



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Tesis previa a la obtención del Título de

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO DIDÁCTICO  
PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE  
INSTALACIONES CIVILES”.**

**AUTORES:**

CARLOS ISRAEL CHIPANTIZA SUDARIO

ALBERTO LEONARDO ALARCÓN ALVIA

**DIRECTOR:**

ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ MSC.

**Guayaquil – Ecuador**

**Mayo de 2015**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Alberto Leonardo Alarcón Alvia y Carlos Israel Chipantiza Sudario, 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 correspondiente a este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, Marzo, 2015

---

Alberto Alarcón Alvia

---

Carlos Chipantiza Sudario

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado primordialmente a DIOS, que con su bendición y ayuda me permitió desarrollarlo y culminarlo con éxito.

A mi querida madre Fanny Sudario, mujer virtuosa que con amor, paciencia y desvelos, ha estado siempre inculcando las enseñanzas de DIOS en Su Palabra (La Biblia), para el bien de uno en todas las áreas de la vida.

A mi Padre, mi hermano, mis hermanas, tías y primos gracias por ser de bendición y tenerlos a mi lado, siendo de ayuda también, para la terminación del trabajo.

---

Carlos Israel Chipantiza Sudario

## **DEDICATORIA**

Agradezco a JEHOVÁ DIOS por permitirme concluir esta carrera profesional con mucha sabiduría y bendición, por poner el sentir de ayudarme a través de mis padres a cumplir este logro en mi vida profesional, a mi abuela, padres que siempre estuvieron motivándome económica y moralmente cada vez que se tornaban difíciles las cosas.

A todos ellos, ¡MUCHÍSIMAS GRACIAS!

---

Alberto Leonardo Alarcón Alvia

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento principal es a DIOS TOPODEROSO, que en todo momento estuvo presente y nunca nos abandonó, siempre nos dio la salida y la solución para cada dificultad u obstáculo que se presentó, a nuestra familia que contribuyo grandemente para esta meta.

Asimismo agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarnos sus conocimientos académicos y profesionales a través de los Profesores Ingenieros, a nuestro Director de Carrera y Director de Tesis que nos brindaron su ayuda y consejos para el progreso del proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| Carátula.....                                                            | I    |
| Declaratoria De Responsabilidad.....                                     | II   |
| Dedicatoria.....                                                         | III  |
| Dedicatoria.....                                                         | IV   |
| Agradecimientos .....                                                    | V    |
| Índice General.....                                                      | VI   |
| Índice De Figuras.....                                                   | IX   |
| Índice De Tablas .....                                                   | XII  |
| Resumen.....                                                             | XIII |
| Abstract.....                                                            | XV   |
| Introducción .....                                                       | 1    |
| <b>Capítulo 1</b> .....                                                  | 2    |
| 1. El Problema.....                                                      | 2    |
| 1.1 Planteamiento Del Problema.....                                      | 2    |
| 1.2 Delimitación Del Problema.....                                       | 2    |
| 1.3 Objetivos .....                                                      | 2    |
| 1.3.1 Objetivo General .....                                             | 2    |
| 1.3.2 Objetivos Específicos.....                                         | 3    |
| 1.4 Justificación .....                                                  | 3    |
| 1.5 Hipótesis .....                                                      | 3    |
| 1.6 Variables E Indicadores .....                                        | 4    |
| 1.7 Metodología .....                                                    | 4    |
| 1.7.1 Método .....                                                       | 4    |
| 1.7.2 Técnicas .....                                                     | 4    |
| 1.7.3 Instrumentos De Investigación Y Recolección De Datos .....         | 5    |
| 1.8 Población Y Muestra.....                                             | 5    |
| 1.9 Descripción De La Propuesta.....                                     | 6    |
| 1.9.1 Beneficiarios .....                                                | 6    |
| 1.9.2 Impacto .....                                                      | 6    |
| <b>Capítulo 2</b> .....                                                  | 7    |
| 2. Marco Teórico.....                                                    | 7    |
| 2.1 Conceptos Básicos De Electricidad Para Instalaciones Eléctricas..... | 7    |
| 2.1.1 Partes De Un Circuito Eléctrico.....                               | 7    |
| 2.1.2 Circuitos En Conexión Serie.....                                   | 9    |

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.3 Circuitos En Conexión Paralelo.....                                                                   | 9         |
| 2.1.4 Circuitos En Conexión Serie-Paralelo .....                                                            | 10        |
| 2.2 Elementos Y Dispositivos En Las Instalaciones Eléctricas .....                                          | 11        |
| 2.2.1 Lámpara Incandescente:.....                                                                           | 11        |
| 2.2.2 Lámpara Fluorescente:.....                                                                            | 11        |
| 2.2.3 Interruptores Automáticos: .....                                                                      | 14        |
| 2.2.4 Interruptor, Conmutador Y Pulsador: .....                                                             | 15        |
| 2.3 Sistema De Medición.....                                                                                | 20        |
| 2.3.1 Medidor Electrodinámico Con Integrador Mecánico .....                                                 | 20        |
| 2.3.2 Medidor De Impulsos Con Integrador Electrónico.....                                                   | 21        |
| 2.3.3 Características Principales .....                                                                     | 21        |
| 2.3.4 Tipos De Medición En Baja Tensión Con Respecto El Servicio Local.....                                 | 22        |
| 2.3.5 Tipos De Contadores De Energía Activa.....                                                            | 23        |
| 2.4 Acometida Eléctrica.....                                                                                | 25        |
| 2.5 Borneras Y Plugs Bananas.....                                                                           | 27        |
| <b>Capítulo 3.....</b>                                                                                      | <b>34</b> |
| 3. Diseño E Implementación Del Módulo Didáctico .....                                                       | 34        |
| 3.1 Módulo Didáctico .....                                                                                  | 34        |
| 3.2 Clase De Servicio.....                                                                                  | 35        |
| 3.3 Selección Del Contador Eléctrico .....                                                                  | 36        |
| 3.4 Selección Del Panel De Distribución Y Disyuntores De Protección.....                                    | 37        |
| 3.5 Interruptores.....                                                                                      | 39        |
| 3.5.1 Selección De Interruptor Simple.....                                                                  | 39        |
| 3.5.2 Selección De Interruptor Doble .....                                                                  | 40        |
| 3.5.3 Selección De Interruptor Triple .....                                                                 | 40        |
| 3.5.4 Selección De Interruptor Conmutador De 3 Vías .....                                                   | 41        |
| 3.5.5 Selección De Interruptor Conmutador De 4 Vías .....                                                   | 41        |
| <b>Capítulo 4.....</b>                                                                                      | <b>43</b> |
| 4. Implementación De Prácticas.....                                                                         | 43        |
| 4.1 Conexión De Tres Lámparas Fluorescentes Accionadas Por Un Interruptor Triple.....                       | 43        |
| 4.2 Conexión De Cinco Lámparas En Cascada .....                                                             | 51        |
| 4.3 Instalación De Cuatro Tomacorrientes Polarizados A 120vac Y Dos Tomacorrientes A 240vac.....            | 58        |
| 4.4 Conexión De Una Luminaria Conmutada Desde Dos Puntos Y Otra Luminaria Conmutada Desde Tres Puntos. .... | 65        |

|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.5 Conexión De Dos Luminarias En Serie Conmutadas Desde Tres Puntos Con Otras Dos Luminarias En Paralelo Conmutadas Desde Cuatro Puntos. ....    | 73  |
| 4.6 Conexión De Una Luminaria Accionada Por Un Sensor De Proximidad Y El Mando De Tres Luminarias Por Medio De Interruptores Doble Y Simple. .... | 81  |
| Conclusiones .....                                                                                                                                | 88  |
| Recomendaciones .....                                                                                                                             | 89  |
| Cronograma.....                                                                                                                                   | 90  |
| Presupuesto .....                                                                                                                                 | 91  |
| Anexos .....                                                                                                                                      | 93  |
| Anexo 1. Tablero Didáctico En Construcción .....                                                                                                  | 94  |
| Anexo 2. Construcción De Láminas Eléctricas. ....                                                                                                 | 95  |
| Anexo 3. Tabla De Intensidad Máxima Para Conductores.....                                                                                         | 96  |
| Diseños Eléctricos.....                                                                                                                           | 97  |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Interruptor Simple .....                                                                                             | 98  |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Interruptor Doble .....                                                                                              | 99  |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Interruptor Triple .....                                                                                             | 100 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Conmutador De 3 Vías .....                                                                                           | 101 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Conmutador De 4 Vías .....                                                                                           | 102 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Luminaria .....                                                                                                      | 103 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Luminarias.....                                                                                                      | 104 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Tomacorriente Polarizado 120vac .....                                                                                | 105 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Tomacorriente 240vac .....                                                                                           | 106 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Sensor De Movimiento.....                                                                                            | 107 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Panel De Distribución.....                                                                                           | 108 |
| Diseño Eléctrico – Lámina De Lámpara Fluorescente .....                                                                                           | 109 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.-</b> Diagrama elemental.....                                   | 8  |
| <b>Figura 2:</b> Circuito en serie.....                                     | 9  |
| <b>Figura 3:</b> Circuito en paralelo.....                                  | 10 |
| <b>Figura 4:</b> Circuito en conexión serie-paralelo.....                   | 10 |
| <b>Figura 5:</b> Luminaria incandescente.....                               | 11 |
| <b>Figura 6:</b> Tubo fluorescente.....                                     | 12 |
| <b>Figura 7:</b> Balastro para tubos fluorescentes.....                     | 14 |
| <b>Figura 8:</b> Disyuntor.....                                             | 15 |
| <b>Figura 9:</b> Simbología de interruptor sencillo.....                    | 16 |
| <b>Figura 10:</b> Interruptor sencillo.....                                 | 16 |
| <b>Figura 11:</b> Simbología de interruptor doble.....                      | 17 |
| <b>Figura 12:</b> Interruptor doble.....                                    | 17 |
| <b>Figura 13:</b> Simbología de interruptor triple.....                     | 18 |
| <b>Figura 14:</b> Interruptor triple.....                                   | 18 |
| <b>Figura 15:</b> Conmutador de 3 vías.....                                 | 19 |
| <b>Figura 16:</b> Diagrama del uso de los conmutadores.....                 | 20 |
| <b>Figura 17:</b> Medidor de energía eléctrica de disco.....                | 21 |
| <b>Figura 18:</b> Medidor monofásico.....                                   | 22 |
| <b>Figura 19:</b> Conexiones del medidor monofásico.....                    | 24 |
| <b>Figura 20:</b> Tipo de contadores de acuerdo al servicio eléctrico.....  | 24 |
| <b>Figura 21:</b> Acometida eléctrica de tres hilos.....                    | 26 |
| <b>Figura 22:</b> Instalación de Acometida Eléctrica de energía.....        | 27 |
| <b>Figura 23:</b> Borneras de conexión.....                                 | 27 |
| <b>Figura 24:</b> Cables con plugs macho bananas.....                       | 28 |
| <b>Figura 25:</b> Módulo didáctico, con láminas didácticas desmontadas..... | 34 |
| <b>Figura 26:</b> El Alucobond.....                                         | 35 |
| <b>Figura 27:</b> Vista lateral del Contador de Energía.....                | 37 |
| <b>Figura 28:</b> Vista del Panel de Distribución.....                      | 37 |
| <b>Figura 29:</b> Disyuntor THQP General Electric empleado.....             | 38 |
| <b>Figura 30:</b> Interruptor Simple 10A, 127V/250~.....                    | 39 |
| <b>Figura 31:</b> Interruptor Doble 10A, 127V/250~.....                     | 40 |

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 32:</b> Interruptor Triple 10A, 127V/250~ .....                                                                                    | 40 |
| <b>Figura 33:</b> Interruptor Conmutador de 3 vías 10A, 127V/250~ .....                                                                      | 41 |
| <b>Figura 34:</b> Interruptor Conmutador de 4 vías 16A, 60 Hz, 127V/250/275~ .....                                                           | 42 |
| <b>Figura 35:</b> Vista posterior del Interruptor Conmutador de 4 vías.....                                                                  | 42 |
| <b>Figura 36:</b> Diagrama funcional del circuito.....                                                                                       | 43 |
| <b>Figura 37:</b> Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas....                                                     | 44 |
| <b>Figura 38:</b> Imagen de lámina de Interruptor Triple.....                                                                                | 45 |
| <b>Figura 39:</b> Imagen de una de las Láminas de Lámpara Fluorescente.....                                                                  | 46 |
| <b>Figura 40:</b> Imagen donde se muestra realizada las conexiones de la práctica.....                                                       | 48 |
| <b>Figura 41:</b> Imagen donde se muestra energizado el circuito.....                                                                        | 49 |
| <b>Figura 42:</b> Diagrama Funcional del circuito de cascada.....                                                                            | 51 |
| <b>Figura 43:</b> Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas.....                                                    | 52 |
| <b>Figura 44:</b> Imagen de lámina de Interruptor Simple.....                                                                                | 53 |
| <b>Figura 45:</b> Conmutador de 3 vías.....                                                                                                  | 53 |
| <b>Figura 46:</b> Imagen de las láminas Luminarias.....                                                                                      | 54 |
| <b>Figura 47:</b> imagen donde se muestra la conexión del circuito de las cinco lámparas en cascada.....                                     | 55 |
| <b>Figura 48:</b> Imagen donde se muestra funcionamiento del circuito, encendido de la luminaria 1.....                                      | 56 |
| <b>Figura 49:</b> Diagrama Funcional de conexión de tomacorrientes de 120VAC y de 240VAC.....                                                | 58 |
| <b>Figura 50:</b> Imagen donde se muestra la colocación de las láminas didácticas en la estructura metálica.....                             | 59 |
| <b>Figura 51:</b> Imagen de lámina de Tomacorriente Polarizado 120VAC.....                                                                   | 60 |
| <b>Figura 52:</b> Imagen de lámina de Tomacorriente 240VAC.....                                                                              | 60 |
| <b>Figura 53:</b> Imagen donde se muestra las conexiones de las clases de tomacorrientes, unos alimentados con 120AC y otros con 240VAC..... | 62 |
| <b>Figura 54:</b> Imagen donde se muestra los valores, en voltios, reflejados en los dos tipos de tomacorrientes.....                        | 63 |
| <b>Figura 55:</b> Esquema Funcional de dos circuitos de conmutación.....                                                                     | 65 |
| <b>Figura 56:</b> Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas.....                                                    | 66 |
| <b>Figura 57:</b> Conmutador de 3 vías.....                                                                                                  | 67 |
| <b>Figura 58:</b> Conmutador de 4 vías.....                                                                                                  | 67 |

|                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 59:</b> Imagen de la lámina luminaria.....                                                                                                                                                      | 68 |
| <b>Figura 60:</b> Imagen donde se muestra las conexiones de los circuitos de conmutación de dos y tres puntos distintos.....                                                                              | 69 |
| <b>Figura 61:</b> Imagen donde se muestra el funcionamiento de los circuitos de conmutación desde dos y tres puntos distintos.....                                                                        | 70 |
| <b>Figura 62:</b> Esquema Funcional de dos circuitos de conmutación desde tres y cuatro puntos distintos, con luminarias en serie y en paralelo.....                                                      | 73 |
| <b>Figura 63:</b> Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas para la práctica de conmutación de luminarias desde tres y cuatro puntos distintos.....                              | 74 |
| <b>Figura 64:</b> Conmutador de 3 vías.....                                                                                                                                                               | 75 |
| <b>Figura 65:</b> Conmutador de 4 vías.....                                                                                                                                                               | 75 |
| <b>Figura 66:</b> Imagen de la lámina de luminarias.....                                                                                                                                                  | 76 |
| <b>Figura 67:</b> Imagen donde se muestra las conexiones de los circuitos de conmutación de tres y cuatro puntos distintos, con luminarias en serie y en paralelo.....                                    | 78 |
| <b>Figura 68:</b> Imagen donde se muestra el funcionamiento de los circuitos de conmutación desde tres y cuatro puntos distintos.....                                                                     | 79 |
| <b>Figura 69:</b> Esquema Funcional de la conexión de una luminaria accionada por un sensor de movimiento, de dos luminarias controladas por un interruptor doble y la conexión del circuito básico ..... | 81 |
| <b>Figura 70:</b> Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas, en la práctica, evitando el uso innecesario de cables de conexión.....                                              | 82 |
| <b>Figura 71:</b> Imagen de la lámina de Interruptor Doble.....                                                                                                                                           | 83 |
| <b>Figura 72:</b> Imagen de lámina de Sensor de Movimiento.....                                                                                                                                           | 83 |
| <b>Figura 73:</b> Imagen donde se muestra las conexiones de la práctica, antes de energizar el circuito.....                                                                                              | 85 |
| <b>Figura 74:</b> En la imagen se aprecia la activación de cada una de las luminarias que forman parte de los tres circuitos de la práctica 6.....                                                        | 86 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.-</b> Sumatoria global en watts de una residencia.....                                          | 29 |
| <b>Tabla 2.-</b> Selección de un contador según los watts.....                                             | 30 |
| <b>Tabla 3.-</b> Ampacidad de conductor.....                                                               | 31 |
| <b>Tabla 4.-</b> Cargas de los electrodomésticos residenciales más comunes.....                            | 32 |
| <b>Tabla 5.-</b> Contadores y sus conexiones internas de acuerdo a la carga.....                           | 32 |
| <b>Tabla 6.-</b> Calibre de conductor para la acometida según el vatiaje obtenido en cálculos.....         | 33 |
| <b>Tabla 7.-</b> Selección del conductor según amperaje y material químico por el cual está compuesto..... | 33 |
| <b>Tabla 8.-</b> Alimentación del módulo didáctico.....                                                    | 36 |
| <b>Tabla 9.-</b> Niveles de tensión.....                                                                   | 36 |
| <b>Tabla 10.-</b> Disyuntores utilizados.....                                                              | 38 |
| <b>Tabla 11.-</b> Valores prácticos.....                                                                   | 50 |
| <b>Tabla 12.-</b> Valores prácticos.....                                                                   | 57 |
| <b>Tabla 13.-</b> Valores prácticos.....                                                                   | 72 |
| <b>Tabla 14.-</b> Valores prácticos.....                                                                   | 80 |
| <b>Tabla 15.-</b> Valores prácticos.....                                                                   | 87 |

## RESUMEN

| AÑO  | ALUMNOS                                                                                      | DIRECTOR DE TESIS               | TEMA TESIS                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2015 | CHIPANTIZA<br>SUDARIO,<br>CARLOS<br>ISRAEL<br><br>ALARCÓN<br>ALVIA,<br>ALEJANDRO<br>LEONARDO | ING.<br>JUAN CARLOS<br>GONZÁLEZ | DISEÑO E<br>IMPLEMENTACIÓN DE<br>MÓDULO DIDÁCTICO PARA<br>EL DESARROLLO DE<br>PRÁCTICAS DE<br>INSTALACIONES CIVILES |

El presente trabajo de tesis de grado, consistió en diseñar e implementar un módulo didáctico para la realización de prácticas de Instalaciones Civiles a baja tensión, basándose en aplicaciones específicas de control e iluminación.

