



Facultad Metalurgia- Electromecánica

Departamento de Eléctrica

TRABAJO DE DIPLOMA

En opción al Título de Ingeniero Eléctrico

*Título: Propuesta de un sistema Inmótico
para el control del clima e iluminación de
habitaciones del Hotel Albatros.*

Autor: Ernesto Pupo Pupo

Tutor: Dr.C. Gabriel Hernández Ramírez

MOA, CURSO 2017-2018

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Diplomante: Ernesto Pupo Pupo.

Tutor: Dr.C. Gabriel Hernández Ramírez.

Yo, autor de este trabajo de diploma titulado: “Propuesta de un Sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del hotel Albatros”, Certifico su propiedad intelectual a favor del **Instituto Superior Minero- Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”**, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Firma del Diplomante

Firma del Tutor

Agradecimiento

La gratitud es uno de los sentimientos más hermosos de la vida, por eso queremos corresponder de todo corazón a todas aquellas personas que posibilitaron de una forma u otra la realización y culminación de este trabajo de diploma, siendo así le estaremos eternamente agradecido a:

Primero a Dios por haberme permitido el privilegio de cruzar mis estudios universitarios en esta universidad.

A mi tutor Dr.C. Gabriel Hernández Ramírez y al consultante Ing. Yosvany García Font por su dedicación y disposición para lograr los objetivos de este trabajo.

Dedicatoria:

Aprovecho Esta oportunidad para dedicar mi trabajo de diploma de una forma muy especial con todo mi corazón, cariño y amor:

- A mis padres y familia.
- A mis amigos que me apoyaron para seguir mis estudios.
- En general a todas aquellas personas que de una forma u otra hicieron posible que terminara mi trabajo de diploma.

Pensamiento:



La eficiencia energética y el ahorro de energía, constituyen el eje central de esta primera etapa del nuevo paradigma energético cubano.

Fidel Castro Ruz

Resumen

En este trabajo se realizó una propuesta de un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación de habitaciones del Hotel Albatros. Con el objetivo de ahorrar energía, brindando de esta forma mejor servicio de confort. Para esto se utiliza la automatización en particular el termino inmótica, tecnología utilizada para gestionar edificios de gran envergadura. Fue necesario tomar en cuenta que los equipos utilizados sean eficientes y a la misma vez de bajo costo. Las informaciones obtenidas arribaron que utilizando tecnología de la marca Schneider Electric. Como resultado se obtuvo un sistema muy eficiente, logrando el control y supervisión del clima y la iluminación desde la resección del hotel. Con la utilización de esta novedosa gestión se logrará un ahorro de energía considerable de 40%-80% del total de energía, ya que el 70% del tiempo está desocupada la habitación.

Summary

In this work, a proposal was made for an Inmotic system for climate control and room lighting at Hotel Albatros. With the aim of saving energy, thus providing better comfort service. For this, automation is used, in particular the term "inmótica", technology used to manage large-scale buildings. It was necessary to take into account that the equipment used is efficient and at the same time low cost. The information obtained arrived using technology from the Schneider Electric brand. As a result a very efficient system was obtained, achieving the control and supervision of the climate and lighting from the resection of the hotel. With the use of this new management will achieve a considerable energy savings of 40% -80% of the total energy, since 70% of the time the room is unoccupied.

Tabla de contenido	Pag
Introducción General	1
Capítulo 1 Marco teórico	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Estado del arte	4
1.4 Métodos de Cálculo.....	12
1.4 Equipos utilizados para el diseño del sistema Inmótico	15
1.4.1 Paquete de Relés SC3000	15
1.4.2 Controlador de habitación HRC	17
1.4.3 Controlador de habitación serie SE8300	19
1.4.4 Toma para relé interface-Zelio RSZ.....	20
1.4.5 Relé de interface RSB1A120M7	21
1.4.6 Detector de presencia ARGUS Master 1 canalMTN5510-1119	22
1.5 Conclusiones.....	23
CAPITULO 2 Materiales y métodos	24
2.1 Introducción.....	24
2.2 Presentación de la habitación según el nivel de iluminación	24
2.3 Sistema Inmótico	25
2.3.4 Estructura del hardware	25
2.3.5 Controlador de habitación HRC	26
2.3.6 Configuración en el Software de programación del Hardware	28
2.3.7 Como acceder al Controlador de habitaciones HRC	32
2.3.8 Como acceder al control de habitación serie.....	33
2.3.9 Protocolos de comunicación utilizados	34
2.4 Conclusiones.....	37
CAPITULO 3 Análisis de los Resultados	38
3.1 Introducción.....	38
3.2 Visualización del sistema	38
3.2.1 Visualización del sistema por pisos.....	38
3.2.2 Visualización del control por habitaciones.....	39
3.3 Control de escenas dentro de la habitación	40
3.3.1 Control de escenas vía tableta de control	40
3.3.2 Control de escenas vía Aplicación de usuario	41
3.4 Valoración económica	43

3.5 Conclusiones.....	44
Conclusiones generales.....	45
Recomendaciones	46
Bibliografía.....	47

Introducción General

El ritmo de vida actual ha provocado un fenómeno cultural sin precedentes. Nos encontramos inmersos en la Sociedad de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC) y esto ha conducido a importantes transformaciones que, influye también en el ahorro de energía dentro de las redes hoteleras, y así la inmótica se erige como una disciplina que gana cada vez más terreno para convertirse casi en una necesidad[1].

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[2].

La centralización de los datos del edificio o complejo, posibilita supervisar y controlar confortablemente desde una PC, los estados de funcionamiento o alarmas de los sistemas que componen la instalación, así como los principales parámetros de medida. Los servicios para discapacidad, el ahorro de portadores energéticos, la seguridad y el confort, son solo algunos aspectos que la familia moderna valora y demanda. Como solución a estas necesidades, han surgido conceptos como automatización, domótica, inmótica, hogar digital o edificio inteligente, que cada día van ganando espacio en la conciencia de los ciudadanos de todas las latitudes del planeta. De este modo, la inmótica traslada, el uso de las novedosas (TICs), convirtiéndola en un lugar mucho más agradable y funcional.

Por otro lado, mucho de los sistemas eléctricos y electrónicos convencionales instalados, se caracterizan por el gasto innecesario y excesivo de energía que incide en la economía y en el medio ambiente[1]. Esta falta de gestión y control genera también problemas de otra índole, como incomodidad o incapacidad para atender situaciones de emergencia. Actualmente esta tecnología se encuentra en pleno desarrollo, si bien sus orígenes comenzaron en la automatización industrial, hoy podemos encontrar muchas en las redes hoteleras, totalmente equipadas con este tipo de tecnología que además de aumentar el confort, proporciona una mayor seguridad en las habitaciones y permite hacer un uso más eficiente de la energía[3].

Existen en la actualidad un sin número de empresas dedicadas a la automatización de habitaciones en los Hoteles, también una gran cantidad de fabricantes de dispositivos para estos sistemas, otros cuantos protocolos, pero los costos de estos sistemas son bastante elevados.

La industria turística en Cuba ha ido en ascenso en los últimos años y uno de los mayores costos lo representa el consumo energético que genera su propia actividad. La electricidad es el portador de mayor incidencia en los gastos y toda acción encaminada a la reducción de su consumo, incrementaría las utilidades en sus instalaciones.

Este es el caso del polo turístico de Guardalavaca, donde el Ministerio del Turismo y los grupos hoteleros han tomado una serie de medidas que han permitido la eliminación de muchas de sus dificultades, para mantener de esta forma su política de mejoramiento continuo y de alcanzar un crecimiento sostenido.

Por otro lado es muy importante destacar la automatización de los circuitos de alumbrado en función de los horarios de uso y de acuerdo a los requerimientos. La utilización de lámparas de alto rendimiento constituye un elemento a considerar, así como también reguladores que permitan reducir automáticamente el nivel de iluminación y el eventual apagado, en función de las reales necesidades[1].

A través del Control de la Iluminación, se consigue adecuar el nivel de luminosidad a las necesidades de los usuarios según las diferentes actividades que se llevan a cabo en el edificio.

Situación problemática:

Siendo el turismo una de las mayores fuentes de ingreso monetario al país por su situación geográfica, es necesario proponer un sistema Inmótico dentro de las redes hoteleras con el objetivo de lograr ahorros energéticos, tanto en la provincia como en el país. En Guardalavaca, donde se construye el nuevo Hotel Albatros, se está previendo una automática de habitaciones que controle algunos sistemas, climatización y específicamente el de alumbrado.

Problema de investigación:

¿Cómo controlar la iluminación y el clima utilizando la inmótica dentro de las habitaciones que permita racionalizar el consumo energético?

Campo de acción:

Sistema Inmótico para el control del clima e iluminación

Objeto de estudio:

Los sistemas de iluminación y el clima en el Hotel Albatros

Hipótesis:

Si se propone un sistema Inmótico que garantice el control del clima e iluminación en las habitaciones del hotel, se podrá brindar de esta forma mejor servicio de confort disminuyendo el consumo energético del mismo.

Objetivo general:

Proponer un sistema Inmótico para el control del clima e iluminación en las habitaciones.

Objetivo específico:

1. Analizar los antecedentes de los sistemas Inmótico utilizado en instalaciones hoteleras.
2. Centralizar la supervisión en un único sistema a partir del diseño conceptual que permita un mejor confort en las habitaciones del Hotel Albatros Guardalavaca.
3. Proponer un sistema de Control de habitación, adaptado y aplicable a las principales arquitecturas y estrategias de climatización e iluminación.

Tareas

- Búsqueda de información sobre la inmótica para el control del clima e iluminación utilizados en las redes hoteleras
- Elección de los dispositivos que compondrán el sistema Inmótico
- Diseño de la estructura del sistema de control.

Capítulo 1 Marco teórico

1.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es desarrollar el basamento teórico que se pretende exponer en el presente trabajo, a partir del planteamiento del problema existente, el cual mostrará la necesidad de la realización de dicho estudio y la perspectiva de los resultados para la futura aplicación de los mismos, pues se nos hace necesaria la búsqueda de nuevas variantes que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de iluminación con el objetivo de elevar los índices de eficiencia de los mismos.

1.2 Estado del arte

En la tesis en opción al título de ingeniero eléctrico[4], propone un sistema inteligente para el control de la iluminación en CEPRONIQUEL, sistema muy eficiente en cuanto a ahorro de energía, no tuvo en cuenta tecnologías más avanzadas.

En un diseño de un sistema de control de alumbrado público[5], utiliza lámparas de sodio mas no tomó en cuenta la utilización de la luminaria LED, siendo esta más eficiente.

Proponiendo instalar un sistema de control para la iluminación[6], describe la función y las características de los equipos a utilizar en el mismo, además utiliza los software profesionales INDALWIN 4.0 y LITESTAR 5.S3 para la simulación de los locales no teniendo en cuenta software un poco más avanzados.

Estudiando la eficiencia del sistema de iluminación del bloque 2 de la C.T.E Lidio Ramón Pérez[7], abordando varios temas en cuanto a usos y tipos de lámpara, en el ahorro energético en instalaciones de alumbrado, presenta algunos sensores utilizados en sistemas de control. Usó varios software para la simulación de los niveles de iluminación en los locales, no tuvo en cuenta el Litestar 4D.

En la presentación de un trabajo de control de iluminación de habitaciones [1], utiliza un micro controlador PIC, además de controlas otros sistemas como es el de clima, puertas, cortinas, lo que no tuvo en cuenta la nueva tecnología.

La eficiencia energética involucra, entre otros, dos conceptos importantes: la tecnología de toda una gama de luminarias y el desarrollo de mejores reflectores ópticos, difusores y demás materiales con los que se busca elevar la calidad en la iluminación[8]. "En Cuba hay un desconocimiento de las últimas tecnologías. Las innovaciones que se generaban en otros países, básicamente Estados Unidos y Europa, tardaban un tiempo relativamente largo en llegar aquí. Por ejemplo, la lámpara fluorescente de 32 Watts es un producto casi nuevo que hace dos o tres años empezó a conocerse con mayor interés, mientras que en Europa es un concepto con 15 y 20 años de manejarse" [9].

En materia de iluminación residencial, la tendencia es sustituir el tradicional bombillo incandescente, pues se ha comprobado que la mayor parte de energía la emplea para su transformación en calor y no en la iluminación. La tecnología en boga es la lámpara fluorescente compacta que, con tres cuartas partes de menos potencia, alcanza los mismos niveles de iluminación que produce el foco incandescente. La diferencia fundamental estaba en que este sistema requiere de un balastro que funciona como un encendedor y que, dependiendo de sus características, eleva su precio[4].

Además del balastro magnético, se ha desarrollado el electrónico, que es más eficiente porque pierde menos calor e incorpora otras funciones que antes no eran posibles en el sistema de lámparas fluorescentes, como regular la cantidad o intensidad de la luz. En los sectores de comercio, servicios e industria, los esfuerzos de conversión tecnológica se han encaminado al adelgazamiento de las lámparas fluorescentes, que es el sistema de iluminación predominante.

