



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN**

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Eléctrico.

Tema

ESTUDIO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO
RIGOBERTO LÓPEZ PÉREZ PARA EL CONTROL DE (ILUMINACIÓN,
FUERZA, A/C)

Autores

Br. Steven Moisés Mejía Alemán

Br. Benjamín Balmaceda Trujillo

Tutor:

Ing. Marlovio José Sevilla Hernández

Asesor:

MSc. Ing. William Alberto Mejía Norori

Septiembre del 2023

Managua, Nicaragua

Managua, Nicaragua 16 de agosto de 2022

Universidad Nacional de Ingeniería

Estimado,

Ing. Melvis Martínez.
Responsable de oficina de acceso a la información pública.

Por medio de la presente nos dirigimos a usted, para solicitar los planos eléctricos del edificio Rigoberto López Pérez, en AutoCAD. Dado que estamos realizando nuestra tesis monográfica, que sobre un estudio para la automatización del sistema eléctrico del edificio en mención, por lo que requerimos acceso a la información solicitada para poder llevar a cabo nuestro proyecto.

De antemano le agradecemos la atención prestada y nos despedimos de usted no sin antes desearle éxito en su profesión, y esperando una respuesta pronta y positiva a nuestra solicitud.



Benjamin Balmaceda Trujillo.

Carnet 2018-0112.



Steven Mohás Mejía Alemán.

Carnet 2018-0133U



Ing. Marlovia José Sevilla.

Docente de la FEC.

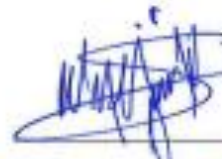
WILLIAM ALBERTO MEJÍA NORONHA
ING. ELÉCTRICO



LIC. 190

D.G.B.N.

Docente de



Ing. William Mejía Noronha

Docente de

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
OFICINA DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA
RECIBIDO

Hora:

Fecha:

Firma:

1:20 PM

17/8/22



Oficina de Acceso a la Información Pública

El suscrito **Coordinador de la Oficina de Acceso a la Información Pública de la Universidad Nacional de Ingeniería (OAIP - UNI)**, MGE. Ing. Melvis David Martínez Cano, mediante la presente acta, hace constar la entrega de la información, solicitada por el (la) ciudadano (a): **MARLOVID JOSE SEVILLA HERNANDEZ** lo que consiste en:

Solicitud No.	OAIP-002-2022	Fecha Entrega	07 / SEPTIEMBRE / 2022	Hora	11:50 AM
TIPO DE INFORMACIÓN A ENTREGAR					
PÚBLICA	☒	RESERVADA	☐	PRIVADA	☐
CITADANO QUE RECIBE LA INFORMACIÓN SOLICITADA					
DATOS DE LA PERSONA NATURAL					
Nombres: MARLOVID JOSE			Apellidos: SEVILLA HERNANDEZ		
Sexo:	Masculino ☒	Femenino ☐	Edad:	Profesión u oficio: INGENIERO ELECTRONICO	
Domicilio: IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA 2ª CUADRAS AL NORTE, MASATEPE, MASAYA					
Nº. Cédula:	408-040578-0302W	Cédula de Residencia	N/A	Nº. Pasaporte	N/A
Otro (Especifique):		Nº. Telefonos:	N/A	Nº. Celular:	82514278
Correo Electrónico: MARLOVID.SEVILLA@FEC.UNI.EDU.NI					
MARQUE CON "X" LA FORMA DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN					
Copia Simple	☐	Copia certificada	☐	Consulta en sala	☐
CD	☐	Memoria USB	☒	Correo Electrónico	☐
INFORMACIÓN QUE SE ENTREGA					
Nº	Nombre y descripción de la información entregada, del documento a parte del documento.				
01	PLANOS ELECTRICOS DEL EDIFICIO DE RLP-UNI				
COSTO DE LA INFORMACIÓN					
Reproducción C\$	Envío C\$		Tarifa de cancelación UNI No.		
Dado en la ciudad de Managua, el día <u>SIETE</u> del mes de <u>SEPTIEMBRE</u> del año dos mil <u>VEINTIDOS</u> , en la Oficina de Acceso a la Información Pública en el Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se firma en dos tantos de un mismo tenor.					
 Entrega GRATUITA Coordinador OAIP Nombre, firma y sello			 Recibe conforme Ciudadano		

☎ Teléfono: (505) 2270 1006
Móvil: (505) 8100 6942

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua,
Apdo. 5595

✉ oficina@oai.un.edu.ni
www.un.edu.ni

DEDICATORIA.

Dedicamos cada logro obtenido a Dios por prestarnos la vida, y a nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy la culminación de mis estudios profesionales, ya que ellos inculcaron en nosotros, el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades y salir victorioso de cada dificultad.

A nuestros hermanos por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar con nosotros en todo momento, y todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

A Dios por habernos permitido llegar hasta estos momentos de nuestra de vidas por acompañarnos y guiarnos en el camino a lo largo de todas las etapas de la nuestra existencia, por brindarnos fortaleza y la sabiduría para saber enfrentar todos los obstáculos que se nos han presentado durante nuestra vida.

A nuestros padres que nos han brindado su amor y apoyo incondicional a nuestros hermanos y familiares por su cariño y comprensión en todo momento.

Resumen del trabajo monográfico.

El presente trabajo monográfico se enfoca en el estudio de automatización del sistema eléctrico del edificio Rigoberto López Pérez, abarcando desde el primer hasta el quinto piso, con el objetivo de implementar un control eficiente de los sistemas de iluminación, fuerza y aire acondicionado.

El edificio Rigoberto López Pérez alberga una amplia variedad de espacios, tales como oficinas, salones de clase, áreas comunes y laboratorios. En la actualidad, el control de estos sistemas se realiza de manera manual, lo que implica una gestión ineficiente de los recursos energéticos y una falta de adaptabilidad a las necesidades cambiantes de los usuarios.

Para abordar esta problemática, se propone la implementación de un sistema de automatización basado en tecnologías de vanguardia, como sensores de movimiento, actuadores y sistemas de gestión centralizada. Este sistema permitirá optimizar el consumo energético al ajustar automáticamente la iluminación y la temperatura de acuerdo con la ocupación de cada área.

El estudio se realizará en varias etapas, comenzando con el relevamiento y análisis de las características eléctricas del edificio, así como de los patrones de uso y ocupación de los espacios. A continuación, se diseñará la arquitectura del sistema de automatización, considerando los requisitos técnicos, funcionales y de seguridad.

Posteriormente, se procederá a la implementación del sistema, instalando los sensores, actuadores y dispositivos de control en cada área del edificio. Se realizarán pruebas exhaustivas para verificar el funcionamiento correcto y la integración adecuada de todos los componentes.

Finalmente, se llevará a cabo una evaluación de los resultados obtenidos, analizando los beneficios alcanzados en términos de eficiencia energética, confort

de los usuarios y reducción de costos operativos. Asimismo, se identificarán posibles mejoras y recomendaciones para futuras ampliaciones o adaptaciones del sistema.

Se espera que este estudio de automatización del sistema eléctrico del edificio Rigoberto López Pérez proporcione una base sólida para la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas en el ámbito de la gestión energética en edificaciones. Además, se espera que los resultados obtenidos puedan ser aplicados como referencia en proyectos similares, promoviendo la eficiencia energética y el uso responsable de los recursos en el sector de la construcción.

Contenido

Introducción	1
Objetivos.....	2
Objetivos General	2
Objetivos Específicos.....	2
Justificación	3
Marco teórico	4
Automatización de Edificios	4
Historia de la automatización de edificios	5
1.1 Alcance del trabajo.....	6
1.2 Procedimientos para la automatización del edificio.	6
Figura 2: Esquema de automatización del edificio R.L.P	8
1.3 Niveles de inteligencia en los edificios con automatización	8
1.4 Ventajas de la automatización de edificios.....	9
1.5 Automatización con el PLC LOGO.....	10
1.6 Dispositivos técnicos utilizados	10
1.7 Controlador programable	11
1.7.1 LOGO de siemens	11
1.7.2 Usos más comunes del LOGO	12
1.7.3 Elementos de LOGO	12
1.8 Función del LOGO	13
1.8.1 Funciones generales (GF)	13
1.8.2 Funciones especiales.....	14
1.9 Programación del PLC LOGO.....	19
1.10 Lenguajes de Programación del PLC Logo	20
2.1 Propuesta de equipamiento para la automatización del edificio	20

2.2 Definición de sensores	21
2.3 Funciones de los sensores	21
2.4 Características de los sensores	22
2.5 Sistema de iluminación	23
2.6 Sensores Duales	27
2.7 Sensor crepuscular.	30
2.8 Programación del sistema de iluminación	32
2.9 Sistema de climatización.....	33
2.10 Sensor de temperatura.	35
2.11 Programación para el funcionamiento del sistema de A/A	37
2.12 Sistema de fuerza	39
2.13 Programación del sistema de Fuerza	39
2.14 Módulos de ampliación.....	40
2.15 Modo Maestro/Esclavo.....	41
2.16 Comunicación vía Ethernet	42
2.17 Dispositivos de protección y mando.....	43
2.18 Servidor de Control de Accesos.	44
3 .1 Factibilidad técnica y económica.....	44
3.2 Evaluación económica	45
3.3 Análisis económico	45
3.4 Tipo de suministro eléctrico.....	47
3.4.1 Factor simultaneidad.....	48
3.5 Consumo energético.	49
3.6 Propuesta de equipamiento/ factibilidad operativa.....	52
3.7 Justificación financiera del proyecto.....	53

Conclusiones.	56
Recomendaciones	57
Bibliografía	58
Anexos	61

Introducción

En la actualidad el desarrollo constante de la tecnología, ha conllevado a la sociedad a cambiar nuestro estilo de vida, adaptándose a un entorno inteligente, una manera de aprovechar la tecnología es controlar los sistemas a larga distancia, de tal forma, nos ahorre trabajo y personal para realizar una determinada tarea.

La Universidad Nacional de Ingeniería cuenta con el edificio Rigoberto López Pérez (R.P.L.) de 5 pisos, distribuidos en dos plantas ala (A y B), tiene un sistema eléctrico tradicional; donde, los dispositivos que gobiernan el sistema eléctrico están de manera manual por lo que se da un desperdicio de energía, por la gran cantidad de equipos conectados sin ser utilizados.

Como futuros ingenieros eléctricos, hemos notado la necesidad de aprovechar la energía eléctrica de forma más controlada y eficiente, para reducir los costos de consumo y del personal encargado del control de los dispositivos.

Al tener los equipos funcionando mientras no se requieren o simplemente no hay ninguna persona que justifique su funcionamiento, estos equipos consumen energía de forma innecesaria y disminuyen su vida útil, observando esta problemática se presentara una propuesta de un sistema inteligente para automatizar el sistema de iluminación, unidades de A/C, empleando controladores y sensores que contribuyan a simplificar y automatizar el sistema de control del edificio por medio de la tecnología de automatización mediante la domótica.

La investigación pretende hacer énfasis en la automatización de los sistemas de iluminación, fuerza y aire acondicionado que integran el edificio, tomando en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso para que el sistema pueda funcionar de una forma autónoma e integral.

Objetivos

Objetivos General

- Realizar un estudio que permita proponer un sistema automatizado para el monitoreo y control del estado del sistema eléctrico en el edificio R.L.P (del primer al quinto piso).

Objetivos Específicos

- Definir el alcance de la automatización del edificio R.L.P, analizando los planos y la tecnología disponible.
- Realizar una propuesta para automatizar el sistema eléctrico del edificio R.L.P que facilite el control de los subsistemas eléctricos a distancia de luminarias y tomas.
- Determinar la factibilidad técnica y económica de la implementación del sistema de control a proponer para el edificio R.L.P.

Justificación

Este estudio es de importancia para la Universidad Nacional de Ingeniería, ya que sería un paso a la modernización del sistema, independizándose de los sistemas tradicionales, esta tesis integra la automatización de los sistemas de iluminación, fuerza y A/C, de los cinco pisos y dos alas A y B, las cuales se adecuan a la realidad del edificio R.L.P, brindando la posibilidad de manipular el sistema eléctrico a larga distancia y que pueda ser realizado por una persona, lo que originaría un cambio significativo en la reducción del personal para este trabajo, provocando un ahorro en gastos de operación y eficiencia energética del sistema en el edificio.

Se pretende dotar al personal con el conocimiento tecnológico y herramientas que faciliten las actividades de control de los sistemas de luminarias, abanicos y aires acondicionados, se excluye el sótano del edificio, debido a que posee un sistema de respaldo y protección del Nic.Ni.

Este estudio presenta un enfoque de innovación en la operacionalización de un proceso automatizado, logrando establecer los requerimientos o estándares básicos que se deben tomar en cuenta para la automatización del edificio R.L.P, utilizando la tecnología y la integración de sistemas y datos.

Esto es un paso importante para obtener las metas deseadas de ahorro, competitividad, eficiencia autonomía, control, y optimización de los recursos.

Marco teórico

Automatización de Edificios

La automatización de edificios es un conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como un medio para satisfacer necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, del hombre y de su entorno más cercano. Todas las necesidades se deben satisfacer de forma global. En estos casos no se puede hablar de edificio inteligente, sino simplemente de la automatización de tal o cual actividad.

Un edificio Automatizado, es aquel que incorpora sistemas que responden de forma automática a necesidades y requerimientos cambiantes, maximizando el uso del edificio y los costos de operación. Un edificio inteligente es el que acerca más y más la informática y las telecomunicaciones a modo de que ya no se hablen de ellas por separado si no en conjunto, entonces es un edificio inteligente aquel que además de ser automatizado se le agrega la tecnología de la información relacionada con el área de la automatización de la actividad. Incluyendo ya forzosamente aspectos como flexibilidad, diseño, automatización del edificio, planificación del espacio y telecomunicaciones (Salcedo, 2008).

Su principal característica es que debe ser eficiente en el uso de la energía y el agua, así como incorporar nuevas tecnologías, actualización de equipos y cambios en la distribución interna de las oficinas, entre otros. Incluso se dice que la única característica que tienen en común todos los edificios inteligentes es una estructura diseñada para realizar cambios de una manera conveniente y económica.