El módulo didáctico consta de un mueble o estructura metal-mecánica con garruchas (ruedas) para su desplazamiento, y cincuenta y cuatro láminas portátiles de varios formatos de medidas. Se realizaron seis prácticas didácticas tomadas de clases dictadas por antiguos docentes, durante el periodo de estudiante.

La primera práctica consiste en un circuito de tres lámparas fluorescentes gobernado por medio de un interruptor triple. Reconocer las borneras del Interruptor triple, y conocer los elementos que componen la lámpara fluorescente y su conexión interna son los puntos claves que se tratan.

La segunda práctica trata de un circuito en cascada utilizando cinco luminarias incandescentes. Se explica en qué lugares se emplean y su forma de conexión.

En la práctica tres se realiza la conexión de los tomacorrientes polarizados a 120VAC y de los tomacorrientes a 240VAC.

La práctica cuatro se componen de dos circuitos, un circuito con una luminaria conmutada desde dos puntos y un segundo circuito con una luminaria conmutada

desde tres puntos. Se enseña en qué lugares es utilizado estos tipos de circuitos y la manera correcta de instalar.

La práctica cinco se explica los circuitos en conexión en serie y en paralelo de las cargas, que diferencias y ventajas presentan.

La sexta práctica se explica la instalación y funcionamiento del sensor de movimiento, del circuito básico eléctrico y el empleo del interruptor doble.

Al proyecto lo complementa un análisis desarrollado con experimentos y pruebas in situ, que crean un sistema didáctico de prácticas para el estudiante de la materia de Instalaciones civiles.

**PALABRAS CLAVE:**

Contador de energía, voltaje, corriente, potencia, iluminación, tomacorrientes.

## ABSTRACT

| YEAR | STUDENTS                                                                                     | THESIS DIRECTOR                      | THESIS TOPIC                                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2015 | CHIPANTIZA<br>SUDARIO,<br>CARLOS<br>ISRAEL<br><br>ALARCÓN<br>ALVIA,<br>ALEJANDRO<br>LEONARDO | ING.<br>JUAN CARLOS<br>GONZÁLEZ MSC. | DISEÑO E<br>IMPLEMENTACIÓN DE<br>MÓDULO DIDÁCTICO<br>PARA EL DESARROLLO DE<br>PRÁCTICAS DE<br>INSTALACIONES CIVILES |

The present work of thesis has been to design and implement a training module for the experiments on Civil low voltage installations, based on specific applications and lighting control.

The training module consists of a cabinet or metal-mechanical structure with pulleys (wheel) for movement, and fifty-four sheets of various formats laptops measures. Six teaching practices from classes taught by former teachers, during the student performed.

The first practical circuit consists of a three fluorescent lamps governed by a triple switch. Recognize the triple switch terminal blocks, and know the elements of the fluorescent lamp and internal connection are the key points discussed.

The second practice is a cascade circuit using five incandescent lamps. It explains how sites are used and how they connect. In practice three connecting polarized outlets at 120VAC and 240VAC outlets to be performed.

Four practice composed of two circuits, a circuit with a luminaire switched from two points and a second circuit with a luminaire switched from three points. Taught in what locations is used these types of circuits and the correct way to install.

The practice five circuits connected in series and parallel loads that have differences

and advantages explained.

The sixth practice installation and operation of the motion sensor, the electric basic circuit and the use of the double switch is explained.

The project is complemented with an analysis developed in situ experiments and tests, creating a system of practical training for students of the area of civil installations.

**KEYWORDS:**

Energy meter, voltage, current, power, lighting, outlets.



## **INTRODUCCIÓN**

En este proyecto de tesis se describe el diseño de implementación de un módulo didáctico para prácticas de Instalación Eléctricas a baja tensión

El módulo didáctico ha sido realizado para los estudiantes que cursan la materia de Instalaciones Civiles en las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica. Las prácticas propuestas son: Circuitos de Conmutación de dos, tres y cuatro puntos para luminarias, conexiones de tomacorriente polarizados y especiales, conexiones de lámparas fluorescentes y luminarias donde se explican su diseño, funcionamiento y los lugares donde son instalados.

En el capítulo 1, relata claramente la temática, justificación, delimitación, variables, objetivos a futuro que brinda el proyecto mediante un estudio previo realizado por los autores.

En el capítulo 2, se explican los conceptos básicos de electricidad, dispositivos, elementos eléctricos empleados, tablas y figuras para un mejor entendimiento del proyecto.

La composición física, dimensiones y estructura del módulo y las láminas a utilizarse, las etapas de construcción de cada bloque del mismo, se detallan en el capítulo 3.

Por último, el desarrollo de cada una de las prácticas, las tablas con la comparación de cálculos teóricos, prácticos, los esquemas funcionales de cada práctica, funcionamiento, configuración y conexión de cada dispositivo eléctrico lo encontraremos en el capítulo 4.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. El Problema**

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

Dada la necesidad de contar con un innovador banco de trabajo para el desarrollo de prácticas de instalaciones civiles y en aporte a la adecuada formación académica de los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA en la materia de Instalaciones Civiles.

El Diseño e Implementación del módulo didáctico se proyecta para atender la demanda de estudiantes en esta importante asignatura.

#### **1.2 Delimitación del Problema**

**Espacial.-** Este proyecto de grado se llevó a cabo en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

**Temporal.-** Para desarrollar este trabajo de tesis se tomaron 6 meses a partir de su aprobación.

**Académica.-** al diseñar e implementar este proyecto se puso en práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Electrotecnia 1, Física, Medidas Eléctricas e Iluminación, durante el periodo de estudiante en la Universidad Politécnica Salesiana.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un módulo didáctico para utilizar en el Laboratorio de Instalaciones Civiles de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar de manera práctica los conocimientos de los estudiantes en la materia de Instalaciones Civiles.
- Diseñar la estructura metal mecánica del módulo didáctico de acuerdo al dimensionamiento de cada uno de los elementos a instalar.
- Instalar, conectar los equipos y materiales eléctricos a las láminas didácticas dimensionadas.
- Realizar pruebas de funcionamiento de las prácticas propuestas.
- Elaborar un manual didáctico de las prácticas propuestas (Diagramas y cálculos).

### **1.4 Justificación**

El análisis y construcción del mencionado Proyecto de Tesis se genera debido a que la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA – SEDE GUAYAQUIL debe actualizar sus laboratorios siendo uno de ellos el de Instalaciones Civiles.

Este innovador módulo didáctico que brinda al estudiante las posibilidades de desarrollar eficientemente sus habilidades en el análisis, diseño, instalación y pruebas técnicas de Instalaciones Eléctricas Residenciales.

La implementación de este modelo didáctico permite que el estudiante pueda realizar diversos tipos de instalaciones eléctricas residenciales contando con equipos tales como: luminarias, tomacorrientes, disyuntores de protección, multímetros entre otros.

Además cuenta con cables flexibles (terminales), conectores tipos bananas necesarios para las conexiones eléctricas en cada circuito.

### **1.5 Hipótesis**

Con el diseño e implementación del módulo didáctico se logrará un gran aporte en la formación académica de los estudiantes de las carreras de Ingeniería Electrónica –

Eléctrica en la materia de Instalaciones Civiles de la Universidad Politécnica Salesiana.

## **1.6 Variables e Indicadores**

- **Variable Dependiente.- Desde la propuesta**

Implementar un módulo para prácticas eléctricas residenciales.

- **Variable independiente.- lectura real**

Contribuir en el análisis de un estudio técnico del consumo de energía eléctrica para instalaciones en viviendas promedio en el país.

## **1.7 Metodología**

### **1.7.1 Método**

Para desarrollar este Proyecto de Grado se ha empleado el Método Experimental, en el cual, se estudia la aplicación y el funcionamiento de los diversos equipos y materiales que se utilizan en los circuitos eléctricos a baja tensión aplicados a nivel residencial y comercial, además de calcular y entender las diversas variables eléctricas presente en los mismos.

### **1.7.2 Técnicas**

**Observación.-** Se observa el estudio de la instalación eléctrica de baja tensión (BT), para analizar su funcionamiento y aplicar los respectivos dispositivos y materiales eléctricos sujetos a un conjunto de textos reglamentarios, legislativos y normativos asumidos por el Estado.

**Medición.-** Se hacen mediciones de dimensiones de ductos, calibre de conductores, potencias, voltajes, corrientes y toda variable que ofrezca una mejor información del estudio del circuito.

**Investigación.-** Información obtenida en libros, apuntes de las clases recibidas en la

universidad, revistas, trabajos de grado en base a Instalaciones eléctricas en baja tensión, internet y toda documentación que contribuya con el estudio del proyecto.

**Diseño.-** Se realiza el diseño de la estructura metálica, donde se instalaran las láminas eléctricas didácticas portables y correspondientes acometidas, considerando las dimensiones y la cantidad de elementos eléctricos a emplearse en cada práctica. Se realiza el diseño de cada una de las láminas eléctricas, tomando en cuenta el número de elementos a instalarse con su debida simbología eléctrica.

**Cálculos.-** Los valores matemáticos obtenidos parten de cálculos aritméticos y leyes aplicadas en la electricidad.

**Experimentación.-** Diseñado e implementado el modulo didáctico se realizan las diferentes pruebas eléctricas para cada práctica, comparando los valores arrojados con los obtenidos teóricamente.

### **1.7.3 Instrumentos de Investigación y Recolección de Datos**

La información obtenida de libros y revistas de electricidad, manual de Normas eléctricas, sitios de internet y apuntes de las asignaturas Electrotecnia 1, Física, Medidas Eléctricas e Iluminación, durante el periodo de estudiante en la Universidad Politécnica Salesiana.

Las experiencias de los estudiantes que cursaron la materia (Instalaciones Civiles), de niveles superiores, aportan con información y sugerencias para la realización del trabajo.

### **1.8 Población y Muestra**

Al ser este proyecto un Módulo Didáctico para el laboratorio de Instalaciones Civiles de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil, se concluye lo siguiente:

La población en este caso son los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Electrónica – Eléctrica de la Universidad.

La muestra son todos los estudiantes que cursen la asignatura de Instalaciones Civiles.

### **1.9 Descripción de la Propuesta**

El módulo didáctico consta de un módulo metálico completamente móvil así mismo cuenta con láminas de montaje para soportar los equipos. El módulo al ser didáctico permite que se realicen prácticas tanto de su lado anterior como su lado posterior de forma continua.

Los temas a realizar serán: instalaciones de circuito simple - circuitos conmutados, elementos de protección eléctrica, instalación de tomacorrientes, circuitos con sensor de movimiento, etc.

#### **1.9.1 Beneficiarios**

El proyecto de tesis está diseñado e implementado para que sea utilizado como banco de pruebas en las clases prácticas de la asignatura de Instalaciones Civiles, siendo los principales beneficiarios, los estudiantes de las carreras de Ingeniería Electrónica – Eléctrica que cursan la materia de Instalaciones Civiles de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

#### **1.9.2 Impacto**

En los años de alumno en la Universidad, se recibió la asignatura de Iluminación (ahora Instalaciones Civiles) solo de manera teórica y, no se llevaban a la práctica los diferentes diseños eléctricos que se realizaban en clase, pero al implementar el módulo didáctico en Laboratorio de Instalaciones Civiles se pueden ejecutar varios circuitos eléctricos a parte de los seis propuestos en el proyecto, conociendo de mejor forma el funcionamiento de las instalaciones a baja tensión que existen a nivel de tipo residencial y comercial, calculando sus respectivas pruebas eléctricas (potencia, voltaje corriente, etc).

## **CAPÍTULO 2**

### **2. Marco Teórico**

En este capítulo se tratará sobre cada pieza o dispositivo del proyecto con el fin de que el estudiante tenga conocimiento de cómo es el comportamiento de los mismos y proceda cablear externamente (práctica estudiantil) los ejercicios propuestos por los autores.

#### **2.1 Conceptos básicos de electricidad para instalaciones eléctricas**

De acuerdo como indica (Harper, 1987, pág. 11) las instalaciones prácticas, ya sean del tipo residencial, industrial o comercial, se requiere del conocimiento básico de los conceptos de electricidad para entender mejor los problemas específicos que plantean dichas instalaciones.

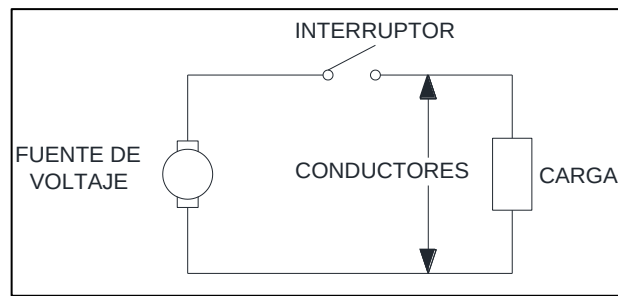
##### **2.1.1 Partes de un circuito eléctrico**

Un circuito eléctrico práctico, sin importar que tan simple o que tan complejo sea, requiere de cuatro partes básicas:

- Fuente de energía eléctrica que puede forzar el flujo de electrones a fluir a través del circuito llamado también corriente eléctrica.
- Conductores que transporten el flujo de electrones a través de todo el circuito.
- Las cargas, que son los dispositivos a cuales se suministra la energía eléctrica.
- Dispositivos de control que permitan conectar o desconectar el circuito.

Estas cuatro partes pueden ser representadas de muchas maneras, dependen de simbologías aplicadas y normativas (Harper, 1987, pág. 12).

Para una mejor comprensión de los cuatro elementos básicos de un circuito eléctrico se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1:** Diagrama elemental. En la figura se muestra los cuatro componentes básicos de un circuito, la fuente puede ser de dos tipos de corriente alterna y corriente directa, los conductores usados pueden ser de cobre o aluminio, el dispositivo de control que abre o cierra el circuito y la carga puede ser representado de muchas variedades. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de <https://zonaemec.files.wordpress.com/2015/03/1-ebook-abc-instalaciones-elc3a9ctricas.pdf>

### **Fuerza Electromotriz**

Se puede definir el concepto de fuerza electromotriz que “se representa con el diminutivo f.e.m., es la causa que origina que los electrones circulen por un circuito eléctrico. Como todas las magnitudes, tiene una unidad que la define: el voltio, que a su vez se presenta por la letra v” (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 10).

### **Intensidad de corriente eléctrica**

Extrayendo datos de (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 11) indica que la intensidad de corriente es la intensidad de corriente es la cantidad de electricidad que atraviesa un conductor en un tiempo igual a un segundo. La unidad de tiempo se expresa en segundo y la unidad de intensidad de corriente eléctrica es el amperio.

### **Resistencia eléctrica**

Una carga de un circuito eléctrico puede ser representada por una resistencia eléctrica que es la dificultad que representa un material al paso de la corriente

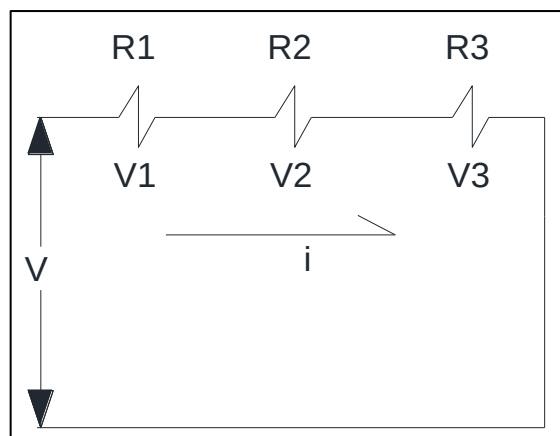


eléctrica, se la representa con la letra R y se tiene como unidad el ohmio con el símbolo  $\Omega$ . (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 12)

### 2.1.2 Circuitos en conexión serie

Se denomina un circuito en serie cuando la corriente que circula por todos los componentes tiene la misma intensidad, esto se puede verificar y observar con un amperímetro.