Pues bien, este condicionante a la innovación en el sector puede ser muy diferente en el siglo XXI. La enorme evolución que ha experimentado el LED de alta potencia en los últimos 13 años es una pequeña pero muy intensa fuente de luz en el horizonte para los fabricantes de luminarias. Una luz que representa una esperanza de independencia frente a los grandes fabricantes de lámparas, ofreciendo una infinidad de posibilidades de creación de productos, aplicaciones y servicios.

Conceptualización:

Edificios inteligentes

Para considerar el concepto de 'edificio inteligente' primero es necesario definir lo que se entiende por edificio e inteligencia, y analizar si la realidad del concepto es posible y deseable. Aunque muchas definiciones pueden encontrarse, las siguientes satisfacen nuestros propósitos[10].

'... edificio es un sistema de materiales físicos y componentes que convierten un ambiente en una forma de espacio... es un proceso de ciclos de actividades asociados con un ambiente particular desde su concepción hasta su demolición'

'...edificio es un conjunto de sistemas conceptuales de orden que pueden ser percibidos a través de la organización espacial, organización funcional, sistemas de circulación, y contexto, que son reforzados por sistemas físicos de construcción que van desde la estructura a los servicios'

'.. Inteligencia es una adaptación motora-sensorial... en un organismo permite la vida la cual es una creación continua de formas complejas y un progresivo balance de estas formas con el ambiente' [4].

Como resultado de combinar estas definiciones, puede observarse que para que un edificio sea considerado inteligente, debe ser capaz de responder a cambios por sí mismo. Entonces es necesario considerar si esta 'inteligencia' se aplica en partes del edificio, en una combinación de partes del edificio, o en todo el edificio como un sistema global. De acuerdo a los gerentes de servicios de los edificios, la definición más aceptada de 'edificio inteligente' es: **'aquel que controla totalmente su propio ambiente'**. En dicha definición se hace énfasis en el sistema del edificio que realiza control sobre el sistema de calefacción, aire acondicionado, ventilación, iluminación, seguridad, protección contra incendio, ascensores, telecomunicaciones, servicios de datos, y demás actividades similares del edificio. Otros piensan que el adjetivo 'inteligente' hace referencia simplemente al alto grado de automatización hecho posible por la integración de todos los sistemas existentes.

Por lo tanto, puede afirmarse que un edificio altamente cableado o automatizado puede no ser considerado como 'edificio inteligente', a menos que dichas facilidades colaboren para crear un ambiente que incentive la creatividad, productividad, y el intercambio de información, así como también la buena salud mental y física de los

ocupantes. Tampoco es un 'edificio inteligente' aquel con diseño ergonómico, pero con ausencia de sistemas de telecomunicaciones y computación, tan necesarios hoy en día. Y tampoco una arquitectura brillante es suficiente para realizar un 'edificio inteligente'. Un edificio con diseño ergonómico, provisto de sistemas de computación y telecomunicaciones, no es realmente un 'edificio inteligente' a menos que el sistema ofrezca las facilidades y servicios necesarios para alcanzar los conceptos anteriormente mencionados.

El 'Instituto de Edificios Inteligentes' (IBI), localizado en Washington DC - USA., define como 'edificio inteligente' aquel que proporciona un ambiente productivo y costo eficiente a través de la optimización de sus elementos básicos, y se adapta eficientemente a los cambios de su ambiente para proporcionar a sus habitantes: al máximo confort, seguridad, uso óptimo de los recursos comunes, y economía en operación y mantenimiento. Los elementos básicos están conformados por estructura, sistemas, servicios y gerencia, así como su interrelación [4].

Un reporte de la industria de construcción japonesa identifica tres atributos necesarios para un 'edificio inteligente': deben 'conocer' lo que está ocurriendo en su interior y en su exterior inmediato; deben 'decidir' la forma más eficiente de proveer un ambiente conveniente, confortable y productivo para sus ocupantes; y deben 'responder' adecuadamente a los requisitos de los ocupantes [10].

Considerando dicha integración, los 'edificios inteligentes' tienen más en común con proyectos de ingeniería de vanguardia que aquellos de construcción tradicional, ya que requieren diversas etapas y un entendimiento amplio de la tecnología.

La concepción y desarrollo de un 'edificio inteligente' debe ser una tarea multidisciplinaria, que involucra áreas diversas como: ingeniería eléctrica, sistemas digitales, telecomunicaciones, electrónica, control, redes de computadoras, arquitectura, ingeniería civil, ingeniería mecánica, diseño interior, diseño de equipos y mobiliario, tecnologías de cableado, automatización de oficinas, factores humanos y ergonómicos, estudios ecológicos y ambientales.

El 'sistema de edificio inteligente' (IBS) debe abarcar la integración de un amplio número de servicios y sistemas, los cuales en términos generales son: sistemas de

control y gerencia de energía (EMS); sistema de monitoreo de temperatura (TMS); sistema de control de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC); sistema de monitoreo y control de iluminación; sistema de control de acceso; sistema de emergencia, seguridad y alarma; sistema contra incendio; sistema de computación, redes de área local (LANS); sistema de telecomunicaciones (incluyendo ISDN, Internet, Intranet); automatización de oficinas (OA); sistema de gerencia de información (MIS); sistemas expertos; sistema de suministro de energía, usualmente garantizando energía ininterrumpida (UPS); sistemas de cableado eléctrico; sistemas de cableado de telecomunicaciones; y sistemas de mantenimiento.

Un 'edificio inteligente' debe poseer una infraestructura básica de cableado que permita la instalación de los diferentes sistemas requeridos por **el usuario**, así como plataformas para los diversos servicios y facilidades. Para obtener una solución total integrada, podemos dividir todos los sistemas presentes en la edificación en: sistema de voz; sistema de datos; sistema de control de energía; sistema de seguridad; sistema contra incendios; y sistema de control de procesos (ver Figura. 1.1)

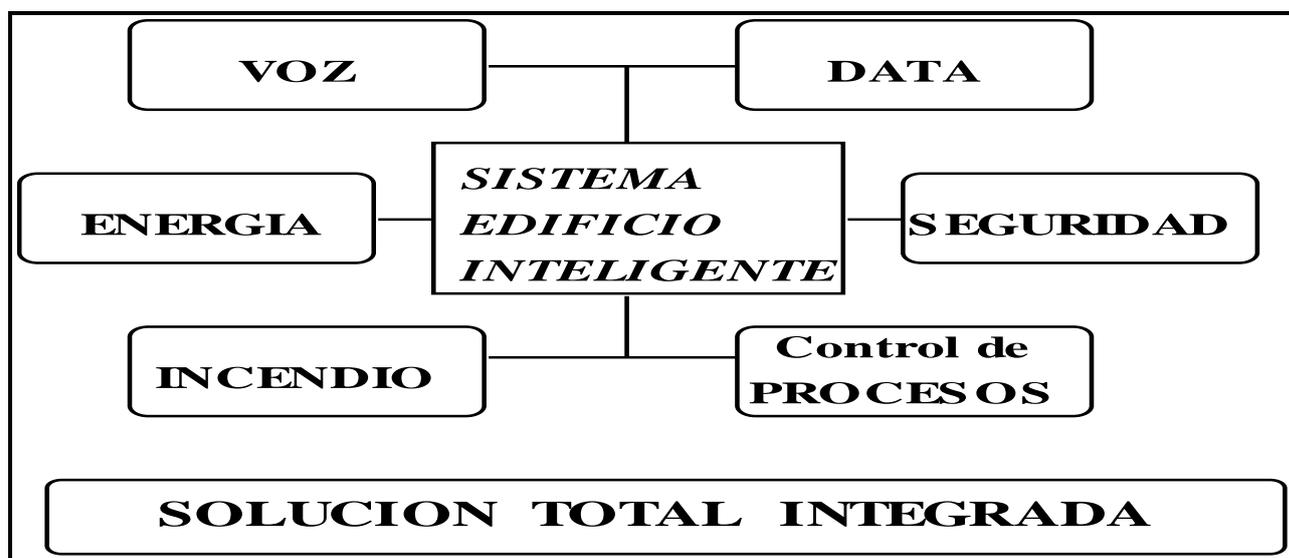


Figura. 1.1. Integración de Sistema en los Edificio.

Edificios Inteligentes: Integración

Por integración debe entenderse que los componentes del sistema son compartidos, así como los sub.-sistemas individuales pueden compartir una base de datos para que sus características operativas dependan del comportamiento de los otros. Por

ejemplo: un sistema inteligente de detección de incendio puede ser integrado a un sistema de gerencia de energía, y las señales recibidas de los detectores podrían ser comparadas con la de sensores de temperatura, evitando así falsas alarmas; ó ser integrado a un sistema de control de aire acondicionado y ventilación, y las señales de alarmas podrían ser complementadas mediante presurización (positiva ó negativa) de áreas para disminuir el peligro de propagación del incendio.

El término 'inteligencia' presenta dos tareas funcionalmente independientes: integración de controles ambientales del edificio; y distribución de voz, data, video, y comunicaciones de todo tipo mediante la nueva tecnología de información.

Por lo tanto, los sistemas de un edificio pueden dividirse en dos categorías principales: los primeros relacionados con actividades de primera línea, es decir, teléfonos, fax, computadores y transmisión de datos (voz y datos); dependientes del tipo de actividad de la organización. Los segundos se relacionan con actividades de fondo, como gerencia de incendio, seguridad y energía; estos servicios trabajan invisibles a los usuarios, sin que se permita retardo para la ejecución de acciones en caso de alarmas.

Los servicios de fondo tienen un aspecto en común, la necesidad de respuesta humana inmediata, y además son monitoreados por humanos. Por lo que es lógico considerar la integración de estos servicios a un nivel que permita mensajes de alarmas en equipos.

¿Por qué no integrar totalmente también los servicios de primera línea? La respuesta es sencilla: estos servicios deben ser más costo-efectivos y no existen edificios con los mismos requisitos. En la práctica las necesidades de cada edificio difieren, por lo que sería complejo y costoso integrar totalmente todos los sistemas.

Sin embargo, es lógico integrar los sistemas contra incendio, seguridad y gerencia de energía, ya que estos se benefician de bases de datos comunes y en muchos casos de tecnologías comunes. Un beneficio adicional de la integración es la reducción de cableado. Compartiendo el cableado del sistema de telecomunicaciones, y mediante el uso de inteligencia distribuida, el número de señales puede ser disminuido.

Edificios inteligentes y Gestión energética

Un escenario de 'edificio inteligente' podría imaginarse como un ambiente confortable,

donde toda la información necesaria está disponible en un forma clara y precisa, con terminales de videotexto ofreciendo servicios a ocupantes y visitantes, ascensores que hablan, estaciones de trabajo integradas al ambiente de trabajo, luces que se encienden a medida que las personas entran en habitaciones vacías, sistemas de control energético que regulan la iluminación y el sistema de aire acondicionado. Y adicionalmente sistemas de cableado para redes de voz, datos, video, señales de control y señalización para facilitar la integración de todos los sistemas presentes.

El crecimiento casi exponencial de las redes distribuidas, las capacidades cada vez mayores de las estaciones de trabajo, el uso del Intranet y el Internet como vehículos de acceso e intercambio de información y conocimiento dentro y fuera de las organizaciones, aunado a las necesidades de las corporaciones para mejorar su productividad y eficiencia, comienza a plantear inmensos retos para la gerencia de los recursos dentro de las grandes corporaciones.

- Debido a la gran dependencia de la tecnología de información, han surgido nuevos requisitos a los ocupantes de edificios. Con el uso de redes de área local (LAN) uniendo relativamente un gran número de estaciones de trabajo e Internet, conceptos como procesamiento distribuido, servidores, correo electrónico, videoconferencia, servicios en línea, se han vuelto de uso común. La revolución en la tecnología de la información ha cambiado nuestros estilos de vida y métodos de trabajo, y creado nuevas demandas para los usuarios de edificios.

Adicionalmente en años recientes han ocurrido cambios que han contribuido al nacimiento de los '*edificios inteligentes*', y han reforzado la necesidad para una gerencia eficiente en costos, siendo los más notables:

- Ciclos de vida diferentes en los distintos componentes del edificio: la estructura generalmente se diseña para una vida útil de 50 años o más, a diferencia de los servicios que se diseñan para una vida útil entre 15 y 20 años.
- Disminución del costo de la tecnología: en los últimos 10 años el costo de acceso a la tecnología de vanguardia se ha reducido drásticamente.
- Rápida adaptación a la tecnología: en diversas organizaciones, la tecnología de la información ha pasado de ser una ayuda a ser uno de los principales soportes para obtener ventajas competitivas.
- Flexibilidad organizacional: el deseo de fáciles y rápidas reestructuraciones en las organizaciones.

Una de las principales razones por las cuales se está volviendo una realidad el concepto de 'edificio inteligente', es la existencia de estándares a nivel internacional. Desde el punto de vista de las empresas de telecomunicaciones que suministran los servicios, la estandarización asegura la facilidad de acceso para los usuarios; desde el punto de vista de los fabricantes de equipos, los estándares permiten la compatibilidad de 'hardware' y de 'software'; desde el punto de vista del usuario, los estándares suministran una visión clara de lo que está disponible y una base para una compra más conveniente basada en la competencia de los fabricantes.

