



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA**

**Tesis Monográfica para optar al Título de
Ingeniero Eléctrico**

Título

**“Propuesta de control automático de los sistemas de
climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”**

Autores

Br. Hanself Harlaw Aguirre Soto 2015-0792U

Br. Mario Ernesto Somarriba Sevilla 2007-22413

Br. Leónidas Israel López García 2010-32874

Tutor

Msc. Jhader Exequiel Zuniga Guillen

Managua, marzo del 2023

**“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca
Julio Buitrago”**

Índice de contenidos

Índice de tablas	3
Introducción.....	4
Antecedentes	6
Justificación.....	7
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Marco Teórico	9
Lumen	11
Lux	11
Cantidad de luz necesaria para un espacio	12
Factores que afectan al tipo de iluminación	12
Cálculo de potencia de aire acondicionado por metro cuadrado.....	13
Factores que influyen en el cálculo de la potencia frigorífica	14
Domótica	14
Funcionamiento de la domótica.....	15
Tecnología y domótica	16
Alternativa	17
Metodología.....	18
Diagnóstico de la situación actual	18
Para realizar el cálculo se tomarán en cuenta parámetros como.....	19
Cálculo del sistema de iluminación	21
método de cálculos de los lúmenes	21
Cálculo del sistema de climatización.....	22
Tecnología y software a utilizar	22
Definir parámetros de entrada.....	23
Lenguaje de programación.....	24
Simulación del programa.....	24
Programación de sistema de automatización.....	24
Programación manual	24
Diagnóstico de la situación actual	25

**“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca
Julio Buitrago”**

Potencia instalada de la biblioteca	26
Sistema de iluminación de la biblioteca y consumo mensual	26
Sistema de climatización de la biblioteca y consumo por mes	27
Análisis de la Demanda.....	28
Demanda con respecto a consumo energético actual.....	29
Censo de Carga	30
Análisis de la Oferta	35
Estudio técnico.....	36
Determinación de la capacidad instalada.....	36
Localización optima del proyecto	36
Ingeniería del proyecto.....	38
Sistema de iluminación	38
Cálculo de Luminarias para el área de hemeroteca.....	38
Método de cálculos de los lúmenes.	38
Factor de Conservación	40
Sistema eléctrico de climatización.....	42
Cálculo de Hemeroteca.....	42
Btu por persona.....	42
Btu por área.....	42
Sistema de automatización	44
Programas en el Software LOGOSOFT V8.....	45
Programa de iluminación 1.....	45
Programa de iluminación 2.....	46
Programa de iluminación 3.....	47
Programa de aire acondicionado 1.....	48
Programa de aire acondicionado 2.....	49
Programa de aire acondicionado 2.....	50
Conclusiones.....	51
Recomendaciones.....	52
Bibliografía	53

Índice de tablas

Tabla 1.1, Luminarias Instaladas	26
Tabla 1.2, Aires Acondicionados instalados	27
Tabla 2.1 Aire Acondicionado.....	30
Tabla 2.2 Iluminación	30
Tabla 2.3 Equipos Ofimáticos	30
Tabla 2.4 Consumo energético precedente	31
Tabla 2.5 correlación de las variables	32
Tabla 2.6 Error de las variables	32
Tabla 2.7 Variables de la ecuación	33
Tabla 2.8 Proyección a futuro	34
Tabla 3.1, Factorización cualitativa	37
Tabla 3.2 Calculo de CU.....	39
Tabla 3.3 Factor de conservaciones de lámpara	40
Tabla 3.3.1 Cálculo de iluminación.....	41
Tabla 3.3.1.1 Cálculo de iluminación.....	41
Tabla 3.4: Aire Acondicionado	43
Tabla 3.4.1: Aire Acondicionado	43
Tabla 3.4.2 Aire Acondicionado.....	43

Introducción

La Universidad Nacional de Ingeniería es una institución de la educación superior, estatal y autónoma en búsqueda permanente de la excelencia académica, por lo tanto, cuenta con un recurso muy importante como lo es la Biblioteca Julio Buitrago donde los estudiantes pueden apoyarse y adquirir herramientas importantes con este recurso. En esta biblioteca el personal trabaja de 8:00 am- 4:00 pm.

Actualmente los estudiantes frecuentan muy poco la biblioteca debido a que no hay un confort adecuado el cual les permita su estadía en ella para el uso de la sala de lectura, laboratorios y hemeroteca ya sea por poca iluminación o un ambiente calorífico.

Según estadísticas brindadas por la bibliotecaria alrededor de 2000 estudiantes utilizan la biblioteca en sala de lectura, hemeroteca y laboratorios.

El desarrollo de la automatización ha tenido un impacto muy significativo en diversas industrias, la automatización es un campo de la ingeniería eléctrica basado en tecnologías que permite aprovechar las capacidades de los equipos y sistemas para realizar procesos operativos sin participación del ser humano total o parcial. La automatización se aplica en varios campos de producción de bienes y servicios, tales como: en telecomunicaciones, sistemas de transporte, industria alimentaria, industria energética.

Es por ese motivo que la presente tesis está orientada a la industria de la energía eléctrica; por lo tanto, nuestro trabajo se enfoca específicamente en la automatización de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago con el objetivo de que se puedan reducir costos en el consumo de la energía eléctrica y se pueda optimizar el uso de estos dispositivos.

Por tales propósitos se realizó la creación de un programa en logo soft V8 que permita realizar las siguientes actividades como programar el encendido y apagados de las lámparas también el del aire acondicionado con un determinado horario para cada día.

Todas estas acciones que se llevaron a cabo son con la única finalidad de dar solución a esas problemáticas que no solo afectan a la universidad como tal sino también a los estudiantes que hacen uso de las instalaciones.

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Por lo tanto, nos enfocamos en realizar un diagnóstico del sistema eléctrico de luminarias y climatización actual, y valoramos los efectos que tiene en el ahorro energético de la biblioteca. Se propusieron medidas que contribuyan al ahorro energético en la biblioteca Julio Buitrago en base a los resultados del diagnóstico del sistema eléctrico actual.

Antecedentes

El proyecto actual contempla en proponer un diseño automatizado de los circuitos de luminarias y climatización. Con el objetivo de mejorar y generar un ahorro energético.

Se consulto el trabajo monográfico que en el año 2019 fue presentado por los Br. Lenin Cárdenas y el Br. Julio Flores como requisito para optar al título de ingeniero eléctrico en la Universidad Nacional de Ingeniería titulado *“Auditoria eléctrica en los Edificios de Postgrado (UNI-DEPEC), Edificio de la biblioteca Julio Buitrago y Edificio Instituto de Estudio Superiores (IES) Ubicado en el costado Norte de la Universidad Nacional de Ingeniería (Recinto Universitario Simón Bolívar)”*

Este trabajo propone realizar una auditoria eléctrica diferentes edificios de la universidad, el cual ayudara a determinar las mejorías que se harían para reducir el consumo energético en estos edificios, proponiendo la sustitución de luminarias y Aires acondicionado viejos por unos nuevo y más eficientes.

En este proyecto se contempla el análisis del proyecto anterior específicamente en el edificio de la biblioteca Julio Buitrago con el objetivo de mejorar y contemplar algunos aspectos incompletos del proyecto. En aspecto de diseño, Calculo, análisis ahorrativo Aplicando un sistema domótico con PLC Logo.

Por lo tanto, nos enfocaremos en realizar un diagnóstico del sistema eléctrico de luminarias y climatización actual, y valorar los efectos que tiene en el ahorro energético de la biblioteca.

Propondremos medidas que contribuyan al ahorro energético en la biblioteca Julio Buitrago en base a los resultados del diagnóstico del sistema eléctrico actual. También Describiremos los beneficios obtenidos de la realización de una automatización y mejorías con respecto al ahorro energético.

Justificación

Los estudiantes frecuentan muy poco la biblioteca debido a que no hay un confort adecuado el cual les permita su estadía en ella ya sea por poca iluminación o un ambiente calorífico.

Esta problemática se debe a que la mayoría de estos equipos tanto de iluminación como climatización son de tecnología desfasada o están en mal estado, ya que suele ocurrir que estos equipos sufren desconfiguraciones internas por lo que el personal de biblioteca controla el apagado y encendido de aires acondicionados e iluminación de forma manual, lo que a veces provoca que en el caso de los aires acondicionados permanezcan encendidos durante mucho tiempo innecesariamente lo que incrementa el consumo energético de la biblioteca.

La presente tesis de automatización del sistema eléctrico de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago pretende cubrir con una serie de necesidades que afectan principalmente a los estudiantes de la UNI ya que la Biblioteca (Zona de lectura, hemeroteca y Laboratorio de computación) actualmente no ofrece un espacio adecuado que cumpla con las condiciones que se requieren como: Una apropiada iluminación y un comfortable sistema de climatización; así mismo reducir el consumo energético, garantizar el buen funcionamiento y garantizar larga duración de los equipos.

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Objetivos

Objetivo general

- Proponer sistema controlado para los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago.

Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago.
- Realizar control automático correspondientes a los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago.