La magnitud de la corriente es inversamente proporcional a la resistencia de los componentes y la resistencia total es la suma de cada uno de los elementos. El voltaje aplicado es la suma de las caídas de voltaje de cada uno de los componentes del circuito. Para una mejor comprensión se expone la siguiente figura (Harper, 1987, pág. 27).

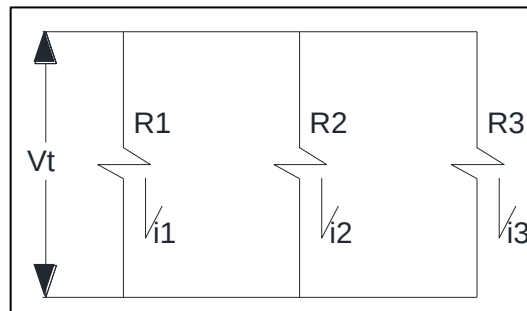


**Figura 2:** Circuito en serie. La corriente  $i$  es la misma en los elementos,  $V1$   $V2$  y  $V3$  representan las caídas de voltaje en cada elemento, y la resistencia total es la suma  $R_t = R1 + R2 + R3$ . Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de <https://zonaemec.files.wordpress.com/2015/03/1-ebook-abc-instalaciones-elc3a9ctricas.pdf>

### 2.1.3 Circuitos en conexión paralelo

La mayoría de las instalaciones eléctricas optan por esta conexión, su característica principal es que la corriente que circula por los componentes es igual a la suma de las corrientes de los elementos en derivación.

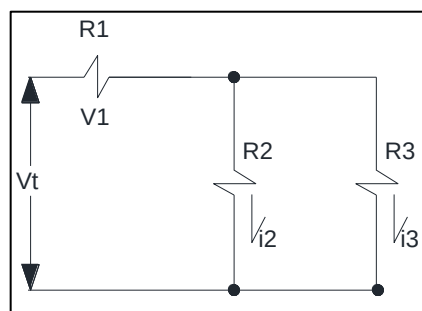
El voltaje de cada uno de los elementos en paralelo es igual a la fuente que suministra la energía, a diferencia de los circuitos en serie es que en el circuito paralelo por si una razón hay necesidad de remover un elemento este no afecta a los demás, es decir no interrumpe el flujo de la corriente eléctrica (Harper, 1987, pág. 28).



**Figura 3:** Circuito en paralelo. El voltaje  $V_t$ , es el mismo en los elementos, las corrientes  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$  también son llamadas ramas en paralelo. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de <https://zonaemec.files.wordpress.com/2015/03/1-ebook-abc-instalaciones-elc3a9ctricas.pdf>

#### 2.1.4 Circuitos en conexión serie-paralelo

Estos circuitos son un arreglo de ambas combinaciones enunciadas anteriormente y se aplican las mismas características dependiendo de su conexión, es decir que las corrientes y voltajes así como su cargas se comportaran de acuerdo a la conexión aplicada (Harper, 1987, pág. 32).

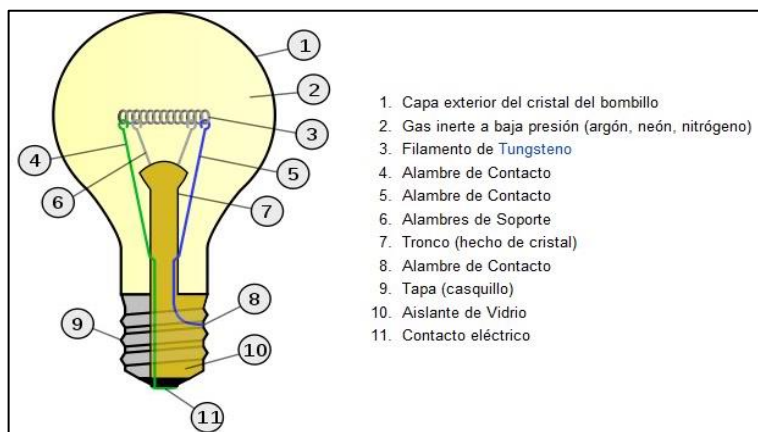


**Figura 4:** Circuito en conexión serie-paralelo. El voltaje  $V_t$ , es el mismo para  $R_2$  y  $R_3$ , la corriente  $i_1$  será la suma de  $i_2$  e  $i_3$ . Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de <https://zonaemec.files.wordpress.com/2015/03/1-ebook-abc-instalaciones-elc3a9ctricas.pdf>

## 2.2 Elementos y dispositivos en las instalaciones eléctricas

### 2.2.1 Lámpara Incandescente:

Se explica que una lámpara incandescente tiene un filamento con una resistencia óhmica determinada, y hace circular a través una corriente eléctrica lo suficientemente grande, éste se pondrá incandescente alcanzando una temperatura entre 200 °C y 3000 °C. Esta temperatura tan elevada causa la emisión de luz. Como se puede apreciar, la temperatura tan elevada fundirá el filamento. Para que esto no suceda se introduce dicho filamento en una burbuja de cristal transparente donde se efectúa a vacío. Este vacío sin oxígeno evita que se realice la combustión del conductor (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 65).



**Figura 5:** Luminaria incandescente. En la figura se muestra una bombilla o foco con sus partes que la conforman. Dato extraído el 5 de abril del 2015 desde, <http://i1186.photobucket.com/álbum/z361/Gringorio4to/focoexplicativoincandescente.jpg>

### 2.2.2 Lámpara Fluorescente:

Las lámparas fluorescentes se describen las descargas en atmosfera de vapor de mercurio entre electrodos caldeados a baja presión. Cuando los electrodos se caldean significa, que gracias al efecto producido por la corriente eléctrica al atravesar a un conducto, producirá una radiación de electrones, esta radiación excitara los átomos de mercurio incluidos en la atmósfera a baja presión generando una radiación ultravioleta, que a su vez excitara la sustancia fluorescente que recubren la pared interior del tubo de vidrio produciendo así la luz visible (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 65).



**Figura 6:** Tubo fluorescente. Se utilizan para el modulo didáctico tubos fluorescentes de 17wattios. Dato extraído desde la página de internet el 24 de abril del 2015, de [http://mlv-s1-p.mlstatic.com/bombillo-tubo-fluorescente-t8-17w-marca-seastar-370101-MLV20257391855\\_032015-F.jpg](http://mlv-s1-p.mlstatic.com/bombillo-tubo-fluorescente-t8-17w-marca-seastar-370101-MLV20257391855_032015-F.jpg)

Los tubos fluorescentes funcionan a través de un transformador de baja potencia llamado balastro, hablando eléctricamente funciona también a base de vapor de mercurio a baja presión y normalmente utilizada en la iluminación domestica e industrial.

Tiene gran ventaja frente a las lámparas incandescente en su diferencia energética. Está formada por un tubo de vidrio revestido por el interior con diversas sustancias químicas compuestas también llamadas fósforos, aunque generalmente el elemento químico llamado fósforo.

Esos compuestos químicos emiten la luz visible al emitir una radiación ultravioleta. El tubo tiene vapor de mercurio y un gas inerte como argón o neón a una presión más baja que la atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases.

Como se indicó anteriormente una parte importante de la luminaria de tubos fluorescente, es el balastro que induce o alimenta con 120Vac, generalmente y que transforma al voltaje la cual el tubo está fabricado y siempre ha de ser muy bajo de lo nominal para poder encender tubos o lámparas que requieren de poco flujo de corriente por su composición química.

La bobina de este transformador, no es más que la formación de alambre de cobre esmaltado envuelta en un núcleo de chapas de hierro. En la actualidad existen diversos tipos de balastros como por ejemplo los balastros resistivos que son aquellos que manejan resistencias de tipos variables y fijas.

Los balastos de resistencia fija, sirven por ser capaces de mantener un voltaje bajo para sistemas que al disparar corriente alta así lo requieren.

Por ejemplo, al encender un vehículo, el arranque del motor demanda de un elevado amperaje produciendo así una caída de tensión, pero para que no ocurra una caída total de voltaje y se mantenga un voltaje bajo permanente, interviene este dispositivo de resistencia fija, no así con los balastos de resistencia variable, que ayudan a los balastos de reactancia inductiva a mantener un flujo de corriente sin que se caliente su resistencia interna, ya que en los balastos de reactancia inductiva tal parece que el flujo de corriente es directamente proporcional al calentamiento de su resistencia interna, porque al momento de circular mayor corriente por esta reactancia inductiva la resistencia se calienta aumentando su ohmiaje y se enfría cuando deja de circular flujo de corriente.

De esta manera, para evitar este desperfecto de calentamiento se pone un balastro de resistencia variable para que cuando circule mayor amperaje por la reactancia la resistencia no se caliente pudiendo así variar su valor.

En los balastos de reactancia inductiva la mejor ventaja es que su reactancia limita la potencia con que se alimenta a la lámpara a través de una fuente de voltaje, siendo así que cuando ocurre un pico alto de tensión dicha reactancia lo interrumpa rápido, evitando no solo arcos eléctrico en la lámpara sino mejorando la vida útil de la misma.

Entre las partes principales de un balastro se tiene:

- Núcleo.
- Carcasa.
- Sellador.

Actualmente la mayoría de **balastos son de tecnología electrónica** y es que son muy ventajosos, ya que trabajan a una frecuencia de trabajo de 20khz aproximadamente permitiendo un rápido arranque al momento de encender las lámparas fluorescentes y aumentando el rendimiento energético del balastro-lámpara.





**Figura 8:** Disyuntor. El interruptor automático marca General Electric de vincha, es utilizado para centros de cargas para distribución y protección de circuitos eléctricos residenciales. Dato extraído desde la página de internet el 24 de abril del 2015, de [http://i5.walmartimages.com/dfw/dce07b8c-1255/k2-\\_a0b1f0a4-6075-4fb6-af57-83078e7058c7.v1.jpg](http://i5.walmartimages.com/dfw/dce07b8c-1255/k2-_a0b1f0a4-6075-4fb6-af57-83078e7058c7.v1.jpg)

#### **2.2.4 Interruptor, Conmutador y Pulsador:**

En los circuitos eléctricos necesitan una serie de elementos que permita desconectar o conectar estos circuitos y existen tres tipos de mecanismo:

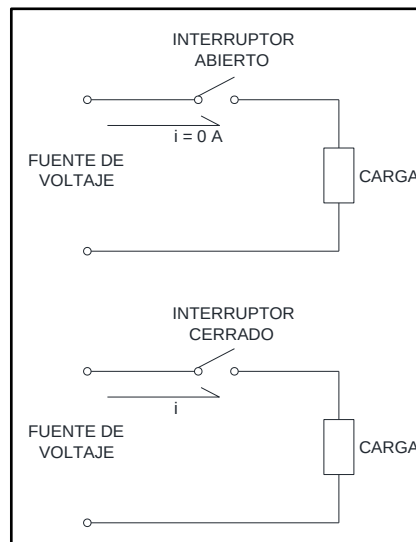
- Interruptor
- Conmutador
- Pulsador

El interruptor eléctrico es un dispositivo como su nombre indica da paso o interrumpe la corriente, tiene dos posiciones estables:

- Apertura
- Cierre

El interruptor está conformado por dos contactos metálicos, uno fijo y uno móvil con un soporte aislante, normalmente con tornillos para fijar los cables o con método de presión (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 83).

En las siguientes figuras, se muestran la representación en simbología de este dispositivo y un interruptor sencillo utilizado en el módulo didáctico.



**Figura 9:** Simbología de interruptor sencillo. Se expone la simbología de un interruptor abierto y uno cerrado, cuando está abierto la corriente eléctrica es 0 amperios, y cuando está cerrado tendrá un valor la cual lo determina la carga y la fuente de voltaje aplicada. i3. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de <https://zonaemec.files.wordpress.com/2015/03/1-ebook-abc-instalaciones-elc3a9ctricas.pdf>



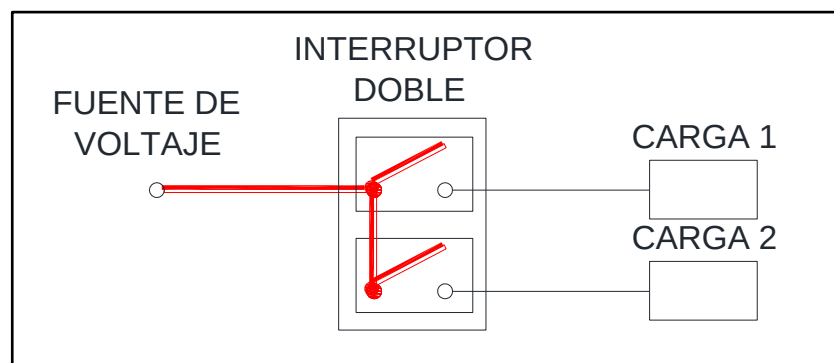
**Figura 10:** Interruptor sencillo. El interruptor mostrado es de marca bticino, estos elementos varían de su forma y estilo que dependen del fabricante y del uso. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de [http://www.easy.cl/EASYFO\\_IMGS/img/productos/grande/217589.jpg](http://www.easy.cl/EASYFO_IMGS/img/productos/grande/217589.jpg)

Existen otras variedades de interruptores como son el interruptor doble, este dispositivo doble cumple la misma función del sencillo (corte y activación de la fase) pero tiene una ventaja adicional, ya que como son 4 tornillos no solamente se puede realizar el encendido y apagado de 2 bombillas a 110Vac, sino se puede realizar el



encendido y apagado de una carga o equipo a 220Vac.

Y en conclusión el interruptor doble se lo puede utilizar para cortar receptáculos de 220Vac, en tamaño físico es del mismo tamaño de un interruptor unipolar solamente que están juntos en una misma caja rectangular.



**Figura 11:** Simbología de interruptor doble. Mando independiente de 2 lámparas a través de un interruptor. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de [http://bricolajeyocio.com/wp-content/uploads/2014/07/INTERRUPTOR\\_DOBLE.jpg](http://bricolajeyocio.com/wp-content/uploads/2014/07/INTERRUPTOR_DOBLE.jpg)

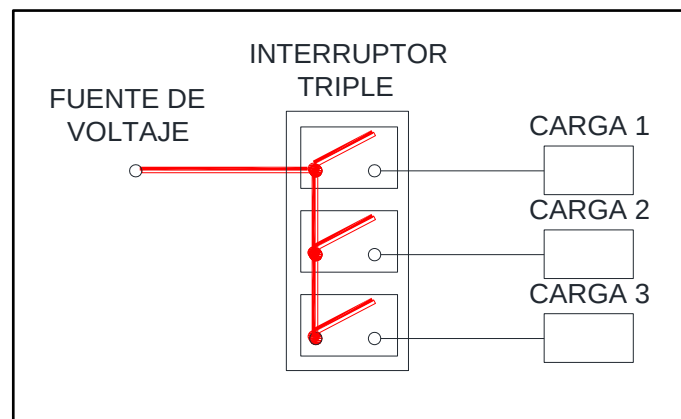


**Figura 12:** Interruptor doble. El interruptor mostrado es de marca bticino, estos elementos varían de su forma y estilo que dependen del fabricante y del uso. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de [http://www.easy.cl/EASYFO\\_IMGS/img/productos/grande/218005.jpg](http://www.easy.cl/EASYFO_IMGS/img/productos/grande/218005.jpg)

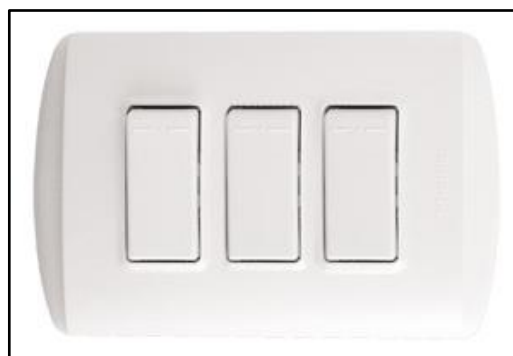
También existen los interruptores tripe que es un conjunto de tres interruptores sencillos agrupados en una misma caja rectangular, son muy útiles ya que se pueden dar varias aplicaciones a éste, por ejemplo, se pueden utilizar los primeros dos

interruptores para comandar el encendido y apagado de algún equipo o carga de 220Vac y el tercer interruptor dejarlo para un receptáculo de 110Vac, bombilla o lámpara, o comandar simplemente el mando independiente de 3 bombillas.

Por lo general, este tipo de interruptores triples se los utiliza para salas de conferencia, salas múltiples, comedores grandes, o similares donde hay muchos circuitos de lámparas.



**Figura 13:** Simbología de interruptor triple. Mando independiente de 3 lámparas a través de un interruptor. Dato extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015, de <http://i.imgur.com/2fSim.jpg>



**Figura 14:** Interruptor triple. El interruptor mostrado es de marca bticino, estos elementos varían de su forma y estilo que dependen del fabricante y del uso. Dato extraído desde la página de internet el 24 de abril del 2015, de [http://www.easy.cl/EASYFO\\_IMGS/img/productos/mediana/450015.jpg](http://www.easy.cl/EASYFO_IMGS/img/productos/mediana/450015.jpg)

El conmutador está construido para conmutar dos circuitos, el funcionamiento es similar al interruptor, al conectarse dos circuitos y dependiendo de su posición uno

de ellos está apagado y el otro encendido.