El uso eficiente de la energía tiene grandes beneficios, tanto para el usuario específico como a nivel nacional. Si el consumo energético pudiera reducirse en un porcentaje, el dinero ahorrado supondría una reducción de los costos operativos e iría por lo tanto directamente a aumentar la rentabilidad del ente ó proyecto.

La gran ventaja que ofrecen los 'edificios inteligentes' al tema de ahorro energético, está determinada fundamentalmente por el concepto de integración sin olvidar la etapa de planificación. En un sentido práctico el desarrollo de un 'sistema de control y gerencia de energía' puede involucrar el empleo de sistemas expertos, pudiendo comenzar su vida con una base de datos de conocimientos que contenga no sólo registros de su composición sino también del razonamiento empleado de cómo fue diseñado y construido; y continuar su vida con sensores y robots que pudiesen monitorear y realizar los ajustes como los necesite, según la base de datos de conocimientos de cada área del edificio. Un sistema experto es un programa de computación que contiene 'conocimiento' en forma de fechas, relaciones y reglas, acerca de un área específica de experiencia humana. Es capaz de realizar deducciones razonadas o inferencias para el usuario, justificando sus conclusiones.

Los sistemas expertos permiten a las computadoras ser aplicadas para resolver problemas, que por su naturaleza, son de gran dificultad para ser resueltas usando técnicas convencionales, problemas donde el conocimiento es incompleto, los datos son inciertos o 'difusos', o no existe una base teórica significativa. Y qué mejor que una base de datos que almacene información en tiempo real del comportamiento de la edificación tanto en su interior como en su exterior inmediato, para la optimización del uso de la energía y para la planificación energética a corto, mediano y largo plazo. También se conoce este termino de edificio inteligente como domótica .Uno de los

principales retos del mismo ha sido poder ejercer un control sobre el circuito de iluminación, centralizar su encendido-apagado o regular la intensidad del mismo, nacieron para poder disfrutar de un mayor confort en nuestras casas.

Con el tiempo, surgieron nuevas necesidades que se fueron añadiendo, como: el encendido-apagado automático de luces mediante sensores convencionales de movimientos o presencia (relacionados a su vez con el ahorro energético), cada vez más sofisticados, hasta llegar a disponer sensores que combinaban la detección de presencia y la medición de la cantidad de luminosidad (lux), buscando poder llegar al óptimo de una regulación constante de luz, es decir, conseguir de forma automática, la cantidad de luz artificial justa, en función de la presencia y la medida de la luz natural que tiene la habitación en cada momento. Con la llegada de la tecnología LED y más en concreto su versión RGB, capas de poder conseguir el color de la luz que se desee, los controles y regulación de la iluminación se fueron sofisticando para poder ser capaces de crear ambientes, controlando no solo el encendido- apagado remoto y/o automático, la intensidad de luz adecuada, sino también el color elegido para cada ocasión.

Esta creación de ambientes lumínicos en combinación con el lanzamiento de otros eventos integrados en el sistema Inmótico, como puede ser la bajada de persianas, el encendido de la TV o el proyector de cine, constituyen las llamadas: escenas, que juntan en un único control, varias acciones de diferentes sistemas entre las que la correcta definición de las variables lumínicas se considera con una parte importante de la misma para crear el ambiente adecuado [4].

1.4 Métodos de Cálculo.

Para el desarrollo de este trabajo es necesario determinar el método de cálculo más conveniente, según las condiciones arquitectónica y característica de cada local. A continuación se realiza una descripción de los métodos más utilizados

Métodos de cálculo más empleados.

- Método de la I.E.S. (Cavidades Zonales.)
- Método de la C.I.E.
- Método punto por punto.

El cálculo de una instalación de alumbrado depende de muchos factores, al igual que el diseño la correcta valoración de los mismos posibilitará la toma de decisiones para alcanzar el fin propuesto con éxito. Al igual que otras aplicaciones técnicas, el cálculo de número de lámparas y luminarias para suministrar el nivel de iluminación requerido a una instalación puede requerir el uso de técnicas matemáticas complicadas o el uso de tablas, gráficas y fórmulas más sencillas. De hecho existen diferentes métodos abreviados para resolver este tipo de cálculo con distintos grado de exactitud y en dependencia del objeto que se desee alcanzar, los más importantes son [11]:

Método de la I.E.S.

Este método ha sido utilizado para calcular el nivel de iluminación promedio en un espacio por la I.E.S. Este método también llamado "Método del lumen" divide el local en tres cavidades separadas estas son:

- Cavidad del techo.
- Cavidad de local.
- Cavidad de suelo.

Cavidad de techo: Es el área medida desde el plano de trabajo de la luminaria al techo. Para luminarias suspendidas existirá esta cavidad, no siendo así para luminarias colocadas directamente en el techo o empotradas en el mismo.

Cavidad de local: Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria. El plano de trabajo se encuentra normalmente por encima del suelo, en algunos casos la tarea visual se realiza al nivel del suelo, en estos casos entre la luminaria y el piso se considera la cavidad local.

Cavidad de Suelo: Se considera desde el piso hasta la parte superior del plano de trabajo, o al nivel donde se desarrolla la tarea visual específica. Cuando se desconozcan las dimensiones del puesto de trabajo se considera las siguientes:

- Para áreas de oficinas, una altura de 76 cm.
- Para áreas industriales, una altura de 92 cm.

A continuación se muestra el espaciamiento relativo de las cavidades antes mencionadas, así como la altura de montaje de las luminarias.



Figura 1.2. Cavidades definidas por el método de las Cavidades Zonales.

La teoría sobre la cual se basa este método de cálculo de iluminación considera que la luz producida por una fuente luminosa es reflejada por todas las superficies del local. Las reflexiones múltiples de la luz desde la luminaria (componente directa de iluminación) y desde las superficies del local (componente indirecta) actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Es importante mencionar que los colores de las superficies del local tienen un gran efecto en el nivel de iluminación producido por un sistema de alumbrado. El empleo de colores claros en las paredes, techo, piso y demás superficies dará como resultado un nivel de iluminación mayor que si emplean colores oscuros. La expresión analítica para el cálculo del número de lámparas y luminarias por este método está basado en la definición del lux [11].

$$E_i = \frac{F_T}{Area} \tag{1}$$

Donde:

E_i -----iluminación inicial, (lux).

F_T -----Flujo total de lámpara, (lm).

Area ----- Area del local, (m^2).

Dado que no todo el flujo luminoso emitido por las lámparas llega al plano de trabajo debido a las pérdidas en las luminarias y las superficies de la habitación, dicho lúmenes deben ser afectados por un factor llamado coeficiente de utilización. Por otra parte en el diseño de la instalación de alumbrado lo que interesa es la iluminación mínima mantenida. A ello se debe la necesidad de aplicar actores de pérdida de luz tomen en cuenta el estimado de la depreciación de la luz que llega al plano de trabajo por diversas razones. De esta forma la formula básica del método queda de la siguiente forma:

$$E = \frac{F_L \cdot N_L \cdot N_{LL} \cdot K_u \cdot KPL}{Area} \quad (2)$$

Donde:

E --- Nivel luminoso mantenido, (lux).

N_L ---- Número de luminarias.

N_{LL}-----Número de lámparas por luminarias.

K_u----- factor de utilización. Toma en cuenta la interacción de la luz entre las tres cavidades.

KPL -Factor total de pérdidas de luz. Considera nueve factores parciales.

1.4 Equipos utilizados para el diseño del sistema Inmótico

Para un buen control del clima e iluminación es necesario hacer una buena elección de los equipos que conformaran el sistema Inmótico posibilitando una buena gestión y supervisión. En este epígrafe se da a conocer cuáles son estos equipos que conformaran dicho sistema.

1.4.1 Paquete de Relés SC3000

El SC3000 es un paquete de relés para unidades de bobina de ventilador de voltaje de línea. Este dispositivo se utiliza con los controladores de habitación SR7300 y SER8300 como una opción de retro adaptación de dos componentes. Este dispositivo lo podemos visualizar en la figura 1.3.

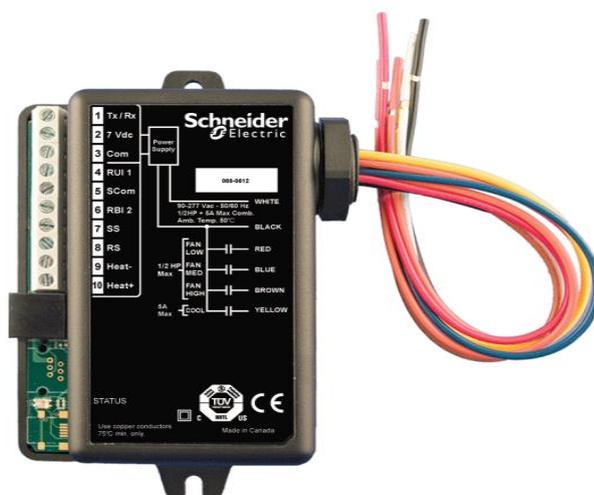


Figura 1.3. Paquete de relés SC3000

Características

Este paquete de relés presenta una placa base, fuente de alimentación de voltaje universal y voltaje de línea que dirigen directamente caballos de fuerza fraccionarios motores y válvula de ventilación. Esto elimina la necesidad de instalar y conectar relés y transformadores piloto costosos. No se requiere entrenamiento previo en automatización de edificios para el proceso de instalación y puesta en marcha. El cableado de voltaje de línea existente entre la unidad de la bobina del ventilador y el controlador de temperatura puede ser reutilizado, minimizando los costos generales de mano de obra e instalación [12],[13].

Lo más destacado del producto SC3000

- Diseño extremadamente compacto.
- Línea alimentada desde 90 a 277 VCA 50-60 Hz.
- Cables conductores para conexiones de voltaje de línea.
- Conmutación de línea directa de velocidad y válvulas del ventilador
- Cambia directamente la resistencia eléctrica monofásica calefactor de hasta 10 amperios.
- Sensor de suministro de aire dedicado para el monitoreo (modelo dependiente).
- Sensor de aire de retorno dedicado para el control (modelo dependiente).
- Dos entradas binarias de monitoreo adicionales (modelo dependiente).
- Salida SSR adicional para calor eléctrico de bajo costo utilidad de modulación (dependiente del modelo).

Especificaciones

Dimensiones:

Altura: 12cm / 4.72 pulgadas

Ancho: 8.6cm / 3.38 pulgadas

Profundidad: 2.5cm / 1 pulgada

Requerimientos de energía

7.0VCD+/-10%2.4 vatios mínimo

Condición de operación

0 ° C – 50 ° C (32 ° F – 122 ° F)

Condición de almacenaje

-30 ° C - 50 ° C (-22 ° F -122 ° F)

Sensor de temperatura

Termistor local de 10K NTC tipo 2

Calibre del cable

14 calibre máximo, calibre 22 recomendado

1.4.2 Controlador de habitación HRC

El controlador de habitación gestiona múltiples circuitos de iluminación, cortinas, DND / MUR, panel de noche y aplicaciones de tableta en la habitación de invitado

Agrega datos de todos los subsistemas y dispositivos en la sala y los envía a GRMS y a PMS. Esto le da a los operadores del hotel visibilidad y control de todas las habitaciones para impulsar la eficiencia energética y solucionar problemas de mantenimiento. En la figura 1.4 se muestra el HRC.



Figura 1.4. Controlador de habitaciones (HRC)

Características

El HRC es la solución de gestión de habitaciones de lujo de servicio completo de Schneider Electric. Este dispositivo permite el control total de la iluminación, el control de la cortina y la integración del panel de noche para los hoteles de servicio completo y de lujo. Combinado con el controlador de habitación serie SE8300 y Eco Struxure, nuestra solución proporciona control de temperatura, sistema de gestión de habitaciones (GRMS) e integración con BMS, PMS y cerradura de puerta.

Los huéspedes disfrutan de una experiencia digital personalizada e intuitiva junto con una comodidad y conveniencia excepcionales, mientras que los operadores hoteleros

pueden administrar salas individuales o toda la red de salas para impulsar la eficiencia energética, controlar alarmas, eventos y realizar un mantenimiento proactivo.[14]

Beneficios

- Ofrece una satisfacción excepcional para los huéspedes y garantiza la lealtad a la vez que optimiza la energía y la eficiencia operativa.
- Mejora la experiencia del huésped brindándoles comodidad, control, conveniencia y conectividad. Los invitados controlan cortinas, escenas de iluminación, temperatura y sistema de entretenimiento desde un panel de la cama, una tableta o su propio dispositivo.
- Reduce la energía en un 25% - 44% a través de la detección de ocupación y la temperatura de espera.
- Se obtiene control y visibilidad de las condiciones de la habitación: ocupación, uso de energía, temperatura, humedad, necesidades de mantenimiento y estado de HVAC, cortina, DND / MUR, puerta y ventanas a través de la integración del HRC con el Sistema de Administración de la Habitación de Schneider Electric y el Sistema de gestión de la propiedad del hotel.
- Habilita el mantenimiento proactivo. Los problemas se identifican temprano, evitando reparaciones de emergencia, reduciendo los costos, reduciendo las quejas de los huéspedes, mejorando la eficiencia del personal y minimizando las interrupciones en los huéspedes. El mantenimiento proactivo permite una eficiencia operativa mejorada, con un flujo de trabajo más eficiente y productivo y mejores tiempo de respuesta. Muchos problemas pueden solucionarse de forma remota.
- Mejora el Op Ex identificando cuando el equipo funciona de manera ineficiente y desperdiciando energía. Esto también extiende la vida útil del equipo, ahorrando aún más dinero
- Reduce el gasto de capital con una instalación y puesta en marcha rápida y sencilla. El HRC viene precargado de fábrica con la aplicación específica Hotel GuestRoom que proporciona una configuración sencilla a través de una página web.