Marco Teórico

La Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP), del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP), rector del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), tiene la satisfacción de publicar la Metodología General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública a nivel de perfil. Esta Metodología tiene el propósito de aportar a la mejora de la calidad y sostenibilidad de las inversiones, para que contribuyan de forma contundente al desarrollo y bienestar común de la población, especialmente la más vulnerable. (Rodríguez 2010)

La Metodología organiza el proceso de preparar y evaluar un proyecto en tres módulos o capítulos. El primero, de Identificación, incluye tres diagnósticos a ser realizados para poder precisar el problema que se pretende resolver con el proyecto, estos son: (i) diagnóstico del área de influencia, (ii) diagnóstico del servicio y (iii) diagnóstico de los involucrados. Todos deben ser realizados con intensa participación de los involucrados e interesados en el proyecto. Es importante señalar que Nicaragua está decididamente incorporando la Gestión Integral de Riesgo a Desastres de forma integral en todos los procesos de inversión pública, hecho evidenciado en la presente metodología, en la que desde la misma identificación del proyecto, se recomienda se estudien posibles amenazas y vulnerabilidades. (Rodríguez 2010)

Metodología es la Preparación o Formulación del proyecto, que inicia con el análisis de demanda, continua con el análisis de oferta, a efectos de precisar la brecha que el proyecto atendería, de forma total o parcial. Luego orienta sobre las consideraciones y análisis del tamaño, localización, y tecnología del proyecto. Se ha procurado que la explicación retome ejemplos prácticos, y que la argumentación misma sea sencilla a fin de establecer con claridad lo que se espera sea analizado y tomado en cuenta en el momento de decidir los aspectos técnicos del proyecto. Este capítulo aborda la estimación de costos del proyecto, gastos de operación y mantenimiento, aspectos legales y organizativos, e incluso ambientales, que incidan en sus costos y beneficios. (Rodríguez 2010)

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Artículo 75.- El diseño y característica de las instalaciones de los lugares de trabajo deberán

garantizar:

a. Que las instalaciones de servicio o de protección anexas a los lugares de trabajo puedan ser utilizadas sin peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores.

b. Que dichas instalaciones y dispositivos de protección cumplan con su cometido, dando protección efectiva frente a los riesgos que pretenden evitar.

Las instalaciones de los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, la reglamentación específica que le sea de aplicación. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Artículo 76.- La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de unas condiciones de visibilidad adecuados para poder circular y desarrollar sus actividades sin riesgo para su seguridad y la de terceros, con un confort visual aceptable. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Artículo 77.- Las condiciones ambientales y en particular las condiciones de confort térmico de los lugares de trabajo no deberán constituir tampoco, en la medida de lo posible, una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Artículo 118.- Las condiciones del ambiente térmico no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores, por lo que se deberán evitar condiciones excesivas de calor o frío. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Artículo 119.- En los lugares de trabajo se debe mantener por medios naturales o artificiales condiciones atmosféricas adecuadas evitando la acumulación de aire contaminado, calor o frío. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Artículo 120.- En los lugares de trabajo donde existan variaciones constantes de

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

temperatura, deberán existir lugares intermedios donde el trabajador se adapte gradualmente a una u otra. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Artículo 151.- En los centros de trabajo se debe garantizar que las instalaciones de equipos eléctricos, trabajos de reparación, en instalaciones de baja tensión, trabajos con redes subterráneas, instalaciones de alta tensión y trabajos en las proximidades de instalación de alta tensión en servicio, todas estas operaciones se efectuarán cumpliendo con las regulaciones de seguridad contenidas en la presente Ley. (Asamblea Nacional de Nicaragua 19 de Abril del 2007)

Lumen

Los lúmenes (lm.) son una medida estándar para medir el flujo luminoso. ¿Qué es el flujo luminoso? es la medida de luz que percibes con la vista, perfecto para poder comparar la intensidad de luz de una lámpara o bombilla.

Los lúmenes varían en función de muchos factores como por ejemplo el ángulo de apertura o la distancia a la que se encuentra la fuente de luz. Pero son un valor estándar y fácil de comprar entre lámparas similares.

Una lámpara con bombilla que esté muy alejada del suelo puede emitir 2.000 lm. ya que se calculan según la luz que da una bombilla o fuente de LED (Bratu Campero 1995)

Lux

Un Lux (lx) ayuda a concretar el área a iluminar que es donde entra nuestra segunda forma de medir la intensidad de la luz. Para saber qué luz necesitas de manera exacta se emplean los luxes. La medida lux es relaciona el lumen entre metros cuadrado. (Bratu Campero 1995)

Cantidad de luz necesaria para un espacio

Iluminación para Salón:	100 – 250 Luxes
Luz para mesa de Comedor:	350 – 500 Luxes
Luz para Dormitorios:	50 – 150 Luxes
Iluminación para Cocinas:	200 – 300 Luxes
Iluminación para Cuartos de Baño:	150 – 200 Luxes
Iluminación de Pasillos:	100 – 200 Luxes
Luz para espejo del baño:	400 – 500 Luxes*
Mesa de estudio o lectura:	400 – 600 Luxes*

Factores que afectan al tipo de iluminación

Al elegir el tipo de luz puedes tener claro el número de lúmenes, pero existen varios factores que cambian un poco la luz que vas a necesitar o preferir. Son datos que tienen todos los productos de iluminación bombillas y/o LED. (Bratu Campero 1995)

- La temperatura de color de la luz
- Ángulo de apertura de la luz (Luz focalizada)

Aquí puedes ver una tabla con los Luxes que recomendamos para cada estancia. Ten en cuenta que son valores aproximados, por ello se dan varios valores para cada estancia. Esto se hace porque cada persona quiere un tipo de luz en función de sus gustos personales.

Cálculo de potencia de aire acondicionado por metro cuadrado

Una frigoría es la unidad de potencia que se usa para medir la absorción de energía térmica en un recinto. Se trata de una kilocaloría negativa, es decir, indica el número de kilocalorías que el sistema es capaz de absorber en una hora. En el cálculo de las frigorías que necesita un aparato de aire acondicionado para absorber el calor de un recinto intervienen numerosos factores como la zona climática de la vivienda, su orientación, número de ventanas, su aislamiento, etc. por eso, en este artículo realizaremos un cálculo muy orientativo y aproximado de la potencia en frigorías.

Tanto la frigoría como el vatio son las unidades de medida que se emplean para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado y sirven para expresar la potencia (energía que se mueve en 1s)

Como medida general se suele utilizar el cálculo de 100 frigorías por cada metro cuadrado de la habitación. Por ejemplo, una habitación de 35 m² necesitaría un equipo de 3500 frigorías.

$$1\text{m}^2 = 100 \text{ frigorías}$$

En el caso de que encuentres la medición en vatios, se pueden convertir a frigorías de una forma muy simple. Multiplicamos el valor de potencia de nuestra máquina por 0,86. Si suponemos que nuestra máquina tiene 900 vatios (w): 900 vatios/hora x 0,86 = 774 frigorías/hora.

$$1 \text{ vatio (w)} = 0,86 \text{ frigorías/hora}$$

Por ejemplo, para una habitación de 25 metros cuadrados, se necesitará un equipo de 2.500 frigorías/h, que equivalen a 2,91 kW por un uso de 8 horas diarias. Ten en cuenta que adquirir un equipo por encima de tus necesidades te puede suponer un gasto más elevado y continuo.

Factores que influyen en el cálculo de la potencia frigorífica

El cálculo de la potencia necesaria para un equipo depende de muchos factores a considerar:

- La superficie de la estancia a acondicionar, pues a mayor superficie, necesitaremos mayor potencia.
- El tamaño de las ventanas y puertas.
- La orientación de la vivienda.
- El número de equipos electrónicos conectados en la habitación, ya que estos pueden aportar calor al ambiente.
- El clima predominante en la región durante la estación que vas a dar mayor uso a tu equipo de aire acondicionado.
- La humedad del ambiente.
- El aislamiento térmico del edificio.

Domótica

El significado de domótica hace referencia al conjunto de sistemas y tecnologías capaces de automatizar una vivienda, mediante la gestión inteligente de la energía, las comunicaciones, la iluminación, la seguridad y todos los elementos de una vivienda o edificación con el fin de aportar seguridad, bienestar y confort. Entonces, ¿Qué es la domótica? básicamente es una tecnología que nos permite gestionar una vivienda de forma inteligente y automática. Estos sistemas pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar.

La domótica nos permite controlar una serie de sistemas y tecnologías para realizar un uso más racional de la climatización, la electricidad, el agua... e incluso los sistemas de seguridad. Con la regulación y el control de los sistemas de calefacción y aire acondicionado, conmutando y regulando la iluminación y controlando los sistemas de alarma, puertas y ventanas, etc.. conseguimos adaptar la vivienda a nuestras necesidades de bienestar y al mismo tiempo, conseguimos un importante ahorro en la factura energética. (Nicaragua 2000)

Funcionamiento de la domótica

Los terminales siempre son dispositivos como electrodomésticos, dispositivos de iluminación o puntos de luz, equipos de climatización y ventilación, persianas y toldos y cualquier equipo susceptible de disponer de una inteligencia o capacidad de comunicación con el sistema central programable, introduciendo una interfaz para su control. Los sensores dentro del conjunto van a recabar información sensible y la unidad central decidirá qué acciones realizar en relación a la información proporcionada por dichos sensores.

Todos los dispositivos del sistema envían y reciben señales a través de una red de comunicaciones a la unidad central, encargada de gestionar los intercambios de información. Las señales viajan codificadas en forma de protocolos de comunicación por lo que se necesitan “traducir” para cada uno de los dispositivos, de forma parecida a como pasa en una red de ordenadores.

En un sistema domótico y según donde resida el centro de control o el sistema inteligente que va a controlar la instalación, vamos a contar con varias arquitecturas diferentes: (Nicaragua 2000)

- Arquitectura centralizada: a través de los diferentes sensores, procesando las órdenes y enviándolas a los actuadores, un controlador centralizado va a controlar la instalación.
- Arquitectura distribuida: al no haber un centro de proceso central, toda la inteligencia del sistema está distribuida a través de los diferentes actuadores y sensores, por lo que es normal un cableado en bus o redes inalámbricas.
- Arquitectura mixta: en esta modalidad tendremos una arquitectura básicamente descentralizada, ya que se disponen de varios pequeños dispositivos que adquieren la información desde diferentes sensores y luego se transmite esta información a los dispositivos que están distribuidos por la red, por ejemplo, sistemas basados y totalmente inalámbricos.

Tecnología y domótica

La domótica utiliza una variedad de tecnologías para recoger, procesar y transmitir información y para controlar y gestionar los diferentes sistemas y dispositivos.