El conmutador está formado por tres contactos metálicos, dos fijos y uno móvil, para fijar los conductores se utilizan tornillos o un sistema de presión, los contactos se encuentran dentro de un material aislado. (Martín Barrio, Colmenar Santos, & Braojos Benito, 2004, pág. 85)

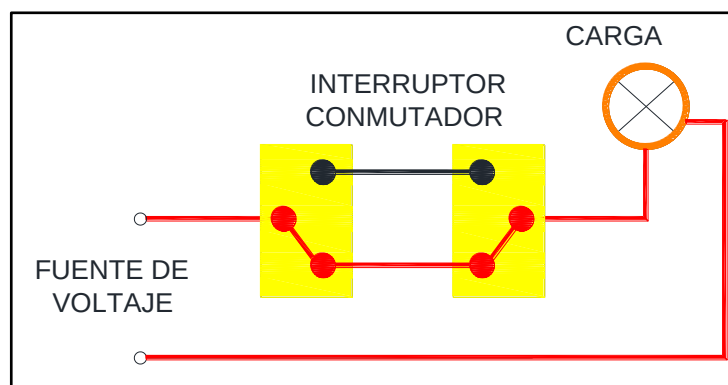
De otra manera para explicar una definición de un conmutador es que es un interruptor que no solamente tiene 2 vías para entrada y salida de la fase sino que adicional tiene un punto “común” que realiza la función de viajero hacia otro conmutador asimismo de 3 vías.

La conexión es distinta a los interruptores sencillos, dobles y triples ya que para esta aplicación la fase activa irá conectada directamente al común, es este punto de los 3 que solo estará energizado.

Este tipo de conmutadores se utiliza bastante para comandar el encendido y apagado de una bombilla o carga parecida de un punto a otro que esté distante, por citar un ejemplo, encender una bombilla antes de subir la escalera y poderla apagar desde la parte alta o un pasillo largo prender una o más bombillas desde puntos distantes, ver figura 24, estos son los usos más comunes en la parte residencial con respecto a estos conmutadores.



**Figura 15:** Conmutador de 3 vías. Como se observa el aspecto externo es similar a los interruptores, la única diferencia es en los puntos de desconexión. Recuperado el 2 de abril del 2015, de [http://www.easy.cl/EASYFO\\_IMGS/img /productos /grande/217095.jpg](http://www.easy.cl/EASYFO_IMGS/img /productos /grande/217095.jpg)



**Figura 15:** Diagrama del uso de los conmutadores. En el diagrama se muestra el encendido y apagado de una bombilla desde dos puntos distantes “conmutación”. Recuperado el 2 de abril del 2015, de [http://upload.wikimedia.org/Wikipedia/commons/thumb/c/c5/3-way\\_switches\\_position\\_4.svg/300px-3-way\\_switches\\_position\\_4.svg.png](http://upload.wikimedia.org/Wikipedia/commons/thumb/c/c5/3-way_switches_position_4.svg/300px-3-way_switches_position_4.svg.png)

## 2.3 SISTEMA DE MEDICIÓN

Los contadores eléctricos son los aparatos utilizados para medir la energía en kWh, o la energía reactiva en kVArh, consumida por una determinada instalación. Dentro de los contadores utilizados habitualmente para la corriente alterna se encuentran los contadores electrodinámicos con integrador mecánico, los contadores con emisor de pulsos e integrador electrónico y los contadores electrónicos. (Luna Sánchez, y otros, 2007, pág. 480)

### 2.3.1 Medidor electrodinámico con integrador mecánico

Un medidor monofásico de inducción está constituido fundamentalmente por un disco giratorio de aluminio que se mueve bajo la acción de los campos magnéticos generado por dos bobinas. Una de las bobinas está formada por muchas espiras de hilo conductor de poca sección y se conecta en paralelo con la instalación; la segunda bobina de pocas espiras e hilo de gran sección se conecta en serie. Por lo tanto, el disco de aluminio está sometido a dos flujos magnéticos desfasado entre sí, que inducen corrientes de Foucault en el mismo. Para obtener la energía consumida por la instalación es necesario integrar los valores registrados de potencia. Para ello, el disco giratorio lleva acoplado a un eje un tornillo sinfín que acciona un mecanismo totalizador. Este mecanismo suele llevar 6 o 7 rodillos, siendo el primero de ellos

accionado por el tornillo sinfín. La constante de cada contador indica el número de vueltas del disco equivalente a una unidad de energía, número de revoluciones por kwh. (Luna Sánchez, y otros, 2007, pág. 480)

### 2.3.2 Medidor de impulsos con integrador electrónico

El principio de funcionamiento de estos contadores es el mismo que el contador electrodinámico, es decir, constan de dos bobinas alimentadas por la intensidad de la instalación eléctrica y la tensión de la red, respectivamente, que actúan sobre un disco giratorio de aluminio. Pero a diferencia de los contadores, cada vuelta del disco genera un impulso que actúa sobre un sistema electrónico, en lugar de sobre un mecanismo totalizador.

El número de impulsos por unidad de tiempo es proporcional a la potencia y multiplicando en número de impulsos por el tiempo se obtiene la energía consumida por el sistema en el que se encuentra insertado en contador. (Luna Sánchez, y otros, 2007, pág. 482)



**Figura 16:** Medidor de energía eléctrica de disco. En la figura se muestra un medidor con similares características a los utilizados en el módulo didáctico. Recuperado el 24 de abril del 2015, de <http://www.panoramadelpacifico.com/wp-content/uploads/2010/01/personas-se-hacen-pasar-como-de-cfe-en-el-df.jpg>

### 2.3.3 Características principales

En la placa de características de un medidor de energía se indica:

- **Corriente Nominal ( $I_n$ ):** Corriente para la cual el medidor es diseñado y que sirve de referencia para la realización de ensayos y verificaciones.
- **Corriente máxima ( $I_{m\acute{a}x}$ ):** Es la intensidad límite, es decir, el máximo amperaje que puede ser conducido en régimen permanente por la corriente del medidor, sin que su error porcentual y temperatura admisible sean superados. Este valor de la corriente límite se indica entre paréntesis detrás de la corriente nominal  $I_n$  ( $I_{m\acute{a}x}$ ); por ejemplo: 10 (20) A, 10(40) A, 15(60) A, 15 (100) A., etc.
- **Tensión nominal:** Tensión para la cual el contador de energía es diseñado y sirve de referencia para la realización de pruebas.
- **Constante del disco ( $K_h$ ):** Expresada en revolución/Kwh, es el número de revoluciones correspondiente a un KWh que debe dar el disco.
- **Clase de precisión:** Es el valor máximo del error de medición expresado en porcentaje para el cual fue diseñado, el contador dentro del rango 10% de corriente nominal y su corriente máxima.



**Figura 17:** Medidor monofásico. Características principales del dato de placas frontal de un contador de energía. Dato extraído el 5 de abril del 2015 desde [http://www.afinidadelectrica.com.ar/html/Image/articulo138-prueba potencia /art138 - contraste-constantem.JPG](http://www.afinidadelectrica.com.ar/html/Image/articulo138-prueba%20potencia%20-%20contraste-constantem.JPG)

#### 2.3.4 Tipos de medición en baja tensión con respecto al servicio local

En este ítem se exponen los métodos más comunes de medición para registrar el

consumo de energía utilizada por los consumidores.

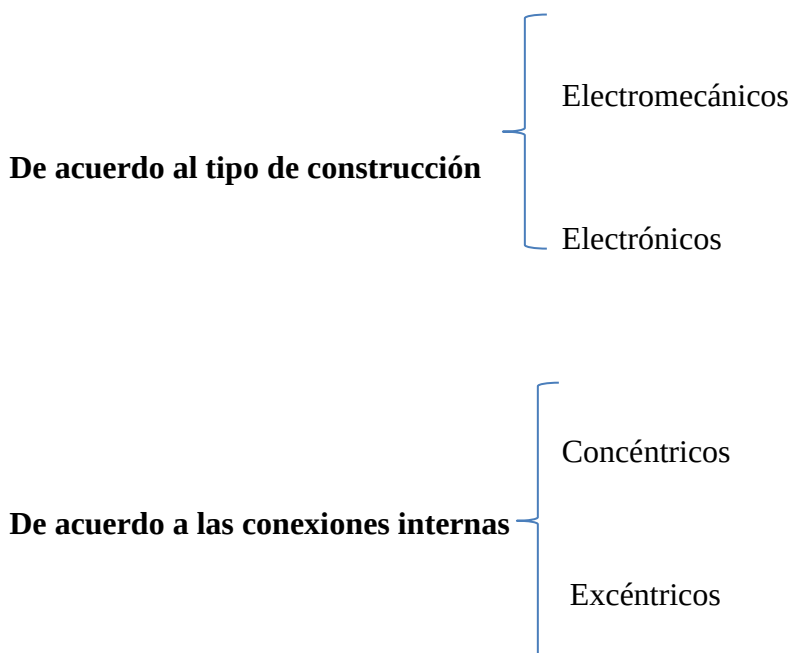
La medición en baja tensión se realiza para demandas de hasta 300 kilovatios o 800 amperios, cuando la carga de un consumidor requiera de 70 amperios de protección en su disyuntor, se debe disponer de un medidor auto-contenido clase 100 tipo socket.

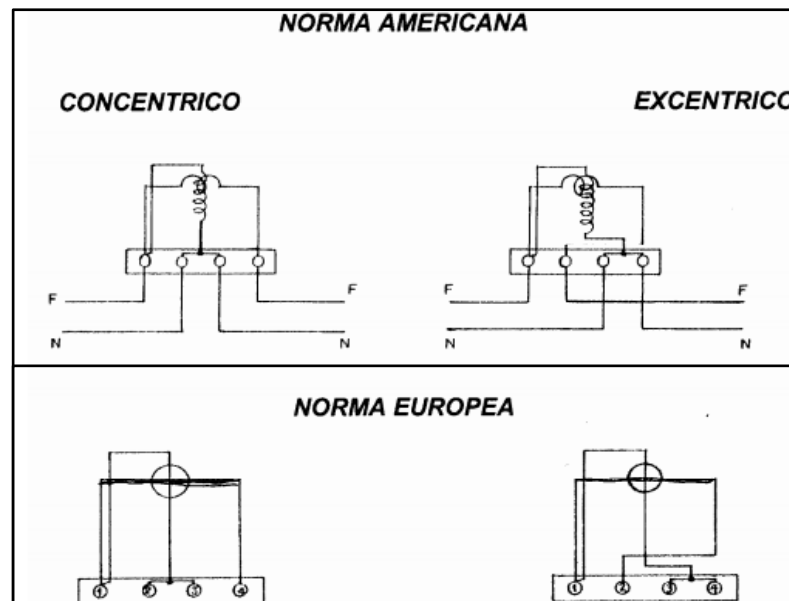
Si la protección es mayor a 70 amperios y hasta 175 amperios, se debe utilizar un medidor auto-contenido clase 200 tipo socket.

Para protecciones mayor a 175 amperios y hasta 1000 amperios se debe disponer de un medidor clase 20, tipo socket con transformadores de corriente (CRIEEL, 2002, pág. 23).

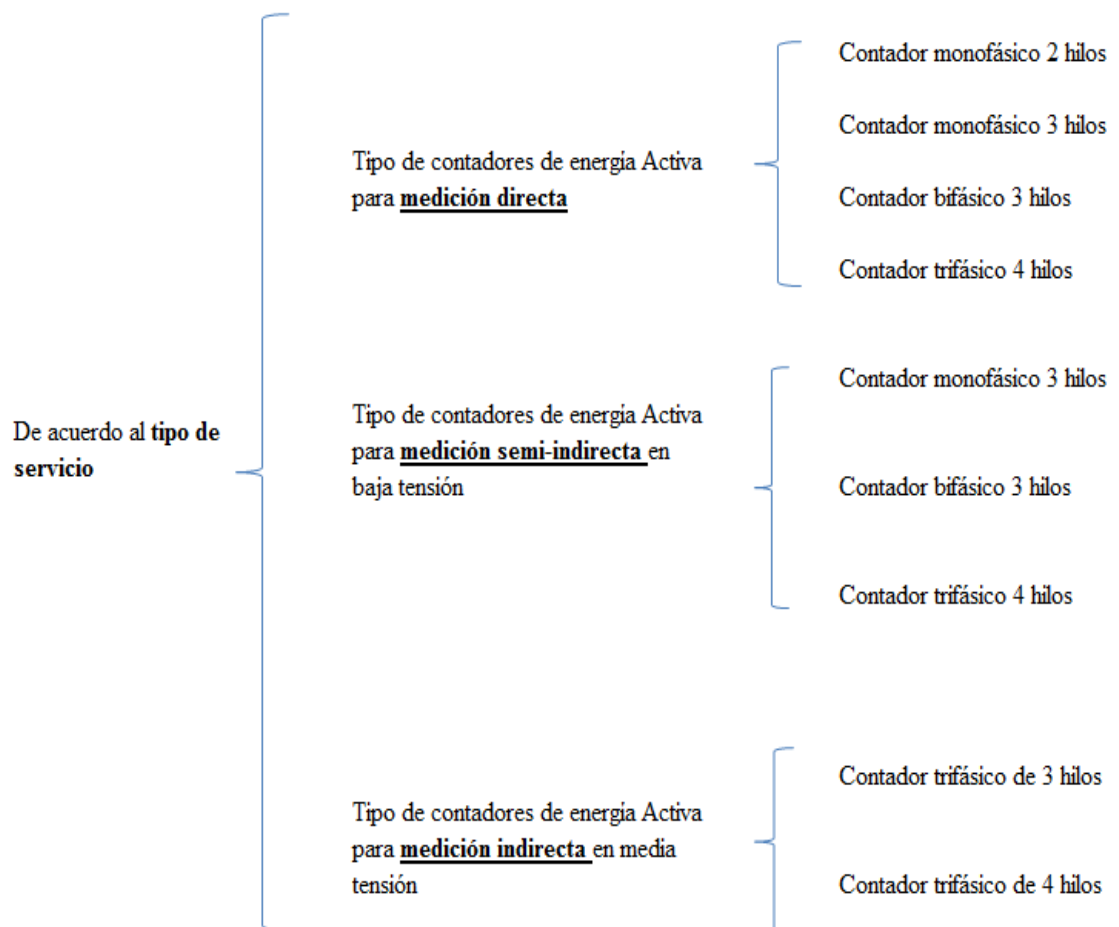
### 2.3.5 Tipos de contadores de energía activa

Como se puede ver el mundo de los contadores de energía es extenso y no sólo por sus diferentes conexiones sino por su clasificación de acuerdo sino por estructura física que se detallará a continuación:





**Figura 18:** Conexiones del medidor monofásico. Contadores de energía de acuerdo a las conexiones internas. Dato extraído el 5 de abril del 2015 desde <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>



**Figura 20:** Tipo de contadores de acuerdo al servicio eléctrico. Tipos de contadores de acuerdo al servicio eléctrico.



## **2.4 Acometida eléctrica**

Se entiende por acometida a la energía eléctrica expresada en voltaje que viene ya transformada de las distintas subestaciones hasta el alumbrado eléctrico público que servirá para iluminar al sector residencial, industrial y comercial.

Para construir una acometida se tendrá en cuenta los siguientes pasos de cómo se realiza el abastecimiento de energía:

- Punto de alimentación
- Conductores
- Ductos
- Tablero general de acometidas
- Disyuntor general
- Armario de medidores

Existen tres tipos de acometidas y son:

### **Aéreas:**

Desde redes aéreas de baja tensión, la acometida podrá ser aérea para cargas instaladas iguales o menores a 35 Kw.

### **Subterráneas:**

Desde redes subterráneas de baja tensión, la acometida siempre será subterránea. Para cargas mayores a 35 Kw y menores a 225 Kw desde redes aéreas, la acometida siempre será subterránea.

### **Especiales:**

Se consideran especiales, las acometidas a servicios temporales y provisionales de obra. Deberá constar como mínimo de los siguientes elementos:

- Conductor de las acometidas

- Caja para instalar medidores o equipo de medición.
- Tubería metálica para la acometida y caja de interruptores automáticos de protecciones.
- Línea y electrodo de puesta a tierra.

Los niveles de voltaje se pueden clasificar en tres rangos:

- Alta tensión:  $\geq 69000 \text{ V}$
- Media tensión:  $< 69000 \text{ V}$  y  $\geq 13000 \text{ V}$
- Baja tensión:  $< 13000$  y  $\geq 110 \text{ V}$

Como se indica en el documento de Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (Natsim), el servicio de energía en baja tensión que suministra el distribuidor a los consumidores desde sus redes de distribución tiene un nivel hasta 600 voltios. En el caso del sector residencial que es donde se enfocará este proyecto se trabaja de 2 formas:

Una acometida de 3 hilos monofásica compuesta por: tierra, neutro y una fase activa. La acometida de 4 hilos monofásica o bifásica que por experiencia en el mundo de la ingeniería no se utiliza ya casi este término, está compuesta por: tierra, neutro y dos fases activas.