- Cumple con los requisitos estándar de la marca para la configuración de la habitación de invitados, la secuencia de gestión, los puntos de ajuste de la temperatura, los tiempos de espera, etc.
- Aumenta el valor de los activos y la diferenciación con la funcionalidad avanzada de la habitación de invitado.

1.4.3 Controlador de habitación serie SE8300

Este controlador serie SE8300 es un controlador de temperatura utilizado en las habitaciones para regular el clima. Está diseñado con un sensor infrarrojo de presencia lo cual permita un mejor control. En la figura 1.5 se muestra el dispositivo de control de habitación serie SE8300.



Figura 1.5. Controlador de habitación serie SE8300

Este controlador presenta una interfaz de usuario típica para la industria de hospitalidad. En la interfaz se muestra lo siguiente.

- La fecha.
- El tiempo
- La humedad
- La temperatura
- Indicador de servicio
- Otros

Todos estos parámetros los podemos ver en la figura 1.6.

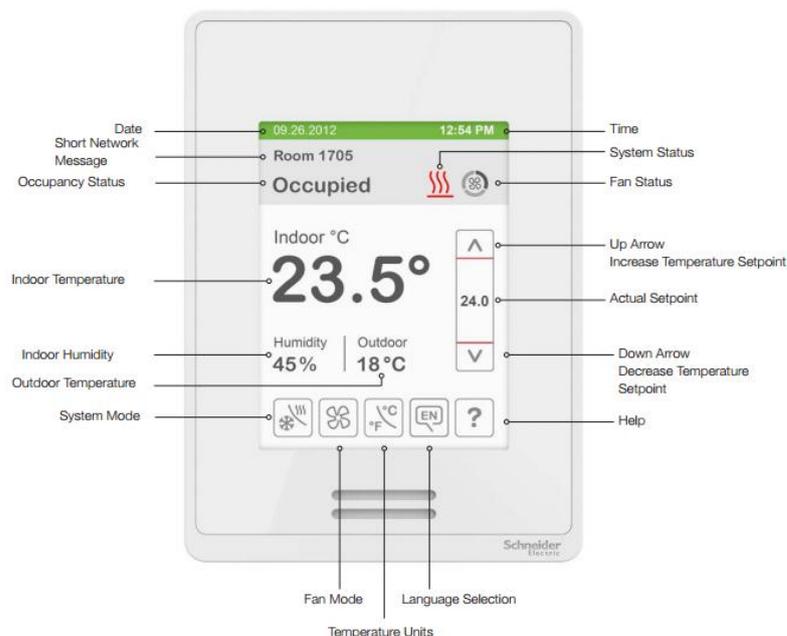


Figura 1.6. Interfaz del SE8300

El SE8300 tiene la posibilidad de configurar el color de la interfaz digital de la pantalla táctil con soporte de multi idioma, además se le puede conectar los interruptores con tarjeta Profesional ZigBee de puerta inalámbrica.[15]

1.4.4 Toma para relé interface-Zelio RSZ

Características

Dentro de las características de este dispositivo tenemos.

- Corriente térmica convencional (Ith) de 12 A
- Tensión asignada de empleo (Ue) < 250 V CA
- Par de apriete <= 0.8 N.m (M3 tornillo(s))
- Anchura 15.5 mm
- Temperatura ambiente de almacenamiento -40...85 °C
- Temperatura ambiente de funcionamiento -25...85 °C
- Tensión dieléctrica 2500 V



Figura 1.7. Toma para relé interface-Zelio RSZ

1.4.5 Relé de interface RSB1A120M7

Características

- Tensión del circuito de control(U_c) 220 V CA
- Corriente térmica nominal 12 A en $-40...40\text{ }^\circ\text{C}$
- [U_e] tensión asignada de empleo 176...330 V, 50/60 Hz CA
- [U_i] Tensión nominal de aislamiento 400 V de acuerdo con EN/IEC 60947
- [U_{imp}] Resistencia a picos de tensión 3.6 kV de acuerdo con IEC 61000-4-5
- [I_e] Corriente nominal de empleo 12 A, NA (AC-1/DC-1) coordinación IEC 6 A, NC (AC-1/DC-1) coordinación IEC
- Corriente mínima de conmutación 100 mA
- Tensión máxima de conmutación 250 V CC de acuerdo con IEC
- Tensión de conmutación 5 V
- Capacidad de conmutación máxima 3000 VA/336 W
- Capacidad mínima de conmutación 500 mW en 100 mA / 5 V
- Tasa de funcionamiento ≤ 600 cycles/hour en carga
 ≤ 18000 cycles/hour sin carga
- Durabilidad mecánica 10000000 ciclos

- Durabilidad eléctrica 100000 ciclos (12 A en Ue 250 V, AC-1) NA
- Consumo medio en W 0.75 VA CA
- Fuerza dieléctrica
 - 1000 V CA entre contactos
 - 2500 V CA entre polos
 - 5000 V CA entre bobina y contactos
- Temperatura ambiental de almacenamiento -40...85 °C
- Temperatura ambiental de funcionamiento -40...70 °C (CA) ([16])

Este dispositivo lo podemos ver en la figura 1.8.



Figura 1.8. Relé de interface RSB1A120M7

1.4.6 Detector de presencia ARGUS Master 1 canal MTN5510-1119

Características

- Tipo de carga
 - Lámpara halógena: 2000 W- 230 V CA
 - Motor: 1000 VA – 230 V CA
 - Capacitivo : : 10 A, 140 μ F - 230 V CA
 - Lámpara incandescente : 2200 W - 230 V CA
 - Lámparas halógenas de baja tensión con transformador de bobina : : 500 VA - 230 V CA
 - Lámparas halógenas de baja tensión con transformador electrónico : : 1050 VA - 230 V CA
 - Lámpara de bajoconsumo : : 100 VA
- [Ue] tensión asignada de empleo 220/230 V
- Frecuencia de red 50/60 Hz
- Compatibilidad de entradas : Pulsadores e inserto electrónico

- [Ue] Tensión nominal de empleo 220/230 V
- Corriente de salida 10 A
- Tipo de ajuste : sensibilidad a luz ajustable, Ajuste de tiempo
- Temporizado 10 s...30 min
- Ajuste de intensidad de luz 10...1000 lux
- Ángulo de detección horizontal 0...360 °
- Recorte de barrera Radio 7 m
- Montaje del dispositivos : Techo
- Temperatura ambiente de funcionamiento 0...25 °C ([17])



Figura 1.9. Detector de presencia ARGUS Master 1 canal MTN5510-1119

1.5 Conclusiones

Durante el capítulo se analizaron los trabajos precedentes relacionados con la iluminación, se dio a conocer los equipos utilizados en el sistema Inmótico, sus características y otras especificaciones. Además se da información acerca los tipos de lámparas, sus características y los métodos de cálculos existentes, para interiores, dándole al interesado en el trabajo una introducción general sobre el tema que se pretende estudiar, logrando de esta manera un enfoque demostrativo acerca del objetivo a desarrollar.

CAPITULO 2 Materiales y métodos

2.1 Introducción.

La palabra que mejor define lo que se puede hacer con la inmótica, es CONTROL. El control implica confort y el control con el mínimo consumo es: EFICIENCIA ENERGÉTICA. Para lograr este control, es necesario dotar de una instalación complementaria al circuito de iluminación, mediante controladores, dimmers para la regulación de intensidad o dispositivos electrónicos (balastos) capaces de poder ejercer este control sobre nuestro sistema de iluminación. Todo ello gobernado desde la programación de nuestro sistema Inmótico que no solo controlara las luces sino los demás servicios en este caso el clima.

En este capítulo se describen los materiales y métodos utilizados en el trabajo. Además presenta la habitación teniendo en cuenta el alumbrado, su posición y distribución dentro de la misma. También la estructura del sistema Inmótico para el control de la iluminación y el clima.

2.2 Presentación de la habitación según el nivel de iluminación

El nivel de iluminación tiene gran influencia en el confort de la habitación lo cual permite que el huésped se sienta en un ambiente adecuado según las tareas diarias. En la figura 2.1 se muestra el nivel de iluminación según las normas cubanas.



a)



b)

Figura 2.1. a) Habitación del hotel y b) Suite

2.3 Sistema Inmótico

2.3.4 Estructura del hardware

Las pretensiones fundamentales de esta estructura de hardware consisten en lograr el control del sistema de iluminación de una forma general y eficiente dentro de las habitaciones teniendo en cuenta desde que el huésped hace la reservación hasta que ya concluido el tiempo parte de ella. Concretamente se desea controlar las luminarias principalmente en todas las escenas existentes mientras que la habitación está reservada. Además del control de la iluminación el mismo huésped tiene posibilidad de controlar el clima por medio del termostato inteligente SE8300 ubicado dentro de la habitación.

Todo este proceso será supervisado desde la resección del hotel logrando así un mejor funcionamiento del sistema velando que todo funcione según lo previsto. En la figura 2.2 se aprecia el diagrama de la aplicación.

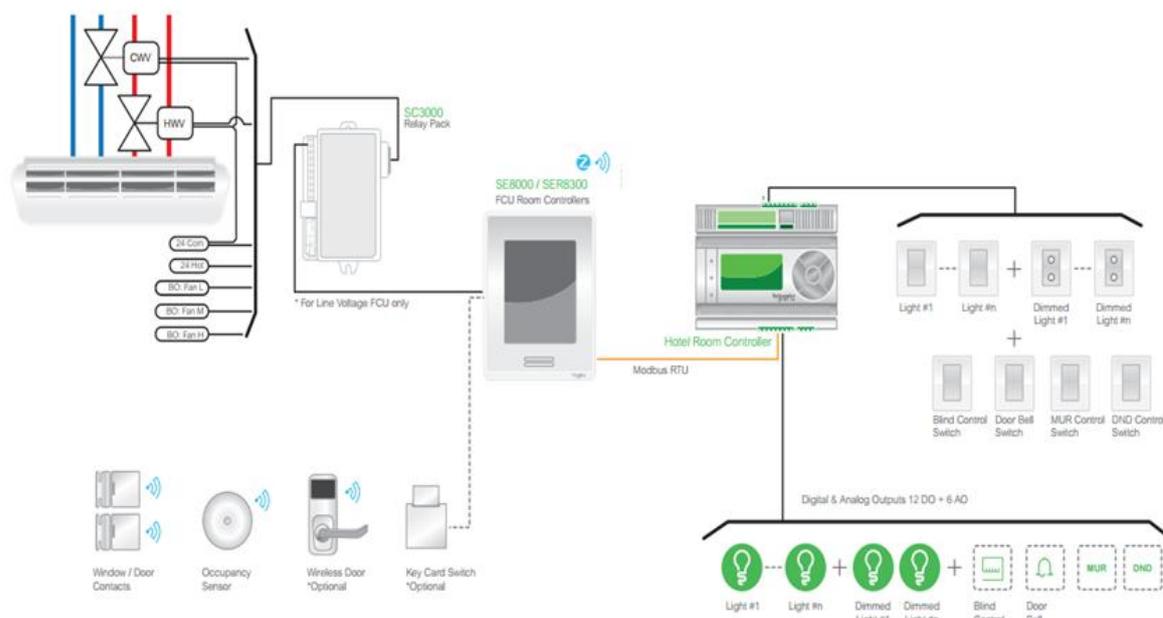


Figura 2.2. Diagrama del hardware.

El sistema está compuesto por el controlador de habitaciones HRC (ROOM CONTROLLER HOTEL) y Termostato Inteligente SER8300 con una infraestructura de red cableada o inalámbrica, Paquete de relés SC3000, sensor inalámbrico ZigBee Pro para el controlador de habitación SER8300 para detectar ocupación.