Algunas de estas tecnologías incluyen:

- Redes de área local (LAN)
- Protocolos de comunicación como el Zigbee, Z-Wave y Bluetooth.
- Sensores como de temperatura, humedad y luminosidad. Utilizados para recopilar información sobre el hogar o edificio y enviarla al sistema central de control para tomar decisiones y realizar acciones.
- Actuadores, es decir, dispositivos que se encargan de ejecutar una acción.
- Controladores, dispositivos que procesan la información recogida por los sensores y envían señales a los actuadores para realizar una acción

Sistemas de iluminación eficientes: existen en la actualidad sistemas de iluminación inteligentes que adaptan el nivel de iluminación (tanto interior como exterior) en función de la variación de la luz solar, la zona de la casa o la presencia de personas, ajustándola a las necesidades de cada momento, permite evitar el dejarse luces encendidas al salir de casa.

Control automático inteligente de toldos, persianas y cortinas de la vivienda: permite que se aproveche al máximo la luz solar.

Sistemas de regulación y control de los sistemas de climatización: adaptan la temperatura de la vivienda en función de la variación de la temperatura exterior, la hora del día, la zona de la casa o la presencia de personas.

Control o secuenciado de la puesta en marcha de electrodomésticos: programando su funcionamiento en horarios en los que el precio de la energía es menor.

Detección de la apertura y cierre de ventanas: avisan al usuario de si hay ventanas abiertas cuando está activada la climatización.

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Detección y aviso en caso de averías como, por ejemplo, una fuga de gas o agua, provocando un corte del suministro que evite los peligros que pudieran ocasionarse y el sobrecoste extra que además supone.

Control inteligente de riego: a través de un sensor de humedad o de lluvia, detecta la humedad del suelo y de forma autónoma riega sólo cuando es necesario.

Alternativa

Reemplazar los aires acondicionados antiguos que presentan una deficiencia en su funcionamiento por unos aires acondicionados de última generación con mejor tecnología trayendo consigo beneficios como sistemas más eficientes que reducirán el consumo de energía eléctrica de manera significativa, por otro lado en cuanto al sistema de iluminación la mejor opción es sustituir los tubos fluorescente por tubos LED; ya que proporcionan hasta un 65% de ahorro en el consumo de electricidad y tienen una vida útil mucho mayor de hasta 50,000 horas comparadas a las fluorescente que presentan 8,000. Partes de las razones por las que se propone realizar el cambio es que los tubos LED son de arranque instantáneo y no reducen su rendimiento con el paso del tiempo.

Y finalmente, el último paso de nuestra alternativa de solución es proponer el diseño de un sistema automatizado con un controlador lógico programable como el logo que sea capaz de encender y apagar tanto el sistema de iluminación como el sistema de aires acondicionado garantizando la funcionalidad de ambos sistemas, reduciendo el consumo energético y evitando que el personal de biblioteca tenga que realizar dicha operación.

Metodología

En el presente protocolo se propone desarrollar el tema monográfico en dos etapas

1. Diagnóstico de la situación actual

Se realizará un proceso de recolección de información cualitativa y cuantitativa, mediante datos primarios (tomados directamente de los participantes del estudio (estudiantes y personal de Biblioteca Julio Buitrago) mediante entrevistas a personal de la Biblioteca y estudiantes, observaciones directas a las instalaciones eléctricas del sistema de iluminación y climatización, mediciones, etc.) y secundarios (por medio de revisiones de documentos ya existentes como, reportes estadísticos de uso de la biblioteca, bases de datos, etc.)

2. Propuesta de mejora y automatización

Se utilizará información generada en la primera etapa como un punto base, luego se procederá a realizar una propuesta de mejora utilizando herramientas de cálculo, lenguaje de programación software especializado para simulación y programación. Para finalizar se realizará un contraste referente al supuesto de con ejecución del proyecto y sin ejecución del proyecto, se presentarán gráficas y tablas resumen y se presentaran los resultados, La discusión de resultados se realizará en base a tesis desarrolladas previamente y que se están considerando en el presente protocolo como antecedentes

Diagnóstico de la situación actual

Para recolección de información cuantitativa y cualitativa se debe implementar el método de observación directa mediante de todos los equipos instalados referente a iluminación y climatización en la Biblioteca Julio Buitrago, luego se procederá a sistematizar información relevante para lo cual se necesitará cámara fotográfica, se elaborará tabla describiendo el estado de cada equipo instalado divididos en tres categorías (equipos en mal estado que no están operando, equipos en buen estado operando, y equipos en operación que generan fallas, pero se siguen utilizando). Las cuales se describirán en el siguiente formato

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Formato estado de los equipos instalados					
Descripción del equipo	En mal estado sin operar	En buen estado operando	En mal estado operando	Demanda KW	Área de Ubicación
Iluminación x					
Iluminación Y					
Iluminación Z					
Aire acondicionado x btu					
Aire acondicionado y btu					

se procederá a obtener la estimación de la demanda energética con respecto a la cantidad de dispositivos instalados e identificar las características de la oferta existente del servicio de sistema eléctrico de iluminación y climatización en la Biblioteca Julio Buitrago así mismo identificar si la demanda está siendo cubierta por la oferta.

Para poder realizar una proyección de demanda del consumo energético necesitaremos saber el consumo energético de los últimos 7 semestres equivalente a los últimos 3 años, por tal razón se realizará un censo de carga de todos los dispositivos que estén conectados en la zona de lectura, hemeroteca y laboratorio de computación con la finalidad de estimar el consumo energético mensual.

Para realizar el cálculo se tomarán en cuenta parámetros como

- horas de operación de cada dispositivo
- Días del mes que está operando la biblioteca
- Cantidad de estudiantes que hacen uso de la Biblioteca mensualmente
- Cantidad de equipos conectados y demanda unitaria de cada equipo

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Formato para levantamiento de datos del sistema de luminarias							
Ubicación	Tipos de lamparas	Cantidad	Luminarias	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes	
Hemeroteca							
Laboratorio de computo							
Sala de lectura							
Total							

Formato para levantamiento de datos del sistema de climatización						
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda unitaria KW	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes
Hemeroteca						
Laboratorio de computo						
Sala de lectura						
Total						

Posteriormente se utilizará el programa SPSS statistics para obtener la proyección a futuro. En dicho programa se introducirán las tres variables, la dependiente la cual es la demanda (Consumo energético por semestre) y las dos independientes que corresponde a la cantidad de estudiantes que ocasionalmente visitan la biblioteca y los meses de cada semestre.

Cálculo del sistema de iluminación

Para realizar el cálculo de luminaria primeramente se tiene que definir el nivel de iluminación, en nuestro caso realizamos el cálculo de luminarias para iluminación de interiores local la cual se refiere a las necesidades de luz para tareas específicas que se desarrollan en diferentes puntos del espacio a iluminar.

para realizar el cálculo de luminarias necesarias en cada ambiente se realizará con ayuda del libro de instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseño. llevando a cabo el siguiente método calculando la cantidad de luminarias necesarias para la zona de lectura.

método de cálculos de los lúmenes

la lampara que se usara en esta área es tubo led philips para obtener los lux en el área nos apoyamos de la información proporcionada por el fabricante sobre la emisión luminosa de la lámpara.

Formato para proyección del sistema de luminarias LED							
Ubicación	Tipos de lampara	Cantidad	Luminarias	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes	
Hemeroteca							
Laboratorio de computo							
Sala de lectura							
Total							

Cálculo del sistema de climatización

Inicialmente se realizará el cálculo de los aires acondicionados que se necesitan en cada área tomando en cuenta los factores que influyen para la selección de un aire acondicionado:

- ✓ Área total del local en metros cuadrados.
- ✓ La iluminación instalada.
- ✓ Los dispositivos electrónicos de ofimática.
- ✓ La cantidad de personas que permanecerán en el sitio

Formato para proyección del sistema de climatización						
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda unitaria KW	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Meses
Hemeroteca						
Laboratorio de computo						
Sala de lectura						
Total						

Tecnología y software a utilizar

¡El software LOGO! Soft Confort tiene como campo de aplicación la Domótica, orientado principalmente a electricistas y técnicos de automatización de edificios. Sobre todo, en proyectos de eficiencia y consumo energético, control de luces, alumbrado público, señales de tráfico, luces de comercios y pabellones deportivos, entre otros usos.

¡LOGO! Soft Confort es que lleva simulador y es posible realizar pruebas antes de hacer las automatizaciones que se llevarán a cabo.

¡En cuanto a LOGO! Access Tool destacar que es una herramienta gratuita.

¡Autoriza transferir los datos de la aplicación de LOGO! en modo RUN a una hoja de Excel. Al final, se ejecuta sólo como complemento en Windows Excel.

¡Este programa se acompaña de la herramienta LOGO! Acces Tool y de Web Editor para el servidor web integrado en LOGO!

Definir parámetros de entrada

(Información de la propuesta referente a iluminación y climatización)

Formato para proyección del sistema de luminarias LED							
Ubicación	Tipos de lampara	Cantidad	Luminarias	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes	
Hemeroteca							
Laboratorio de computo							
Sala de lectura							
Total							

Formato para proyección del sistema de climatización						
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda unitaria KW	Demanda KW	Tiempo de operación/Días	Consumo Kwh/Mes
Hemeroteca						
Laboratorio de computo						
Sala de lectura						
Total						

Lenguaje de programación

FUP (Funktionsplan): También se le denomina diagrama de funciones, pues está ligado de forma estrecha a la lógica booleana, ya que está representado por funciones como OR, AND, NOT, XOR, NAND, NOR, etcétera.

Tiene la ventaja de ver agrupados por bloques a las diferentes lógicas y tener bloques complejos.

Entre las principales instrucciones que se pueden programar en este lenguaje se encuentran: “coloca resultado”, inserta nueva rama”, “niega la entrada seleccionada”, inserta nueva entrada al bloque”.

Simulación del programa

¡Una de las ventajas que tiene LOGO! Soft Comfort es que lleva simulador y es posible realizar pruebas antes de hacer las automatizaciones que se llevarán a cabo.

Programación de sistema de automatización

Programación automática vía red. ¡LOGO! Soft Comfort dispone de configuración automática en la comunicación y visualización de la vista de red. Pueden visualizarse hasta 16 nodos en la vista de red; a la vez que se pueden ejecutar hasta tres programas en paralelo.

