

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

**Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de
Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando.**

AUTORES:

**Armijos Armijos, Paulina Jamilet
Campuzano Matamoros, Antony David**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR:

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. M. Sc

Guayaquil, Ecuador

04 de septiembre del 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por la Srta. **Armijos Armijos, Paulina Jamilet** y el Sr. **Campuzano Matamoros, Antony David**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. M. Sc

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Bohórquez Escobar Bayardo Celso

Guayaquil, a los 04 días del mes de septiembre del año 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Armijos Armijos, Paulina Jamilet

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Automatización**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 04 días del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR (A)

Armijos Armijos, Paulina Jamilet



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Campuzano Matamoros, Antony David

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica** y Automatización, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 04 días del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR

Campuzano Matamoros, Antony David



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, Armijos Armijos, Paulina Jamilet

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 04 días del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR(A):

Armijos Armijos, Paulina Jamilet



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, Campuzano Matamoros, Antony David

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 04 días del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR:

Campuzano Matamoros, Antony David

REVISIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN CON PROGRAMA COMPILATIO CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

TÍTULO: Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando.

AUTORES: ARMIJOS ARMIJOS PAULINA JAMILET Y CAMPUZANO MATAMOROS ANTONY DAVID

The screenshot displays the 'CERTIFICADO DE ANÁLISIS' (Analysis Certificate) for a document. The title is 'CAP. Armijos y Campozano.TT'. The analysis shows a similarity percentage of 2%. Other statistics include: 1% for 'Texto entre comillas' (Text in quotes), 0% for 'similitudes entre comillas' (similarities in quotes), and < 1% for 'idioma no reconocido' (unrecognized language). The document details include: 'Nombre del documento: CAP. Armijos y Campozano.TT.pdf', 'ID del documento: fb0c2a082695fff9a144a3b5e1470e5cfe3cea3d', 'Tamaño del documento original: 2,62 MB', 'Depositante: Ricardo Xavier Ubilla Gonzalez', 'Fecha de depósito: 22/8/2023', 'Tipo de carga: interface', 'fecha de fin de análisis: 22/8/2023', 'Número de palabras: 18.670', and 'Número de caracteres: 136.497'. A visual representation shows the location of similarities in the document. Below this, a table lists the 'Fuentes principales detectadas' (Main detected sources).

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	localhost Diseño y simulación de alumbrado público inteligente utilizando Cagca... http://localhost:8080/xmliu/bitstream/3317/18048/3/T-UCSG-PRE-TEC-CIEA-2.pdf.txt 33 fuentes similares	1%	[Progress bar]	Palabras idénticas: 1% (272 palabras)
2	localhost Propuesta de implementación de alumbrado con iluminación LED con ... http://localhost:8080/xmliu/bitstream/3317/1350/3/T-UCSG-PRE-TEC-EM-147.pdf.txt 28 fuentes similares	1%	[Progress bar]	Palabras idénticas: 1% (200 palabras)
3	localhost Estudio del desempeño de un sistema de climatización inserto admin... http://localhost:8080/xmliu/bitstream/3317/19016/4/T-UCSG-POS-MELE-4.pdf.txt 35 fuentes similares	1%	[Progress bar]	Palabras idénticas: 1% (279 palabras)
4	localhost Análisis y propuesta de implementación de un mapa interactivo que is... http://localhost:8080/xmliu/bitstream/3317/6735/3/T-UCSG-PRE-ECO-GE5-309.pdf.txt 28 fuentes similares	< 1%	[Progress bar]	Palabras idénticas: < 1% (182 palabras)
5	Beitzario Moreno.docx Beitzario Moreno - #78876 El documento proviene de mi grupo 6 fuentes similares	< 1%	[Progress bar]	Palabras idénticas: < 1% (137 palabras)

Después de analizar el resultado enviado por el programa Compilatio, se determinó que el trabajo de titulación de los estudiantes: **ARMIJOS ARMIJOS, PAULINA JAMILET y CAMPUZANO MATAMOROS, ANTONY DAVID**, observa un porcentaje inferior al **2%** de coincidencias con otros documentos encontrados en el internet

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. M. Sc
DOCENTE TUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi fortaleza día a día en este largo camino y por brindarme la salud y vida para cumplir con cada una de las metas que me he propuesto.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida, en especial a mi papá y mamá por enseñarme a luchar por lo que quiero, por su amor y apoyo incondicional, a mis abuelitos por ser mi luz en momentos tormentosos y a mi hermana, por siempre creer y confiar en mis capacidades.

A mis mascotas, Ragnar, Orión y Chester, porque su compañía en cada etapa de estos años de carrera hizo que todo sea un poco más llevadero.

A mi enamorado, por todo su cariño, apoyo y confianza en mi potencial.

A mis profesores de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, por impartirme todos sus conocimientos y siempre estar dispuestos a ayudarme; sin duda alguna a mis amigos universitarios, que hicieron de este camino, uno más feliz y divertido convirtiéndose en personas que llevaré siempre en mi corazón.

A mi tutor, Ing. Celso Bohórquez, por todo su incondicional apoyo y ayuda en este arduo trabajo de investigación, por compartirme su tiempo, conocimientos y experiencias de vida laboral; las cuales sin duda me han ayudado a abrir mi mente para lo que se viene, sin él, este trabajo no hubiese sido posible.

Simplemente, infinitas gracias a todos.

Paulina Armijos Armijos

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme salud, agradecerle por haberme dado la oportunidad de estudiar la carrera que he querido desde los 13 años y permitir que haya llegado hasta este momento, agradezco de corazón a mi mamá Yolanda Matamoros, a mi papá Antonio Campuzano y a mi hermana Bexy Cercado que son los pilares de mi vida. gracias por haberme enseñado valores que hoy se han convertido en ideales para mi vida y también agradecer a todas las personas que estuvieron acompañándome en este largo camino colmado de triunfos y aprendizajes.

Mi sincero agradecimiento para el Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo por haber impartido su conocimiento en las distintas asignaturas con los estudiantes, quiero agradecerle por haberme guiado y asesorado en este proceso de titulación y también por mostrar siempre su apoyo incondicional a los estudiantes cuando necesitaban su ayuda.

También agradezco a todos los ingenieros que a través del tiempo fueron mis profesores porque sin ellos no hubiera adquirido una gran cantidad de conocimientos que hoy me permiten estar a punto de convertirme en un profesional competente.

Antony David Campuzano Matamoros

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con mucho amor a mis padres, Javier y Yanina, a mi hermana Cristhel y a mis abuelitos Bertila y Oswaldo, porque sin ellos nada de esto sería posible, gracias infinitas por tanto apoyo, amor y confianza depositada en mí; siempre serán la luz que ilumina mi vida y que han hecho de mí una mejor persona día a día.

A mis amigas, Abigail y Ana por ser incondicionales.

A mis tíos, Klever y María que creyeron y confiaron en mí desde que empecé la universidad.

A todas las personas que forman parte de mi vida y me han acompañado en cada etapa.

Paulina Armijos Armijos

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo quiero dedicar a mi mamá y a mi hermana por ser ejemplo para mí de lucha, esfuerzo y de poner corazón en cada cosa que se haga, que aunque existan problemas en el camino no se dejan vencer fácilmente, porque han sido mi inspiración ya que cada vez que he tenido que afrontar pruebas complejas sus nombres y sus rostros venían inmediatamente a mi mente y sabía que no me podía rendir ni defraudarlas, al contrario tenía que dar todo de mí para poder completar el desafío que tenía por delante y cumplirlo de buena forma.

Antony David Campuzano Matamoros



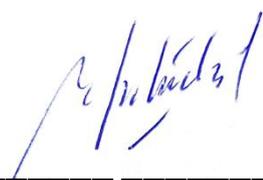
**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Mgs. UBILLA GONZÁLEZ, RICARDO XAVIER
COORDINADOR DEL ÁREA

f. 

ING. MELÉNDEZ RANGEL, JESÚS RAMÓN, PH. D.
PRESIDENTE TRIBUNAL

f. 

M. Sc. PALACIOS MELENDREZ, EDWIN FERNANDO
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XX
ABSTRACT	XXI
INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO I	4
CONSIDERACIONES GENERALES	4
1.1. Problema de investigación	4
1.2. Justificación	4
1.3. Delimitación	5
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Hipótesis	6
1.6. Metodología de la investigación	6
CAPITULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Estado del arte.....	8
2.2. Introducción a la automatización	11
2.2.1. Antecedentes históricos.....	11
2.2.2. Definición de automatización	13
2.2.3. Lógica cableada.....	14
2.2.4. Lógica programada	14
2.2.5. Autómatas programables.....	16
2.3. Generalidades del controlador lógico programable	16
2.3.1. Controlador lógico programable	16
2.3.2. Arquitectura del PLC.....	16
2.3.3. Beneficios del PLC	17
2.3.4. Tipos de controladores lógicos programables.....	17
2.3.5. Lenguajes de programación	19
2.4. Generalidades de los transformadores	19
2.4.1. Reseña histórica	19
2.4.2. Clasificación de los transformadores	20

2.4.3.	Transformador monofásico	20
2.4.4.	Transformadores trifásicos.....	20
2.4.5.	Vida útil del transformador.....	22
2.5.	Estructura de un tablero eléctrico	22
2.5.1.	Generalidades de un tablero eléctrico	22
2.5.2.	Tipos de disyuntores	23
2.5.3.	Contactores.....	24
2.5.4.	Barras de neutro y tierra.....	25
2.6.	Introducción a la luminotécnica.....	25
2.6.1.	Flujo luminoso	26
2.6.2.	Rendimiento luminoso	27
2.6.3.	Iluminancia (lux).....	27
2.6.4.	Fuentes de luz.....	28
2.7.	Sistemas de alumbrado público	29
2.7.1.	Iluminación en grandes áreas	29
2.7.2.	Tipología	29
2.7.3.	Altura de columnas	29
2.7.4.	Nivel de iluminación y uniformidad	30
2.8.	Tecnología LED.....	31
2.8.1.	Antecedentes.....	31
2.8.2.	Funcionamiento LED.....	32
2.8.3.	Vida útil.....	32
2.9.	Sistema LED en luces de estacionamiento	32
2.9.1.	Tipos de luces para estacionamiento.....	33
2.9.2.	Temperaturas del color.....	33
2.9.3.	Iluminación LED.....	33
CAPÍTULO 3		34
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN		34
3.1	Tecnología LED.....	34
3.2	Plano actual de ubicación de los reflectores	34
3.3	Antecedentes sobre luminotecnia	35
3.3.1	Luxómetro.....	35
3.3.2	Medidas en luxes de los reflectores	36
3.3.3	Reporte fotográfico	38

3.4	Diagramas unifilares	40
3.4.1	Definición.....	40
3.4.2	Características	41
3.4.3	Diagramas unifilares actuales	41
CAPÍTULO 4.....		43
ANÁLISIS DE VARIABLES.....		43
4.1	Entorno Dialux.....	43
4.1.1	Definición.....	43
4.1.2	Características del software	43
4.2	Diseño Dialux	44
4.2.1	Propuesta.....	44
4.2.2	Ficha técnica de los proyectores	44
4.2.3	Plano de ubicación de los proyectores	46
4.2.4	Disposición de los proyectores	47
4.2.5	Cálculo de flujo luminoso y potencia	47
4.2.6	Cálculos totales	48
4.2.7	Gráfica de los cálculos de superficie.....	49
CAPÍTULO 5.....		50
PROGRAMACIÓN Y DISEÑO.....		50
5.1	Dimensionamiento de materiales.....	50
5.2	Diseño del circuito de control.....	56
5.2.1	Conexiones del sistema	56
5.3	Estructura de la programación del PLC	57
5.3.1	LOGO!Soft V8.3.....	57
5.3.2	Temporizador semanal	57
5.3.3	Función lógica AND.....	58
5.3.4	Bloque relé auto-enclavador	59
5.3.5	Bloque de entradas.....	59
5.3.6	Bloque de salidas	59
5.3.7	Diagrama de bloques.....	60
5.3.8	Lenguaje ladder.....	60
5.4	Funcionamiento de la programación	61
5.5	Funcionamiento de la parte eléctrica	62
5.6	Diseño en 3D del tablero de control	64

5.6.1 Entorno AutoCAD	64
5.6.2 Funcionamiento de AutoCAD	65
5.6.3 Montaje de los equipos	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
Conclusiones	67
Recomendaciones.....	67
Referencias	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1: Primer reloj despertador	11
Figura 2. 2: Banda musical Al-Jazari	12
Figura 2. 3: Esquema de un sistema automatizado	14
Figura 2. 4: Sistema de control en lazo abierto	15
Figura 2. 5: Sistema de control en lazo cerrado	15
Figura 2. 6: Arquitectura de controlador lógico programable	17
Figura 2. 7: Clasificación de PLC por apariencia física	18
Figura 2. 8: Clasificación de PLC por características internas	18
Figura 2. 9: Conexión estrella	21
Figura 2. 10: Conexión triángulo	21
Figura 2. 11: Conexión zig-zag	21
Figura 2. 12: Factores que influyen en la vida útil	22
Figura 2. 13: Disyuntor miniatura Riel Din	23
Figura 2. 14: Disyuntor miniatura enchufable	24
Figura 2. 15: Porcentaje de flujo luminoso	26
Figura 2. 16: Temperatura de color en grados Kelvin	28
Figura 2. 17: Proyección de altura de columnas	30
Figura 3. 1: Plano de ubicación actual de los reflectores	34
Figura 3. 2: Luxes en reflector L1	38
Figura 3. 3: Luxes en reflector L2	38
Figura 3. 4: Luxes en reflector L3	39
Figura 3. 5: Luxes en reflector L3	39
Figura 3. 6: Luxes en reflector L3	39
Figura 3. 7: Luxes en reflector L4	40
Figura 3. 8: Luxes en reflector L7	40
Figura 3. 9: Diagrama unifilar 1	41
Figura 3. 10: Diagrama unifilar 2	42
Figura 3. 11: Diagrama unifilar 3	42
Figura 4. 1: Propuesta Dialux	44
Figura 4. 2: Proyector SpA-Power / Bagheli	45
Figura 4. 3: Intensidad luminosa polar	45
Figura 4. 4: Diagrama de cono de iluminancia	46
Figura 4. 5: Proyección de plano de reflectores	46

Figura 4. 6: Ondas de color en la zona	49
Figura 4. 7: Representación de luxes por espacio	49
Figura 5. 1: LOGO 230RCO.....	51
Figura 5. 2: Disyuntor bifásico.....	52
Figura 5. 3: Disyuntor magnetotérmico	53
Figura 5. 4: Pulsador color rojo y verde.....	54
Figura 5. 5: Dimensionamiento de LOGO 230RCO.....	55
Figura 5. 6: Dimensionamiento disyuntor magnetotérmico	55
Figura 5. 7: Dimensionamiento disyuntor magnetotérmico.....	55
Figura 5. 8: Temporizador semanal.....	57
Figura 5. 9: Configuración del bloque	58
Figura 5. 10: Representación de la función AND	58
Figura 5. 11: Representación de relé autoenclavador	59
Figura 5. 12: Representación del bloque de entradas.....	59
Figura 5. 13: Representación del bloque de salidas	59
Figura 5. 14: Diagrama de bloques	60
Figura 5. 15: Representación de lenguaje ladder	60
Figura 5. 16: Programación 1	61
Figura 5. 17: Programación 2	61
Figura 5. 18: Programación 3	62
Figura 5. 19: Activación de protección principal.....	62
Figura 5. 20: Arranque de programación	63
Figura 5. 21: Plan de emergencia	63
Figura 5. 22: Salida del PLC.....	64
Figura 5. 23: Vista del tablero de control de alumbrado.....	65
Figura 5. 24: Vista isométrica	65
Figura 5. 25: Vista 3D realista	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1: Flujo luminoso según tipo de lámpara	26
Tabla 2. 2: Relación de la eficacia y eficiencia luminoso	27
Tabla 2. 3: Clasificación de iluminación y uniformidad.....	30
Tabla 3. 1: Funcionamiento actual de los reflectores	35
Tabla 3. 2: Datos técnicos de los reflectores actuales	35
Tabla 3. 3: Medida en luxes de reflector 1	36
Tabla 3. 4: Medida en luxes de reflector 2	36
Tabla 3. 5: Medida en luxes de reflector 3	36
Tabla 3. 6: Medida en luxes de reflector 4	37
Tabla 3. 7: Medida en luxes de reflector 5	37
Tabla 3. 8: Medidas en luxes de reflector 6	37
Tabla 3. 9: Medidas en luxes de reflector 7	38
Tabla 4. 1: Características de los proyectores	45
Tabla 4. 2: Disposición de los proyectores	47
Tabla 4. 3: Cálculos totales de potencia, flujo y eficacia	47
Tabla 4. 4: Cálculos totales	48
Tabla 5. 1: Calibre de los conductores.....	53

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular se basa en el estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado a través del diseño de un sistema de control y mando, de un área específica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la cual es el parqueadero de Canal TV y radio. Dicho sistema de control y mando busca brindar seguridad a los usuarios, ahorro de energía, protección de elementos y facilidad de uso; mediante el cual se desea asegurar un entorno controlado en comparación a los tableros comunes. El diseño del sistema de control y mando se lo realiza por medio de diferentes softwares de automatización que permiten ejecutar el proceso de control según sea requerido. Para el diseño del sistema se hará uso de herramientas como diagramas de control, estudio de luminotecnia, levantamiento de información del área, dimensionamiento de componentes, cálculos matemáticos para conocer los tipos de conductores a utilizar, lo cual permitirá plasmar el proyecto en digital y observar su correcto funcionamiento. El mejoramiento de la red de alumbrado brinda a la comunidad universitaria un sinnúmero de beneficios. Mediante la discusión, análisis y puesta en marcha de los resultados obtenidos, se pudo concluir que el sistema propuesto cumple de forma satisfactoria con los objetivos propuestos.

Palabras clave: seguridad, sistema de control y mando, diagramas de control, luminotecnia, diseño 3D, programación escalera.

ABSTRACT

The present work of curricular integration is based on the improvement of the lighting network through a control and command system of a specific area of the Universidad Católica Santiago de Guayaquil, which is the parking lot of Canal TV and radio. This control and command system seeks to provide comfort to users, save energy, protect the components, and provide ease of use, which ensures a controlled environment compared to common panels. The control and command system consists of different electronic and electrical devices such as maneuvering, protection and measurement devices that allow executing the control process as required. For the design and implementation of the system, tools will be used such as control diagrams, lighting engineering studies, survey of the area, sizing of components, mathematical calculations to determine the types of conductors to be used, which will first allow the project to be captured digitally and then be taken to the physical world. The improvement of the lighting network provides the users of the university with several benefits. Through the discussion, analysis and implementation of the results obtained, it was possible to conclude that the proposed system complies satisfactorily with the proposed objectives.

Keywords: security, control and command system, control diagrams, lighting engineering study, 3D design, ladder programming.

INTRODUCCIÓN

Las ramas de la electricidad y el control son parte esencial del desarrollo y progreso de una sociedad, ya que se clasifican como una herramienta de gran ayuda para el día a día de todos y cada uno de los seres humanos. En este trabajo de investigación, se busca brindar la mejor opción mediante un estudio completo para mejorar la red de alumbrado de un área en específico de nuestra querida Alma Mater como lo es la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

El estudio de luminotécnica es de gran importancia puesto que permite conocer las diferentes formas de luz artificial, y la forma de control y aplicación según el objetivo del usuario, en este caso, dicho objetivo es un parqueadero. Asimismo, se determinan los niveles correctos de iluminación teniendo presente la fuente de luz y los objetos a iluminar. Dentro de este estudio, se deben considerar todas las magnitudes fundamentales, para así lograr alcanzar los objetivos propuestos de forma eficiente.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo ser beneficioso para el parqueadero de Canal TV y Radio, el mismo que presenta fallas en su red de alumbrado, buscando ser proveedores de confort y seguridad para nuestros compañeros y profesores mediante nuestros conocimientos. El desarrollo de la investigación ha sido segmentado en 5 capítulos que se describen en los siguientes párrafos.

El primer capítulo consiste en realizar las consideraciones generales de todo el sistema, es decir, se verifica la problemática existente, la justificación donde se exponen las razones del proceso investigativo, los objetivos que es lo que se busca llegar o alcanzar al final de proyecto, y los tipos de investigación y metodología que se usará.

El segundo capítulo hace referencia a la elaboración del estado del arte, donde se muestra variada información preexistente, es decir publicada por otros autores sobre los temas a tratar para así tener una guía adecuada; además se realiza un marco teórico que es fundamental para tener un amplio conocimiento del proceso investigativo.

El tercer capítulo se centra en el levantamiento de información con el propósito de establecer los fundamentos que respaldan la necesidad de modificar la red de alumbrado existente. Esto se logra a través de la evaluación del estado de los reflectores y su potencia, la realización de planos para analizar las ubicaciones óptimas, así como la comprensión de los sistemas de alimentación y funcionamiento de estos.

El cuarto capítulo se realiza el análisis de variables, lo que implica el estudio detallado de la luminotecnica mediante el software Dialux. En este proceso, se introducen las nuevas variables que se implementarán en la red propuesta de alumbrado donde se presenta en detalle todos los cálculos esenciales que aseguran la efectividad y la eficiencia del proceso, garantizando así un diseño lumínico óptimo.

