

# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LUMINARIAS EN LOS PASILLOS DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS (ESFOT).

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA

CASTRO CALDERON DAVID ISRAEL  
[david.castro@epn.edu.ec](mailto:david.castro@epn.edu.ec)

PULLA PILAMONTA HECTOR DANIEL  
[hector.pulla@epn.edu.ec](mailto:hector.pulla@epn.edu.ec)

DIRECTOR: ING. ALFONSO BOADA  
[alfonso.boada@epn.edu.ec](mailto:alfonso.boada@epn.edu.ec)

CODIRECTOR: ING. MÓNICA VINUEZA  
[monica.vinueza@epn.edu.ec](mailto:monica.vinueza@epn.edu.ec)

Quito, septiembre 2017

## **DECLARACIÓN**

Nosotros Castro Calderón David Israel y Pulla Pilamonta Héctor Daniel declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Castro Calderón David Israel**

---

**Pulla Pilamonta Héctor Daniel**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Castro Calderón David Israel, Pulla Pilamonta Héctor Daniel, bajo nuestra supervisión.

---

**Ing. Alfonso Boada**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Ing. Mónica Vinueza**

**CODIRECTOR DE  
PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre por su apoyo incondicional y buenos consejos, que han hecho posible este sueño y culminación de mi carrera.

A mi hermano que de igual manera ha sido un apoyo, y ha estado pendiente de mí.

A mi Director Ing. Alfonso Boada y a mi Codirector Ing. Mónica Vinueza por el apoyo y dedicación en este proyecto.

A mi jefe de trabajo Ing. Alejandro Aldas, una gran persona que me ayudo desde el principio con sus consejos y experiencias.

A Jessica Burbano por su apoyo incondicional, buenos consejos y su ayuda en todo momento de mi carrera universitaria.

A Lucy Reisancho quien fue un gran apoyo desde el primer día tanto en los buenos como en los malos momentos y me demostró que las metas propuestas se pueden lograr con esfuerzo y dedicación.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, con quien estaré muy agradecido por apoyarme en todos los momentos de mi vida estudiantil, su apoyo ha sido fundamental en todo este tiempo.

Hemos tenido buenos y malos momentos, pero al final sé que ella es uno de mis motivos para continuar adelante en mi vida profesional.

A todos los amig@s que apoyaron este proyecto, de corazón les dedico este proyecto.

**Héctor Daniel Pulla Pilamonta**

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 .....	13
1. Objetivos .....	13
1.1.    Objetivo General .....	13
1.2.    Objetivos Específicos .....	13
CAPÍTULO 2 .....	14
2. MARCO TEÓRICO .....	14
2.1.    Eficiencia Energética .....	14
2.2.    Seguridad. ....	15
2.3.    Flujo Eléctrico. ....	15
2.4.    Voltaje.....	17
2.5.    Corriente Directa Y Corriente Alterna .....	17
2.6.    Resistencia. ....	17
2.7.    Potencia eléctrica activa. ....	17
2.8.    Ley de Ohm.....	18
2.9.    Circuito Serie.....	19
2.10.   Circuito Paralelo.....	19
2.11.   Circuito Mixto.....	20
2.12.   Instalaciones Eléctricas.....	20
2.13.   Contactores .....	23
3. METODOLOGÍA.....	25
3.1.   Diagnóstico del funcionamiento del sistema de iluminación. ....	25
3.2.   Diseño de planos eléctricos del nuevo sistema de iluminación en los pasillos. .....	29
3.2.1.   Diagrama Unifilar.....	30
3.2.2.   Diagrama de Control. ....	30
3.2.3.   Diagrama de Distribución de Elementos.....	30
3.3.   Dimensionamiento de elementos a utilizar en el Diseño e Implementación. .....	30
3.3.1.   Sensores de Movimiento.....	31
3.3.2.   Conductores Eléctricos. ....	37
3.3.3.   Tablero eléctrico. ....	38
3.3.4.   Breakers.....	40
3.3.5.   Contactores. ....	42
3.3.6.   Fotocélula. ....	45
3.3.7.   Logo! .....	46

3.3.8. Accesorios Eléctricos.....	48
3.3.9. Herramientas Usadas.....	51
3.4. Verificación (pruebas) de los elementos eléctricos a utilizar en el sistema.....	53
3.4.1. Prueba de sensores.....	53
3.4.2. Prueba de la fotocélula.....	55
3.4.3. Ensayos en el PLC LOGO!.....	56
3.5. Definición de espacios y adecuaciones físicas necesarias para el montaje de los elementos del sistema.....	58
3.5.1. Montaje de Sensores.....	58
3.5.2. Ubicación y Montaje del Tablero de Control.....	58
3.5.3. Inclusión de Lámparas de tubo tipo Led.....	59
3.6. Recursos Utilizados.....	60
3.6.1. Tecnología Utilizada.....	60
CAPÍTULO 4.....	64
4. PRUEBAS.....	64
CAPÍTULO 5.....	67
5. RESULTADOS OBTENIDOS.....	67
CAPÍTULO 6.....	70
6. ANALISIS DE RESULTADOS.....	70
CAPÍTULO 7.....	71
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
7.2. Conclusiones.....	71
7.3. Recomendaciones.....	72
8. BIBLIOGRAFÍA.....	74
9. ANEXOS.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Etiqueta de la eficiencia energética en aparatos que consumen energía eléctrica.....	14
Figura 2 Representación de la seguridad en electricidad .....	15
Figura 3 Recorrido de agua en una tubería arriba y recorrido de la corriente en los cables abajo.....	16
Figura 4 Triangulo de la LEY OHM .....	18
Figura 5 Circuito en serie .....	19
Figura 6 Circuito en paralelo .....	19
Figura 7 Circuito mixto.....	20
Figura 8 Tipos de conductores eléctricos .....	21
Figura 9 Sistema de iluminación automático instalado en la ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS.....	25
Figura 10 Acceso a las instalaciones de la ESFOT .....	26
Figura 11 Instalaciones eléctricas de iluminación de la ESFOT .....	26
Figura 12 Lámparas fluorescentes con fallas .....	27
Figura 13 Instalación de lámpara controlada por apagadores de 3 vías desde dos puntos .....	28
Figura 14 Sensores activando circuitos de iluminación.....	31
Figura 15 Área de control corto.....	34
Figura 16 Área grande de control corto .....	35
Figura 17 Área grande con diferentes zonas a controlar .....	36
Figura 18 Instalación del tablero de control de iluminación .....	39
Figura 19 Breakers instalados en un riel DIN .....	41
Figura 20 Breaker enchufable en tablero con barras de conexión .....	42
Figura 21 Contactor monofásico: tabla de selección y modelo de contactor.....	43
Figura 22 Despiece de un contactor .....	44
Figura 23 Fococélula con base.....	45
Figura 24 MAPA DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL LOGO! (SISTEMA DE ILUMINACION ESFOT).....	46
Figura 25 LOGO! funcionamiento en el tablero de control de iluminación .....	47
Figura 26 Interfaz del programa LOGO! SOFT .....	47
Figura 27 Diferentes modelos de conectores eléctricos.....	48
Figura 28 Amarras eléctricas 3M .....	49
Figura 29 Características de la cinta aislante según el color .....	50
Figura 30 Adhesivos para amarras .....	51
Figura 31 Herramientas básicas para electricidad .....	52
Figura 32 Herramienta utilizada una pinza amperimétrica FLUKE .....	52
Figura 33 Pruebas con sensor de movimiento de pared.....	53
Figura 34 sensores de movimiento tipo techo .....	54
Figura 35 Instalación de sensor de movimiento en la pared .....	55
Figura 36 Sistema de iluminación encendido al caer la noche .....	56
Figura 37 Cable para programar el LOGO! con un ordenador.....	56
Figura 38 Programación del LOGO! de manera manual.....	57
Figura 39 Circuito de prueba diseñado en LOGO! SOFT e instalado en el LOGO! PLC .....	57
Figura 40 Encendido de luminarias al pasar una persona por los sensores .....	58



Figura 41 Reemplazo de lámparas de tubo fluorescentes por lámparas de tubo tipo Led. ....	59
Figura 42 Comprobación de encendido de luminarias con tubos tipo Led. ....	60
Figura 43 Fococelda ubicada en el centro de la ESFOT .....	66
Figura 44 Encendido de luminarias con los sensores sin la manipulación de las personas. ....	67
Figura 45 Encendido de luminarias en días nublados y en las noches. ....	68
Figura 46 Encendido de luminarias con el nuevo sistema instalado. ....	69

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Normas utilizadas.....	12
Tabla 2 Simbología eléctrica.....	24
Tabla 3 Simbología eléctrica.....	24
Tabla 7 Sensores de acuerdo con su tecnología.....	33
Tabla 8 Conductores de cobre AWG de tipo THWN-THHN 600V, 90°.....	38
Tabla 9 Capacidad de corriente normalizada para breaker.....	41
Tabla 10 Características de las cintas aislantes.....	50

## RESUMEN

El presente proyecto aborda desde los conceptos básicos sobre la electricidad e instalaciones eléctricas para el diseño e implementación de un sistema automático en los pasillos de la ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS, mediante el uso del LOGO!.

A continuación, se resume el contenido de la redacción en cada uno de sus temas.

Capítulo 1, los objetivos principales y objetivos específicos, los cuales el proyecto debe ir cumpliendo en cada una de las etapas del diseño e implementación.

Capítulo 2, los diferentes conceptos utilizados en las instalaciones eléctricas, en los cuales el lector podrá comprender y asociar los términos utilizados en el desarrollo del sistema automático de iluminación.

Capítulo 3, el diseño e implementación del proyecto, tanto como el desarrollo de los diferentes planos (unifilares, de control, civiles y/o eléctricos) a utilizar, el dimensionamiento de los elementos, los criterios para elegir los elementos apropiados, las instalaciones realizadas y las tecnologías utilizadas.

Capítulo 4, las diferentes pruebas y resultados obtenidos al finalizar la instalación del sistema cumpliendo las normas y códigos eléctricos aplicados a las instalaciones eléctricas.

Capítulo 5, conclusiones y recomendaciones realizadas durante el desarrollo del proyecto y las posibles mejoras que se pueden aplicar al sistema de iluminación a futuro.

## **ABSTRACT**

This project addresses from the basic concepts on electricity and electrical installations for the design and implementation of an automatic system in the corridors of the ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS, using the LOGO!.

Next, the content of the writing in each one of its subjects is topics.

Chapter 1, the main objectives and specific objectives, which the project must comply with in each of the stages of design and implementation.

Chapter 2, the different concepts used in electrical installations, in which the reader will be able to understand and associate the terms used in the development of the automatic lighting system.

Chapter 3, the design and implementation of the project, as well as the development of the different planes (single, control, civil and / or electrical) to be used, the sizing of the elements, the criteria for choosing the appropriate elements, the installations made, and the technologies used.

Chapter 4, the different tests and results obtained at the end of the installation of the system complying with the standards and electrical codes applied to electrical installations.

Chapter 5, conclusions and recommendations made during the development of the project and the possible improvements that can be applied to the lighting system in the future.

## INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las instalaciones eléctricas actuales, la automatización forma parte fundamental de los sistemas de control, mejorando significativamente la eficiencia de distintas variables que forman parte del funcionamiento de determinado equipo o sistema tales como tiempo, consumo de energía, vida útil de elementos activos, etc.; lo que se transforma evidentemente en una optimización de recursos y lo que es más importante un ahorro económico considerable.

La automatización, es una disciplina de la electromecánica que ha ido mejorando constantemente en el transcurso del tiempo desde su implementación en el área industrial hasta llegar a tener acogida en el área residencial y doméstica, ha intervenido en el control de sistemas como iluminación, accesos, seguridad electrónica, procesos industriales, empresas manufactureras, video vigilancia, manejo de información, etc.

La automatización residencial se ha desarrollado en muchos de los sistemas instalados en los hogares, edificios, locales comerciales, etc.; tanto así que se puede controlar la iluminación (lámparas, focos, reflectores), cortinas, aires acondicionados, ingreso a garajes, cámaras de seguridad, etc. a través de PLC'S y software instalados en teléfonos móviles, computadores o diversos equipos que hoy en día actúan como controladores y actuadores.

El encendido y apagado de luminarias es una de las funciones de mayor interés a controlar actualmente. Con la automatización de esta función, se puede obtener un ahorro de energía (encendido y apagado automático), control de operación de sistemas y proceso e incluso se puede llegar a obtener una regulación del nivel lumínico de las fuentes de luz a fin de obtener iluminación decorativa que brinda confort y elegancia en ambientes de hogares, residencias, locales etc.

Son diversos y muy variados los dispositivos de control automáticos con los que se cuenta hoy en día, cada uno de ellos con significativas alternativas de operatividad de acuerdo a las necesidades específicas de los usuarios. Por ello, el estudio de esta parte de la tecnología eléctrica resulta indispensable para los técnicos y profesionales que se desenvuelven en esta área.

La nueva tecnología LED para los sistemas de iluminación proporciona una extraordinaria gama de opciones en el momento de iluminar determinado ambiente. Sus múltiples ventajas en ahorro de energía, larga vida útil, reducido tamaño, versatilidad y fácil instalación inspiran a cualquier diseñador en el momento de iluminar determinado ambiente; esto sumado a los modernos sistemas de control automático, permiten desarrollar modernos y sofisticados ambientes para la iluminación artificial de espacios.

El encendido y apagado del sistema de iluminación existente en los pasillos de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional trabaja de manera manual. En la mayoría de ocasiones las luminarias permanecían encendidas toda la noche e inclusive en el día, razón por la cual se daba un excesivo y descontrolado consumo de energía eléctrica, se presentaba un desgaste innecesario en la vida útil de las luminarias y evidentemente un gasto económico mensual considerable por este consumo inadecuado de energía.

Por tales motivos se generó la necesidad de controlar de manera automatizada el sistema de iluminación, así como también realizar una modernización del mismo, a fin de evitar a los usuarios de la Escuela de Formación de Tecnólogos la manipulación de la iluminación en los pasillos, el mal uso de la energía eléctrica, el desgaste en la vida útil de las luminarias y fundamentalmente producir un ahorro económico gracias al uso eficiente de la energía.

Para ello, se planteó la reutilización de algunas de las luminarias existentes, el reemplazo de las más desgastadas y viejas, la implementación de un control automático y programable que gobierne el encendido y apagado de todos los circuitos de iluminación, el cambio de todo el cableado de los circuitos y la utilización de sensores de movimiento que permitan un control y un funcionamiento aún más acertado y eficiente de la iluminación artificial en los pasillos.

La automatización del sistema ha sido desarrollada en base a los conocimientos adquiridos en las respectivas cátedras recibidas en el transcurso de la carrera, el apoyo técnico y profesional del tutor de trabajo de titulación, guías, fichas y manuales técnicos de los diferentes componentes, materiales y equipos a ser instalados en

este proyecto.

El lenguaje de programación utilizado para la operación del controlador es el tipo de diagrama de bloques básico, que cuenta con temporizadores que pueden ser programados para activar o desactivar, en periodos de horas, semanas, mes e incluso años para un control más diversificado del encendido y apagado de los diferentes circuitos de iluminación de los pasillos. Los actuadores como interruptores, conmutadores y sensores de movimientos implementados en este proyecto fueron los comúnmente utilizados en el mercado eléctrico ecuatoriano.

El cableado eléctrico utilizado fue acorde a las especificaciones técnicas de corriente, voltaje y caídas de tensión permisibles para cada carga de iluminación. El aislamiento de los diferentes circuitos, empalmes, derivaciones y conexiones ha sido desarrollado con las cintas aislantes establecidas para el efecto de acuerdo a lo que exige el reglamento electrotécnico ecuatoriano.

En el desarrollo del proyecto se han tomado en cuenta las normas técnicas que se utilizan en el Ecuador y las normas internacionales para materiales de construcción y montaje que se presentan en la tabla N°1.

<b>NORMA</b>	<b>NOMBRE</b>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical &amp; Electronics Engineers</i>
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
NEC (NFPA-70)	<i>National Electrical Code</i>
DIN	<i>Deutsche Institute Normalization</i>
EEQSA	Normas y Disposiciones de la Empresa Eléctrica Quito
INEN	Instituto Ecuatoriano de Estandarización y Normalización
	Código Eléctrico Ecuatoriano

**Tabla 1 Normas utilizadas**  
**Fuente: (Aldas, 2016)**

# CAPÍTULO 1

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo General

Diseñar e implementar en base a las normas y bases técnicas un sistema automatizado de encendido y apagado de luminarias en los pasillos de la ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS (ESFOT) que garantice a los usuarios mejoras en la iluminación y ahorro de energía.

### 1.2. Objetivos Específicos

Verificar el funcionamiento del sistema eléctrico de iluminación instalado y el consumo de energía eléctrica que utilizan los usuarios a diario para determinar la funcionalidad de los elementos existentes.

Diseñar un sistema de encendido y apagado automático de las luminarias que garantice la eficiencia energética, pero sin dejar de lado el confort de las personas, dicho sistema se activa bajo condiciones establecidas de luz y las apague a una hora fija.

Definir los espacios y adecuaciones físicas ideales y necesarias para la ubicación y montaje de los elementos que conforman el nuevo sistema de iluminación dónde cada elemento se encuentra localizado en el plano civil-eléctrico.

Instalar y realizar el montaje completo del sistema de iluminación en los pasillos de la ESFOT, de acuerdo a la planificación establecida, es decir siguiendo el cronograma de actividades establecidas y respetando las normas de las instalaciones eléctricas.

Realizar las diferentes pruebas a los elementos que estarán activos durante la noche en un horario establecido, a fin de garantizar el óptimo rendimiento al momento de encender el sistema.



## CAPÍTULO 2

### 2. MARCO TEÓRICO

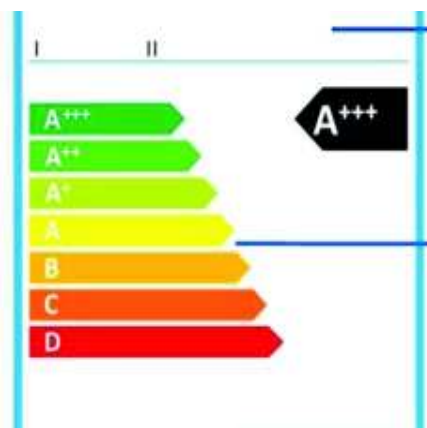
El presente marco teórico permite entender la actualización de los sistemas eléctricos y la automatización de los mismos, fomentando en la comunidad politécnica la conciencia de la eficiencia energética.

#### 2.1. Eficiencia Energética.

Dentro del ambiente en donde se desarrolla las actividades diarias se está expuesto a la luz artificial, en la mayoría de lugares los sistemas de iluminación son activados mediante interruptores.

Las personas por lo general deben mantener encendidas las luminarias por ejemplo una oficina, un corredor, escaleras, etc., por lo que cada día dicho sistema aporta al aumento de los gases de efecto invernadero y al consumo innecesario de energía, debido a que las personas olvidan apagar el sistema de iluminación.

El objetivo de la eficiencia energética es el de reducir los consumos desmesurados de energía, fomentando la cultura de racionalización de la energía se puede tener un ahorro significativo al momento de pagar el servicio.



**Figura 1 Etiqueta de la eficiencia energética en aparatos que consumen energía eléctrica**

**Fuente: (SEOLOGIC, 2017)**

## 2.2. Seguridad.

La mejor manera de trabajar de forma segura cuando se hace instalaciones eléctricas es entender cómo funciona la electricidad y cómo está transportada desde las acometidas o transformadores al interior del recinto, la electricidad en baja tensión puede ser fatal bajo ciertas condiciones como un lugar húmedo.



**Figura 2 Representación de la seguridad en electricidad**  
**Fuente: (Safety Work, 2017)**

Las instalaciones eléctricas deben tener los más altos grados de seguridad, ya que se debe cuidar la integridad de los seres vivos y los equipos. Además, debe proteger edificaciones y bienes materiales.

El cuerpo humano posee por término medio una resistencia del orden de 1000 a 50000  $\Omega$ . De este modo, a una tensión de contacto de 220 V resulta una intensidad:

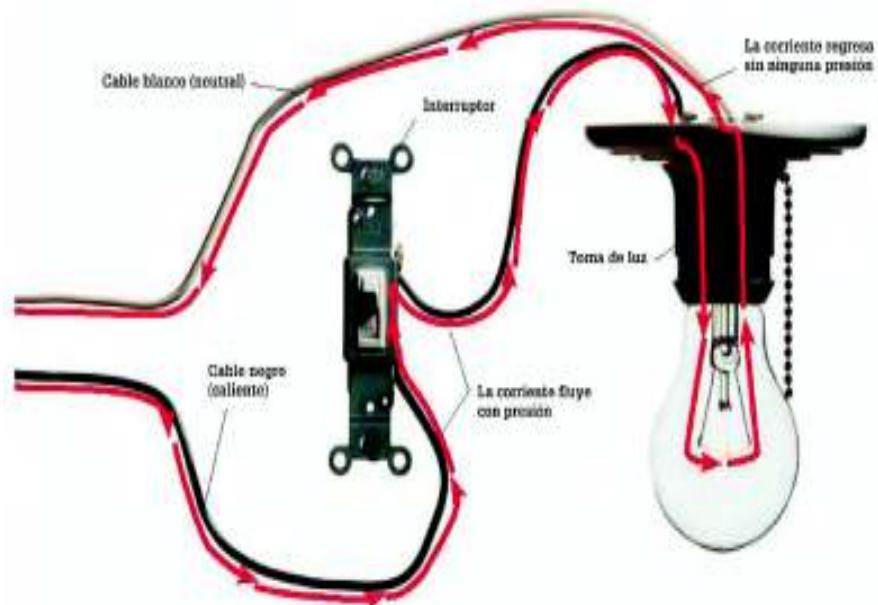
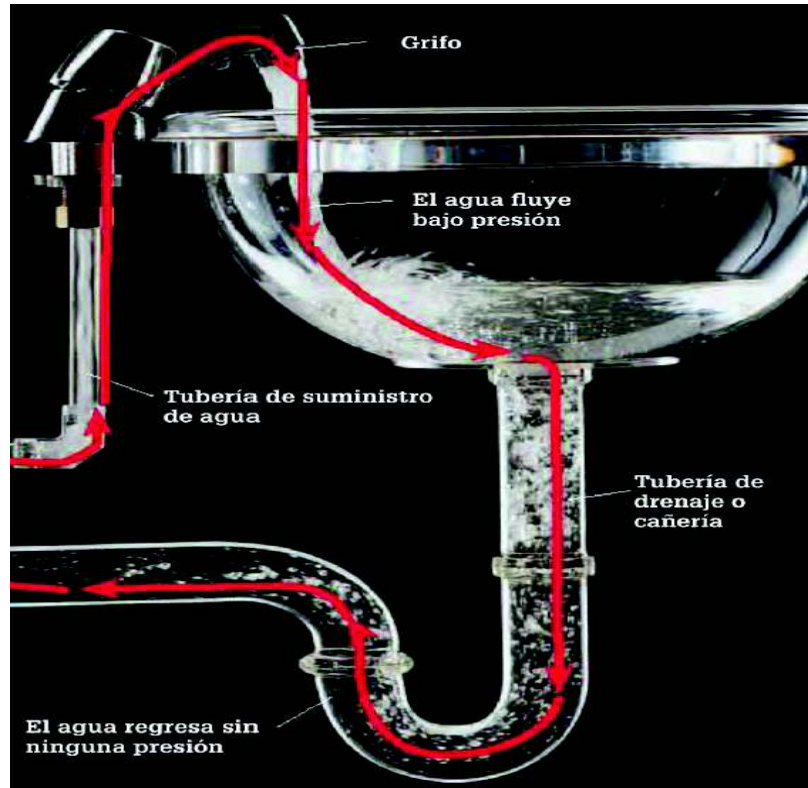
$$I = \frac{V}{R} = \frac{220V}{110000 > R > 22000\Omega} = 2mA < 10mA$$

Por regla general, estos valores no son peligrosos para la vida humana.