Programación manual

El proceso de programación manual es muy se realiza mediante las 6 teclas ubicadas en el panel frontal, desde las cuales se puede introducir la programación. El visionado del programa, estado de las entradas y salidas, parámetros, etc., se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma gráfica.

Diagnóstico de la situación actual

En la universidad Nacional de Ingeniería, la biblioteca Julio Buitrago se creó en el año 1983 en el Recinto Universitario Simón Bolívar, pero debido a la demanda de estudiante esta ha ampliado y mejorado sus instalaciones para un mejor confort de sus estudiantes.

La universidad nacional de ingeniería es una institución de la educación superior, estatal y autónoma en búsqueda permanente de la excelencia académica, por lo tanto, cuenta con un recurso muy importante como lo es la Biblioteca Julio Buitrago donde los estudiantes pueden apoyarse y adquirir herramientas importantes con este recurso. En esta biblioteca el personal trabaja de 8:00 am- 4:00 pm.

Actualmente los estudiantes frecuentan muy poco la biblioteca debido a que no hay un confort adecuado el cual les permita su estadía en ella para el uso de la sala de lectura, laboratorios y hemeroteca ya sea por poca laminación o un ambiente calorífico. Según estadísticas brindadas por la biblioteca alrededor de 2000 estudiantes utilizan la biblioteca en sala de lectura, hemeroteca y laboratorios.

Esta problemática se debe a que la mayoría de estos equipos son de tecnología antigua o están en mal estado como en el caso de la iluminación y climatización, ya que suele ocurrir que estos equipos sufren desconfiguraciones internas por lo que el personal de biblioteca controla el apagado y encendido de aires acondicionados e iluminación de forma manual y no están capacitados para dichas acciones, lo que a veces provoca que en el caso de los aires acondicionados permanezcan encendidos durante mucho tiempo innecesariamente lo que incrementa el consumo energético de la biblioteca.

Potencia instalada de la biblioteca

- ✓ Banco de transformadores 3 X 75 KVA
- ✓ Capacidad: 225 kVA
- ✓ Tensión Primaria: 7.6 /13.2 kV
- ✓ Tensión Secundaria: 120/240 V
- ✓ Conexión: Delta/Estrella

A este centro de transformación están conectadas todas las cargas eléctricas correspondientes al edificio de la biblioteca Julio Buitrago (RUSB). La salida de baja tensión para este banco de transformación en los bornes del secundario, tipo subterránea, a través de una acometida trifásica con dos conductores 3/0 THWN por fase más dos conductores del neutro, conectado la fase a un interruptor principal de tres polos 600A, en este panel la acometida llega en dos tuberías de tres pulgadas de diámetro repartido cuatro conductores por tubería, este panel eléctrico se encuentra ubicado en la hemeroteca planta baja del edificio.

Sistema de iluminación de la biblioteca y consumo mensual

Tabla 1.1, Luminarias Instaladas

Luminarias							
Ubicación	Tipos de Lámpara	Cantidad	Luminarias	Demanda kW	Tiempo operación/Día	Días al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	T8	54	2x18	1.872	9	22	370.66
Laboratorio Comput.	T8	7	2x18	0.216	8	22	38.02
Sala de lectura	T8	142	2x18	4.752	11	22	1,149.98
TOTAL		203		6.84			1,558.66

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la investigación de campo se puede apreciar en la tabla 1.1 que la biblioteca específicamente en; Hemeroteca, laboratorio de computación y sala de lectura, hay una cantidad de 203 luminarias fluorescentes tipo T8 de 2 X 18W que utilizan actualmente balastro electromagnético lo cual puede significar excelente oportunidad de ahorro al proponer la sustitución de estas lámparas por otras más eficientes.

Sistema de climatización de la biblioteca y consumo por mes

Tabla 1.2, Aires Acondicionados instalados

Aires Acondicionados							
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria kw	Demanda kW	Tiempo operación/Día	Dias al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	60000	2	3.835	7.67	8	22	1,349.92
Laboratorio Comput.	60000	1	7.9	7.9	8	22	1,390.40
Sala de lectura	60000	12	3.835	46.02	8	22	8,099.52
	48000	4	4.1	16.4	8	22	2,886.40
TOTAL		19	19.67	77.99			13,726.24

Fuente: Elaboración propia

Un sistema de aire acondicionado como su nombre lo indica tiene por objeto acondicionar o climatizar el aire en un determinado lugar o espacio. El sistema de climatización de la biblioteca, está compuesto por 14 unidades de 60,000 BTU y 4 unidades de 48,000 BTU los cuales la mayoría son de tecnología antigua y debido al tiempo que llevan de uso son un 60 % menos eficientes.

Análisis de la Demanda

Para obtener información con respecto al consumo energético de la Biblioteca se emplearon técnicas de recolección de Datos como entrevista las cuales se le realizaron al personal que labora en la Biblioteca, estas contenían un cuestionario breve con preguntas claves que nos facilitaran información.

De las que se obtuvo la siguiente información:

Actualmente la Biblioteca de la universidad no cuenta con un sistema que sea capaz de controlar el encendido y apagado del sistema de climatización e iluminación por horarios, sino que el personal se encarga de encender-apagar ambos sistemas de forma manual con sus respectivos controles y esto ha llegado a generar problemas. Para cada aire acondicionado hay un control distinto y al momento de apagarlos resulta tedioso por la cantidad de controles y ha llegado a ocurrir que accidentalmente queda encendido la unidad durante toda la noche generando un alto consumo energético.

De la misma forma ocurre con el sistema de iluminación no hay un sistema general desde el cual se pueda apagar toda la iluminación, sino que se tiene que apagar desde un interruptor distinto cada subcircuito.

Por otro lado, se realizó una encuesta dirigida a los estudiantes que frecuenta la Biblioteca con la finalidad de conocer sus necesidades.

Los estudiantes manifestaron que la Biblioteca no ofrece una temperatura adecuada para que ellos puedan trabajar cómodamente, las razones por las cuales consideran que se debe realizar un cambio en la climatización son:

- ✓ Hace demasiado el calor y llega un punto que no puede ser ignorado.
- ✓ La climatización no es pareja hay zonas más calientes o más frías.
- ✓ Un cambio va a generar un buen ambiente, dará como resultado mejor rendimiento y concentración en los estudiantes.

En cuanto la iluminación, los estudiantes consideran que se debe adecuar la iluminación para la zona de lectura ya que la iluminación actual le causan distintas afecciones como como fatiga ocular, cansancio y dolor de cabeza.

Demanda con respecto a consumo energético actual

Para poder realizar nuestra demanda del consumo energético necesitábamos saber el consumo energético de los últimos 7 semestre equivalente a los últimos 3 años, por tal razón se realizó un censo de carga de todos los dispositivos que estaban conectados en la zona de lectura, hemeroteca y laboratorio de computación con la finalidad de estimar el consumo energético mensual. Para realizar el cálculo se tomaron en cuenta parámetros como:

- horas de operación de cada dispositivo
- Días del mes que está opera la biblioteca
- Cantidad de estudiantes que hacen uso de la Biblioteca mensualmente
- Cantidad de quipos conectados y demanda unitaria de cada equipo

Usualmente la biblioteca opera de lunes a viernes con un horario establecido:

8: 30 *am* – 12: 00 *pm*

1: 00 *am* – 4: 30 *pm*

A lo cual se asume que la biblioteca está a disposición de los estudiantes aproximadamente entre 21 y 22 días al mes, según datos proporcionados por la Biblioteca II trimestre correspondiente a los meses abril, mayo y junio del 2022 se prestó servicio alrededor de 8024 estudiantes.

En la siguiente tabla se ilustra el censo de carga de la zona de lectura, hemeroteca y laboratorio de computación que corresponde al mes de julio 2022. Donde información registrada por la Biblioteca se estima que para el último mes del semestre debido a que es época de exámenes, 1794 estudiantes hicieron uso de los servicios de la Biblioteca.

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Censo de Carga

Tabla 2.1 Aire Acondicionado

Aires Acondicionados							
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria kw	Demanda kW	Tiempo operación/Día	Días al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	60000	2	3.835	7.67	8	22	1,349.92
Laboratorio Comput.	60000	1	7.9	7.9	8	22	1,390.40
Sala de lectura	60000	12	3.835	46.02	8	22	8,099.52
	48000	4	4.1	16.4	8	22	2,886.40
TOTAL		19	19.67	77.99			13,726.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.2 Iluminación

Luminarias							
Ubicación	Tipos de Lámpara	Cantidad	Luminarias	Demanda kW	Tiempo operación/Día	Días al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	T8	54	2x18	1.872	9	22	370.66
Laboratorio Comput.	T8	7	2x18	0.216	8	22	38.02
Sala de lectura	T8	142	2x18	4.752	11	22	1,149.98
TOTAL		203		6.84			1,558.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.3 Equipos Ofimáticos

Equipos Ofimáticos							
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda unitaria kW	Demanda kW	Tiempo de operación	Días al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	PC-HP	2	0.32	0.64	9	22	126.72
Laboratorio Comput.	PC-DELL	21	0.32	6.72	8	22	1,182.72
	Rooter	3	0.156	0.468	8	22	82.37
TOTAL		26		7.828			1,391.81

Fuente: Elaboración propia

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Como bien se observa en la tabla 2.1 para obtener el consumo total se subdividió en 3 partes: aires acondicionados, luminarias y equipos ofimáticos donde el consumo variable de los quipos depende de la cantidad de estudiantes que visiten la biblioteca, tales como los otros equipos ofimáticos que incluye su computadora y celulares. Así mismo obtuvimos el consumo fijo que incluye las luminarias y aires acondicionados.