El quinto capítulo se realiza el diseño del tablero de control, donde se indica el dimensionamiento de los materiales que serán empleados, se aborda la programación del controlador lógico, se elabora el diseño eléctrico necesario y se lleva a cabo el ensamblaje de los componentes en un modelo tridimensional de apariencia realista, con el objetivo de generar una representación visual entendible.

Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó después de haber realizado todo el proceso investigativo.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1. Problema de investigación

La seguridad en un entorno es de suma relevancia, especialmente en un campus universitario donde diariamente se registra un considerable flujo de personas. Aunque la Universidad Católica Santiago de Guayaquil ya dispone de un sistema de iluminación que abarca la totalidad del campus, este sistema no provee una cobertura adecuada en algunas zonas, resultando en áreas con carencia de iluminación. Esto da lugar a sectores completamente oscuros, destacando lugares remotos como el parqueadero del Canal TV y Radio. Es en esta área en particular donde tanto profesores, estudiantes y personal administrativo estacionan sus vehículos hasta altas horas de la noche. Esta falta de iluminación compromete la seguridad y el bienestar de los individuos, generando un entorno propenso a situaciones riesgosas. El hecho de que la actual red de alumbrado sea insuficiente es ya que consta de 7 reflectores de 200W, donde más del 80% están fuera de servicio, esto nos da un indicio de que el lugar no cuenta con la correcta iluminación y que además para ser encendidos requieren de la asistencia de un técnico calificado, el mismo que para su encendido y apagado lo realiza manualmente. La falta de conocimiento e interés por mejorar la red de alumbrado ha creado ineficiencias que no permiten el desarrollo del entorno estudiantil. Tomando en cuenta el problema expuesto y en base a lo estudiado en este apartado, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué forma el estudio y diseño de un sistema automatizado puede mejorar la eficiencia de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal Tv y Radio UCSG?

1.2. Justificación

La realización de una investigación exhaustiva resulta imperativa debido a la ausencia de un sistema automatizado que gestione la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio. Esta carencia ha destacado la necesidad de llevar a cabo un estudio detallado, no limitado únicamente a este lugar, sino también extensible a áreas abiertas como las secciones sociales de las zonas residenciales, comerciales e industriales. Por lo que, el estudio y una futura implementación del sistema de control y mando permitirá solucionar de cierta manera la problemática de la falta de iluminación presentada con anterioridad. Con respecto al factor económico que

conlleva realizar este proyecto a futuro para el personal de la administración universitaria, no es necesario el gasto de una gran cantidad de dinero, por lo que es factible realizarlo, además gracias al estudio completo que se realizará ya se tendrán todos los datos, planos, diagramas, mediciones y demás; la finalidad principal radica en mejorar la seguridad y el confort de los usuarios, generando entornos más seguros y agradables.

1.3. Delimitación

Mediante el presente trabajo de integración curricular y teniendo en cuenta el sinnúmero de oportunidades que ofrece el área de control y automatización, se pretende realizar el estudio para el mejoramiento total de la red de alumbrado mediante un sistema eficiente de control y mando. Para lograr esto, se hará uso de los materiales y equipos adecuados, acorde a los diferentes softwares existentes para poder efectuar su simulación y su respectivo diseño, puesto que, al ser dirigido a todo el personal de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, se busca contribuir en salvaguardar su seguridad, y ayudar a quien corresponda a que se implemente dicho sistema en el futuro. Debido a la situación actual de la ciudad de Guayaquil y a los diversos inconvenientes dados por la falta de seguridad, este estudio integral de mejora adoptará enfoques analíticos físicos clave. Estos abordarán una serie de aspectos esenciales, entre ellos: estudio de carga, medición del área a iluminar, estudio de luminotecnía, análisis de los fallos en el sistema de alumbrado actual, para así poder corregirlos a través de un nuevo diseño de control óptimo el mismo que ayudará a corregir la problemática existente en el lugar ya antes mencionado.

1.4. Objetivos

De acuerdo con los planteado con anterioridad, se propone los siguientes objetivos con el propósito de concluir el proyecto de forma exitosa.

1.4.1. Objetivo general

Realizar un estudio completo para mejorar la red de alumbrado actual del parqueadero de Canal TV y Radio mediante un sistema de control y mando que garantice la seguridad de los usuarios.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar la problemática existente en la red de alumbrado del parqueadero del Canal Tv y radio UCSG.
- Analizar las variables dentro del proyecto para la selección de los materiales y componentes adecuados a usarse dentro de la red de alumbrado.
- Diseñar un sistema de control y mando para el correcto funcionamiento de la red de alumbrado.

1.5. Hipótesis

La rama de la automatización y control permite generar oportunidades de mejora a problemáticas existentes en la sociedad, en este caso, el hecho de automatizar un proceso permite brindar una iluminación eficiente y garantizar la seguridad del sitio. Mediante el uso de los distintos programas para simulación, se busca otorgar condiciones adecuadas al personal de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, para así tener un espacio automatizado que garantice lo anteriormente indicado.

Asimismo, la implementación de dispositivos eléctricos, electrónicos y el uso de simuladores como: Cade Simu, Logo V8, AutoCAD, Dialux para programar y diseñar e instrumentos de medida como, multímetro luxómetro, entre otros, lo que nos permite tener un mayor control en el horario de encendido y apagado en la red de alumbrado. A su vez, se anhela otorgar un mejor servicio sin que sea necesaria o requerida la intervención humana para la eficiencia del funcionamiento del sistema de alumbrado. Teniendo en cuenta este análisis, se plantea la siguiente hipótesis:

El estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio UCSG permite reducir la inseguridad de los usuarios y evitar posibles colisiones entre autos o vidas humanas, además de brindar eficiencia de dicho servicio.

1.6. Metodología de la investigación

El planteamiento de un proyecto de sistema de control y mando en una red de alumbrado para una entidad universitaria de prestigio es un asunto de gran importancia en la actualidad ya que se tiene como objetivo mejorar el servicio y la seguridad que ofrece actualmente la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en el parqueadero perteneciente al área de Canal TV y de radio.

En el presente trabajo de integración curricular se emplea la metodología cualitativa puesto que existe una problemática dentro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en la que conviven docentes, estudiantes, y demás personal, por lo que este proyecto busca corregir el servicio lumínico actual dentro del estacionamiento vehicular del canal TV y radio de la UCSG. Para llegar a la solución se emplea el método experimental ya que se obtuvo información intencional del lugar y con esa información se pretende cambiar la realidad que actualmente vive la comunidad universitaria, a través del diseño del sistema de control con distintos tipos de elementos que puedan ser utilizados cuando el personal universitario requiera hacer la implementación de este.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

Antes de realizar algún tipo de proyecto o trabajo, es de forma primordial y esencial analizar las investigaciones preexistentes respecto al tema a tratar, ya que, gracias a este proceso, se puede conocer las investigaciones ya realizadas por otros autores y así saber que se puede mejorar o implementar. Es así como, el presente proyecto plantea el estudio completo para mejorar la red de alumbrado de un espacio abierto mediante el diseño de un sistema de control y mando, es decir, a través de la automatización y de las diferentes tecnologías existentes para hacer esto lo más efectivo posible.

El diseño de tableros de control o automatizados han ido revolucionando la tecnología día tras día, ya que brindan confort, seguridad, calidad y ahorro de energía; mediante dichos dispositivos se puede controlar el encendido y apagado de luminarias de cualquier tipo, donde a través de un sistema que hace uso de controladores lógicos programables, hace que la intervención humana ya no sea necesaria. Gracias a la recopilación de los fundamentos prácticos y teóricos de diferentes investigaciones referentes al tema, proporciona una base sólida y valiosa, permitiendo aprovechar las lecciones aprendidas y las mejores prácticas identificadas en el campo. Esto, a su vez, facilita la creación de un sistema innovador y efectivo.

Así, los proveedores de servicios de energía eléctrica se han visto sometidos a una regulación cada vez más estricta en torno a indicadores operativos de calidad y fiabilidad, lo que ha llevado a las empresas a realizar inversiones tecnológicas con el fin de mejorar la gestión y la prestación del servicio. La calidad del servicio puede cuantificarse a través de diversos parámetros como la continuidad del servicio, las fluctuaciones de tensión, el contenido armónico de las formas de onda de tensión y corriente, y las variaciones de frecuencia, entre otros. Dado que, los sistemas eléctricos de potencia se forman gracias a una gran variedad de elementos interconectados, desde fuentes de energías renovables no convencionales hasta redes inteligentes, y se caracterizan por tener una alta complejidad, lo cual ha impulsado que las metodologías computacionales en ordenadores de gran capacidad y velocidad se renueven

constantemente con el objetivo de analizar el comportamiento de estos sistemas (Vargas et al., 2023).

Conocer el correcto dimensionamiento de los elementos de protección permite crear y diseñar tableros automatizados mucho más eficientes y eficaces a través de los diferentes softwares, facilitando el trabajo del ingeniero. Aunque parezca algo irrelevante, es importante estar atentos a todas estas investigaciones realizadas con anterioridad ya que permitirán garantizarla optimización de recursos y la seguridad operativa. De igual forma, implementar un sistema automatizado para mejorar la red de alumbrado, es una necesidad existente dentro del área, por ende, se requiere del cumplimiento de todas las normas y necesidades tecnológicas actuales.

Por ende, la automatización, se define como es “la aplicación de la tecnología para minimizar la participación humana, según la definición de IBM. Por tanto, sus aplicaciones son prácticamente infinitas ya que permite automatizar tanto la gestión empresarial como las funciones de TI o los procesos industriales” (Universidad Europea, 2023).

Sin duda alguna, el tener un tablero de control y mando no sólo brinda comodidad, sino que también contribuye a aminorar la inseguridad, haciendo uso adecuado de la tecnología. Este enfoque tecnológico permite una gestión más eficaz y rápida a las necesidades cambiantes, donde se busca ahorrar el consumo de energía eléctrica, mejorar la red de alumbrado y ofrecer un entorno seguro. Por supuesto, la elección de utilizar un PLC para la automatización de sistemas es una decisión respaldada por una serie de ventajas notables, tales como: ahorro de costos, eficiencia en el tiempo de ejecución, adaptabilidad en términos de tamaño y espacio, capacidad para controlar múltiples elementos simultáneamente, así como un mantenimiento de bajo costo. Estas cualidades hacen que los PLCs sean una opción poderosa y efectiva para optimizar procesos.

Gracias a un sistema automatizado y autosustentable, se puede actuar directamente en horas de encendido / apagado precisas según ubicación, calendario y condiciones climáticas, adaptar la cantidad de iluminación durante el amanecer / anochecer y por la noche, control de tráfico mediante atenuación, monitorear el tráfico,

notificación de falla de lámpara, aviso de mantenimiento de la lámpara según temperatura, corriente, factor de potencia u horas de vida y monitoreo en tiempo real del consumo de energía (Grau, 2020).

Además, el rendimiento y capacidad de un sistema de iluminación automatizado está directamente relacionado con el rango, la velocidad de los datos, la inmunidad del ruido y la posibilidad de enrutamiento del sistema PLC. Puesto que el modem concentrador con conexión WAN (fibra o inalámbrico) se comunica con una red de nodos que controlan cada lámpara; el rango de dicho modem determina el número de nodos con los que se pueda comunicar, dado que, cuando mayor sea el número de nodos, más eficiente es el sistema. Por otro lado, un analizador de redes eléctricas monitorea el voltaje y la intensidad de 3 líneas, luego estos datos son procesados por el controlador lógico programable (Grau, 2020).

El diseño de un sistema inteligente basado en internet de las cosas permite obtener datos constantemente a tiempo real, supervisar el funcionamiento de desarrollo del proceso que se está ejecutando, y analizar los resultados con el fin de optimizarlo y mejorarlo de manera eficaz. Mediante la información recaudada a través del sistema, se pueden gestionar acciones de control automáticas que ayudan a mantener un sistema funcionando de la manera adecuada. El proyecto analizado, tiene el fin de obtener un sistema de control automático de un tablero eléctrico para mejorar el sistema de iluminación de un parqueadero, donde la vida de los usuarios está en riesgo debido al peligro de la oscuridad acompañado del riesgo existente día a día en la ciudad que se vive.

Un sistema de iluminación eficiente se caracteriza porque además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, ayuda a los usuarios disfrutar de ambientes agradables, haciendo uso de los recursos tecnológicos más apropiados y evaluando todos los costos que se involucren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación se llegue al menor valor. Los sistemas de iluminación deben ser eficientes y por lo tanto deben contemplar el uso racional y eficiente de energía, entre otros requisitos deben observarse los siguientes:

- Usar al máximo posible la luz natural.

- En todo diseño se deben buscar las mejores condiciones de iluminación, haciendo uso de fuentes luminosas de mayor eficacia y luminarias con una fotometría alta.
- En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tiene altos consumo de energía, se debe considerar la posibilidad de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de tecnologías o prácticas apropiadas de control.
- En zonas donde se instale alumbrado con bombillas que no permitan cambios de tensión como método de reducción de potencia, se deben prever los circuitos eléctricos necesarios o los foto-controles temporizados, para controlar el encendido de las bombillas (Castaneda, 2023).

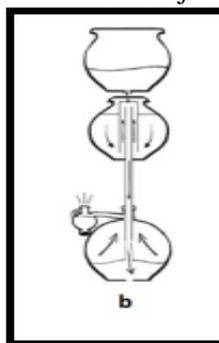
2.2. Introducción a la automatización

2.2.1. Antecedentes históricos

La historia de la automatización nace en la Prehistoria, debido al avance o desarrollo de las máquinas simples de la época, las mismas que minimizaban la intervención humana, dejando a un lado la energía animal o humana y utilizando la energía eólica o hidráulica. Después, llegó la automatización en forma de mecanismos para relojería y así durante mucho tiempo el ser humano ha ido buscando reducir el tiempo de los procesos y mejorar la producción (Agueldo, 2020).

Dentro de la automatización, se usa un término denominado autómata y se lo define desde hace algún tiempo atrás como aquellas clases de máquinas en las que una fuente de energía accionaba un mecanismo ingeniosamente combinado, permitiendo de esa forma imitar los movimientos de los seres animados o vivos (Moreno, 2020).

Figura 2. 1: Primer reloj despertador

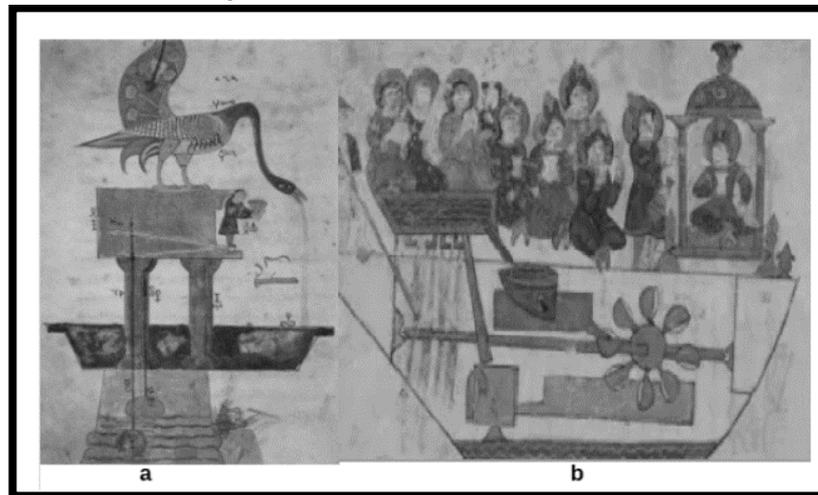


Elaborado por: Villamarín et al, 2020.

Respecto a los autómatas, es decir, las primeras personas en diseñar y/o construir proyectos mediante la automatización, se tiene los primeros sistemas de regadíos ubicados en Babilonia en el año 2000 A.C. Consecuentemente, en Egipto, India y China se encontraron muñecos articulados. Sin embargo, Grecia tuvo el mayor impacto de personajes importantes en relación con este tema, como, por ejemplo: Platón, quien inventó el primer reloj despertador (véase la Figura 2.1), hecho con una clepsidra, una segunda vasija ubicada en el nivel inferior y sellada de forma hermética conectada mediante un tubo, de este modo el aire que era desplazado salía por un orificio ubicado en la parte superior y producía el sonido (arboleda, 2020).

Por consiguiente, en la Edad Media y Renacimiento se tiene a un gran exponente, llamado Al-Jazari, quien destacaba múltiples inventos como relojes, fuentes de agua, fuentes musicales, automatismos, entre otros. Uno de los más relevantes fue la fuente pavo real, basada en que a medida que el agua iba cayendo, un mecanismo abría y cerraba una portezuela donde salían dos sirvientes, donde uno tenía jabón y el otro tenía toallitas para secarse. Adicional a esto, también diseñó una banda musical que funcionaba gracias a la fuerza del agua, usando engranajes y ejes de levas (arboleda, 2020). Lo descrito se puede ver en la imagen a continuación.

Figura 2. 2: Banda musical Al-Jazari



Elaborado por: Villamarín et al, 2020.

Sin duda alguna, la existencia de la automatización y su complementación con los primeros autómatas fue la clave, para que el mundo tecnológico y revolucionado de hoy en día, sea tal cual existe; puesto analizar como dichas personas, sin la ayuda de ningún aparato tecnológico que permita que su trabajo investigativo o práctico sea

un poco más sencillo, lograron convertir en una realidad los diseños que tenían en su mente y utilizarlos en un bien común, beneficiando a la sociedad de cada época.

2.2.2. Definición de automatización

Según la enciclopedia británica, la automatización es "la aplicación de máquinas a tareas que antes realizaban seres humanos o, cada vez más, a tareas que de otro modo serían imposibles". Aunque el término mecanización se utiliza a menudo para referirse a la simple sustitución del trabajo humano por máquinas, la automatización implica generalmente la integración de las máquinas en un sistema autónomo. La definición anterior de automatización no implica el requisito de un procesador informático. Sin embargo, muchas formas modernas de máquinas automatizadas (o a veces: autónomas), como los dispositivos de supervisión de centrales eléctricas, los coches automatizados, los drones, los robots y los chatbots, sí implican ordenadores.

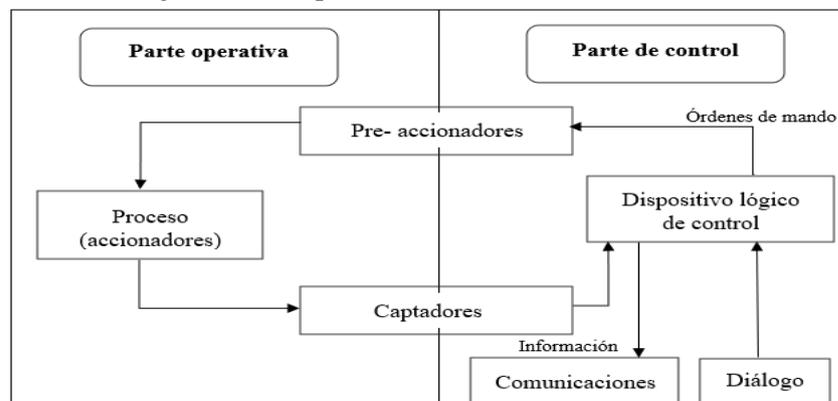
Estos sistemas automatizados por ordenador son utilizados por humanos, y se espera que los humanos sigan siendo colaboradores esenciales de los sistemas artificiales y automatizados en el futuro. Por lo tanto, el estudio de la interacción persona-ordenador, o más concretamente de la interacción persona-automatización, sigue siendo relevante a medida que los sistemas automatizados se utilizan para apoyar cada vez más actividades cotidianas, supervisadas por usuarios finales no técnicos y no profesionales (Janssen et al., 2019).

Adicionalmente, dicho concepto significa la unión, con fines educativos y estratégico, de un amplio contenido de información avanzada y descubrimientos de ingeniería de punta en los procesos de producción. De dicha forma, la automatización está compuesta por una parte operativa que se encarga de ejecutar las diferentes actividades que hacen parte de un proceso a través de los diferentes elementos que lo conforman; y una parte de control que se encarga de coordinar las actividades del proceso entre las cuales se encuentra el control de calidad, la gestión de herramientas y las operaciones de supervisión (Reyes, 2018). En la figura 2.3 se presenta el esquema de un sistema automatizado teniendo en cuenta las partes que lo conforman:

En efecto, la automatización del proceso de fabricación y el diseño de sistemas de fabricación inteligentes para supervisar y controlar las actividades dentro de las fábricas es un reto actual en el sector industrial puesto que permite evaluar múltiples

escenarios para tomar decisiones a distintos niveles del modelo de negocio. Se utilizan tecnologías y herramientas innovadoras para aportar soluciones a las lagunas existentes en los sistemas de fabricación actuales. La evaluación de escenarios se utiliza para gestionar riesgos, costes, prepararse para próximos trabajos y prever la demanda. Así, el uso de Digital Twin (DT) ha demostrado su valor abarcando la simulación y creación de entornos virtuales sin la inversión física necesaria. Con las tecnologías emergentes viene una gran responsabilidad para los institutos de preparar a los estudiantes universitarios en el desarrollo de nuevas habilidades, por lo tanto, las tecnologías deben ser adaptadas e incluidas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para ayudar a la adopción del sector educativo al industrial (Cortés et al., 2020).

Figura 2. 3: Esquema de un sistema automatizado



Elaborado por: Reyes, 2018.