## 2.3. Flujo Eléctrico.

Los sistemas eléctricos pueden ser comparados con las instalaciones de plomería, al igual que el agua fluye por las tuberías, de igual manera lo hace la corriente eléctrica al pasar por un cable como en la figura 3.

De igual manera cuando se tiene una tubería de mayor diámetro pasará mayor agua que una tubería de menor diámetro, en cuanto a un sistema eléctrico si se tiene un cable de mayor diámetro y dependiendo del voltaje aplicado al mismo, se puede manejar un mayor flujo de corriente que en un cable de menor diámetro.



**Figura 3** Recorrido de agua en una tubería arriba y recorrido de la corriente en los cables abajo  
**Fuente:** (Decker, 2009)

## **2.4. Voltaje.**

El voltaje no es más que la fuerza necesaria que ayuda al movimiento de los electrones para trasladarse de un lugar a otro desde un mayor potencial a un menor potencial. La unidad de medida del voltaje es el voltio, y su medición se hace usando un voltímetro.

## **2.5. Corriente Directa Y Corriente Alterna**

La corriente eléctrica es el flujo de electrones (cargas eléctricas) que atraviesan un conductor en un segundo. La unidad de medida de la corriente eléctrica es el amperio y su medición se realiza con un amperímetro, la corriente eléctrica se clasificada en dos tipos: corriente directa o continua y corriente alterna.

### **Corriente Directa.**

Es la corriente que fluye en una misma dirección no sufre ninguna modificación a través del tiempo ya que la polaridad del voltaje de la fuente es constante.

### **Corriente Alterna.**

La corriente tiene una variación a través del tiempo, si la representamos en un eje de coordenadas la corriente pasa por cero hasta un punto positivo máximo después decrece hasta llegar a cero nuevamente hasta un punto máximo negativo y regresando a cero, de esta manera completa un ciclo en un periodo.

## **2.6. Resistencia.**

La resistencia es la oposición que presenta los materiales al paso de la corriente eléctrica, su unidad es en ohmios y se mide con un óhmetro, este aparato de medición se lo debe conectar con el circuito libre de energía eléctrica.

## **2.7. Potencia eléctrica activa.**

Potencia es la energía que los elementos receptores absorben o entregan en un determinado tiempo, la unidad de medición es el VATIO.

Para calcular la potencia eléctrica se utiliza la formula.

$$P = V I \cos\phi$$

Donde:

**P** = potencia

**V** = voltaje

**I** = corriente

**Cosφ**= factor de potencia

## 2.8. Ley de Ohm.

El enunciado de la ley de ohm establece que la corriente aplicada a un circuito es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia de la carga conectada al circuito, la ecuación de la ley de ohm es una de las leyes fundamentales para el desarrollo del circuito eléctrico.

$$I = \frac{V}{R}$$

Las tres maneras de expresar la Ley de Ohm son las siguientes:

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Corriente}}; R = \frac{V}{I}$$

$$\text{Corriente} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Resistencia}}; I = \frac{V}{R}$$

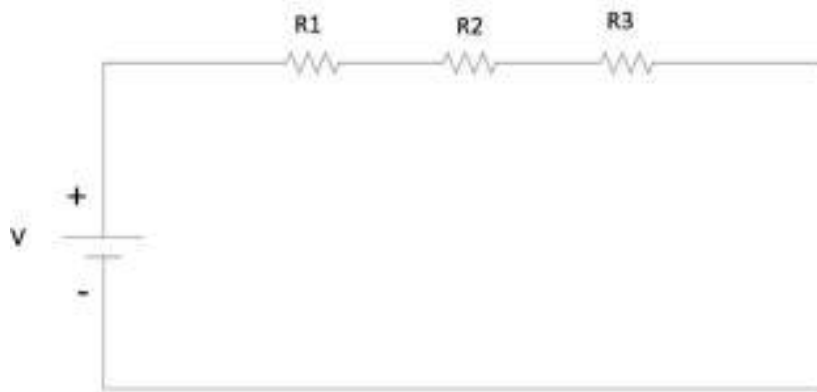
$$\text{Voltaje} = \text{Corriente} \times \text{Resistencia}; V = IR$$



**Figura 4 Triangulo de la LEY OHM  
(Pulla, 2016)**

## 2.9. Circuito Serie.

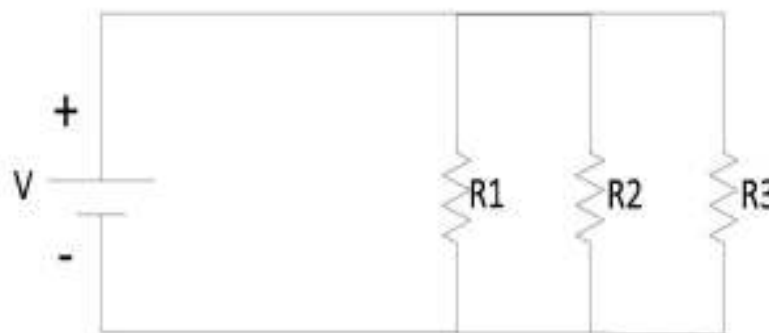
Un circuito en serie es la conexión de dos o más elementos (resistivos, capacitivos o inductivos) uno a continuación de otro como indica la figura 4, al ser conectados a un voltaje aparece una corriente constante que circula a través de estos elementos generando una caída de voltaje en cada elemento.



*Figura 5 Circuito en serie  
(Pulla, 2016)*

## 2.10. Circuito Paralelo.

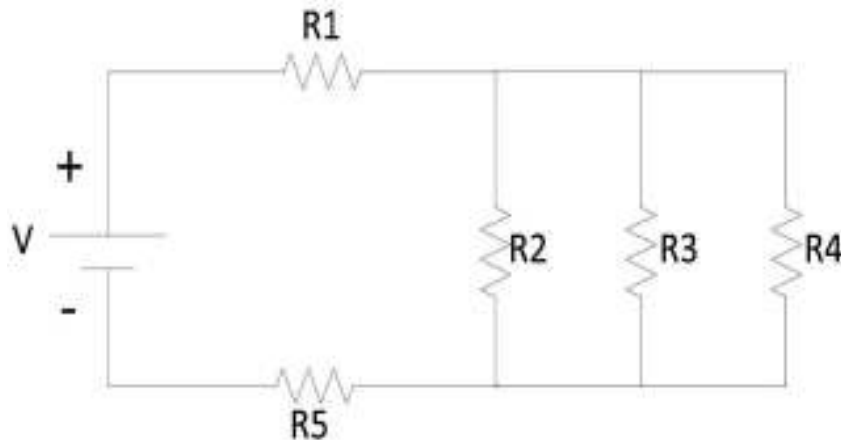
El circuito en paralelo es conectar los terminales de los elementos o cargas entre si ya sean estos resistivos, capacitivos o inductivos como indica la figura 5. En esta conexión la tensión es la misma en cada carga, y la corriente se divide para cada elemento que forma el circuito, la suma de estas corrientes es igual a corriente total del circuito.



*Figura 6 Circuito en paralelo  
(Pulla, 2016)*

## 2.11. Circuito Mixto.

Es la unión de los circuitos en serie y paralelo como se indica en la figura 6, los receptores en ocasiones pueden estar conectados series y combinados con receptores en paralelo.



*Figura 7 Circuito mixto  
(Pulla, 2016)*

## 2.12. Instalaciones Eléctricas.

Una vez indicado los conceptos básicos de los circuitos eléctricos, se procederá con el estudio de las instalaciones eléctricas. Una instalación eléctrica es la unión de elementos que hacen posible la conducción de la energía eléctrica hasta su consumo y está conformado por los siguientes elementos:

- a) Conductores eléctricos
- b) Elementos receptores
- c) Fuente de energía (generador)
- d) Elementos de maniobra

Las instalaciones eléctricas tienen que cumplir las siguientes especificaciones.

- Ser confiable y económica
- Ser segura para las personas
- De fácil mantenimiento
- Cumplir con las especificaciones técnicas

## Conductores Eléctricos.

Los conductores eléctricos son los caminos para el paso de la corriente eléctrica, los conductores en general tienen una baja resistencia al paso de los electrones, el material más usado para fabricar conductores eléctricos es el cobre y en algunas ocasiones se puede encontrar conductores de aluminio.

Los conductores están recubiertos por aislantes, los cuales tienen como función evitar cortocircuitos en las instalaciones, facilitar la manipulación, etc.

Para seleccionar un adecuado conductor para la instalación existe una tabla con el número de cable (AWG) en la cual se indica la corriente que puede soportar, el tipo de aislante que posee, la sección del conductor, la temperatura que soporta, etc.



**Figura 8 Tipos de conductores eléctricos**  
**Fuente: (Decker, 2009)**



## **Elementos Receptores.**

Los elementos receptores son aquellos que toman la energía eléctrica de la fuente y la transforman en energía útil, esta energía está presente de varias formas por ejemplo la luz, movimiento de un motor, calefacción eléctrica, etc.

## **Fuente de Energía (Generador).**

Es la parte vital del circuito la cual provee de energía eléctrica al circuito a conectar, permitiendo la circulación de corriente eléctrica como ya se mencionó anteriormente existen dos tipos de corriente alterna y continua.

## **Dispositivos de Protección.**

Un circuito debe estar protegido, por lo tanto, el dispositivo de protección tiene como finalidad proteger los elementos del circuito, bienes materiales y al ser humano en especial frente a variaciones de corriente o voltaje que pueden existir en la red eléctrica, las protecciones más usuales son de tipo magnéticas y térmicas.

Las protecciones térmicas son utilizadas para proteger de sobrecargas en el circuito eléctrico, se emplea principalmente los interruptores magnetotérmicos, los cuales tienen un elemento bimetálico, el cual se acciona con el calor de la sobrecarga protegiendo la instalación eléctrica.

Las protecciones magnéticas se utilizan para proteger al circuito eléctrico de cortocircuitos, el dispositivo de protección está construido con una bobina, la cual está conectada en serie al circuito eléctrico, la misma que al circular una intensidad excesivamente superior a la nominal, desconecta el circuito eléctrico.

## **Dispositivos de maniobra**

Son dispositivos que puede abrir o cerrar un circuito en cualquier momento interrumpiendo la corriente, estos dispositivos pueden ser:

- Interruptores
- Pulsadores
- Relés
- Micro interruptores
- Conmutadores

## **2.13. Contactores**

Los contactores pueden controlar grandes potencias de interrupción y pueden ser controlados a distancias largas dando seguridad y confiabilidad al operador o usuario, posee contactos en reposo y de trabajo, un electroimán contenido en el contactor es el encargado de abrir o cerrar los contactos.

Clasificación:

- Contactores electromagnéticos
- Contactores electromecánicos
- Contactores Neumáticos
- Contactores Hidráulicos

## **2.14. Sensores de movimiento**

Registran el movimiento del cuerpo humano en un área determinada activando o desactivando el circuito al cual estén conectados, usados en sistemas de seguridad y sistemas eléctricos.

Clasificación:

- Sensores de vibración
- Sensores ultrasónicos
- Sensores acústicos
- Sensor fotoeléctrico

## **2.15. LOGO! SIEMENS**

El LOGO! es un módulo lógico, que se emplea en la solución de aplicaciones industriales o domésticas, este tipo de modulo es pequeño por lo que el usuario no tendrá problemas de montaje en la instalación, el LOGO! soluciona técnicas de instalaciones eléctricas en viviendas o edificios y en el diseño se operación o control de las maquinas, operan con 220vac, 110vac, 24vdc.












El LOGO! cuenta con una pantalla y botones en los cuales se podrá programar el control de cualquier circuito o dispositivo sin la necesidad de un ordenador, aunque también posee una salida para la conexión y transferencia de la programación mediante la PC.

## 2.16. Simbología.


La simbología es una de las herramientas más usadas en los diseños de planos sean estos mecánicos, civiles y/o eléctricos, es la manera más rápida de representar objetos, procesos, instalación, etc.

Cuando se realiza un diseño eléctrico no se dibuja los elementos físicamente, sino que en su lugar se señalan con símbolos, esto ayuda a un mejor entendimiento del circuito y además estos símbolos están normalizados.

Los símbolos en el diseño de planos deben estar claramente identificados en una tabla y con su respectivo detalle o descripción para una mejor comprensión del mismo. A continuación, se detallan algunos símbolos utilizados en planos eléctricos su símbolo y la descripción del mismo.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS SIMBOLOGÍA-SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO	
	LÁMPARA FLUORESCENTE
 A1	SENSOR DE MOVIMIENTO
 STD	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICO
	CABLE # 16 AWG SECCIÓN # 1
	CABLE # 16 AWG SECCIÓN # 2
	CABLE # 16 AWG SECCIÓN # 3
	CABLE # 16 AWG SECCIÓN # 4
 TC1	TABLERO DE CONTROL
	CABLE DE CONTROL SENSOR ENCENDIDO DE LÁMPARAS
	CABLE NEUTRO GENERAL
	CABLE DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO DE CONTROL TC1 1 FASE + NEUTRO

**Tabla 2 Simbología eléctrica**  
**Fuente: (Castro, 2017)**

SIMBOLOGÍA	
	BREAKER TERMOMAGNÉTICO

**Tabla 3 Simbología eléctrica**  
**Fuente: (Castro, 2017)**

## CAPÍTULO 3

### 3. METODOLOGÍA

Este proyecto actualiza el sistema de iluminación que está instalado en los pasillos de la ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS (ESFOT) tal como se observa en la figura 9, de manera que se garantice una racionalización en el uso de la energía eléctrica y un consumo apropiado de la misma.



*Figura 9 Sistema de iluminación automático instalado en la ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS  
Fuente: (Pulla, 2016)*

#### 3.1. Diagnóstico del funcionamiento del sistema de iluminación.

Se realizaron diferentes inspecciones a las instalaciones de la ESFOT en las cuales se detectaron las siguientes observaciones:

##### **Facilidad de acceso a las instalaciones.**

Existen diferentes áreas en las que el acceso a las instalaciones no es posible como

se observa en la figura 10, además, los techos de los pasillos están hechos de GYPSUM y una parte de la infraestructura de ESFOT se encuentra deteriorada.



**Figura 10 Acceso a las instalaciones de la ESFOT**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

### **Identificación de las conexiones.**

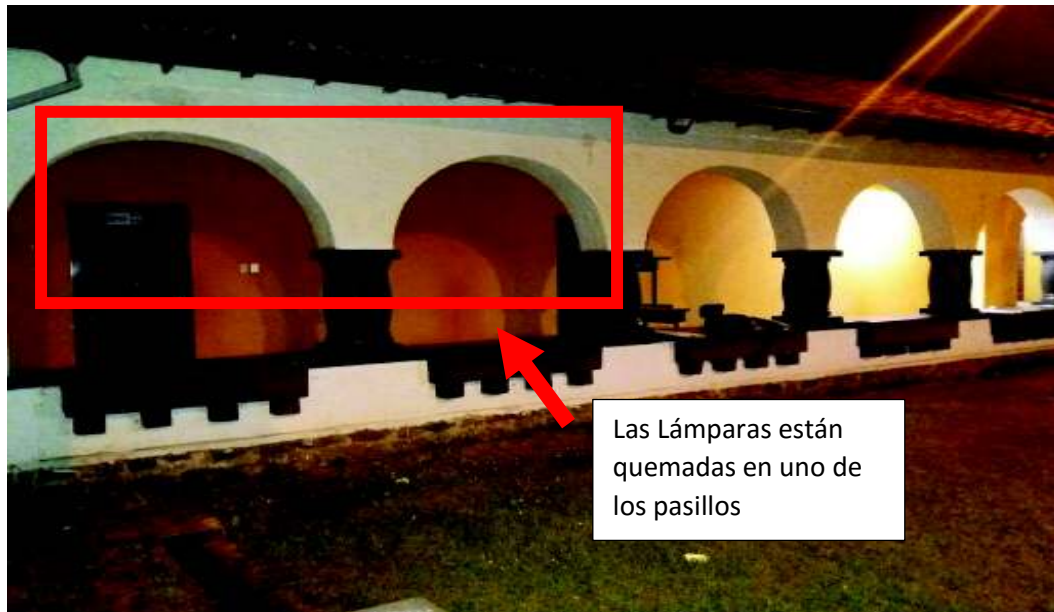
El sistema de iluminación en gran parte no está separado de otros sistemas como se indica en la figura 11, la conexión de las luminarias es en paralelo y los conductores eléctricos son sólidos AWG 16.



**Figura 11 Instalaciones eléctricas de iluminación de la ESFOT**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

## Verificación de los elementos instalados.

Se realizaron pruebas a los elementos que conforman el sistema de iluminación (interruptores y lámparas), las lámparas fluorescentes están dañadas en un 30% es decir sus balastos están quemados como se indica en la figura 12, la mayoría de los interruptores están funcionando, los conductores eléctricos no están identificados.



**Figura 12 Lámparas fluorescentes con fallas**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

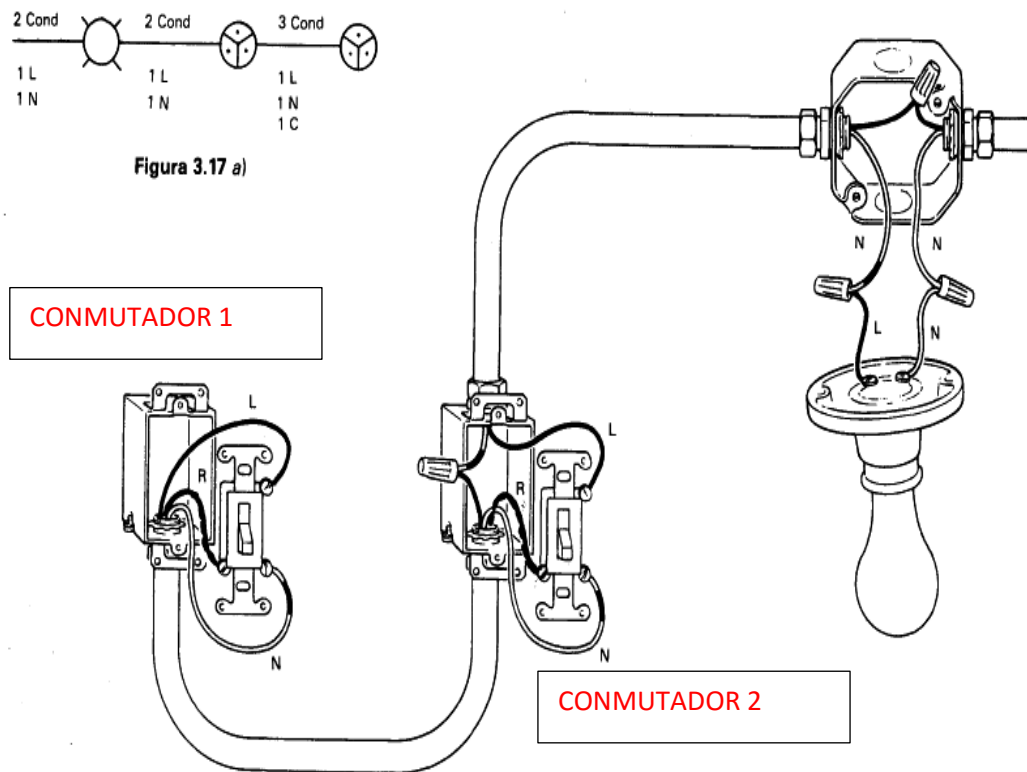
## Ubicación de los diferentes centros de cargas.

Se tiene diferentes centros de cargas en los pasillos de la ESFOT en los cuales está el sistema de iluminación de las aulas y de ciertas partes de los pasillos, en otros centros de cargas no están instalados los circuitos de la iluminación de dichos pasillos.

En los pasillos de la ESFOT el sistema instalado de iluminación funciona de manera manual (encendido y apagado con interruptores), dicho sistema está instalado con conmutadores, a continuación, se detalla el funcionamiento de este tipo conexión.

El circuito de iluminación se puede instalar con conmutadores, es decir las luminarias pueden ser manipuladas desde dos lugares distintos, un ejemplo es en un pasillo donde un conmutador esta instalado en la entrada y el otro conmutador

esta instalado en la entrada de un cuarto, oficina, salon, etc, tal como en la figura 13.



**Figura 13 Instalación de lámpara controlada por apagadores de 3 vías desde dos puntos**

**Fuente: (Harper, 1998)**

Las luminarias instaladas en los pasillos de la ESFOT están conectadas con dos conmutadores de tres vías, de tal manera que se puede controlar el encendido desde dos lugares diferentes, estos a su vez encienden o apagan tres o cuatros luminarias.

Por lo tanto, una vez hecho la inspección pertinente e identificado el tipo de conexión, se determina que el sistema existente actualmente debe ser reemplazado por un nuevo sistema de iluminación, por lo tanto, se realizará una nueva conexión y separación del mismo el cual está conectado con otros sistemas, a fin de garantizar un correcto funcionamiento del mismo.

## **3.2. Diseño de planos eléctricos del nuevo sistema de iluminación en los pasillos.**

Un plano es de gran ayuda para el personal de mantenimiento al momento de identificar fallas, o ubicar algún elemento que conforman el sistema de iluminación.

Dentro del diseño de planos se debe tener en cuenta el tipo de circuito a realizar, ya que puede ser un sistema eléctrico, electrónico, de seguridad, contraincendios, etc. Para este proyecto el tipo de circuito es del tipo iluminación.