2.3.5 Controlador de habitación HRC

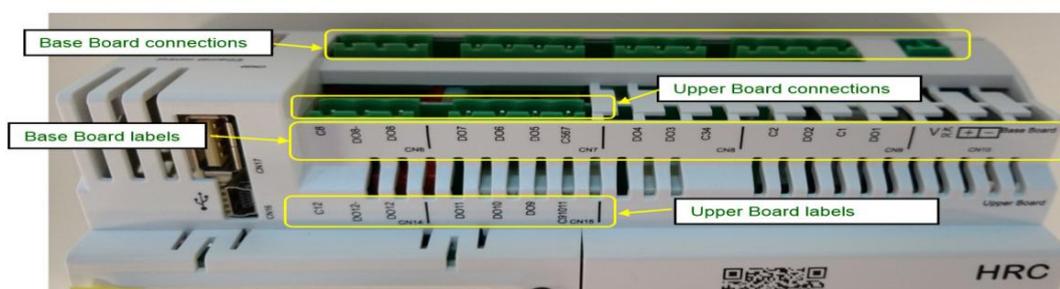
El controlador utilizado en esta aplicación es el controlador de habitaciones HRC de la firma Schneider Electric. Este dispositivo es muy fácil de interactuar ya que viene incluido con él un software para su programación lo cual se accede por medio de una página web. Teniendo en cuenta que la limitación de corriente para los relés en el HRC es 3A / 1A, con una corriente máxima de entrada de 12A. Siempre asegurándose de que estos sean compatibles con la carga, de lo contrario se debe desacoplar la misma a través del uso de relé.

Cableado del controlador de la habitación del hotel

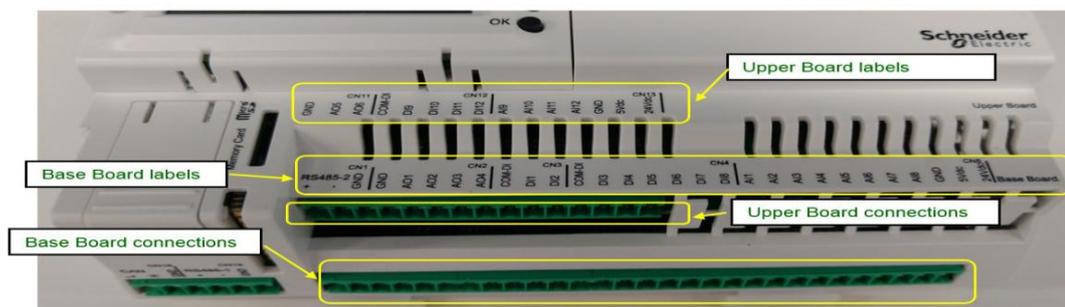
Es esencial conectar el controlador de habitación del hotel correctamente para esta aplicación. Si se aplica un voltaje negativo a cualquiera de las salidas, el HRC se dañará y ninguna de las salidas funcionará más. Por lo que fue necesario leer cuidadosamente todas las etiquetas de HRC en el modelo de 42 E / S para que las

conexiones superiores de la placa no se confundan con las conexiones de la placa base y encender el HRC antes de conectar cualquier dispositivo a las entradas o salidas. Para eliminar este problema se le añade un relé para desacoplar las cargas, en caso de que ocurra un error se romperá el relé lo cual permitirá cambiarlo sin tener daños en la placa base.

Se utilizó los bloques de terminales que se muestran en la figura 2.3 a) Entrada b) Salida. Porque el cableado incorrecto del HRC puede causar daños permanentes al dispositivo.



a)



b)

Figura 2.3. Terminales, a) Entrada, b) Salida

El HRC al igual que el Controlador de Habitación Serie SE8300 tiene que ser cableada a través del protocolo de comunicación IP BACnet para comunicarse de forma remota a la plataforma StruxureBuildingOperation (SBO) y así poder habilitar las escenas de luz configurándolas desde el HRC donde estará conectado los interruptores y luces.

Notas y limitaciones

Todas las aplicaciones de bajo voltaje deben ser controladas por el Controlador de Habitación SE8300, y todas las aplicaciones de voltaje de línea deben ser controladas por el controlador de sala SER8300 y el paquete de relés SC3000.

2.3.6 Configuración en el Software de programación del Hardware

Para agregar funcionalidad, como escenas de iluminación y control, la HRC está conectado a través de Modbus, al controlador de habitación serie SE8300 y está conectado a SBO a través de BACnet. La configuración del HRC se realiza a través de una interfaz web, lo que permite al usuario configurarlo de acuerdo con requisitos específicos.

Basado en el control de la habitación les presento cinco modos de trabajo fundamental que son:

- ❖ **Modo de Configuración.** Es el modo donde se consigue la configuración de los parámetros técnicos mediante el software presente en el HRC. Aquí se definen el nivel de iluminación en cada escena teniendo en cuenta el horario, el tiempo de Stan By.
- ❖ **Modo Normal de Operación.** Es el modo de trabajo que garantiza el normal funcionamiento del sistema cuando el huésped se encuentra dentro de la habitación y el sistema trabaja con los niveles de iluminación y la temperatura de confort predefinidas.
- ❖ **Modo Stand By.** Es un modo temporizado en horas y configurado a partir del momento que el huésped abandona la habitación. En tales condiciones, el sistema garantiza durante este periodo de tiempo el apagado automático de las luces y el control de las temperaturas de la habitación a valores económicos predefinidos. Se asegura así un mínimo de confort por ausencia y ahorro energético considerable, evitando además, los picos de consumo que genera la conexión del sistema de climatización cuando el huésped retorna del exterior lo cual representa una protección adicional para el equipo.
- ❖ **Modo Huésped Dormido.** El sistema detecta que el huésped se ha quedado dormido y procese a la desactivación de las luces, de este modo que se garantiza un mínimo de confort y un ahorro adicional de energía mediante un periodo de tiempo no despreciable. En caso que el huésped despierte, el sistema de control retorna al modo normal de operación.

- ❖ **Modo Deshabilitado.** La habitación pasa a este modo después de vencido el tiempo de Stand By donde el sistema se desconecta totalmente ,las luces y el clima brinda un ahorro total de energía a partir de este momento.

Si se tiene en cuenta que el precio de una habitación turística no responde directamente al consumo variable de energía eléctrica y que según las estadísticas, la mayoría de los huéspedes están fuera el 60% del tiempo lo cual deja mucho tiempo para el mal gasto, se puede inferir que la implementación del sistema de control representa un importante aporte al ahorro energético sin comprometer el confort requerido.

Página de configuración

Teniendo en cuenta que el HRC tiene internamente su programa por la cual se controla todo el sistema de iluminación incluso el clima, lo que para este último se le añade el Termostato Inteligente SER8300 con la facilidad de poder el mismo huésped interactuar con él. Se Debe acceder a él por medio de una pc lo cual permite acceder al software logrando así una sencilla configuración.

Para configurar todo el sistema, el software presenta las siguientes pestañas

- Dispositivos
- Escenas
- Entrada
- HVAC
- Interruptor de tarjeta (Keycard)
- Otros

Dispositivos:

La pestaña Dispositivos permite definir y asociar dispositivos físicos (luces, cortinas) a la tabla de configuración de HRC. Adicionalmente esta página se utiliza para establecer los números de habitación como se muestra en la figura 2.4.

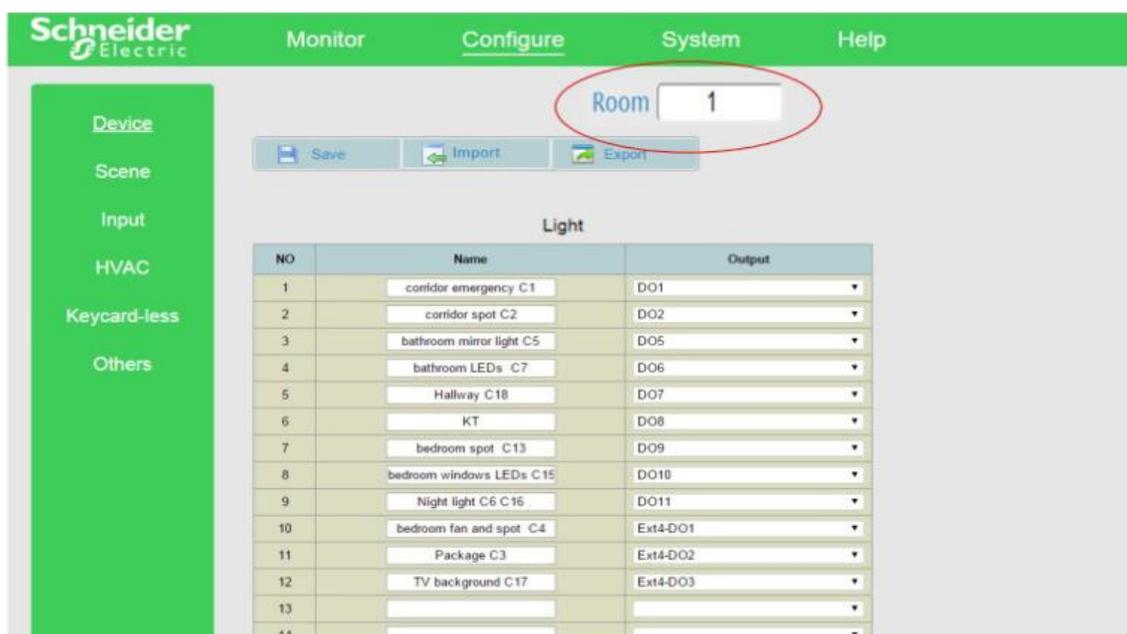


Figura 2.4. Definición de las luminarias

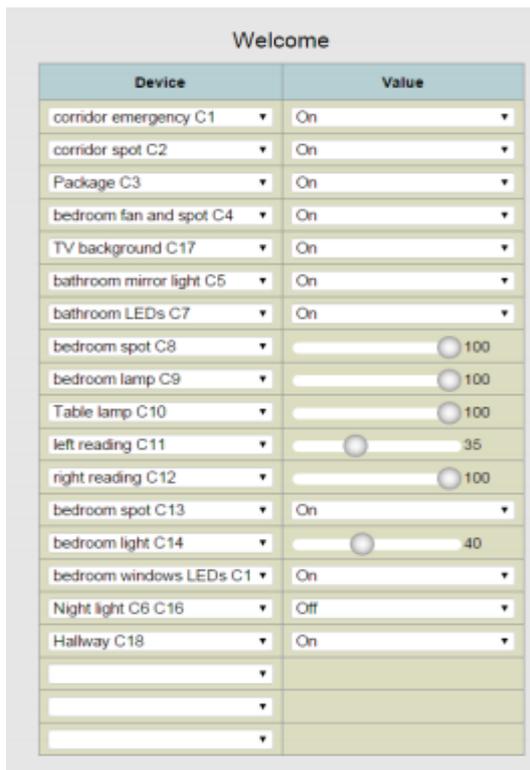
En esta misma pestaña se configura también los dimmer lo cual nos permitirá atenuar, regular en uno o varios focos con el fin de variar la intensidad de la luz producida por el mismo, definiendo la localización y el nivel de iluminación mínimo y máximo de las luminarias. Esto se puede ver en la figura 2.5.

Dimmer						
NO	Name	Output	Power Off Relay (option)	Min Voltage(0-10v)	Max Voltage(0-10v)	Dimming Cycle(s)
1	bedroom spot C8	A01		3	10	7
2	bedroom lamp C9	A02		3	10	7
3	left reading C11	A03		3	10	7
4						
5						
6						
7						
8						

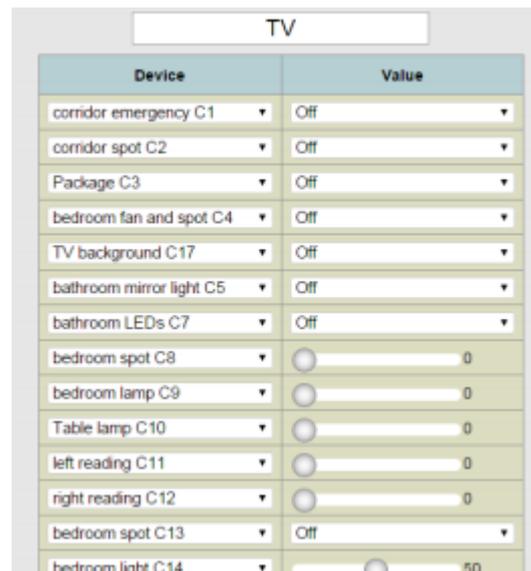
Figura 2.5 Configuración de los Dimmer

Escenas:

La pestaña escena permite configurar hasta 8 escenas. Cada escena permite definir un comportamiento del dispositivo, como un 40% de atenuación cuando el invitado entra primero a la habitación. En la figura 2.6 se muestran algunos ejemplos de cómo configurar las escenas, como la escena de bienvenida y la escena de TV, cada una de estas escenas se configuran teniendo en cuenta ahorro de energía, encendiendo solo las luces necesarias y confort en la habitación.



a)



b)

Figura 2.6. a) bienvenida b) tv

Entrada

En esta pestaña se define la configuración del sistema cuando pasa a modo ocupado.... de las diferentes entradas, como alternar entre luz, atenuación, control de cortina, alternar escenas y punto de referencia. Figura 2.7

Input Mapping			
No.	Function	Physical Input	Target
1	Dimming (2 Gang)	+ DI5	Dimmer
		- DI6	
2	Toggle Light	DI2	Living 1
3	Toggle Light	DI3	Living 2
4	Toggle Light	DI4	Bedroom 1
5	Toggle Light	DI1	Main
6	Night Light	DI7	Light: Living 2
			Off delay(s)[0-255]: 120
7	Toggle Light with On/Off but	DI9	Living 1
8	Toggle Scene with On/Off bu	DI8	scene 1: Master On
			scene 2: Master Off

Figura 2.7. Definición del comportamiento de las entradas

KeyCard-less (Opcional)

La pestaña sin tarjeta le permite al usuario definir el comportamiento del HRC en función del estado de ocupación de la serie SER / SE8300. El controlador de sala también permite el uso de varias escenas como bienvenida, Día de bienvenida y Noche de bienvenida ver Figura 2.8.