Para obtener el consumo en kW al mes se realizó la siguiente operación:

$$\text{Consumo } kW/mes = D_{kW} * T_{Día} * D_{mes}$$

Donde:

D_{kW} , Demanda Total en kW

$T_{Día}$, Tiempo de operación por Día

D_{mes} , Días al mes que se trabaja

$C_{kw/mes}$, Consumo energético en kW por mes

En base a los parámetros calculados anteriormente, se calcula el antecedente de la demanda a partir del I semestre del 2019 hasta el I semestre del año 2022. En dichos cálculos se utilizó los costos promedios de la tarifa eléctrica nacional para el sector residencial.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos:

Tabla 2.4 Consumo energético precedente

Semestre	Estudiantes	Demanda	Tarifa/Año	costo por consumo
ene-19	2035	88,798.75	6.0172	534,319.84
ago-19	1884	73,889.94	6.1046	451,068.53
ene-20	2100	90,425.57	6.1925	559,960.34
ago-20	1920	75,325.90	6.2825	473,234.97
ene-21	2120	90,639.95	6.3729	577,639.34
ago-21	1950	75,173.88	6.4655	486,036.72
ene-22	2200	91,811.73	6.6537	610,887.71

Fuente: Elaboración propia

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Se utilizo el programa IBM SPSS statistics para obtener la ecuación que nos ayudara hacer la proyección a futuro. En dicho programa se introdujo tres variables, la dependiente la cual es la demanda (Consumo energético por semestre) y las dos independientes que corresponde a la cantidad de estudiantes que constantemente hacen uso de la biblioteca y los meses por lo que está compuesto el semestre. Inicialmente se comprueba si nuestras variables tienen correlación.

Tabla 2.5 correlación de las variables

		Demanda	Estudiantes	Semestre
Demanda	Pearson Correlation	1	.941**	.993**
	Sig. (2-tailed)		.002	.000
	N	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

Si el nivel de significación (Sig.) es igual o menor a 0.05, se considera que con un nivel de confianza del 95 %, el dato del coeficiente de correlación r es significativo. Y de los resultados obtenidos en el programa se puede analizar que entre la demanda (Consumo Energético) y los estudiantes se aproxima a un 95% de confianza.

Si el nivel de significación (Sig.) es menor o igual a 0.01, se considera que con un nivel de confianza del 99%, el dato del coeficiente de correlación r es muy significativo, se puede analizar que entre la Demanda y los meses el nivel de significación es menor a 0.01 por lo tanto el nivel de confianza es del 99 %.

Tabla 2.6 Error de las variables

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.999 ^a	.998	.998	409.2094

a. Predictors: (Constant), Semestre, Estudiantes

Fuente: Elaboración propia

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Se observa que el valor de R es la correlación simple y R² es el coeficiente de correlación se observa que según los resultados de R² aproxima a 1, lo que significa que con las variables que ya nos hemos planteados se puede predecir un 99% de la ecuación final.

Tabla 2.7 Variables de la ecuación

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-22501.494	3501.210		-6.427	.003
	Estudiantes	19.319	3.230	.261	5.982	.004
	Semestre	12230.727	705.259	.758	17.342	.000

a. Dependent Variable: Demanda

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos del coeficiente, finalmente se tiene nuestra ecuación final:

$$D(M, E) = -22,501.49 + 12,230.72 * S + 19.319 * E$$

Según la ecuación la proyección a futuro considerando que según la información proporcionada por la Biblioteca se espera que en los próximos 10 años el uso de la Biblioteca mensual por parte de los estudiantes incremente en un 10%.

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Tabla 2.8 Proyección a futuro

Semestre	Meses	Estudiantes	Demanda
ago-22	5	2239	78,688.81
ene-23	6	2072	95,509.72
ago-23	5	2310	79,453.84
ene-24	6	2112	95,934.74
ago-24	5	2332	80,091.37
ene-25	6	2145	97,634.81
ago-25	5	2420	86,222.25
ene-26	6	2462	94,923.20
ago-26	5	2280	87,741.69
ene-27	6	2541	95,764.73
ago-27	5	2323	88,209.21
ene-28	6	2565	96,466.01
ago-28	5	2360	90,079.29
ene-29	6	2662	103,209.98
ago-29	5	2709	87,096.51
ene-30	6	2508	104,881.37
ago-30	5	2795	88,022.20
ene-31	6	2556	105,395.64
ago-31	5	2822	88,793.61
ene-32	6	2595	107,452.73
ago-32	5	2928	95,222.01

Fuente: Elaboración propia

Las proyecciones que se realizaron reflejan que en los próximos 10 años aumentara gradualmente el consumo energético conforme incremente las visitas de los estudiantes a la Biblioteca

Análisis de la Oferta

Toda Biblioteca debe de ofrecer condiciones óptimas como las de incluir una apropiada climatización en sus instalaciones que trae consigo enormes beneficios como el bienestar, la productividad y la concentración así mismo deben de garantizar una correcta iluminación a fin de preservar el rendimiento y mejorar las condiciones del estudiante, por tales razones ya descritas. Nuestro servicio propone lo siguiente:

- ✓ Apropiar la oferta de las unidades de aires acondicionados a la demanda de los estudiantes que hacen uso continuo de la Biblioteca.
- ✓ Adecuar el sistema de iluminación en toda la zona de lectura y hemeroteca.
- ✓ Establecer un nuevo horario en el sistema eléctrico de climatización que garantice una temperatura adecuada.
- ✓ Implementar y desarrollar un sistema de automatización que garantice el buen funcionamiento de ambos sistemas.

En un análisis general, el servicio que se va a proporcionar incluye básicamente dos clases de bienes y servicios: Realizar el reemplazo de todas las unidades de aires acondicionados de última tecnología en las distintas aéreas y sustituir las luminarias fluorescentes por luminarias LED. Igualmente desarrollar un sistema de automatización (Con la finalidad de tener un mejor control de encendido/ apagado de ambos sistemas evitando interrupciones por una mala manipulación de los equipos y garantizando su correcto funcionamiento para prestar las condiciones que se requieren).

Estudio técnico

El estudio técnico se efectúa con el objetivo principal de definir el tamaño y la capacidad del proyecto así mismo mostrar la distribución de la instalación de los sistemas eléctrico de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago.

Ubicación: El área donde se efectuará el servicio es en el edificio de la Biblioteca Julio Buitrago específicamente en 3 aéreas: Zona de lectura, hemeroteca y laboratorio de computación.

Población: En promedio la cantidad de estudiantes que hacen uso continuo de los servicios de la Biblioteca es de 2000 estudiantes cada semestre y se espera que en los próximos 10 años las visitas incremente en un 10%.

Determinación de la capacidad instalada

La determinación de la capacidad instalada del sistema eléctrico de climatización está estrechamente vinculada con proyección de la demanda es decir la cantidad de estudiantes que se tiene estimado que hagan uso de las instalaciones en los próximos años. Igualmente, para el sistema de iluminación la cantidad de lámparas a instalar se hará en base al dimensionamiento de cada área y de los lux requeridos según el lugar.

Localización optima del proyecto

El proyecto es único, y está dirigido a la biblioteca Julio Buitrago de la universidad, de tal modo que la producción estará habilitada solo mientras se instale el proyecto (si es aprobada su ejecución), los laboratorios y ciertos lugares de la biblioteca podrían ser utilizados como almacenes de los dispositivos y cabe señalar que no hay una cantidad significativa en el costo de transporte de materiales, puesto que los lugares donde se pueden adquirir se encuentran en el municipio de Managua.

Al ser este proyecto aplicado a un solo sitio, nuestra localización optima de nuestro proyecto será en la biblioteca Julio Buitrago, y estudiaremos esta posibilidad, que tan optimo es este proyecto en este lugar mediante el método cualitativos por puntos: La tabla 3.1 muestra una columna con los factores relevantes del proyecto,

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

en la segunda columna (Peso asignado) de los que tienen que ser menor a uno, donde según la importancia de este se le asigna un peso, la suma de todos los pesos asignados tienen que ser 1.

En la tercera columna se realiza una calificación del 1 al 10 según la conveniencia y cercanía de la que se encuentren los factores relevantes del proyecto. En el caso de este proyecto al encontrarse en una zona muy transitada y céntrica de managua es muy accesible al lugar por lo tanto se valoró en una calificación de 10 el factor número 3 de la primera columna que es la accesibilidad del sitio. En la cuarta columna se aprecia la clasificación ponderada, que se obtiene multiplicando el peso asignado por la calificación y luego la suma de estos resultados, si da menor de 5 es una clasificación muy baja para realizar ese proyecto, pero arriba de 5 entonces es viable, en este caso nos dio 9 lo que significa que este proyecto es viable.

Tabla 3.1, Factorización cualitativa

Factorización Cualitativa de la biblioteca Julio Buitrago			
Factores Relevantes	Peso asignado	Calificación	Clasificación Ponderada
Cercanía de la materia prima	0.25	8	2
Simplicidad de la mano de obra	0.25	8	2
Accesibilidad del sitio	0.25	10	2.5
Cercanía de proveedores	0.25	10	2.5
TOTAL	1		9

Fuente: Elaboración Propia

Mediante este método podemos notar que, si es un lugar óptimo para poder realizar este proyecto, debido a que tenemos cerca a nuestros proveedores de materiales y es bastante accesibilidad del sitio para la mano de obra.

Ingeniería del proyecto

Sistema de iluminación

Los humanos poseemos una capacidad extraordinaria para adaptarnos a nuestro entorno. En ello juega un papel fundamental la iluminación, ya que la mayor parte de la información que recibimos a través de los sentidos la obtenemos a través de la vista. Por ello con el tiempo se han desarrollado sistemas de iluminación que nos ayudan a hacer nuestro día a día más fácil.

Cálculo de Luminarias para el área de hemeroteca.

Para realizar el cálculo de luminaria primeramente se tiene que definir el nivel de iluminación, en nuestro caso realizamos el cálculo de luminarias para iluminación de interiores local la cual se refiere a las necesidades de luz para tareas específicas que se desarrollan en diferentes puntos del espacio a iluminar.