En el diseño de planos de baja tensión la persona a fin a la parte eléctrica podrá interpretar la simbología establecida en cada plano, la ubicación exacta donde instalar los elementos, el tipo de conexión a realizar, la cantidad, el diámetro de cable (AWG) y tipo de aislamiento del cable (TTU, THHN, etc.) a utilizar, para casos en donde los proyectos inician desde cero (obra civil), se podrá identificar el tipo de ductos a instalar, esto puede ser tuberías EMT o mangueras de plástico, además de saber si los mismos van por las losas o paredes y la ubicación de centros de carga.

Con la información que consta en el plano del sistema de iluminación se puede identificar lo antes mencionado, en este caso la ubicación de las luminarias, los sensores de movimiento y el centro de carga. Además, se puede seleccionar las herramientas necesarias para garantizar la instalación.

En la actualidad se puede realizar el diseño de un plano mediante softwares, los cuales en su mayoría están disponibles para cualquier persona ya sea para profesionales o personas que se inician en el área técnica. Con estos programas podemos ahorrar tiempo y dinero al momento de diseñar.

Para el proyecto de iluminación se utilizó el programa el AUTO CAD con el cual se realizó el plano arquitectónico y eléctrico de la ESFOT, con este plano se podrá detectar como está integrado el sistema, y en el caso de realizar un mantenimiento se podrá identificar la ubicación exacta de los sensores y las luminarias.



El diseño del proyecto consta de planos eléctricos (distribución de elementos), diagramas unifilares y diagrama de control, según consta en los anexos 2 y 3.

### **3.2.1. Diagrama Unifilar.**

El diagrama unifilar está gráficamente representado en una sola línea independiente de los conductores que el diagrama contenga, en este diagrama podemos visualizar los elementos de protección y control del sistema de iluminación de la ESFOT contenidos en **ANEXO 2.1**.

### **3.2.2. Diagrama de Control.**

Se representan los elementos que conforman el circuito físicamente, elementos a gobernar y los elementos gobernantes, como se visualiza en el **ANEXO 2.2**.

### **3.2.3. Diagrama de Distribución de Elementos.**

Este diagrama consta de un plano civil en el que están representados los pasillos, aulas y oficinas de la ESFOT y un plano eléctrico que contiene la ubicación de los elementos (luminarias, sensores y tablero) como se observa en el **ANEXO 2.3**.

## **3.3. Dimensionamiento de elementos a utilizar en el Diseño e Implementación.**

Una vez diseñados los planos por simple inspección se puede obtener el volumen del material necesario (dimensionamiento de elementos), En el sistema de iluminación automático se dimensionó los siguientes elementos:

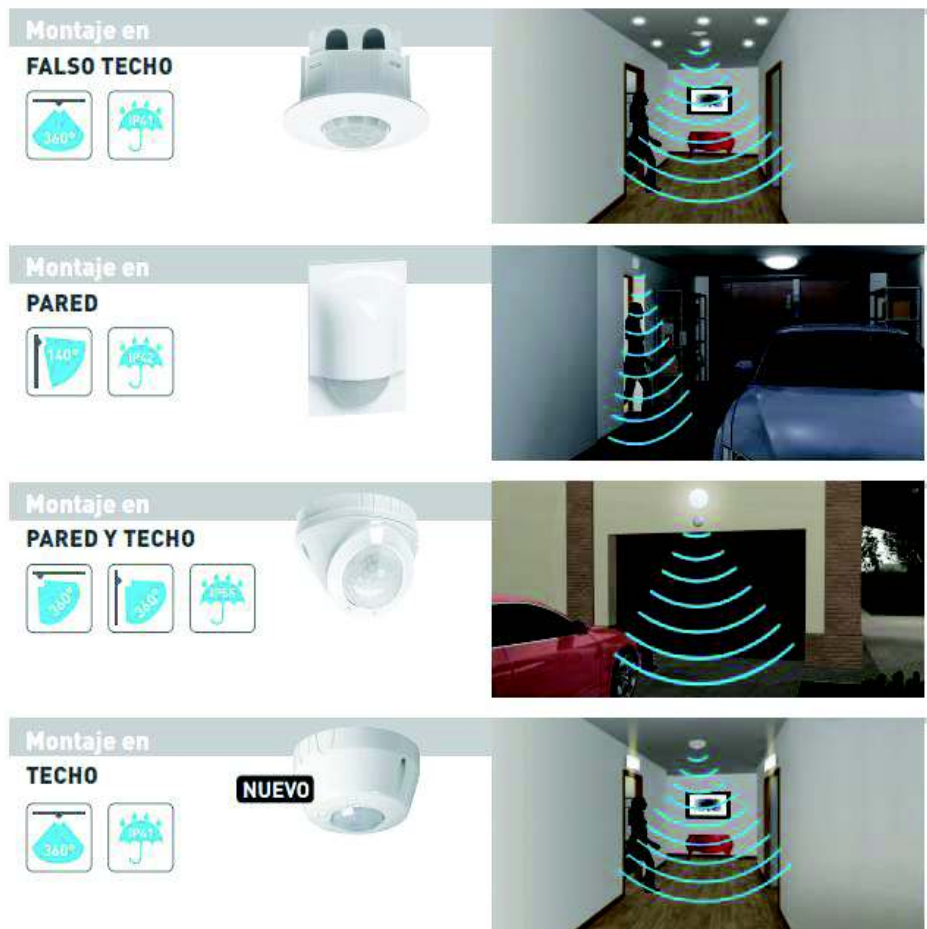
- Sensores de movimientos
- Conductores eléctricos
- Breaker (protección)
- Contactores
- Tablero Eléctrico
- Fococélulas
- PLC
- Accesorios Eléctricos

### 3.3.1. Sensores de Movimiento.

Los sensores son las soluciones adecuadas frente a la automatización de encendido y apagado de luminarias, estos elementos están instalados desde pequeños entornos hasta los más grandes.

- Oficina
- Pasillos
- Estacionamientos bajo techo
- Sanitarios
- Salones de clase

Para la implementación del proyecto se utilizo sensores de techo con montaje en techo, ya que los pasillos poseen la misma arquitectura de la se la figura 14.



**Figura 14 Sensores activando circuitos de iluminación**  
Fuente: (Legrand, 2017)

Para el caso de este proyecto, los sensores son una aplicación inmediata frente a la actualización de dicho sistema, por lo que su instalación no requiere mayores cambios, se debe realizar una inspección y mantenimiento de los mismos después de 2 años, para descartar posibles fallas.

Para determinar la cantidad y el tipo de sensores a instalar se considera los siguientes parámetros:

### **Las características del ambiente a instalar.**

La forma y dimensiones del lugar a instalar, la ubicación de puertas, ventanas y paredes en aulas, número de accesos a los pasillos existentes en la arquitectura de la ESFOT, identificación de techo (losa o cielo falso).

Para instalar los sensores en este proyecto se contó con las siguientes características:

- Instalación en pasillos
- Existe techo falso
- Cuenta con 17 accesos de ingreso a los pasillos
- Las aulas solo contienen puertas
- Potencia máxima del sensor.

El fabricante nos proporcionara esta información de acuerdo al tipo y marca del sensor, en este caso la marca del sensor es EVLITE. Cada sensor instalado puede soportar una potencia máxima de entre 200 W y 500 W, se tomó en cuenta las características de la luminaria (tubos fluorescentes) existentes en los pasillos.

### **Tecnología del sensor.**

La tecnología del sensor de movimiento instalado es de infrarrojo pasivo, este sensor funciona con el movimiento, por lo tanto, reconocerá el movimiento de las personas cuando estas atraviesen los pasillos activando el encendido de las luminarias, es de vital importancia que este sensor no tenga obstáculos al momento de identificar el movimiento del cuerpo humano.

A continuación, en la tabla 7 se detallan las características de los sensores según la tecnología.

<b>INFRARROJO PASVO (IR)</b>
<p>El sensor infrarrojo pasivo se activa en función de cambio de energía en el rango del infrarrojo. Tal es el caso del cuerpo humano en movimiento.</p> <p>Analizando la diferencia entre la energía de la fuente en movimiento y el ambiente que la rodea, el sensor puede determinar la presencia de personas y activar, si es necesario la carga de iluminación. Para que el sensor IR funcione de manera correcta, es imprescindible que no existan obstáculos que interrumpen la visibilidad entre el sensor y el área donde opera.</p>
<b>ULTRASONIDO (US)</b>
<p>El sensor ultrasónico emite una onda sonora que llena el espacio donde opera, midiendo el tiempo necesario para que la onda retorne como un eco.</p> <p>Cuando hay un movimiento dentro de esta zona, la onda sonora rebota con una longitud de onda diferente a la emitida; de esta manera el sensor puede determinar la presencia de personas y activar la carga de iluminación si es necesaria.</p> <p>El sensor ultrasónico es ideal en ambientes con presencia de obstáculos o donde la actividad del personal resulta extremadamente reducida.</p>
<b>DOBLE TECNOLOGIA (PIR+US)</b>
<p>El sensor de doble tecnología mezcla las características técnicas de los previamente indicados en modalidad Y/O, para lograr la máxima flexibilidad para su utilización en ambientes donde la presencia de personas configuración del espacio en la zona a cubrir varía con el transcurso del tiempo.</p>

**Tabla 4 Sensores de acuerdo con su tecnología**  
**Fuente: (Biticino, 2015)**

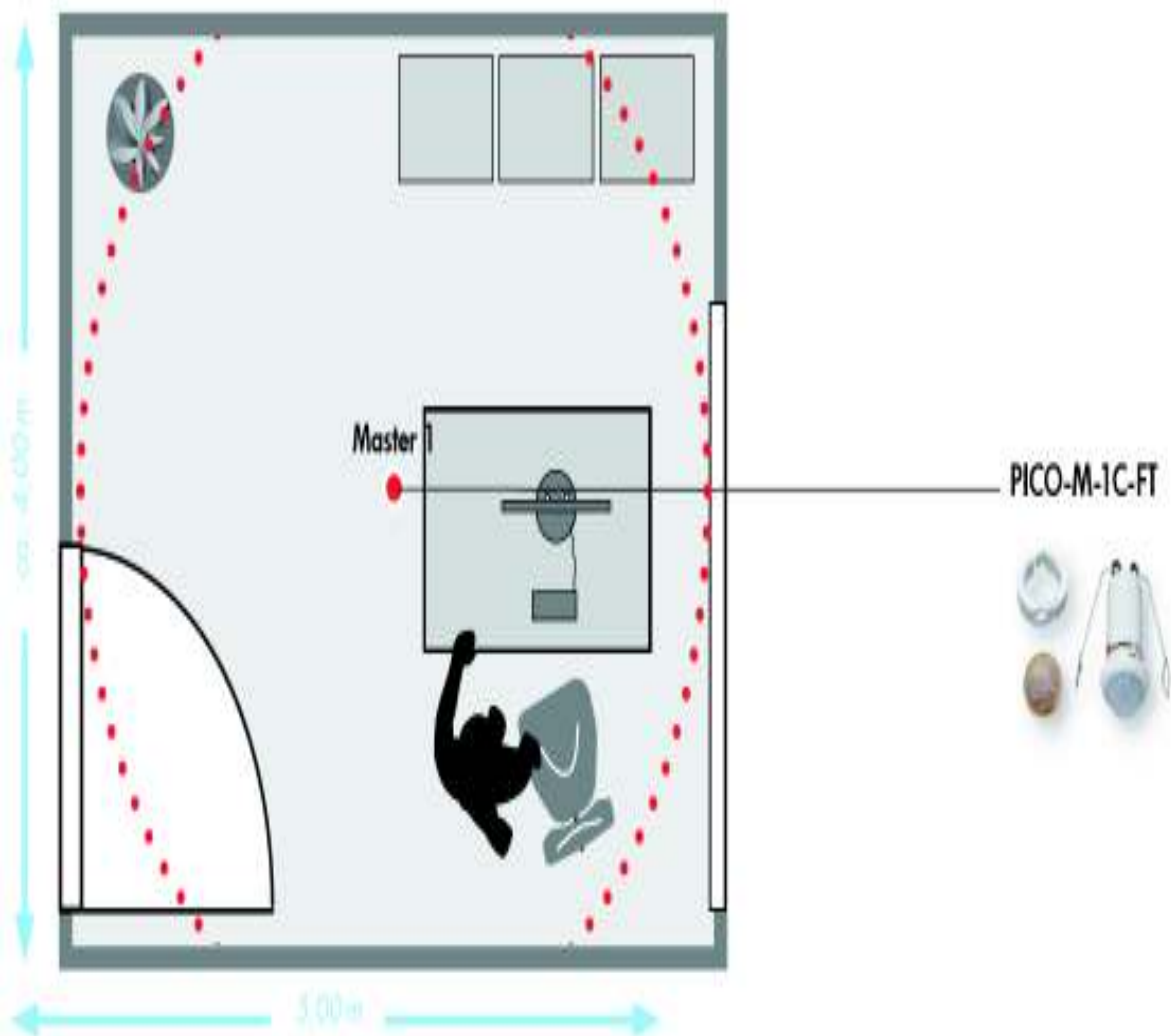
### Área de cobertura o área de operación.

Todo sensor para utilizar en cualquier tipo de aplicación (sistema eléctrico de iluminación) cumple con un área de cobertura ideal para entrar en funcionamiento.

Dentro del área a utilizar se consideran tres tipos de áreas:

### Área pequeña de corto control.

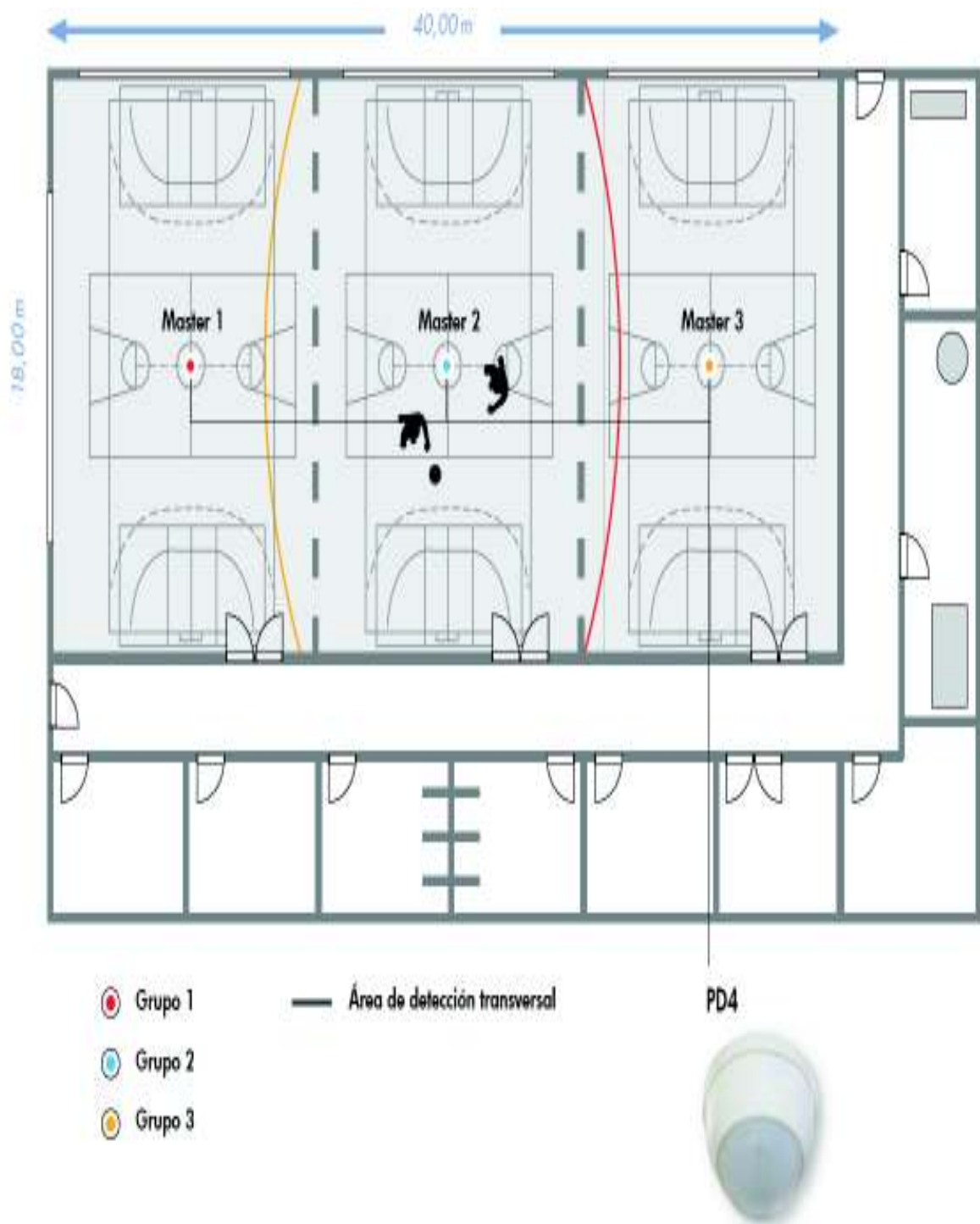
Dentro de esta área un solo sensor puede ser suficiente, para cubrir la demanda de encendido de la iluminación y garantizar un correcto funcionamiento del sensor.



**Figura 15 Área de control corto**  
**Fuente: (Luxomat, 2016)**

### Área grande de un único control.

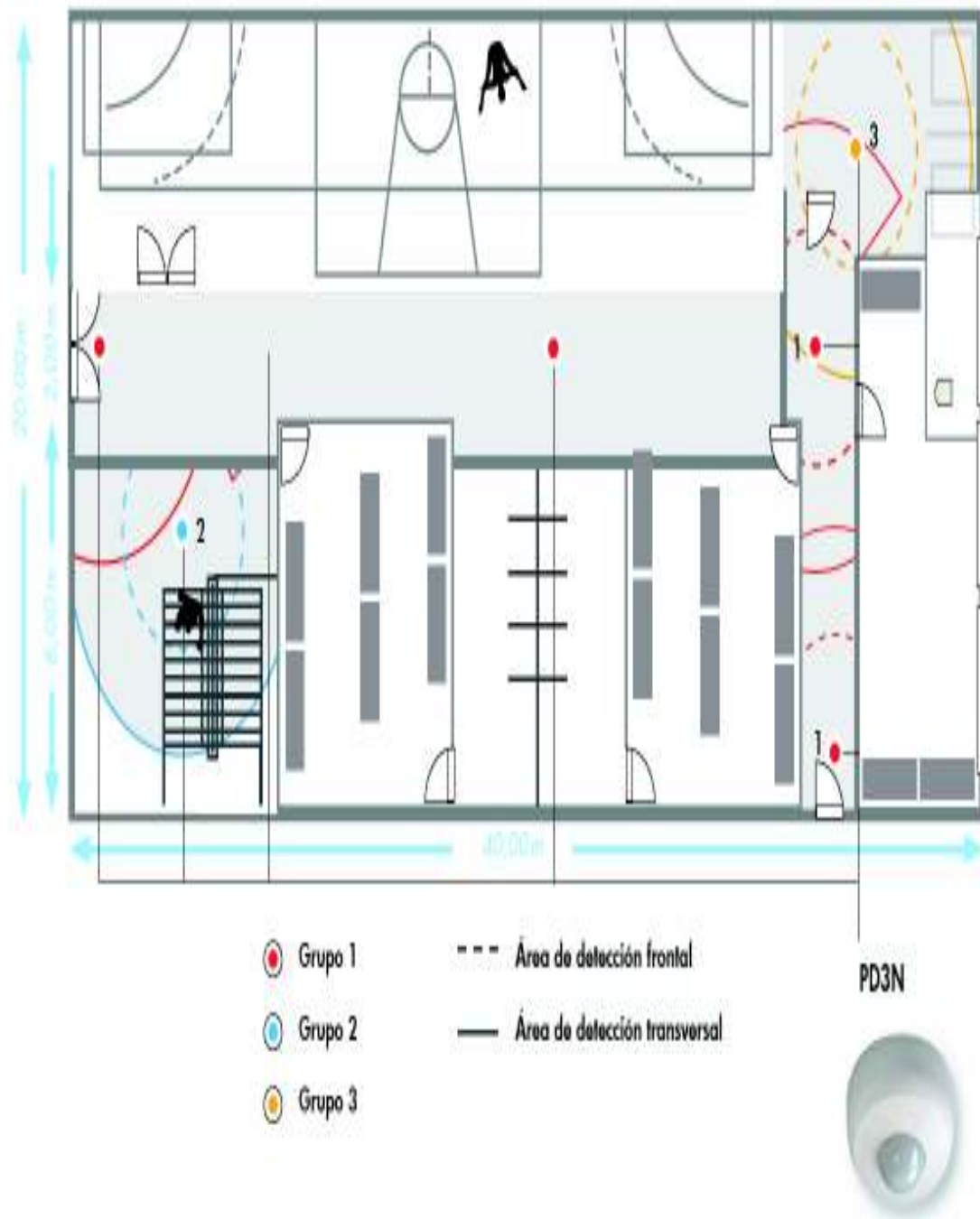
En esta área es posible que un solo sensor no logre cubrir el área deseada, por lo que se deberá instalar dos o más sensores para cubrir esta zona.



**Figura 16** Área grande de control corto  
Fuente: (Luxomat, 2016)

### Área grande con diferentes zonas a controlar.

Para este tipo de situación se debe instalar uno o más sensores por cada área que se requiera controlar con la finalidad de no dejar áreas muertas.



**Figura 17** Área grande con diferentes zonas a controlar  
Fuente: (Luxomat, 2016)

Para el caso de los pasillos en la ESFOT se consideró una **ÁREA GRANDE CON DIFERENTES ZONAS A CONTROLAR**, por lo que es necesario cubrir todos los pasillos y de esta manera garantizar la iluminación en todas estas áreas.

La instalación del sensor está a una altura de (2.5 m medidos desde el suelo hacia techo), con un rango de detección de movimiento que está dentro de los 360 grados y la distancia de detección máximo es de hasta 6 m horizontalmente.

### **3.3.2. Conductores Eléctricos.**

La sección de un conductor se elige utilizando la tabla AWG de conductores, la cual está normalizada, tomando en consideración la capacidad de corriente y el tipo de aislamiento.

Cada sección está determinada con una potencia aproximada de 1000 W y con un voltaje de alimentación de 120 V, es decir que la corriente a soportar el conductor es de 8,34 A, dada por la fórmula de la potencia.