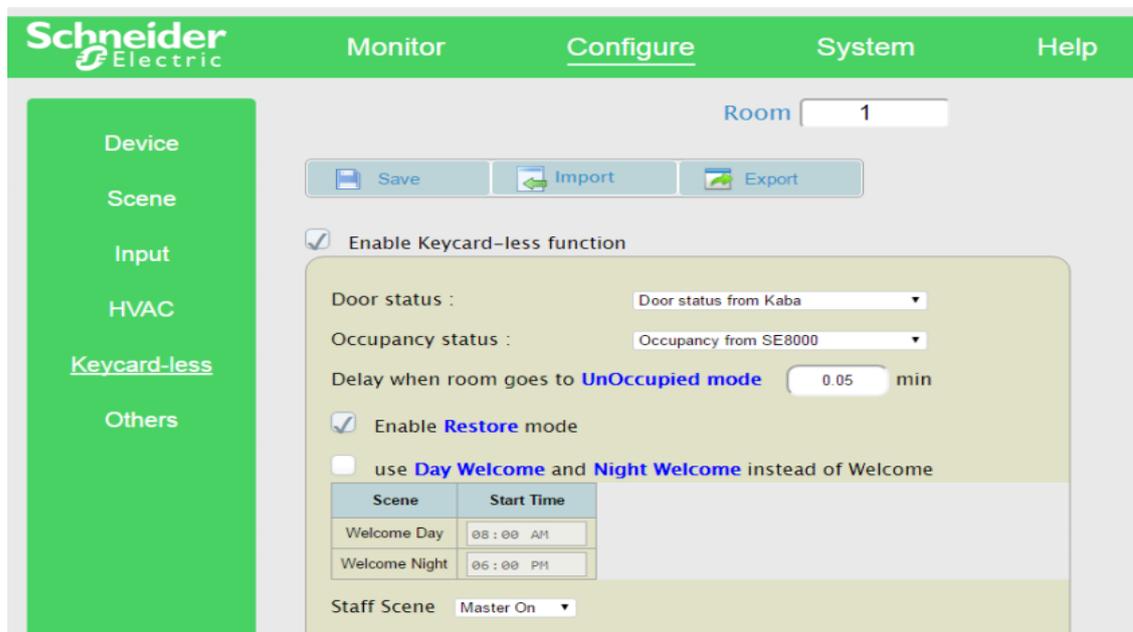


Figura 2.8. Configuración del KeyCard

El HRC tiene la posibilidad de conectarle una extensión de E / S por CANbus. Para su funcionamiento es necesario configurar los interruptores según se muestra en el anexo 1. Luego el HRC y la extensión de E / S debe reiniciarse (ciclo de encendido), esta extensión debe de mostrarse en línea en la página web de configuración de HRC

2.3.7 Como acceder al Controlador de habitaciones HRC

La dirección IP predeterminada del HRC es 10.0.0.100.

- 1 Usando el navegador web, navegue a la dirección IP del HRC.
- 2 Para nombre de usuario, entre administrador (predeterminado).
- 3 Para la contraseña, ingrese la contraseña (predeterminada).
- 4 Haga clic en Systemtab.
- 5 Configure lo siguiente:
 - Dirección IP (Nota: La dirección IP debe de ser única para cada HRC en la red)
 - Máscara de subred
 - Puerta de enlace predeterminada

- 6 En la configuración de BACnet configure el dispositivo en una configuración única (Nota: este debe ser un número único del 1-65.535).
- 7 Nombre del dispositivo HRC xx yy (Nota: xx=número de planta y yy= número de habitación).
- 8 Haga clic en guardar. El HRC se reinicia y vuelve a estar en línea con la nueva dirección IP.

Todos estos pasos se presentan en la figura 2.9

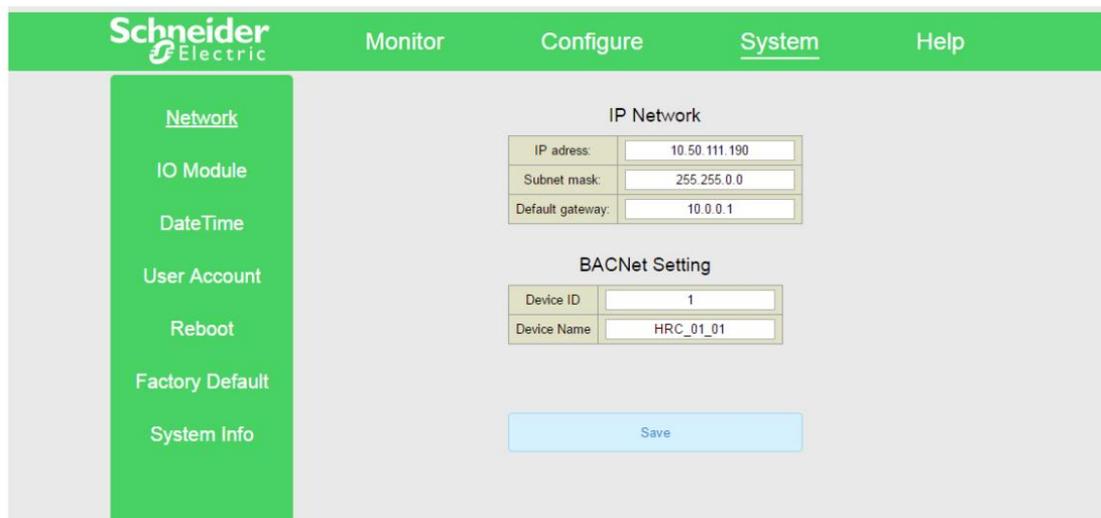


Figura 2.9. Configuración del HRC

2.3.8 Como acceder al control de habitación serie.

1. En el controlador de habitación serie SER /SE8300, se navega a la pantalla Modbus 1/1 y se ingresa lo siguiente:
 - Dirección COM: 80
 - Unidad de red: Imperial
 - Velocidad de transmisión: 9600
 - Paridad: Impar

En la figura 2.10 se puede visualizar la configuración del Controlador de habitación serie

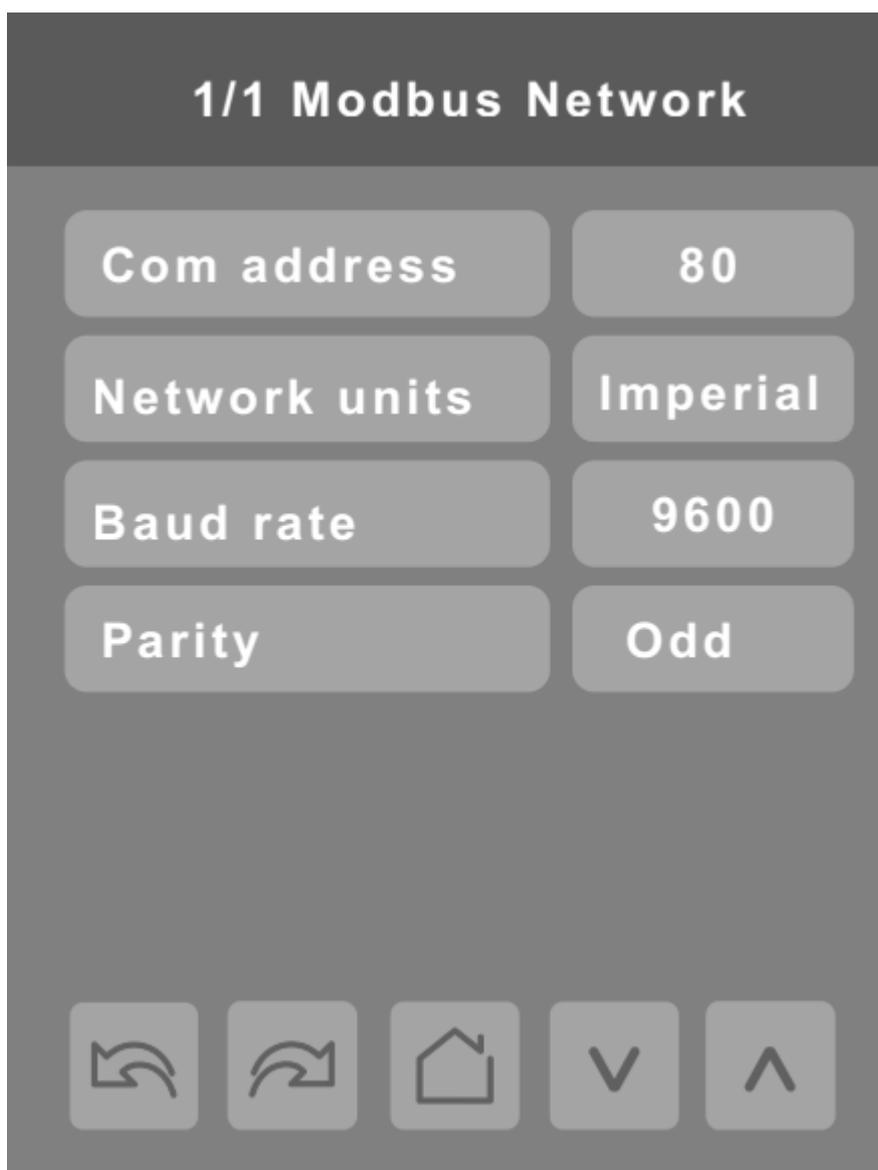


Figura2.10 Parámetro de configuración del Controlador de habitación serie

2.3.9 Protocolos de comunicación utilizados

En este trabajo hemos utilizado tres protocolos de comunicación

- 1 Modbus.
- 2 IP BACnet.
- 3 ZigBee.

Modbus: Esta situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo (RTU) o cliente/servidor (TCP/IP), diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria, es el que goza de

mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones es:

1. Es público
2. Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo
3. Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP). Modbus RTU es una representación binaria compacta de los datos. El formato RTU finaliza la trama con una suma de control de redundancia cíclica (CRC).

BACnet: es un protocolo de comunicación de datos diseñado para comunicar entre sí a los diferentes aparatos electrónicos presentes en los edificios actuales (alarmas, sensores de paso, Aire Acondicionado, Calefactores...). Originalmente diseñado por la ASHRAE actualmente es también un estándar de la ISO y ANSI.

El protocolo BACnet define una serie de servicios usados para intercomunicar dispositivos de un edificio. El protocolo incluye los servicios Who-Is, I-am, Who-Has y I-Have, utilizados para la detección de Objetos y Dispositivos. Otros servicios como Read-Property y Write-Property son usados para la lectura o escritura de datos.

Permite el control desde una central de todos los dispositivos de un edificio de grandes dimensiones.

ZigBee: El nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radio difusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (*wireless personal areanetwork*, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

Tipos de dispositivos

Se definen tres tipos distintos de dispositivo ZigBee según su papel en la red:

- Coordinador ZigBee (ZigBee Coordinador, ZC). El tipo de dispositivo más completo. Debe existir al menos uno por red. Sus funciones son las de encargarse de controlar la red y los caminos que deben seguir los dispositivos para conectarse entre ellos.
- Router ZigBee (ZigBee Router, ZR). Interconecta dispositivos separados en la topología de la red, además de ofrecer un nivel de aplicación para la ejecución de código de usuario.
- Dispositivo final (ZigBee End Device, ZED). Posee la funcionalidad necesaria para comunicarse con su nodo padre (el coordinador o un router), pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos. De esta forma, este tipo de nodo puede estar dormido la mayor parte del tiempo, aumentando la vida media de sus baterías. Un ZED tiene requerimientos mínimos de memoria y es por tanto significativamente más barato.

Como ejemplo de aplicación en Inmótica, en una red de habitación tendríamos diversos Dispositivos Finales (como un interruptor y una lámpara) y una red de interconexión realizada con Routers ZigBee y gobernada por el Coordinador.

Funcionalidad

Basándose en su funcionalidad, puede plantearse una segunda clasificación:

- Dispositivo de funcionalidad completa (FFD): También conocidos como nodo activo. Es capaz de recibir mensajes en formato 802.15.4. Gracias a la memoria adicional y a la capacidad de computar, puede funcionar como Coordinador o Router ZigBee, o puede ser usado en dispositivos de red que actúen de interfaz con los usuarios.
- Dispositivo de funcionalidad reducida (RFD): También conocido como nodo pasivo. Tiene capacidad y funcionalidad limitadas (especificada en el estándar) con el objetivo de conseguir un bajo coste y una gran simplicidad. Básicamente, son los sensores/actuadores de la red.