2.2.3. Lógica cableada

También llamada lógica de contactos se caracteriza por utilizar circuitos eléctricos, contactos eléctricos, relés eléctricos y más elementos que serán conectados a través de una secuencia lógica de control para su correcto funcionamiento. Se obtiene un circuito de mando y otro de potencia, donde cualquier cambio que se requiera, se debe modificar todo el cableado y elementos que forman parte; por dicha razón, esta lógica se suele usar en instalaciones sencillas (Zapata et al., 2021).

2.2.4. Lógica programada

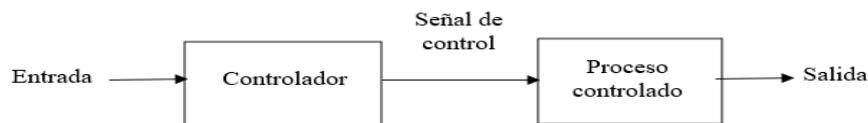
A diferencia de la anterior, en esta lógica se reemplaza todos los elementos mencionados con anterioridad, por controladores lógicos programables o también conocidos como autómatas o relés programables. Para su funcionamiento se debe crear un software usando el lenguaje de programación que maneje dicho equipo siguiendo las normas de la Comisión Electrónica Internacional. Se caracteriza porque si se desea

realizar una modificación, no es necesario cambiar todo el proceso en las entradas y salidas al PLC. De modo que, se presentan dos formas de realizar el control de procesos, cuando la señal de salida es independiente de la de entrada y cuando la señal de salida es dependiente de la de entrada (Zapata et al., 2021).

2.2.4.1. Control en lazo abierto

El sistema de control de lazo abierto se caracteriza por que la salida del sistema no tiene ningún efecto sobre su entrada, lo que significa que el sistema no tiene ninguna estructura de retroalimentación. Basado en la salida requerida se establece la entrada al controlador en el sistema, dependiendo de la entrada el controlador genera la señal de control, y esta señal de control será alimentada a la unidad de procesamiento. Entonces, de acuerdo con la señal de control, se realizará el procesamiento adecuado, y se logrará la salida, no podría juzgar si la salida lograda es la deseada o no (Parasher, 2022).

Figura 2. 4: Sistema de control en lazo abierto

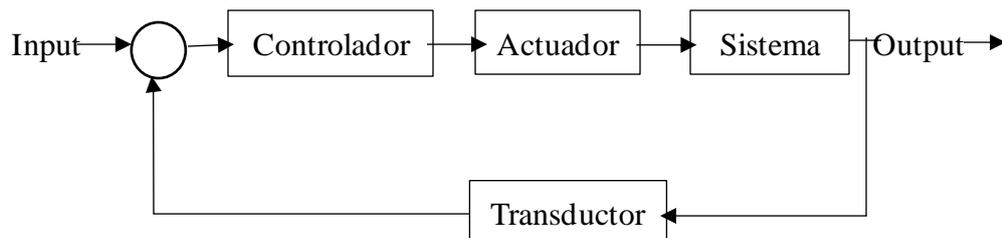


Elaborado por: Parasher (p.3), 2022.

2.2.4.2. Control en lazo cerrado

El control por lazo cerrado se basa en que la salida del sistema si influye en la entrada de este, por eso se hace uso de la retroalimentación; dónde el controlador recibe la señal de error que se produce por la diferencia entre la variable medida y la diferencia, lo que lleva a que se realice una compensación dependiendo de la magnitud del error; todo esto con el objetivo de llevar la salida del sistema a alcanzar el valor deseado (Zapata et al, 2021).

Figura 2. 5: Sistema de control en lazo cerrado



Elaborado por: Parasher (p.3), 2022.

2.2.5. Autómatas programables

Al hablar de autómatas programables, se hace referencia a un dispositivo electrónico que se usa dentro de áreas industriales para controlar, monitorear y registrar procesos, con una elevada capacidad de procesamiento, memoria limitada de datos y programas, recursos de comunicación y programación según el desarrollo tecnológico. Su creación se debe a la demanda de la empresa General Motors en el año 1968, dónde se buscaba la reducción de costos de mantenimiento e implementar la automatización de procesos en lugar de lógica cableada, de modo que se pueda tener un dispositivo con sistema flexible, apto para las condiciones industriales, fácil programación, mantenimiento reducido, dando paso al desarrollo de los controladores lógicos programables (PLC). Hoy en día, estos dispositivos son indispensables en los procesos industriales ya que, gracias a sus beneficios, han facilitado mucho más el desarrollo en la electrónica, telecomunicaciones y electricidad, permitiendo su uso no sólo en fábricas sino también en oficinas, permitiendo conectividad mediante buses de datos a nivel industrial y administrativo.

2.3. Generalidades del controlador lógico programable

2.3.1. Controlador lógico programable

Un controlador lógico programable es "un pequeño ordenador industrial diseñado originalmente para realizar las funciones lógicas ejecutadas por el hardware eléctrico (relés, interruptores y temporizadores/contadores mecánicos)", según la definición del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) del Departamento de Comercio de Estados Unidos. Los PLC han evolucionado para controlar procesos complejos y se utilizan en sistemas de control y adquisición de datos (SCADA) y sistemas de control distribuido (DCS). Los PLC se utilizan en casi todos los procesos industriales.

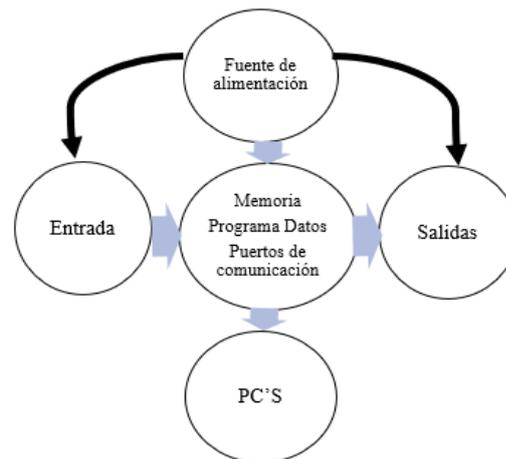
2.3.2. Arquitectura del PLC

Los componentes de los autómatas programables son:

- La unidad procesadora o unidad central de proceso (CPU), que interpreta las señales de entrada y realiza las acciones de control.
- La fuente de alimentación, que convierte la tensión alterna de red en tensión continua de baja tensión.

- El dispositivo de programación, que se utiliza para introducir el programa requerido en la memoria del procesador.
- La unidad de memoria, donde se almacena el programa que se utilizará para las acciones de control que ejercerá el microprocesador.
- La interfaz de comunicaciones se utiliza para recibir y transmitir datos en redes de comunicación desde o hacia otros PLC remotos (Tuser, 2022).

Figura 2. 6: Arquitectura de controlador lógico programable



Elaborado por: Tumer, 2022.

2.3.3. Beneficios del PLC

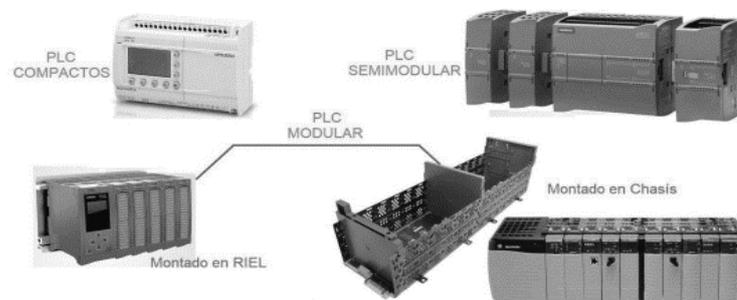
Según el NIST, los controladores lógicos programables tienen memoria programable por el usuario para almacenar instrucciones para funciones específicas, como control de entradas y salida, lógica, temporización, recuento, control de tres modos (PID), comunicación, aritmética y procesamiento de datos y archivos. A diferencia de los SCADA y DCS, los PLC no suelen tener servidor de control central ni HMI y, por tanto, "proporcionan principalmente control en bucle cerrado sin intervención humana directa". Este tipo de automatización permite a los ingenieros con escasos conocimientos de informática y lenguajes informáticos manejar los sistemas con facilidad, ya que los PLC suelen considerarse intuitivos. Además, los PLC "soportan vibraciones, temperatura, humedad y ruido; y disponen de interfaz para entradas y salidas ya dentro del controlador" (Tuser, 2022).

2.3.4. Tipos de controladores lógicos programables

Los controladores lógicos programables se clasifican por, su estructura y por su apariencia física, entonces:

- Compacto: se trata de un solo bloque que contiene todos los elementos necesarios para su funcionamiento, son más económico pero limitado con respecto a las entradas y salidas.
- Modular: se forman a partir de la combinación de módulos por separado, como CPU, fuente de alimentación y comunicación de entradas y salidas; puede estar insertado en un chasis de rack o agrupado por un riel común.
- Semimodular: cuenta con la apariencia de PLC compacto, pero también puede tener módulos de expansión en menor cantidad, lo que lo hace versátil pero limitado (Zapata et al., 2021).

Figura 2. 7: Clasificación de PLC por apariencia física



Elaborado por: Zapata et al, 2021.

Por otro lado, se clasifican por sus características internas:

- Gama baja: formando por PLC's con capacidades muy limitadas de memoria de datos, programa, entradas y salidas dependiendo de la nomenclatura.
- Gama media: tienen capacidades de memoria de datos, entradas, salidas y módulos de expansión que los hacen competentes para grandes aplicaciones.
- Gama alta: son de grandes capacidades de almacenamiento de datos y programas, generalmente se usa en para manejar amplios procesos y comunicarse con otros PLC's dentro de una red industrial (Zapata et al., 2021).

Figura 2. 8: Clasificación de PLC por características internas



Elaborado por Zapata et al, 2021.

2.3.5. Lenguajes de programación

Todos los lenguajes de programación son regulados por la norma IEC 61131-3, pero los fabricantes cada vez ofrecen entornos de programación mejores, donde se incluye creación de proyectos, módulos de expansión, diagnóstico del sistema y proceso, simulación, documentación y conexión con otros dispositivos.

Ladder: se caracteriza por ser un lenguaje gráfico, asociado a la simbología y lógica de relés y contactores.

Diagrama de bloques: común en aplicaciones con flujo de información o datos entre los componentes de control; donde las funciones y bloques aparecen como circuitos integrados y es muy usado en el continente europeo.

Texto estructurado: lenguaje de alto nivel con orígenes en C+ y Pascal, usado para conocer expresiones complejas e instrucciones anidadas.

GRAFSET: lenguaje de programación gráfica que facilita la implementación de programación secuencial de procesos, orientado a PLC's de alta gama (Arias Polanco, 2019).

2.4. Generalidades de los transformadores

2.4.1. Reseña histórica

Todo comienza a mediados del siglo XIX, donde los increíbles científicos Nikola Tesla y Thomas Alva Edison, padres y defensores de la corriente alterna y la corriente continua, se vieron inmiscuidos en una guerra a la que se denominó la "Batalla de las Corrientes", puesto que ellos tenían como objetivo mejorar las formas de transmisión de electricidad y energía a distancias lejanas; resultando como ganador el famoso Nikola Tesla puesto que como es de conocimiento público, la corriente alterna se utiliza en todos los campos; este se debe a que es mucho más fácil subir y bajar o regular el voltaje para minimizar la pérdida de energía durante su transporte (Diaz, 2022). Cabe recalcar que también gran parte de la responsabilidad de la invención del transformador es gracias a Michael Faraday (1791–1867) quien previamente hizo el descubrimiento de la inducción electromagnética que subyace al funcionamiento del transformador en 1831 (Macas Avecillas, 2023).

Sin duda alguna, el transformador eléctrico es uno de los inventos más útiles y revolucionarios de todos los tiempos, en conjunto con la energía de vapor, la iluminación a gas, la corriente y el aprovechamiento de la electricidad como tal, fueron

de gran ayuda en pleno apogeo de la revolución industrial. De hecho, el uso eléctrico no sería posible sin el transformador, cuyo nombre hace honor a sus funciones debido a que transforma (o convertir) el voltaje alto a uno más bajo (Díaz, 2022).

2.4.2. Clasificación de los transformadores

Los transformadores se pueden clasificarse según:

- Fases utilizadas: monofásicos, trifásicos.
- Aumento o disminución del nivel de tensión: elevadores o reductores.
- Refrigerante: secos o sumergidos en líquido (Pérez Londoño & López Quintero, 2018).

2.4.3. Transformador monofásico

Se definen máquinas estáticas con dos devanados de corriente alterna arrollados sobre un núcleo magnético, donde el devanado por donde ingresa la energía se llama primario y el devanado por donde sale la energía hacia las cargas se llama secundario. Dentro de estos transformadores, existen: transformador monofásico de columnas caracterizado porque el núcleo magnético tiene forma rectangular y constan de dos columnas, todos de igual sección. Por otro lado, está el transformador monofásico acorazado tiene un núcleo magnético de tres columnas, que tiene la columna central de doble sección a diferencia de las otras, los dos devanados se bobinan sobre la columna central uno sobre el otro con una capa aislante (Rodríguez, 2018).

2.4.4. Transformadores trifásicos

Los transformadores trifásicos se caracterizan por ser de 3 columnas, donde el núcleo magnético tiene tres columnas de igual sección, sobre cada columna se bobinan los dos devanados de una de las fases, su conexión puede ser en estrella, triángulo o zig-zag, lo mismo sucede con el secundario (Rodríguez, 2018).

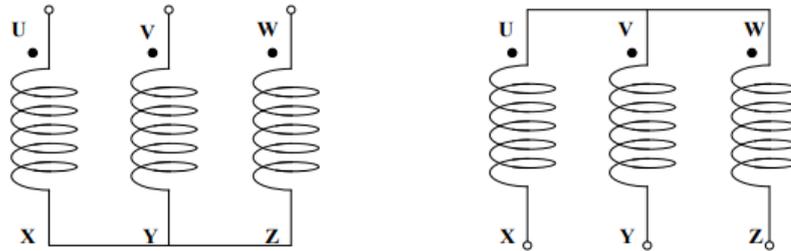
2.4.4.1. Conexiones de los transformadores trifásicos

Para comprender estas conexiones, se debe conocer que los devanados del transformador trifásico pueden conectarse en el lado primario en delta o estrella y en el lado secundario en delta, estrella o zig-zag, La representación de las bobinas de alta tensión se identifican con letras U, V, W, A, B, C y las finales X, Y, Z, mientras que las bobinas de baja tensión con la misma identificación, pero en letras minúsculas.

2.4.4.1.1. Conexión estrella (Y)

Se trata de una “conexión donde se unen en un punto común los extremos de igual polaridad de tres devanados”(Rodriguez, 2018).

Figura 2. 9: Conexión estrella

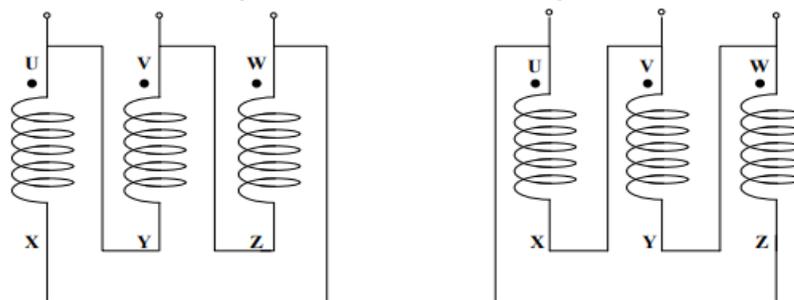


Elaborado por: Rodriguez, 2018.

2.4.4.1.2. Conexión triángulo (Δ)

Es una conexión en la cual “se unen en forma sucesiva terminales de polaridad opuesta de cada dos devanados hasta cerrar el circuito” (Rodriguez, 2018).

Figura 2. 10: Conexión triángulo

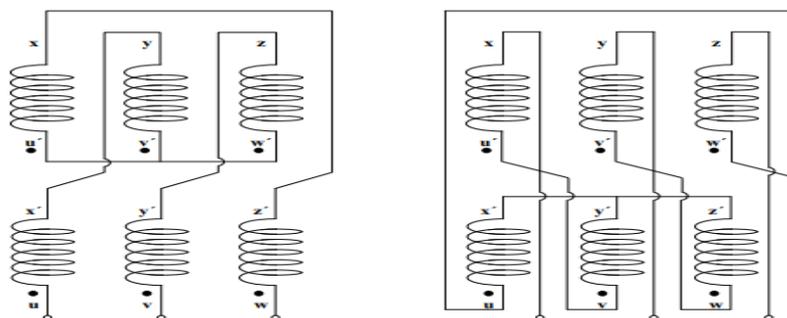


Elaborado por: Rodriguez, 2018.

2.4.4.1.3. Conexión zig-zag(Z)

Esta conexión hace uso de dos semibobinas idénticas de $N/2$ espiras, y “consiste en formar un punto común y conectar en serie a cada rama de la estrella, las bobinas invertidas en un orden cíclico determinado” (Rodriguez, 2018).

Figura 2. 11: Conexión zig-zag

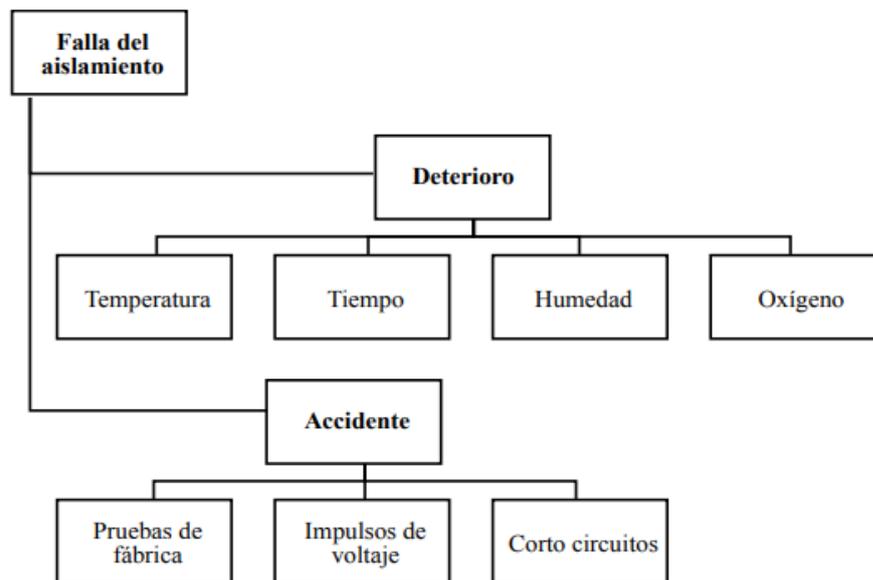


Elaborado por: Rodriguez, 2018.

2.4.5. Vida útil del transformador

Como el transformador es una máquina estática ya que no muestra pérdidas rotacionales, tiene altos valores de rendimiento en comparación con otras máquinas, lo cual es una ventaja con respecto a su tiempo de duración o funcionamiento. Sin embargo, se debe tener presente que los compuestos internos tienen celulosa, la cual se puede deteriorar por humedad, oxígeno, temperatura. Entonces, la vida útil de un transformador está relacionada directamente con la vida del aislamiento, y cuando esta falla, el transformador también (Pérez Londoño & López Quintero, 2018).

Figura 2. 12: Factores que influyen en la vida útil



Elaborado por: Pérez & López, 2018.

2.5. Estructura de un tablero eléctrico

2.5.1. Generalidades de un tablero eléctrico

Los tableros eléctricos son muy importantes en las instalaciones eléctricas, debido a que la energía eléctrica de cualquier área o espacio siempre circula por los ellos con diferentes objetivos como la distribución, protección y medición. Generalmente son equipos constituidos por un gabinete, armario o caja que guardan los elementos necesarios para cumplir con su objetivo. Además, respecto a su clasificación, se la puede realizar desde diferentes características, pero en ese caso es por su funcionalidad, dentro del tablero eléctrico principal se tiene: consumos directos, seccionales generales y seccionales (Farina, 2019). Finalmente, la medición de los tableros se clasifica en:

- Medición individual: se trata de un gabinete o caja en la que se tiene el medidor de energía eléctrica y es acometido por la línea de alimentación donde parte la línea principal; también contiene elementos de maniobra, protección y control.
- Medición colectiva: se realiza cuando se trata de un área con determinado número de usuarios, donde se usa un gabinete o armario hecho a la medida, y se guaran medidores de cada uno de los usuarios, más el de servicios generales, interruptores, fusibles (Farina, 2019).

2.5.2. Tipos de disyuntores

Un breaker tiene como objetivo proteger a los equipos eléctricos y al cableado, cada uno está fabricado para una diferente aplicación. Debido a este, existen varios tipos en el mercado.

- a. Disyuntor en miniatura: los interruptores magnetotérmicos, se aplican principalmente para instalaciones domésticas y comerciales, con tensión de operación entre 220 y 400 V y rango de corriente de 6 a 63 A. La corriente que interrumpir no puede ser superior a 100 A y las características de interrupción no suelen ser ajustables. Generalmente, están provistos de dispositivos térmicos o magnetotérmicos y la carcasa no puede ser abierta para desarrollar cualquier mantenimiento del dispositivo. Según la forma de cómo se conectan al panel eléctrico se pueden clasificar en: tipo riel DIN y enchufable o plug-in. (Obi et al., 2021).
- Disyuntor miniatura para riel DIN: es muy versátil y se usan para montar diferentes tipos de equipo eléctrico e informático, muy comunes en lugares industriales y se pueden integrar fácilmente con cualquier sistema de protección y control. Su desventaja es que es difícil instalarlo en comparación al enchufable.