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1000 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 8,34 \text{ A.}$$

$$I = 8,34 \times 1,25 (\text{factor de seguridad})$$

$$I = 10,42 \text{ A.}$$

Con la corriente calculada se puede observar en la tabla el conductor a usar, por lo tanto, se determina el uso del conductor #16 AWG-con aislamiento TFN, a partir del cable #14 AWG tenemos con aislamiento THHN comercialmente, y con capacidad de corriente de 15 A ver tabla 8.

La distancia total de recorrido de los pasillos aproximadamente es de 500 metros lineales, esta distancia se tomó para calcular el volumen de cable necesario para sistema de iluminación.



CALIBRE AWG & PCH	SECCION mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de hilos por diámetro mm	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	ESPESOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE (Cable 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE (Cable 2 conductores en conduct Amp.	TIPO CABLE	ALTERNAT. DE ENBALAJE
20	0,519	1 x 0,813	0,38	0,30	1,77	7,07	15	10	TFN	A,B
18	0,813	1 x 1,03	0,38	0,30	1,98	10,94	15	10	TFN	A,B
16	1,31	1 x 1,29	0,38	0,30	2,23	16,48	20	15	TFN	A,B
14	2,08	1 x 1,63	0,38	0,30	2,59	23,17	35	25	THHN	A,B
12	3,31	1 x 2,05	0,38	0,30	3,01	34,16	40	30	THHN	A,C
10	5,26	1 x 2,59	0,51	0,30	3,81	53,04	55	40	THHN	A,D
8	8,34	1 x 3,26	0,76	0,33	5,04	93,22	80	55	THHN	A,B
16	1,31	19 x 0,30	0,30	0,30	2,46	17,95	20	15	TFN	A,B
14	2,08	19 x 0,38	0,30	0,30	2,88	23,80	35	25	THHN	A,B
12	3,31	19 x 0,47	0,30	0,30	3,31	35,70	40	30	THHN	A,C
10	5,26	19 x 0,60	0,51	0,30	4,22	56,20	55	40	THHN	A,D
8	8,37	7 x 1,23	0,76	0,33	5,47	93,70	80	55	THHN	A,B,E
6	13,30	7 x 1,55	0,76	0,33	6,43	141,30	105	75	THHN	A,E
4	21,24	7 x 1,96	1,02	0,35	8,22	227,60	140	95	THHN	A,E
2	33,62	7 x 2,47	1,02	0,35	9,75	348,10	190	130	THHN	A,E

**Tabla 5 Conductores de cobre AWG de tipo THWN-THHN 600V, 90°.**  
**Fuente: (Electrocable, 2012)**

### 3.3.3. Tablero eléctrico.

Se ha provisto a la instalación de un tablero de control de 300x300x150 mm. El tablero eléctrico diseñado contiene los elementos de control, accesorios eléctricos y protecciones del circuito de iluminación. En este proyecto el tablero está conformado por los siguientes elementos:

- Contactores
- LOGO! PLC
- Breaker
- Riel DIN
- Conductores eléctricos



***Figura 18 Instalación del tablero de control de iluminación  
Fuente: (Pulla, 2016)***

Para el montaje del tablero se consideró altura de 2 m desde el piso, la altura indicada se tomó porque no se tendrá acceso a la manipulación de cualquier

persona, el tablero cuenta con cerradura por lo que el mismo se puede considerar anti hurto.

En el interior del tablero se estableció una correcta distribución de los elementos a fin de garantizar una fácil instalación de los cables e identificación de los mismos a la hora de realizar un mantenimiento o ampliación del mismo.

Por último, en la puerta del tablero contiene el diagrama unifilar del sistema en papel adhesivo con el cual se podrá identificar el funcionamiento de la instalación a la hora de operar el sistema o dar un mantenimiento.

#### **3.3.4. Breakers.**

Una vez determinado el valor de consumo de corriente por cada circuito (sección), se puede especificar la respectiva protección a utilizar en cada una de las mismas.

$$I_p = I_n * 1,25$$

**I<sub>p</sub>** = Corriente de protección para determinar el breaker.

**I<sub>n</sub>** = Corriente nominal del circuito o sección.

**1,25** = Factor de multiplicación.

Por lo tanto,

$$I_p = 8,34 * 1,25$$

$$I_p = 10,5 \text{ A.}$$

Se necesita instalar un breaker de 10,5 A, sin embargo, este breaker no es comercial, por lo que se instaló un breaker normalizado de 16 A como se indica en la tabla 3, los breakers a utilizar para el circuito de iluminación son para RIEL DIN, ya que se usará un tablero de control.

Referencia	Polos	Amperios (A)
Con capacidad de interrupción de 10K a 120/208V para Centros de Carga		
QO110VSC6	1	10
QO116VSC6	1	16
QO120VSC6	1	20
QO132VSC6	1	32
QO140VSC6	1	40
QO150VSC6	1	50
QO163VSC6	1	63

**Tabla 6 Capacidad de corriente normalizada para breaker**

**Fuente: (Schneider, 2009)**

A continuación, se detallan los tipos de Breakers utilizados en instalación del sistema.

### **Breaker de riel DIN.**

El breaker se usó para la instalación en un riel como se observa en la figura 19, se instaló dentro del tablero de control.



**Figura 19 Breakers instalados en un riel DIN**

**Fuente: (Pulla, 2016)**

### **Breaker Enchufable.**

Similar a un breaker de riel din, pero este se utiliza para conectar directamente en el tablero que contiene las barras de alimentación, por lo que no es necesario la compra de un accesorio adicional.

Se instaló un breaker de 32 A en el sub tablero de distribución, cumple la función de administrar la alimentación principal a todo el sistema de iluminación automatizado. Este breaker es dimensionado en base a la corriente total de consumo.



*Figura 20 Breaker enchufable en tablero con barras de conexión  
Fuente: (Pulla, 2016)*

### **3.3.5. Contactores.**

Dentro del tablero de control se ha considerado la instalación de contactores, para la selección del mismo se toma en cuenta el voltaje, el tipo de alimentación de la bobina, la corriente máxima que puede soportar el contactor, el tipo de servicio (iluminación) y ciclos de maniobra-hora.

El accionamiento o puesta en marcha de los contactores instalados en el tablero de control de iluminación es automático, esta función es realizada por el LOGO!.

La característica del contactor instalado es del tipo monofásico (una sola fase) soporta hasta 40 A y puede ser conectado a 120 V, modelo C25BNB230A de la marca EATON en la figura 21 se puede observar las características del dispositivo en catálogo.

El contactor cumple con las normas IEC y la normativa EN 60947-4-1, dentro del tablero de control están instalados dos contactores, cada uno de ellos abarca dos circuitos de iluminación.

Stock No.	Mfr.'s Type	Current Rating (A)		Coil Voltage (VAC)	No. of Poles	Max. Motor Horsepower		EACH		
		Inductive	Resistive			115 V	230 V	1-4	5-14	15+
70056925	C25CNB125A	25	30	120	Single-Pole with Shunt	2.0	3.0	25.31	23.82	22.33
70056926	C25CNB125B	25	30	240	Single-Pole with Shunt	2.0	3.0	25.31	23.82	22.33
70056927	C25CNB125T	25	30	24	Single-Pole with Shunt	2.0	3.0	25.31	23.82	22.33
70056928	C25CNB130A	30	40	120	Single-Pole with Shunt	2.0	5.0	29.17	27.47	25.75
70056929	C25CNB130B	30	40	240	Single-Pole with Shunt	2.0	5.0	29.17	27.47	25.75
70056930	C25CNB130T	30	40	24	Single-Pole with Shunt	2.0	5.0	27.90	26.73	25.87
70056931	C25CNB140A	40	50	120	Single-Pole with Shunt	3.0	7.5	35.77	33.67	31.59
70056932	C25CNB140B	40	50	240	Single-Pole with Shunt	3.0	7.5	35.77	33.67	31.59
70056933	C25CNB140T	40	50	24	Single-Pole with Shunt	3.0	7.5	35.77	33.67	31.59
70056934	C25BNB225A	25	35	120	Double-Pole	2.0	3.0	29.95	28.20	26.44
70056935	C25BNB225B	25	35	240	Double-Pole	2.0	3.0	29.95	28.20	26.44
70056936	C25BNB225T	25	35	24	Double-Pole	2.0	3.0	29.95	28.20	26.44
70056937	C25BNB230A	30	40	120	Double-Pole	2.0	5.0	34.47	32.45	30.45
70056938	C25BNB230B	30	40	240	Double-Pole	2.0	5.0	34.47	32.45	30.45
70056939	C25BNB230T	30	40	24	Double-Pole	2.0	5.0	31.02	—	—
70056940	C25BNB240A	40	50	120	Double-Pole	3.0	7.5	42.43	39.97	37.48
70056941	C25BNB240B	40	50	240	Double-Pole	3.0	7.5	42.43	39.97	37.48
70056942	C25BNB240T	40	50	24	Double-Pole	3.0	7.5	42.43	39.97	37.48

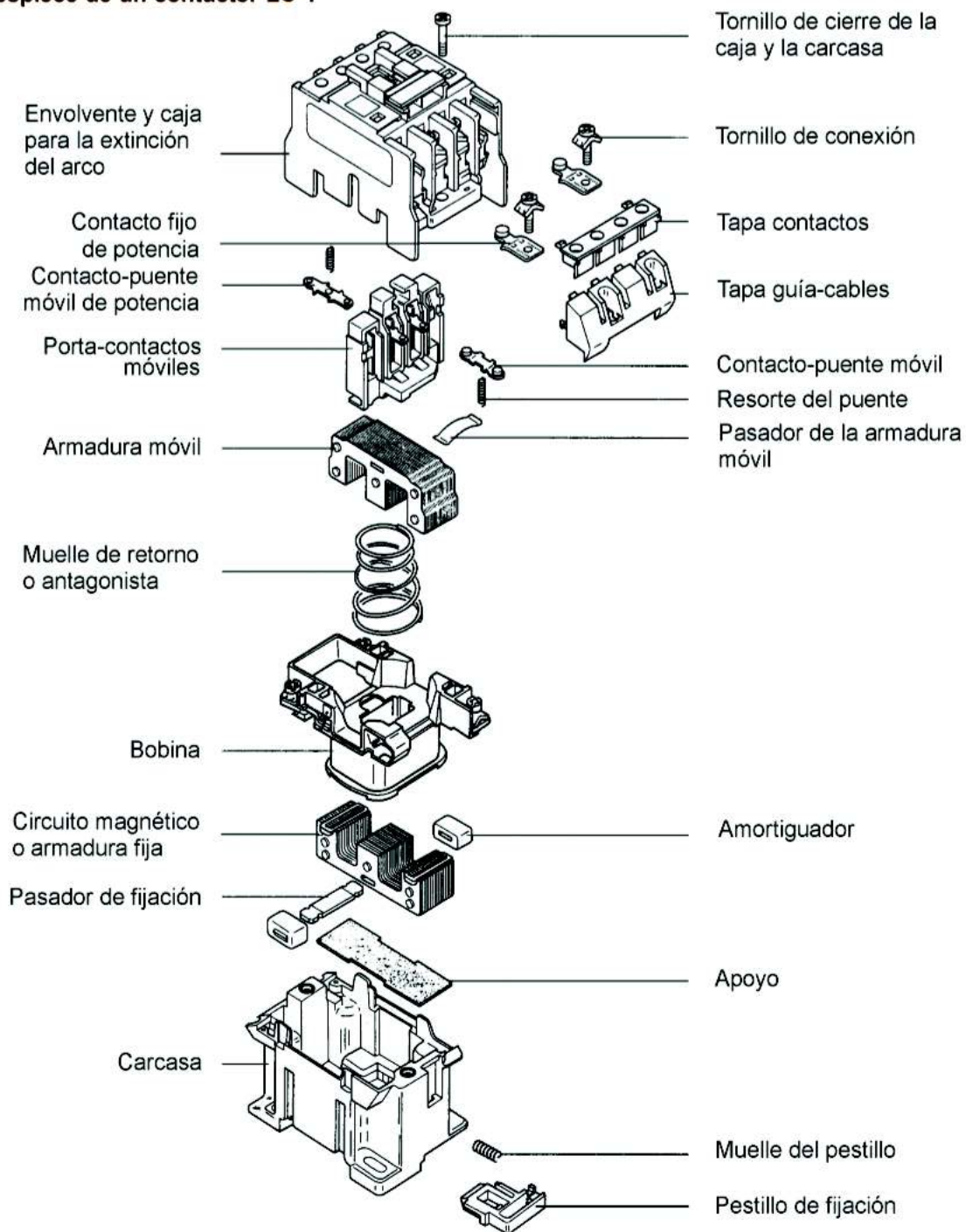


Figura 21 Contactor monofásico: tabla de selección y modelo de contactor.

Fuente: (electronics, 2017)

## Partes internas de un contactor

### Despiece de un contactor LC-1



**Figura 22 Despiece de un contactor**  
Fuente: (Schneider, 2013)



### 3.3.6. Fococélula.

Una de las opciones de encendido automático de iluminación se lo realiza con fotocélulas como se observa en la figura 23, las fotoceldas se usan para el encendido de la iluminación de las calles o un foto-control para iluminación de patios el cual contiene una fotocélula.



**Figura 23 Fococélula con base.**  
**Fuente: (Guerrero, 2009)**

Se instaló una fotocélula al sistema la cual activa la entrada del LOGO! para poner en funcionamiento el sistema, este dispositivo no está conectado directamente a las luminarias, ya que una sola no podría soportar a todas las luminarias y se quemaría inmediatamente, la fotocélula se la instaló lo más cerca posible al tablero de control y en donde pueda percibir correctamente la intensidad de luz.

La conexión eléctrica de la fotocélula cuenta con tres cables uno de color negro, de color blanco y de color rojo. El cable negro y blanco se conecta a la entrada de 120v es la alimentación de la fotocélula y el cable rojo se conecta a una de las entradas del LOGO!, es el control para activar o desactivar el sistema.

La fotocélula debe cumplir los siguientes parámetros:

- a) En días nublados la fotocélula debe activar la operación (LOGO!) por lo tanto, el sistema de iluminación automático entrara a operar.

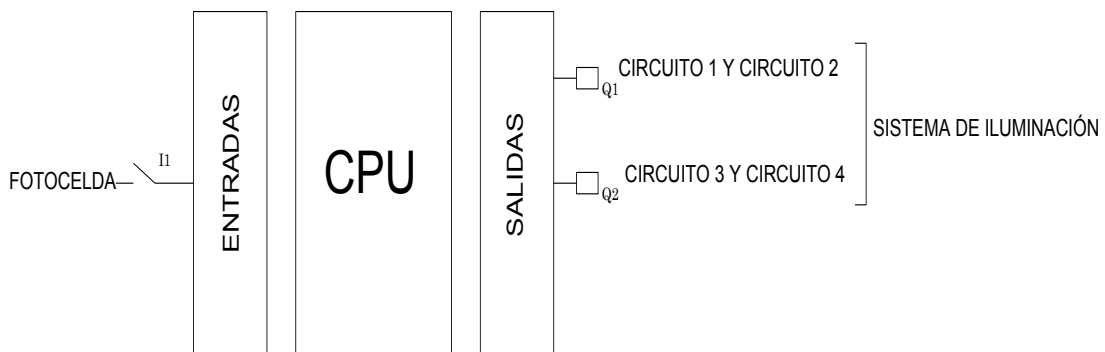


- b) En el día, cuando existe suficiente luz natural, la fotocélula debe bloquear la operación del (LOGO!) por lo tanto, el sistema permanece apagado.
- c) Al caer la noche, la fotocélula activara el LOGO! y el sistema de iluminación trabajara normalmente.

Con estos parámetros establecidos la fotocélula trabaja como un interruptor para activar o desactivar el LOGO! que es cerebro principal del sistema.

### 3.3.7. Logo!

Para un mejor uso de la energía eléctrica y optimización del sistema, se instaló un LOGO! Siemens 0BA4 a 120 V como se observa en la figura 25, que es el más utilizado en domótica y circuitos de menor complejidad. Con este LOGO! se ahorra gran cantidad de cables y elementos los cuales ocupan espacio e inversión, con este LOGO! se puede controlar la iluminación, temperatura, arranque de motores, control de nivel, etc. El LOGO! cuenta con 8 entradas digitales a 120 VAC, o 24VDC y 4 salidas de tipo relé.



**Figura 24 MAPA DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL LOGO! (SISTEMA DE ILUMINACION ESFOT)**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

El diseño del programa se realizó en base a los siguientes parámetros:

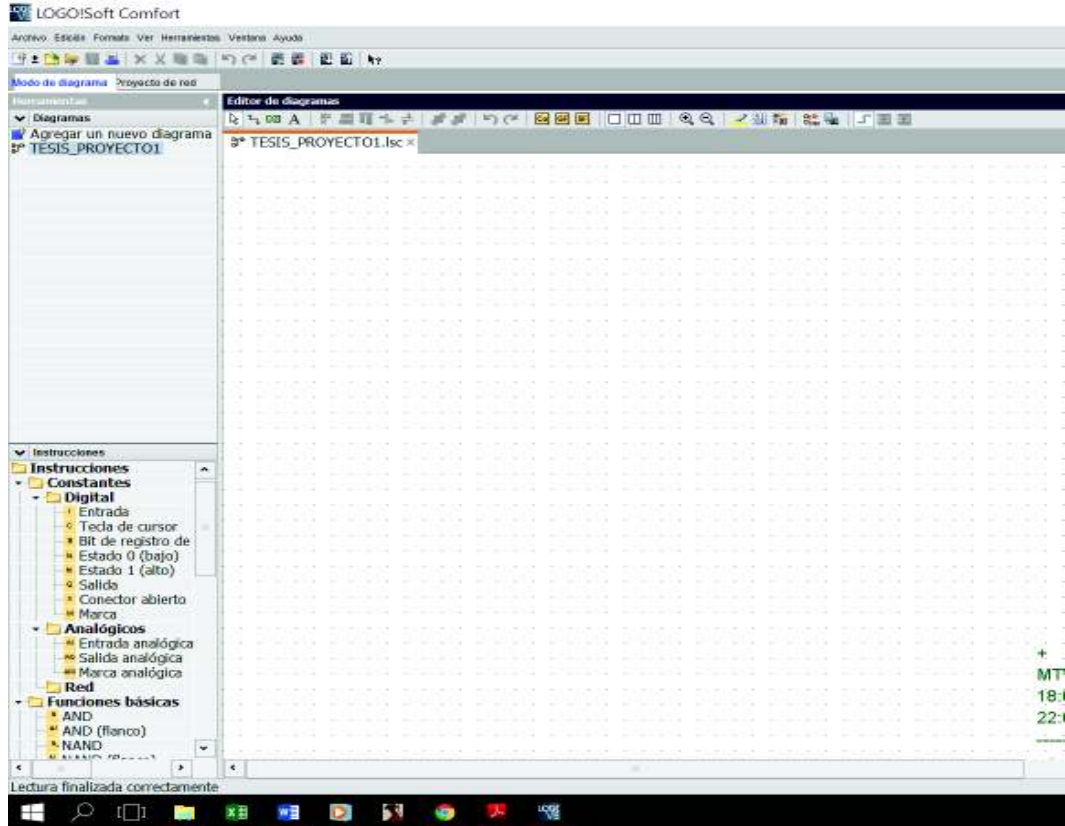
- a) El sistema de iluminación se activará en el horario programado, de 18:00 a 22:00 horas, de lunes a domingo.
- b) El sistema debe permanecer apagado de 06:00 a 18:00 horas de lunes a domingo.
- c) El sistema se activará cuando la fotocélula accione la entrada digital del

LOGO!, es decir cuando se tenga un día nublado fuera de las horas establecidas de encendido.



**Figura 25 LOGO! funcionamiento en el tablero de control de iluminación**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

Establecidos los parámetros se procedió a realizar el programa a cargar en el LOGO!, con ayuda del software *LOGO!Soft Comfort* que se indica en la figura 26 y un ordenador.



**Figura 26 Interfaz del programa LOGO! SOFT**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

En el **ANEXO 2.4** se muestra el diseño del programa que se programó en el LOGO!.

### 3.3.8. Accesorios Eléctricos.

Dentro de las instalaciones eléctricas, para garantizar las conexiones en los terminales, empalmes, etc., se cuenta con accesorios de toda variedad y en gran parte cumple con las normas eléctricas existentes. Este sistema de iluminación de la ESFOT no es la excepción, por lo tanto, se utilizaron todos los accesorios necesarios para garantizar un correcto funcionamiento del mismo.

#### Terminales o borneras.

Los cables que llegan al tablero de control requieren de terminales como se indica en la figura 27, se colocaron terminales en los cables para obtener una mejor fijación de los bornes de los elementos y garantizar un orden adecuado. Las características de este accesorio son:

- Su fácil colocación entre el cable y el terminal.
- Posee aislamiento.
- Cumple normas eléctricas
- Viene según la galga del cable (AWG)



**Figura 27 Diferentes modelos de conectores eléctricos**  
**Fuente: (Hoyos, 2013)**

## **Amarras.**

Las amarras son de nylon (plástico), ideales para sujeción de manojos de cables y sin dañar el caucho aislante de los mismos.

El tipo de amarra utilizado es de color negro que significa que son resistentes a la intemperie y rayos UV, se los utilizó con los cables que están desorganizados dentro del tablero, por lo tanto, las amarras son útiles en estos casos.




*Figura 28 Amarras eléctricas 3M  
Fuente: (3M, 2017)*

## **Cinta aislante.**

Es un aislamiento para cables y terminales, en el caso que se requieran hacer empalmes o se conecte terminales sin aislamiento en baja tensión, esta cinta puede soportar hasta 600 V en la marca 3M.

La cinta aislante se utilizó para empalmar los cables de los sensores a los cables de la instalación.

En la figura 29 y la tabla 4 se observa las características de la cinta aislante 3M.

Adhesivo Caucho Termoformado		Características
	 <b>Scotch® 22</b>	Cinta de vinilo de color negro resistente de 0,254mm de espesor. Ofrece gran resistencia mecánica y a la abrasión. Retardante de la llama UL 510.
	 <b>Scotch® Super 33+™</b>	Cinta eléctrica de vinilo de color negro de alta calidad y 0,18mm de espesor. Ofrece excelente adhesión y rendimiento en ambientes fríos. Resistente a la abrasión, corrosión, ácidos, álcalis y a la humedad. Retardante de la llama UL 510.
	 <b>Scotch® 35</b>	Cinta de vinilo de alta calidad de 0,18mm de espesor para codificación por colores. Disponible en 9 colores resistentes a las inclemencias del tiempo y a la decoloración. Retardante de la llama UL 510.
	 <b>Scotch® Super 88</b>	Cinta eléctrica de vinilo de color negro de alta calidad de 0,22mm de espesor. Ofrece excelente adhesión y rendimiento en ambiente frío. Aislamiento primario en empalmes hasta 600V. Retardante de la llama UL 510.
	 <b>3M Temflex™ 1500</b>	Cinta eléctrica de vinilo para uso general de 0,15mm de espesor. Disponible en 11 colores diferentes. Con buena resistencia mecánica y a la abrasión. Autoextinguible.