**Figura 19:** Acometida eléctrica habitual. Esta figura muestra el tubo y el reversible (mufa), elementos externos en una acometida aérea. Recuperado el 24 de abril del 2015, de <http://i.mkt.lu/cont/1167579/280/240/mufa.jpg>



**Figura 20:** Acometida eléctrica a 240VAC. Empleados de la empresa eléctrica instalan una acometida eléctrica residencial. Recuperado el 24 de abril del 2015, de <http://www.eluniverso.com/noticias/2014/08/26/nota/3550626/280-medidores-220-v-se-instalan-semana>

## 2.5 Borneras y Plugs bananas

Las borneras son elementos de conexión del tipo hembra que manejan corrientes desde 4A a 50A y los plugs, son cables con conectores del tipo macho ubicados en cada extremo para realizar cruces (conexiones) desde las borneras y los jacks bananas (introduciéndolos).



**Figura 21:** Borneras de conexión. Llamadas también borneras tipo hembra de diferentes colores para identificar los voltajes utilizados. Dato extraído el 5 de abril del 2015 desde la página de internet [http://www.transistek.com/photos\\_produits/6/cordon\\_de\\_mesure\\_silicone\\_avec\\_fiches\\_bananes\\_4mm\\_-t1m27r.jpg](http://www.transistek.com/photos_produits/6/cordon_de_mesure_silicone_avec_fiches_bananes_4mm_-t1m27r.jpg).



**Figura 22:** Cables con plugs macho bananas. Existente en varios colores para identificar el nivel de voltaje utilizado o el tipo de conexión. Datos extraído desde la página de internet el 5 de abril del 2015 [http://www.transistek.com/photos\\_produits/6/cordon\\_de\\_mesure\\_silicone\\_avec\\_fiches\\_bananes\\_4mm\\_-t1m27r.jpg](http://www.transistek.com/photos_produits/6/cordon_de_mesure_silicone_avec_fiches_bananes_4mm_-t1m27r.jpg)

### **Cálculos tentativos y aproximados para la dimensión de protectores o disyuntores**

Se recomienda por hacer un cálculo global de todas las cargas a utilizarse en la residencia o lugar a dimensionar el contador, breakers, etc.

Para este ejemplo dicho cálculo global lo expresaremos en el orden de los watts, como se muestra en el siguiente ejemplo:

- 20 Lámparas incandescentes
- 30 toma corrientes
- 1 Cocina eléctrica
- 1 Calentador de agua
- 1 Refrigeradora
- 1 Plancha
- 5 Televisores
- 4 Radios

**Tabla 1**

Sumatoria global en watts de una residencia.

| <b>Equipos eléctricos</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Potencia Unitaria (w)</b> | <b>Potencia Unitaria total (w)</b> |
|---------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|
| Lámpara incandescente     | 20              | 100                          | 2000                               |
| Tomacorriente             | 30              | 200                          | 6000                               |
| Cocina eléctrica          | 1               | 5000                         | 5000                               |
| Calentador de agua        | 1               | 3000                         | 3000                               |
| Refrigeradora             | 1               | 500                          | 500                                |
| Plancha                   | 1               | 1000                         | 1000                               |
| Televisor                 | 5               | 250                          | 1250                               |
| Radio                     | 4               | 200                          | 800                                |
|                           |                 | <b>Total</b>                 | <b>19550</b>                       |

**Nota:** Sumatoria global en watts de una residencia. En la tabla se hace la sumatoria de las potencias en la cantidad de cada elemento.

### **Cálculo de la Demanda**

Ejemplo: del ejercicio anterior determinar la demanda del domicilio.

Demanda = 0,60 \* Carga Instalada

Demanda = 0,60 \* 19.550 = 11.730 W (11,73 KW)

### **Cálculo de intensidad de la carga:**

Para determinar la intensidad de la carga, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$I = D / k * V * FP \quad (1)$$

Dónde:

D = Demanda en vatios

K = Constante que depende del tipo de servicio

V = Voltaje de servicio

FP = Factor de Potencia

### Valores de constante K

- Servicios monofásico 2 hilos  $K = 1$
- Servicios monofásico 3 hilos y bifásica  $K = 2$
- Servicio trifásico 3 hilos  $K = 3$
- Servicio trifásico 2 hilos  $K = \sqrt{3}$

Para continuar con el cálculo se muestra en la siguiente tabla 3, rangos de vatiajes para seleccionar el contador para la aplicación residencial de este ejemplo.

**Tabla 2**

Selección de un contador según los watts

| Carga instalada | Tipo de servicio        |
|-----------------|-------------------------|
| 0-6000          | Monofásico 2 hilos      |
| 6001-45000      | Monofásico 3 hilos      |
| 45001-60000     | Trifásico de 3- 4 hilos |

**Nota:** Se presenta los niveles de voltajes y el tipo de servicio.

Dimensionando el contador para esta aplicación:

Ejercicio: Del ejemplo anterior, el tipo de medidor que se debería instalar.

Como la carga instalada es de 19.550 W, entonces el servicio será monofásico 3 hilos 120/240 Vac.

A continuación, calculamos el valor de la intensidad de la carga

$$I = D / K * V * FP$$

$$D = 11.730 \text{ W}$$

$K = 2$  porque el servicio es monofásico 3 hilos

$$V = 240 \text{ Vac}$$

$$FP = 0,90$$

$$\text{Entonces: } I = 11.730 \text{ (w)} / 2 * 240 * 0.90$$

$$I = 27.15 \text{ A}$$

El contador de energía a escogerse será monofásica a 3 hilos 120/240 V de 15/60 (A) o un contador bifásico 120 Vac. de 15/60(A).

Para dimensionar el disyuntor o protector principal se realiza el siguiente cálculo, se multiplica la corriente de carga por un factor de potencia de 1.25 para asegurar cualquier pico de corriente en casos de emergencia.

$$I (\text{principal}) = I_{\text{carga}} * F_p = 27.15 * 1.25$$

$I (\text{principal}) = 33.94 \text{ A} \approx 50 \text{ A}$  (siempre es recomendable en la práctica redondear el valor nominal de la carga, por si existe algún pico mínimo de corriente y no esté sobresaltando el disyuntor escogido).

Para este caso podemos escoger 2 disyuntores monopolares de 50 A (2 x 50 A) ó un disyuntor bipolar de 50 A. Ambos cumplen la misma función solo que físicamente el monopolar viene por separado y el disyuntor bipolar viene en un solo cuerpo los 2 polos. A continuación se pone a disposición algunas tablas que se consideró de vital conocimiento para los distintos dimensionamientos y selecciones de contadores de energía y disyuntores principales:

**Tabla 3**

Ampacidad de conductor

| <b>Ampacidad de cable</b> |             |           |             |
|---------------------------|-------------|-----------|-------------|
| <b>Nº</b>                 | <b>Amp.</b> | <b>Nº</b> | <b>Amp.</b> |
| 14                        | 20          | 4/0       | 230         |
| 12                        | 25          | 250       | 255         |
| 10                        | 35          | 300       | 285         |
| 8                         | 50          | 350       | 310         |
| 6                         | 65          | 400       | 335         |
| 4                         | 85          | 500       | 380         |
| 3                         | 100         | 600       | 420         |
| 2                         | 115         | 700       | 460         |
| 1                         | 130         | 750       | 475         |
| 1/0                       | 150         | 800       | 490         |
| 2/0                       | 175         | 900       | 520         |
| 3/0                       | 200         | 1000      | 545         |

**Nota:** Tabla con los calibres de cables estándar y sus ampacidades.

**Tabla 4**

Cargas de los electrodomésticos residenciales más comunes.

| ítem | Descripción                  | Usuarios tipo |      |      |       |
|------|------------------------------|---------------|------|------|-------|
|      |                              | A             | B    | C    | D y E |
| 1    | Punto de alumbrado           | 100           | 100  | 100  | 100   |
| 2    | Punto de alumbrado (aplique) | 25            | 25   | 25   |       |
| 3    | Tomacorriente                | 200           | 200  | 200  |       |
| 4    | Cocina                       | 10000         | 5000 | 3000 |       |
| 5    | Asador                       | 1300          | 1200 |      |       |
| 6    | Horno                        | 2000          |      |      |       |
| 7    | Secadora                     | 5000          |      |      |       |
| 8    | Tostador                     | 1000          |      |      |       |
| 9    | Cafetera                     | 600           | 600  | 600  |       |
| 10   | Sartén                       | 800           | 800  |      |       |
| 11   | Calentador de agua           | 3000          | 3000 | 3000 | 3000  |
| 12   | Refrigerador                 | 500           | 500  | 500  |       |
| 13   | Batidora                     | 150           | 150  | 150  |       |
| 14   | Radio                        | 200           | 200  | 200  | 200   |
| 15   | Lavadora                     | 400           | 400  | 400  |       |
| 16   | Plancha                      | 1000          | 1000 | 1000 | 1000  |
| 17   | Televisor                    | 250           | 250  | 250  | 250   |
| 18   | Aspiradora                   | 400           | 400  | 400  |       |
| 19   | Sacadora de pelo             | 250           | 250  | 250  |       |
| 20   | Máquina de coser             | 100           |      |      |       |
| 21   | Equipo de sonido             | 300           | 300  | 300  | 300   |
| 22   | Calefactor                   | 1000          | 1000 |      |       |
| 23   | Bomba de agua                | 750           | 750  |      |       |

**Nota:** Tabla con las potencias típicas de equipos domésticos.

**Tabla 5**

Contadores y sus conexiones internas de acuerdo a la carga

| Carga instalada (w) | Tipo de servicio  | Medición     | Medidor           |
|---------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| 0-6000              | Monofásico 2h     | directa      | Monofásico 2h     |
| 6001-15000          | Monofásico 3 h    | directa      | Monofásico 3h     |
| 15001-45000         | Monofásico 3h     | semi-directa | Monofásico 3h     |
| 45001-60000         | Trifásico 3h o 4h | directa      | Trifásico 3h o 4h |
| 60001-250000        | Trifásico 3h o 4h | semi-directa | Trifásico 3h o 4h |
| 25001-superior      | Trifásico 3h o 4h | indirecta    | Trifásico 3h o 4h |

**Nota:** Sumatoria global en watts de una residencia. En la tabla se hace la sumatoria de las potencias en la cantidad de cada elemento.



**Tabla 6**

Calibre de conductor para la acometida según el vatiaje obtenido en cálculos.

| <b>Carga instalada<br/>(w)</b> | <b>Aluminio</b> |                |                |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
|                                | <b>2 hilos</b>  | <b>3 hilos</b> | <b>4 hilos</b> |
| 0 – 6000                       | 2 x 6           |                |                |
| 6001 15000                     | 2 x 4           |                |                |
| 15001 – 20000                  |                 | 3 x 6          |                |
| 20000 – 25000                  |                 | 3 x 4          |                |
| 25001 – 45000                  |                 | 3 x 1/0 o 2/0  |                |
| 45001 – 60000                  |                 |                | 4 x 4          |

**Nota:** Sumatoria global en watts de una residencia. En la tabla se hace la sumatoria de las potencias en la cantidad de cada elemento.

**Tabla 7**

Selección del conductor según amperaje y material químico por el cual está compuesto.

| <b>Corriente Nominal</b> | <b>Sección Transversal</b> |             |                            |          |
|--------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|----------|
| <b>Amperios</b>          | <b>Alambre de cobre</b>    |             | <b>Alambre de aluminio</b> |          |
|                          | mm2                        | AWG o Kcmil | mm2                        | AWG o Kc |
| 15                       | 2,08                       | 14          | 3,3                        | 12       |
| 20                       | 3,3                        | 12          | 5,25                       | 10       |
| 30                       | 5,25                       | 10          | 8,36                       | 8        |
| 40                       | 5,25                       | 10          | 8,36                       | 8        |
| 60                       | 5,25                       | 10          | 8,36                       | 8        |
| 100                      | 8,36                       | 8           | 13,29                      | 6        |
| 200                      | 13,29                      | 9           | 21,14                      | 4        |
| 300                      | 21,14                      | 4           | 33,62                      | 2        |
| 400                      | 26,66                      | 3           | 42,2                       | 1        |
| 500                      | 33,62                      | 2           | 53,5                       | 1/0      |
| 600                      | 42,2                       | 1           | 67,44                      | 2/0      |
| 800                      | 53,5                       | 1/0         | 85,02                      | 3/0      |
| 1000                     | 67,44                      | 2/0         | 107,21                     | 4/0      |

**Nota:** Ampacidad de los conductores de cobre y de aluminio según el grosor del cable.

## CAPÍTULO 3

### 3. Diseño e implementación del módulo didáctico

En este capítulo se detallan cada uno de los elementos y dispositivos empleados para el diseño del módulo didáctico.

#### 3.1 Módulo Didáctico



**Figura 25:** Módulo didáctico, con láminas didácticas desmontadas.

El modulo didáctico está compuesto por:

- Una estructura metálica.
- Cincuenta y cuatro láminas portables (llevan elementos / dispositivos eléctricos).

**La estructura metálica.-** de 207x120x30cm (alto-ancho y fondo) posee dos frentes y cuatro repisas, a su vez lleva instalado dos cajas metálicas tipo abierto para los Contadores de Energía, con su respectiva base socket y Disyuntores principales, dos cajones frontales por cada lado con agarraderas y cuatro garruchas de 2 ½ pulgadas con freno (ruedas locas).

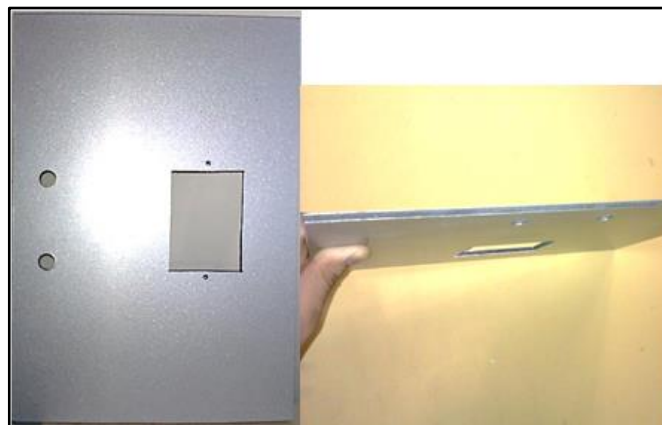
El mueble esta soportado en tubo estructurar cuadrado de 2 x2 pulgadas, y cubierta con Planchas galvanizadas laminadas en frío; pintada con pintura electrostática (pintura en polvo) tipo Ral 7032 secada al horno previo tratamiento desoxidante (el acabado de la pintura).

**Láminas eléctricas portables.-** están clasificadas de la siguiente manera:

- Cuarenta y seis láminas de 21 x 30cm
- Dos láminas de 42 x 30cm
- Seis láminas de 105 x 30cm

En las 46 láminas de 21x30cm van instalados diferentes elementos y dispositivos eléctricos (tomacorrientes, luminarias, interruptores, conmutadores, sensores de movimiento, etc.), en las dos láminas de 42 x 30cm están los paneles de distribución y en las 6 láminas de 105x30cm van ubicados las lámparas fluorescentes compuestas con sus luminarias fluorescentes y su respectivo balastro.

Las láminas didácticas son de Alucobond, material compuesto por dos hojas finas de aluminio a los costados y en el centro un compuesto termoplástico, que como característica principal, ofrece mayor resistencia en comparación con el acrílico.



**Figura 26:** El Alucobond, es un material que ofrece una alta resistencia al momento de realizársele cortes y perforaciones, ideal para utilizar como lámina didáctica.

### 3.2 Clase de servicio

El proyecto está diseñado para un suministro de corriente alterna, monofásico 120 /

240 voltios sólidamente aterrizado, a una frecuencia de 60Hz.

**Tabla 8**

Alimentación del módulo didáctico

| <b>SISTEMA MONOFÁSICO (BAJA TENSION)</b> |
|------------------------------------------|
| 120 / 240 voltios – 3 hilos              |

**Nota:** Nivel de tensión indicado para la alimentación del módulo didáctico.

**Tabla 9**

Niveles de tensión

| <b>ELEMENTO / DISPOSITIVO</b>   | <b>NIVEL DE TENSION</b> |
|---------------------------------|-------------------------|
| Contador Eléctrico              | 120 / 240V              |
| Luminarias Incandescentes       | 120V                    |
| Lámparas fluorescentes          | 120V                    |
| Sensor de Movimiento            | 120V                    |
| Interruptores                   | 120V                    |
| Conmutadores                    | 120V                    |
| Tomacorrientes Polarizados 120V | 120V                    |
| Tomacorrientes 240V             | 240V                    |

**Nota:** Niveles de tensión de corriente alterna (AC) para los principales elementos / dispositivos del Proyecto.

### **3.3 Selección del Contador Eléctrico**

Para la contabilización de la potencia activa (KW-h) en los dos frentes del módulo didáctico, se escogieron medidores monofásicos auto – contenido, 3 hilos Cl – 200, SL (forma 2S).

Los contadores de energía implementados van instalados en sus respectivas Bases (sockets), estas van contenidas dentro de las cajas metálicas tipo abierto e instaladas verticalmente y horizontalmente nivelada, con el propósito de que el contador de una lectura con mayor precisión (CRIEEL, 2002).