Para realizar el cálculo de luminarias necesarias en cada ambiente lo hicimos con ayuda del libro de INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CONCEPTOS BASICOS Y DISEÑO. Llevando a cabo el siguiente método el cual ejemplificaremos calculando la cantidad de luminarias necesarias para la zona de lectura.

Método de cálculos de los lúmenes.

La Lámpara que se usara en esta Área es Tubo LED PHILIPS Para Obtener los Lux en el área nos apoyamos de la información proporcionada por el fabricante sobre la emisión luminosa de la lámpara. Por lo tanto, su flujo luminoso es de 2500 Lm, pero ya que ocuparemos dos lámparas por luminaria serian 5000 Lm y la Dimensional de Hemeroteca es de 204.92 m²

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Los Datos de nuestro ambiente son los siguientes

Para determinar el nivel de iluminación se es necesario determinar la altura de cada una de las cavidades, En cuanto la altura de la cavidad del techo (HT) no tendremos puesto que todas las luminarias irán empotradas, En cuanto la cavidad del suelo (HS) se refiere al plano de trabajo nuestro plano de trabajo en el área de la hemeroteca es de 1.76 metros. Y por último en cuanto a la cavidad de local (H) tomando en cuanto que la altura total de la tienda es de 3.40 metros, nuestra cavidad del local (H) será de 2.58 metros.

Determinación del coeficiente de utilización

En este punto tenemos que tomar en cuenta factores como altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes y techo. Debido a que el color de las paredes de la hemeroteca es amarillo y el del techo es blanco que es cielo raso se puede determinar que las reflectancias son las siguientes:

Techo es 80%, ya que es un techo muy claro

Pared es 50%

Tomando en cuenta las dimensiones del local se calcula la cavidad del Local (RCL):

$$RCL = \frac{5H (Largo + Ancho)}{Largo * Ancho} = \frac{5(1.76)(18.87 + 10.86)}{(18.87 * 10.86)} = 1.27$$

Utilizando la Tabla 3.1 del BRATU, ubicamos el valor del RCL para encontrar el coeficiente de utilización y puesto que no hay números decimales solo enteros se tuvo que interpolar con los datos correspondientes.

Tabla 3.2 Calculo de CU

Interpolación		
CU= 0.85	1	0.88
	1.27	0.85
	2	0.77

Fuente: Elaboración propia

Factor de Conservación

Desde el día que ponemos a funcionar una lámpara la iluminación va cambiando conforme pasa el tiempo, hay factores que inciden en el factor de pérdidas totales como la suciedad y otros factores como:

Tabla 3.3 Factor de conservaciones de lámpara

Factor de conservación	
Factor de tensión	1
Factor de Reflectancia	0.98
Factor de lámpara inutilizada	1
Factor de Temperatura Ambiente	1
Factor de intercambio de calor	1
Degradación Luminosa	0.8
Degradación por suciedad	0.86
FPT	0.67

Fuente: Elaboración propia

Para encontrar el número de luminarias necesarias, aplicaremos la siguiente formula:

$$N = \frac{E * S}{\emptyset * I * CU * FPT}$$

Donde

N: número de luminarias necesarias

E: Iluminación Requerida

S: Superficie

\emptyset : Flujo Luminoso total en lúmenes

I: numero de lámparas por luminarias

Cu: Coeficiente de utilización

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

FPT: Factor de pérdidas totales

Puesto que ya sabemos que la iluminación requerida para la Biblioteca es de 500 luxes, realizamos nuevamente el calculo

Donde:

$$N = \frac{E * S}{\phi * I * CU * FPT} \rightarrow N = \frac{500 * 204.95}{2500 * 2 * 0.85 * 0.67} = 35.98 \approx 36 \text{ Luminarias}$$

Efectivamente está dentro del rango del ±10 %, es decir que puede estar -10% menor de lo requerido o bien +10% mayor.

De la misma forma se realizó el cálculo de iluminación para las demás zonas

Tabla 3.3.1 Cálculo de iluminación

Luminarias							
Ubicación	Tipos de Lámpara	Cantidad	Luminarias	Demanda kW	Tiempo operación/ Día	Días al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	PHILIPS LED	36	2x15.5	1.116	9	22	220.97
Laboratorio Comput.	PHILIPS LED	9	2x15.5	0.279	8	22	49.10
Sala de lectura	PHILIPS LED	130	2x15.5	4.03	11	22	975.26
TOTAL							1,245.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3.1.1 Cálculo de iluminación

Luminarias							
Ubicación	Tipos de Lámpara	Cantidad	Luminarias	Demanda kW	Tiempo operación/ Día	Días al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	PHILIPS LED	36	2x15.5	1.116	9	22	220.97
Laboratorio Comput.	PHILIPS LED	9	2x15.5	0.279	8	22	49.10
Sala de lectura	PHILIPS LED	130	2x15.5	4.03	11	22	975.26
TOTAL							1,245.33

Fuente: Elaboración propia

Sistema eléctrico de climatización

La climatización es un elemento clave para nuestra salud. El hecho de que en una Biblioteca haya cambios bruscos de temperatura de una zona a otras puede provocar importantes problemas de salud. Una buena climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas. Inicialmente se realizará el cálculo de los aires acondicionados que se necesitan en cada área tomando en cuenta los factores que influyen para la selección de un aire acondicionado:

- ✓ Área total del local en metros cuadrados.
- ✓ La iluminación instalada.
- ✓ Los dispositivos electrónicos de ofimática.
- ✓ La cantidad de personas que permanecerán en el sitio

Cálculo de Hemeroteca

Datos del Ambiente:

Longitud:10.87 Ancho: 10.86

Área Total: 204.95 m²

Clima: Caliente, 600 BTU/m²

Dispositivos Eléctricos / Electrónicos:

60 lámparas LED de 15.5 W : $60 * 15.5 = 930 W$

1 computadora de Escritorio 250 W

15 computadora Portátil de 200 W: $15 * 200 W = 3,000 w$

$P(Total): 930 W + 250 W + 3000W = 4180 W$

Conversión de Potencia a Btu: $41800.2928 = 14,275.95 Btu/m^2$

Btu por persona

Capacidad del lugar es 76 personas personas: $76 * 500 = 38,000 Btu$

Btu por área

Área x 300 Btu: $204.95 * 300 = 61,485 Btu/m^2$

Elección del A-A Aire: $= (600 + 14,275.95 + 38,000 + 64,485)BTU = 117,760.95 BTU$

“Propuesta de control automático de los sistemas de climatización e iluminación de la Biblioteca Julio Buitrago”

Tabla 3.4: Aire Acondicionado

Aires Acondicionados							
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria kw	Demanda kW	Tiempo operación/ Día	Dias al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	60000	2	5.61	11.22	8	22	1,974.72
Laboratorio Comput.	60000	1	5.61	5.61	8	22	987.36
Sala de lectura	60000	9	5.61	50.49	8	22	8,886.24
TOTAL		12	16.83	67.32			9,694.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4.1: Aire Acondicionado

Aires Acondicionados							
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria kw	Demanda kW	Tiempo operación/ Día	Dias al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	60000	2	5.61	11.22	8	22	1,974.72
Laboratorio Comput.	60000	1	5.61	5.61	8	22	987.36
Sala de lectura	60000	9	5.61	50.49	8	22	8,886.24
TOTAL		12	16.83	67.32			9,694.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4.2 Aire Acondicionado

Aires Acondicionados							
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria kw	Demanda kW	Tiempo operación/ Día	Dias al mes	Consumo kWh/mes
Hemeroteca	60000	2	5.61	11.22	8	22	1,974.72
Laboratorio Comput.	60000	1	5.61	5.61	8	22	987.36
Sala de lectura	60000	9	5.61	50.49	8	22	8,886.24
TOTAL		12	16.83	67.32			9,694.08

Fuente: Elaboración propia

Sistema de automatización

Los elementos principales que vamos a utilizar para la automatización de la Biblioteca (Sala de lectura, hemeroteca y laboratorio de computación). Son los siguientes; siendo el dispositivo principal a utilizar el Logo 8, el cual es un controlador lógico programable que contiene 8 entradas, 4 salidas (Ampliable) y se puede conectar a través de una red ethernet, de igual forma se necesita una PC que tenga instalado el software logosoft comfort V8.0 para llevar a cabo la programación.

Así mismo utilizaremos un disyuntor diferencial, una llave térmica o también llamada llave termomagnética; es un dispositivo que va a proteger nuestra instalación de recalentamientos de los cables antes una sobrecarga, una fuente DC de 24 V que va a alimentar nuestro LogoV8, pulsadores para activar las entradas de nuestro logo y para las salidas usaremos luces piloto que nos señalizaran que bloque de luces están encendidas o bien que bloques de aires acondicionados están encendido.

El Diseño de nuestro servicio consiste en realizar dos tipos de tablero uno que controle la parte de iluminación de los lugares ya antes mencionados, y otro la parte de fuerza que sería el control de los aires acondicionados. La versión de logo que vamos a emplear es LOGO 8.