† La temperatura de trabajo constante es equivalente a la temperatura de Reconocimiento UL (ver página 14).

**Figura 29 Características de la cinta aislante según el color**  
Fuente: (3M, 2012)

Características	Cintas Aisladoras			Ventajas	Beneficios
	Super 33+	770	1550		
Alta elasticidad del film y agresividad del adhesivo.	●	●		Mayor sello a la humedad, con menor cantidad de cinta.	Economía.
Estabilidad del adhesivo a altas temperaturas.	●			Menor tendencia del adhesivo a migrar hacia las caras. Menor tendencia al telescopio (enconamiento). Menor tendencia al deslizamiento.	Economía y confiabilidad.
Excelente elongación y adhesión a bajas temperaturas.	●			Mayor conformabilidad a todo tipo de formatos. Aplicación posible a temperaturas bajo cero.	Confiabilidad y facilidad de aplicación.
Resistente a ácidos, álcalis y radiación UV.	●	●		Mantiene sus características aun luego de expuesta a agresivas condiciones ambientales.	Seguridad.
Resistente a la abrasión.	●	●		Provee protección mecánica.	Seguridad.
Elevada rigidez aun en ambientes húmedos.	●	●		Aísla aun en condiciones húmedas.	Seguridad.
Dorso suave y rollos sin picos ni ventanas.	●			Buena apariencia y manipuleo del rollo.	Calidad y facilidad de aplicación.
Autoextinguible.	●	●	●	No mantiene la combustión.	Seguridad.
Sellos UL, CSA, VDE, etc.	●	●	●	Excede ampliamente los requisitos internacionales para cintas aislantes eléctricas.	Seguridad.
Marca 3M.	●	●	●	Inventor de la cinta de PVC.	Garantía.
Presentación en varios colores.		●	●	Identificar diferentes circuitos o fases.	Seguridad.

Cintas Aisladoras

**Tabla 7 Características de las cintas aislantes**  
Fuente: (3M, 2017)

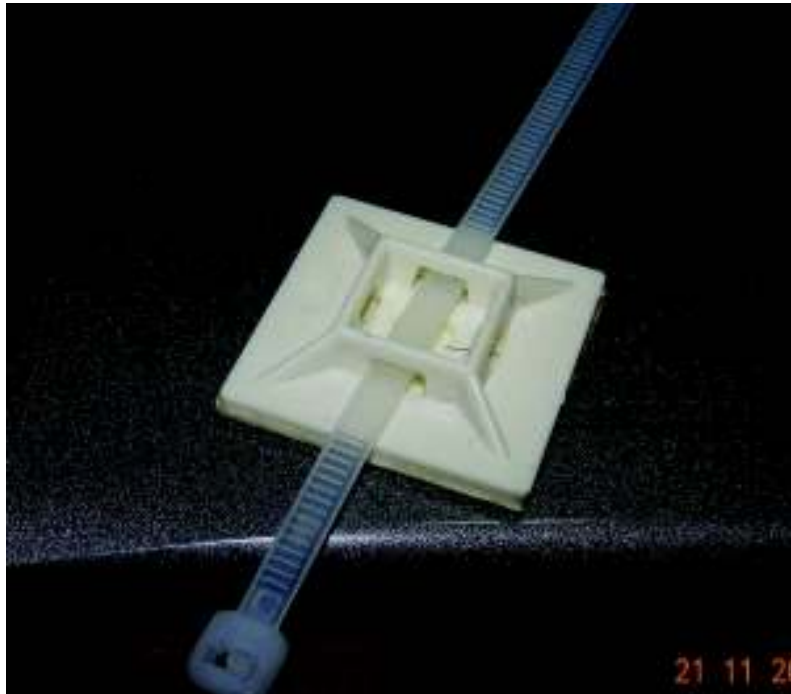
### Base adhesiva para amarra.

Son bases que se adhieren a la superficie donde se quiere sujetar varios cables, se acoplan a las amarras plásticas como se indica en la figura 30, son ideales para los



tableros donde no se puede sujetar los cables.

Se utilizó las bases para el peinado de los cables en el tablero eléctrico junto con las amarras plásticas.



**Figura 30 Adhesivos para amarras**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

### **3.3.9. Herramientas Usadas.**

Para realizar una conexión correcta y de calidad se requiere de herramientas acorde al uso que se le va a dar, para asegurar una buena instalación se debe tener herramientas de buena calidad y sobre todo deben estar debidamente aisladas para evitar descargas a las personas que lo manipulan.

A continuación, se detalla las herramientas más comunes y herramientas especiales que se utilizó en este proyecto:

- Alicates
- Pinza de puntas planas
- Pela cables
- Destornillador de estrella y plano
- Corta frío
- Pinza amperimétrica

- Flexómetro
- Ponchadora de terminales
- Estilete
- Linterna
- Escalera



**Figura 31 Herramientas básicas para electricidad**  
**Fuente: (Decker, 2009)**



**Figura 32 Herramienta utilizada una pinza amperimétrica FLUKE**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

### **3.4. Verificación (pruebas) de los elementos eléctricos a utilizar en el sistema.**

Se realizó pruebas a los elementos tales como funcionamiento, montaje, ubicación, conexión, etc., que se describen a continuación:

La mayor parte de elementos cumplen con los requerimientos propuestos para el desarrollo del proyecto, los elementos se alimentaron con un voltaje de 120V.



*Figura 33 Pruebas con sensor de movimiento de pared  
Fuente: (Pulla, 2016)*

#### **3.4.1. Prueba de sensores.**

Se realizaron pruebas con diferentes modelos de sensores:

##### **Sensor de movimiento para techo.**

Es uno de los más comunes y más usados. Las características de diseño de estos sensores son las siguientes:

- a) Distancia de detección. - la distancia de diseño de estos sensores es de 3-6 u 8 metros máximo.
- b) Rango de detección. - el rango determinado de estos sensores es de 360°.
- c) Altura de instalación. - la altura de instalación es de 2.2-4 metros.



### **Los resultados obtenidos.**

Los sensores de tipo techo instalados a una altura de 2.50 metros medidas desde el piso del pasillo al techo de gypsum, detectan el movimiento a una distancia de 2 metros y rango de 360° del objeto en movimiento.



***Figura 34 sensores de movimiento tipo techo***

### **Sensor de movimiento para pared.**

El sensor utilizado es de los primeros modelos que aparecieron en el mercado. Las características de diseño son:

- a) Distancia de detección. - la distancia de diseño de estos sensores es de 5-12 metros.
- b) Rango de detección. - el rango determinado de estos sensores es de 180°.
- c) Altura de instalación. - la altura de instalación es de 1.8-2.5 metros.

### **Los resultados obtenidos.**

Para el sensor de pared se comprobó que a la misma altura de montaje 2,5 m el sensor detecta el movimiento a una distancia 2.50 metros, en 180° de movimiento del objeto.

Por lo tanto, se seleccionó el sensor de movimiento de techo, el cual es ideal en este sistema, debido a que abarca 360° de detección. El sensor de techo tiene perillas de

calibración del tiempo de encendido de las luminarias, calibración de la sensibilidad y la calibración de luxes (Luz ambiente).



*Figura 35 Instalación de sensor de movimiento en la pared (Pulla, 2016)*

### **3.4.2. Prueba de la fotocélula.**

Para las pruebas de la fotocélula se simularon los dos tipos de ambientes comunes (día y noche), con la ayuda de una tela oscura se simuló la noche, además de un ambiente nublado, este último no fue simulado se realizó la prueba en un ambiente real. Estas pruebas se la realizaron conectando las dos primeras secciones o dos primeros circuitos de iluminación a la fotocélula.

#### **Los resultados obtenidos.**

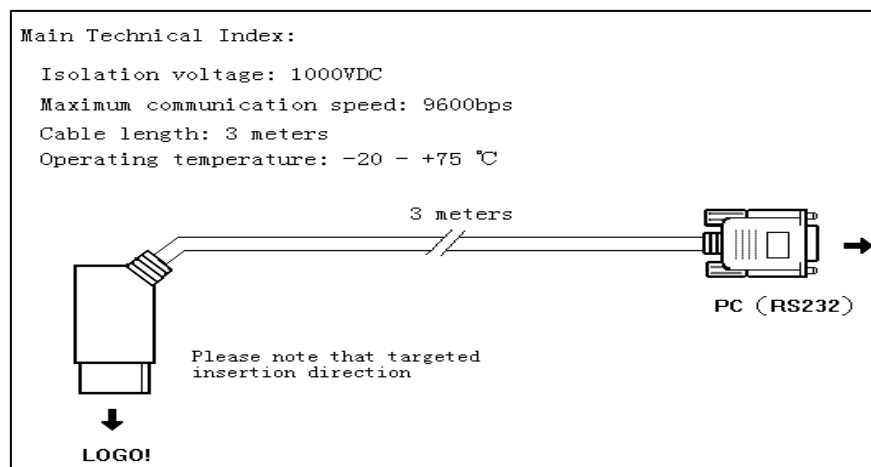
- Día: La fotocélula no debe activarse salvo que este nublado.
- Noche: La fotocélula debe activarse y permanecer en este estado hasta que incida la luz sobre ésta.
- Nublado: Dado los requerimientos del proyecto la fotocélula debe activarse en estos casos de poca luz natural por ejemplo días de lluvia.



**Figura 36 Sistema de iluminación encendido al caer la noche**

### 3.4.3. Ensayos en el PLC LOGO!

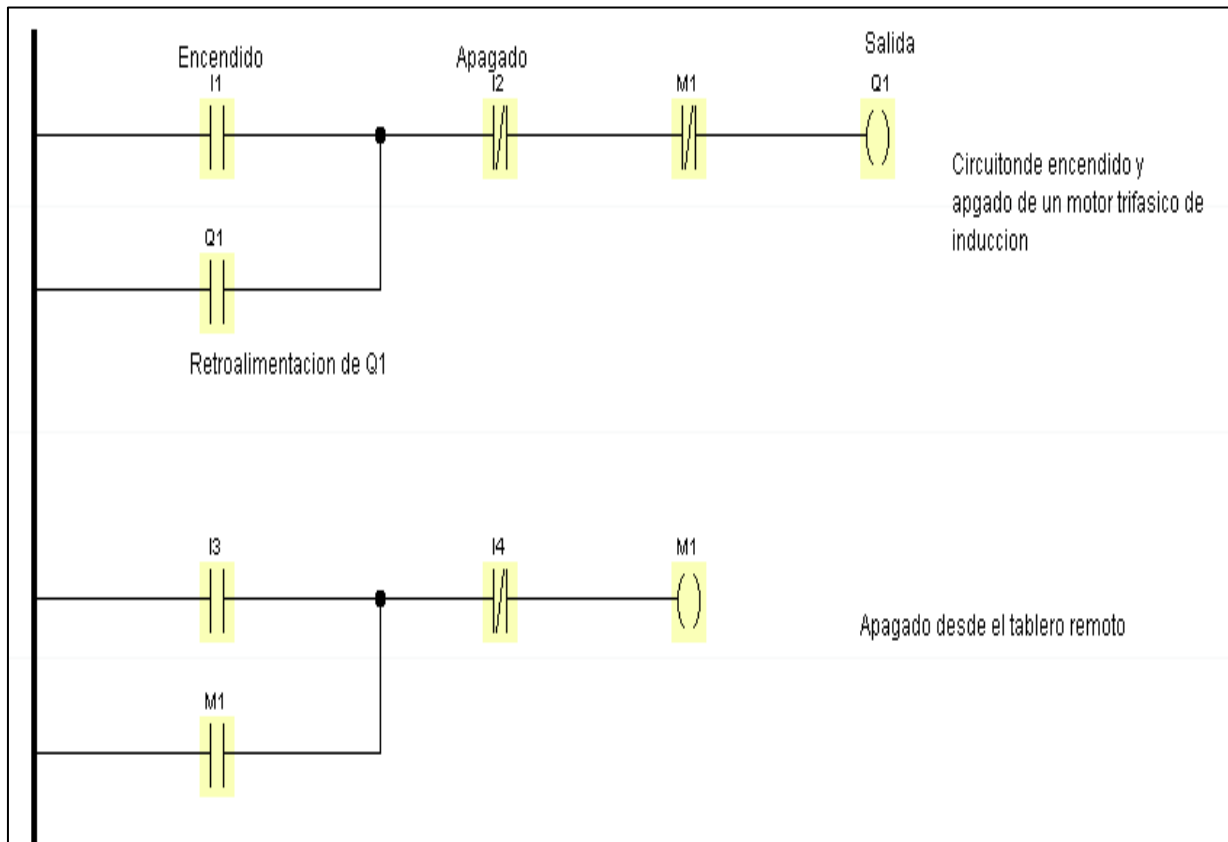
Para comprobar el funcionamiento del LOGO!, se programó un circuito básico de control con la ayuda del software LOGO! SOFT, para comprobar las entradas y salidas tipo relé. El programa fue instalado en el LOGO! con la ayuda de un cable como se indica en la figura 37 que conecta el LOGO! con el PC. Si no se tiene el cable, el LOGO! permite su programación manualmente.



**Figura 37 Cable para programar el LOGO! con un ordenador**  
**Fuente:**



**Figura 38 Programación del LOGO! de manera manual**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**



**Figura 39 Circuito de prueba diseñado en LOGO! SOFT e instalado en el LOGO! PLC**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**

### **3.5. Definición de espacios y adecuaciones físicas necesarias para el montaje de los elementos del sistema.**

#### **3.5.1. Montaje de Sensores.**

Su ubicación se realizó de acuerdo con la manera en que el personal y alumnos ingresan y salen de las diferentes aulas, instalándose sensores próximos a las puertas.

Una segunda opción presentada es de acuerdo a la forma en que el personal y los alumnos ingresan o salen por los pasillos (accesos a los pasillos de la ESFOT).

Los sensores son elementos visibles a las personas que transitan por los pasillos. Por lo tanto, se instaló los mismos en el techo por funcionalidad y por estética.



*Figura 40 Encendido de luminarias al pasar una persona por los sensores  
Fuente: (Pulla, 2016)*

#### **3.5.2. Ubicación y Montaje del Tablero de Control.**

La ubicación del tablero se definió en el centro de la infraestructura de la ESFOT para tener las cargas balanceadas y además por estética. La altura establecida del

tablero es de 2 m, debido a que en los pasillos hay constante circulación de profesores y alumnos que pudiesen acceder al mismo.

La cerradura tradicional del tablero fue cambiada por una de llaves debido a que existen elementos de control y electrónicos, los cuales pueden causar descargas eléctricas si no se opera con la debida precaución.

El sistema de iluminación está definido por cuatro secciones o grupos de luminarias, los cuales se visualizan en el ANEXO B.3.

### **3.5.3. Inclusión de Lámparas de tubo tipo Led.**

Dentro del sistema antiguo de iluminación las luminarias funcionan con lámparas de tubo fluorescentes, sin embargo, varias de las mismas tenían daño en los balastos por lo que se procedió al reemplazo de los mismos por lámparas de mejor eficiencia (tubos Led).

Se adecuó la carcasa de las luminarias fluorescentes, para adaptar las lámparas tipo Led, estas poseen un mejor rendimiento en el consumo energético, y además de que no necesitan un balastro para su conexión.



**Figura 41 Reemplazo de lámparas de tubo fluorescentes por lámparas de tubo tipo Led.**  
**Fuente: (Pulla, 2016)**



*Figura 42 Comprobación de encendido de luminarias con tubos tipo Led.  
Fuente: (Pulla, 2016)*

### **3.6. Recursos Utilizados.**

#### **3.6.1. Tecnología Utilizada.**

Cada proyecto a implementarse debe tener información que sirva como soporte para los respectivos mantenimientos y que se deriven en algún reemplazo de elementos si existiera la necesidad, además de verificar la programación en dispositivos de control lógico en el caso de existir una desprogramación de elementos programables como por ejemplo PLC`s.

Actualmente existen varios programas o software disponibles en el mercado, que tienen como objetivo facilitar el diseño de proyectos. Estos programas o software contienen la información de los planos eléctricos, planos civiles, diagramas de control, así también la programación de dispositivos de control lógico (PLC).

Para el desarrollo del presente proyecto es necesario el diseño de planos eléctricos (unifilares), arquitectónicos, diagramas de control en el PLC LOGO!, etc., donde se encuentra la información necesaria para los respectivos mantenimientos, o cambios futuros que requiera un nuevo sistema instalado.

Para ello se utilizó el software AUTOCAD.

Para la programación del PLC LOGO! se utilizó el software:

### **LOGO! Soft! Comfort V8.**

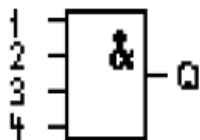
Este software creado por SIEMENS actúa bajo dos lenguajes de programación que son LADDER (escalera) y FBD (diagrama de bloques de funciones).

Para el presente proyecto el lenguaje de programación usado es FBD ya que su versatilidad ayuda a cumplir con los requisitos de funcionamiento del nuevo sistema.

A continuación, se describe los bloques usados para el diseño del programa para el PLC LOGO!.

### **Compuerta AND (Y).**

Símbolo en LOGO!:



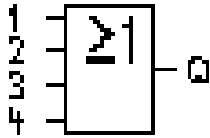
Esta compuerta acciona a Q (salidas), la salida Q se activa si en dos o más entradas existen valores de 1L (uno lógico).

En el diseño del programa del nuevo sistema se utiliza tres compuertas AND (ver anexo 2.4).



### Compuerta OR (O).

Símbolo en LOGO!:

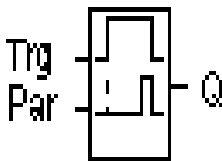


La salida Q se activa si al menos en una entrada hay 1L.

El programa contiene una compuerta OR (ver anexo 2.4).

### Temporizador ON-Delay o Retardo a la conexión.

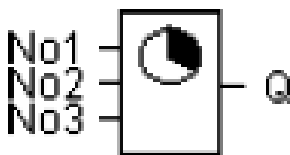
Símbolo en LOGO!:



Este bloque cumple la función de retardar un tiempo determinado a la salida Q. El programa contiene dos temporizadores On-Delay y cada uno está temporizado de acuerdo con las necesidades del sistema (ver anexo 2.4).

### Temporizador Semanal.

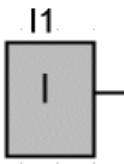
Símbolo en LOGO!:



Por medio de este bloque se controla los tiempos de activación y desactivación de la salida Q, que pueden ser controlados diariamente de lunes a domingos. El diseño del programa posee dos bloques de este tipo que activan el sistema de 18:00 pm a 22:00 pm y lo desactiva de 06:00 am a 18:00 pm (ver anexo 2.4).

## Entradas.

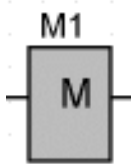
Símbolo LOGO!.



Este bloque representa a entradas externas del LOGO!, en el presente proyecto la I1 (entrada 1) corresponde a la señal de la Fococélula, es decir que cuando el sistema opera en el horario de 22:00 pm a 06:00 am (diario), la fotocélula se activa, encendiendo nuevamente el sistema como medida de precaución antirrobo y que a su vez activa el sistema cuando se presenten días nublados (ver anexo 2.4).

## Salida Auxiliar o Marca (M).

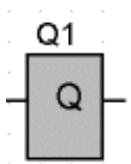
Símbolo LOGO!:



Este bloque es aplicado como salida auxiliar, el programa contiene dos bloques de este tipo (ver anexo 2.4).

## Salidas de Relé (Q).

Símbolo LOGO!:



Son las salidas de relé externas del LOGO!, éstas salidas se conectan a las cargas. El nuevo sistema posee dos salidas de relé (Q1 y Q2) que activan a dos contactores monofásicos respectivamente (ver anexo 2.4).

Para el diseño de diagramas eléctricos se utilizó el software:

**QELECTRO TECH:** (ver anexo 2.2).

El software se utilizó para el diseño de diagramas eléctricos unifilares (ver anexo B.1).

## CAPÍTULO 4

### 4. PRUEBAS

Se realizaron diferentes pruebas con el nuevo sistema instalado.

#### **Sensores**

Los sensores de techo están instalados en dos tipos de accesos:

- Acceso al pasillo
- Salida y/o entrada a las aulas

#### **Detección del sensor**

Se realizó la detección del sensor frente al movimiento, la persona paso por medio de dicho sensor utilizando los dos tipos de accesos antes mencionados, con esta prueba se comprobó si el sensor detectara a las personas al momento de ingresar a los accesos.

#### **Calibración del sensor**

El sensor de techo instálalo tiene tres perillas, las cuales son para la calibración del dispositivo:

- Calibración del tiempo de encendido
- Calibración de los luxes
- Calibración de la sensibilidad

Se ajustó el tiempo del sensor con el tiempo que toma en llegar la persona siguiente sensor, además, se consideró el número de veces que una persona pasa por el sensor, con la finalidad de que el sensor mantenga el encendido la iluminación, cuando se atraviesa los pasillos.

Se ajustó los luxes en el sensor, cuando la persona camina por el pasillo y camina fuera del pasillo, esto con el fin de evitar que el sensor active la iluminación cuando se tiene personas fuera de los pasillos.

La calibración de la sensibilidad del sensor se ajustó cuando la persona pasa por medio del sensor, esto se realizó para determinar a qué distancia detectara el movimiento de la persona.

## **LOGO!**

Se programó un diagrama básico en el LOGO!, la programación se realizó manualmente por medio de las teclas que posee dicho LOGO!, con el fin de comprobar las entradas y salidas tipo relé del mismo.

Se realizó la prueba con el circuito definitivo programado en el LOGO!, se simularon los días de la semana y fines de semana con las horas establecidas de encendido y apagado del sistema, configurando los parámetros del LOGO! mediante las teclas que tiene el dispositivo, de esta manera se comprobó si el LOGO! realiza la activación de lunes a viernes de 6:00 PM a 11:00 PM y los fines de semana el sistema de iluminación no se activa

## **FOTOCÉLULA**

Se realizó la prueba en los ambientes que la fotocélula debe activarse y no activarse:

- En días nublados
- En las noches
- En las mañanas y tardes

Para los días nublados se realizó la prueba en la temporada de lluvias por lo que este ambiente se obtenía con facilidad, con esta condición la fotocélula se activara y el circuito de iluminación funcionara normalmente.

Para las noches se realizó tapando la fotocélula con una tela de color negro, con esto se activará el sistema de iluminación de manera normal como si fuera la noche.

