz-día.

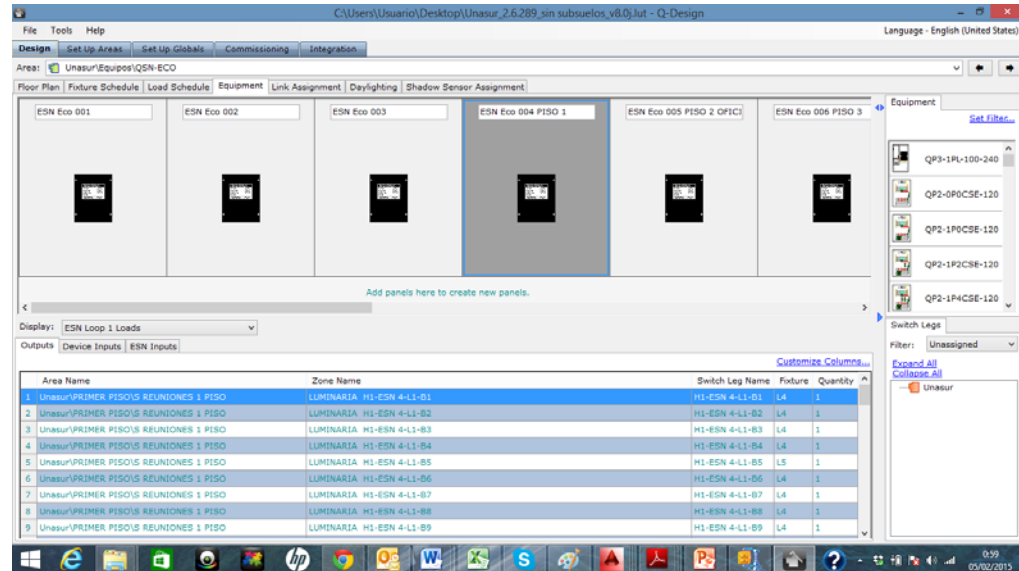


Figura 1.13: Herramienta Q-Design.

1.3.5 Integración con el BMS

La implementación del BMS estuvo a cargo de la compañía SISELEC, utilizaron para esto el software Niagara AX, mi labor en esta etapa del proyecto fue entregar el mapa de las variables y el diccionario de los comandos en BACnet del proyecto, además de asistir a los ingenieros programadores para despejar cualquier duda sobre el sistema Quantum

CAPÍTULO 2

2. RESULTADOS OBTENIDOS

Con la implementación del sistema Quantum, se logró el control de las oficinas administrativas del edificio de la UNASUR tal y como el cliente especificó, esto es un control por medio de botoneras en cada oficina, un control automático por sensores de presencia y sensores de luz natural para que las lámparas se atenúen automáticamente y un control por medio del sistema BMS implementado, en este caso el Niagara Framework.

El resultado de ahorro de energía se lo verá en el futuro, ya que el edificio aun no entra en funcionamiento, hasta el día del reporte se seguían haciendo las capacitaciones al personal que manejará en el edificio todos los sistemas instalados.

Las luces están apagando automáticamente en promedio 10 minutos después de la desocupación de los espacios, en las oficinas que tienen el control por medio de los sensores luz/día la iluminación está alrededor de los 450 luxes.

En las oficinas controladas que tienen cortinas, se pueden controlar por medio de los teclados y a través del BMS.

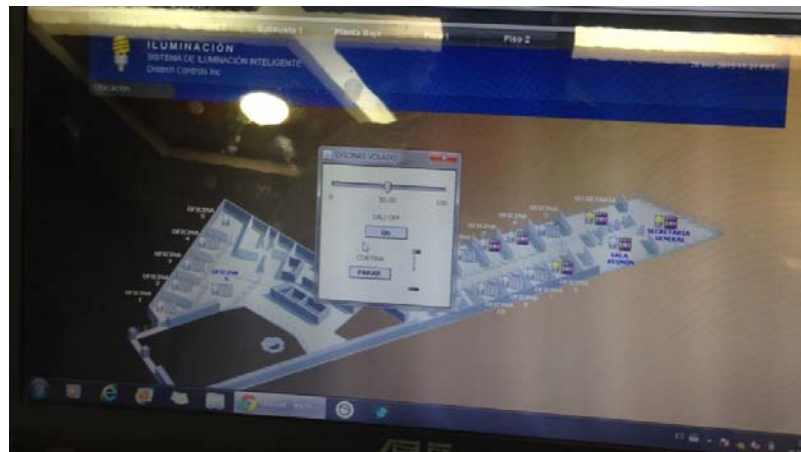


Figura 2.1: Imagen BMS controlando la iluminación y cortinas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se logró realizar el control automático y por teclados de cada oficina administrativa del edificio de la sede permanente de la UNASUR.
2. Se logró integrar el sistema de control de iluminación al sistema BMS que controla el edificio por medio del protocolo BACnet.

Recomendaciones

1. Hemos recomendado a la constructora y a la gente de la SERCOP (Secretaría de Contratación Pública) que el proyecto se expanda al resto del edificio,

2. Debido a la facilidad de control y aparte del ahorro que se consigue al implementar estos sistemas, cada vez más son las entidades públicas y privadas que solicitan el servicio de tener un sistema de control total de sus edificios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] EPSIG. Automatización Integral de Edificios
<http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/Generalidades2.pdf>
fecha de consulta enero 2015
- [2] Lutron.com, Quantum overview, <http://www.lutron.com/es-LA/products/Paginas/wholebuildingsystems/quantum/overview.aspx>, fecha de consulta enero 2015
- [3] Lutron.com, Control Type: Ecosystem, <http://www.lutron.com/en-US/Education-Training/Documents/EcoSystem.pdf>, fecha de consulta enero 2015
- [4] Lutron.com, Fluorescent dimming systems Technical Guide, http://www.lutron.com/TechnicalDocumentLibrary/366-606_FDS_TG.pdf, fecha de consulta enero 2015
- [5] Lutron.com, Wired Daylight Sensor with Infrared Receiver, <http://www.lutron.com/TechnicalDocumentLibrary/EC-DIR-WH.pdf>, fecha de consulta enero 2015
- [6] Lutron.com, Control Type: Ecosystem, <http://www.lutron.com/en-US/Education-Training/Documents/EcoSystem.pdf>, fecha de consulta enero 2015
- [7] ELT Marketing, Sistemas de regulación y control del alumbrado (Parte 2 – Regulación DALI), <http://www.elt-blog.com/sistemas-de-regulacion-y-control-del-alumbrado-parte-2-regulacion-dali/>, fecha de consulta enero 2015
- [8] Barranca Bermeja, RS485/EIA485, <http://tecnologiaelectronik.blogspot.com/>, fecha de consulta enero 2015
- [9] Herrera Hernan D., El protocolo BACnet en el manejo y seguridad de Edificios, <http://www.tecnoseguro.com/analisis/control-de-acceso/el-protocolo-bacnet-en-el-manejo-y-seguridad-de-edificios.html>, fecha de consulta enero 2015