**Figura 27:** Vista lateral del Contador de Energía. Imagen del modelo utilizado.

### 3.4 Selección del Panel de Distribución y Disyuntores de Protección.

En este proyecto se optó por Paneles de Distribución (también conocidos como Caja de Breaker) marca General Electric por su gran confiabilidad y soporte ante el consumo requerido.



**Figura 28:** Vista del Panel de Distribución. Imagen del modelo utilizado.

El panel implementado es de Tipo 4x8, soporta hasta 200A a 240V y los disyuntores

de protección, asimismo marca General Electric, son de tipo THQP los cuales se encuentran desde 15A de 1 polo o 2 polos (1 fase o 2 fases) para circuitos de iluminación y Tomacorrientes.

Los Disyuntores THQP General Electric, son fiables y de gran rendimiento, fácil operación para conmutar el encendido o apagado, tiene una posición central que indica que el disyuntor ha saltado y ocurrido una sobrecarga y en el que deberá ser reseteado.



**Figura 29:** Disyuntor THQP General Electric empleado. Dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos para los circuitos de prueba.

**Tabla 10**

Disyuntores utilizados

| <b>DISYUNTOR (BREAKER)</b> |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| <b>MODELO</b>              | <b>CARACTERÍSTICA</b> |
| General Electric THQP230   | 2 POLO – 30AMP        |
| General Electric THQP120   | 1 POLO – 20AMP        |
| General Electric THQP115   | 1 POLO – 15AMP        |

**Nota:** Disyuntores empleados tanto en las salidas de los Contadores de Energía como en los Paneles de Distribución.

### 3.5 Interruptores

Los interruptores son los dispositivos eléctricos utilizados para gobernar el paso de la corriente eléctrica, en este proyecto, en las prácticas con luminarias.

Entre los interruptores utilizados tenemos:

- Interruptor Simple
- Interruptor Doble.
- Interruptor Triple.
- Interruptor conmutador de 3 vías.
- Interruptor conmutador de 4 vías.

#### 3.5.1 Selección de Interruptor Simple

El Interruptor Simple seleccionado es de marca **bticino** código Q5800, tiene dos bornes, el común para conectar el cable de la línea o fase de 120V corriente alterna y el retorno para conectar el cable proveniente de la luminaria.

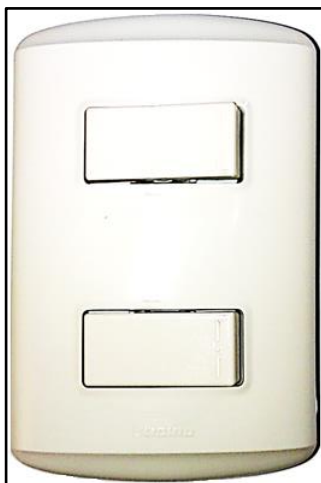
Este interruptor ofrece la capacidad de hasta 10A.



**Figura 30:** Interruptor Simple 10A, 127V / 250 ~. Interruptor utilizado para el control del Sensor de Movimiento y en la entrada del circuito en cascada.

### 3.5.2 Selección de Interruptor Doble

El Interruptor Doble seleccionado es de marca bticino compuesto por dos interruptores simples código Q5800, compactados en placa removible de dos módulos.



**Figura 31:** Interruptor Doble 10A, 127V / 250 ~. Interruptor utilizado para el mando de dos luminarias independientes.

### 3.5.3 Selección de Interruptor Triple

El interruptor triple seleccionado es de marca bticino compuesto por tres interruptores simples código Q5800, compactados en placa removible de tres módulos.



**Figura 32:** Interruptor Triple 10A, 127V / 250 ~. Interruptor utilizado para el mando de tres lámparas fluorescentes.



### 3.5.4 Selección de Interruptor Conmutador de 3 vías

El interruptor conmutador de 3 vías seleccionado es de marca bticino código Q5801, tiene tres bornes, el común (del medio) para conectar el cable de la línea o fase de 120V corriente alterna y los viajeros (v1 y v2) donde se realiza los puentes a otros interruptores o también, para conectar el retorno proveniente de una carga.



**Figura 33:** Interruptor Conmutador de 3 vías 10A, 127V / 250 ~. Interruptor utilizado para los circuitos de conmutación, en el control de encendido y apagado de luminarias en dos, tres y cuatro sitios distintos.

### 3.5.5 Selección de Interruptor Conmutador de 4 vías

El interruptor conmutador de 4 vías seleccionado es de marca bticino código QZ5012 tiene cuatro bornes, que son los cuatro viajeros (v1, v2, v3 y v4) donde se realiza los puentes siempre a interruptores conmutadores de 3 vías.

La adquisición de este tipo de interruptor, se lo hace por partes, se consigue primeramente el Interruptor de conmutador de 4 vías mismo (El taco) y luego la placa.

En el proyecto se utilizan placas para un módulo, donde posteriormente ambos se compactan.



**Figura 34:** Interruptor Conmutador de 4 vías 16A, 60 Hz, 127V / 250 / 275 ~. Interruptor utilizado para los circuitos de conmutación, en el control de encendido y apagado de luminarias en dos, tres y cuatro sitios distintos.



**Figura 35:** Vista posterior del interruptor conmutador de 4 vías, donde se muestra claramente la unión del interruptor propiamente dicho (el taco) con la placa de un módulo.

## CAPÍTULO 4

### 4. Implementación de Prácticas

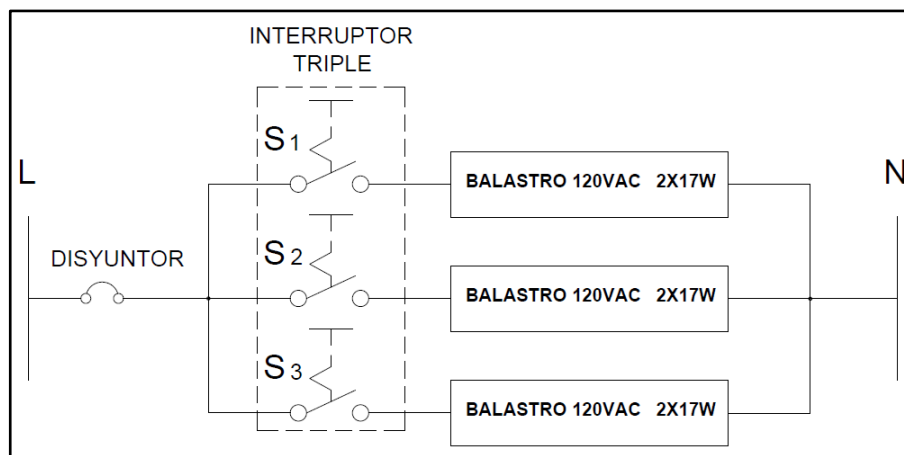
En el capítulo 4, se estudiará el funcionamiento de las seis prácticas propuestas, las láminas a utilizar y el cableado correspondiente para la implementación correcta en cada una de ellas.

#### 4.1 Conexión de tres lámparas fluorescentes accionadas por un interruptor triple.

**Objetivo:** Conocer el funcionamiento de la lámpara fluorescente y la potencia activa que consume en una Instalación Residencial.

La práctica consiste en la instalación de tres lámparas fluorescentes de 2x17w, en conexión paralelo, utilizando un interruptor triple como elemento de accionamiento.

##### Esquema Funcional



**Figura 36:** Diagrama funcional del circuito, muestra el orden que van conectados los elementos y dispositivos eléctricos y la forma de operación del Interruptor triple para el gobierno independiente de cada lámpara fluorescente.

#### **Materiales y herramientas a utilizar:**

- Una Lámina de Panel de Distribución.

- Tres Láminas de Lámparas fluorescentes.
- Una Lámina de Interruptor Triple.
- Cables flexibles (terminales de conexión)
- Multímetro.

Se colocan las láminas portables a la estructura metálica, quedando de esta forma, ver figura 37.



**Figura 37:** Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas, en la práctica, evitando el uso innecesario de cables de conexión.

## Identificación de Bornes.

**Lámina de Interruptor Triple.-** Posee borneras de color amarillo (L1, L2 y L3) identifican los bornes común de cada interruptor, estos serán alimentados por la línea de fase del circuito y, las borneras de color negro (R1, R2 y R3) son los bornes donde irán las líneas de retorno de cada lámpara fluorescente.

El interruptor triple está compuesto por tres interruptores simples, que operan de manera individual.



**Figura 38:** Imagen de la lámina de Interruptor Triple, donde se aprecia la instalación del dispositivo eléctrico, la identificación de cada uno de sus bornes y la respectiva simbología eléctrica.

**Lámina de Lámpara Fluorescente.-** Posee borneras para el balastro electrónico y para cada soporte de las luminarias fluorescentes.

Las borneras del Balastro electrónico están identificadas con una Bornera de color amarillo, etiquetada con la letra L; donde se realiza la conexión con el borne de retorno del respectivo Interruptor asignado; una bornera de color negro donde va conectado al Neutro del circuito.

La bornera de color amarillo, etiqueta con la letra R, se conectan con un soporte de

cada luminaria fluorescente.

Las borneras de color azul, etiquetadas con la abreviatura BL, se conectan por separados con uno de los soportes (diferentes a los conectados por la bornera R) de una luminaria fluorescente, es decir, una bornera azul se conecta por individual con un soporte de una luminaria fluorescente.

En cada extremo de las luminarias fluorescentes están asignados soportes; para la luminaria 1, le corresponde soporte 1 y soporte 2 y, para la luminaria 2 son los soportes 3 y 4. Los cuatro soportes en total, vienen con dos borneras de color amarillo.

Estas características son por igual en las tres láminas de lámpara fluorescente.



**Figura 39:** Imagen de una de las Láminas de Lámpara Fluorescente, donde se observa la instalación del dispositivo y los elementos eléctricos, la identificación de cada uno de sus bornes y su simbología eléctrica.

## **Explicación del Diagrama Funcional del Circuito**

En el diagrama funcional se nos presenta la instalación de un interruptor triple (compuesto por tres Interruptores Simples Independientes), el borne común de cada Interruptor Simple va conectado a la línea de fase, línea previamente protegida por un disyuntor de protección del panel de distribución.

Los bornes de retornos se conectan a la entrada de fase de cada lámpara fluorescente y, el terminal Neutro, se conectará para el cierre del circuito en cada lámpara.

### **Procedimiento de Instalación.**

Se realiza la conexión de una línea fase y el neutro para dar servicio al panel de distribución.

Habilitada la línea fase del panel de distribución se conecta a un borne común de un interruptor (del Interruptor triple).

El borne común utilizado de unos de los Interruptores simples será el punto de referencia, para los puentes a realizar en los bornes común de los otros dos interruptores.

Se realiza la conexión del borne de retorno del S1 (del Interruptor triple) al borne L de la lámpara fluorescente 1.

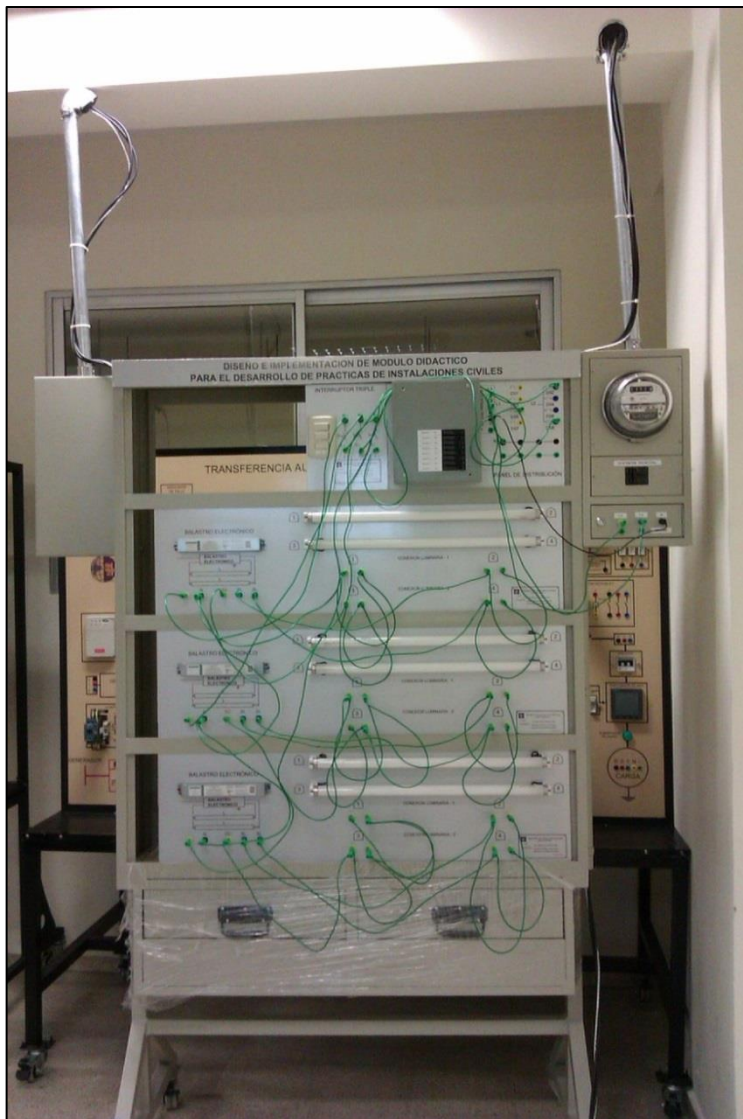
De la misma manera, se conectan el borne de retorno S2 al borne L de la lámpara fluorescente 2 y, el borne de retorno S3 al borne L de la lámpara fluorescente 3.

Se conecta un cable terminal flexible del borne neutro del panel de distribución a la Lámpara Fluorescente 1.

Paso siguiente, se conecta la línea Neutro a la lámpara fluorescente 2 y a la lámpara fluorescente 3.



El diagrama eléctrico de conexión de la lámpara fluorescente (impreso en las tres láminas didácticas), sirve de guía para las conexiones eléctricas del balastro electrónico con los soportes de las luminarias.



**Figura 40:** Imagen donde se muestra las conexiones de la práctica, antes de energizar el circuito.

Energizado el módulo didáctico desde la toma de red, se activa manualmente el disyuntor del circuito.

### **Prueba de funcionamiento.**

Para verificar el funcionamiento del circuito realizamos lo siguiente:

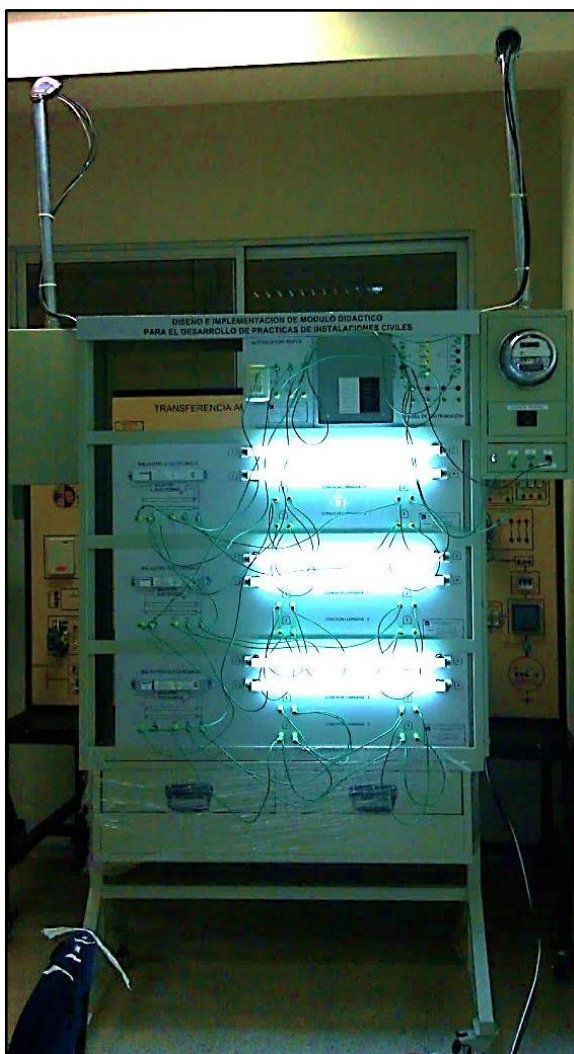


En el interruptor S1 (del Interruptor Triple) se realiza y comprueba el encendido y apagado de la lámpara fluorescente 1.

En el interruptor S2 (del Interruptor Triple) se realiza y comprueba el encendido y apagado de la lámpara fluorescente 2.

Asimismo, en el interruptor S3 (del Interruptor Triple) se realiza y comprueba el encendido y apagado de la lámpara fluorescente 3.

Al no existir ningún desperfecto (no encendido de lámparas, cortocircuito, etc.), indica que el circuito se ha realizado correctamente.



**Figura 41:** Imagen donde se muestra energizado el circuito. Encendido de las tres lámparas fluorescentes.

## Cálculos

Los circuitos de alumbrado tendrán como máximo una carga promedio de 1200W.

$$P_{1\phi}=1,2KW.$$

En el circuito los # de puntos eléctricos máximos serán:

$$\text{Carga x Punto} = 17W.$$

$$\# \text{ Puntos} = \frac{P_{1\phi}}{\text{Carga x Punto}} = \frac{1200}{17} = 70u.$$

Para calcular el Disyuntor del circuito se efectuará:

$$I = \frac{P}{V \times (FP)} = \frac{51}{120 \times 0,85} = \frac{51}{102} = 0,5A.$$

$$B = I \times 1,25 = 0,625A.$$

En el proyecto de tesis vienen instalados disyuntores marca General Electric, de acuerdo a la norma, el disyuntor apropiado para esta práctica será de 15A – 1P.

$$C = 15A \times 0,80 = 12A.$$

$$P = 12 \times 120 \times (0,85) = 1224W.$$

$\varnothing \frac{1}{2}'' : 2 \# 14 TW$  (diámetro de tubería, calibre y tipo de cable a utilizarse).