Y por último en las mañanas y tardes la fotocélula no debe activarse, esto fue realizado en un día al azar, tanto en el día como en la tarde.



*Figura 43 Fococelda ubicada en el centro de la ESFOT  
Fuente: (Pulla, 2016)*

### **LUMINARIAS**

El sistema de iluminación en los pasillos cuenta con luminarias para dos lámparas fluorescente, por lo tanto, se realizaron pruebas de funcionamiento de los mismos ya que poseen balastos y son susceptibles a daños, con la ayuda de un multímetro se midieron los voltajes, de esta manera se determinó si el balastro está funcionando o no.

### **TABLEROS**

La ESFOT cuenta con varios subtableros en los cuales están contenidos la iluminación de aulas, tomacorrientes de aulas, iluminación de baños, y los pasillos, por lo que mediante la manipulación de los breakers existentes en dichos subtableros se procedió al encendido y apagado de la iluminación del pasillo, esto se realizó para identificar y desconectar los circuitos de iluminación en los diferentes pasillos.

## CAPÍTULO 5

### 5. RESULTADOS OBTENIDOS.

#### SENSORES

Uno de los principales resultados obtenidos con el nuevo sistema es evitar la manipulación directa de las luces por el usuario mediante los interruptores, por lo cual el usuario no se preocupará por encender y apagar la iluminación en un pasillo, ya que los sensores serán los encargados de realizar esta operación.



*Figura 44 Encendido de luminarias con los sensores sin la manipulación de las personas.*

*Fuente: (Pulla, 2016)*

#### LOGO!

El sistema de iluminación instalado posee un control de alta eficiencia ya que cuenta con elementos de control (LOGO!), que optimizan el sistema de esta manera la ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS reducirá costos de operación y mantenimiento.

Las luminarias estarán encendidas por un tiempo determinado evitando así el consumo innecesario de energía, prolongando la vida útil de los elementos que conforman el sistema y un control total del mismo. Con este sistema de iluminación no es necesario estar al pendiente por si la iluminación en los pasillos queda encendida por error, ya que el LOGO! será el encargado de controlar los días y horarios en que la iluminación estará activa.

## FOTOCELDA

De igual manera el accionamiento del LOGO! es automático, mediante la fotocelda, por lo tanto, no es necesario activar manualmente, como suele suceder en otros tipos de aplicaciones donde el LOGO! es activado manualmente.

La fotocélula activa el LOGO! con los ambientes nublados y las noches.



*Figura 45 Encendido de luminarias en días nublados y en las noches.  
Fuente: (Pulla, 2016)*

## TABLERO

El tablero de control está diseñado de tal manera que contiene todas las protecciones y elementos de control del sistema de iluminación, por lo que si se requiere de un mantenimiento no será necesario buscar el circuito de iluminación en los diferentes sub-tableros existentes en los pasillos de la ESFOT.



*Figura 46 Encendido de luminarias con el nuevo sistema instalado.  
Fuente: (Pulla, 2016)*



## CAPÍTULO 6

### 6. ANALISIS DE RESULTADOS

#### SENSORES

Al instalar sensores de techo se obtuvo un mejor rendimiento de la detección del movimiento frente a los sensores de pared, esto debido a que el rango de detección de movimiento es de 360°, con este rango el sensor puede detectar a la persona justo en el momento que ingresa o sale de los accesos, a diferencia de los sensores de techo que tardan unos segundos en reconocer el movimiento ya que su rango de detección está en los 180°.

#### LOGO!

El LOGO! instalado en este sistema puede ser actualizado a futuro en el caso de ser necesario, se puede modificar el circuito programado como se desee, algo que no sucede con un timer ya que solo posee una única función, por lo tanto, el LOGO! no solo puede dar resultados en área de la iluminación, sino que también es útil en el área industrial.

#### ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación cuenta con lámparas fluorescentes, los cuales utilizan un balastro para su funcionamiento, los mismos que al dañarse no permiten el encendido de la luminaria, por lo tanto, en algunos casos en donde las luminarias no funcionaban era resultado de un balastro quemado o un fluorescente dañado, por lo que su reparación implicaba un cambio de balastro o el reemplazo de toda la luminaria.

Con una iluminación led se obtuvieron mejoras significativas, se utilizó la misma luminaria evitando el cambio total de la misma, la conexión es directa a la red, por lo que no necesita de un balastro.

## CAPÍTULO 7

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.2. Conclusiones.

El sistema de iluminación de la ESFOT cumple con los requerimientos establecidos detallados en este proyecto, por lo tanto, se tiene una automatización total de la iluminación de los pasillos, se evidencio la reducción de los consumos innecesarios de la energía que tuvo el antiguo sistema.

En ciertas áreas de la ESFOT se instalaron sensores cerca de los accesos de las aulas, ya que están alejadas de los accesos a los pasillos, y los sensores no detectaran el movimiento si la persona sale del aula.

En las pruebas realizadas al sistema de iluminación se evidencio un decremento en el consumo de energía, ya que la iluminación se activó solo en la noche y en un tiempo de 4 horas, por lo que en las 20 horas restantes lo único que permanecerá encendido es el LOGO! y su consumo de corriente es bajo.

En la implementación de proyectos eléctricos y electrónicos que contienen controladores lógicos programables (PLC), se puede obtener una mayor optimización de recursos, (eliminando el número de contactores y cableado) disminuir costos operación (manipulación de pulsadores, interruptores, relés, etc.) y mantenimiento, etc., ya que éstos dispositivos pueden reemplazar en gran parte a elementos de maniobra manual y elementos electromecánicos tales como relés de contactos auxiliares, interruptores manuales, temporizadores del tipo relé, etc., los mismos que se encuentran en la memoria interna del controlador lógico.

Al combinar varios elementos de control (PLC'S, contactores, sensores, timer, etc.) en los sistemas eléctricos se puede obtener mejoras en el consumo y rendimiento de energía, así como el confort de las personas, porque al tener un sistema controlado éste trabajará de manera automática e incluso con mayor precisión, obteniendo una considerable disminución de pérdidas que pueden ser económicas e incluso humanas.

Una de las principales ventajas de reemplazar paneles con tubos fluorescentes por paneles con tubos Led es que dichos paneles no necesitan de la instalación de un balastro, ya que se conectan directamente a 110 V dependiendo del tipo de tubo Led, por ejemplo unos son conectados la fase en un extremo y el neutro al otro extremo, o en otro tipo se conecta la fase y neutro en un solo extremo, obviamente que cada tubo dependiendo de la marca y potencia contiene un manual de instrucciones que faciliten la conexión.

Un sensor de techo es mejor frente a un sensor de pared, porque posee mayor grado de detección de movimiento, por lo tanto, son ideales en la instalación de pasillos en las edificaciones.

### **7.3. Recomendaciones.**

Cambiar las luminarias de tubos fluorescentes por luminarias de tubos tipo Led, así se logrará un mayor ahorro en el consumo de energía y evitar gasto en reparación del fluorescente.

Implementar un tablero de distribución principal, a fin de separar e identificar todos los circuitos instalados en la ESFOT, de esta manera se podrá realizar un mejor mantenimiento y control de las instalaciones.

Separar los circuitos electrónicos de los eléctricos, ya que en algunas partes de la arquitectura de la ESFOT los circuitos están juntos, y esto puede generar fallas y pérdidas en la transmisión de datos.

Evitar derivarse con otros sistemas similares, desde el circuito de iluminación automático de los pasillos, ya que puede ser causa de sobrecargas o sobrecorriente llegando a quemar los dispositivos que componen el sistema y por lo tanto un mal funcionamiento del mismo.

Realizar un mantenimiento en todo el sistema de iluminación, cada 2 años en el que se revise el ajuste de los tornillos, ajuste del reloj del LOGO! y revisión de los breakers de esta manera se descartará posibles fallas en los elementos que conforman dicho sistema.

En caso de corte de energía se debe revisar el tablero de control, ante una posible desconfiguración del PLC LOGO!, a razón de que no se cuenta con energía regulada en las instalaciones de la ESFOT.

Cambiar lo antes posible un sensor quemado si fuese el caso, ya que éstos controlan la activación de las luminarias en ambos sentidos del transitar de los usuarios en los correspondientes pasillos.

Evitar que personal no autorizado abra el tablero de control puesto que el sistema de control puede sufrir averías, robo o desconfiguración del LOGO!, o puede ser desenergizado por completo y por secciones mediante la desconexión del fusible y de los breakers.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- 3M. (2017). [http://www.3m.com/3M/en\\_US/company-us/](http://www.3m.com/3M/en_US/company-us/). Obtenido de [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/EMDCI/Home/Products/ProductCatalog/~/3M-Assortment-Pack-Cable-Tie-CT06220?N=5434125+3294757606&rt=rud](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/EMDCI/Home/Products/ProductCatalog/~/3M-Assortment-Pack-Cable-Tie-CT06220?N=5434125+3294757606&rt=rud)
- Álvarez, J. A. (14 de marzo de 2004). *Asi Funciona*. Obtenido de Asi Funciona: <http://www.asifunciona.com/index.htm>
- Arrieta, H. (29 de agosto de 2014). *Logica y Control un blog para aprender automatizacion*. Obtenido de <http://logicaycontrol.blogspot.com/2014/08/el-nuevo-logo-8-series-y-el-logo.html>
- Cables, C. (2009). *Manual tecnico de instalaciones electricas en baja tension*. Mexico: servicios condumex .
- Decker, B. &. (2009). *La guia completa sobre instalaciones electricas*. Minneapolis: Creative Publishing International.
- electric, d. s. (2014). bases adhesivas. *Catalogo de Productos*, 72.
- Electric, S. (2009). proteccion de las instalaciones electricas. *ElectriQO*, 28.
- electronics, a. (2017). <http://www.alliedelec.com/>. Obtenido de <http://www.alliedelec.com/catalog/pf.aspx?fn=360.pdf>
- Fernandez, J. R. (2012). *Instalaciones Domoticas*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- futuro), R. (. (2014). <http://www.rudeco.es/es/>. Obtenido de [http://www.rudeco.es/es/#prettyPhoto\[\]/3/](http://www.rudeco.es/es/#prettyPhoto[]/3/)
- Guerrero, I. I. (20 de Abril de 2009). <https://iguerrero.wordpress.com/>. Obtenido de <https://iguerrero.wordpress.com/2009/04/20/topicos-de-instalaciones-electricas-75/comment-page-1/>
- Harper, E. (1998). *El ABC de las instalaciones electricas residenciales*. Mexico: Limusa.
- Hoyos, E. (18 de mayo de 2013). <http://electricidad-sis.blogspot.com/>. Obtenido de <http://electricidad-sis.blogspot.com/2013/05/>
- manuel, j. (20 de octubre de 2015). *100ciaencasa*. Obtenido de <https://100ciaencasa.blogspot.com/2015/10/tutorial-electronica-basica-cap-17-los.html>
- Miguel, P. A. (2004). *Electrotecnia*. Madrid: Thomson Paraninfo.
- Morales, F. (abril de 2015). sistema de cableado estructurado. Quito, Pichincha.
- Onesimo, B. L. (2002). *Instalaciones Electricas Practicas*. mexico.
- Perez, E. M. (2009). *Automatas Programables y Sistemas de Programacion*. Barcelona: marcombo.
- Piumetto Miguel, M. O. (2016). *Manual del instalador electricista*. Cordoba: Universidad Nacional de Cordoba.

- Pulla, D. (2016). fotos de trabajo. Quito, Pichincha.
- Safety Work*. (2017). Obtenido de <http://www.safetyworkla.com/new/index.php>
- Senner, A. (1994). *Principios de Electrotecnia*. Barcelona: Reverte.
- SIEMENS. (1996). <https://www.siemens.com/global/en/home.html>. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/logo-software/pages/default.aspx>
- Siemens. (2009). LOGO! LOGO!, 322.
- Sierra, J. (2008). *Guía Técnica de Eficiencia Energetica Electrica*. España: CIRCUTOR S. A. 2008.
- Sylvania. (2014). <http://www.sylvania-america.com/es/>. Obtenido de <http://www.sylvania-america.com/uploads/CMS/descargas/8a1c7d4f1bc6418d21d0347fa20c174c45901800.pdf>
- Telemecanique, S. E. (1999). El contactor electromagnético. *Manual electrotécnico* , 281.
- vivion. (2012). <http://www.vivionelectric.com/esp/>.

## **9. ANEXOS**

## **ANEXO 1: Manuales de especificaciones técnicas**



## **ANEXO 1.1.: Especificaciones técnicas del sensor tipo techo ST06A.**

# evLite

## Infrared Motion Sensor



### Instruction

#### Welcome to use infrared motion sensor!

The product adopts good sensitivity detector and integrated circuit. It gathers automaticly, convenience, safety, saving-energy and practical functions. It utilizes the infrared energy from human as control-signal source and it can start the load at once when one enters detection field. It can identify day and night automaticly. It is easy to install and used widely.

#### SPECIFICATION:

Power Source: 110-130V/AC  
 Power Frequency: 50/60Hz  
 Ambient Light: <math>\leq 3-2000\text{LUX}</math> (adjustable)  
 Time Delay: Min. 10sec  $\pm$  3sec  
                   Max. 15min  $\pm$  2min  
 Rated Load: Max. 1000W  500W  
                   Max. 15min  $\pm$  2min  500W  
 Detection Range: 360°  
 Detection Distance: 6m max (<math>\leq 24^{\circ}\text{C}</math>)  
 Working Temperature: -20  $\rightarrow$  +40°C  
 Working Humidity: <math>\leq 93\% \text{RH}</math>  
 Power Consumption: approx 0.5W  
 Installation Height: 2.2-4m  
 Detection Moving Speed: 0.6-1.5m/s

#### FUNCTION:

- > Can identify day and night: The consumer can adjust working state in different ambient light. It can work in the daytime and at night when it is adjusted on the "sun" position (max). It can work in the ambient light less than 3LUX when it is adjusted on the "3" position (min). As for the adjustment pattern, please refer to the testing pattern.
- > Time-Delay is added continually: When it receives the second induction signals within the first induction, it will restart to time from the moment.



Good sensitivity

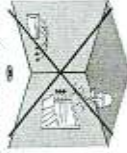
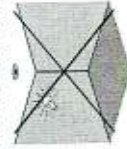


Poor sensitivity

#### INSTALLATION ADVICE:

**As the detector responds to changes in temperature, avoid the following situations:**

- > Avoid pointing the detector towards objects with highly reflective surfaces, such as mirrors etc.
- > Avoid mounting the detector near heat sources, such as heating vents, air conditioning units, light etc.
- > Avoid pointing the detector towards objects that may move in the wind, such as curtains, tall plants etc.



**CONNECTION:**



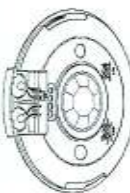
**WARNING**

**Warning. Danger of death through electric shock!**

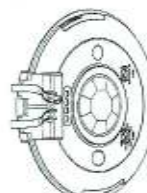
- Must be installed by professional electrician.
- Disconnect power source.
- Cover or shield any adjacent live components.
- Ensure device cannot be switched on.
- Check power supply is disconnected.

- Please move the upper cover with anti-clockwise whirl as per the diagram on the right.
- Connect the power and the load according to the connection-wire diagram.
- Fix the bottom on the selected position with the infisted screw.
- Install back the upper cover on the sensor, then you could switch on the power and test it.

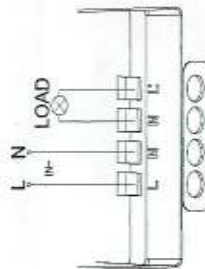
**CONNECTION-WIRE DIAGRAM** (See the right figure)



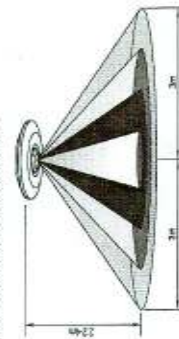
The wires come in and out from the bottom.



The wires come in and out from the side.



**SENSOR INFORMATION:**

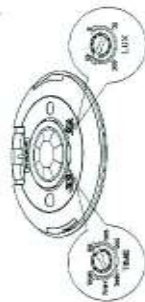


Height of installation: 2.2-4m

Detection Distance: Max.6m

**TEST:**

- Turn the TIME knob anti-clockwise on the minimum (10s). Turn the LUX knob clockwise on the maximum (sun).
- Switch on the power; the sensor and its connected lamp will have no signal at the beginning. After Warm-up 30sec, the sensor can start work. If the sensor receives the induction signal, the lamp will turn on. While there is no another induction signal any more, the load should stop working within  $10\text{sec} \pm 3\text{sec}$  and the lamp would turn off.
- Turn LUX knob anti-clockwise on the minimum (3). If the ambient light is more than 3LUX, the sensor would not work and the lamp stop working too. If the ambient light is less than 3LUX (darkness), the sensor would work. Under no induction signal condition, the sensor should stop working within  $10\text{sec} \pm 3\text{sec}$ .



**Note: when testing in daylight, please turn LUX knob to (SUN) position, otherwise the sensor lamp could not work! If the lamp is more than 60W, the distance between lamp and sensor should be 60cm at least.**

**SOME PROBLEM AND SOLVED WAY:**

- The load does not work:
  - a. Please check if the connection of power source and load is correct.
  - b. Please check if the load is good.
  - c. Please check if the settings of working light correspond to ambient light.
- The sensitivity is poor:
  - a. Please check if there is any hindrance in front of the detector to affect it to receive the signals.
  - b. Please check if the ambient temperature is too high.
  - c. Please check if the induction signal source is in the detection field.
  - d. Please check if the installation height corresponds to the height required in the instruction.
  - e. Please check if the moving orientation is correct.
- The sensor can not shut off the load automatically:
  - a. Please check if there is continual signal in the detection field.
  - b. Please check if the time delay is set to the maximum position.
  - c. Please check if the power corresponds to the instruction.



# ST06A

## Infrared Motion Sensor




1 X DETECTOR

### Instruction

#### Welcome to use ST06A Infrared motion sensor!

The product adopts good sensitivity detector and integrated circuit. It gathers automation, convenience, safety, saving-energy and practical functions. It utilizes the infrared energy from human as control-signal source and it can start the load at once when one enters detection field. It can identify day and night automatically. It is easy to install and used widely.

#### SPECIFICATION:

- Power Source: 110-130V/AC
- Power Frequency: 60Hz
- Ambient Light: <3-2000LUX (adjustable)
- Time Delay: Min. 10sec±3sec  
Max. 7min±2min
- Rated Load: Max. 800W  
200W 
- Detection Range: 360°
- Detection Distance: 3-6m (<24°C) adjustable
- Working Temperature: -20~+40°C
- Working Humidity: <93%RH
- Power Consumption: approx 0.5W
- Installation Height: 2.2-4m
- Detection Moving Speed: 0.6-1.5m/s

#### FUNCTION:

- Can identify day and night. The consumer can adjust working state in different ambient light. It can work in the daytime and at night when it is adjusted on the "sun" position (max). It can work in the ambient light less than 3LUX when it is adjusted on the "moon" position (min). As for the adjustment pattern, please refer to the testing pattern.
- SENS adjustable: It can be adjusted according to using location. The detection distance of low sensitivity could be only 3m and high sensitivity could be 6m which fits for large room.
- Time-Delay is added continually: When it receives the second induction signals within the first induction, it will restart to time from the moment.



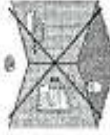
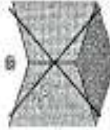
Good sensitivity



Poor sensitivity

#### INSTALLATION ADVICE:

- As the detector responds to changes in temperature, avoid the following situations:
  - Avoid pointing the detector towards objects with highly reflective surfaces, such as mirrors etc.
  - Avoid mounting the detector near heat sources, such as heating vents, air conditioning units, light etc.
  - Avoid pointing the detector towards objects that may move in the wind, such as curtains, tall plants etc.





#### CONNECTION:



#### WARNING

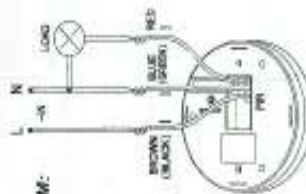
Warning. Danger of death through electric shock!

- Must be installed by professional electrician.
- Disconnect power source.
- Cover or shield any adjacent live components.
- Ensure device cannot be switched on.
- Check power supply is disconnected.

- Please move the upper cover with anti-clockwise whirl as per the diagram in the crust.
- Connecting the power and the load to sensor as per the connection-wire diagram.
- Fix the bottom on the selected position with the inflated screw.
- Install back the upper cover on the sensor and whirling clockwise the cover until the green light is barred, then you could switch on the power and test it.

#### CONNECTION-WIRE DIAGRAM:

(See the right figure)



#### TEST:

- Turn the LUX knob clockwise on the maximum (sun). Turn the TIME knob anti-clockwise on the minimum (-). Turn the SENS knob clockwise on the maximum (+).
- Switch on the power; the sensor and its connected lamp will have no signal at the beginning. After Warm-up 30sec, the sensor can start work. If the sensor receives the induction signal,



the lamp will turn on. While there is no another induction signal any more, the load should stop working within 10sec±3sec and the lamp would turn off.

- Turn LUX knob anti-clockwise on the minimum (moon). If the ambient light is more than 3LUX, the sensor would not work and the lamp stop working too. If the ambient light is less than 3LUX (darkness), the sensor would work. Under no induction signal condition, the sensor should stop working within 10sec±3sec.

**Note: when testing in daylight, please turn LUX knob to (SUN) position, otherwise the sensor lamp could not work! If the lamp is more than 60W, the distance between lamp and sensor should be 60cm at least.**

#### SOME PROBLEM AND SOLVED WAY:

- The load does not work.
  - a. Please check if the connection of power source and load is correct.
  - b. Please check if the load is good.
  - c. Please check if the settings of working light correspond to ambient light.
- The sensitivity is poor:
  - a. Please check if there is any hindrance in front of the detector to affect it to receive the signals.
  - b. Please check if the ambient temperature is too high.
  - c. Please check if the induction signal source is in the detection field.
  - d. Please check if the installation height corresponds to the height required in the instruction.
  - e. Please check if the moving orientation is correct.
- The sensor can not shut off the load automatically.
  - a. Please check if there is continual signal in the detection field.
  - b. Please check if the time delay is set to the maximum position.
  - c. Please check if the power corresponds to the instruction.

## **ANEXO 1.2.: Especificaciones técnicas de sensor de tipo pared LGS0C1.**



# LG-SO-C1

## Infrared Motion Sensor



## Instruction

### Welcome to use LG-SO-C1 infrared motion sensor!

The product adopts good sensitivity detector, integrated circuit. It gathers automation, convenient safe, saving-energy and practical functions. It utilizes the infrared energy from human as control-signal source. It can start the load at once when one enters detection field. It can identify day and night automatically. It is easy to install and used widely.