Entre los sistemas que formaran parte de la automatización del edificio RLP se tienen:



Figura 1: representación de los sistemas eléctricos del edificio R.L.P a automatizar

Historia de la automatización de edificios

Los procesos de automatización se remontan al siglo XIX con el inicio del desarrollo industrial. Con el paso de los años los sistemas han sido perfeccionados, hasta llegar al punto en donde las industrias basan gran parte de sus procesos de producción en tareas automatizadas.

Estados Unidos y Japón en 1977 fueron los pioneros en dar una noción de un edificio o inmueble inteligente. Desde ese año se realizan estudios y análisis sobre el impacto que tiene la automatización en la sociedad y la rentabilidad que se obtiene al implementar esta tecnología.

El concepto de edificios automatizados, se desarrolló en Asia a finales de la década de los 80'S, específicamente en Japón, empleando las tecnologías de información, con el objetivo de lograr espacios que proporcionaran un ambiente más confortable, seguro y estimulante, haciendo que estos proyectos se tornaran más competitivos dentro del mercado. La automatización de las tareas del hogar es un tema reciente, actualmente se permite a los usuarios mayor comodidad, ahorro de energía y dinero al momento de desarrollar, implementar y utilizar las tecnologías, diseñadas específicamente para el ambiente doméstico.

Actualmente los edificios son diseñados y construidos con propósitos específicos, el diseño de algunos está dirigido para un mercado especial, en su mayoría, los dispositivos de control ahora están alcance económico tanto a empresas y

edificios más pequeños, esto ha permitido a un nuevo termino nacido domótica, que proviene de domus. (Castro, 2011, pg 6).

1.1 Alcance del trabajo.

En esta investigación será necesario diseñar y programar el esquema operacional, que cumpla con todas las condiciones para un buen funcionamiento de la automatización del edificio R.L.P, con el módulo lógico programable Logo utilizando el software Logo Soft Comfort. Considerando los niveles de permisividad que dispone la Universidad, esto con el propósito de conseguir información clasificada y privada, como diseño del edificio con sus planos eléctricos y estructurales, así como la tecnología necesaria para la automatización.

El sistema de automatización a implementarse tiene como finalidad obtener la mayor cantidad de beneficios entre los cuales se puede mencionar: ahorro, eficiencia, optimización, control, manejo y la reducción de costos en las diversas áreas de las 5 plantas y dos alas A-B que conforman el edificio. Las tareas a realizarse para cada uno de ellos se especifican a continuación:

- Control del sistema automático de iluminación.
- Control del sistema aire acondicionado.
- Control del sistema de fuerza.

1.2 Procedimientos para la automatización del edificio.

1. Se realizo la solicitud de los planos en la oficina de Acceso a la información pública en la Universidad, por medio de una carta con el visto bueno del tutor y del asesor, seguidamente de nuestras firmas.
2. Con la ayuda de los planos estructurales y eléctricos facilitados por la oficina de acceso a la información pública, se definió cada uno de los sistemas a Automatizar en el edificio, de forma individual (Iluminación, aire acondicionado, sistemas de fuerza.) garantizando que los sistemas funcionen

de forma automática con la menor intervención humana, integrándolos con variables de comunicación con el fin de que cumplan con el mismo objetivo acoplándose de forma adecuada, para obtener optimización de recursos, ahorro de energía, confort, control, etc.

3. Se realizó la definición de la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable, garantizando que operen de forma independiente cuando sea necesario, esto se logrará programando las variables de entrada para que operen salidas cuando sea necesario.
4. Se realizaron los cálculos correspondientes, acorde a las áreas de trabajo en la operación de cada sistema, para formar las condiciones de movimiento.
5. Se diseñó y programó el esquema de mando de cada uno de los pisos.
6. Se verificó el funcionamiento simulando el programa asegurando que se ajuste a las condiciones propuestas.
7. Se programó desde la PC utilizando un cable RJ45 hacia el PLC-LOGO 230 RC.
8. Finalizada la descarga se acopló el PLC-LOGO 230 RC con los módulos de ampliación, posteriormente se realizan las conexiones con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra.
9. Se realizó el cableado del Ethernet/IP en cada uno de los pisos según diseño.

En la figura 2, se puede apreciar como sería el esquema de automatización del edificio Rigoberto López Pérez.

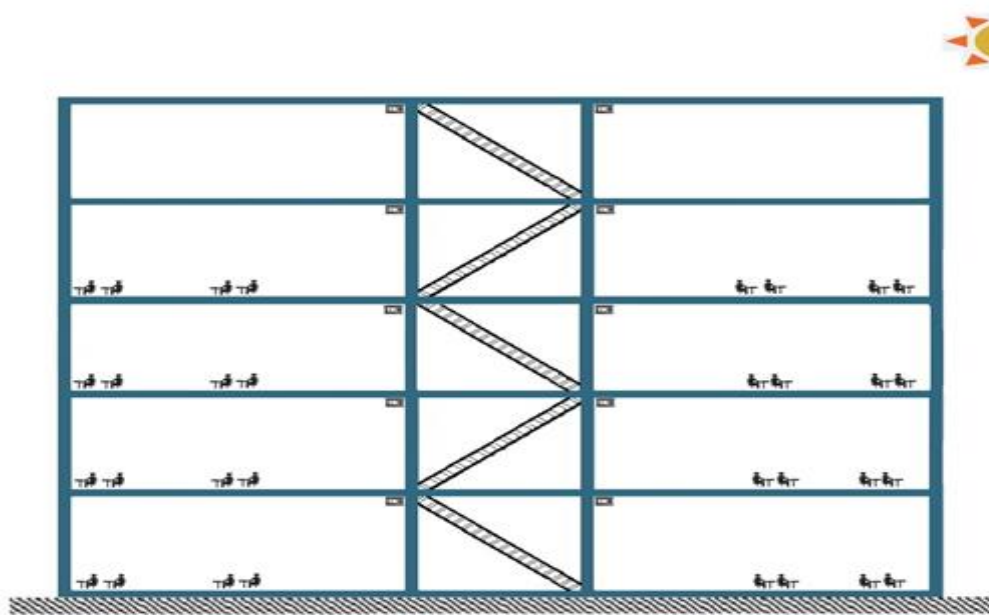


Figura 2: Esquema de automatización del edificio R.L.P

1.3 Niveles de inteligencia en los edificios con automatización

Es muy complicado diferenciar los edificios inteligentes de los no inteligentes o convencionales, pero ya viéndolos desde el punto de vista tecnológico se establecen varios parámetros en los que se pueden diferenciar. El nivel de inteligencia de un edificio es una medida:

- De la satisfacción de las necesidades de los habitantes y su administración.
- De la posibilidad de respetar y adaptarse al medio ambiente que lo rodea.

Existen tres grados de inteligencia, catalogados en función de la automatización de las instalaciones o desde el punto de vista tecnológico:

Nivel 1: Inteligencia mínima o básica.

Un sistema básico de automatización del edificio, el cual no está integrado. Existe una automatización de la actividad y los servicios de telecomunicaciones, aunque no están integrados.

Nivel 2: Inteligencia media.

Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado. Sistema de automatización de la actividad, sin una completa integración de las telecomunicaciones.

Nivel 3: Inteligencia máxima o total.

Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados. El sistema de automatización del edificio se divide en: sistema básico de control, sistema de seguridad y sistema de ahorro de energía. (Torres, 2000)

A final la inteligencia de un edificio es una medida dada de los siguientes rubros:

- En la medida que exista una administración eficiente de los recursos del edificio.
- En la posibilidad de adaptarse al medio ambiente que le rodea, y se satisfagan las necesidades de confort, seguridad y comunicación de los usuarios en sus áreas de trabajo.

1.4 Ventajas de la automatización de edificios

Según (Astudillo 2012) “La automatización implica la creación de un sistema centralizado, hardware y software, para la monitorización y control de los distintos sistemas que componen un edificio. Entre las ventajas que nos permite la automatización y la inteligencia de estos tipos de edificios, se tienen:

- Normalización en los sistemas de cableado eléctrico, lo que además ayuda a modificaciones y actualizaciones en los sistemas de control.

- Un alto valor del edificio y su arrendamiento por su potencial manejo y control individual.
- Administración de la energía y su costo, a través de un control programable, por zonas, días y horas, fijo o momentáneo.

Los ocupante o arrendatarios del edificio pueden manejar el sistema de control mediante una computadora o por teléfono.

El sistema de control puede ser monitoreado para varios propósitos, historial de consumo de energía, estado de iluminación en sectores, entre otros. Fallas, anomalías, servicios, alarmas, etc., serán rastreadas por el sistema control” (p.39). Para los usuarios un edificio inteligente ofrece un lugar de trabajo y un ambiente seguro, diseñado ergonómicamente y en función de las personas para aumentar su productividad y estimular su creatividad. Provee también servicios sofisticados de computación y telecomunicaciones. En hoteles y residencias debe proporcionar un ambiente que sea confortable y “más humano”, evitando así los entornos fríos e impersonales. (Kirschning,1992).

1.5 Automatización con el PLC LOGO

Hace algunos años se automatizaba con sistemas basados en relevadores, tenían un tiempo de vida limitado, utilizaban espacios enormes y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto y costoso. Con el avance de la tecnología se han implementados controladores lógicos programables como el PLC LOGO, el cual ha evolucionado, tanto en funciones como en tamaño y adaptabilidad, tiene las bondades de fácil programación, larga vida útil, resistente a ambientes difíciles, económico, podría compararse al cerebro que acciona los otros componentes, en función de las necesidades de control.

1.6 Dispositivos técnicos utilizados

Para la realización de esta tesis monográfica referida al estudio de automatización del sistema eléctrico del edificio R.L.P se consideró utilizar un controlador programable PLC LOGO 230RC, con módulos de ampliación debido a que se requiere más entradas de las que ofrece el LOGO, se utilizaran herramientas que detectan y responden a todo tipo de información de señales eléctricas u ópticas como lo son los sensores, también se empleó un tipo de comunicación para interactuar entre la PC y el controlador lógico programable.

1.7 Controlador programable

El controlador programable son módulos lógicos inteligentes que se utilizan para proyectos de automatización, principalmente en contexto industrial donde grandes y complejas instalaciones trabajan con muchos procesos, permitiendo realizarlos con poca o ninguna intervención humana, gracias a su bajo costo es posible emplearlos en diversas tareas de automatización personalizadas según lo requerido, sus características ofrecen una vida larga y funcional, permiten resistir el ambiente hostil, abarcando un espacio pequeño comparado con otras opciones de automatización.

1.7.1 LOGO de siemens

LOGO es el autómeta más «pequeño» y compacto de Siemens, esta característica lo diferencian de otros módulos lógico, es económico y cuenta con una pantalla que permite visualizar el estado de la programación, puede utilizarse en controles bastante avanzados gracias a la gran cantidad de posibilidades de programación que tiene, desde controles proporcionales integrales hasta generadores de impulsos, cuenta con un lector de tarjeta micro SD permitiendo almacenar la información de forma segura.



Figura 3: Logo 230RC

1.7.2 Usos más comunes del LOGO

- Automatización de cintas transportadoras
- Medidor de energía
- Control de bombas
- Control de temperatura
- Arranques en estrella y triángulo
- Alternancia de compresores.

Otro campo de aplicación es la Domótica, orientado principalmente a electricistas y técnicos de automatización de edificios y viviendas. Estos se utilizan en sistemas de gestión inteligente de luces, alumbrados publicados, climatización, ascensores, señales de tránsito, entre otros usos. (Aula21, 2023)

1.7.3 Elementos de LOGO

LOGO Cuenta con diferentes elementos en el modo de programación. Estos elementos se detallan como:

- Co: Lista de los bornes (Conector)
- GF: Lista de las funciones básicas
- SF: Lista de las funciones especiales
- BN: Lista de los bloques disponibles para el circuito

1.8 Función del LOGO

Según, Aula21(2023) nos indica que “Por lo general, LOGO de Siemens se utiliza para tareas de automatización simples, dispone de bloques de funciones listos para su uso en diversas aplicaciones de uso doméstico o profesional como pueden ser un invernadero, un terrario, un autolavado de coches y un gran número de usos inacabables” (p. 2), Además, se utiliza con mucha frecuencia en el control de edificios y está certificado para áreas domésticas.

1.8.1 Funciones generales (GF)

Según (Hyllary Trujillo, 2015) Las funciones generales son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole. Todas las funciones AND, OR, XOR, NAND y NOR tienen tres entradas y una salida. La función inversora, NOT, tiene una entrada y una salida. Y la función OR exclusiva (XOR) posee dos entradas y una salida. Las operaciones combinacionales más comunes se realizan con los bloques de funciones básicas, conexión serie, paralelo, negación, etc.

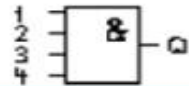
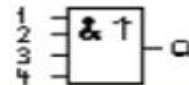
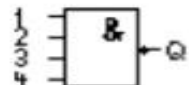
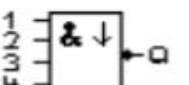
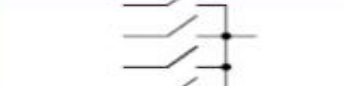
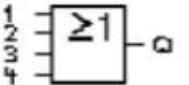
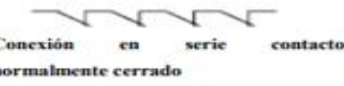
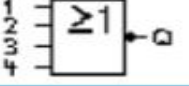
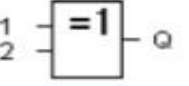
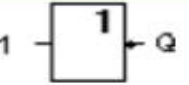
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 Conexión en serie contacto normalmente abierto		Y o AND
		AND con evaluación de flanco
 Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado		AND – NEGADA (NAND)
		NAND con evaluación de flanco
 Conexión en paralelo contacto normalmente abierto		O (OR)
 Conexión en serie contacto normalmente cerrado		O – NEGADA (NOR)
 Alternador doble		O – EXCLUSIVA (XOR)
 Contacto normalmente cerrado		INVERSOR (NOT)

Figura 4: Simbología de las funciones generales del logo

1.8.2 Funciones especiales

Las funciones especiales se distinguen por la denominación diferente de sus entradas. Contiene funciones de tiempo, remanencia y diferentes posibilidades de parametrización para adaptar el programa a sus necesidades.