Un nodo ZigBee (tanto activo como pasivo) reduce su consumo gracias a que puede permanecer dormido la mayor parte del tiempo (incluso muchos días seguidos). Cuando se requiere su uso, el nodo ZigBee es capaz de despertar en un tiempo ínfimo, para volverse a dormir cuando deje de ser requerido. Un nodo cualquiera despierta en aproximadamente 15 ms. Además de este tiempo, se muestran otras medidas de tiempo de funciones comunes:

- Nueva enumeración de los nodos esclavo (por parte del coordinador): aproximadamente 30 ms.
- Acceso al canal entre un nodo activo y uno pasivo: aproximadamente 15 ms.

Conexión

Topologías de red

ZigBee permite tres topologías de red:

- Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro.
- Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.
- Topología de malla: al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones.

La topología más interesante (y una de las causas por las que parece que puede triunfar ZigBee) es la topología de malla. Ésta permite que si, en un momento dado, un nodo del camino falla y se cae, pueda seguir la comunicación entre todos los demás nodos debido a que se rehacen todos los caminos. La gestión de los caminos es tarea del coordinador.

2.4 Conclusiones

En este capítulo se mostró la arquitectura general del hardware utilizado en el sistema Inmótico, como se configura el sistema a partir de la PC mediante una página web, además se les presenta unos pequeños pasos para acceder al controlador que controlara la iluminación y el clima

CAPITULO 3 Análisis de los Resultados

3.1 Introducción

En este capítulo se muestran los resultados de este trabajo. Tales como, la visualización del sistema por piso, por habitaciones, dentro de los cuales se encuentra una breve explicación acerca de cómo funciona el sistema desde que llega el huésped hasta que sale de la habitación, para recrearse o hasta que vencido el tiempo del hospedaje se retira de ella. Además se da una breve valoración económica de todos los equipos utilizados en este sistema Inmótico.

3.2 Visualización del sistema

3.2.1 Visualización del sistema por pisos

Para la visualización del control se utiliza un tablero que se muestra en la figura 3.1. SBO debe de ser operado desde el servidor de la resección. Este tablero está diseñado para un máximo de 10 pisos y un máximo de 50 controladores de habitaciones por piso. El tablero se ajusta automáticamente al real Dispositivo BACnet conectados en la red.



Figura 3.1. Visualización del control por piso

La página principal incluye información general del piso que explica diferentes niveles de ocupación e información de temperatura promedio por piso. Al seleccionar un piso específico, las estadísticas generales del piso son visibles y pueden controlar directamente cualquier habitación específica. Haciendo clic

3.2.2 Visualización del control por habitaciones

En la visualización de la habitación, aparece un widget de control de sala asociado que le permite controlar todo de forma remota. (DND / MUR, cerradura de la puerta, cortina, temperatura, etc.). Además el tablero proporciona funcionalidad para informes básicos, monitoreo de alarma y eventos. En la figura 3.2 se muestra esta visualización

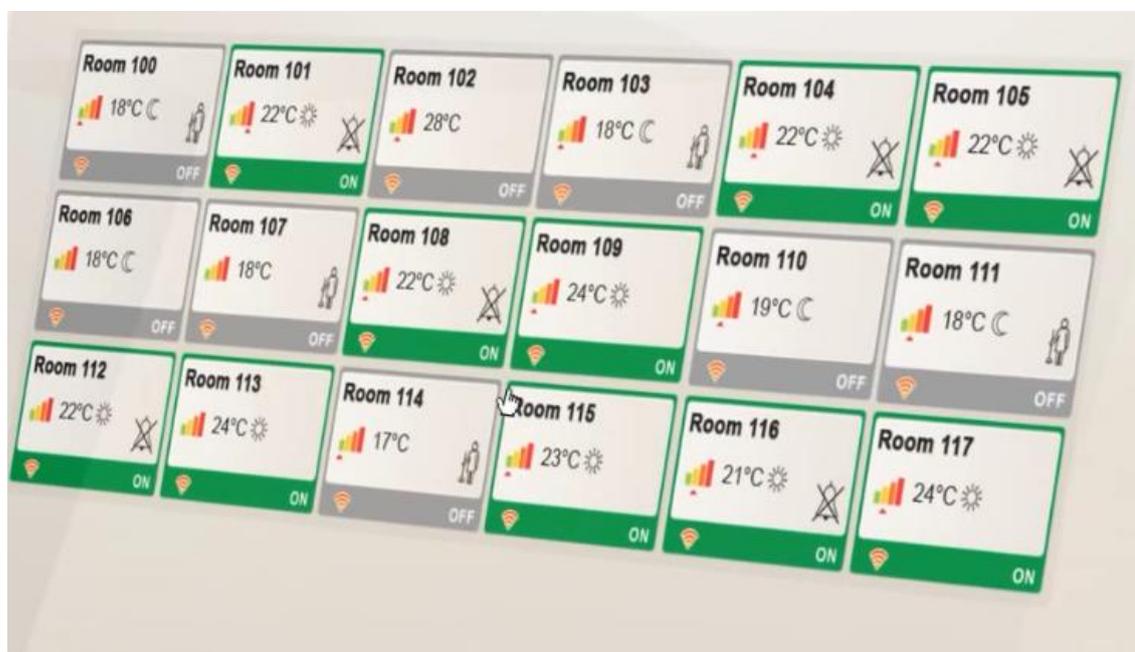


Figura 3.2. Visualización del control por habitación.

Esta figura permite ver cuáles son las condiciones en las que están las habitaciones, nivel de ocupación, los grados de temperatura, si es de día o de noche. Todo esto será visto desde esta interfaz. A continuación podremos ver en la figura 3.3, como se muestra el proceso de chequeo y regulación de los parámetros de la habitación.

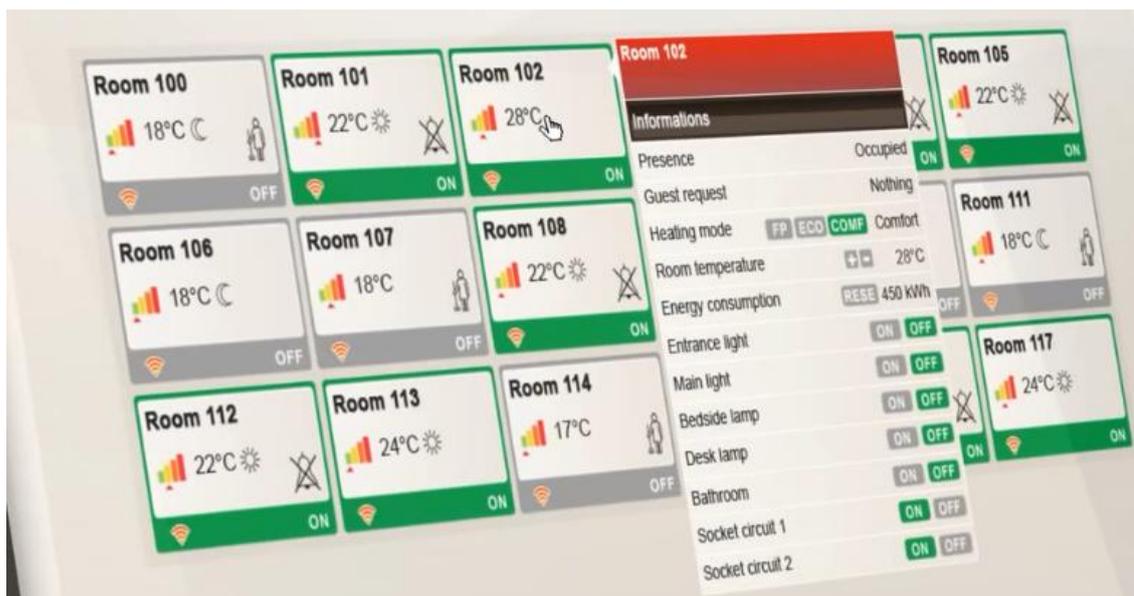


Figura 3.3. Regulación de los parámetros de la habitación

Aquí observamos que dándole clic encima de la habitación en la pantalla se muestra una pestaña la cual presenta todos los sistemas que se controlan por el HRC.

3.3 Control de escenas dentro de la habitación

3.3.1 Control de escenas vía tableta de control

Muchos se preguntaran cómo puede el sistema de control saber cuándo seleccionar una de las escenas, para esto se utiliza el dispositivo que les muestro a continuación en la figura 3.4.



Figura 3.4. Tableta de control

Este dispositivo le da al huésped acceso al control de la habitación según la necesidad que tenga el huésped. Otro de este dispositivo estará situado en la pared al lado de la cama permitiendo el control desde varios puntos. Tenemos otros medios por el cual el huésped puede acceder al control de los sistemas, tema que abordaremos más adelante.

Descripción del proceso

Una vez que el huésped llega a la resección se introducen los datos al sistema y se procede a la activación de la habitación desde la PC. Cuando llega a la habitación introduce la tarjeta en el interruptor de tarjeta, así se activará la escena de bienvenida según el horario, bienvenida de día o bienvenida de noche donde se encenderán todas las luces y el clima se activará y regulará a un nivel de temperatura programado en el controlador de la habitación. Después de pasar unos minutos se atenuarán las luces según el nivel de luz requerido logrando un ahorro de energía. En las otras tareas el huésped tiene el control por el dispositivo visto anteriormente. Si desea salir de la habitación al abrir la puerta se activará el sensor del controlador serie de la habitaciones ubicado cerca de la puerta la cual al no ver presencia apagará el sistema de alumbrado y regulará el clima a un nivel de ahorro. Luego de haberse vencido el tiempo de estancia en el hotel, al irse el huésped entrega la tarjeta y se procede a desactivar la habitación desde la resección, llevando la habitación a estado apagado.

3.3.2 Control de escenas vía Aplicación de usuario

Anteriormente se habla de otro método por el cual el usuario podía controlar los sistemas desde dentro de la habitación, la aplicación de usuario AdaptiApps monitorea y controla los valores de HRC al comunicarse por IP con el dispositivo, el dispositivo que ejecutará la aplicación de usuario debe de estar en la misma red que el HRC usando un enrutador WiFi. La comunicación puede ser probada por ingresar la dirección IP del HRC en el navegador del dispositivo y validar la página de configuración del controlador de habitaciones. En la figura 3.5 podemos ver la aplicación.[18]



Figura 3.5. Aplicación de usuario

Como podemos observar tenemos la visualización de todos los sistemas controlados por el HRC, iluminación, clima, cortina, etc. Al pinchar la parte de iluminación aparece todas las luminarias y el estado en que están. Podemos ver esto en la figura 3.6

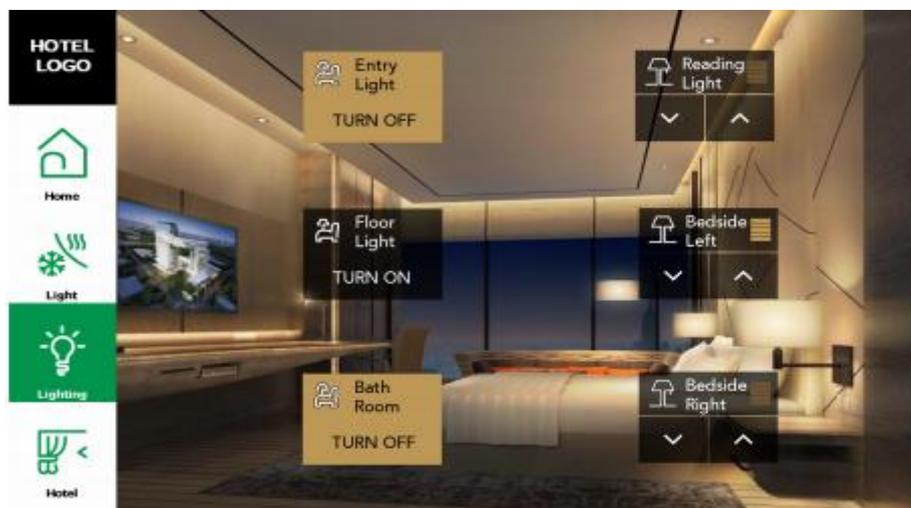


Figura 3.6. Control de la iluminación desde la aplicación de usuario

En la figura 3.7 se presenta la parte de control de la cortina la cual es otra de las opciones que tiene esta aplicación

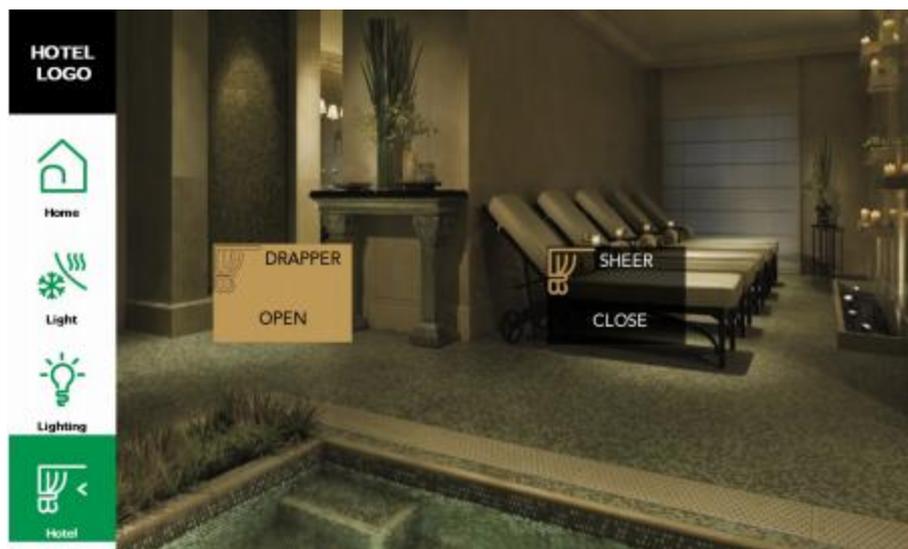


Figura 3.7. Control de cortina

De esta forma se tiene un mejor control del sistema completo manteniendo el confort y un ahorro energético óptimo.