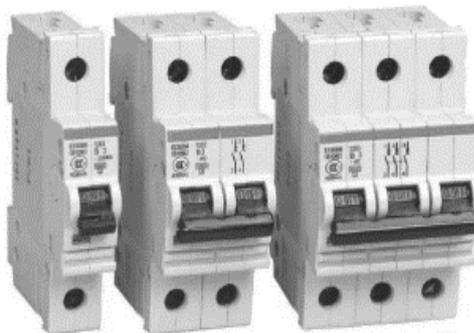
Figura 2. 13: Disyuntor miniatura Riel Din



Elaborado por: VaneAims, 2019.

- Disyuntor miniatura enchufable: es fácil de instalar, y muy útil en aplicaciones donde no se requieren otros dispositivos aparte de disyuntores en el tablero

Figura 2. 14: Disyuntor miniatura enchufable



Elaborado por: VaneAims, 2019.

- b. Disyuntor de caja moldeada: diseñado básicamente para proteger circuitos y equipos eléctricos que funcionan con baja tensión inferior a 600 V. Puede interrumpir corrientes de hasta 2500 A. Además, permite ajustar la corriente de interrupción. El principio de funcionamiento también es térmico o magnetotérmico y los componentes se encuentran dentro de una caja moldeada aislante. Estos dispositivos están diseñados de forma que no puedan abrirse para su mantenimiento, por lo que los contactos no pueden sustituirse. Se pueden utilizar en aplicaciones de servicio pesado como máquinas de soldar, protección de generadores, motores (Obi et al., 2021).

2.5.3. Contactores

Contactores estáticos: son aparatos tripolares que se utilizan en el control de motores trifásicos que funcionan con progresiones elevadas; incluyen dos contactos auxiliares: uno de realimentación y otro con entradas autómatas programables, además tienen una versión con dos sentidos de marcha lo que permite invertir el sentido de giro del motor permutando fases 1 y 2, y dicho inversor incluye un enclavamiento interno.

Contactor electromagnético: se trata de un aparato mecánico de conexión que se controla a través de un electroimán y con funcionamiento de todo o nada, es así como,

cuando la bobina del electroimán está bajo tensión donde el contactor se cierra establecido mediante polos en un circuito entre la red de alimentación y receptor.

Contactor disyuntor: se creó con la idea de unificar la elevada frecuencia de los ciclos de maniobras del contactor y el poder de corte del disyuntor; se caracteriza porque cuenta con la técnica de corte con polo único, lo que lo hace un aparato de coordinación total.

Contactores modulares: se utilizan en la puesta de servicio, ajuste y optimización del funcionamiento de aparatos eléctricos, diseñados para ser montados en cuadros y cofres modulares y compatibles con autómatas programables.

2.5.4. Barras de neutro y tierra

Conductor fase: se trata de un conductor activo que lleva la corriente desde el cuadro eléctrico a los diferentes puntos de luz y tomacorrientes de la instalación, el color del cable puede ser marrón, negro o gris.

Conductor neutro: es el conductor de retorno que cierra el circuito, lo que permite el retorno de la corriente desde los puntos de luz y tomacorrientes; y el color de cable es azul.

Conductor tierra: si está funcionando de forma correcta, no debe tener corriente; se conecta a la red de tierra del edificio y se utiliza para desalojar posibles fugas o derivaciones de corriente hacia los electrodos de tierra.

2.6. Introducción a la luminotécnica

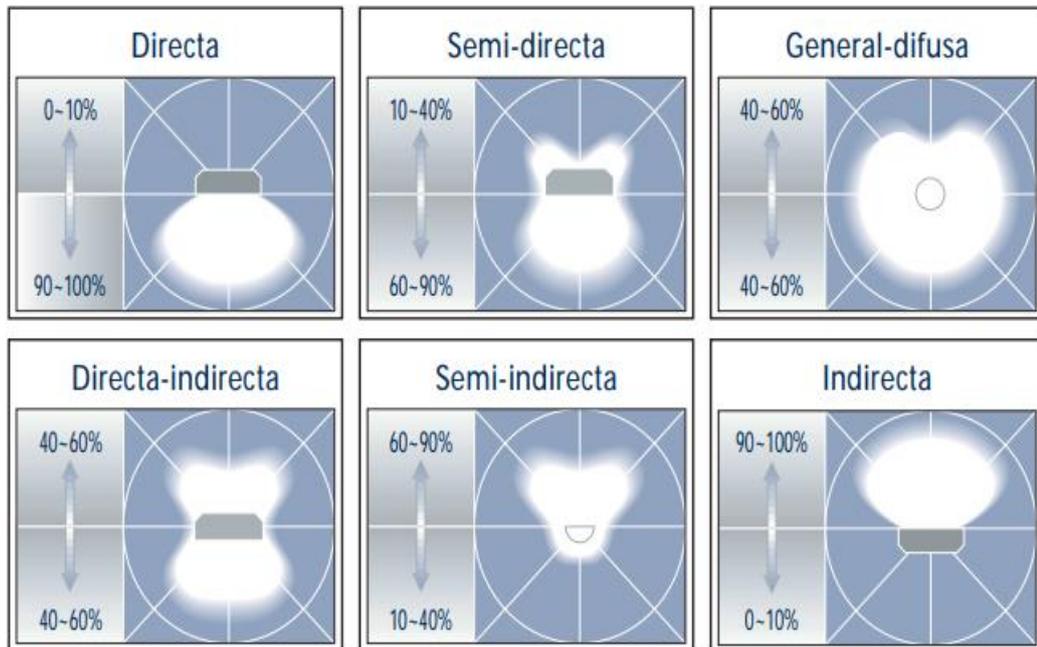
La luz es un bien común, es decir, ningún ser humano debe ser privado de poder tenerlo, es un medio a través de cual mayoría de los seres vivos perciben el mundo y su realidad, sin embargo, la iluminación es una inversión en la cual se debe tener cuidado en el diseño y equipos que se van a emplear. Por ende, la iluminación es la aplicación de la luz a los espacios, puesto que donde se coloca luz, a que intensidad y en qué dirección tiene un gran impacto no sólo en la visión y comodidad visual, sino también en la percepción de las cosas, además no sólo la luz, sino también el que equipo o tipo de luminarias que se usan, tiene impacto. Por lo tanto, la iluminación, aunque parezca no creíble, tiene mucho que ver en la satisfacción, rendimiento, seguridad, estado de ánimos y ambiente. Entonces, la luminotecnica es la ciencia que

estudia las diferentes formas de producción de luz, así como también su control y aplicación (Badia, 2020). Por dichas razones, es de vital importancia, definir las magnitudes fundamentales que pertenecen a esta ciencia.

2.6.1. Flujo luminoso

O también conocido como potencia luminosa, se define como la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones durante un segundo. Su unidad es el lumen (Lm) y se representa con la letra fi (Φ) (Badia, 2020). Es así como, según el porcentaje de flujo luminoso total y distribuido ya sea por encima o debajo del plano horizontal de una luminaria, se puede clasificar en:

Figura 2. 15: Porcentaje de flujo luminoso



Elaborado por: Marrufo (p.175), 2018.

A continuación, se presenta el flujo luminoso que se representa según la lámpara que se use y también la potencia adquirida.

Tabla 2. 1: Flujo luminoso según tipo de lámpara

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
Incandescente	100	1380
Fluorescente de luz día	36	3250
Fluorescente de blanco cálido	36	3350
Mercurio a alta presión	250	13000
Mercurio a alta presión	400	22000
Luz mezcla	250	5600

Sodio a alta presión	35	4800
Sodio a alta presión	250	25000
Sodio a alta presión	400	47000
Halogenuros metálicos	250	17000
Halogenuros metálicos	400	31000

Elaborado por: Marrufo (p.175), 2018.

2.6.2. Rendimiento luminoso

O también conocido como eficacia luminosa, se trata del flujo que emite una fuente luminosa por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención; se representa por la letra (η), y su unidad es el lumen /watio (Marrufo & Castillo, 2018). Por ende, su fórmula es:

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad (1)$$

Dónde:

η = *rendimiento luminoso en Lm/W*

Φ = *flujo luminoso en lúmenes*

P = *potencia eléctrica de lámpara en W*

Mientras que, la eficiencia luminosa relaciona el flujo luminoso de una fuente de luz respecto al máximo teórico posible de 683 lm/W (ILUMINICA, 2020).

Tabla 2. 2: Relación de la eficacia y eficiencia luminosa

	EFICACIA LUMINOSA	EFICIENCIA LUMINOSA
Lámparas incandescentes	17lm/W	2.5%
Lámparas fluorescentes	70lm/W	10%
Halógenos metálicos	75lm/W	11%
Vapor de sodio AP	110lm/W	16%
Luminaria LED	160lm/W	23%

Elaborado por: ILUMINICA, 2020.

2.6.3. Iluminancia (lux)

Se trata de la cantidad de luz que afecta sobre la unidad de superficie, se representa con la letra E y su unidad es el lux (lx), que equivale a la iluminación de

una superficie de $1m^2$ cuando incide sobre ella un flujo luminoso repartido uniformemente de 1Lm (Marrufo & Castillo, 2018). Su expresión es:

Ecuación 1: iluminancia

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{1Lm}{1m^2} \quad (2)$$

Dónde:

E = nivel medio de iluminacion

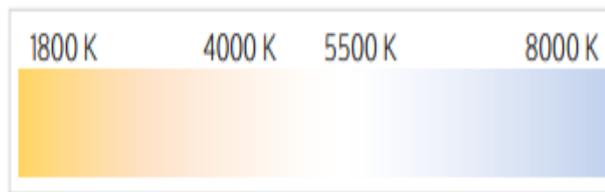
Φ = flujo luminoso

S = superficie a iluminar

2.6.4. Fuentes de luz

Las fuentes de luz a menudo emiten una extensa gama de longitudes de onda, aunque, usualmente se percibe un solo color, a este color se lo conoce como temperatura de color calculada en kelvin, como se puede ver a continuación:

Figura 2. 16: Temperatura de color en grados Kelvin



Elaborado por: Bajet et al, (p.9), 2018.

Entonces, el color de la luz utilizado para el alumbrado público suele ser entre el ámbar, neutro y blanco azulado, lo que corresponde a 1900-5000Kelvin. Por otro lado, la iluminación LED a diferencia de sistemas de iluminación antiguos, permite seleccionar temperaturas de color de forma flexible para diferentes aplicaciones. Sin embargo, se debe recordar que la temperatura de color tiene un efecto sobre la eficiencia energética del sistema de iluminación y puede causar efectos fisiológicos en los seres humanos y animales.

La luz blanca fría con una temperatura de color alta facilita una mayor eficiencia energética del sistema. Pero, se ha demostrado que la luz blanca es mejor que el ámbar para la percepción de la luz ámbar pues percibe una mayor intensidad, por esta razón, se prefiere luz blanca en carreteras complicadas, parqueaderos, entre otros. Es así

como, la temperatura de color es un punto importante en el diseño de iluminación, siendo que la iluminación LED permite cubrir en su totalidad el espectro de temperaturas de color, siendo eficiente y eficaz en el presente proyecto (Bajet et al., 2018).

2.7. Sistemas de alumbrado público

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), con su reglamento técnico ecuatoriano RTE 069 “Alumbrado Público”, tiene por objetivo establece los requisitos que deben cumplir los equipos y elementos se un sistema de alumbrado público, donde se busca asegurar los niveles y calidad de energía lumínica, previendo, minimizando o eliminando riesgos e incluyendo eficiencia energética. Este reglamento se aplica a los productos que forman parte del sistema de alumbrado público (Ine, 2018). De esta forma, el alumbrado público se clasifica en: general, intervenido y ornamental.

2.7.1. Iluminación en grandes áreas

El propósito de la iluminación en grandes áreas se basa en crear un ambiente de seguridad, protección y confort, utilizando el menor espacio posible. Esta se realiza, mediante proyectores led montados sobre columnas de gran altura. Usualmente este sistema de iluminación se aplica en: aeropuertos, puertos marítimos, áreas de almacenamiento, parqueaderos al aire libre y zonas de carga. Es así que, el usar proyectores led ofrece ventajas o beneficios como: se necesitarían menos columnas por lo que se reduce el número de luminarias, cableado y lámparas, reducción de costes de mano de obras y de mantenimiento y menor espacio utilizado y mayor libertad de movimiento (Morente, 2018).

2.7.2. Tipología

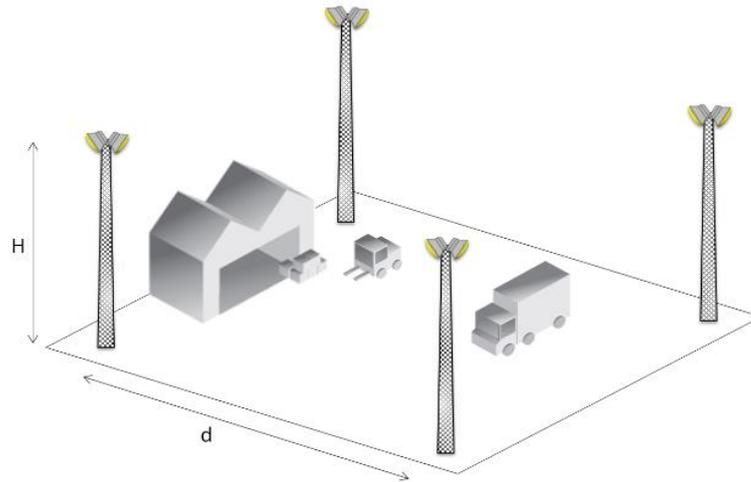
El método más utilizado es la iluminación con columnas o báculos, puesto que la altura de las columnas y potencia de los proyectores varía en función de los requisitos lumínicos.

2.7.3. Altura de columnas

Las columnas, torres o postes sobre los que se ubican o montan los reflectores o proyectores se sitúan dependiendo del espacio físico disponible. Por ejemplo, si se

requiere reducir el espacio para la instalación, se debe poner columnas de más de 6 metros. Para cualquiera otra aplicación, es recomendable utilizar las columnas de entre 6 a 8 metros, dependiendo. Por ende, si se supera la altura establecida aumenta el coste, y si se reduce la altura sería más gastos de implementos (Morente, 2018). Por lo que, la altura máxima de montaje debe ser: $H \geq \frac{d}{4}$, dónde H es altura y d es distancia. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 2. 17: Proyección de altura de columnas



Elaborado por: Morente, 2018.

2.7.4. Nivel de iluminación y uniformidad

Para tener un diseño uniforme con la iluminación adecuada, se debe tener presente dos factores muy importantes: las necesidades visuales de los usuarios y el requerimiento de seguridad y eficiencia (Morente, 2018). A continuación, se muestra en la siguiente tabla valores necesarios para alcanzar un nivel eficiente de iluminación:

Tabla 2. 3: Clasificación de iluminación y uniformidad

Tarea visual y categoría	Ejemplo	Iluminancia horizontal	Factor de uniformidad
Seguridad			
Áreas de bajo riesgo	Áreas industriales de almacenaje, tránsito ocasional	5	1:7
Áreas de mediano riesgo	Áreas de depósito de vehículos, terminales de container con tránsito frecuente	20	1:4

Áreas de alto riesgo	Áreas críticas dentro de refinерías, plantas químicas, electricidad y gas	50	1:2
Movimiento y tránsito			
Peatones	Movimiento de gente solamente	5	1:7
Vehículos lentos	Camiones montacargas y/o bicicletas	10	1:4
Tránsito normal	Alumbrado público en lugares de maniobras	20	1:2
Trabajo general			
Muy arduo	Excavaciones, desmontajes	20	1:4
Arduo	Manipulación de madera	50	1:4
Normal	Albañearía, carpintería	100	1:2
Fino	Pintura, trabajos eléctricos	200	1:2

Elaborado por: Morente, 2018.

2.8. Tecnología LED

2.8.1. Antecedentes

Un diodo emisor de luz o led se define como una fuente de luz constituida por un material semiconductor con dos terminales. Es decir, un diodo de unión p-n que brinda luz cuando se encuentra activado, dónde, si se aplica una tensión adecuada a los terminales, los electrones se recombinan con los huecos de la región liberando energía en forma de fotones; este efecto se llama electroluminiscencia. Los LED normalmente son pequeños y se les asocian componentes ópticos para configurar su patrón de radiación. Actualmente, ofrecen muchas ventajas sobre los sistemas convencionales como lámparas incandescentes o fluorescentes, ya que se destacan por un menor consumo de energía, vida útil más larga, tamaño factible, amigable con el

ambiente, libre de UV, resistente a golpes y vibración, es así como, a nivel comercial, es la mejor opción a nivel de costo-eficiencia energética y vida útil (Madriz et al, 2021).

2.8.2. Funcionamiento LED

Su funcionamiento se trata de que cuando existe una diferencia de potencial entre los terminales, donde los electrones del terminal más positivo se moverán hacia el terminal más negativo, esto hace referencia los electrones libres de los átomos, además muchos electrones al recombinarse con los huecos que dejaron otros, liberan energía excedente en forma de luz donde el color con que se iluminará el LED. El diodo LED funciona a corriente continua, ya que si se requiere que funcione en una instalación de corriente alterna, se necesita un controlador que convierta la corriente la alterna a corriente continua y que a su vez disminuye el voltaje. Además, como los diodos LED no pueden conectarse directamente a tensión de red, y por su resistencia interna baja no pueden ser alimentados a tensiones altas, puesto que la corriente que circularía por ellos sería tan alta que los destruiría de forma inmediata (Madriz et al., 2021).

2.8.3. Vida útil

La tecnología o sistema LED ha revolucionado la industria de la iluminación, debido a su gran tiempo de vida útil en comparación con tecnología antigua. Entonces, el período en que el LED brinda un porcentaje de flujo luminoso menor al original cuando el tiempo de funcionamiento transcurre, se le denomina depreciación de flujo luminoso (Madriz et al., 2021). Para tener un estándar, se presenta una escala dependiendo del porcentaje de flujo luminoso mantenido: L90= 90% flujo luminoso, 10% de depreciación; L80= 80% flujo luminoso, 20% de depreciación y L70= 70% flujo luminoso, 30% de depreciación.

Entonces, cuando se haya alcanzado una depreciación del 30% es momento de reemplazar o cambiar el sistema, puesto que ya ha alcanzado el nivel de su vida útil, sin embargo, el sistema puede seguir funcionando, pero no con la misma iluminación.

2.9. Sistema LED en luces de estacionamiento

La importancia de elegir las luminarias adecuadas para un estacionamiento se basa en encontrar seguridad, confort donde se debe facilitar al usuario el poder estacionar su vehículo e ir a realizar sus actividades sin ningún tipo de preocupación, puesto que la correcta iluminación con led flexibles, duraderos y eficientes permiten

observar a través de las cámaras de forma clara. De esta forma, las luces de estacionamiento se pueden definir como iluminación exterior o subterránea que como ya se dijo con anterioridad, se monta en paredes o postes.

2.9.1. Tipos de luces para estacionamiento

Existen un sinnúmero de luces de estacionamiento en el mercado, como lo son: luz de estacionamiento halógena, de inundación fluorescente, solar y luz led específicamente reflectores que es en la cual se enfocará este proceso investigativo. (Ad@Lucky, 2020).

2.9.2. Temperaturas del color

La temperatura de color es un paso muy importante cuando se va a comprar las luminarias para el estacionamiento o parqueadero, por esta razón se la clasifica en 3 rangos:

- 2800K a 3500K – color amarillento
- 3500K a 4500K – luz blanca natural
- 5000K a 6000k – luz blanca y brillante (perfecta exteriores)

2.9.3. Iluminación LED

En este tipo de espacios se utiliza elementos de iluminación exterior, como los reflectores o proyectores LED situados a una altura elevada para facilitar y brindar una distribución uniforme de la luz. Además, se la puede complementar con balizas instaladas a menor altura, aunque los niveles mínimos de iluminación usualmente son de 20lx, teniendo en cuenta que se debe tener iluminación adecuada donde se pueda encontrar el vehículo y manipularlo. Adicionalmente, es necesario que las luminarias cuenten con una protección IP65 garantizando su resistencia a la intemperie y el paso del tiempo (fgarcia, 2018). Sin duda alguna, usar estas luminarias es excelente, pero se lo debe complementar con la instalación automatizada de un sistema de control que permita el encendido y apagado de forma controlada y automática, según un horario predefinido.