Designaciones de las entradas de las funciones especiales:

- Temporizador con retardo a la conexión Activa la salida Q una vez que ha transcurrido el tiempo programado.
- Temporizador con retardo a la desconexión Desactiva la salida una vez transcurrido el tiempo programado. El temporizador se pone en marcha en flanco descendente.
- Relé de impulsos Tiene el mismo funcionamiento que un telerruptor. La salida cambia de estado, de 0 a 1, cada vez que cambia la señal en la entrada Trg.
- Reloj Permite controlar los instantes de activación y desactivación de la salida en un día de la semana y a una hora determinada con la precisión de un minuto.
- Relé de auto mantenimiento
- Función biestable R-S. Permite realizar la función paro-marcha típica de los automatismos a contactores. La situación no permitida $R=1$ $S=1$ se soluciona dando preferencia a R.
- Generador de pulsos
Genera pulsos de reloj a intervalos iguales. Funcionamiento similar a un intermitente.
- Temporizador a la conexión con memoria. De funcionamiento similar al temporizador a la conexión, pero con la característica que no es necesario mantener la señal en Trg para que el temporizador funcione.

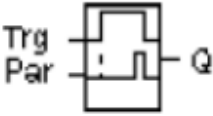
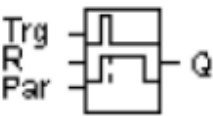
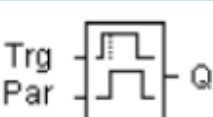
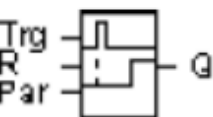
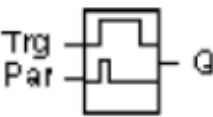
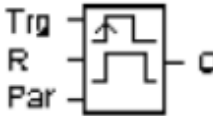
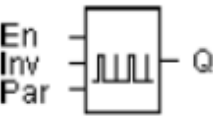
Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
TIEMPOS		
	Retardo a la conexión	Rem
	Retardo a la desconexión	Rem
	Retardo a la conexión/desconexión	Rem
	Retardo a la conexión con memoria	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem
	Relé de barrido disparado por flanco	Rem
	Generador de impulsos asíncrono	Rem
	Generador aleatorio	

Figura 5: Simbología de las funciones especiales del logo

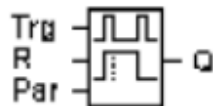
	Interruptor de alumbrado para escalera	Rem
	Interruptor confortable	Rem
	Temporizador semanal	
	Temporizador anual	

Figura 6: Simbología funciones especiales logo

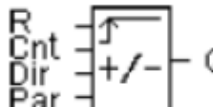
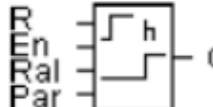
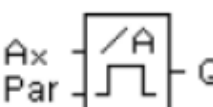
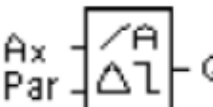
	Contador avance/retroceso	Rem
	Contador de horas de funcionamiento	Rem
	Interruptor de valor umbral	
INTERRUPTOR		
	Conmutador analógico de valor umbral	
	Interruptor analógico de valor umbral diferencial	

Figura 7: Simbología funciones especiales logo y interruptores

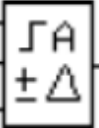
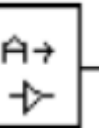
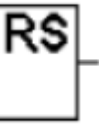
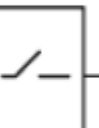
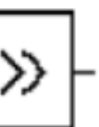
$\hat{A}_x$ $\hat{A}_y$ Par 	Comparador analógico	
E_n $\hat{A}_K$ Par 	Vigilancia del valor analógico	
$\hat{A}_K$ Par 	Amplificador analógico	
OTROS		
S R Par 	Relé autoenclavador	Rem
Trg no Par 	Relé de impulsos	rem
E_n P Par 	Textos de aviso	
E_n Par 	Interruptor de software	Rem
In Trg Dir Par 	Registro de desplazamiento	Rem

Figura 8: Simbología de interruptores logo y otras funciones

1.9 Programación del PLC LOGO

En el segundo objetivo se realiza una propuesta para automatizar el edificio

El PLC utiliza un lenguaje de programación gráfico fácil y popular mediante el editor Logo Soft Comfort, para nuestros sistemas de control del edificio RLP, utilizaremos el diagrama FUP (símbolos lógicos), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos elaborados en la PC, existen otros 2 tipos de diagramas eléctricos como los son el AWL (lista de instrucciones) y el KOP (diagrama escalera o símbolos eléctricos).

El editor Logo Soft Comfort se visualiza en la PC, donde se realiza el programa permitiendo plasmar los símbolos lógicos y elementos tanto de entradas como de salidas, facilitando saber la causa de que exista un error en el diagrama y poder corregirlo con facilidad, el programa puede ser descargados directamente mediante un cable de red al Logo o diseñado manualmente en el LOGO, los programas son guardados en una RAM o en la memoria flash, posee una batería propia.

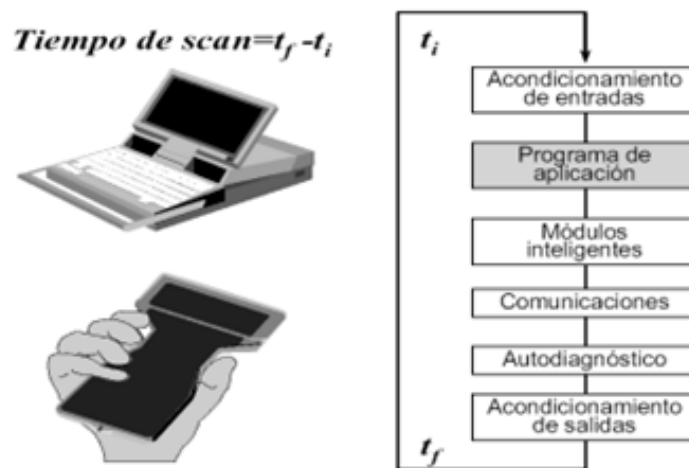


Figura 9: Esquema del mini PLC LOGO

1.10 Lenguajes de Programación del PLC Logo

Según Sarango (2010), Existen diferentes tipos de lenguajes de programación, en los cuales pueden existir letras, códigos o números de acuerdo con la sintaxis establecida de la marca del PLC, de los cuales tenemos los siguientes (p, 6):

- Escalera ("ladder") representación gráfica con bobinas similar a los diagramas con contactos eléctricos, se lo conoce como diagrama de contactos o escalera.
- FBD diagrama de bloques funcionales donde el lado izquierdo son las entradas y el lado derecho las salidas
- ST Programa en pascal, es una línea de sentencia que termina con cada sentencia de interacción.
- SFC secuencia de funciones Chart donde cada transición es atada a una condicional.
- Lenguajes de alto nivel (Grafcet, lenguaje de programación). (P.7)

El lenguaje que hemos utilizado es el MINIPLC LOGO son dos el FUP y KOP y el que utilizaremos es el FUP ya que es de mayor comprensión para el usuario.

En el lenguaje KOP los usuarios familiarizados con el diseño de esquemas de circuitos utilizan el editor KOP y los usuarios familiarizados con los cuadros lógicos de algebra booleana utilizan el editor FUP.

2.1 Propuesta de equipamiento para la automatización del edificio

En el segundo objetivo se define los dispositivos de entrada y salida que se utilizaran para la automatización de los sistemas eléctricos del edificio, así como definir sensores para los pasillos, aulas y oficinas y sensores de temperatura para los aires acondicionados entre otros.

Sensores.

2.2 Definición de sensores

Según (2023 Balluff) Un sensor transforma una acción física que se va a medir en un equivalente eléctrico y lo procesa, de forma que las señales eléctricas se puedan transferir y procesar fácilmente. El sensor puede emitir si hay un objeto presente o no (binario) o qué valor de medición se ha alcanzado (analógico o digital).

2.3 Funciones de los sensores

Según SDI (2022) Los sensores reaccionan a los cambios de las condiciones físicas alterando sus propiedades eléctricas. Por lo tanto, la mayoría de estos dispositivos industriales dependen de sistemas electrónicos para capturar, analizar y transmitir información sobre el medio ambiente.

Estos sistemas electrónicos se basan en los mismos principios que los circuitos eléctricos para funcionar, por lo que la capacidad de controlar el flujo de energía eléctrica es muy importante. Es decir, un sensor convierte los estímulos como el calor, la luz, el sonido y el movimiento en señales eléctricas. Estas señales se pasan a través de una interfaz que las convierte en un código binario y lo pasa a una computadora para ser procesado.

Los sensores se encargan de captar la información del entorno o instalación domótica, pues tienen la capacidad de convertir un tipo de corriente eléctrica o tensión en una magnitud física y química. Esto se debe a que conjugan el trabajo de un sistema inteligente al analizar los diferentes estímulos en una vivienda, transformándolos en un impulso digital captado por un dispositivo en específico.

En ese sentido, estos generan una respuesta determinada dependiendo del tipo de sensor para domótica que utilices. Pero, sin duda, este trabajo va más allá del simple parámetro de encendido/apagado que tienen los interruptores regulares.

2.4 Características de los sensores

Los sensores a su vez pertenecen a los elementos de entrada de datos de un sistema de control automático, por lo que poseen características específicas, entre las más importantes podemos encontrar.

Rango. Es el valor mínimo y máximo de la variable física que el sensor puede percibir o medir.

Amplitud. Es la diferencia entre los valores máximos y mínimos de entrada.

Exactitud. El error en la medición se especifica en términos de precisión. Se define como la diferencia entre el valor medido y el valor real. Se define en términos de % de la escala completa o % de la lectura.

Precisión. Se define como la cercanía entre un conjunto de valores y es diferente de la exactitud.

Sensibilidad. Es la relación entre el valor de la salida y el valor de la entrada.

La alineación. Es la máxima desviación entre los valores medidos de un sensor de la curva ideal.

Histéresis. Es la diferencia en la salida cuando la entrada varía de dos maneras, aumentando y disminuyendo.

Resolución. Es el cambio mínimo en la entrada que puede ser detectado por el sensor.

Reproducibilidad. Se define como la capacidad del sensor de producir la misma salida cuando se aplica la misma entrada.

Repetibilidad. Capacidad del sensor de producir la misma salida cada vez que se aplica la misma entrada y todas las condiciones físicas y de medición se mantienen iguales, incluyendo el operador, el instrumento, las condiciones ambientales, etc.

Tiempo de respuesta. Se expresa generalmente como el tiempo en que la salida alcanza un cierto porcentaje de su valor final, en respuesta a un cambio de paso de la entrada. (SDI, P2)

2.5 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación en el edificio R.L.P, permanece activo durante largos periodos de tiempo, aunque la luz natural aumente el nivel de iluminación requerido o el personal no esté utilizando las aulas del recinto, estos actos los convierte en el principal consumidor de energía del edificio.

La importancia de controlar el desperdicio de energía consumida en iluminación es para poder proporcionar un ahorro de la demanda energética del edificio. Actualmente el sistema de iluminación cuenta con el control de encendido o apagado dependiente del personal a cargo del edificio.

Para el edificio RLP no se realizaron los cálculos de iluminación, ya que cuenta con un sistema eléctrico existente con planos de referencia eléctricos y estructurales donde se muestra el detalle de la distribución, ubicación, interruptor y panel eléctrico de alimentación de cada uno de los circuitos de iluminación, la

siguiente imagen muestra el detalle la distribución de luminarias en cada planta del edificio.

Equipos a Instalar		UBICACIÓN
Cant	Descripción	
1er Piso ala A luminarias		
8	Luminarias tipo ojos de buey 2*18w	Primer piso ala A
16	Luminarias fluorescente 3*32w	Primer piso ala A
11	Luminaruas fluorescente 3*22w	Primer piso ala A
3	Luminarias LED 2*27w	Primer piso ala A
54	Luminarias LED 3*22 W	Primer piso ala A
1	Luminarias tipo ojos de buey 1*42w	Primer piso ala A
9	Luminarias tipo ojos de buey 2*32w	Primer piso ala A
1er piso ala B luminarias		
30	Luminarias fluorescentes 2*32w	Primer piso ala B
8	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Primer piso ala B
54	Luminarias LED 3*22 W	Primer piso ala B
2	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	Primer piso ala B
35	Luminarias tipo ojo de buey 2*26 w	Primer piso ala B
1	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	Primer piso ala B
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	Primer piso ala B

Tabla 1: Distribución de luminaria en el primer piso del edificio

2do PISO ala A luminarias		
75	Luminarias fluorescentes 2*32w	Segundo piso ala A
8	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Segundo piso ala A
9	Luminarias LED 3*22w	Segundo piso ala A
2	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	Segundo piso ala A
31	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	Segundo piso ala A
1	Luminaria tipo ojo de buey 1*42w	Segundo piso ala A
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	Segundo piso ala A
2do PISO ala B luminarias		
84	Luminarias fluorescentes 2*32w	Segundo piso ala B
8	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Segundo piso ala B
2	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	Segundo piso ala B
29	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	Segundo piso ala B
1	Luminaria tipo ojo de buey 1*42w	Segundo piso ala B
9	Luminaria tipo ojo de buey 2*32w	Segundo piso ala B

Tabla 2: Distribución de luminaria en el segundo piso del edificio

3er Piso Ala A		
86	Luminarias fluorescentes 2*32w	Tercer piso ala A
8	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Tercer piso ala A
2	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	Tercer piso ala A
31	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	Tercer piso ala A
1	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	Tercer piso ala A
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	Tercer piso ala A
3er PISO ala B		
8	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Tercer piso ala B
77	Luminarias fluorescentes 3*32w	Tercer piso ala B
2	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	Tercer piso ala B
31	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	Tercer piso ala B
18	Luminarias fluorescentes 2*32w	Tercer piso ala B
1	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	Tercer piso ala B

Tabla 3: Distribución de luminaria en el tercer piso del edificio

4to Piso ala A luminarias		
82	Luminarias fluorescentes 2*32w	Cuarto piso ala A
8	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Cuarto piso ala A
2	Luminarias fluorescentes 2*26w	Cuarto piso ala A
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	Cuarto piso ala A
2	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	Cuarto piso ala A
25	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	Cuarto piso ala A
4to Piso ala B luminarias		
87	Luminarias fluorescentes 2*32w	Cuarto piso ala B
8	Luminarias fluorescentes 2*18w	Cuarto piso ala B
1	luminarias ojo de buey 1*18 fluorescentes	Cuarto piso ala B
31	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	Cuarto piso ala B
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	Cuarto piso ala B
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	Cuarto piso ala B

Tabla 4: Distribución de luminaria en el cuarto piso del edificio

5to Piso ala A luminarias		
79	Luminarias fluorescentes 2*32w	Quinto piso ala A
16	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	Quinto piso ala A
2	Luminarias fluorescnetes 2*32w superficial	Quinto piso ala A
35	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	Quinto piso ala A
9	Luminaria tipo ojo de buey 2*32w	Quinto piso ala A
5to Piso ala B luminarias		
50	Luminarias de tubo fluorecentes 4*32 w	Quinto piso ala B
54	luminarias tipo ojo de buey de 3x 32 w	Quinto piso ala B

Tabla 5: Distribución de luminaria en el quinto piso del edificio

Las tablas 1,2,3,4,5 nos muestran detalladamente la descripción de luminarias de los 5 pisos del edificio R. L P. estas luminarias incluye aulas escolares, como oficinas, baños y pasillos y escaleras.