### SPECIFICATION:

Power Source: 110 -130V/AC  
Power Frequency: 60Hz  
Ambient Light: 3-2000LUX (adjustable)  
Time-Delay: min: 10secs-3sec  
max: 7min±2min  
Rated Load: Max. 800W

Detection Range: 180°  
Working Temperature: -20—+40℃  
Working Humidity: <93%RH  
Installation Height: 1.8m-2.5m  
Power Consumption: 0.45W (work)  
0.1W (static)  
Detection Motion Speed: 0.6-1.5m/s

Detection Distance: 5-12m (<24℃) (adjustable)

### FUNCTION :

- Can identify day and night: The consumer can adjust work ambient light. It can work in the daytime and at night when it is adjusted on the "sun" position (max). It can work in the ambient light less than 3LUX when it is adjusted on the "moon" position (min). As for the adjustment pattern, please refer to the testing pattern.
- SENS adjustable: It can be adjusted according to using location; low sensitivity with 5m for detection distance; high sensitivity with 12m, it fits for large room.
- Time-delay is added continually: When it receives the second induction signals after the first induction, it will compute time once more on the rest of the first time-delay basic (set time).
- Time-delay adjustment: It can be set according to the consumer's desire. The minimum time is 10secs-3sec. The maximum is 7min±2min.



Good sensitivity



Poor sensitivity

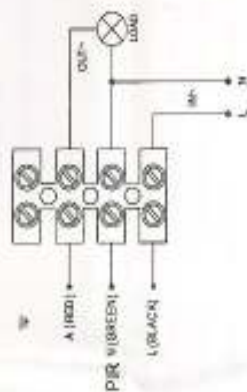
#### INSTALLATION :

- Switch off the power.
- Screw off the nail on the front cover. Open the wire holes. The power wire and the load wire are bored in the bottom.
- Fix the bottom on the selected position with the inflated screw.
- Connect the power and the load with the connection-wire column according to the connect-wire figure as following part.
- Fix the front cover of sensor, please screw the nail and switch on the power. So you can test it.



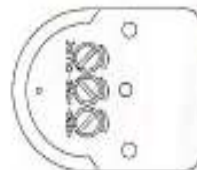
#### CONNECTION WIRE SKETCH FIGURE :

(See right figure)



#### TEST :

- Turn the SENS knob clockwise on the maximum, turn the TIME knob anti-clockwise on the minimum, turn the LUX knob clockwise on the maximum(SUN).
- When you switch on the power, the controlled load is not working. Preheat 30 seconds later, when the sensor gets the induction signal, the load will be turned on. After the load is turned off, it will be turned on again when the sensor gets induction signal within 5-15 sec.
- After the first is out, make it sense again after 5-10sec. The load should work. When there is no induction signals in the sensor, the load should be stopped working.
- Turn LUX knob anti-clockwise on the minimum. If it is adjusted in the less than 3LUX(dark), the load and sensor should not work when testing in daylight. If you cover the detection window with the opaque objects (towel etc), the load work. Under no induction signal



condition, the load should stop working within 5-15sec.

**Note:** when testing in daylight, please turn LUX knob to (SUN) position, otherwise the sensor lamp could not work!

#### NOTE :

- Should be installed by electrician or experienced person.
- Avoid installing it on the unmet object.
- There should be no hindrance and moving objects in front of the detection windows to effect detection.
- Avoid installing it near air temperature alteration zones such as air condition, central heating, etc.
- Considering your safety, please do not open the cover when you find the hitch after installation.
- If there is difference between instruction and the function the product has, please give priority to product and sorry not to inform you additionally.

#### SOME PROBLEM AND SOLVED WAY :

- The load do not work:
  - a. Please check if the connection-wiring of power and load is correct.
  - b. Please check if the load is good.
  - c. Please check if the working light sets correspond to ambient light.
- The sensitivity is poor:
  - a. Please check if there has hindered in front of the detection window to effect to receive the signal.
  - b. Please check if the ambient temperature is too high.
  - c. Please check if the induction signal source is in the detection fields.
  - d. Please check if the installation height corresponds to the height showed in the instruction.
  - e. Please check if the moving orientation is correct.
- The sensor can not shut off the load automatically:
  - a. Please check if there is continual signal in the detection field.
  - b. Please check if the time delay is the longest.
  - c. Please check if the power corresponds to the instruction.
  - d. Please check if the temperature near the sensor changes obviously, such as air condition or central heating etc.



## **ANEXO 1.3.: Especificaciones técnicas del Logo Siemens.**

## Así se distingue el tipo de LOGO!

El código de LOGO! proporciona información sobre sus características:

- 12: versión de 12 V
- 24: versión de 24 V
- 230: versión de 115...240 V
- R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor)
- C: temporizador semanal integrado
- o: variante sin pantalla ("LOGO! Pure")
- DM: módulo digital
- AM: módulo analógico
- CM: módulo de comunicación (p.ej. AS-Interface)

## Símbolos



Variante con pantalla, dispone de 8 entradas y 4 salidas.

Variante sin pantalla, dispone de 8 entradas y 4 salidas.



Módulo digital, dispone de 4 entradas digitales y 4 salidas digitales.





Módulo analógico, dispone de 2 entradas analógicas.



Módulo de comunicación (CM) con 4 entradas virtuales y 4 salidas virtuales (p.ej. AS-Interface)

## Variantes disponibles

Existen las siguientes variantes de LOGO!:

Símbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas	Características
	LOGO! 12/24RC	12/24 V CC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 relés de 10A	
	LOGO! 24	24 V c.c.	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 transistores 24V / 0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC <sup>(3)</sup>	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 230RC <sup>(2)</sup>	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V CC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 transistores 24V / 0,3A	Sin display Sin teclado Sin reloj
	LOGO! 24RCo <sup>(3)</sup>	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 230RCo <sup>(2)</sup>	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado

- (1): De ellos pueden utilizarse alternativamente:  
2 entradas analógicas (0 ... 10V) y 2 entradas rápidas.
- (2): Variantes de 230 V: entradas en dos grupos de 4.  
Dentro del grupo sólo puede haber una misma fase,  
entre grupos puede haber fases distintas.
- (3): Las entradas digitales pueden utilizarse alternativamente  
con conexión P o conexión N.

**ANEXO 1.4.: Especificaciones técnicas del Contactor  
Monofásico EATON**

**Application Description**

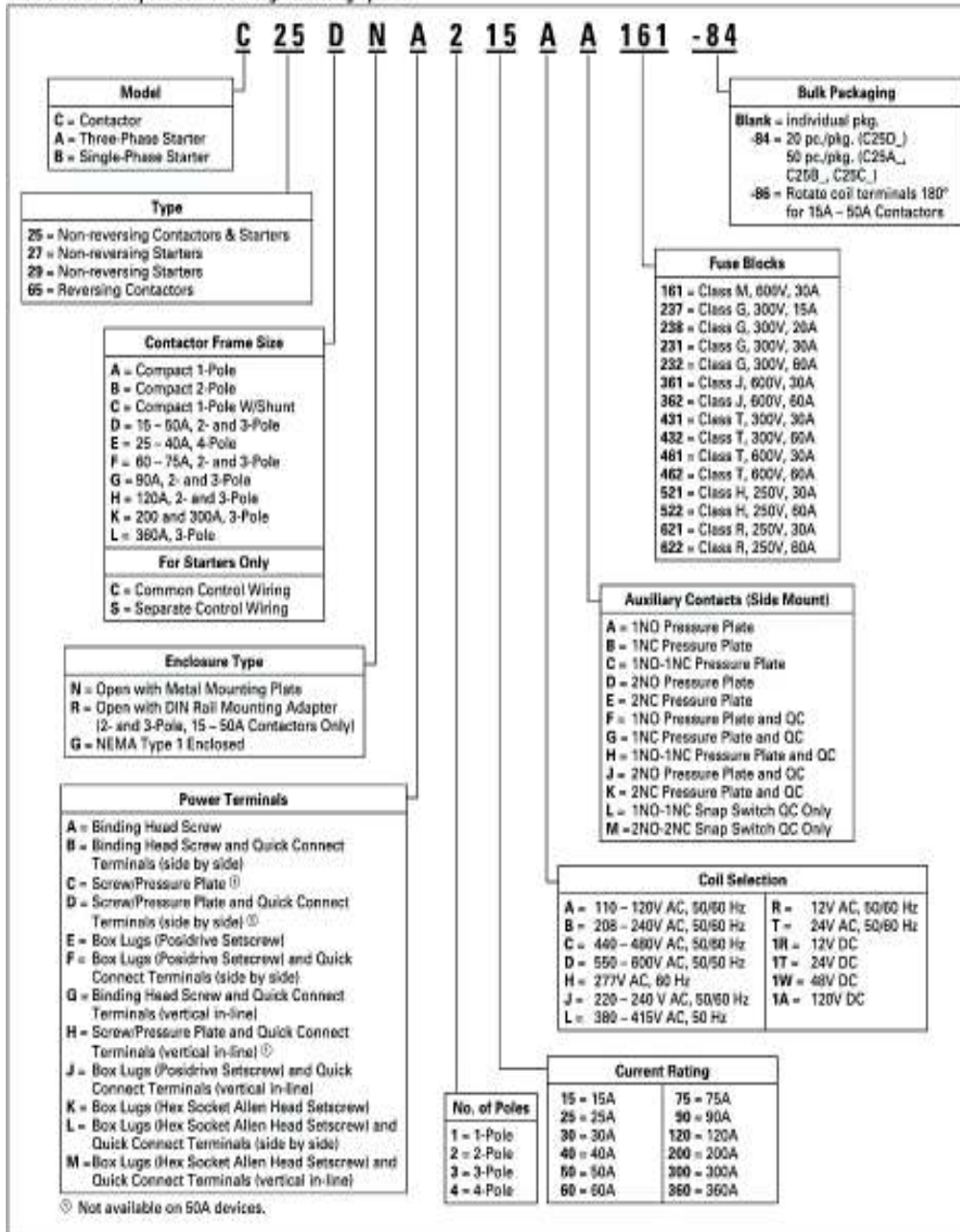
These Cutler-Hammer® ampere and horsepower rated devices from Eaton's electrical business are designed for service in applications such as Refrigeration, Air Conditioning and Resistance Heating and are manufactured to traditional Cutler-Hammer standards for quality and reliability. They are subjected to stringent quality assurance inspections and

testing procedures. The life expectancy, both electrical and mechanical, will meet or exceed industry performance requirements for Definite Purpose devices.

If more detailed technical information is required — specifications, ratings, etc. — contact your local Eaton distributor or sales office.

**Catalog Number Selection**

Table 1. Definite Purpose Control Catalog Numbering System



## 2 Definite Purpose Control Contactors

20 – 40A, Compact 1- and 2-Pole — C25

**EAT•N**

May 2007

### Contents

Description	Page
<b>Compact 1- and 2-Pole Contactors 20 – 40A</b>	
Product Description . . . . .	2
Standards and Certifications . . . . .	2
Technical Data — Specifications . . . . .	2
Options . . . . .	2
Dimensions . . . . .	3
Product Selection . . . . .	3



Compact 2-Pole

### Product Description

Cutler-Hammer® 20 – 40A, single- and double-pole, Type C25 contactors from Eaton's electrical business feature a compact, efficient design with a low VA coil and straight-through wiring. New contactor housing design effectively limits dust and other contaminants from magnet structure — reduces or eliminates noise. These economically priced, UL recognized/CSA certified, ampere rated devices are well suited for use in heating/air conditioning, refrigeration, data processing and food service applications.

### Standards and Certifications

- UL Recognized Components: UL File Number E1491, Guides NLDX2 and NLDX8
- CSA Certified Components: CSA C22.2 No. 14-05, File Number 238083 Class 3211 84
- IEC 60947-4-1
- EN 60947-4-1
- ARI 780/790 Standard
- RoHS Compliance



### Technical Data — Specifications

- Insulation Voltage: 690V
- Current Rated and hp/kW Rated
- Contacts: Double Break
- Magnet Coil: Class F, 155°C
- Contact Arc Covers are standard on all Contactors
- Standard Power Terminals —
  - 5/16" Hex Washer Head Screws
  - Quad (4) Quick Connect Terminals on all Line and Load Terminals
  - Box Lugs available as option
- Contactors are marked with Line and Load Terminal Designations
- Operating Temperature Range: -13 to 158°F (-25 to 70°C)
- Terminal Wire Range —
  - Hex Washer Head Screws: 16 – 10 AWG, 30 lb-in torque rating
  - Box Lugs: 16 – 10 AWG, 35 lb-in torque rating; 8 AWG, 40 lb-in torque rating; 6 – 4 AWG, 45 lb-in torque rating
- Mounting Position: Vertical, Horizontal or Tabletop

Table 2. Coil Characteristics

AC Coil Voltage 50/60 Hz	Max. Inrush VA	Max. Sealed VA	Max. Sealed Watts
<b>One-Pole</b>			
24	33	6	2
120	33	6	2
208/240	33	6	2
277	33	6	2
<b>Two-Pole</b>			
24	41	6.5	3
120	41	6.5	3
208/240	41	6.5	3
277	41	6.5	3
480	41	6.5	3

### Options

Table 3. Compact Options — Factory Installed

Description	*
<b>Box lugs with quick connects for 20 – 40A contactors:</b>	
1-Pole	
1-Pole with shunt	
2-Pole	
To order replace letter in the 8th position of Catalog Number with letter F. EXAMPLE: C25BNF240A	

Discount Symbol . . . . . 1CD-5C

\* Consult Sales Office for Pricing





Compact 1-Pole



Compact 1-Pole with Shunt



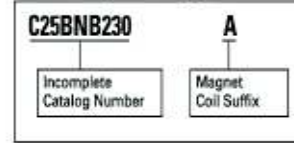
Compact 2-Pole

**Product Selection**

**When Ordering Specify**

- Catalog Number plus Magnet Coil Suffix.
- Modify Catalog Number for any options required — see factory installed Options Page 2.

**Table 4. Catalog Numbering System**



**Table 5. Compact Contactors Product Selection— Open Type**

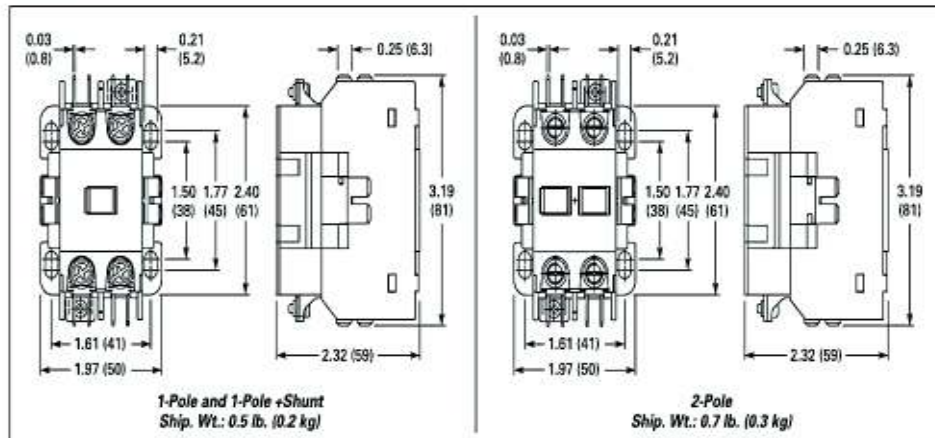
Ampere Ratings ①				Max. Motor Horsepower		Max. Motor Kilowatts		Catalog Number ②③	*
Inductive Full Load	Resistive	Locked Rotor		115V	230V	115V	230V		
		240–277V	480V	600V					
<b>Single-Pole</b>									
25	30	150	50	40	2	3	1.5	2.2	C25ANB125_
30	40	150	75	50	2	5	1.5	3.7	C25ANB130_
40	50	240	200	180	3	7-1/2	2.2	5.5	C25ANB140_
<b>Single-Pole with Shunt</b>									
25	30	150	50	40	2	3	1.5	2.2	C25CNB125_
30	40	150	75	50	2	5	1.5	3.7	C25CNB130_
40	50	240	200	180	3	7-1/2	2.2	5.5	C25CNB140_
<b>Double-Pole</b>									
20	30	120	100	80	1-1/2	3	1.1	2.2	C25BNB220_
25	35	150	125	100	2	3	1.5	2.2	C25BNB225_
30	40	150	125	100	2	5	1.5	3.7	C25BNB230_
40	50	240	200	180	3	7-1/2	2.2	5.5	C25BNB240_

- ① Rating per pole.
- ② Incomplete Catalog Number. Replace underscore ( \_ ) in Catalog Number with Coil Suffix letter from Table 6.
- ③ Bulk pack quantities are available in quantities of 50, contact local sales office.

**Table 6. Magnet Coil Selection**

AC Coil Voltage 50/60 Hz	Coil Suffix
24	T
110 – 120	A
208 – 240	B
277	H
380 – 415 (50 Hz); 440 – 480 (60 Hz)	C

**Dimensions**



**Figure 1. Compact Approximate Dimensions in Inches (mm) and Shipping Weights**

Technical Data..... Page 2  
 Options ..... Page 2  
 Discount Symbol..... 1CD-5C

\* Consult Sales Office for Pricing

## **ANEXO 1.5.: Especificaciones técnicas de la fotocelda Exceline.**





**FOTOCONTROL TEMPORIZADO  
PARA ENCENDIDO Y APAGADO  
AUTOMÁTICO DE ILUMINACIÓN  
EXTERNA** **GCF**

### ■ CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Diseño a base de relé electromagnético.
- Alta precisión, robustez y confiabilidad.
- Gran durabilidad.
- Compatible con cualquier tipo de lámparas: incandescentes, fluorescentes, metal halide o vapor de sodio.
- Contactos que soportan alto número de operaciones.
- Temporizado de dos (2) segundos de respuesta ante la luz.

### ■ MODELOS

- **GCF-I20** (Gris). (\*)
- **GCF-240** (Vino tinto). (\*)
- **GCF-MV** (Azul). (\*)

(\*) Disponibles en SPST NC/NO. Para mayor información ver la sección "Cómo ordenar" en la siguiente página.

### ■ NORMAS APLICADAS

#### Diseñado según Normas:

- UL-773 Fotocontroles para uso en áreas con iluminación.
- UL-94 Flamabilidad.
- ANSI C136, I0 - 1996 Equipos de iluminación para carreteras.
- COVENIN 2641 Interruptores fotoeléctricos para alumbrado público.
- NOM-003-SCFI-2000, Productos eléctrico-Especificaciones de seguridad.

#### Verificado según Normas:

- IEC-61000-4-2 Descargas electrostáticas.
- IEC-61000-4-3 Campos electromagnéticos radiados.
- IEC-61000-4-4 Transientes eléctricas rápidas.
- IEC-61000-4-5 Picos de alta energía.

Los dispositivos de Fotocontrol para exteriores de **Exceline PROFESIONAL** están fabricados con la más avanzada electrónica para operar en ambientes eléctricos severos con alta precisión, confiabilidad y gran durabilidad. Están diseñados para brindar el máximo desempeño en condiciones de humedad y ante elementos corrosivos. Los **GCF** brindan un alto desempeño, sin afectarse por transientes o perturbaciones electromagnéticas de la red eléctrica.

Los modelos **GCF** de **Exceline PROFESIONAL** están ensamblados sobre una base de resina termoplástica estable, robusta y duradera. Además, están encapsulados en un empaque de polipropileno con resistencia UV y cuentan con una empacadura perimetral sellada que garantiza la protección contra el agua. Para el montaje sobre receptáculo de conexión por torsión, los **GCF** disponen de clavijas niqueladas, resistentes a la corrosión, al igual que todas sus piezas metálicas.

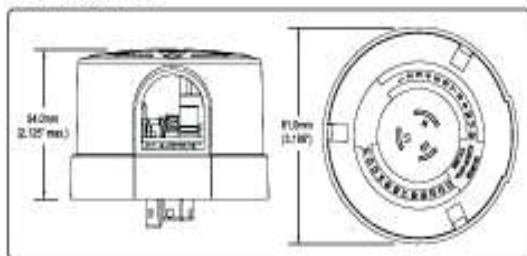
Diseñados para controlar todo tipo de luminaria y cuentan con un temporizado para evitar falsos apagados por destellos de luz.

Diseñados y verificados bajo estándares internacionales ANSI, IEC, UL y fabricados con materiales de altísima calidad, los dispositivos de Fotocontrol **Exceline PROFESIONAL** son la mejor alternativa en rendimiento y ahorro de energía para controlar la iluminación exterior.



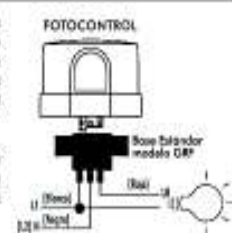
Fabricado en la República Bolivariana de Venezuela por GENTE, Generación de Tecnología, C.A., RIF: J-00223173-4 Av. El Buen Pastor cruce con calle Vargas, Edif. Alba, Piso 1, Local 1-A. Boleíta Norte, Caracas - Venezuela, Zona Postal 1070. Telf.: ++(58 212) 237.07.11 / Fax: ++(58 212) 235.24.97 E-mail: genteven@genteca.com.ve / www.genteca.com.ve

**DIMENSIONES**



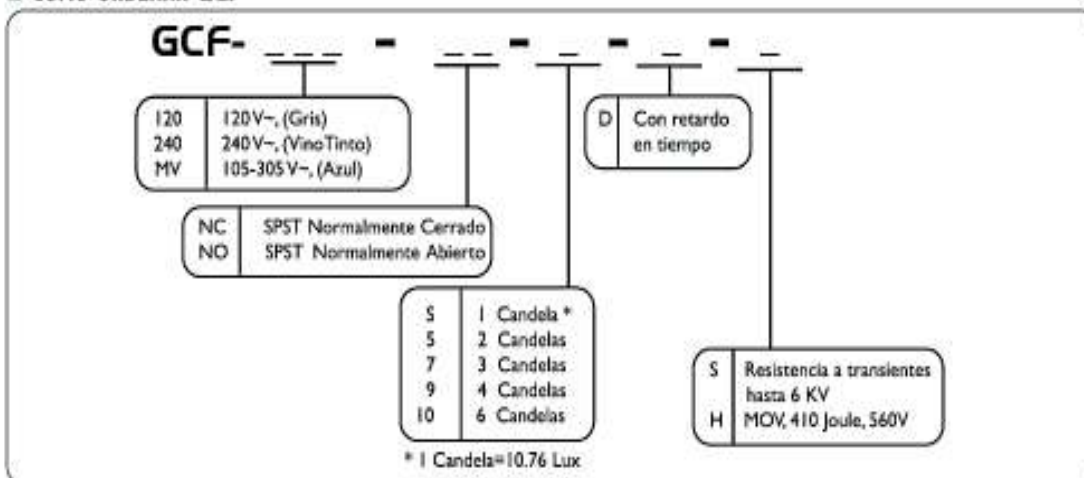
**INSTALACIÓN**

Para optimizar el funcionamiento, monte la FOTOCELDA con la ventanilla apuntando hacia el Norte como indica la flecha. Si en esta posición la FOTOCELDA es afectada por alguna luz artificial redirija el montaje.