CAPÍTULO 3

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

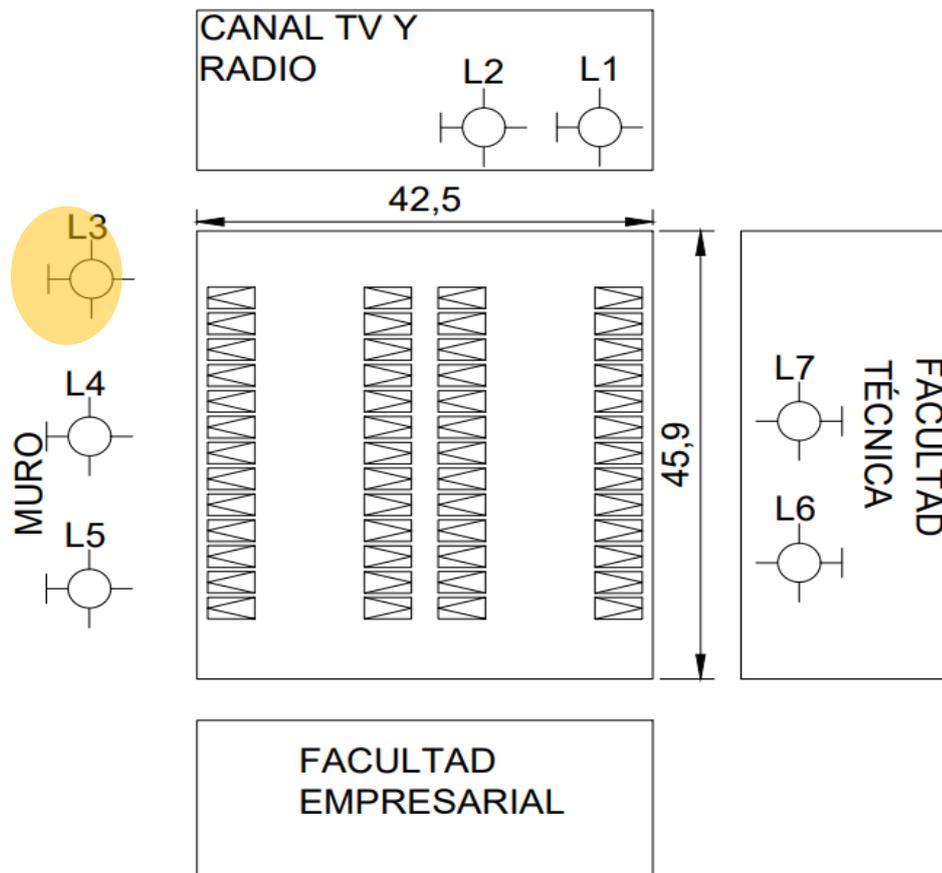
3.1 Tecnología LED

En el presente capítulo se muestra o detalla la información actual del parqueadero de Canal Tv y Radio UCSG; es decir, en este punto se muestra el plano de ubicación del alumbrado actual, una vez revisado y verificado el sistema de alumbrado existente y también los paneles de distribución donde se alimentan cada circuito de iluminación con su respectiva protección. Dicha información será utilizada para el desarrollo de capítulos posteriores.

3.2 Plano actual de ubicación de los reflectores

La figura 3.1 muestra el plano de la ubicación actual de los siete reflectores, el mismo que tiene un ancho de 42.5 m y un largo de 45.9 m; el levantamiento de este plano se realiza con el objetivo de conocer la superficie para los próximos cálculos

Figura 3. 1: Plano de ubicación actual de los reflectores



Elaborado por: Autores, 2023.

Tabla 3. 1: Funcionamiento actual de los reflectores

Funcionamiento actual	Alumbrado
Operativa	L3
No operativas	L1, L2, L4, L5, L6, L7

Elaborado por: Autores, 2023.

Se detalla las características de los 7 reflectores existentes en parqueadero de Canal TV y Radio, donde se estudiará si son adecuados o no, ya sea por su ubicación, montaje, lúmenes, capacidad o mecánica, según las reglas INEN y normas europeas.

Tabla 3. 2: Datos técnicos de los reflectores actuales

Número	Marca	Tipo	Potencia	Flujo luminoso	Ángulo de apertura
4	Sylvania	Reflector led jeta	200W	18000 lm	120
3	Sylvania	Reflector led jeta	150W	13500 lm	120

Elaborado por: Autores, 2023.

3.3 Antecedentes sobre luminotecnía

En este apartado, se realiza la medición de los luxes existentes en el parqueadero de Canal Tv y Radio, esto es gracias al uso de un dispositivo llamado luxómetro, el mismo que se detallará a continuación.

3.3.1 Luxómetro

Se trata de un dispositivo que tiene como objetivo medir la luz que existe en el ambiente, para así determinar si esta es adecuada o no. Su funcionamiento se basa en el uso de celdas fotovoltaicas, es decir, un circuito integrado que se encarga de transformar la luz en electricidad; por ende, en función de la intensidad de la electricidad se conoce la cantidad de luxes existentes (Sarabia, 2023). Dentro de sus aplicaciones, se encuentra en:

- Cineastas y fotógrafos: mejorar la luminosidad en las películas y fotografías.
- Productores de energía: optimizar el uso de la luz en interior y exterior.
- Meteorología: medir la luz en el cielo, suelos, campos o invernaderos.

(Sarabia, 2023)

3.3.2 Medidas en luxes de los reflectores

La tabla 3.3 muestra los valores en luxes dependiendo de la altura del luxómetro desde el piso, con el reflector ubicado en edificio de Canal TV (L1).

Tabla 3. 3: Medida en luxes de reflector 1

Metros (m)	Luxes (lx)
0	1.25
1	1.44
2	0.95

Elaborado por: Autores,2023.

La tabla 3.4 muestra los valores en luxes dependiendo de la altura del luxómetro desde el piso, con el reflector ubicado en edificio de Canal Tv (L2)

Tabla 3. 4: Medida en luxes de reflector 2

Metros (m)	Luxes (lx)
0	1.55
1	2.13
2	2.82

Elaborado por: Autores,2023.

La tabla 3.5 muestra los valores en luxes dependiendo de la altura del luxómetro desde el piso, reflector ubicado al inicio del muro (L3)

Tabla 3. 5: Medida en luxes de reflector 3

Metros (m)	Luxes (lx)
0	7.95
1	13.72
2	71.4

Elaborado por: Autores,2023.

La tabla 3.6 muestra los valores en luxes dependiendo de la altura del luxómetro desde el piso, reflector ubicado en medio del cerro (L4).

Tabla 3. 6: Medida en luxes de reflector 4

Metros (m)	Luxes (lx)
0	0.64
1	0.75
2	0.63

Elaborado por: Autores, 2023.

La tabla 3.7 muestra los valores en luxes dependiendo de la altura del luxómetro desde el piso, reflector ubicado al final del cerro(L5)

Tabla 3. 7: Medida en luxes de reflector 5

Metros (m)	Luxes (lx)
0	0.78
1	0.90
2	0.72

Elaborado por: Autores, 2023.

La tabla 3.8 muestra los valores en luxes dependiendo de la altura del luxómetro desde el piso, reflector ubicado en edificio FETD (L6)

Tabla 3. 8: Medidas en luxes de reflector 6

Metros (m)	Luxes (lx)
0	0.92
1	0.52
2	1.52

Elaborado por: Autores, 2023.

Reflector ubicado en edificio FETD (L7)

Tabla 3. 9: Medidas en luxes de reflector 7

Metros (m)	Luxes (lx)
0	1.50
1	1.52
2	3.35

Elaborado por: Autores, 2023.

3.3.3 Reporte fotográfico

En la figura 3.2, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L1. Su estado actual: no operativo.

Figura 3. 2: Luxes en reflector L1



Elaborado por: Autores, 2023.

En la figura 3.3, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L2. Su estado actual: no operativo.

Figura 3. 3: Luxes en reflector L2



Elaborado por: Autores, 2023.

En la figura 3.4, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L3. Su estado actual: operativo pero obstruido por el monte, luz amarilla.

Figura 3. 4: Luxes en reflector L3



Elaborado por: Autores, 2023.

En la figura 3.5, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L4. Su estado actual: no operativo.

Figura 3. 5: Luxes en reflector L3



Elaborado por: Autores, 2023.

En la figura 3.6, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L5. Su estado actual: no operativo.

Figura 3. 6: Luxes en reflector L3



Elaborado por: Autores, 2023.

En la figura 3.7, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L6. Su estado actual: no operativo.

Figura 3. 7: Luxes en reflector L6



Elaborado por: Autores, 2023.

En la figura 3.8, se muestra de forma fotográfica, la pantalla del luxómetro en 3 direcciones: luxómetro en el piso, a un metro del piso y a dos metros del piso, estos valores pertenecen al reflector L7. Su estado actual: no operativo.

Figura 3. 8: Luxes en reflector L7



Elaborado por: Autores, 2023.

3.4 Diagramas unifilares

3.4.1 Definición

Se define como un plano eléctrico en el que se identifica y suministra información sobre las características más importantes de los componentes principales del sistema eléctrico. Es decir, representa las partes que componen un sistema eléctrico de forma gráfica, mostrando las conexiones entre los elementos, de forma que facilita la visualización y entendimiento por parte del ingeniero y usuario. Por ejemplo, un sistema trifásico balanceado siempre se determina como un circuito equivalente monofásico, compuesto de una de las 3 líneas y 1 neutro de retorno, en este caso se hace uso de los diagramas unifilares. En resumen, un diagrama unifilar tiene como

objetivo brindar en forma clara y precisa información necesaria acerca del sistema (Hernandez, 2019).

3.4.2 Características

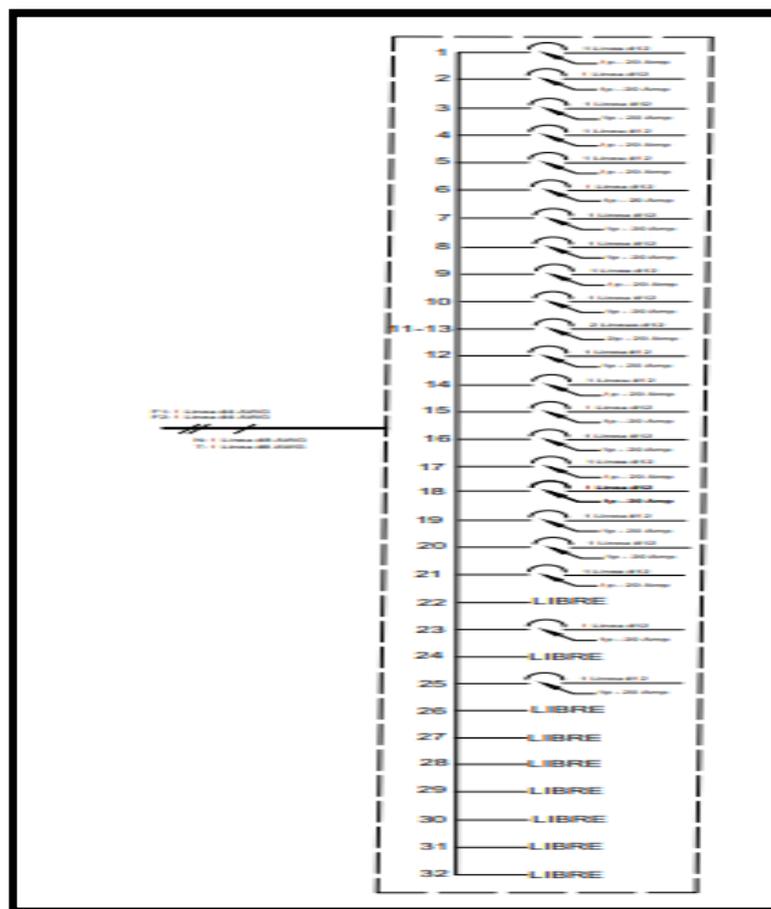
Entonces, un diagrama unifilar se caracteriza por:

- Ser una herramienta del técnico de mantenimiento para operar en la instalación eléctrica.
- Brindar información básica para posibles modificaciones.
- Ser un requisito legal para evaluar condiciones de seguridad (Hernandez, 2019).

3.4.3 Diagramas unifilares actuales

Diagrama de panel eléctrico del panel eléctrico que alimenta a los dos reflectores ubicados en el área exterior del edificio de Canal Tv y Radio, según el plano mostrado con anterioridad, reflectores L1 y L2.

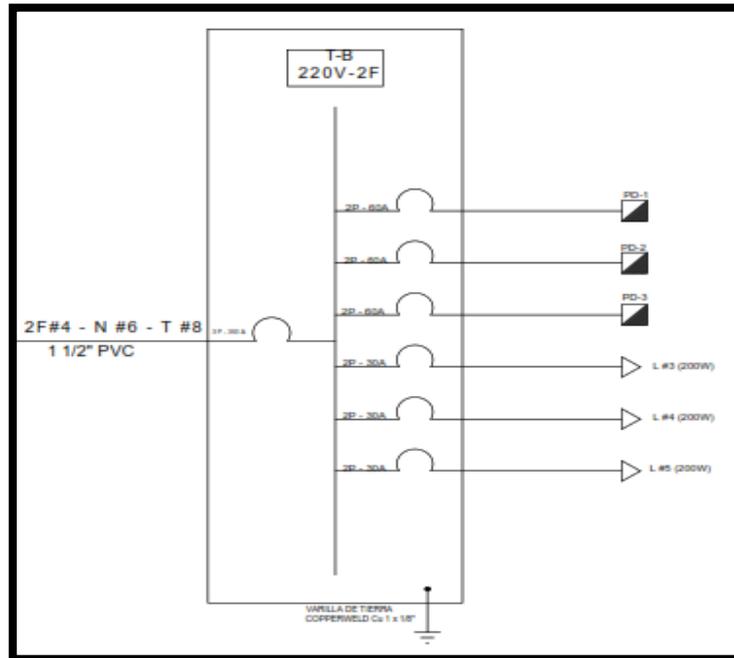
Figura 3. 9: Diagrama unifilar 1



Elaborado por: Autores, 2023.

Diagrama unifilar el panel eléctrico que alimenta a los reflectores ubicados en el cerro/ muro, siendo L3, L4 y L5.

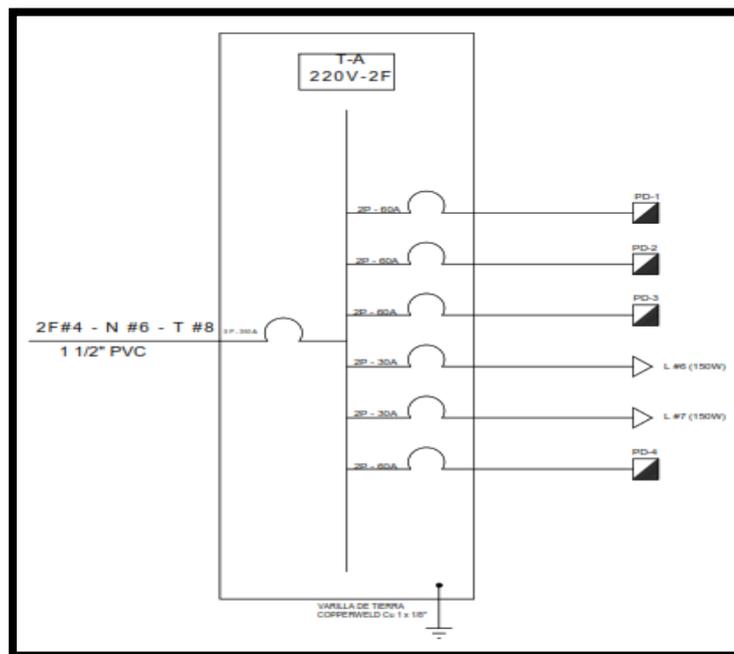
Figura 3. 10: Diagrama unifilar 2



Elaborado por: Autores, 2023.

Diagrama unifilar el panel eléctrico que alimenta a los reflectores ubicados la cubierta del bloque B del edificio de la Facultad técnica de educación, siendo L6 y L7.

Figura 3. 11: Diagrama unifilar 3



Elaborado por: Autores, 2023.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE VARIABLES

4.1 Entorno Dialux

4.1.1 Definición

DIALux es una herramienta de software utilizada por diseñadores e ingenieros de iluminación para crear instalaciones de iluminación de la máxima y mejor calidad. Permite a los usuarios diseñar, visualizar y simular diversos escenarios de iluminación para espacios arquitectónicos y urbanos.

El software proporciona una plataforma completa para que los profesionales de la iluminación creen soluciones de iluminación innovadoras que satisfagan los requisitos prácticos y estéticos de sus clientes. Ofrece una amplia gama de funciones, como funciones avanzadas de renderizado, cálculos fotométricos y análisis energéticos, que lo convierten en una herramienta esencial para diseñadores e ingenieros de iluminación («DIALux EVO», 2023).

4.1.2 Características del software

Este software muestra una gran cantidad de funcionalidades lo que lo hacen muy versátil al momento de proyectar sistemas de iluminación, por ello se mencionan los principales:

- Zonas interiores: ayuda a estructurar la planificación lumínica de un proyecto de arquitectura complejo, donde se puede identificar si la habitación tiene puntos oscuros o mucha luz.
- Zonas al aire libre: se puede proyectar en áreas verdes como plazas, estacionamientos, carreteras, entre otros.
- Sistema en-exterior: permite analizar cómo afecta la iluminación interior al exterior y que genera esto en el proyecto.
- La correcta distribución de luz: se tiene información completa sobre este tema, proyectándolo en fotos y colores lo que, lo que permite un análisis real de como el proyecto quedará al final.
- Luz artificial y de día: se puede combinar luz artificial y luz natural con el objetivo de crear ambientes confortables

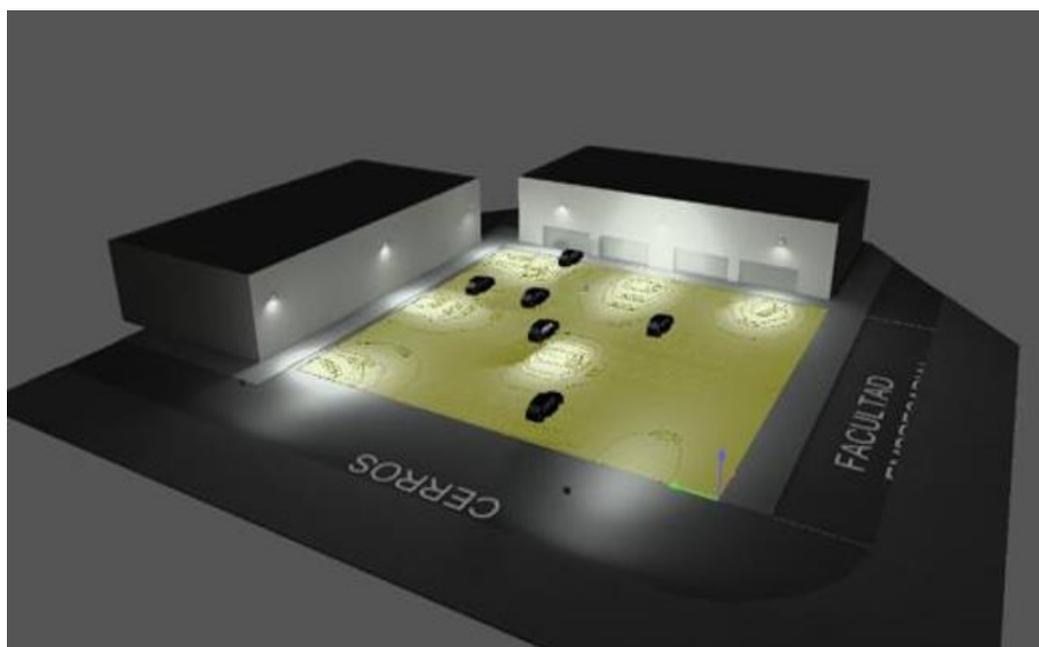
- Normas: el software es completo y actualizado al mundo real, por ende, está compaginado a las normas y estándares actuales (ECV, 2021).

4.2 Diseño Dialux

4.2.1 Propuesta

La figura 4.1 representa la propuesta que como estudiantes se ha realizado para el parqueadero de Canal Tv y Radio, haciendo uso del software Dialux.

Figura 4. 1: Propuesta Dialux



Elaborado por: Autores,2023.

4.2.2 Ficha técnica de los proyectores

Se trata de un proyector de potencia que sirve para iluminar grandes superficies como tramos de carreteras, canchas o estadios, zonas industriales, parqueaderos, entre otros. Es modular y contiene de 1 a 5 módulos con potencias desde 250W hasta 1500 W, donde cada módulo está equipado con una Caja para alojar el driver y disipar la temperatura de funcionamiento de la mejor forma posible. De esta forma, cada módulo puede orientarse individualmente de $\pm 15^\circ\text{C}$ gracias a los ajustes de los semicírculos laterales, y la estructura es ajustable en $\pm 90^\circ\text{C}$. Esta tecnología LED esta equipada con una fuente de alimentación de gran ahorro energético, y puede soportar las perturbaciones magnéticas que se dan en el entorno. Se basa:

- Grado de protección: IP66
- Grado de protección contra golpes: IK09

- Temperatura de funcionamiento: 50 °C
- Cuerpo: alta resistencia mecánica en aluminio fundido a presión pintado con polvo de poliéster negro y soportes de acero inoxidable.

Figura 4. 2: Proyector SpA-Power / Bagheli



Elaborado por: Autores, 2023.

A continuación (véase tabla 4.1) se presentan las características técnicas.

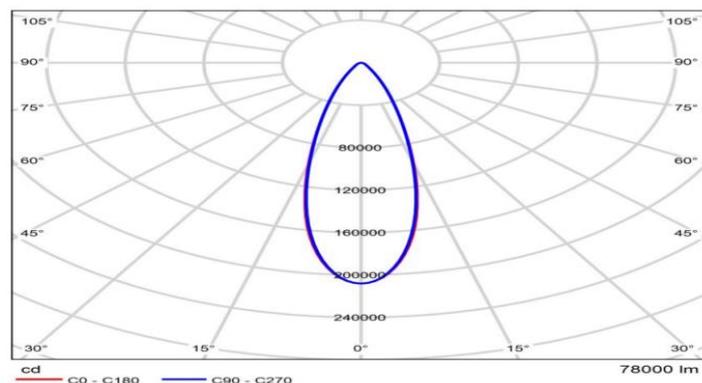
Tabla 4. 1: Características de los proyectores

Medidas	Valores
Potencia (P)	600 W
Flujo luminoso (Φ)	78000 lm
Eficacia luminosa	130 lm/W
Voltaje	220V

Elaborado por: Autores, 2023.