La importancia de controlar el sistema de iluminación para ahorrar energía, depende de las soluciones técnicas presente en el mercado, Por lo cual para nuestra investigación se plantea un sistema de control con tecnología dual , donde

se combina la tecnología PIR y Ultrasónica aprovechando las características de ambas tecnologías, obteniendo sensibilidad y exactitud de operación por eso este tipo de sensores se utilizara en áreas cerradas del edificio tales como , aulas, oficinas, cuartos de mantenimiento, baños y cuartos de paneles. Y para espacios abiertos como lo son los pasillos utilizaremos sensores crepusculares que se adaptan más a las necesidades de nuestro sistema.

2.6 Sensores Duales

Los sensores duales o de doble tecnología que utilizan tanto PIR (Infrarrojo) y tecnologías ultrasónicas, activan las luces solo cuando ambas tecnologías detectan la presencia de ocupantes.



Figura 10: Sensor dual

Esta configuración elimina virtualmente la posibilidad de falsos problemas que aparecen, y que requiere la tecnología ultrasónica para mantener las luces encendidas lo cual reduce significativamente la posibilidad de falsos problemas de encendido.



Figura 11: Funcionamiento de la tecnología dual

Los sensores de tecnología dual son una solución inteligente que puede ayudar a reducir el desperdicio de energía y proporcionar un nivel de comodidad para los ocupantes.

Trabajan utilizando una combinación de tecnología PIR y ultrasónica. A medida que los individuos se mueven a lo largo de un espacio determinado, el análisis de ondas ultrasónicas y el efecto Doppler ayudan a detectar el movimiento indirecto, mientras que los sensores infrarrojos pasivos monitorean la presencia directamente.

Este enfoque híbrido los hace extremadamente receptivos y altamente confiables, incluso en áreas grandes con obstrucciones o paredes divisorias. Ellos son la solución perfecta para la gestión de las luces en un espacio de oficina, biblioteca, instalaciones de fabricación comercial o gran área común.

Los sensores montados en lo alto de una pared y en las esquinas son apropiados para cubrir grandes áreas que presentan obstáculos.

La automatización del sistema de iluminación en las aulas y oficinas del edificio R.L.P, será controlado y supervisado por un operador que estará ubicado en la recepción del mismo, este sistema tendrá sensores duales combinando las dos tecnologías infrarrojos y ultrasonidos se encienden las luminarias de manera automática cuando una de las dos detecta presencia y las apaga cuando ninguna de las dos detecta presencia, se instalara uno en cada espacios de trabajo (según se muestra en el plano) estos enviaran una señal de comunicación maestro-esclavo utilizando bloques de red.

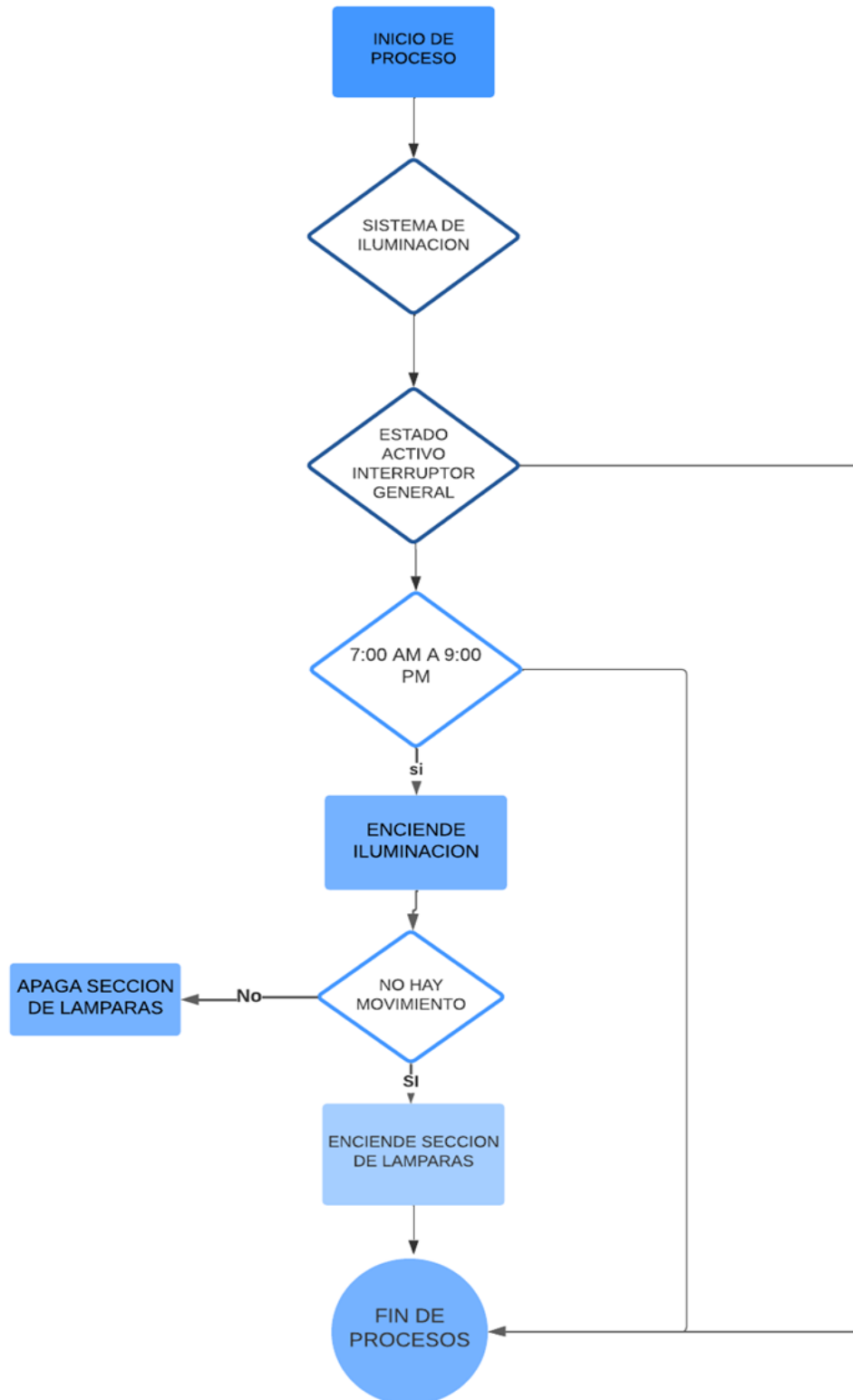


Figura 12: Diagrama de proceso de automatización del sistema de iluminación

2.7 Sensor crepuscular.

Este tipo de sensor se usa generalmente en áreas donde debe permanecer la iluminación encendida por una cantidad de tiempo predeterminada, como lo son pasillos, o exteriores, en nuestro caso los utilizaremos para la iluminación de los pasillos del edificio, ya que esta debe permanecer encendida en las horas de clase nocturna, generalmente iniciando a las 05:30 PM, por eso es necesario este tipo de sensores que entren en trabajo programados para ajustarlos según nuestra necesidad, o simplemente entrar en trabajo cuando no detecten luz.

Se suelen usar para automatización de encendido, o por ejemplo como sensor crepuscular. Se suele utilizar un fotodiodo de precisión, con especificaciones industriales. Para el tratamiento de la señal de medición se utilizan modernas tecnologías de sensores para obtener una alta sensibilidad en un amplio rango de luminancia, incluso en situaciones con mucha luz.

El MWS3A ofrece una capacidad única de detección de presencia/ausencia gracias a su cabezal ajustable.

- Detección constante de la luminosidad.
- Diseño de cabezal ajustable exclusivo para lograr el alcance requerido.
- Mecanismo de bloqueo para evitar su manipulación.
- Clasificación IP40.
- Con entradas para pulsadores.
- Programable mediante mando a distancia.

En la siguiente figura se muestra un modelo de sensor crepuscular.



Figura 13: sensor crepuscular

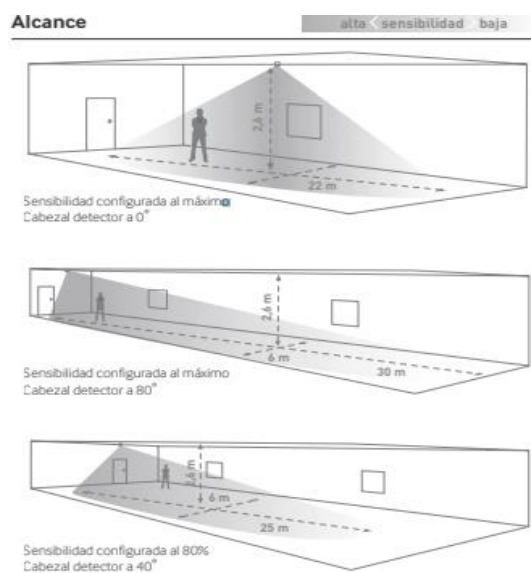


Figura 14: alcance del crepuscular

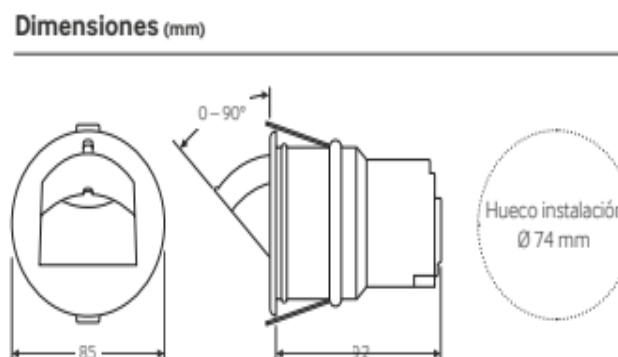


Figura 15: cabezal del sensor crepuscular

En la siguiente figura semuestra el circuito de automatizacion del sistema de iluminacion para el edificio R .L P. este circuito controlalara especificamente los sensores duales y los sensores crepusculares con pequeñas modificaciones para contrlar el nivel de iluminacion.

2.8 Programación del sistema de iluminación

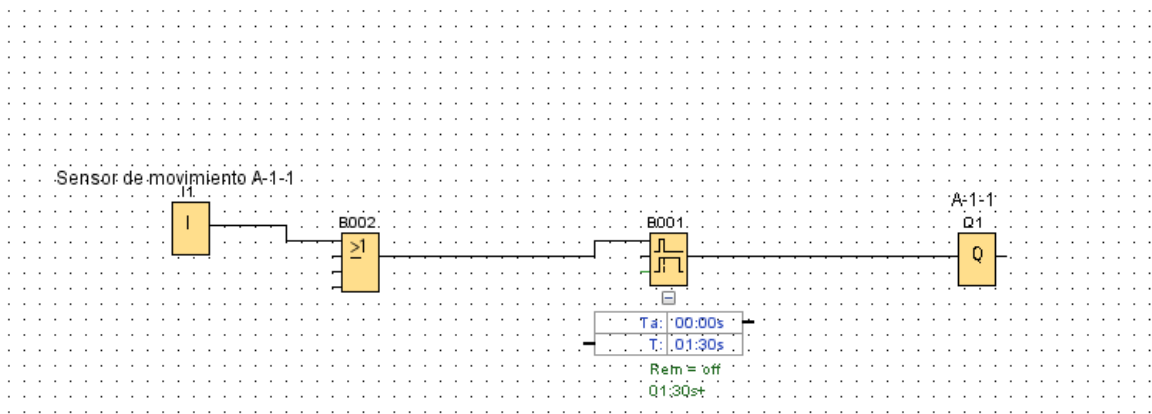


Figura 16: Diagrama de control del sistema de iluminación, empleando el software Logo.

El sistema de iluminación será controlado de la siguiente forma:

- La iluminación de los pasillos, recepción, oficinas y baños se encenderá de forma automática de acuerdo a los siguientes parámetros teniendo en cuenta que para pasillos se usaran un tipo de sensores y para el demás espacio ocuparemos otro sensor:
- Horarios establecidos de oficina, este horario de encendido de las lámparas estará sujeto a los horarios en que se labore en la oficina.

- Para las aulas de clase se tendrán en cuenta horarios de clase nocturno.
- La iluminación será controlada de forma automática mediante sensores de ocupación dual de acuerdo a si el sistema de iluminación se encuentre funcionando en horarios de clases y oficina y el sensor de presencia detecte presencia en el aula.
- Se tienen que cumplir estas dos condiciones forzosamente, de otra manera las lámparas no encenderán.
- El sistema de iluminación estará determinado por un horario y por condiciones como la detención de presencia, si se cumple con dicho horario y existe presencia en las áreas de trabajo se encenderán las luminarias correspondientes a dicha área, gobernada por el sensor de ocupacional o dual, al dejar de detectar movimiento en el área o al no cumplirse el horario las luces estarán apagadas y de esa forma realizamos un ahorro energético considerable.
- Por otra parte, el sistema de automatización para pasillos se usarán sensores crepusculares que detecten los niveles de luminosidad en los pasillos teniendo en cuenta que estas luminarias deben de pasar encendidas desde aproximadamente las 6 hasta horas que no sean de máxima prioridad.