**Tabla 11**

### Valores prácticos

| DATOS PRÁCTICOS |           |           |           |       |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| UNIDADES        | Lámpara 1 | Lámpara 2 | Lámpara 3 | TOTAL |
| V (volt.)       | 126       | 126       | 126       | 126   |
| I (amp.)        | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,4   |

**Nota:** Valores de voltaje y de corriente tomados en la práctica, con las tres lámparas encendidas.

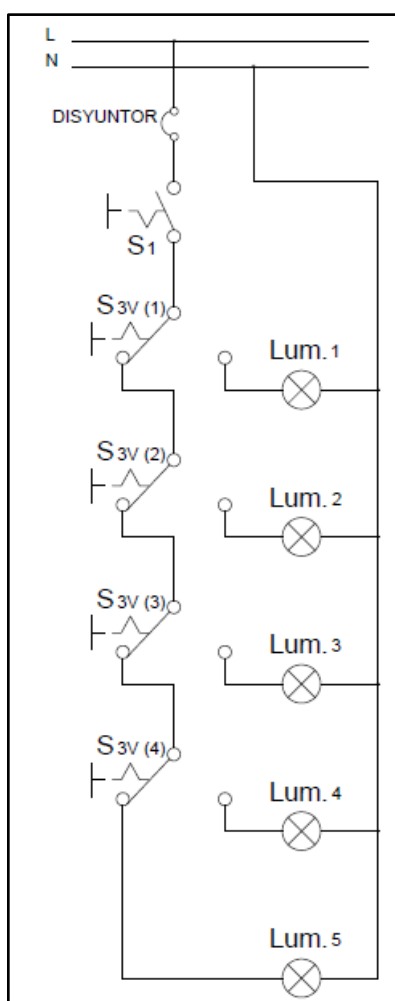
## 4.2 Conexión de cinco lámparas en cascada

**Objetivo: Conocer la utilización del circuito en cascada.**

Este tipo de instalación es comúnmente utilizada donde solo se requiere iluminación en lugares específicos; como sótanos, bodegas, etc.

La práctica radica en la instalación en la Instalación en cascada de cinco luminarias, utilizando un interruptor simple y cuatro conmutadores de 3vías como elementos de accionamiento.

### Esquema Funcional



**Figura 42:** Esquema Funcional del circuito de cascada. Se muestra los elementos necesarios para su instalación.

**Materiales y herramientas a utilizar:**

- Una Lámina de Panel de distribución.
- Dos Láminas de Luminarias.
- Una Lámina de Luminaria.
- Una Lámina de Interruptor simple.
- Cuatro Láminas de Conmutador de 3 vías.
- Cables flexibles (terminales de conexión).
- Multímetro.

Se colocan las láminas portables a la estructura metálica, quedando de esta forma, ver figura 43.



**Figura 43:** Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas, en la práctica de lámparas en cascada.

## Identificación de Bornes

**Lámina de Interruptor Simple.-** Posee una bornera de color amarillo (L1) que identifica el borne común del interruptor, este se energiza por la línea de fase del circuito y, la bornera de color negro (R1) que habilita el servicio al resto del circuito.



**Figura 44:** Imagen de lámina de Interruptor Simple, donde se aprecia la instalación del dispositivo eléctrico con su respectiva simbología eléctrica.

**Lámina de Interruptor de conmutación de 3 vías.-** Posee una bornera de color amarillo (L1) que identifica el borne común del interruptor y, dos borneras de color negro (V1, V2) que son los “viajeros”.



**Figura 45:** Conmutador de 3 vías, posee un borne llamado común y dos bornes llamados “viajeros”.

**Láminas de Luminarias (Doble y Simple).-** Láminas donde van colocadas las portalámparas (Rosetones).

Cada Portalámparas posee dos bornes, en un borne se suministra la línea que energiza la lámpara y el otro borne donde se conecta el neutro.



**Figura 46:** Imagen de las láminas Luminarias, conocidas como portalámparas o rosetones, se aprecia el elemento eléctrico y sus simbologías.

### **Explicación del Diagrama Funcional del Circuito**

Al cerrar el interruptor simple S1 dará tensión al conmutador S3v (1); según la posición de éste permitirá el encendido de la luminaria 1 (Lum. 1) o a su vez dará tensión al conmutador S3V (2).

Asimismo, según la posición del conmutador S3V (2), efectuará el encendido de la luminaria 2 (Lum. 2) o dará tensión al conmutador S3V (3).

El conmutador S3V (3), según su posición, dará el encendido de la luminaria 4 (Lum. 3) o dará tensión al conmutador S3V (4).

Finalmente, el conmutador S3V (4), según su posición, dará el encendido de la luminaria 4 (Lum. 4) o el de la luminaria 5 (Lum. 5).

## Procedimiento de Instalación

Se realiza la conexión de una línea fase y el neutro para dar servicio al panel de distribución.

Habilitada la línea fase del panel de distribución se conecta al borne común del Interruptor simple.

El procedimiento de instalación se repite tal como se da en la explicación del Diagrama Funcional del circuito.

Efectuado todas las conexiones quedaría de la siguiente manera, ver figura 47.



**Figura 47:** imagen donde se muestra la conexión del circuito de las cinco lámparas en cascada.

## Prueba de funcionamiento.

Para verificar el funcionamiento del circuito realizamos lo siguiente:



Se acciona el interruptor S1, y se enciende la lámpara 1 (Lum. 1). A continuación, se procede a cambiar de posición el conmutador S3V (2), con lo que se apaga la luminaria 1 (Lum. 1) y se enciende la luminaria 2 (Lum. 2).

Se procede a cambiar de posición del conmutador S3V (3), la luminaria 2 (Lum. 2) se apaga y se enciende la luminaria 3 (Lum. 3). Se cambia de posición del conmutador S3V (4); se apaga luminaria 3 (Lum. 3) y se enciende la luminaria 4 (Lum. 4). Llegando al conmutador S3V (5) de igual manera, cambiando su posición, la luminaria 4 (Lum. 4) se apaga y se enciende la luminaria 5 (Lum. 5).

Para probar el apagado y encendido de la luminaria 5 a la luminaria 1, se realizará la operación de manera inversa, quedando los interruptores en su posición de inicio.

Los conmutadores se deben accionar siempre en el mismo orden S1, S2, S3, S4, S5 y de forma inversa S5, S4, S3, S2, S1 para que el objetivo de la práctica se cumpla.



**Figura 48:** Imagen donde se muestra funcionamiento del circuito, encendido de la luminaria 1.



## Cálculos.

Los circuitos de alumbrado tendrán como máximo una carga promedio de 1200W.

$$P_{1\phi}=1,2KW.$$

En el circuito los # de puntos eléctricos máximos serán:

$$\text{Carga x Punto} = 100W.$$

$$\# \text{ Puntos} = \frac{P_{1\phi}}{\text{Carga x Punto}} = \frac{1200}{100} = 12u.$$

Para calcular el Disyuntor del circuito se efectuará:

$$I = \frac{P}{V \times (FP)} = \frac{100}{120 \times 0,85} = \frac{100}{102} = 0,98A.$$

$$B = I \times 1,25 = 1,225A.$$

El proyecto de tesis, tiene instalado disyuntores marca General Electric, de acuerdo a la norma, el disyuntor apropiado para esta práctica será de 15A – 1P.

$$C = 15A \times 0,80 = 12A.$$

$$P = 12 \times 120 \times (0,85) = 1224W.$$

$\phi \frac{1}{2}'' : 2 \# 14 TW$  (diámetro de tubería, calibre y tipo de cable a utilizarse).

**Tabla 12**

### Valores prácticos

| DATOS PRÁCTICOS |        |        |        |        |        |       |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| UNIDADES        | Lum. 1 | Lum. 2 | Lum. 3 | Lum. 4 | Lum. 5 | TOTAL |
| V (volt.)       | 122,8  | 122,8  | 122,8  | 122,8  | 122,8  | 124,1 |
| I (amp.)        | 0,83   | 0,83   | 0,83   | 0,83   | 0,83   | 0,83  |

**Nota:** Valores de voltaje y de corriente tomados en la práctica, independientemente en cada una de las 5 luminarias.

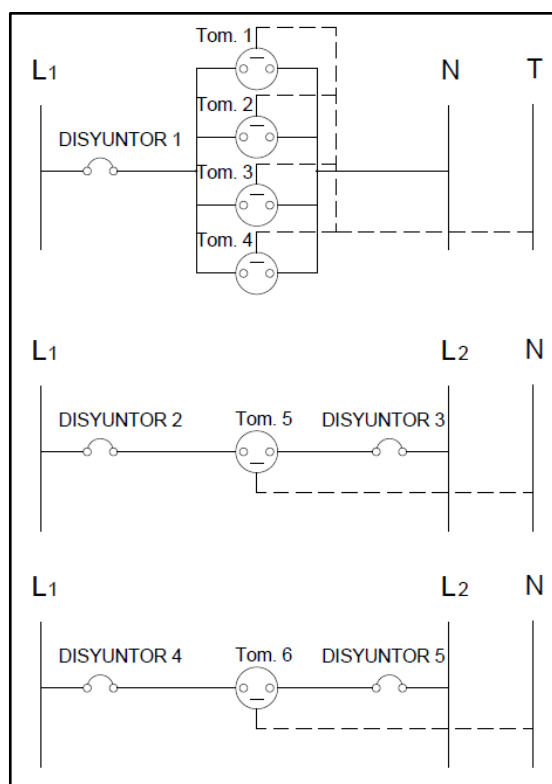
### 4.3 Instalación de cuatro tomacorrientes polarizados a 120VAC y dos tomacorrientes a 240VAC.

**Objetivo:** Conocer la utilización y conexión de los tomacorrientes de polarizados a 120VAC y 240VAC.

Este tipo de instalación es común en toda vivienda donde se conecten electrodomésticos y herramientas de consumo, para el caso de los tomacorrientes polarizados a 120VAC asignándole una carga de aproximadamente 150 – 200W y, para los tomacorrientes a 240VAC cargas que generen 20A - 25A.

La práctica consiste en la instalación de dos circuitos paralelos, cuatro tomacorrientes polarizados a 120VAC y dos tomacorrientes de 240VAC respectivamente.

#### Esquema Funcional



**Figura 49:** Esquema Funcional de conexión de tomacorrientes de 120VAC y de 240VAC. Se observa que existen diferencias en ambas instalaciones.

**Materiales y herramientas a utilizar:**

- Una Lámina de Panel de distribución.
- Cuatro Láminas de Tomacorrientes Polarizados 120VAC.
- Dos Láminas de Tomacorrientes 240VAC.
- Cables flexibles (terminales de conexión).
- Multímetro.

Se colocan las láminas portables a la estructura metálica, quedando montadas de la siguiente forma, ver figura 50.



**Figura 50:** Imagen donde se muestra la colocación de las láminas didácticas en la estructura metálica. En la segunda repisa se ubican los tomacorrientes polarizados de 120VAC y en la tercera repisa (de arriba – abajo) los tomacorrientes 240VAC.

## Identificación de Bornes.

**Lámina de Tomacorriente Polarizado 120VAC.-** Posee borneras de distinto color para la identificación de sus bornes. La bornera de color amarillo (L) conectará el conductor de fase, la bornera de color verde (T) destinado para el conductor Tierra y la bornera de color Negro (N) para el conductor neutro.



**Figura 51:** Imagen de lámina de Tomacorriente Polarizado 120VAC, Se aprecia su simbología eléctrica y sus bornes respectivos.

**Lámina de Tomacorriente 240VAC.-** Posee borneras de distinto color para la identificación de sus bornes. La bornera de color amarillo (L1) para la conexión de la fase 1, la bornera de color azul (L2) para la conexión de la fase 2 y la bornera de color negro para la conexión del neutro del circuito.



**Figura 52:** Imagen de lámina de Tomacorriente 240VAC, Se muestra su simbología eléctrica y sus bornes respectivos.

## **Explicación del Diagrama Funcional del Circuito**

En el Diagrama funcional se presenta la instalación de cuatro tomacorrientes polarizados a 120VAC (en paralelo) que van conectados a una línea de fase previamente protegida por un disyuntor de protección, la conexión con el conductor neutro para el cierre del circuito y para la protección por fallo de aislamiento, en los cuatro tomacorrientes, la conexión con el conductor tierra.

Asimismo, la instalación de dos tomacorrientes a 240VAC independientes. Cada tomacorriente posee dos disyuntores de protección para cada uno de sus fases, y la conexión de ambos a neutro.

### **Procedimiento de Instalación.**

De los bornes del panel de distribución previamente alimentados de la toma red, se realizan las siguientes conexiones:

Para la conexión de los tomacorrientes polarizados a 120VAC, se alimenta del panel de distribución uno de los cuatro tomacorriente, efectuando la conexión de los tres conductores (fase, neutro y tierra).

Estando energizado correctamente (en los bornes indicados) el tomacorriente, se realiza de éste, la conexión en paralelo a los demás tomacorrientes polarizados a 120VAC.

La conexión de los tomacorrientes a 240VAC, se realiza de forma independiente el uno del otro, cada uno con la alimentación de fase1, fase 2, neutro y sus disyuntores de protección en cada fase.



**Figura 53:** Imagen donde se muestra las conexiones de las clases de tomacorrientes, unos alimentados con 120AC y otros con 240VAC.

Energizado el módulo didáctico desde la toma de red, se activa manualmente el disyuntor del circuito.

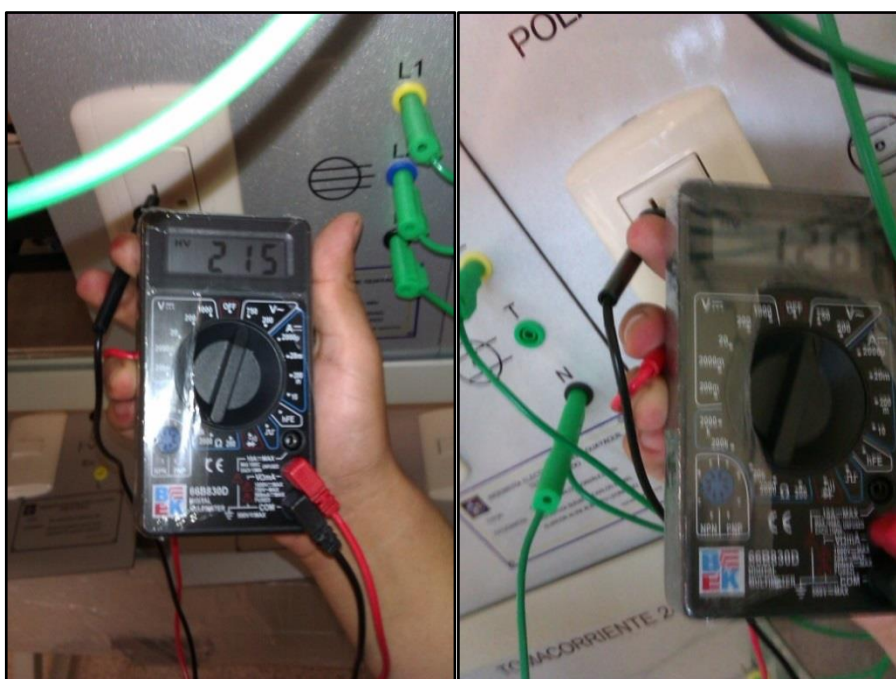
### **Prueba de funcionamiento.**

Para verificar el funcionamiento del circuito realizamos lo siguiente:

Con ayuda de un multímetro, se comprueba el valor de voltajes en cada uno de los tomacorrientes.

Los tomacorrientes polarizados a 120VAC, deberán reflejar en cada contacto, un voltaje similar al voltaje entregado del panel de distribución. Se comprueba que no exista ninguna conexión floja.

Los tomacorrientes 240VAC, deberán reflejar en sus contactos, un voltaje similar al voltaje entregado del panel de distribución. Se comprueba que no exista ninguna conexión floja.



**Figura 54:** Imagen donde se muestra los valores, en voltios, reflejados en los dos tipos de tomacorrientes.

### Cálculos

En Los circuitos de tomacorriente tendrán como máximo una carga promedio de 1200W.

$$P_{1\phi}=1,2KW.$$

Los # de puntos eléctricos máximos para los tomacorrientes polarizados a 120VAC son:

$$\text{Carga x Punto} = 150W, 180W, 200W$$

Ej. Carga x Punto = 150W

$$\# \text{ Puntos} = \frac{P_{1\phi}}{\text{Carga x Punto}} = \frac{1200}{150} = 8u.$$

Para calcular el Disyuntor del circuito se efectuará:

$$I = \frac{P}{V \times (FP)} = \frac{1200}{120 \times 0,85} = \frac{1200}{102} = 11,76A.$$

$$B = I \times 1,25 = 11,76A \times 1,25 = 14,7A.$$

**B:** 15A - 1P → 20A - 1P

Por lo que respecta en esta práctica, por motivos de cargas a bajo consumo (100, 250W) en estos tomacorrientes, se destinaron disyuntores marca General Electric a 15A – 1P.