Principales Características del LOGO 8



Tensión de alimentación

24 V DC

Rango Admisible, límite inferior: 20.4 V Rango Admisible, límite superior: 28.8 V 24 V AC

Entradas Digitales: 8

Salidas Digitales: 4; relé

Salidas de relé

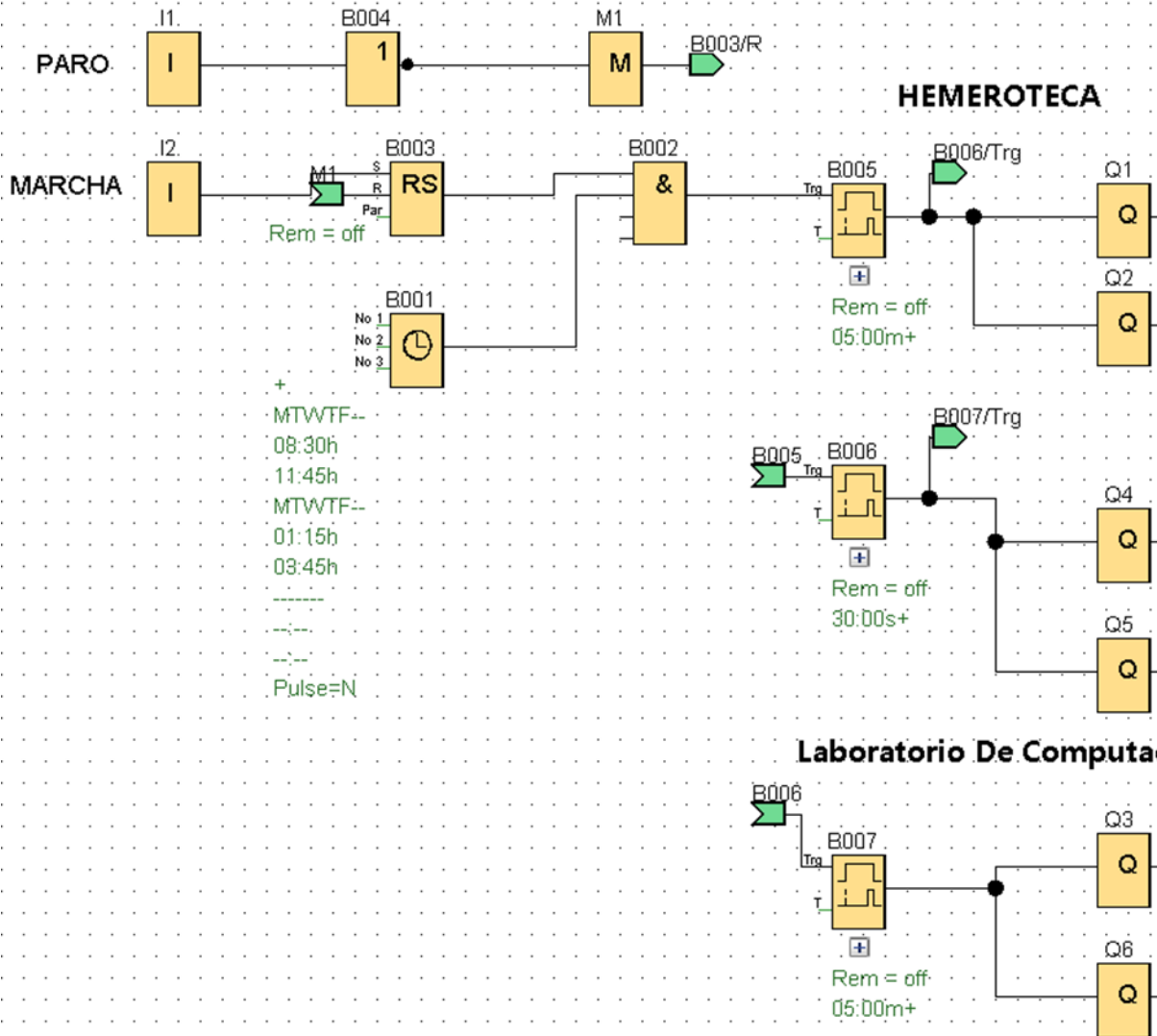
Poder de corte de los contactos

- **Con carga inductiva, máx.: 3 A**
- **Con carga resistiva, máx.: 10 A**

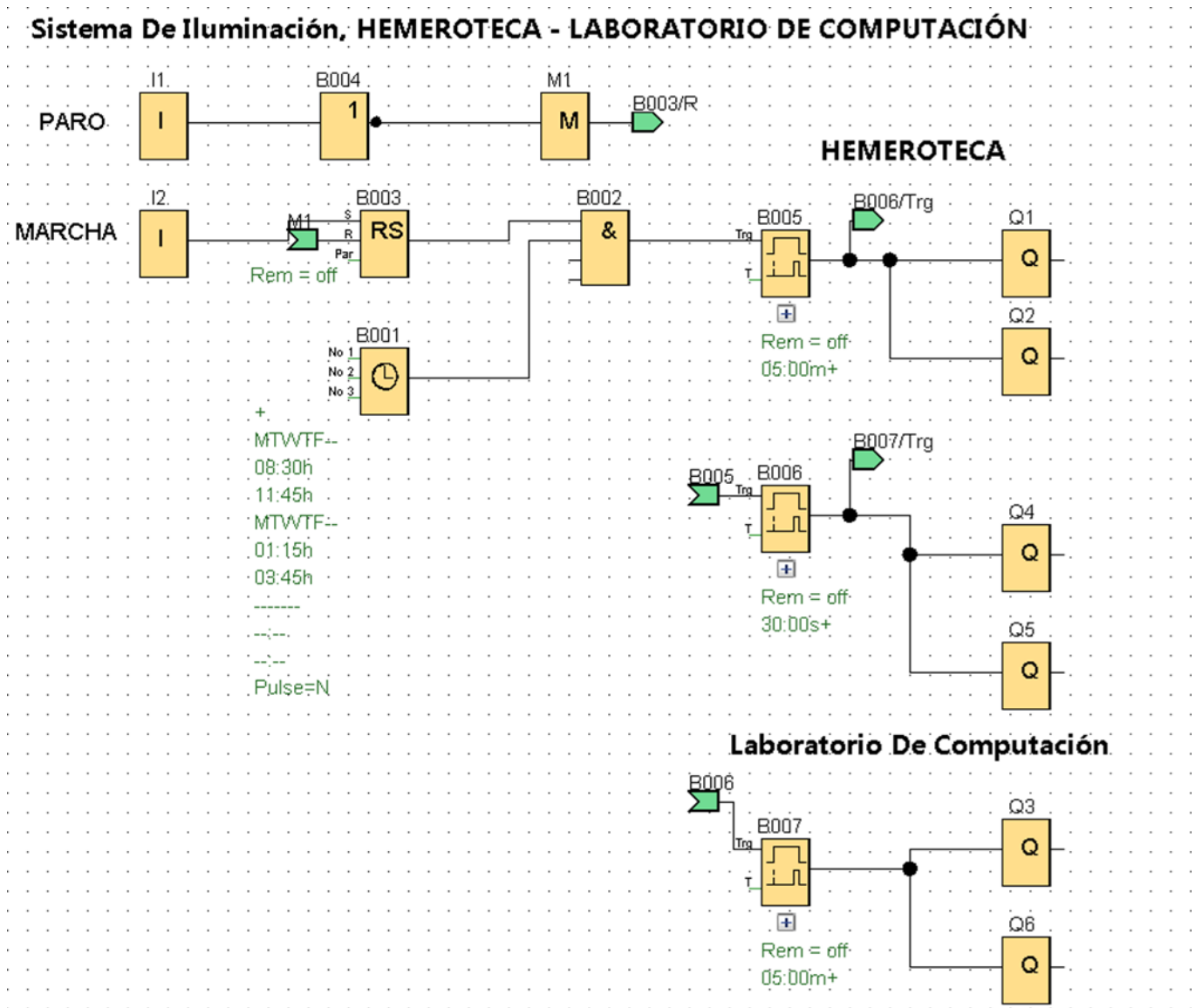
Programas en el Software LOGOSOFT V8

Programa de iluminación 1

Sistema De Iluminación, HEMEROTECA - LABORATORIO DE COMPUTACIÓN

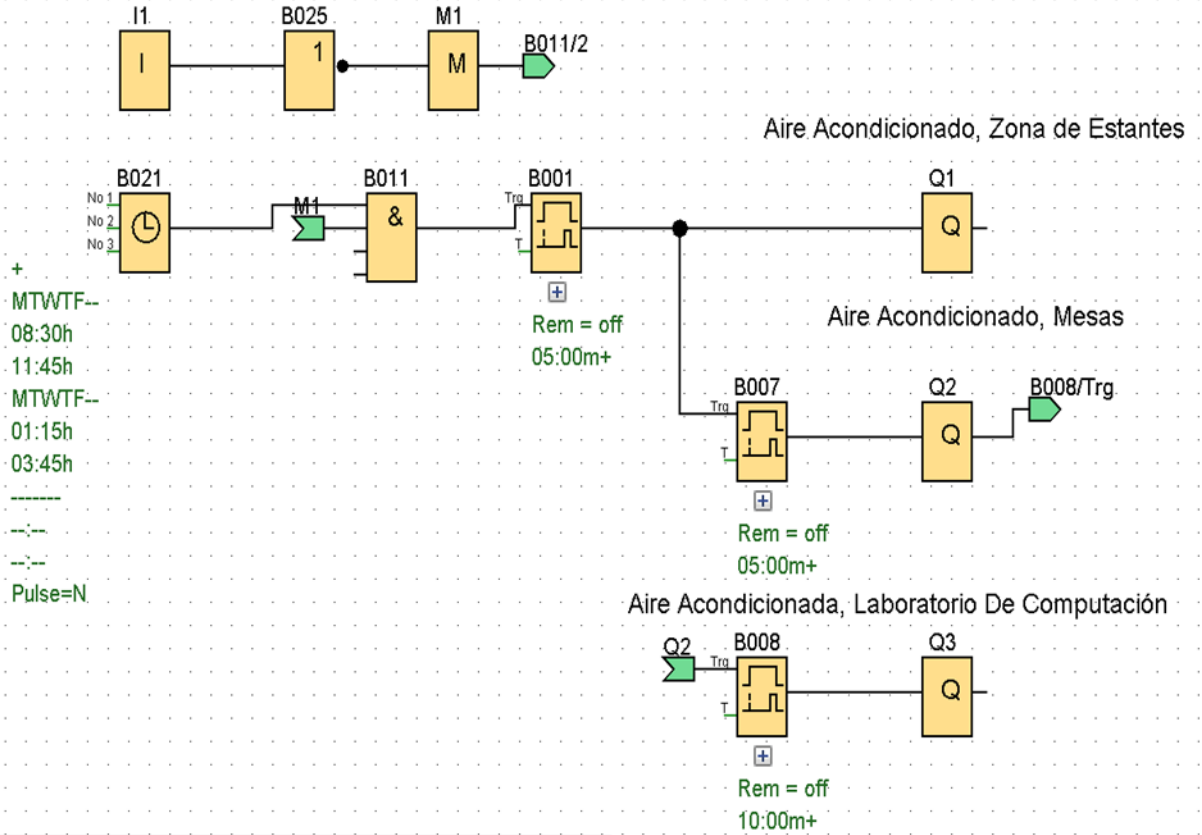


Programa de iluminación 3



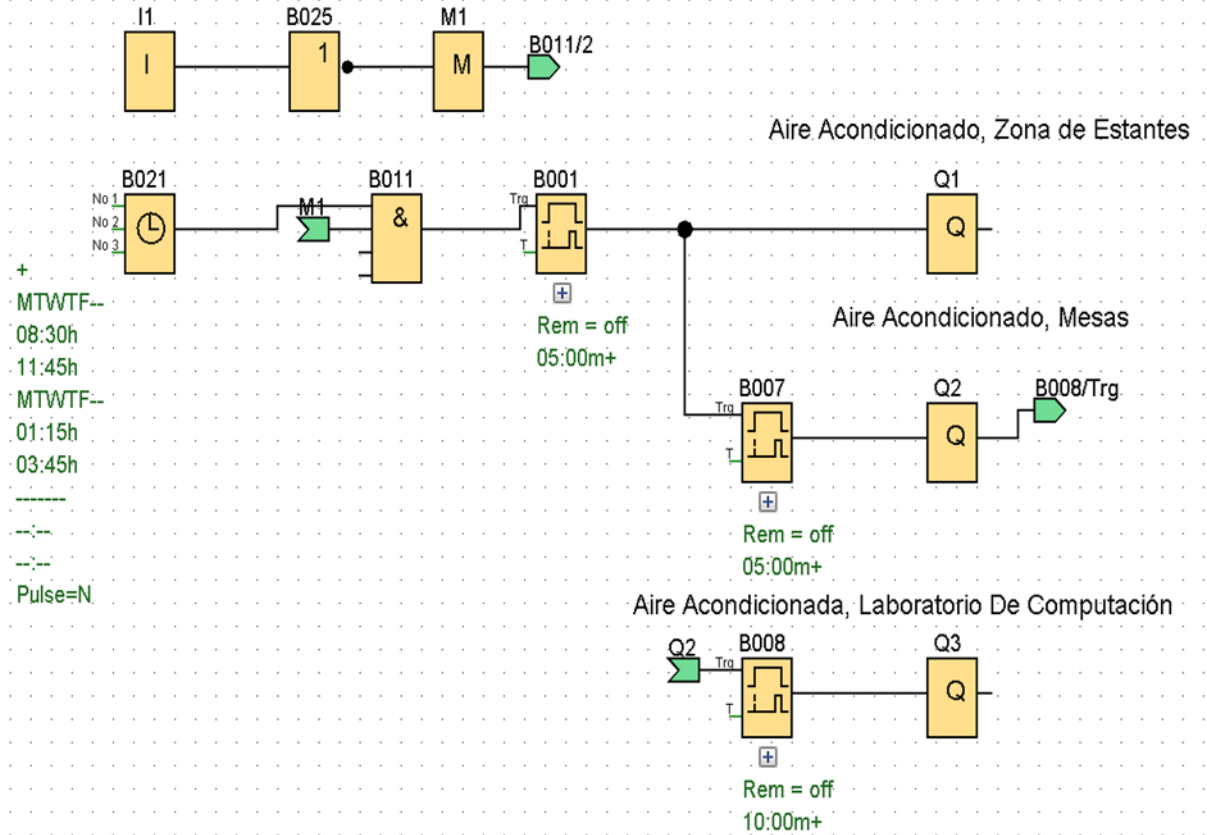
Programa de aire acondicionado 1

Sistema De Aire Acondicionado, HEMEROTECA-LABORATORIO COMPUTACIÓN



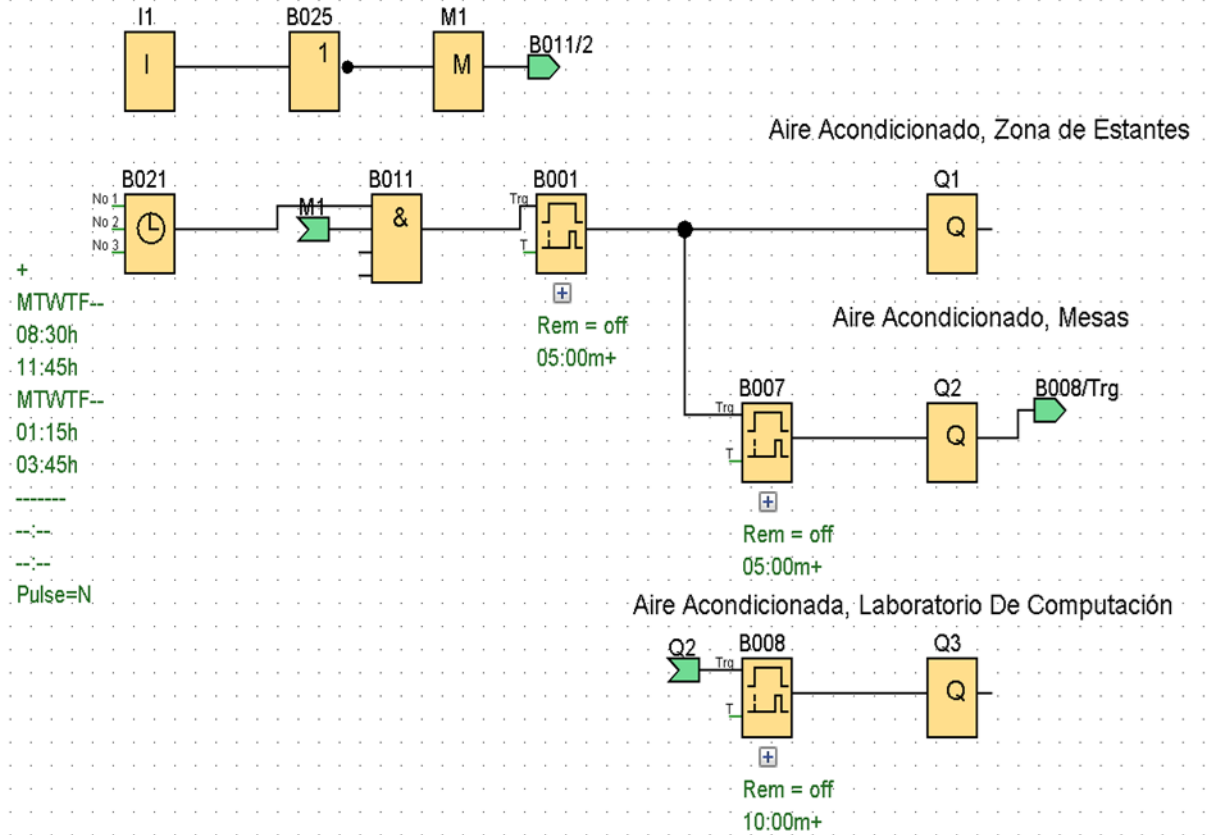
Programa de aire acondicionado 2

Sistema De Aire Acondicionado, HEMEROTECA-LABORATORIO COMPUTACIÓN



Programa de aire acondicionado 2

Sistema De Aire Acondicionado, HEMEROTECA-LABORATORIO COMPUTACIÓN



Conclusiones

- ✓ Se realizó un proceso de recolección de información cualitativa y cuantitativa, mediante datos primarios (tomados directamente de los participantes del estudio (estudiantes y personal de Biblioteca Julio Buitrago) mediante entrevistas a personal de la Biblioteca y estudiantes,
- ✓ Se utilizó el método de observaciones directas a las instalaciones eléctricas del sistema de iluminación y climatización, mediciones, etc.) y secundarios (por medio de revisiones de documentos ya existentes como, reportes estadísticos de uso de la biblioteca, bases de datos, etc.)
- ✓ Se utilizó la información generada en la primera etapa como un punto base, luego se procedió a realizar una propuesta de mejora utilizando herramientas de cálculo, lenguaje de programación software especializado para simulación y programación.