Compruebe la correcta operación, cubriendo y descubriendo (por más de dos segundos) completamente la ventanilla, simulando luz y oscuridad.

**CÓMO ORDENAR GCF**



**GCF ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Voltaje de operación:	GCF - 120 (GRIS)	96-144V~ 50/60 Hz
	GCF - 240 (VINO TINTO)	192-288V~ 50/60 Hz
	GCF - MV (AZUL)	105-305V~ 50/60 Hz
Manejo de carga	Carga máxima, contacto SPST: 1000W/1800VA Lámparas incandescentes: hasta 1000W Lámparas de descarga de metal: hasta 1800VA	
Nivel de operación (modelo estandar)	Encendido 1fc +/- 20% Apagado 3x encendido +/- 20%	
Tiempo de vida	5000 ciclos de on/off al nivel de carga especificada	
Consumo de potencia:	GCF - 120	<1,0W @ 120V~
	GCF - 240	<1,5W @ 240V~
	GCF - MV	< 0,5W @ 120V~
		< 2,5W @ 240V~
Resistencia dieléctrica	5 KV mínimo	
Resistencia a transientes de voltaje	Modelo S 6KV Modelo H MOV 410 Joules, 560V	
Temperatura de Operación	-40 °C a + 65 °C	
Humedad	96% de humedad relativa a 55 °C	
Carcasa	Empaque de polipropileno estabilizado UV con orientación al Norte	
Tiempo de retardo a la desconexión	2 s	
Grado de protección ambiental	IP-54	
Peso	0,083 Kg (0,183 lb)	

NOTA: Las especificaciones y descripciones mostradas en este documento están sujetas a cambio sin previo aviso.



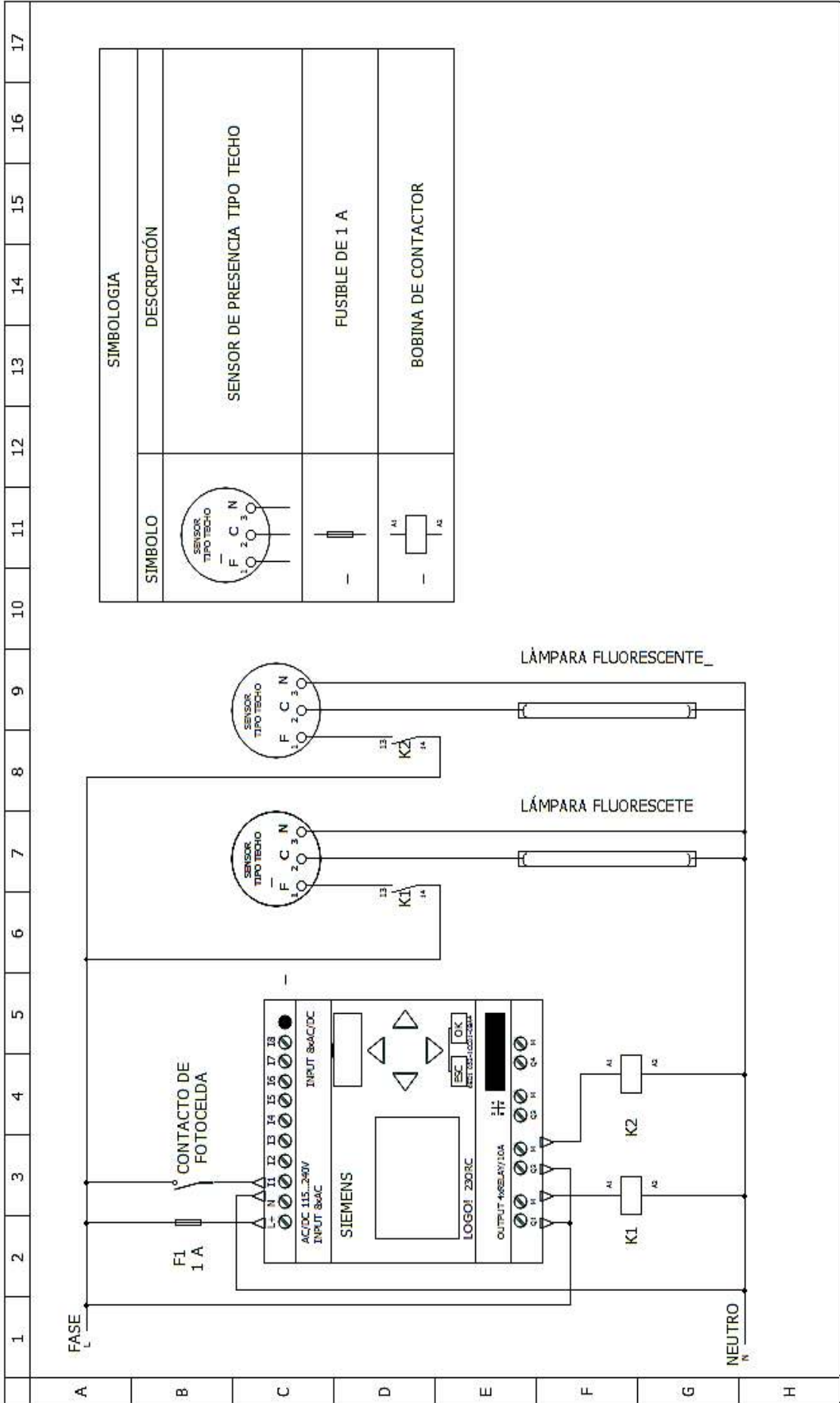
GCF-MV-01-0052-10L-S



## **ANEXO 2: Planos y Diagramas eléctricos.**

## **ANEXO 2.1.: Diagrama Unifilar.**

## **ANEXO 2.2.: Diagrama de Control.**



## **ANEXO 2.3.: Plano de distribución de circuitos y elementos eléctricos**

## **ANEXO 2.4.: Diagrama de control programado en el Logo!**



## **Anexo 3.: Plano diagrama de conexiones eléctricas**

## **ANEXO 4: Manual de usuario del sistema de iluminación**

## **Manual de usuario del sistema de iluminación de ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

En el presente manual se describe el funcionamiento del sistema automático de iluminación en los pasillos de la ESFOT, desde el punto de vista técnico indicando las condiciones necesarias para la operación del sistema.

Cabe indicar que previamente a este manual deben revisarse: LISTA DE COMPONENTES EN LA SECCIÓN A, EL PLANO ELÉCTRICO de la memoria técnica sobre este proyecto. Con el objetivo de tener una idea clara sobre los elementos que se mencionan a continuación.

### **Condiciones iniciales de operación.**

Para que el sistema automático de iluminación inicie su operación sin inconvenientes, se debe cumplir con los siguientes pre-requerimientos:

1. En el tablero de control principal se debe verificar el estado de los siguientes elementos:
  - El buen estado del fusible de protección principal del PLC LOGO! **F1**.
  - El Breaker principal de 32 amperios **Q1** del sub tablero de distribución (ACTIVADO-ON).
  - Verificar que los breakers (**B1, B2, B3, B4**) de 16 amperios (cada sección) estén activados o accionados.

Una vez revisado los literales anteriores, en el tablero de control principal se deben activar los siguientes elementos.

- El PLC LOGO! debe estar encendido.
  - Verificar que la fecha y la hora que presenta en la pantalla del PLC LOGO! sean los correctos.
  - El PLC LOGO! debe estar en modo RUN, es decir que el programa interno debe estar corriendo u operando.
2. Se podría verificar que las conexiones se encuentren en su lugar para evitar daños en la unidad o que el operador sufra una descarga eléctrica.

3. Si fuese el caso de que la unidad no opere es posible que el programa no esté corriendo, de ser así hacer correr o descargar el programa al PLC LOGO! Siemens.

### **Modo de Operación.**

A continuación, se describe el modo de operación:

### **Modo Automático.**

Este modo se activará a diario de lunes a domingos de 18:00 pm hasta 22:00 pm.

- Asegúrese que el programa dentro de PLC esté corriendo, de no ser así ejecutarlo.
- Verificar que la fecha y hora que muestra en la pantalla del PLC LOGO! sean los correctos.
- Comprobar funcionamiento comparando las horas de activación.

### **Elementos que conforman el sistema de iluminación automático.**

Dentro del tablero principal del sistema se tiene una protección principal del PLC LOGO! (fusible de 110 V - 1 A) la cual garantiza la integridad del dispositivo de control lógico. Dos contactores que poseen una bobina de 110V y se puede recalcar que todo el conjunto de elementos trabaja a 110V.

El PLC LOGO! utilizado es el 230RC dentro del cual existe una programación que en horas específicas activará los contactores, que energizan los sensores de presencia y éstos a su vez al detectar movimiento activan las luminarias por un determinado tiempo y si en ese tiempo no detectan movimiento proceden a apagar las luminarias de los pasillos de la ESFOT.

### **Recomendaciones.**

- El tablero debe permanecer siempre cerrado en condiciones normales de funcionamiento del sistema.

## SECCIÓN A: lista de elementos presentes en el tablero de control

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	FABRICANTE	TIPO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
GABINETE METALICO PESADO 300x300X150 mm	-	-		1	
CONTACTOR PRINCIPAL	K1 y K2	COTLER HAMER	-	2	CONTACTOR PRINCIPAL 32A 2, BOBINA 110V
BREAKER PRINCIPAL	Q1	SIEMENS	6ED1 052-1FB00-0BA6	1	BREAKER PRINCIPAL 125V – 32 A
BREAKERS POR SECCIONES	B	CHNT	NB1 C16	4	BREAKERS SECCIONES 125V – 16A
PLC LOGO! 230RC	N1	SIEMENS	6ED1 052-1FB00-0BA4	1	ALIMENTACION 115/240 V AC/DC, 8 ENTRADAS AC/DC, SALIDAS 4 TIPO RELE/10A.
FUSIBLES	F1	-	1 A	1	FUSIBLE 125V-1A
BORNERA PORTA FUSIBLE	F1	SASSIN	SERIE: RT18-32X	1	AWG 22-12 1 CONDUCT BORNERA DE PASO
CABLE					CABLE 16 AWG

## **ANEXO 5: Manual de Mantenimiento.**

## ***Manual de mantenimiento del sistema de iluminación de ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS***

A continuación, se describe los pasos a seguir en los distintos casos de posibles fallas en los elementos que conforman el sistema.

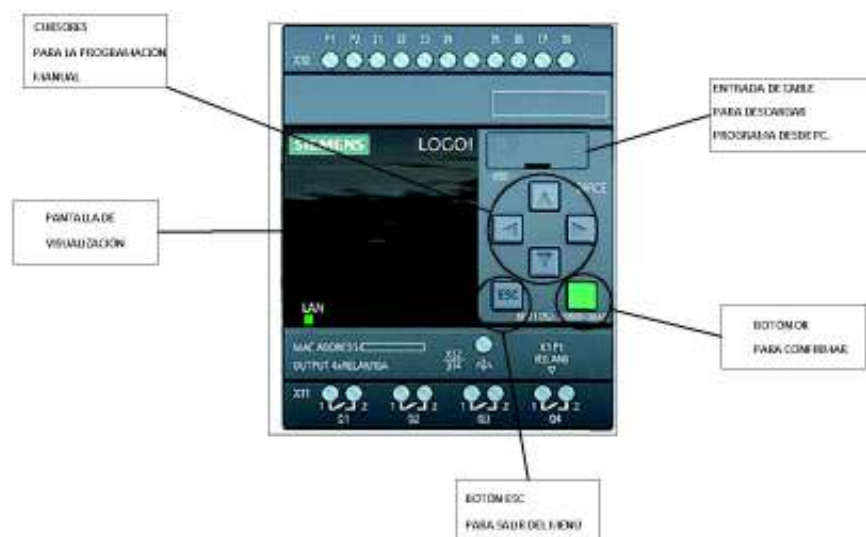
### **Fallas en el PLC LOGO!**

El sistema trabaja con un dispositivo 0BA4 (versión) en el cual la programación en cuanto se refiere a fechas con años no está disponible, por defecto nos da un rango del 2000 hasta 2099.

Con este dispositivo bastara en dar una fecha con días (lunes a domingo) para su operación de conexión y desconexión del dispositivo.

Datos Importantes:

- Si la fecha y hora no están acordes, proceder de la siguiente manera.
- Ingresar al menú del PLC presionando el botón ESC.
- Buscar Fecha y Hora por medio de los cursores arriba/abajo.
- Ingresar presionando OK.
- Proceder a configurar Fecha y Hora.
- Una vez programada la fecha y hora presionar primero OK y después ESC hasta llegar a la pantalla principal dónde se mostrará la fecha y hora configuradas por el usuario.

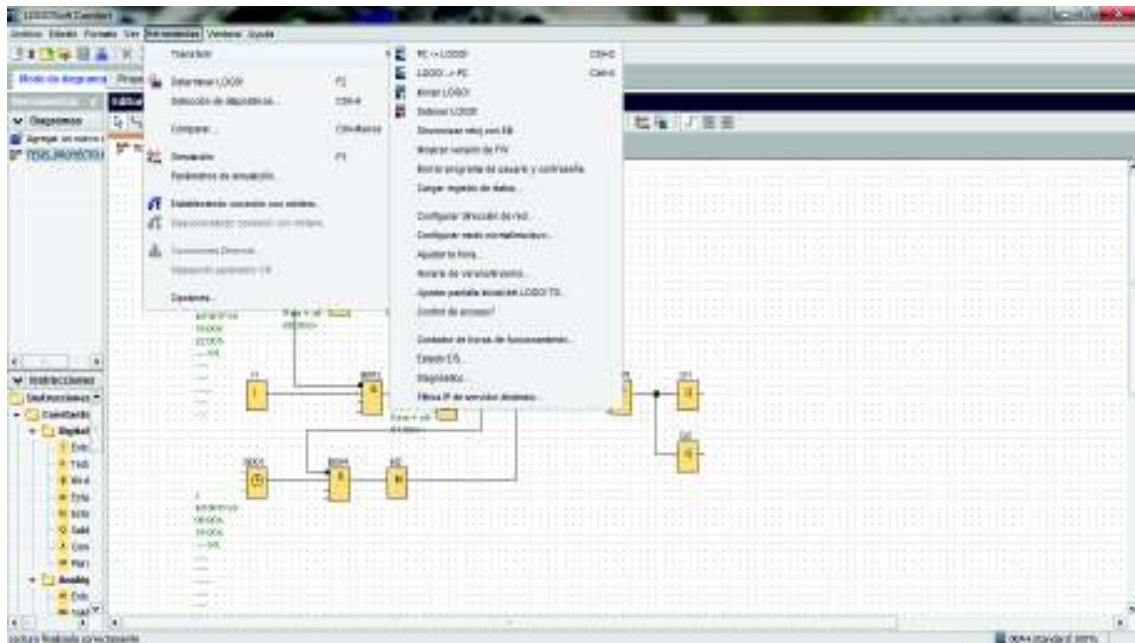


- El programador deberá darse cuenta de las características que posee el PLC a trabajar. En el caso de este proyecto se utilizó un PLC LOGO! 0BA4 modelo 230RC, al momento de trabajar con este PLC se lo puede programar con la actual o anterior versión de software para poder cargar la programación al PLC.

En el caso de que el programa no corra, se debe proceder a descargar nuevamente el programa desde la PC mediante el programa *Logo Soft!Comfort V8*, utilizando el cable de interfaz entre la PC y el PLC LOGO!.

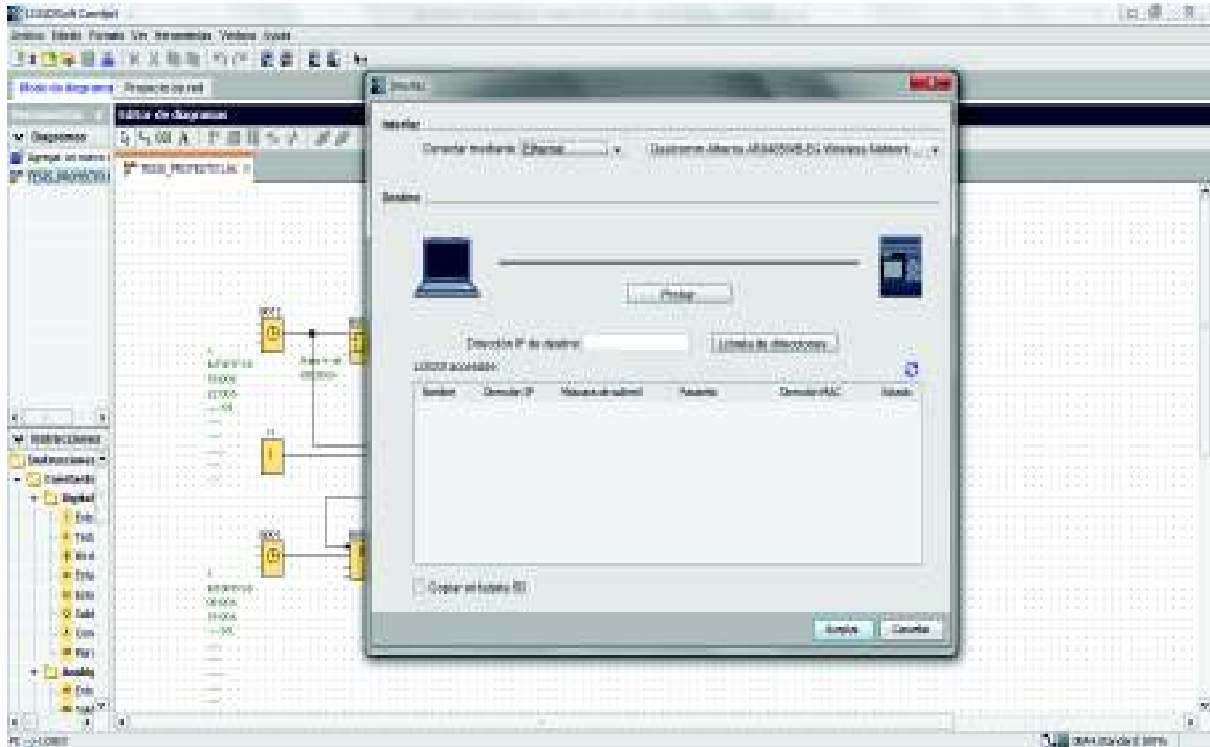
Proceder de la siguiente manera

Transferir el programa PC-LOGO!.



Verificar la correcta conexión del cable de interfaz de modo que sea reconocido en la PC.





Se puede probar la conexión, dando clic en la opción PROBAR.

Si se establece conexión entre los dos dispositivos, proceder a descargar el programa y dar clic en la opción MODO RUN.

El sistema está listo para su funcionamiento.

### **Fusible de protección del PLC LOGO!**

El fusible sirve de protección contra sobre-corrientes que pueden llegar afectar el dispositivo de control (PLC LOGO!), de no activarse el sistema o de encenderse el LOGO!, verificar el fusible, si se encuentra quemado proceder a cambiarlo por otro del mismo valor de corriente.

### **Sensores.**

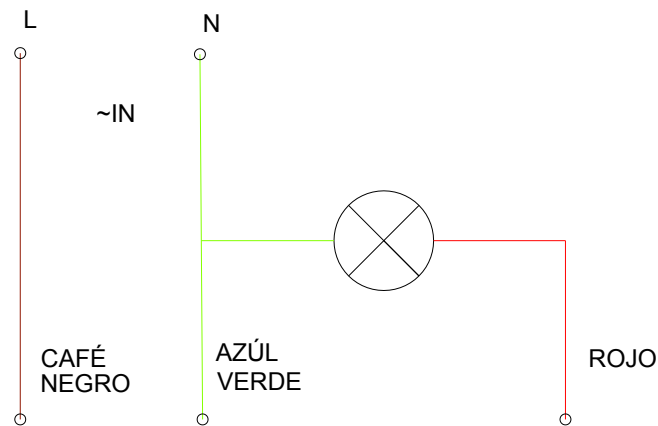
En el sistema de iluminación implementado existen dos tipos de sensores de presencia de 360° de detección, de 3-6 metros de alcance.

Cada sensor está calibrado para encender las luminarias de entre 2 a 3 minutos.

En el caso de no activarse pueden existir varias causas descritas a continuación:

- **Descalibración:** cada sensor posee perillas de regulación de sensibilidad de distancia (2 a 8mts.), regulación del intervalo de tiempo (5s. a 8 minutos) y regulación de Lux (de 3 a 20000 Lux). Para lo cual se debe verificar que la perilla de Lux sobrepase la mitad de su regulación.
- **Sensor quemado:** en este caso se debe proceder a cambiar el sensor con otro nuevo. Cada sensor posee tres cables, uno para fase (cable color negro o café), neutro (cable color verde o azul) y el control de encendido (cable color rojo).

Para realizar el cambio se debe proceder a desconectar el sensor antiguo identificando cada cable conectado al sensor, en el caso de ser del mismo tipo facilitara el montaje ya que este debe ser conectado de la misma manera.



**Fig. Colores de cables de conexión en un sensor de movimiento.**

Nota: Este manual posee un plano de las conexiones de todos los sensores de movimiento en cada sección y las lámparas que estos controlan.

### **Breakers.**

En el caso de que una sección no se active, se puede relacionar directamente con el breaker de protección de dicha sección (16 A), verificar si esta accionado y de no hacerlo se recomienda cambiarlo por otro del mismo valor de capacidad de corriente.

### **Contactores.**

Estos dispositivos están diseñados para soportar corrientes elevadas y que cumplen con un cierto número de accionamientos, mismos que producen desgaste en sus contactos. El daño más notable en estos elementos es el ruido exagerado que puede llegar a producir su bobina interna, del ser el caso prever el cambio por otro de las mismas características.

Otro de los daños es la quema de la bobina interna, en este caso se debe cambiar

enseguida por otro nuevo.

### **Fotocélula.**

Este dispositivo es el que actúa en eventos fuera de los programados, la quema de este elemento conlleva a que el sistema de iluminación no se active en horas en las que el LOGO! no fue programado. Este dispositivo cumple la función de activar el sistema en caso de intentos de robo o cuando los días estén nublados.

En el caso de tener inconvenientes con este elemento, se debe reemplazar únicamente la fotocélula es decir, la base debe quedar en el mismo lugar ya que ésta contiene los cables de alimentación y control.