2.9 Sistema de climatización.

El sistema de aire acondicionado es el mayor consumidor de energía ya que puede llegar a representar entre un 50 y 60% por el uso indiscriminado que se tiene, según el funcionamiento del aire acondicionado es mantener una temperatura constante, al elevar la temperatura enciende el compresor para circular el gas frío a través del

evaporador, y enciende el ventilador para recircular el aire en la habitación a través del evaporador, al modificar constantemente el valor de confort del clima provoca aumento del consumo de energía, cabe destacar que el sistema de aires acondicionados fueron diseñados para el control encendido y apagado de forma manual.

Es importante destacar que para este sistema de aire acondicionado no se realizaron los cálculos ya que el edificio cuenta con un sistema eléctrico existente con planos de referencia eléctricos y estructurales donde se muestra el detalle de la distribución, ubicación, control y panel eléctrico de alimentación de los circuitos de climatización.



Figura 17. Unidad de aire acondicionado Split

En la siguiente tabla se muestra a detalle la ubicación y existencia de aires acondicionados en cada piso del edificio R.L.P

Item	Cant	Descripción	UBICACIÓN
1er Piso ala A aires acondicionados			
1	1	Aire acondicionado de 36000 BTU	Primer piso ala A
2	1	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	Primer piso ala A
1er piso ala B aires acondicionados			
3	1	Aire acondicionado de 36000 BTU	Primer piso ala B
4	2	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	Primer piso ala B
5	1	Aire acondicionado de 36000 BTU	Primer piso ala B
2do piso ala A aires acondicionados			
6	2	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	Segundo piso ala A
2do piso ala B aires acondicionados			
7	2	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	Segundo piso ala B
8	3er Piso Ala A aires acondicionados		
9	1	Aire acondicionado tipo split 24000 BTU	Tercer piso ala A
10	3er Piso ala B aire acondicionado		
11	1	Aire acondicionado tipo split 24000 BTU	Tercer piso ala B
12	4to Piso ala A aires acondicionados		
13	1	Aire acondicionado tipo split 24000 BTU	Cuarto piso ala A
14	5	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	Cuarto piso ala A
15	5to Piso ala A aires acondicionados		
16	8	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	Quinto piso ala A
17	5to Piso ala B aires acondicionados		
18	3	Aire acondicionado 36 000 BTU	Quinto piso ala B
19	4	aire acondicionado 60 000 BTU	Quinto piso ala B

Tabla 6: distribución de aires acondicionados en los 5 piso del edificio.

2.10 Sensor de temperatura.

Para la medida de la temperatura se recurre a termostatos (detectores del tipo todo/nada que abren o cierran un contacto cuando el margen de temperatura ha sido superado) o bien a sensores o sondas de temperatura cuya señal eléctrica de salida (analógica o digital) es proporcional al valor de la temperatura real.

En la siguiente figura se puede apreciar un sensor de temperatura.



Figura 18: sensor o sonda de aires acondicionados Split.

Para este sistema se pretende usar los sensores duales de presencia y/o movimiento ya que al no detectar ninguna persona y al llegar a la temperatura requerida él se apagará automáticamente manteniendo así la temperatura establecida. Entre los 23 y los 28.5°C.

Aprovechando la tecnología existente en los aires acondicionados los cuales cuentan con un sensor de temperatura que se accionan automáticamente cuando entran en un rango de temperatura establecido y se pretenderá controlar este sistema con los sensores de movimiento duales utilizados anteriormente en el apartado sistema de iluminación ya que estos sensores nos permiten controlar el movimiento y la presencia de personas en un rango determinado.

En el edificio R L P este compuesto por unidades Splits ubicado en diferentes áreas del edificio se pretende que estos se enciendan de forma automática cuando cumplan los parámetros establecidos en la programación de los sensores de misma forma se desconectaran cuando no cumpla con estos parámetros. Este sistema solo estará activo durante los horarios establecidos de trabajo.

2.11 Programación para el funcionamiento del sistema de A/A

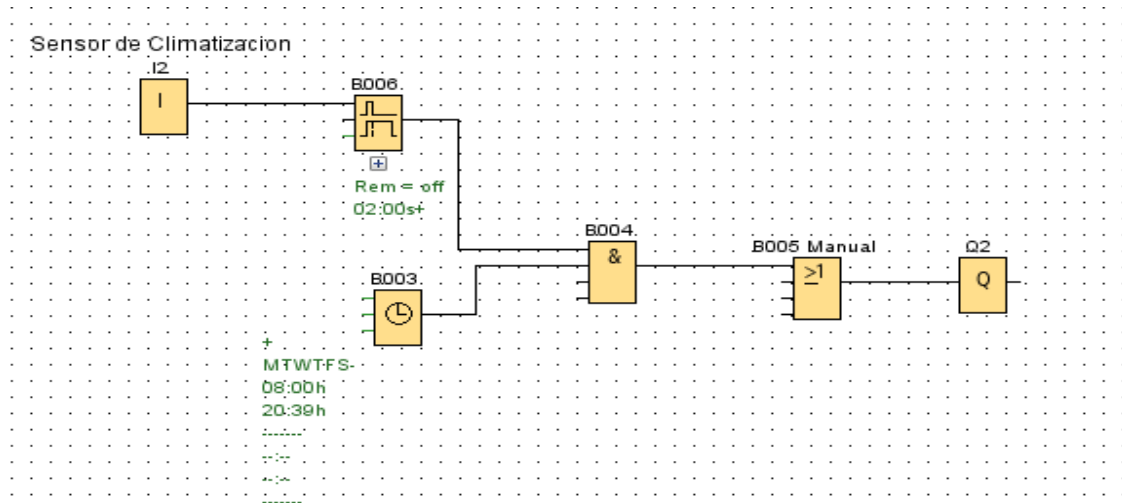


Figura 19: Diagrama de control del sistema de aire acondicionado, empleando el software Logo.

En la figura anterior muestra el circuito de programación para el sistema de aire acondicionado, que permitirá controlar el sistema de climatización total del edificio, usando condicionantes que permitan detectar y accionar el sistema ayudándonos de los sensores de temperatura existente en el aire acondicionados de fábrica.

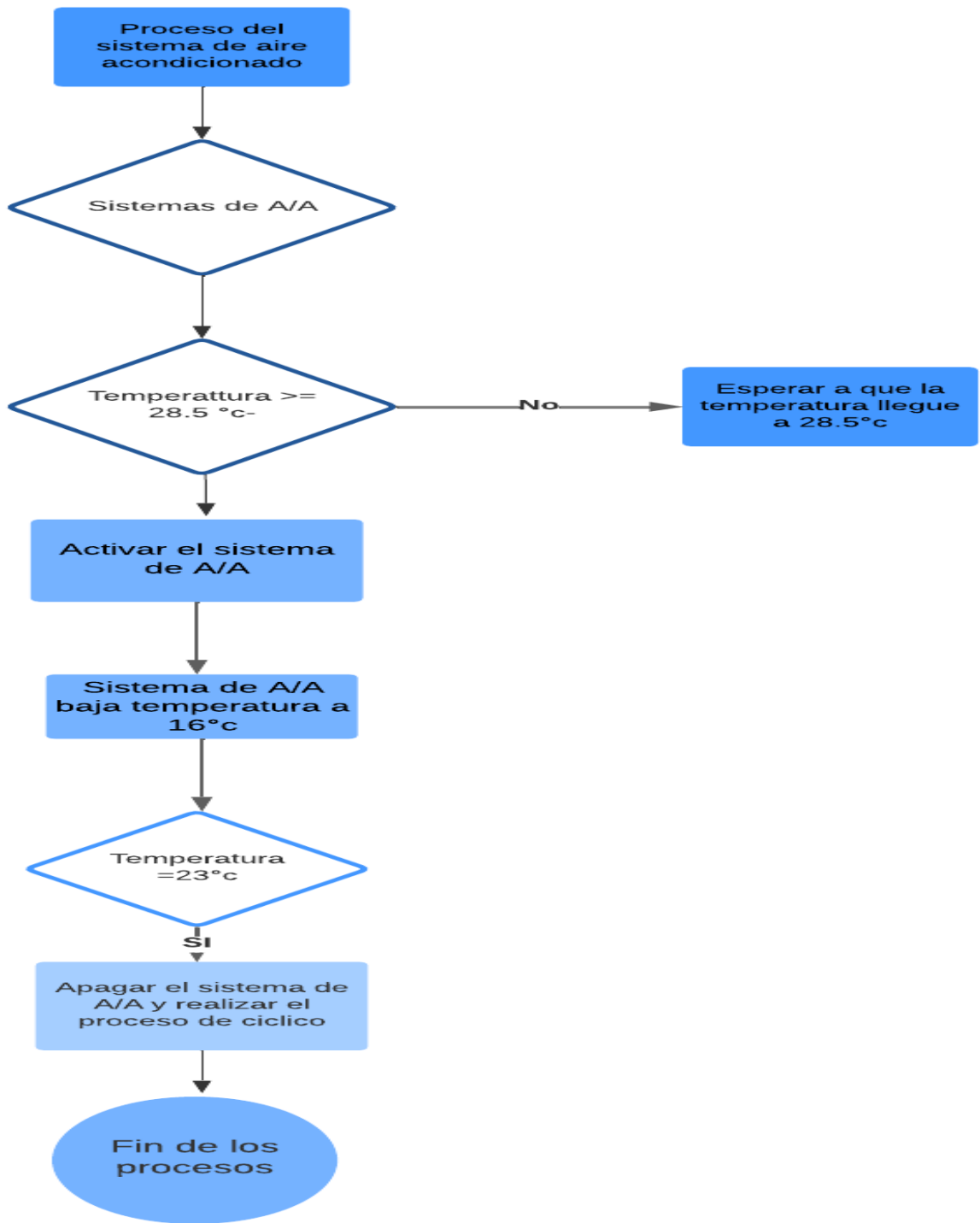


Figura 20: Diagrama de proceso de automatización del sistema de climatización.

La temperatura máxima en managua, nicaragua en los meses de verano es de 34°C y la mínima 23 °C en los meses de abril y mayo. Por lo cual usaremos un promedio de estos datos para referencia de temperatura, los cual nos promedia 28.5°C en verano

2.12 Sistema de fuerza

El sistema de fuerza en el edificio R.L.P, permanece activo durante todo el día esto puede tener un mayor consumo de energía eléctrica ya que tanto en las oficinas como en las aulas pueden dejar algún aparato eléctrico conectado esto provocaría un desperdicio de energía.

Para poder controlar la activación y la desactivación de los tomacorrientes se pretende usar un temporizador el cual será supervisado y controlado por un operador que podrá modificar el horario de uso de los tomacorrientes según la disponibilidad del edificio R.L.P

2.13 Programación del sistema de Fuerza

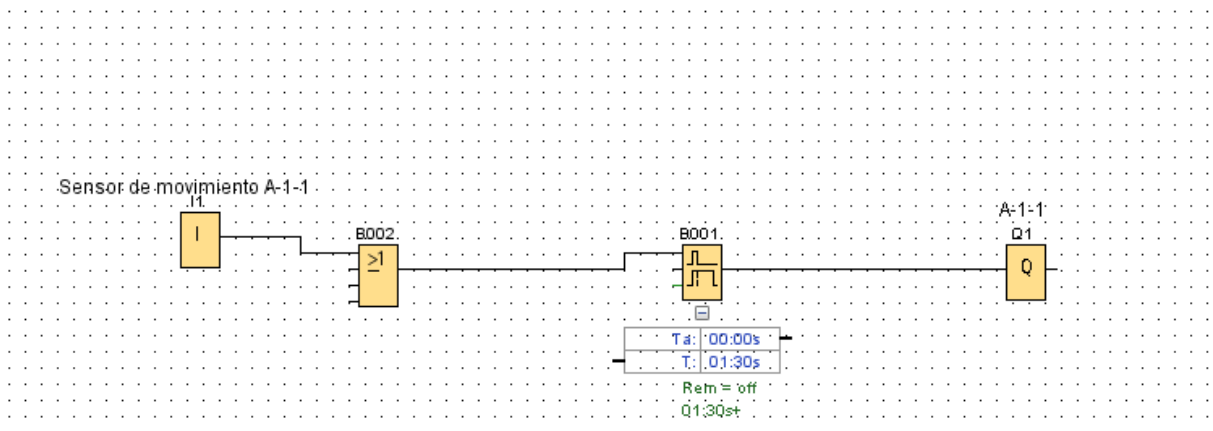


Figura 21: Diagrama de control para el sistema de fuerza, empleando el software Logo

En la siguiente figura nos muestra el circuito del sistema de fuerza, este sistema de fuerza tiene una particularidad, para un contr4ol lógico y eficiente de esta

automatización, se decidió por juntar el sistema de iluminación al sistema de fuerza, que una vez el sensor detecte que hay personas pero que el nivel de iluminación es correcto, entonces permita accionar el sistema de fuerza para poder trabajar utilizando el sistema de fuerza, aunque no necesariamente la iluminación.

2.14 Módulos de ampliación

En esta investigación se pretende la automatización de una gran cantidad de circuitos, ya que el módulo programable no cuenta con las entradas y salidas necesarias, por esto se decidió acoplar módulos de expansión para ampliar claramente el equipamiento de controlador con esto será posible controlar y/o supervisar todas las funciones, para así poder tener las entradas y salidas que exige el edificio.



Figura 22: Módulos de ampliación Logo.

En la figura 20 nos muestra el sistema de ampliación esta ampliación nos permitirá conectar más entradas y poder controlar muchas más salidas y esto ahorrara pues se usarán menos logos para el proceso.