- ✓ Se realizó un contraste referente al supuesto de con ejecución del proyecto y sin ejecución del proyecto, se presentaron tablas resumen y se presentaron los resultados, La discusión de resultados se realizará en base a tesis desarrolladas previamente.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda realizar nuevos estudios comparativos que nos proporcione un contraste referente al supuesto de con ejecución del proyecto y sin ejecución del proyecto.
- ✓ Se recomienda realizar nuevas propuestas de automatización con otros equipos novedosos y de uso estudiantil, ya que sirve de una gran herramienta para retroalimentar la información brindada en el presente documento

Bibliografía

Asamblea Nacional de Nicaragua, Publicado en la gaceta. Ley general de higiene y seguridad del trabajo. Managua: Repositorio Asamblea Nacional, 19 de Abril del 2007.

Bratu Campero, N bratu y E. Instalaciones Electricas, Conceptos Basicos y Diseño. Mexico: ..., 1995.

Campero, N. Bratu. Instalaciones Electricas, Conceptos basicos diseños. s.f.

Flore, Lennin Cardenas y Julio. Auditoria Electrica en los edificios de postgrado (UNI-DEPEC), Edificio de la Biblioteca Esman Marin y Edificio de Estudios Superiores (IES) Ubicado en el costado Norte de la Universidad Nacional de Ingenieria (Recinto Universitario Simon Bolivar). Managua: Repositorio UNI, 2010.

Nicaragua, Repositorio.Codigo de las Instalaciones Electricas de Nicaragua. Managua: CIEN, 2000.

Rodriguez, Ivannia Portocarrero y Roger Vega. Metodologia general para la preparacion y evaluacion de proyectos de inversion publica. Managua: SNIP, 2010.

Sampieri, Roberto Hernandez. Metodologia de la investigacion Cientifica. Mexico: McGraHill, 2001.

Sanchez, Ernesto Budia. Analisis energetico en el sector industrial Universidad Carlos. Madrid: Carlos III McGrawHill, 2000.