A continuación, se muestra la gráfica 4.3, de intensidad luminosa polar, donde se muestra la distribución luminosa en planos transversales y axiales de la luminaria, es así como la curva proporciona una guía visual del tipo de distribución que se espera de la luminaria, en este caso 15 grados.

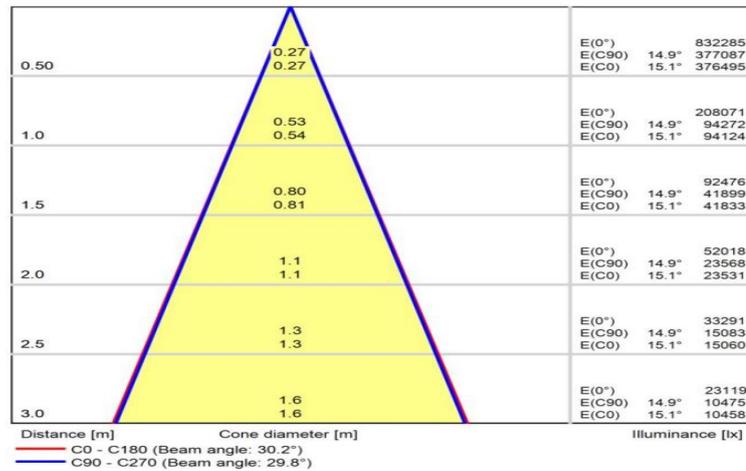
Figura 4. 3: Intensidad luminosa polar



Elaborado por: Autores, 2023.

Por otro lado, el diagrama de cono (véase la figura 4.4), indica la iluminancia máxima a diferentes distancias de la lámpara.

Figura 4. 4: Diagrama de cono de iluminancia

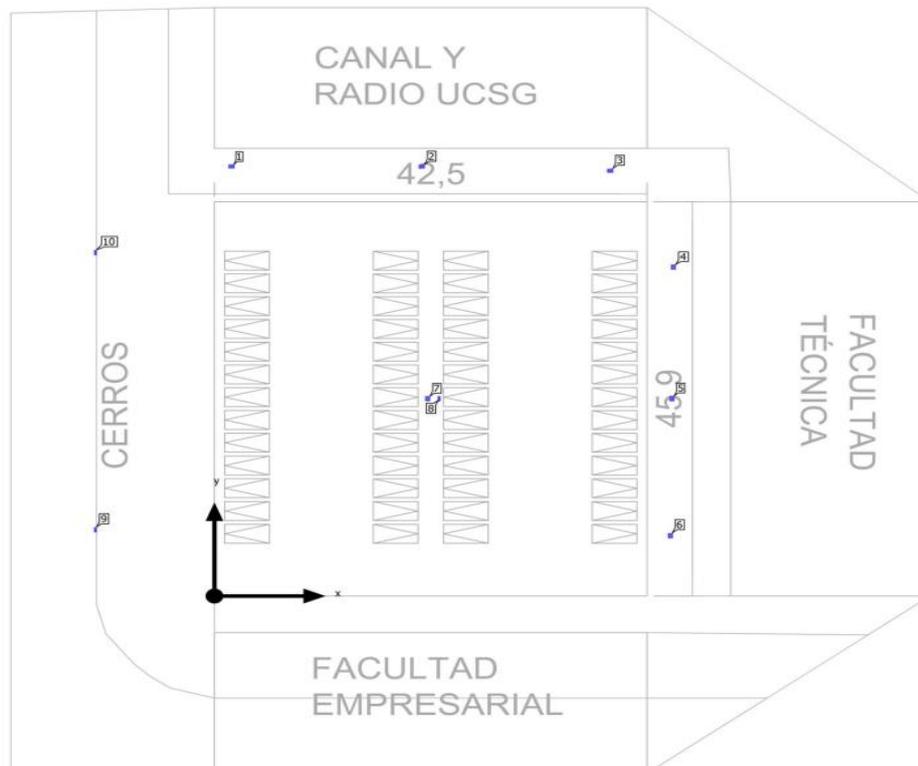


Elaborado por: Autores, 2023.

4.2.3 Plano de ubicación de los proyectores

La figura 4.5 representa la forma en que se deben colocar los 10 nuevos proyectores, para aprovechar al máximo sus características y mejorar la red de alumbrado.

Figura 4. 5: Proyección de plano de reflectores



Elaborado por: Autores, 2023.

4.2.4 Disposición de los proyectores

En la tabla 4.6, se muestra la altura de montaje de los proyectores, y su relación en el plano x, y, siendo el adecuado según los cálculos en Dialux.

Tabla 4. 2: Disposición de los proyectores

X(m)	Y(m)	Altura de montaje(m)	Proyectores
1.674	50.072	6.100	1
20.374	50.072	6.100	2
38.874	49.572	6.100	3
45.134	38.295	6.100	4
44.988	22.975	6.100	5
44.843	7.021	6.100	6
21.000	22.975	5.100	7
22.001	22.975	5.100	8
-11.756	7.714	5.100	9
-11.756	39.976	5.100	10

Elaborado por: Autores,2023.

4.2.5 Cálculo de flujo luminoso y potencia

La siguiente tabla representa la potencia, el flujo y la eficacia luminosos de los proyectos, de forma individual y total: es decir, para conocer los valores totales, sólo se multiplica el valor individual por los proyectores totales, en este caso son 10.

Tabla 4. 3: Cálculos totales de potencia, flujo y eficacia

Proyectores	Marca	Modelo	P	Φ	Eficacia luminosa
10	Beghelli SpA	POWER L 600W	600.0 W	78000 lm	130.3 lm/W
			P_{total}	Φ_{total}	Eficacia luminosa
			6000 W	780000 lm	130.0 lm/W

Elaborado por: Autores,2023.

4.2.6 Cálculos totales

En la tabla 4.4 se muestran los cálculos totales de los luxes que deberían existir en el parqueadero, teniendo en cuenta que el software asume un factor de demanda del 100%.

Tabla 4. 4: Cálculos totales

Propiedad	E	E_{min}	E_{max}
Luminancia perpendicular	216 lux	10.1 lux	1728 lux

Elaborado por: Autores,2023.

El cálculo total de 216 lux es porque se han considerado pérdidas mecánicas, misceláneas, eléctricas y lumínicas.

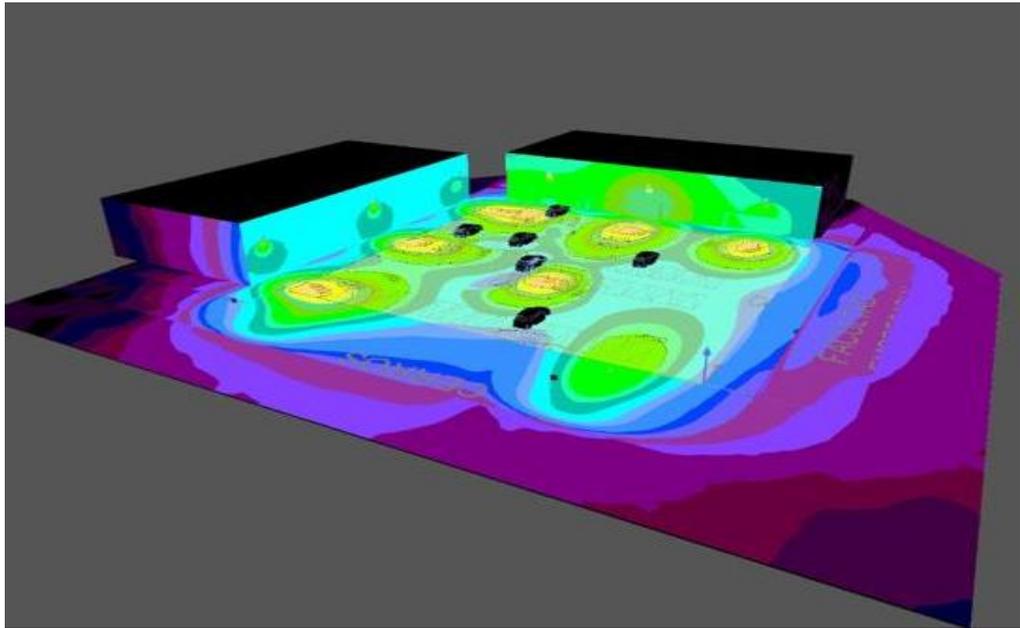
El software asume que los reflectores estarán encendidos a un 100%, por ende, se tiene dicho resultado. Sin embargo, el entorno real en la UCSG, el factor de demanda es del 0.55. De modo que los cálculos adaptados a este plano real son:

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{lm}{m^2} \quad (3)$$
$$E = \frac{(780000 \times 0.55) lm}{(42.5 \times 45.9) m^2}$$

$$E = 219.89 lx$$

Usualmente, se indica que la cantidad de luxes promedio en los parqueaderos es de 50 a 150, pero el parqueadero que Canal Tv y Radio es diferente, ya que el programa notó muchas zonas muertas. Es decir, el cálculo ya no fue solo en un área de 42,5 x 45,9 metros cuadrados, sino en un espacio mucho más grande. En la figura 4.6, el color lila o morado de las ondas, representan las zonas más oscuras o también llamadas las zonas muertas, mientras que las ondas color amarillo, verde representan el área iluminada.

Figura 4. 6: Ondas de color en la zona



Elaborado por: Autores,2023.

4.2.7 Gráfica de los cálculos de superficie

En la gráfica 4.7, se puede analizar de forma detallada el número de luxes por espacio existentes dentro del parqueadero. Por ejemplo, en el extremo inferior derecho se observar hasta 1000 luxes dentro de las ondas ya que son zonas muertas. Puesto que, según la ubicación de la luminaria existirá mayor iluminación y lógicamente después se irá perdiendo por metro cuadrado

Figura 4. 7: Representación de luxes por espacio



Elaborado por: Autores,2023.

CAPÍTULO 5 PROGRAMACIÓN Y DISEÑO

5.1 Dimensionamiento de materiales

En este apartado se analiza e identifican los materiales a usar para diseñar el tablero de control y mando. Después del riguroso análisis, se llegó a que los materiales a utilizar serán: controlador lógico programable (PLC) , disyuntores, reflectores, contactores, luz piloto, pulsadores normalmente cerrado y normalmente abierto, conductor.

Como primer paso, se va a seleccionar el controlador lógico programable, para ello se debe tener en cuenta que tipo de carga se va a conectar a las salidas del PLC, se requiere conocer el valor de la corriente que se consumirá en cada salida digital; en este caso, se cuenta con proyectores de luz de 600W con una tensión de entrada de 220V, por ende, se hace uso de la fórmula de potencia y se despeja la corriente.

$$I = \frac{P [W]}{V [V]} \quad (4)$$

$$I = \frac{600W}{220V}$$

$$I = 2.72A$$

Sin embargo, se debe tener en cuenta que se tomó como referencia el valor de potencia de 600W según la ficha técnica del proyector de luz la misma que en el software de Dialux asume que dichas luminarias estarán encendidas a un 100%, lo cual no es real, ya que lógicamente permanecerán apagadas en el día y encendidas toda la noche hasta el amanecer. Teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad y según las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC), se debe hacer uso del factor de demanda, en este caso es del 0.55.

$$I = \frac{P \times FD}{V} \quad (5)$$

$$I = \frac{600W \times 0.55}{220V}$$

$$I = 1.5 A$$

Entonces, cada luminaria tendrá un consumo de 1.5 A, por lo que según todo lo estudiado, el PLC acorde es el LOGO 230RCO. Este dispositivo presenta características técnicas muy positivas, como; 4 salidas digitales, alimentación tipo AC

por lo que no existirán gastos adicionales en fuentes de alimentación, y sus salidas son de tipo relé.

Figura 5. 1: LOGO 230RCO



Elaborado por: Siemens, 2019.

Posteriormente, para dimensionar la protección de cada salida del PLC y sus respectivas cargas, se debe tener en cuenta que debe ser posible ubicar en cada salida 3 proyectores y en otra salida 4 proyectores; para saber si esto es real, se deben realizar los siguientes cálculos. Corriente máxima por cada salida:

Salida 1:

$$I_{Q1} = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} < I_{MAX OUTPUT} \quad (6)$$

$$I_{Q1} = (1.5A + 1.5A + 1.5A) < 10A$$

$$I_{Q1} = 4.5A < 10A$$

Salida 2:

$$I_{Q2} = I_{L4} + I_{L5} + I_{L6} < I_{MAX OUTPUT} \quad (7)$$

$$I_{Q2} = (1.5A + 1.5A + 1.5A) < 10A$$

$$I_{Q2} = 4.5A < 10A$$

Salida 3:

$$I_{Q3} = I_{L7} + I_{L8} + I_{L9} + I_{L10} < I_{MAX OUTPUT} \quad (8)$$

$$I_{Q3} = (1.5A + 1.5A + 1.5A + 1.5A) < 10A$$

$$I_{Q3} = 6A < 10A$$

Donde:

I_{Qn} = corrientes máximas en salidas del PLC

I_{Ln} = corriente que va a requerir cada luminaria

$I_{MAX OUTPUT}$ = corriente máxima que va a circular

Finalmente, si se cumplió con lo escrito con anterioridad, se pueden colocar 3 y 4 proyectores en las salidas del PLC, ya que la corriente de salida será de máximo 6 A, mientras que la que soporta el PLC es de 10 A, por ende, es posible realizar las conexiones.

Consecuentemente, la protección debe ser un número mayor de corriente por soportar a la que se consume en cada salida (6 A) por lo que se va a utilizar un disyuntor bifásico 5SY7210-8 para cada salida digital del PLC. El disyuntor se lo eligió revisando los respectivos catálogos de termomagnéticos, y el elegido es un disyuntor bifásico de 2 polos capaz de soportar una corriente de hasta 10 A, lo cual lo hace el indicado para proteger de forma eficaz cada carga conectada.

Figura 5. 2: Disyuntor bifásico



Elaborado por: Siemens, 2020.

Como tercer paso, se calcula el valor de la corriente de consumo que atravesará al disyuntor magnetotérmico principal para proteger a todo el circuito, para esto se debe tener en cuenta todos los elementos usados:

$$\begin{aligned}
 I_T &= I_{Q1} + I_{Q2} + I_{Q3} & (9) \\
 I_T &= 4.5 + 4.5 + 6 \\
 I_T &= 15 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Dónde:

$I_T =$ corriente total

$I_{Qn} =$ valor de corriente

El cálculo de la corriente total de consumo es de 15 A, por lo que se debe adaptar un disyuntor con la característica de soportar una corriente superior. Para esto, se usa

un disyuntor magnetotérmico (protección general) de 3P – 30 A T/I código 5SY4330-7; hay que tener presente que no se toma en cuenta la salida Q4 ya que es utilizada para una luz piloto (miliamperios).

Figura 5. 3: Disyuntor magnetotérmico



Elaborado por: Siemens, 2020.

Como quinto punto, se realiza el dimensionamiento para el calibre del conductor que se va a utilizar y este depende exclusivamente de la corriente de consumo dentro de la red de alumbrado. Para que esto sea eficaz y eficiente, se debe dividir en dos secciones, la primera hace referencia a la alimentación ya que consume una mayor cantidad de corriente, y la segunda trata de cada circuito que va conectado a la salida del PLC, en este punto se colocan cables de menor calibre ya que el consumo es menor.

Tabla 5. 1: Calibre de los conductores

Sección AWG	Sección mm^2	Corriente (Amperios)
20	0.5	3
18	1	7
16	1,5	10
14	2,5	15
12	4	20
10	6	30
8	10	40
6	16	55
4	25	70

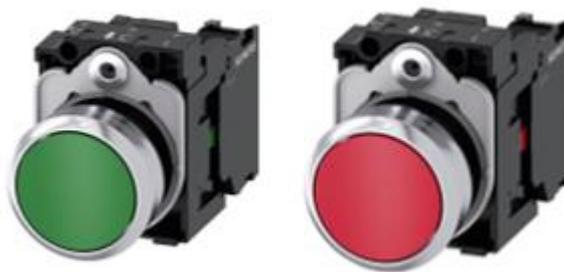
Elaborado por: Anónimo, 2018.

Entonces, la corriente de alimentación es igual a la corriente total, la misma que ya fue calculada, es decir 15 A. Por otro lado, la corriente de cada circuito es igual a la corriente de cada salida, es decir 6 A ya calculada. Teniendo en cuenta esta información, se procede a dimensionar correctamente en la tabla y siempre se recomienda elegir el calibre del cable al inmediato superior del valor de corriente que se tiene como dato, pero si el inmediato superior está muy cercano, se puede elegir uno que pueda soportar más amperios.

Para la corriente de alimentación se debe seleccionar un cable AWG #10 con una sección de 6 mm^2 capaz de soportar corrientes hasta 30 A como máximo, en este caso no se eligió un cable AWG #12 porque la corriente que soporta es hasta 20 A máximo el cual es un valor muy cercano y su dimensionamiento no sería correcto. En cambio, para el circuito de salida, el número de cable que se debe utilizar teniendo en cuenta el consumo es el AWG #14 con una sección de 2.5 mm^2 y capaz de soportar una corriente de 15 A como máximo.

Como sexto punto, para la puesta de marcha, se hará uso de un pulsador (Cod. 3SU1150-0AB40-1BA0) color verde con borne de tornillo tipo normalmente abierto; para el botón de paro se usará el pulsador color rojo (Cod.3SU1150-0AB20-1CA0) con las mismas características que el anterior.

Figura 5. 4: Pulsador color rojo y verde

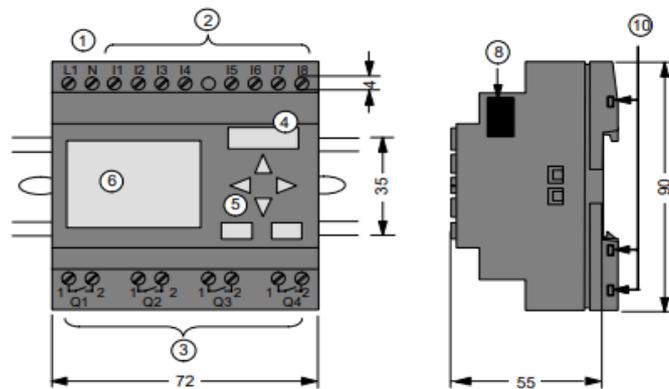


Elaborado por: Camsco, 2019.

Para seleccionar la luz piloto, que se utilizará como indicador de que el sistema está funcionando, se ha optado por uno de color verde led, con protección IP65, es decir contra agua y polvo (Cod. XB5AVG3). Finalmente, para la construcción del tablero, se debe tener las medidas de cada uno de los equipos que van dentro del gabinete, en este caso son:

PLC LOGO 230RCO

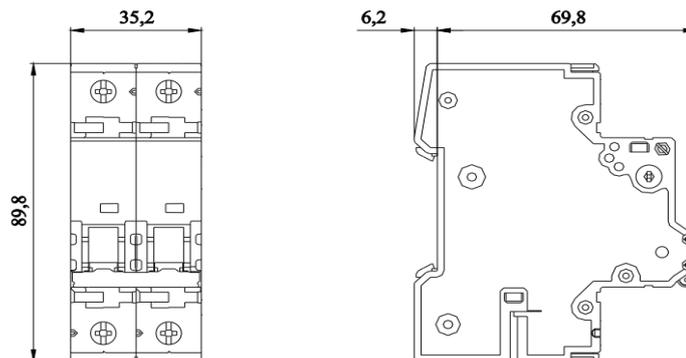
Figura 5. 5: Dimensionamiento de LOGO 230RCO



Nota. Adaptado de *Manual LOGO (p.4)*, por Siemens, 2019.

Disyuntor magnetotérmico bipolar 5SY7210-8

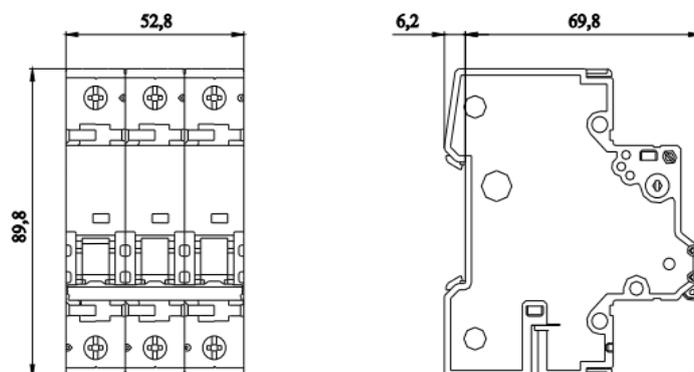
Figura 5. 6: Dimensionamiento disyuntor magnetotérmico



Elaborado por: Siemens, 2019.

Disyuntor magnetotérmico tripolar 5SY4330-7

Figura 5. 7: Dimensionamiento disyuntor magnetotérmico



Elaborado por: Siemens, 2019.

5.2 Diseño del circuito de control

Para realizar el diseño de control, se hizo uso del software Cade Simu, el mismo que permite realizar un sinnúmero de simulaciones, en el caso, del controlador lógico programable; como ya se realizó con anterioridad el dimensionamiento de los materiales a utilizar, en este paso solo se deben realizar la conexión de los elementos según todo lo aprendido en las clases de control y automatización.