2.15 Modo Maestro/Esclavo

El sistema de modo maestro/ esclavo se utilizará en los módulos programables para poder tener comunicación con todo el edificio desde un solo lugar, esto para poder controlar los diferentes módulos lógicos programables que se encontraran en cada uno de los pisos, en modo maestro soporta la comunicación con uno o más dispositivos lógicos programables Logo esto vía Ethernet. Un logo tanto en modo esclavo como en modo maestro puede tener sus propios módulos de ampliación. También soporta como máximo 24 entradas digitales, 8 entradas analógicas, 20 salidas digitales y 8 salidas analógicas.

Otra posibilidad consiste en conmutar el LOGO de modo esclavo a modo maestro desde LOGO Soft Comfort. Si se carga un programa en un LOGO en modo esclavo desde LOGO Soft Comfort, deberá conmutar el LOGO al modo maestro para completar la carga.

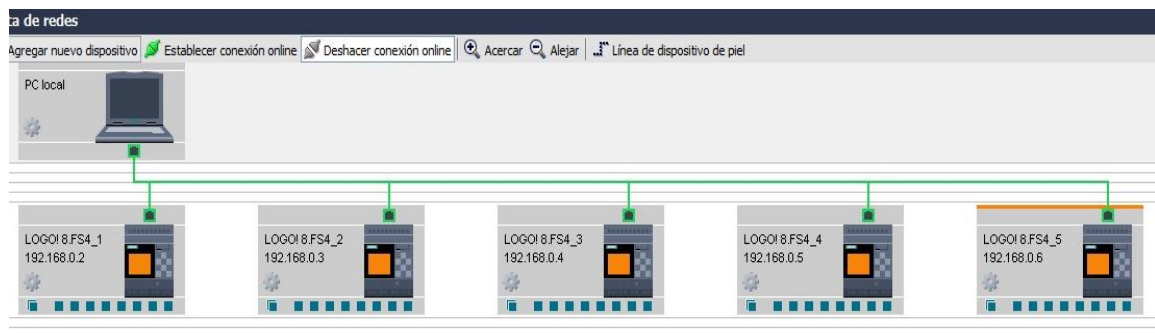


Figura 23: Esquema del modo maestro/esclavo.

El utilizar como Esclavo un módulo es como si se le añadiera un módulo adicional de Entradas/Salidas al dispositivo Maestro LOGO 8.

Se crea un nuevo diagrama “segundaPrueba.lsc”, en el que al diagrama anterior se le añade una entrada de red “NI1” que corresponde al LOGO esclavo entrada I2. De esta forma añadiendo una función “OR” se podrá accionar la salida Q1

(LOGO 8 Maestro) accionando la entrada “I1” del mismo dispositivo o la entrada de red “NI1” (esclavo). Para esto, lo primero que hay que comprobar es que la configuración Maestro/Esclavo es correcta. Para la comprobación en el dispositivo Esclavo (LOGO7 10.181.158.253) se podrá hacer desde el Menú “Herramientas”, opción “Configurar modo esclavo/maestro”. Si no estuviera configurado, se haría como se muestra en la siguiente figura

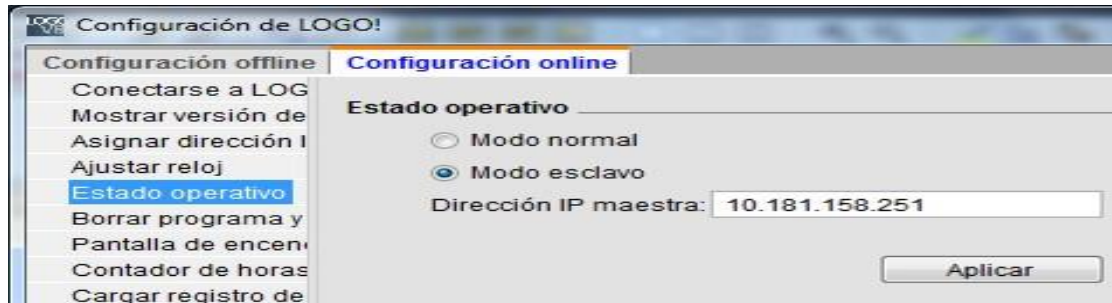


Figura 24: Configuración de Modo Esclavo LOGO.

Una vez se transfiere el programa al LOGO 8 maestro e iniciados ambos PLC se comprueba que funcionan según lo programado.

2.16 Comunicación vía Ethernet

Para la comunicación de nuestros módulos programables Logo se utilizará un Cable de Ethernet para interconectar los diferentes equipos que controlará los diferentes sistemas del edificio. Este cable deberá contar con la longitud y necesarias para esta comunicación. Se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de bus Ethernet.
- Tipo de accesorio / pieza separada Cable de conexión.
- Accesorio/designación de parte separada Cable recto de par trenzado blindado.
- Accesorio/destino de parte separada Conexión a equipo terminal de datos Longitud de cable 80 m.

- Conexión eléctrica 2 conectores.
- Tipo de conector RJ45.

Este cable Ethernet tiene varios usos en aplicaciones de automatización basados en los diferentes protocolos estándar TCP/IP y utiliza los hardware y software ethernet para establecer un nivel de protocolo para configurar, acceder y controlar los dispositivos de automatización industrial.



Figura 25: ilustración del conector de ethernet.

2.17 Dispositivos de protección y mando

Los dispositivos generales de mando y protección serán contactores y relé e interruptor de control, los dispositivos estarán ubicados en el cuarto de control y estos ayudarán a ejercer un control sobre los sistemas eléctricos para el encendido y apagado, estos dispositivos serán de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

2.18 Servidor de Control de Accesos.

El servidor de control de acceso es una computadora dedicada al manejo del Sistema de Control de Accesos. Cuenta con un software que permite a la persona encargada de supervisar la seguridad obtener la información que necesite en forma rápida y segura. Las diferentes tareas que puede desarrollar un servidor se dan de acuerdo al software que este maneja, y este software, a su vez, depende del fabricante.

Además de poder tener una visión a larga distancia este equipo es el encargado de mantener la integración en los sistemas del edificio. Se encarga de tomar las decisiones en los intentos de acceso en tiempo real. El Controlador Central se encarga del procesamiento de todos los eventos.

3 .1 Factibilidad técnica y económica

En el último objetivo se estudiará el tema económico, que ciertamente es el más importante la hora de la gestión e implementación de cualquier proceso o actividad, ya que con el estudio económico nos daremos cuenta de la rentabilidad del proyecto y si es viable desembolsar dinero y en cuanto tiempo tendremos réditos o el total de la inversión recuperada.

Teniendo en cuenta la tecnología existente en el edificio RLP la aplicación de un sistema automatizado para la parte eléctrica es necesaria para el ahorro y buen uso de la energía, pero eso no significa que esta sea viable económicamente, por eso es necesario aplicar una justificación financiera al proyecto que se plantea ejecutar.

Para esto se necesitará evaluar los factores que influyen el costo del proyecto, y cuanto valor agregado le otorga la automatización del sistema eléctrico al edificio

en cuestión, entre las cosas que debemos tomar en cuenta para la evaluación de rentabilidad están, la mano de obra, el costo de los materiales a implementar, el costo de la tecnología, de inducción del personal que se encargara de manipular este sistema automatizado y los costos operacionales.

En lo referente a la factibilidad económica se realizara un estudio de costos de productos, tecnología y mano de obra de cuánto puede ser el precio total por la implementación de automatizar el sistema eléctrico del edificio, esto con la necesidad de saber en cuanto tiempo se podría recuperar el capital de inversión, tomando en cuenta la reducción que se daría en mano de obra de los trabajadores que se dedican a diario al control del sistema eléctrico del edificio, también la reducción de gastos en energía que se ahorraría al tener un control correcto de los tomas corrientes, aires acondicionados y luminarias y con esto encontrar un tiempo aproximado o estimado de recuperación de inversión y saber cuál será la factibilidad económica.

3.2 Evaluación económica

La evaluación económica engloba todos y cada uno de los gastos requeridos para la implementación de un sistema del edificio RLP, tales como los materiales, equipos, mano de obra y todos los gastos egresos que se tienen en una inversión inicial de un proyecto, es decir establecer y definir un flujo de efectivo en la construcción y a partir de ello se obtendrán los índices de relación beneficio costo, y con estos valores definir la factibilidad de la realización de un sistema eléctrico automatizado para el edificio y en cuanto tiempo se obtendrá un beneficio y en cuanto tiempo se recupera la inversión.

3.3 Análisis económico

En el presente párrafo se desarrollará la evaluación económica del estudio, donde se contabilizará todos los equipos a usar para la implementación de un sistema de automatización en el edificio R.L.P, dicha evaluación se basa en documentos

dados en la universidad y equipos existentes en el edificio, los cuales mediante indicadores económicos como la VAN, TIR y relación beneficio costo se determina que tan atractivo es realizar este estudio.

Al valorar un edificio inteligente siempre se debe tomar en cuenta que existen factores cuantificables y no cuantificables, siendo los cuantificables los que representan egresos e ingresos de dinero como la gestión energética, y la gestión de mantenimiento, todo esto se puede analizar a lo largo de vida útil de un edificio automatizado, que por lo general es de 20 a 30 años. Sin embargo, los no cuantificables son los factores no dimensionales como el confort visual y de estado, seguridad, es decir todos los factores que le dan un valor agregado que brindan edificios inteligentes.

Existen diferentes tipos de tecnología que se pueden usar para los edificios automatizados no son protocolos abiertos y algunos casos obligan a los usuarios a depender de algunas empresas y su tecnología por mucho tiempo, impidiendo ampliar o mejorar los sistemas adquiridos, ya que el costo sería demasiado alto, lo recomendable sería poseer un sistema que abarque la tecnología existente y que se las pueda hacer interactuar de una manera fácil, rápida y aun costo razonable. Según las necesidades de los futuros usuarios de un edificio se pueden usar las diferentes tecnologías que se tienen al alcance, unir las, hacerlas interactuar y usarlas a favor de las personas, brindando de un grado de inteligencia. Además es importante tener en cuenta gastos que se hará una sola vez y gastos que se deberán hacer permanentemente, como lo pueden ser los gastos operacionales y de mantenimiento, esto deberá ser comparado con los gastos que se tienen en el pago de la factura sobre el historial, y los pagos que se realizan una vez el sistema automatizado este trabajando, y haciendo esta comparación nos daremos cuenta de la rentabilidad bajo este criterio, nos daremos cuenta cuan factible es la implementación de este sistema.

3.4 Tipo de suministro eléctrico

El edificio Rigoberto López Pérez con un suministro de energía de la red local de distribución Unión Fenosa. Se encuentra sujeto a la tarifa T-2E MT General Mayor Binomio (no se tuvo acceso a la facturación, pero según entrevistas se conoce que todo el recinto este pliego tarifario, por lo tanto, se asume estos datos como la facturación del edificio R.L.P). Los datos de la tarifa eléctrica se muestran en la tabla:

Tipo de Tarifa	Aplicación	Código	Tarifa	Cargo por	
			Descripción	Energía (USD ⁸ /kWh)	Potencia (USD/kW-mes)
			Tarifa binomiacon medición horaria estacional		
General Mayor	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos comerciales, oficinas públicas y privadas centro de salud, hospitales, etc.	T-2E	Verano punta	0.28	
			Invierno punta	0.27	
			Verano fuera de punta	0.20	
			Invierno fuera de punta	0.19	
			Verano punta		28.45
			Invierno punta		17.76
			Verano fuera de punta		0.000
			Invierno fuera de punta		0.000

Tabla 7. Datos de la tarifa eléctrica de la FTC

Tasa de Cambio tomada del Banco Central de Nicaragua a la fecha de elaboración de la auditoría 1 US\$ = 36.62

La tarifa T-2E general mayor binomia cobra por la energía eléctrica consumida (kWh) más la demanda máxima de potencia (kW) registrada en el periodo de facturación. Esta demanda máxima de potencia es la suma de potencia de los equipos operando en un mismo instante de tiempo; el medidor de energía está programado para tomar una lectura de potencia cada 15 minutos y al final del periodo de facturación se toma el valor de potencia más alto registrado en el mes para realizar el cobro por este rubro. Otro parámetro que se cobra es el factor de potencia, este es el valor mediante el cual se mide el aprovechamiento de la energía por el usuario, y si éste es menor que 0.85 se emite una multa, la cual no es un cargo fijo, sino que se calcula en base a los costos por energía y potencia en cada mes de facturación.

3.4.1 Factor simultaneidad

Normalmente la operación simultánea de todas las cargas de un sistema nunca ocurre, apareciendo siempre determinado grado de diversidad que se expresa para cada grupo de carga mediante un factor de simultaneidad, el mismo se define como el coeficiente entre la demanda máxima del grupo y la suma de las demandas máximas de las cargas del grupo.

Para la determinación de estos factores, se requiere un conocimiento detallado de la instalación y las condiciones de las cuales cada carga y cada grupo de cargas son explotadas por esta razón no es posible dar valores de aplicación general correspondiente a todos los factores no obstante si se dispone de información precisa puede manejarse.

3.5 Consumo energético.

En las instalaciones eléctricas del edificio R.L.P la carga instalada difiere del consumo de energía eléctrica, ya que el consumo es la cantidad de energía eléctrica utilizada, así como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo energetico (KWH)} = \text{Potencia (KW)} * \text{Tiempo (h)}$$

Formula 1: Formula del consumo energético

Por esta razón, es necesario conocer el tiempo de operación de los equipos eléctricos instalados en el edificio R.L.P ya que no todas las áreas se utilizan simultáneamente es necesario aproximar el tiempo de uso en función de la jornada laboral y de clases. El tiempo de operación es determinado según el área de trabajo, es decir si es con fines laborales o educativos (vinculados a estudiantes), en las áreas de trabajo laborales el tiempo considerado es de 8 horas al día, según el código de trabajo (Ley 185 de 1996), y en las áreas educativas se toman en cuenta los horarios para los diferentes turnos (matutinos, vespertinos, nocturno) que abarca los horarios desde las 7:00 AM hasta la 9:00 PM, `por lo tanto se tomaremos como referencia 14 horas laborales, omitiendo hora y media por cambio de clases y turnos. .