3.4 Valoración económica

Para la valoración se tuvo en cuenta el precio de los equipos utilizados en el diseño de esta propuesta del sistema Inmótico, esto lo podemos ver en la tabla 3.1

Tabla 3.1. Precios de los equipos del sistema Inmótico

N .	Referencia	Fabricante	Descripción	U/M	Can t.	Precio(Euros)	Importe (Euros)
1	SER8300A5B11	Schneider Electric(SEInt)	Controlador de habitaciones HV	U	515	96.15	49517.25
2	3511	Legrand	Contacto magnético ventana	U	515	5.9	3038.5
3	3510	Legrand	Contacto magnético puerta	U	515	5.54	2853.1
4	HRC PBG28R	Schneider Electric(SEInt)	Controlador de 2U habitación HRC	U	8	192.31	1538.48
5	HRC PDG42R	Schneider Electric(SEInt)	Controlador de habitación HRC con display	U	2	205.13	410.26

6	SC3514E5045	Schneider Electric(SEInt)	Pack Relé completo	U	515	64.1	33011.5
7	SC3300E5045	Schneider Electric(SEInt)	Módulo relay pack esclavo	U	10	57.69	576.9
8	MTN5510-1119	Schneider Electric(SEInt)	Sensor de presencia para colocar en techo	U	515	61.54	31693.1
9	MLKH-8025	Schneider Electric(SEInt)	Tarjetero con doble contacto	U	515	34.2	17613
						Total	140252.09

Observando la tabla anterior, se puede observar que la cantidad de euros que se utilizan para la compra del equipamiento necesario para la implementación de este sistema Inmótico, tiene un valor de 140252.09 €, esto sin contar todos los costos del equipo técnico de trabajo, que se encargará de la instalación de cada equipo y el costo de los conductores a utilizar. Aunque este sistema tenga un valor a simple vista elevado, se escogió este tipo de tecnología ya que es más barata en comparación con los sistemas KNX y demás que se encargan del control de los sistemas en un hotel

3.5 Conclusiones

En este capítulo se ha reflejado la visualización del control de los sistemas controlados por el Sistema Inmótico propuesto, tanto por piso como por habitaciones. La valoración económica también fue un punto de los cuales se ha tratado en este capítulo dando un pequeño panorama del costo de implementación.

Conclusiones generales

- Se propone un sistema de iluminación inteligente que permite el ahorro de energía eléctrica hasta un 30 ó 40% en instalaciones del sector turístico.
- Se realizó un análisis detallado de los sistemas instalados demostrándose que existe condiciones para convertir la instalación en un Edificio Inteligente.
- La metodología utilizada se sustenta en bases científicas, que permite hacer un análisis integral de los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las deficiencias en la proyección del mismo y la estructura básica del sistema Inmótico

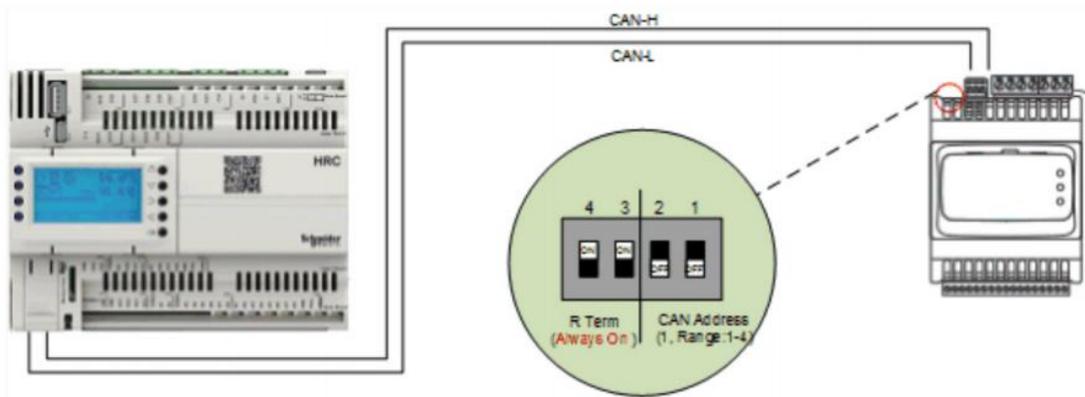
Recomendaciones

- Seguir estudiando el proceso de control del sistema Inmótico según vaya aumentando el nivel de desarrollo con la posibilidad de nuevas tecnologías manteniendo un bajo costo
- Estudiar a fondo el control por medio de la aplicación de Usuario
- Utilizar los resultados de este trabajo para la formación de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

Bibliografía

1. Jose, R., *Trabajo Diseño de Sistema de Control Inteligente con Microcontrolador PIC para Habitación*
2. Media, A.d.S., *Asociación Española de Domótica e Inmótica.*
3. Leonardo, A., *Sistema innovadores de iluminación.*
4. Orlay, M., *Tesis ,Eficiencia del Sistema de Iluminación de CEPRONIQUEL y su integración con los Sistemas Inteligentes.*
. 2010, ISMMM Dr. Antonio Núñez Jiménez.
5. Darlen, G., *tesis : Diseño y simulación de un sistema electrónico para el control del alumbrado público.*
. 2010.
6. Ramón, R., *Tesis : Análisis de la eficiencia energética del Sistema de alumbrado de la unidad Presupuestada “Las Camariocas”.* 2009, ISMMM Dr. Antonio Núñez Jiménez
7. Juan, C., *Tesis Eficiencia del Sistema de Iluminación del Bloque II de la C.T.E Lidio Ramón Pérez.,* in *Eléctrica.* 2010, Dr. Antonio Núñez Jiménez.
8. JORDAN, G., *Ahorro de energía en Cuba. La Habana: Editorial científico –técnica.* 1986.
9. Ibérica, P.L., *Catálogo Alumbrado Interior y Decorativo Profesional 1998/1999.* 1998.
10. Brian, A., *Intelligent buildings: applications of it and building automation to high technology construction projects.* edit 1988: p. 42-43.
11. 52, P.d.l.C., 12. *Comisión Internacional de Iluminación. Cálculos para Iluminación Interior. Método Aplicado.* 1982.
12. Electric, S., *SC3000 Series Line Voltage Switching Relay Pack Controllers Installation Guide.* octubre 2013.
13. Electric, S., *Room Controllers SC3000 Relay Pack.* octubre 2013.
14. Electric, S., *Hotel Room Controller Full Service & Luxury Guest Room Management Solutions.* 2016.
15. Electric, S., *SE8300 Series Installation Guide.* Mayo 2015.
16. Electric, S., *Hoja de características del producto (RSB1A120M7 relé de interface - 220 V CA - 1 AC).*
17. Electric, S., *Hoja de características del producto (MTN5510-1119 Detector de presencia ARGUS Master 1 canal).*
18. Schneider, E., *Hotel Guest Room Management Full Service and Luxury Solution.* Agosto 2016.

Anexos



Anexo 1 Conexión del HRC con la extensión E / S



Anexo 2 Sala de la suite



Anexo 3 Habitación de la suite



Anexo 4 Escritorio

Dividido En dos cuerpos. Unacómoda rectangular de madera natural, con similar diseño al del cabecero con cajones. Sobre este cuerpo se colocan objetos decorativos. Sobre este se apoyará un escritorio pintado en blanco con una esquina curva. Sobre este se colocará un cuadro con motivos similares a los de la zona, una lámpara de mesa con pantalla textil y pata metálica acabado mate. En la pared un espejo redondo, con marco metálico. Se colocaran separadores de piso.



Anexo5 Mesa de comedor

Con pie central en madera natural y sobre lacado blanco. Sillas tapizadas con patas metálicas. Se colocaran separadores de piso.



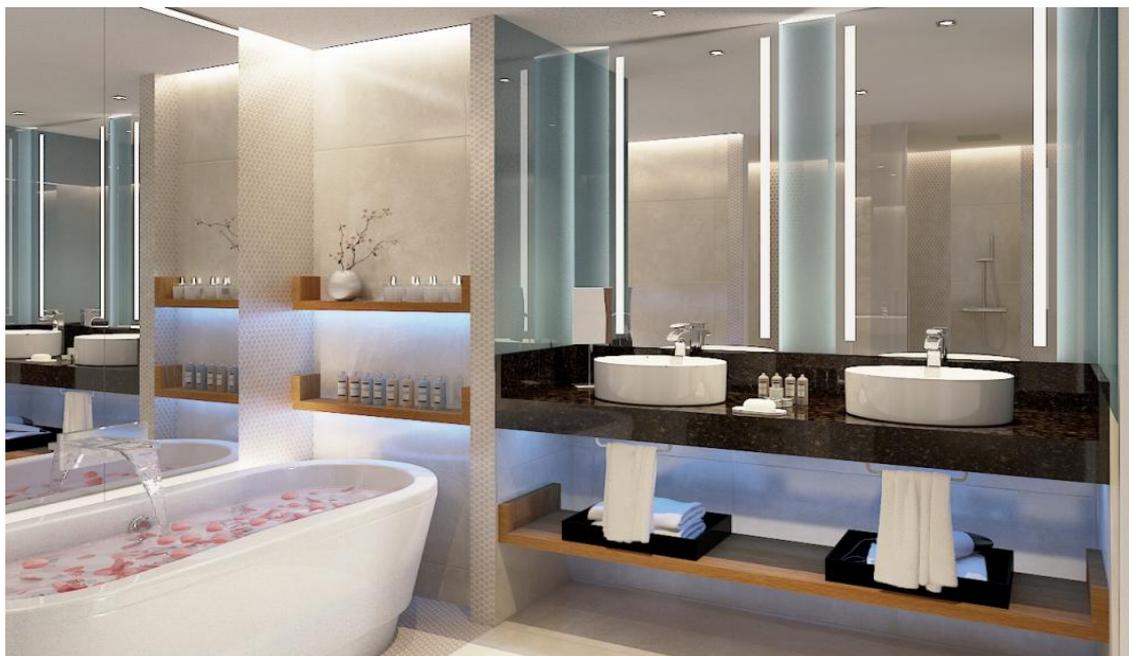
Anexo 6 Mueble mini bar

Integrado en un nicho. Será con estructura de madera con frente de puertas y gavetas en madera natural y sobre lacado blanco. En la pared del fondo, para dar mayor amplitud, un espejo de lado a lado con iluminación indirecta.



Anexo 7 Sofá

Con estructura de madera, tapizado y con cojines decorativos desenfundables. Alfombra con diseño abstracto en diferentes tonos azules. Butaca con estructura de madera, tapizada y con pata central metálica. Mesas lateral y central de madera lacada en blanco, con patas cruzadas metálicas. Elementos decorativos cerámicos, esmaltados en color, sobre mesa central. Grupo de lámparas de vidrio ahumado suspendidas sobre la mesa auxiliar. Se colocarán separadores de piso.



Anexo8 Baño de la suite

Encimera de baño

De granito negro pulido, espejos con iluminación y trasera de vidrio color azul, con balda de madera de roble o similar, tratada para la humedad.

Vidrio transparente

Con un tono gris humo para cabina de ducha

Vidrio opaco

Con un tono blanco para independizar la cabina del inodoro

Bañera exenta

Con lateral en espejo iluminado indirectamente



Anexo9 vista de toda la habitación



Anexo10 Zona de mini bar.

Situado entre los dos armarios, en el pasillo de acceso a la habitación, se trata de un mueble de madera, acabado cedrillo natural o similar, con puertas en blanco siguiendo las mismas pautas de diseño que en el resto de muebles de la habitación. Las puertas sin tirador se abren mediante la ranura de separación entre la tapa de mármol y la puerta, dejando un ambiente mucho más limpio. La encimera será de mármol para una mayor durabilidad del mueble, al tratarse de una zona donde puede manipularse líquidos y alimentos.



Anexo11 Baño de una habitación estándar