5.2.1 Conexiones del sistema

Por lo general los sistemas de control eléctrico cuentan con dos secciones: control y fuerza, pero esto se da más cuando en el diagrama se cuenta con elementos que demanden un alto consumo de energía como los motores, el presente diagrama esquemático no tiene elementos de alto consumo de energía, por ende, el sistema de control de luminarias lo que se ha dividido en tres partes: sección de alimentación, sección de control y la sección de los actuadores.

5.2.1.1 Sección de alimentación

Esta sección está compuesta por las líneas que vienen directamente del transformador que previamente son disminuidas a baja tensión, una vez estén en baja tensión van a pasar a través de un elemento de protección llamado disyuntor termomagnético para finalmente llegar a las bornera de alimentación del controlador. En este apartado también se encuentra los dos pulsadores tanto de arranque como de paro ya que serán los encargados de permitir el paso de energía hacia los pines programados previamente en el PLC.

5.2.1.2 Sección de control

En esta parte denominada sección de control, se encuentra el PLC el mismo que mediante la programación previamente hecha es el encargado de enviar las instrucciones a cada una de las salidas, siendo considerada la parte más importante del sistema.

5.2.1.3 Sección de actuadores

En esta sección es por donde se visualiza el funcionamiento físico del sistema, este apartado contiene en cada una de las salidas del PLC una protección denominada

disyuntor magnetotérmico el cual será atravesado por la corriente dependiendo de las señales enviadas por el controlador, finalmente esta corriente llega a las luminarias para poder ser encendidas dependiendo de la programación.

5.2.1.4 Sección de plan de emergencia

Esta sección del sistema es importante ya que cuando haya algún tipo de falla en el controlador por algún problema técnico o que se requiera que sea programado de nuevo, la parte del circuito de plan B empezará a funcionar mediante dos pulsadores que podrá ser maniobrado por el cualquier tipo de personal no especializado en el tema, de esta forma el sistema seguirá operando y no dejará de funcionar. Dicha parte está compuesta por contactores y por disyuntor que junto que una conexión de lógica cableada se logra el objetivo ya antes mencionado de tener un circuito de emergencia.

5.3 Estructura de la programación del PLC

5.3.1 LOGO!Soft V8.3

Para la programación del equipo que controla todo el sistema se utilizó el software LOGO!Soft, el cual utiliza un lenguaje de programación por medio de bloques.

5.3.2 Temporizador semanal

En la programación del PLC se hizo uso de un bloque especial denominado temporizador semanal, ya que brinda la posibilidad de tener una especie de temporizador virtual que es capaz de enviar una señal y controlar varias salidas al mismo tiempo. El bloque consta de tres entradas N1, N2, N3 y una salida Q, esta salida es controlada mediante una fecha de activación y desactivación que es configurada al momento de programar, una ventaja de este bloque es que puede soportar cualquier tipo de combinación posible de los días que conforman la semana.

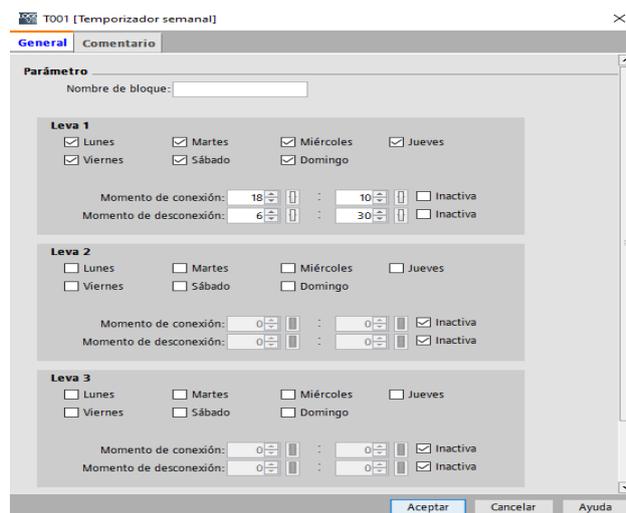
Figura 5. 8: Temporizador semanal



Elaborado por: Autores,2023.

Para la configuración del bloque se debe dar clic en el bloque y dirigirse a propiedades, una vez ahí, se encuentra 3 levas que están activas, donde solo se necesita una leva activada por lo que se desactivan las demás, después se seleccionan los días en los que se quiere que se enciendan las salidas y finalmente se programa las horas tanto de conexión como de desconexión.

Figura 5. 9: Configuración del bloque

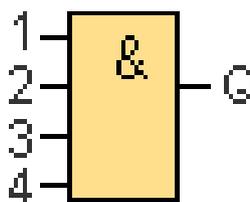


Elaborado por: Autores,2023.

5.3.3 Función lógica AND

El bloque de la función lógica AND es representada por la letra Ampersand, conformado por cuatro entradas y una salida denominada Q que es la encargada de cambiar de estado dependiendo de los valores en la entrada, los valores que se pueden operar en este bloque son de 0 y 1 es decir binarios, la única ocasión en el que la salida puede tener el valor de 1 es cuando todas sus entradas también se les ha asignado ese valor. La función lógica en el ámbito matemático hace referencia a la operación de multiplicación entre sus entradas, en el apartado de circuitos la función lógica AND se la asocia con un circuito en serie en el que hace referencia a cada una de sus entradas como elementos que conforman ese circuito en serie.

Figura 5. 10: Representación de la función AND

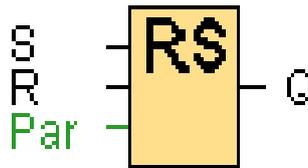


Elaborado por: Autores,2023.

5.3.4 Bloque relé auto-enclavador

Está conformado por dos entradas R y S que hacen referencia a reiniciar y ajustar la salida Q, los valores de las entradas también solo pueden ser tomados con números binarios al igual que su salida, este bloque se lo puede asociar en la parte de control eléctrico industrial como un circuito de memorización, pero la ventaja es que en el programa viene hecho en un solo bloque.

Figura 5. 11: Representación de relé autoenclavador

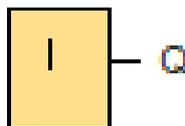


Elaborado por: Autores,2023.

5.3.5 Bloque de entradas

Los bloques de entrada que se utilizan en la programación están representados con la letra I, este bloque hace referencia a pulsadores que son encargados de enviar señales a los bornes de entrada físico del PLC. Los estados que puede tomar este bloque son digitales es decir 0 y 1.

Figura 5. 12: Representación del bloque de entradas

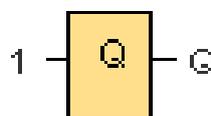


Elaborado por: Autores,2023.

5.3.6 Bloque de salidas

Los bloques de salida que se utilizan en el programa son representados con la letra Q, el bloque simula la salida física del logotipo. Los estados que puede tomar son 0 y 1.

Figura 5. 13: Representación del bloque de salidas

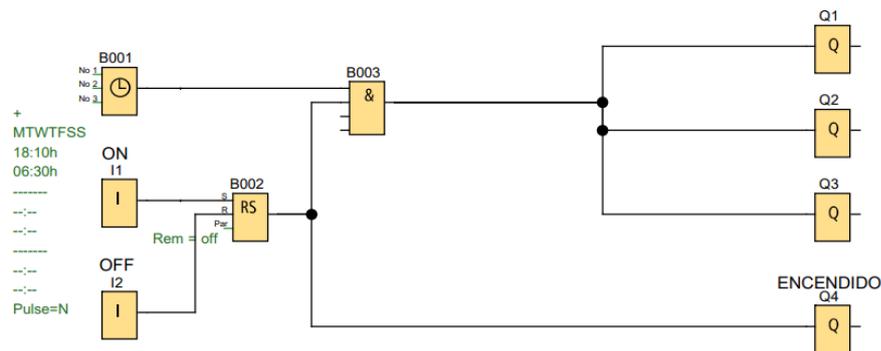


Elaborado por: Autores.

5.3.7 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques que se va a mostrar es el resultado de cómo queda la programación de nuestro sistema en el cual se hace uso además de dos entradas que hacen referencia a los pulsadores físicos y 4 salidas de las cuales 3 son para las luminarias y una es encargada de encender una luz piloto que nos indicará que el sistema está funcionando, además también se hace uso de una función lógica denominada AND, el temporizador semanal encargado de accionar las salidas y el bloque de relé de auto enclavamiento para los pulsadores.

Figura 5. 14: Diagrama de bloques

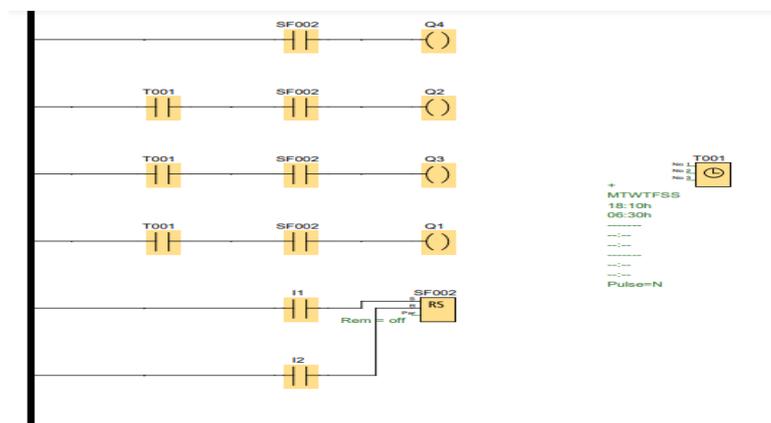


Elaborado por: Autores,2023.

5.3.8 Lenguaje ladder

El diagrama ladder o también conocido como lenguaje de contactos, es un lenguaje de programación gráfico que es representado por símbolos como bobinas y contactos, por lo general este tipo de diagramas también lo integra una línea vertical ubicada a la izquierda el cual hace referencia a la tensión y también suele tener una línea vertical a la izquierda que representa tierra.

Figura 5. 15: Representación de lenguaje ladder

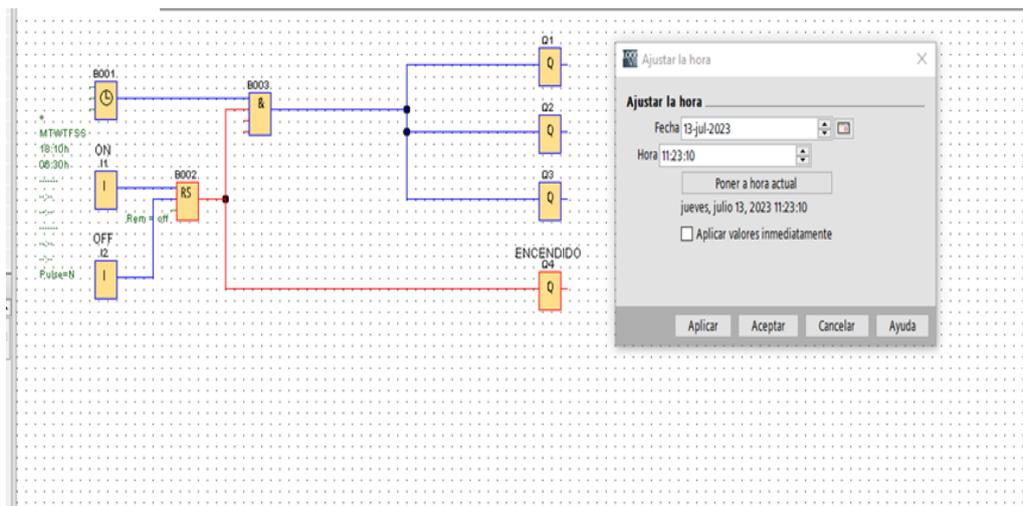


Elaborado por: Autores,2023.

5.4 Funcionamiento de la programación

El sistema empieza a funcionar cuando se presiona el botón de ON, una vez presionado el pulsador, se enciende la luz piloto que indica que el sistema está funcionando normalmente, pero se observa que las 3 salidas se encuentran desactivadas ya que el reloj indica que aún no es hora de la activación del sistema, el sistema está programado para encenderse a partir de las 18:10 hasta las 06:30 del siguiente día.

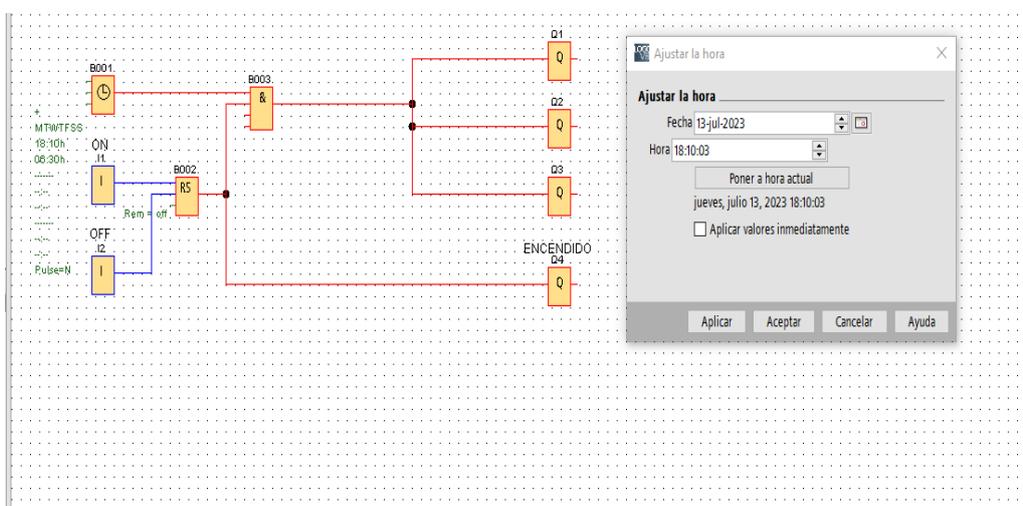
Figura 5. 16: Programación 1



Elaborado por: Autores,2023.

Cuando el reloj marca las 18:10 las salidas del programa se activan por lo que los proyectores que están conectados a dichas salidas se van a encender a la hora previamente programada.

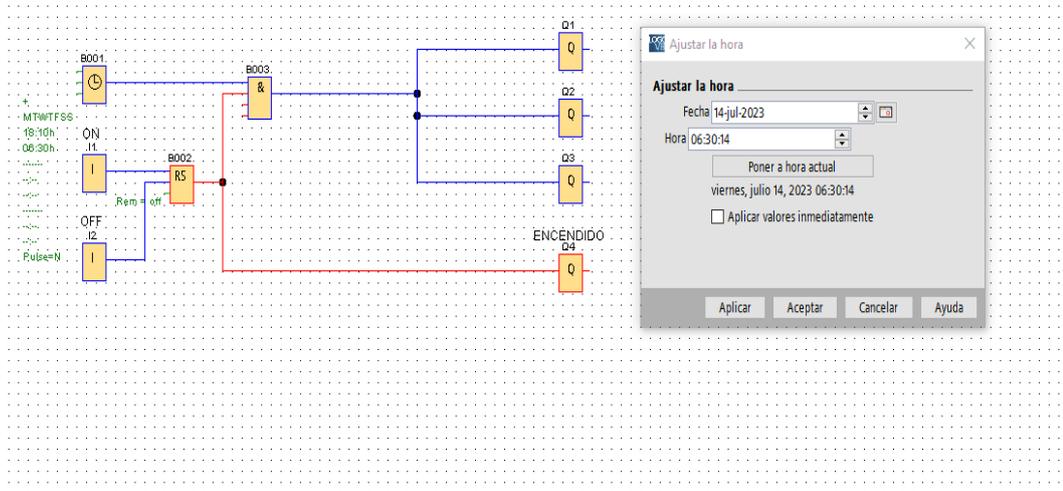
Figura 5. 17: Programación 2



Elaborado por: Autores,2023.

Finalmente, al día siguiente cuando el reloj marca las 06:30 las salidas se desactivan automáticamente por lo que los proyectores proceden a apagarse tal cual cómo se establece en la programación.

Figura 5. 18: Programación 3

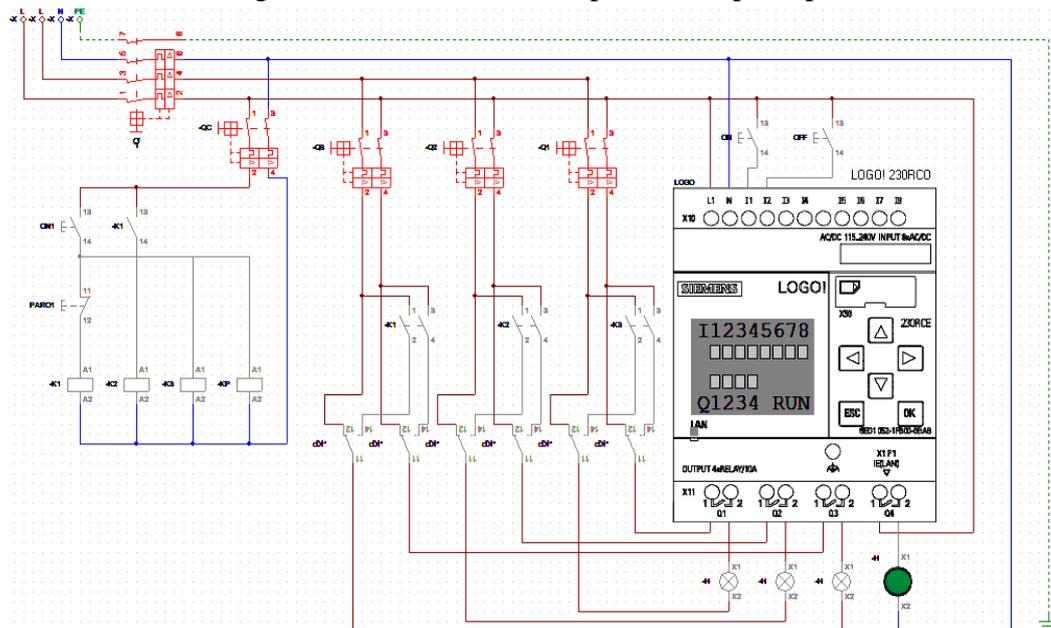


Elaborado por: Autores,2023.

5.5 Funcionamiento de la parte eléctrica

El sistema comienza su funcionamiento activando la protección principal la cual está conectada a las líneas directas de alimentación, también se deben activar cada una de las protecciones de las salidas del PLC, estas activaciones se hacen para poder cerrar los caminos y tener circuitos cerrados para que la corriente pueda circular lo que da paso a que el controlador se encienda automáticamente.

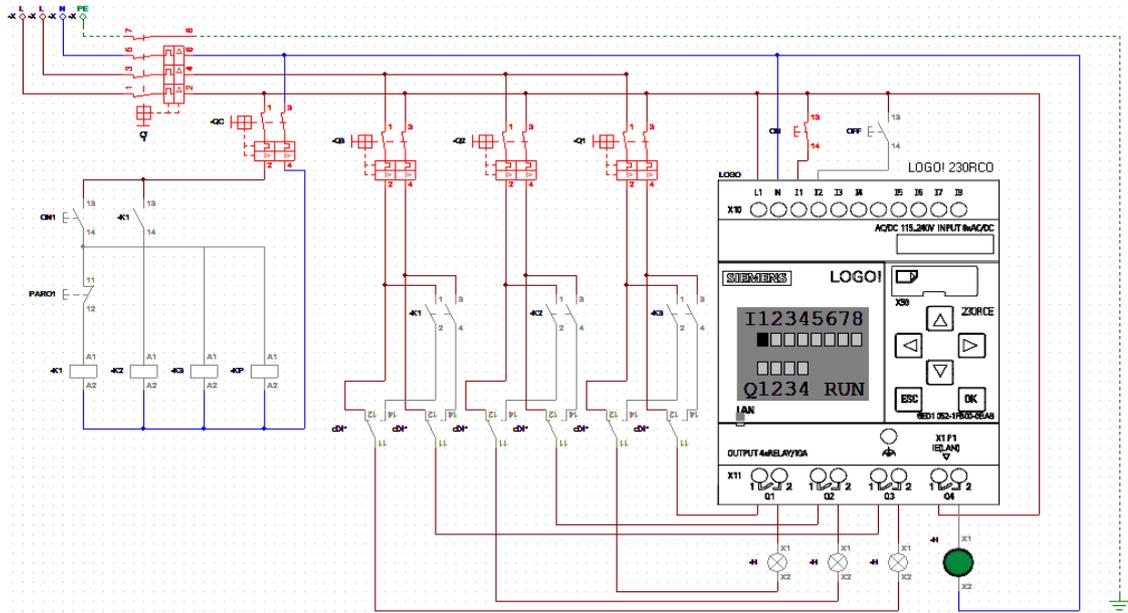
Figura 5. 19: Activación de protección principal



Elaborado por: Autores,2023.

Cuando se ha activado las protecciones, se deberá presionar el pulsador ON ubicado en la entrada 1 del PLC, con esto se le da un arranque a la programación interna del PLC y los proyectores se encenderán dependiendo de la hora en la que están programados.