La energía total consumida en los 5 pisos del edificio R.L.P es de 332.42KW, según el censo de carga realizado, ubicado en los anexos censo de carga, se cuenta con un tiempo de uso estimado de los sistemas de iluminación y Aire acondicionado según los estudios realizados por Aranda y Torrez (2019) afirmo que son 5.32 horas de uso diario de los cuales solo se utilizan 22 días al mes, Pero por fines prácticos se tomará como referencia las horas de clases en los diferentes turnos (matutino, vespertino y nocturno) de la universidad que son aproximadamente que son de 11 horas, y para el área de oficina se tomara de referencia las horas laborales en nicaragua según la ley 185 que son de 8 horas, teniendo en cuenta estos datos, y según la ley 898 ley de variación de la tarifa de

energía eléctrica el valor para este tipo es de **0.28\$, 0.27\$, 0.20\$, 0.19\$** como promedio dado para este tipo de edificio y según la tarifa T2E según el estado estacional, la siguiente ecuación nos mostrara un subestimado del gasto del edificio en energía eléctrica.

Verano punta. diciembre a mayo

Potencia total consumida de los 5 pisos del edificio según el horario de clase que es de 11 horas.

$$64.10\text{kw}$$

$$h=3 * 22= 66 \text{ hm.}$$

$$P= 64.10\text{kwh} * 66\text{hm}$$

$$P=4,230.60\text{kwh}$$

$$4,320.60 * 0.28\$ = 1,184.56 \text{ dólares al mes de factura eléctrica.}$$

$$\text{Factura en verano punta} = 1,184.56\$ \times 6 \text{ meses} = 7,107.3\$$$

Verano fuera de punta. diciembre a mayo

Potencia total consumida de los 5 pisos del edificio según el horario de clase que es de 11 horas.

$$64.10\text{kw}$$

$$h=11 * 22= 242\text{hm.}$$

$$P= 64.10\text{kwh} * 242\text{hm}$$

$$P= 15,488\text{kwh}$$

$$15,488\text{kwh} * 0.20\$ = 3,097.6\$ \text{ dólares al mes de factura eléctrica.}$$

$$\text{Factura en verano fuera de punta} = 3,097.6\$ \times 6 \text{ meses} = 18,585.6 \$$$

invierno fuera de punta. De junio a noviembre

Potencia total consumida de los 5 pisos del edificio según el horario de clase que es de 11 horas.

64.10kw

$h=11 * 22= 242 \text{ hm.}$

$P= 64.10\text{kwh} * 242\text{hm}$

$P= 15,488\text{kwh}$

$15,488\text{kwh} * 0.19\$ = 2,942.72\$$ dólares al mes de factura eléctrica

Factura en invierno punta= $2,942.72\$ \times 6 \text{ meses} = 17,656.32\$$

Invierno punta. De junio a noviembre

Potencia total consumida de los 5 pisos del edificio según el horario de clase que es de 11 horas.

64.10kw

$h=3 * 22= 66 \text{ hm.}$

$P= 64.10\text{kwh} * 66\text{hm}$

$P= 4,230.6\text{kwh}$

$4,230.6\text{kwh} * 0.27\$ = 1,142.26$ dólares al mes de factura eléctrica

Factura en invierno punta= $1,142.26 \$ \times 6 \text{ meses} = 6,853.57\$$

Verano fuera de punta. diciembre a mayo

Potencia total consumida de los 5 pisos del edificio según el horario laboral de oficina 8 horas laborales.

269.22kw

$h=8 * 22= 176 \text{ hm.}$

$P= 269.22\text{kwh} * 176\text{h}$

$P=47,382.72\text{kwh}$

$47,382.72\text{kwh} * 0.20\$ = 9,476.54$ dólares al mes de factura eléctrica.

Factura fuera verano punta= $9,476.54 \$ \times 6 \text{ meses} = 56,859.26\$$

Invierno fuera de punta. De junio a noviembre

Potencia total consumida de los 5 pisos del edificio según el horario laboral de oficina 8 horas laborales.

269.22kw

$h=8 * 22= 176 \text{ hm.}$

$P= 269.22\text{kwh} * 176\text{h}$

$P=47,382.72\text{kw}$

$47,382.72\text{kwh} * 0.19\$ = 9,002.71 \text{ dólares al mes de factura eléctrica.}$

Factura en verano punta= $9,002.71 \$ \times 6 \text{ meses}=54,016.30$

Relación entre las dos potencias

Potencia= $64.10\text{kwh} +269.22\text{kwh}$

$P=333.32\text{kw}$

Potencia consumida

$47,382.72\text{kwh} +16,922.4 = 64,305.12 \text{ kwh}$

Relación entre los consumos.

$7,107.3\$+18,585.6 \$+17,656.32\$+6,853.57\$= 50,202.79\$$ consumo anual en horario de clase.

$56,859.26\$ + 54,016.30=110875.56 \$$ consumo anual horario de oficina

Costo anual en factura eléctrica $110875.56 +50,202.79\$ =161,078.35\$$

3.6 Propuesta de equipamiento/ factibilidad operativa

Este sistema de automatización ofrece la ventaja de no necesitar personal permanentemente para su operación, esto porque conlleva un sistema automático el cual permite que una sola persona con el conocimiento técnico haga el uso para para su operación.

Para establecer la cantidad de materiales y tipos de equipos necesarios en la implementación del sistema automatizado del edificio RLP. La cantidad de materiales utilizado en cada ala del edificio se encontrarán reflejado en la tabla 8: presupuesto de materiales y mano de obra.

Cantidad de materiales

Descripcion	Cantidad	Medida	Precio	Total
PLC Logo 230RC	10	Unds	\$ 199.00	\$ 1,990.00
Modulos de ampliacion	40	Unds	\$ 80.95	\$ 3,238.00
Sensores duales	150	Unds	\$ 10.00	\$ 1,500.00
Sensores crepusculares	78	Unds	\$ 148.39	\$ 11,574.42
Sensores de temperatura	36	Unds	\$ 15.42	\$ 555.12
Cable RJ45	20	Metros	\$ 1.56	\$ 31.20
HP Pavilion	1	Unds	\$ 760.00	\$ 760.00
AWG #14 de hilos	29713	Metros	\$ 1.64	\$ 48,729.32
Contactor	36	Unds	\$ 20.21	\$ 727.56
Rele de doble contacto	114	Unds	\$ 9.00	\$ 1,026.00
Subtotal				\$ 70,131.62
Mano de obra				\$ 28,052.66
Total				\$ 98,184.28

Tabla 8: Presupuesto de materiales y mano de obra

3.7 Justificación financiera del proyecto.

Desde el punto de vista financiero se evalúa el proyecto utilizando el método VNP. El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión. Es importante tener en cuenta que el valor del Valor Presente Neto depende de las siguientes variables: La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento o TREMA y el número de periodos que dure el proyecto. El objetivo del Valor Presente Neto.

Es determinar si una inversión es redituable, es decir, si vamos a obtener una ganancia o una pérdida en un determinado periodo al que queramos llevar el proyecto, independientemente de que planes económicos tengamos con el mismo.

$$VPN = -S_o + \sum_{i=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

Formula 2: Formula del VPN

VPN= valor presente neto

So=inversión inicial

St= flujo de efectivo neto del periodo t

N= número de periodo de vida del proyecto

I= tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA)

Usando el método VPN se calcula el periodo de recuperación de la inversión (PRI) además de las siguientes consideraciones:

Consideraciones para cálculo de VNP

Consumo Energético mensual	64,305.12kWh
Costo x KWh	0.28/0.27/0.19/0.20
Costo Mensual	\$13,423.12
Costo Anual	\$ 161,078.35
Inversión (So)	\$98,366.26
Ahorro anual (20 %)	\$32,215.67
Tasa descuento	12%

Tabla 9: cálculos de VNP

Fuente: Elaboración propia.

Según Navaja y Basabe (2018) “Los sistemas de automatización de edificios generalmente reducen el consumo energético entre 10 al 30% por consiguiente se usó el 20 % para el análisis VPN”. La tasa de descuento se estimó teniendo en cuenta la tasa de interés efectiva de este año.

Periodo (años/ n)	1	2	3	4
St	\$32,215.67	\$32,215.67	\$32,215.67	\$32,215.67
St Acumulado	\$32,215.67	64,431.34	96,647.01	128,862.68

Tabla10: Cálculo de progresiones por año

El periodo de recuperación de inversión PRI está entre el año de la secuencia del VPN por año específicamente.

Teniendo en cuenta todos estos índices podemos decir que a largo plazo obtendremos la rentabilidad del proyecto debido a lo expuesto, financieramente es viable la realización del proyecto ya que nuestra inversión se recuperará aproximadamente en 3.1 años. sabiendo que la vida útil promedio de un sistema automatizado es de 25 años y usando una tabla de progresiones donde indica cuánto dinero se ahorrará al año y esto sumando la progresión de años hasta que la inversión se pague por completo. Nos da que de ganancias del proyecto obtendremos aproximadamente 21.9 años de sistema automatizado libre de deudas de inversión, los cuales se pueden extender a más años con mantenimiento correctivo.

Conclusiones.

En esta tesis monográfica referida al estudio de automatización del sistema eléctrico del edificio R.L.P se concluye que al desarrollar este estudio la selección de los equipos a utilizar para la automatización son de suma importancia, porque ellos nos brindan los parámetros establecidos de capacidad de trabajo y condiciones a las que son expuestas , además de no utilizar equipos que puedan extralimitar la necesidad que buscamos suplir, por ello se establecieron determinados autómatas, los sensores y todos los equipos empelados que se proponen tienen la característica de ser de alta calidad y específicos para las diferentes áreas tanto interiores (aulas y oficinas y baños) y como para los exteriores (pasillos y escaleras).

Para el sistema de iluminación se realizó el control automatizado para luminarias, usando sensores que se adecuan a la necesidad de cada área específica del edificio y con esto controlar con más precisión el consumo de energía, con esto el control propuesto se logra disminuir aún más el gasto energético con la implementación del sistema automático de iluminación, con el control de aire acondicionado se logra un confort en la temperatura de las aulas especiales y oficinas para el personal.

Con el desarrollo de esta tesis monográfica, se logró demostrar que la implementación del sistema de automatización es factible económicamente ya que la inversión la podemos recuperar en 3.1 años como lo muestra la tabla 10, además de esto se consigue la innovación tecnológica a este edificio haciéndolo más productivo y lleno de confort para todo el personal.

Recomendaciones

- Se recomienda implementar este sistema de automatización para el sistema eléctrico del edificio RLP.
- Se recomienda una vez implementado un sistema automatizado crear sistemas de capacitaciones para el personal encargado de monitorear el sistema eléctrico.
- Se recomienda elaborar un plan efectivo de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema eléctrico.
- Se recomienda seguir con la continuidad de esta investigación para implementar la automatización del edificio al sistema de fontanería, control de acceso y alarma y seguridad

Bibliografía

Arana, S y Torres, R. (2019) estudio del sistema de iluminación artificial del edificio Rigoberto López Pérez y propuesta de mejora. [Tesis monográfica de ingeniera eléctrica. Universidad nacional de ingeniería].

<http://ribuni.uni.edu.ni/2691/>

Astudillo, M. (2012, octubre 1). Diseño de un Edificio Inteligente. [tesis de maestría en telemática] Universidad de Cuenca.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1110849>

Blog de Schneider Electric, (7 de agosto de 2017). La gestión eléctrica en el rendimiento de los edificios y en los costes energéticos.

<https://blogespanol.se.com/gestion-de-la-energia/2017/08/07/la-gestion-electrica-de-los-edificios/>

Castro. Enrique, L. Pacheco, C. (2011) automatización de una casa inteligente con PLC'S'. [Tesis monográfica de ingeniera En robótica industrial. Instituto Politécnico Nacional].

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9235/95.pdf?sequence=1&isAlloved=y>

(eléctrica aplicada, [electricaaplicada],2017) recuperado de

<https://www.electricaplicada.com/diferencias-sensores-infrarrojos-ultrasonicos-doble-tecnologia/>

García, M. (2019) diseño de un sistema de automatización para optimizar el consumo de energía en el sistema de aire acondicionado e iluminación de un edificio corporativo de oficinas en lima. [Tesis monográfica de ingeniera eléctrica.

Universidad nacional de ingeniería, Lima Perú].
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/18998/1/garcia_md.

Kirschning, I. (1992, junio 1). Edificios Inteligentes. [tesis para optar por el grado de maestra en bibliotecología y estudios de la información]Universidad Nacional autónoma de México].

http://132.248.9.195/ptd2012/abril/0679422/0679422_A1.pdf

Mis trabajos electricidad hyllary blogspot, (16 de abril 2015). Manual de uso función de logo.

<http://mistrabajoselectricidadhyllary.blogspot.com/2015/02/funciones-de-logo.html>

Morales G, Jorge M. (septiembre 2019) propusieron un sistema de automatización de acondicionadores de aires y luminarias para edificio usando sensores de bajo costo. Recuperado el 11 de mayo de 2022 de

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2302/3190>.

Salcedo, J. (2008, enero 1). Integración de los Sistemas de Automatización de Edificios Comerciales Mediante Tecnología BACNET. Sangolquí, Ecuador [Tesis monográfica de ingeniera eléctrica. Escuela Politécnica del Ejercito]. recuperado el 9 de febrero del 2023 de

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0920_EA.pdf

Sarango, c. (2010). Tablero didáctico de control de iluminación mediante mini plc logo (programa lógico de control) [Tesis monográfica de tecnología en electricidad. Universidad nacional de Loja]. [Microsoft Word - Tesis Tecn. en Electricidad 2005-2008 \(unl.edu.ec\)](#).

torres cuadrado, E (1 de julio de 2000). Edificios Inteligentes. Revista digital universitaria.

<https://www.revista.unam.mx/vol.1/art3/edificios.html>

Willis, k. y Bendaña, M. (2016) módulo de automatización de una vivienda a través del control de la iluminación, toma corriente y climatización. [Tesis monográfica de ingeniera eléctrica. Universidad nacional de ingeniería].

<http://ribuni.uni.edu.ni/1170/>

(Sdindustria, [SDI],2022) recuperado de

<https://sdindustrial.com.mx/blog/sensores/>

Villar, L y Basabe, R (2018) Diseño de la automatización de los sistemas de aire acondicionado e iluminación del nodo de energía del centro nacional colombo alemán. [Tesis monográfica para optar al título de Especialista en Automatización y Control de Procesos Industriales. Universidad tecnológica de bolivar, utb].