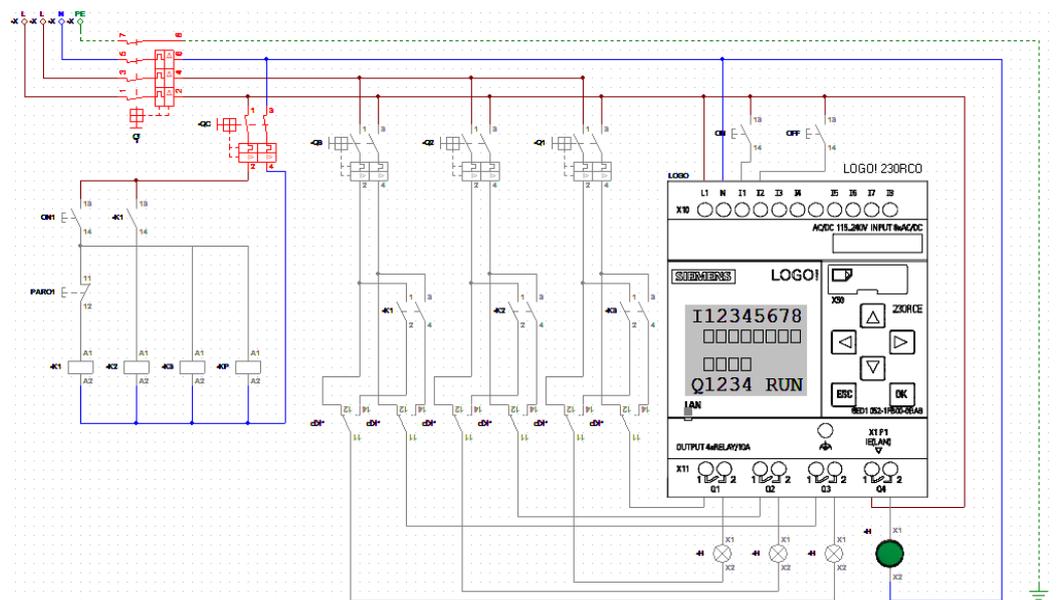
Figura 5. 20: Arranque de programación



Elaborado por: Autores,2023.

En caso de presentarse algún problema con el controlador y por algún motivo se necesite de tiempo para que personal capacitado pueda resolver el inconveniente, se hará uso de un circuito el cual cumple la función de un plan de emergencia.

Figura 5. 21: Plan de emergencia

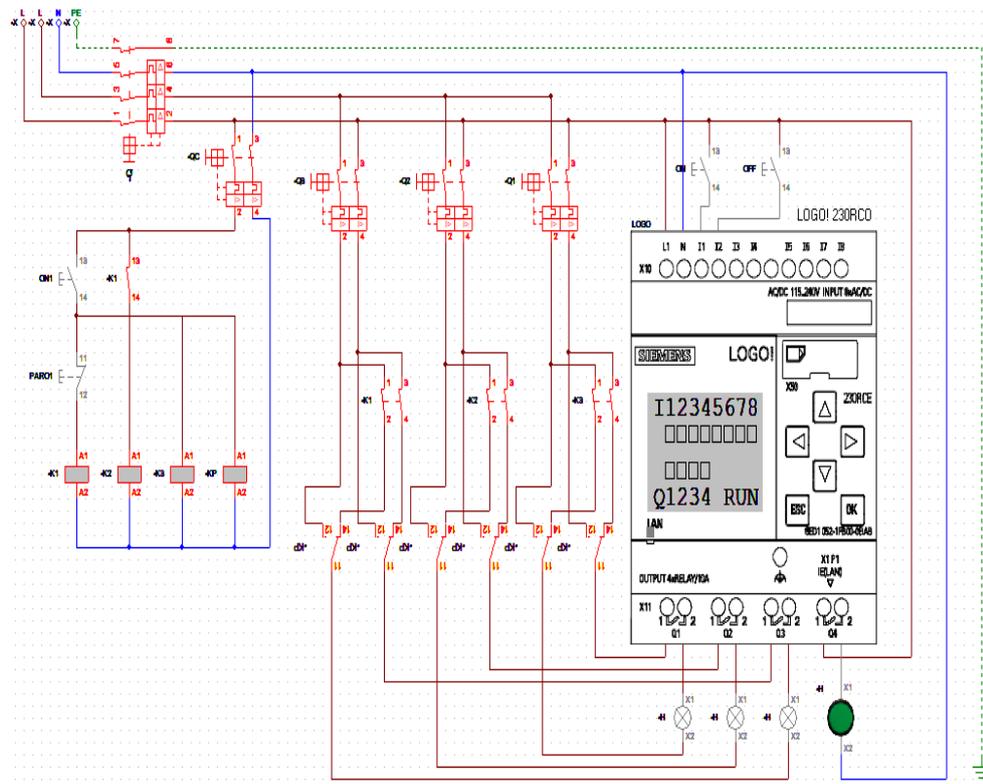


Elaborado por: Autores,2023.

Para poder darle marcha al sistema se tiene que presionar el pulsador de ON, lo que hará que las bobinas de los contactores (K1, K2, K3, KP) se activen haciendo que el contacto auxiliar de la bobina (K1) ubicada en la sección de control haga un enclavamiento y permita que cambien de posición los contactos principales (K1, K2, K3, KP) ubicados en la sección de los actuadores.

El contactor KP se comportará como un selector puesto que en sus contactos cuenta con puntos en común, lo que permite a la corriente tomar un solo camino, el que cierra el circuito más no el que queda como circuito abierto, se lo hace de esta forma para que a cada salida del PLC solo llegue una línea de alimentación y funcione solo uno a la vez.

Figura 5. 22: Salida del PLC



Elaborado por: Autores,2023.

5.6 Diseño en 3D del tablero de control

5.6.1 Entorno AutoCAD

AutoCAD es un programa de diseño asistido por ordenador creado por Autodesk, una empresa que produce principalmente software y soluciones para sectores como la arquitectura, la ingeniería, el diseño de productos, la fabricación, la

construcción y otros. Permite a los diseñadores crear y editar diseños e imágenes digitales tanto en 2D como en 3D de forma muy eficaz, facilitando todo el trabajo. Esencialmente, AutoCAD permite a los diseñadores crear modelos geométricos en pantalla, ofreciendo infinitas permutaciones para crear diferentes tipos de objetos y estructuras. Esta flexibilidad es lo que llevó a AutoCAD a convertirse en líder del sector, ya que podía adoptarse para su uso en casi cualquier industria o aplicación.

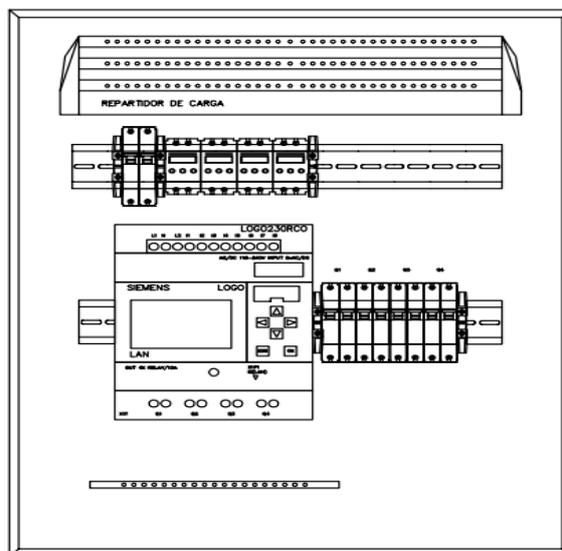
5.6.2 Funcionamiento de AutoCAD

Su funcionamiento se basa en capas e imágenes vectoriales. Aunque puede caer en la tentación de establecer comparaciones con Illustrator o Photoshop, AutoCAD se creó exclusivamente para preparar estructuras y diseños. El tipo de archivo nativo es DWG, que guarda imágenes, datos geométricos e información de diseño. También puede añadir bloques, que son esencialmente elementos de construcción, desde una biblioteca independiente. Los bloques incluyen desde muebles sencillos hasta diseños más complejos, como estructuras de madera o escaleras. La mayoría de los diseñadores prefieren utilizar bloques porque ahorran tiempo. Existen bibliotecas temáticas específicas que los diseñadores suelen utilizar para elaborar sus diseños.

5.6.3 Montaje de los equipos

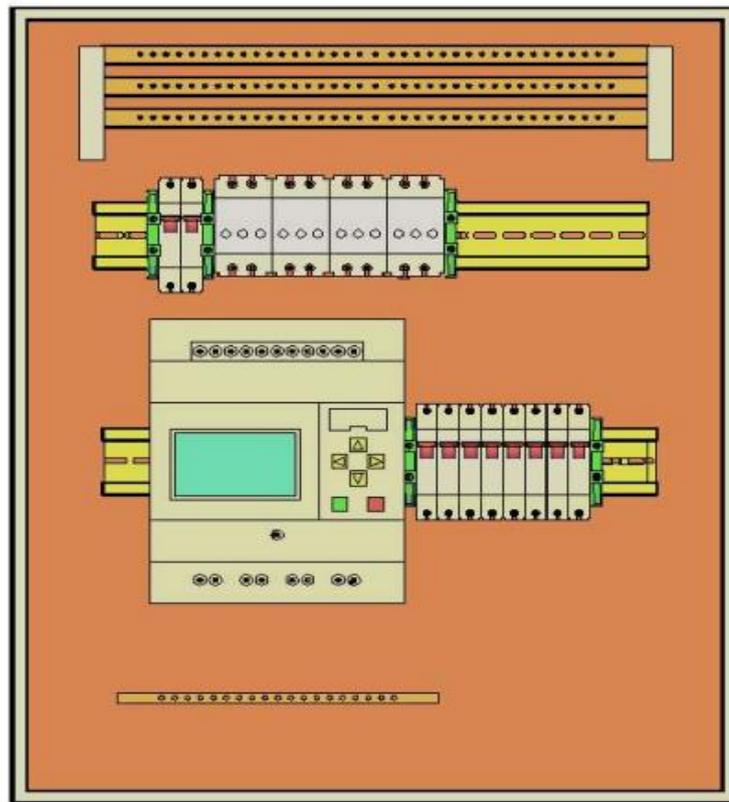
Finalmente, se realiza el montaje de todos los equipos ya mencionado en el tablero de forma simulada, realizando todas las conexiones pertinentes.

Figura 5. 23: Vista del tablero de control de alumbrado



Elaborado por: Autores,2023.

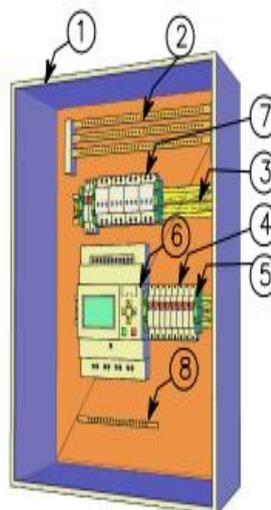
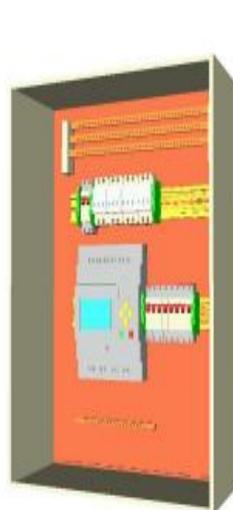
Figura 5. 24: Vista isométrica



Elaborado por: Autores,2023.

Figura 5. 25: Vista 3D realista

DISEÑO 3D VISTA REALISTA CONCEPTUAL SO



ELEMENTOS DEL TABLERO

- ① Tablero metalico 60x40x20cm
- ② Repartidor de carga 2F+N
- ③ Riel dim
- ④ Breaker tipo Riel
- ⑤ Bornera
- ⑥ Micro PLC LOGO
- ⑦ Contactor
- ⑧ Bornera Puesta a tierra

Elaborado por: Autores,2023.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La red de alumbrado actual es totalmente ineficiente, ya que, no están operativos todos los reflectores, las características de los reflectores no son adecuadas, la altura de montaje y la temperatura de color no son correctos, además el nivel de intensidad luminosa es casi nulo.
- El diseño Dialux cumple con el objetivo de conocer las variables dentro del proyecto, para así analizar cuál es la mejor opción para la nueva propuesta de la red de alumbrado, ajustándose a lámparas correctas con sus magnitudes fundamentales adecuadas.
- El diseño de un tablero de control automatizado en 3D permite observar de forma precisa todos los elementos que lo conforman para así tener en cuenta, su tamaño, capacidad, y poder tomar la mejor opción a la hora de realizar la implementación.

Recomendaciones

- Para tener un consumo de energía eficiente y eficaz, se recomienda balancear las cargas existentes en el sistema actual, ya que se realizó un estudio de carga y se encontraron cargas desbalanceadas, es decir, que existe un aumento de pérdidas en la red, lo que puede llevar a dañar los transformadores debido al sobrecalentamiento.
- Al momento de diseñar uno o varios tableros eléctricos, siempre se deben tener en cuenta las normas establecidas según el país donde se encuentre, en este caso las Normas INEN, puesto que los tableros actuales, no cuentan con las protecciones de acrílico adecuadas.
- Para la implementación de la nueva red de alumbrado, se debe usar 10 lámparas led con luz color blanca, en este caso se recomienda la marca Beghlei y son el modelo SpA- Power L con un flujo luminoso de 78000 Lm, lo que hará que toda el área esté iluminada de forma correcta, sin dejar zonas oscuras.
- El montaje de los reflectores dobles se lo recomienda realizar en columnas de 5 y 6 metros, puesto que de esta forma la luz se dispersará de forma correcta en todo el parqueadero.

- Para los reflectores que están ubicadas en el cerro se deben realizar trabajos para retirar la maleza y permitir que cada uno de los reflectores para iluminar de forma correcta y no sea obstaculizado por la maleza del lugar.

Referencias

- Ad@Lucky. (2020, marzo 19). Guía de iluminación exterior/subterránea de estacionamiento. *Ledlucky*. <https://ledlucky.net/es/una-gu%C3%ADa-extensa-sobre-iluminaci%C3%B3n-LED-para-estacionamientos/>
- Agueldo. (2020). *1.1 Breve historia de la Automática | Introducción a la Automatización Industrial*. https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/breve-historia-de-la-automa-tica.html
- Arboleda, Santiago. (2020, diciembre 31). Educación y Pedagogía 2020-2—Parte VIII. *Redipe*. <https://redipe.org/editorial/educacion-y-pedagogia-2020-2-parte-viii/>
- Arias Polanco, J. (2019). *Análisis comparativo de los lenguajes de programación de PLC definidos en la norma IEC 61131-3*. <https://hdl.handle.net/11059/10557>
- Badia, J. (2020). *luminotecnia 1/3—YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=ZRJoJvN-xMo>
- Bajet, C., Frances, I., Mata, V., & Esquerra, A. (2018). *Centro de Descargas—Conexled—Especialista en Luminarias LED Industriales*. <https://conexled.com/es/downloads/>
- Castaneda, O. (2023). *Portalelectricos—Retilap—Documentos fotométricos*. <https://portalelectricos.com/retilap/cap2-200-32.php>
- Cortés, D., Ramírez, J., Villagómez, L., Batres, R., Vasquez-Lopez, V., & Molina, A. (2020). Digital Pyramid: An approach to relate industrial automation and digital twin concepts. *2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198643>
- DIALux EVO: The Best Investment for Your Lighting Design Needs. (2023, mayo 24). *Shenzhen Mecree Photoelectric Technology Co., Ltd*. <https://www.mecreeled.com/dialux-evo-best-investment-lighting-design-needs/>
- Diaz, S. (2022). *Repositorio Digital UCSG: Análisis comparativo entre el aceite mineral y aceite vegetal utilizado como fluido dieléctrico y refrigerante en transformadores de distribución*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18033>

- ECV. (2021, mayo 26). *Qué es Dialux y para qué sirve*. Econova Institute of Architecture & Engineering. <https://econova-institute.com/que-es-dialux/>
- Farina, L. (2019). *Ingeniería Eléctrica 341 | Abril 2019 | Editores*. <https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/341>
- fgarcia. (2018). *Iluminación LED en parkings y garajes*. efectoLED blog. <https://www.efectoled.com/blog/es/iluminacion-parkings-garajes/>
- Grau, C. (2020). *Smart Light Controller—Solución Industrial para alumbrado público*. Boot & Work Corp. S.L. https://www.industrialshields.com/es_ES/smart-light-controller-solucion-industrial-para-alumbrado-publico
- Hernandez. (2019, septiembre 1). *Diagrama unifilar | Revista eléctrica*. <https://electronica.mx/diagrama-unifilar/>
- Ine, V. Y. C. (2018, abril 6). Reglamentación INEN: RTE INEN 069 “Alumbrado Público”. *Reglamentación INEN*. <http://inenreglamentacion.blogspot.com/2017/04/rte-inen-069-alumbrado-publico.html>
- Janssen, C. P., Donker, S. F., Brumby, D. P., & Kun, A. L. (2019). History and future of human-automation interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, 131, 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.05.006>
- Madriz, J., Navarro, A., Castro, N., Holst, E., & Calderón, J. (2021). *Guia tecnica de iluminacion. Costa Rica: Somos esencial. - Buscar con Google*. <https://www.google.com/search?q=Guia+tecnica+de+iluminacion>
- Marrufo, E., & Castillo, J. (2018). *LA - Instalaciones electricas basicas. GM. Libro alumno*. <https://www.mheducation.es/la-instalaciones-electricas-basicas-gm-libro-alumno-9788448611736-spain-group>
- Moreno, E. G. (2020). AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES. *Universidad Politecnica de Valencia*.
- Morente, C. (2018). *Curso de iluminación*. <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/index2.php>
- Obi, P. I., Ezeonye, C. S., & Amako, E. A. (2021). Applications of Various Types of Circuit Breakers in Electrical Power Systems: A Review. *ARID ZONE JOURNAL OF ENGINEERING, TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT*, 17(4), Article 4.

- Parasher, A. (2022). *GATE Electrical Engineering (EE) 2024: Exam Date, Latest News* [BYJU'S]. <https://byjusexamprep.com/electrical-engineering-exams/gate-ee-exam>
- Pérez Londoño, S. M., & López Quintero, J. G. (2018). *Transformadores eléctricos*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://hdl.handle.net/11059/11511>
- Rodriguez, A. (2018). *Curso: Máquinas Eléctricas II (2018), Tema: Materiales de Clase*. <https://ocw.unican.es/course/view.php?id=232§ion=3>
- Sarabia, R. (2023). *¿Qué es un luxómetro?* Laminasyaceros. <https://blog.laminasyaceros.com/blog/que-es-un-luxometro>
- Tuser, C. (2022, julio). *What is a Programmable Logic Controller (PLC)?* Wastewater Digest. <https://www.wwdmag.com/home/article/21016258/what-is-a-programmable-logic-controller-plc>
- Universidad Europea. (2023). *¿Qué es la automatización? | Blog UE*. <https://universidadeuropea.com/blog/que-es-automatizacion/>
- Vargas, S., Gavela, P., & Moncada, L. (2023). *Vista de Análisis de Indicadores de Calidad para la Actualización de la Regulación No. CONELEC – 003/08 Calidad del Transporte de Electricidad y del Servicio de Transmisión y Conexión en el Sistema Nacional Interconectado | Revista Técnica «energía»*. Revista Técnica ". <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/551/798>
- Zapata, M., Topón-Visarrea, L., & Tipán, É. (2021). *Fundamentos de Automatización y Redes Industriales*. Universidad Tecnológica Indoamérica. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2226>



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Armijos Armijos, Paulina Jamilet** con C.C: 0706622628 y **Campuzano Matamoros, Antony David** con C.C: 0951800820 autores del Trabajo de Titulación: **Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 04 de septiembre del 2023

f.  _____

Nombre: Armijos Armijos, Paulina Jamilet

C.C: 0706622628

f.  _____

Nombre: Campuzano Matamoros, Antony David

C.C: 0951800820

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio para el mejoramiento de la red de alumbrado en el parqueadero de Canal TV y Radio de la UCSG a través de un sistema de control y mando.	
AUTOR(ES)	Armijos Armijos, Paulina Jamilet Campuzano Matamoros, Antony David	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. M. Sc	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
CARRERA:	Ingeniería en Electrónica y Automatización	
TITULO OBTENIDO:	Ingeniera en Electrónica y Automatización	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	04 de septiembre del 2023	No. DE PÁGINAS: 70
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de Control, Controles Eléctricos,	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	seguridad, sistema de control y mando, diagramas de control, luminotecnía, diseño 3D, programación escalera.	
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):		
<p>El presente trabajo de integración curricular se basa en el estudio del mejoramiento de la red de alumbrado a través del diseño de un sistema de control y mando, de un área específica de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, la cual se trata del parqueadero de Canal TV y radio. Dicho sistema de control y mando busca brindar seguridad a los usuarios, ahorro de energía, proteger los componentes y brindar facilidad de uso, mediante el cual se asegure un entorno controlado en comparación a los tableros comunes. El diseño sistema de control y mando se lo hace por medio de diferente software de automatización que permiten ejecutar el proceso de control según sea requerido. Para el diseño del sistema se hará uso de herramientas como diagramas de control, estudio de luminotecnía, levantamiento de información del área, dimensionamiento de componentes, cálculos matemáticos para conocer los tipos de conductores a utilizar, lo cual permitirá plasmar el proyecto en digital y observar su correcto funcionamiento en el mismo. El mejoramiento de la red de alumbrado brinda a los usuarios de la universidad un sinnúmero de beneficios. Mediante la discusión, análisis y puesta en marcha de los resultados obtenidos, se pudo concluir que el sistema propuesto cumple de forma satisfactoria con los objetivos propuestos.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 99 392 7875 +593 97 875 2505	E-mail: paulina.armijos@cu.ucsg.edu.ec antony.campuzano@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre:	
	Teléfono:	
	E-mail:	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		