Vaquiroy, José. (29 de marzo de 2013). Pymes Futuro. Recuperado de

<https://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>.

(centro de información técnica para la industria, [Aula21], 2023). Recuperado de

<https://www.cursosaula21.com/logo-de-siemens-que-es-y-como-funciona/>

Anexos

CENSO DE CARGA

Equipos a Instalar		Carga Monofásica		UBICACIÓN
Cant	Descripción	Vn (V)	P (kW)	
1er Piso Ala A				
4	Luminarias tipo ojos de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del nivel 1 al 2
4	Luminarias tipo ojos de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del nivel 1 al 2
2	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Oficina audio visual
2	Computadora portátil	120	0.120	Oficina audio visual
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Oficina audio visual
1	Cafetera 30 tazas	120	1.000	Oficina audio visual
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Planta de espacio físico
2	Computadora portátil	120	0.120	Planta de espacio físico
1	Computadora de escritorio	120	0.300	Planta de espacio físico
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Planta de espacio físico
1	Cafetera 10 tazas	120	0.900	Planta de espacio físico
1	Televisor 20 plg clásico	120	0.120	Planta de espacio físico
2	Abanicos de pared 60w	120	0.060	Planta de espacio físico
11	Luminarias fluorescente 3*22w	277	0.096	Salón de usos múltiples
1	Aire acondicionado de 36000 BTU	208	4.000	Salón de usos múltiples
1	Aire acondicionado tipo split 60000 BTU	208	6.000	Salón de usos múltiples
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula A-1-1
1	Data show	120	0.310	Aula A-1-1
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula A-1-2
1	Data show	120	0.310	Aula A-1-2
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula A-1-3

1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula A-1-3
6	Abanicos de pared 60w	120	0.060	Aula A-1-3
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula A-1-4
1	Data show	120	0.310	Aula A-1-4
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula A-1-4
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula A-1-5
1	Data show	120	0.310	Aula A-1-5
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula A-1-5
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de minusválidos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w	277	0.032	Bodega de lampazos
2	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de mujeres
2	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicios sanitarios
1	Luminarias tipo ojos de buey 1*42w	277	0.042	Escaleras de los balcones de descanso
1	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
5	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojos de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales ala A
1	Luminarias tipo ojos de buey 2*26w	277	0.052	Debajo de escaleras centrales ala A
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
3	Luminarias LED 2*27w	277	0.054	Entrada costado esta área verde

2	Televisor Panasonic 42 plug LCD 84w	120	0.084	Recepción
1	Computadora portátil	120	0.120	Recepción
1er piso Ala B				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del nivel 1 al 2
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del 1er al 2do nivel
2	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Oficina director del Nic.ni(oficina #1)
1	Computadora portátil	120	0.120	Oficina director del Nic.ni(oficina #1)
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Oficina director del Nic.ni(oficina #1)
1	Televisor LCD 42"	120	0.084	Oficina directora del Nic.ni (oficina #1)
1	Aire acondicionado de 36000 BTU	208	3.000	Oficina director del Nic.ni (oficina #1)
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina directora del Nic.ni baño (oficina #1)
1	Extractor en cielo falso	120	0.500	Oficina directora del Nic.ni baño (oficina #1)
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Recepción del Nic.ni(oficina #2)
1	Computadora portátil	120	0.120	Recepción del Nic.ni (oficina #2)
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Recepción del Nic.ni (oficina #2)
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina de secretaria del Nic.ni (oficina#2)
1	Computadora portátil	120	0.120	Oficina de secretaria del Nic.ni (oficina#2)
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Oficina de secretaria del Nic.ni (oficina#2)
1	Aire acondicionado de 36000 BTU	208	3.000	Oficina de secretaria del Nic.ni (oficina#2)
11	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Proyecto de salón de usos múltiples
2	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Proyecto de salón de usos múltiples
1	Cafetera de 10 tazas	120	0.900	Proyecto de salón de usos múltiples
6	Computadoras de escritorio	120	0.300	Proyecto de salón de usos múltiples
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Proyecto de salón de usos múltiples
9	Luminarias LED 3*22 W	277	0.066	Aula B-1-1
1	Data show	120	0.310	Aula B-1-1
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula B-1-1 755457

9	Luminarias LED 3*22 w	277	0.066	Aula B-1-2
1	Data show	120	0.310	Aula B-1-2
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula B-1-2
9	Luminarias LED 3*22 w	277	0.066	Aula B-1-3
9	Luminarias LED 3*22 w	277	0.066	Aula B-1-4
1	Data show	120	0.310	Aula B-1-4
9	Luminarias LED 3*22 w	277	0.066	Aula B-1-5
1	Data show	120	0.310	Aula B-1-5
9	Luminarias LED 3*22 w	277	0.066	Aula B-1-6
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula B-1-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26 w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicios sanitarios de minusválidos
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicios sanitarios de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32 w	277	0.064	Servicios sanitarios de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicios sanitarios de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32 w	277	0.064	Servicios sanitarios de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicios sanitarios
1	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	277	0.042	Escalera de los balcones
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
7	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales ala B
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Debajo de escaleras centrales ala B

3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
1	Oasis para toma de agua	120	0.200	En pasillo largo
1	Exhibidor de jugos y varios	120	0.636	Pasillo largo
2do PISO Ala A				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del nivel 1 al 2
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del nivel 2 al 3
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del nivel 2 al 3
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	UNEN
2	Computadora portátil	120	0.120	UNEN
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Supervisión de docentes
2	Computadora de escritorio	120	0.300	Supervisión de docentes
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Supervisión de docentes
11	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Salón de usos múltiples
2	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Salón de usos múltiples
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-2-1
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula A-2-1
1	Data show	120	0.310	Aula A-2-1
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-2-2
1	Data show	120	0.310	Aula A-2-2
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-2-3
9	Luminarias LED 3*22w	277	0.066	Aula A-2-4
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-2-5
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-2-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de minusválidos

2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo de servicio sanitarios
1	Luminaria tipo ojo de buey 1*42w	277	0.042	Escaleras de los balcones
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales alas A
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
1	Oasis para toma de agua	120	0.200	Pasillo largo
2do PISO lado B				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del 2do al 3er nivel
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del 2do al 3er nivel
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del 2do al 3er nivel
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	No utilizada (oficina #1)
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Bodega (oficina#2)
1	Computadora portátil	120	0.120	Bodega (oficina#2)
11	Luminarias fluorescentes 3*22w	277	0.066	Salón de usos múltiples
2	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Salón de usos múltiples
9	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Aula B-2-1
1	Data show	120	0.310	Aula B-2-1
9	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Aula B-2-2
1	Data show	120	0.310	Aula B-2-2
9	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Aula B-2-3

6	Abanico de pared de 16'	120	0.060	Aula B-2-3
9	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Aula B-2-4
9	Luminarias fluorescentes 2**32w	277	0.096	Aula B-2-5
9	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Aula B-2-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminaria fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicios sanitarios de minusválidos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicios sanitarios de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicios sanitarios de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.192	Servicios sanitarios de mujeres
2	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicios sanitarios
1	Luminaria tipo ojo de buey 1*42w	277	0.042	Escaleras de los balcones
1	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminaria tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales ala B
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
1	Oasis para toma de agua	120	0.200	En pasillo largo
3er Piso Ala A				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del nivel 2 al 3
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio escaleras de emergencia del nivel 3 al 4
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del nivel 3 al 4
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina asistente del vicerrector general
1	Aire acondicionado tipo Split 24000 BTU	208	3.000	Oficina asistente del vicerrector general

3	Computadora portátil	120	0.120	Oficina asistente del vicerrector general
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Oficina asistente del vicerrector general
1	Cafetera de 10 tazas	120	0.900	Oficina asistente del vicerrector general
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina portal de matemáticas
13	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Salón de usos múltiples
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-3-1
1	Data show	120	0.310	Aula A-3-1
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-3-2
1	Data show	120	0.310	Aula A-3-2
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-3-3
1	Proyector	120	0.310	Aula A-3-3
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	227	0.096	Aula A-3-4
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula A-3-4
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-3-5
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-3-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Cuartos de datos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de minusválidos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.192	Servicio sanitario de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicio sanitarios
1	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	277	0.042	Escaleras de los balcones en el descanso
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste

15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales alas A
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
1	Oasis para toma de agua	120	0.200	Pasillo largo
3er PISO Ala B				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del 3er al 4to nivel
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del 3er al 4to nivel
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del 3er al 4to novel
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Gestion interconstitucional (oficina#1)
1	Aire acondicionado tipo Split 24000 BTU	208	3.000	Gestion interconstitucional (oficina#1)
1	Computadora portátil	120	0.120	Gestion interconstitucional (oficina#1)
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Gestion interconstitucional (oficina#1)
1	Retroproyector	120	0.850	Gestion interconstitucional (oficina#1)
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.192	Departamento de inglés (oficina#2)
1	Computadora portátil	120	0.120	Departamento de inglés (oficina#2)
13	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Salón de usos múltiples
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-3-1
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-3-2
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-3-3
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-3-4
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-3-5
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-3-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.104	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de minusválidos

1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitarios de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitarios de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitarios de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitarios de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicio sanitarios
1	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	277	0.042	Escalera de los balcones
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
1	Oasis para toma de agua	120	0.200	En pasillo corto
4to Piso ala A				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del nivel 3 al 4
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del nivel 4 al 5
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del nivel 4 al 5
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Jefe de ingeniería económica
1	Computadora de escritorio	120	0.300	Jefe de ingeniería económica
1	Computadora portátil	120	0.120	Jefe de ingeniería económica
1	Impresora de escritorio	120	0.850	Jefe de ingeniería económica
1	Aire acondicionado tipo Split 24000 BTU	208	3.000	Jefe de ingeniería económica
1	Retroproyector	120	0.850	Jefe de ingeniería económica
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina de ingeniería económica
2	Computadoras de escritorio	120	0.300	Oficina de ingeniería económica

1	Impresora de escritorio	120	0.850	Oficina de ingeniería económica
1	Cafetera de 10 tazas	120	0.900	Oficina de ingeniería económica
1	Microondas	120	1.000	Oficina de ingeniería económica
13	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Salón de usos múltiples
2	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Salón de usos múltiples
1	Retroproyector	120	0.850	Salón de usos múltiples
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-4-1
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-4-1
1	Retroproyector	120	0.850	Aula A-4-1
1	Pizarra inteligente	120	0.180	Aula A-4-1
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-4-2
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-4-2
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-4-3
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-4-3
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-4-4
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-4-5
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-4-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminaria tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de minusválidos
2	Luminarias fluorescentes 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicios sanitarios
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este

1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales ala A
4to Piso ala B				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del 4to al 5to nivel
4	Luminarias fluorescentes 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del 4to al 5to nivel
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Escaleras de emergencia del 4to al 5to nivel
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina química 1 (Oficina#1)
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina química 2 (Oficina#1)
3	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Recepción (SDUM)
3	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Secretaria (SDUM)
1	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Cocina (SDUM)
1	Ojo de buey 1*18 fluorescentes	277	0.018	Bodega (SDUM)
2	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Oficina decano (SDUM)
1	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Vicedecano (SDUM)
1	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Secretaria académica (SDUM)
1	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Sala de reuniones (SDUM)
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Entrada (Aula B-4-1)
3	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Recepción (Aula B-4-1)
1	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Oficina #1 (Aula B-4-1)
1	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Oficina #1 (Aula B-4-1)
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-4-2
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-4-3
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-4-4
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-4-5
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula B-4-6

1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de minusválidos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitarios de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitarios de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitarios de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitarios de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo de servicio sanitarios
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón este
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcón oeste
15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminarias tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales
5to Piso Ala A				
4	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras de emergencia del nivel 5
3	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Inicio de escaleras de emergencia del nivel 5
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Oficina de proyecto, supervisión
1	Computadora de escritorio	120	0.300	Oficina de proyecto, supervisión
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Oficina #2
6	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.096	Salón de usos múltiples
13	Luminarias tipo ojo de buey 2*18w	277	0.036	Salón de usos múltiples
2	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	3.000	Salón de usos múltiples
1	Proyector	120	0.850	Salón de usos múltiples
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-5-1
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-5-1

9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-5-2
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-5-2
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-5-3
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-5-3
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-5-4
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-5-4
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-5-5
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-5-5
9	Luminarias fluorescentes 3*32w	277	0.096	Aula A-5-6
1	Aire acondicionado tipo Split 60000 BTU	208	6.000	Aula A-5-6
1	Luminarias fluorescentes 2*32w superficial	277	0.064	Cuarto de paneles
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Cuarto de datos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicios sanitarios de minusválidos
1	Luminarias fluorescentes 1*32w superficial	277	0.032	Bodega de lampazos
1	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitarios de minusválidos
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de varones
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Servicio sanitario de mujeres
3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Servicio sanitario de mujeres
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo servicios sanitarios
4	Luminarias tipo ojo de buey 1*42w	277	0.042	Escaleras de los balcones
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcon este
1	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Balcon oeste
15	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo largo
2	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo frente a los ascensores
4	Luminarias tipo ojo de buey 2*26w	277	0.052	Pasillo corto
9	Luminaria tipo ojo de buey 2*32w	277	0.064	Pasillo escaleras centrales alas A

3	Luminarias fluorescentes 2*32w	277	0.064	Escaleras centrales
5to Piso Ala B				
54	Luminarias tipo ojo de buey de 3x32 Watt	120	0.096	
32	Computadoras de escritorio completas	120	0.300	
15	Lamparas de emergencia	120	0.080	
1	Extractor de Aire	120	0.042	
6	Impresoras	120	0.050	
3	fotocopiadoras	120	0.500	
6	Cafeteras	120	1.000	
50	Luminarias de tubo fluorescentes 4x32 W	120	0.128	
3	Aires acondicionados 36,000 BTU	208	5.100	
4	Aires acondicionados 60,000 BTU	208	3.600	
5	Refrigeradoras	120	0.128	
86	tomacorrientes polarizados	120	0.180	