Los tomacorrientes polarizados a 120VAC por presentar bornes para fallo de aislamiento (para Tierra) se deben colocar tres conductores del mismo calibre.

$\emptyset \frac{1}{2}'' : 3 \# 12 \text{ TW}$  (diámetro de tubería, calibre y tipo de cable a utilizarse).

Las conexiones de tomacorrientes a 240VAC, se conocen como circuitos especiales, generalmente está formado por un solo punto.

Su potencia es la indicada en sus datos de placa, así como el resto de sus características de operación.



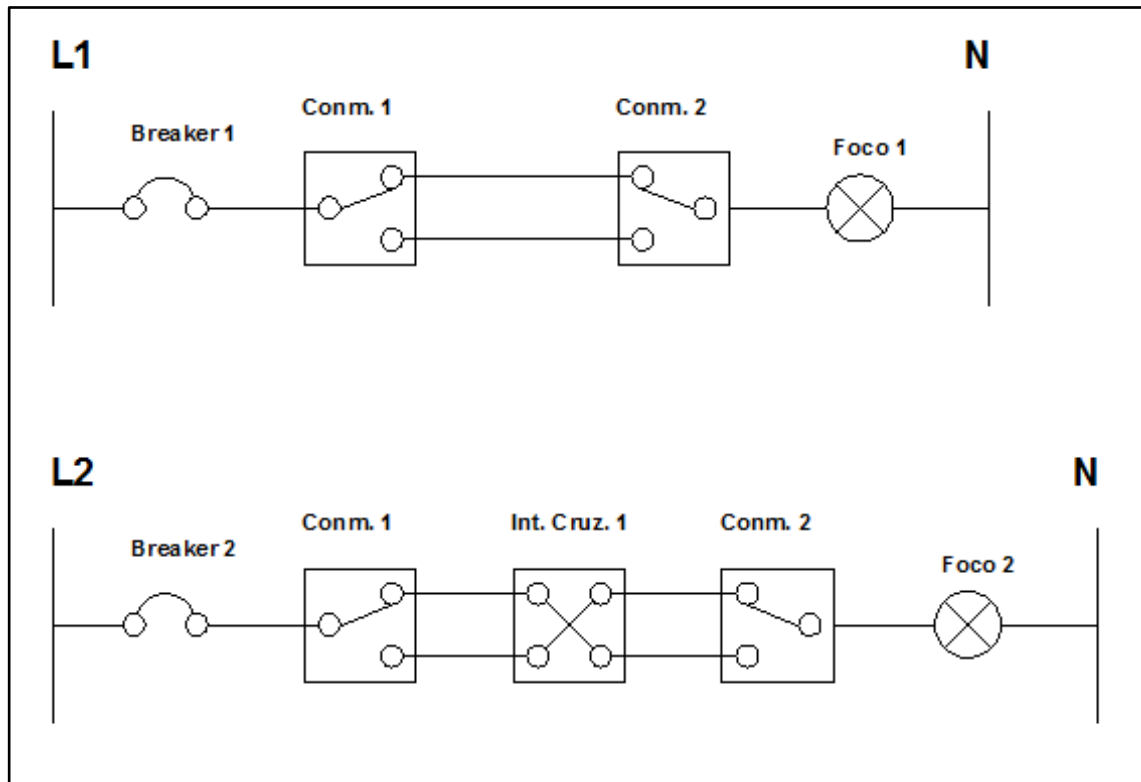
#### 4.4 Conexión de una luminaria conmutada desde dos puntos y otra luminaria conmutada desde tres puntos.

**Objetivo:** Conocer la utilización y conexión de las conmutaciones con luminarias desde dos y tres puntos.

Estos tipos de instalaciones es común observarlos en varios sitios dentro y fuera de una vivienda. En la conmutación desde dos puntos de una luminaria se utilizará conmutadores de tres vías y para el caso de la conmutación desde tres puntos de una luminaria, se sumará un conmutador de cuatro vías.

La práctica se compone por dos circuitos, en uno se controla el encendido y apagado de una luminaria desde dos sitios diferentes, y en el otro circuito tenemos una segunda luminaria que es controlada desde tres sitios distintos.

##### Esquema Funcional



**Figura 55:** Esquema Funcional de dos circuitos de conmutación, desde dos y tres puntos distintos, muy utilizados a nivel residencial.

**Material.es y herramientas a utilizar:**

- Una Lámina de Panel de Distribución.
- Cuatro Láminas de Conmutador de 3 vías.
- Una lámina de conmutador de 4 vías.
- Dos láminas de Luminaria.
- Cables flexibles (terminales de conexión).
- Multímetro.

Se colocan las láminas portables a la estructura metálica, quedando montadas de la siguiente forma, ver figura 56.



**Figura 56:** Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas, para la práctica de conmutación de luminarias desde dos y tres puntos distintos.

**Identificación de Bornes.**

**Lámina de Interruptor de conmutación de 3 vías.-** Posee una bornera de color amarillo (L) que identifica el borne común del interruptor y, dos borneras de color negro (V1, V2) que son los “viajeros”.



**Figura 57:** Conmutador de 3 vías, posee un borne llamado común y dos bornes llamados “viajeros”.

**Lámina de Interruptor de conmutación de 4 vías.-** Identificada por cuatro borneras de color negro (V1, V2, V3, V4), los cuales son los cuatro bornes “viajeros” con que está caracterizado un conmutador de 4 vías.



**Figura 58:** Conmutador de 4 vías, compuesto por cuatro bornes (V1, V2, V3, V4) llamados “viajeros”.

**Lámina de Luminaria.-** Lámina donde van colocada la portalámpara (Rosetón).

LUMINARIA

X1

X2

INGENIERIA ELECTRONICA SEDE GUAYAZUL  
TERCER DE GRADO

TUTOR: ING. JUAN CARLOS SANCHEZ MAC  
ESTUDIANTE: JUAN PABLO SANCHEZ SANCHEZ  
ALUMNO ALVA ALBERTO BERNARDO

### Explicación del Diagrama Funcional del Circuito

Del conductor de fase previamente protegida por un disyuntor de protección del panel de distribución, se conecta al primer conmutador de 3 vías; los bornes viajeros de éste se conectan a los bornes viajeros del segundo conmutador, para luego conectarse a la luminaria y de ahí cerrar el circuito conectando al conductor neutro.

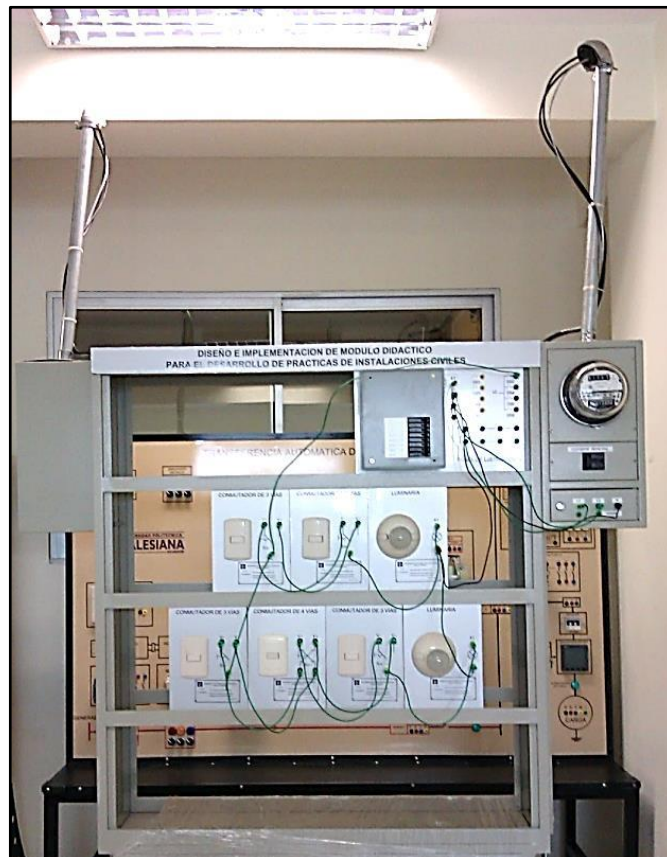
68

## Procedimiento de Instalación.

De los bornes del panel de distribución previamente alimentados de la toma red, se realizan las siguientes conexiones:

En el primer circuito, el borne común del conmutador de 3 vías (1) va conectado a la línea de fase, línea previamente protegida por un disyuntor de protección del panel de distribución. Los bornes viajeros (V1 y V2), se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2) del conmutador de 3 vías (2), V1 con V1 y V2 con V2. El borne común del conmutador de 3 vías (2) se conecta a la bornera X1 de la luminaria y la bornera X2 cierra el circuito conectándose al neutro.

En el segundo circuito, el borne común del conmutador de 3 vías (3) va conectado a la línea de fase, línea previamente protegida por un disyuntor de protección del panel de distribución.



**Figura 60:** Imagen donde se muestra las conexiones de los circuitos de conmutación de dos y tres puntos distintos, para dos luminarias.

Los bornes viajeros (V1 y V2), se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2) del conmutador de 4 vías, de éste los bornes viajeros (V3 y V4) se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2) del conmutador de 3 vías (4). El borne común del conmutador de 3 vías (4) se conecta a la bornera X1 de la luminaria (2) y la bornera X2 cierra el circuito conectándose al neutro.

Energizado el módulo didáctico desde la toma de red, se activa manualmente el disyuntor de protección del circuito.

### **Prueba de funcionamiento.**

Para verificar el funcionamiento del circuito realizamos lo siguiente:

En el circuito de conmutación de dos puntos para una luminaria, se comprueba que en el conmutador de tres vías (1), encienda y apague la respectiva luminaria, luego se realiza la misma operación con el conmutador de tres vías (2). Después del conmutador (1) se realiza el encendido de la luminaria y del conmutador (2), se ejecuta el apagado y así de manera viceversa.



**Figura 61:** Imagen donde se muestra el funcionamiento de los circuitos de conmutación de la práctica propuesta.

En el circuito de conmutación de tres puntos para una luminaria, se comprueba que en el conmutador de tres vías (3), encienda y apague la respectiva luminaria, luego se realiza la misma operación con el conmutador de cuatro vías y después con el conmutador de tres vías (4).

Después del conmutador (3), se realiza el encendido de la luminaria y del conmutador (4), se ejecuta el apagado y así de manera viceversa; al finalizar, el conmutador de 4 vías realizará la misma dinámica tanto con el conmutador de tres vías (3), como con el conmutador de tres vías (4).

### **Cálculos.**

Los circuitos de alumbrado tendrán como máximo una carga promedio de 1200W.

$$P_{1\phi}=1,2KW.$$

En el circuito los # de puntos eléctricos máximos serán:

Carga x Punto = 100W en c/u.

$$\# \text{ Puntos} = \frac{P_{1\phi}}{\text{Carga x Punto}} = \frac{1200}{100} = 12u.$$

Para calcular el Disyuntor del circuito se efectuará:

$$I = \frac{P}{V \times (FP)} = \frac{200}{120 \times 0,85} = \frac{200}{102} = 1,96A.$$

$$B = I \times 1,25 = 2,45A.$$

El proyecto de tesis, tiene instalado disyuntores marca General Electric, de acuerdo a la norma, el disyuntor apropiado para esta práctica será de 15A – 1P.

$$C = 15A \times 0,80 = 12A.$$

$$P = 12 \times 120 \times (0,85) = 1224W.$$

$\varnothing \frac{1}{2}'' : 2 \# 14 TW$  (diámetro de tubería, calibre y tipo de cable a utilizarse).

**Tabla 13**

**Valores prácticos**

| <b>DATOS PRÁCTICOS</b> |                    |                    |              |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| <b>UNIDADES</b>        | <b>Luminaria 1</b> | <b>Luminaria 2</b> | <b>TOTAL</b> |
| V (volt.)              | 122,8              | 122,8              | 124,8        |
| I (amp.)               | 0,9                | 0,9                | 1,8          |

**Nota:** Valores de voltaje y de corriente tomados en la práctica, con las dos luminarias encendidas.



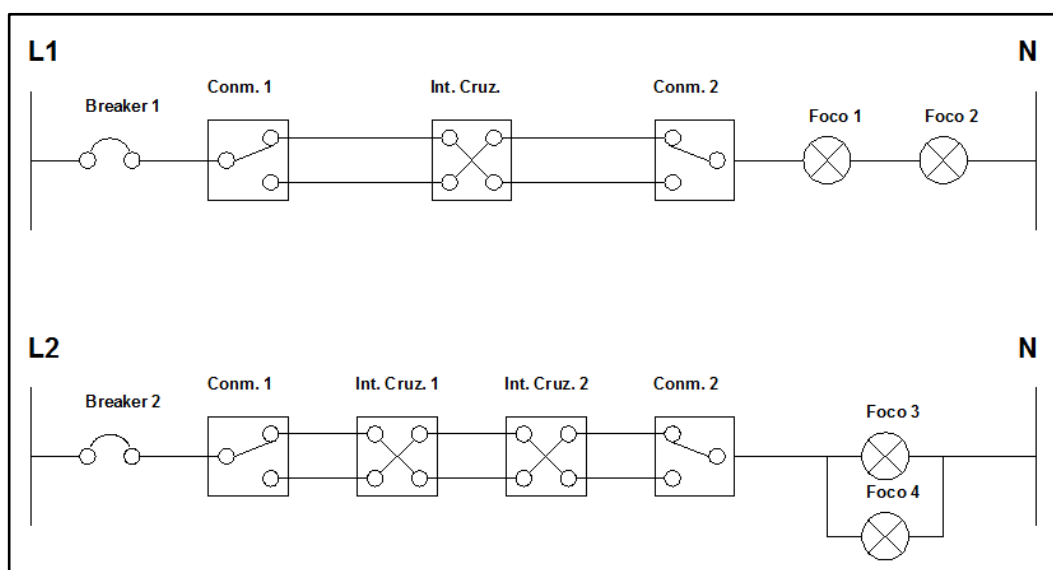
#### 4.5 Conexión de dos luminarias en serie conmutadas desde tres puntos con otras dos luminarias en paralelo conmutadas desde cuatro puntos.

**Objetivo:** Conocer y diferenciar las conexiones en serie y en paralelo en luminarias.

El circuito se basa en el estudio de las instalaciones de luminarias en conexión serie y en paralelo.

La práctica presenta dos circuitos, un circuito que controla el encendido y apagado de dos luminarias en conexión serie desde tres sitios diferentes y, el encendido y apagado de dos luminarias en conexión paralelo desde cuatro puntos diferentes en otro circuito.

##### Esquema Funcional



**Figura 62:** Esquema Funcional de dos circuitos de conmutación, desde tres y cuatro puntos distintos, con luminarias en serie y en paralelo.

##### **Materiales y herramientas a utilizar:**

- Una Lámina de Panel de Distribución.
- Cuatro Láminas de Conmutador de 3 vías.

- Tres láminas de conmutador de 4 vías.
- Dos láminas de Luminarias (dobles).
- Cables flexibles (terminales de conexión).
- Multímetro.

Se colocan las láminas portables a la estructura metálica, quedando montadas de la siguiente forma, ver Figura 55.

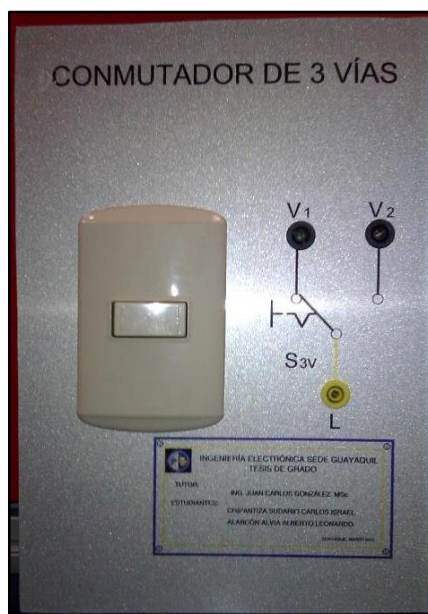


**Figura 63:** Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas, para la práctica de conmutación de luminarias desde tres y cuatro puntos distintos.

### Identificación de Bornes.

**Lámina de Interruptor de conmutación de 3 vías.-** Posee una bornera de color

amarillo (L) que identifica el borne común del interruptor y, dos borneras de color negro (V1, V2) que son los “viajeros”.



**Figura 64:** Conmutador de 3 vías, posee un borne llamado común y dos bornes llamados “viajeros”.

**Lámina de Interruptor de conmutación de 4 vías.-** Identificada por cuatro borneras de color negro (V1, V2, V3, V4), los cuales son los cuatro bornes “viajeros” con que está caracterizado un conmutador de 4 vías.



**Figura 65:** Conmutador de 4 vías, compuesto por cuatro bornes (V1, V2, V3, V4) llamados “viajeros”.

**Láminas de Luminarias.-** Láminas donde van colocadas las portalámparas (Rosetones).

Cada portalámparas posee dos bornes, representados por las borneras X1, X2, X3 y X4. En las borneras X1 y X3 se suministra la línea que energiza la lámpara y en la borneras X2 y X4 se conecta el neutro.



**Figura 66:** Imagen de la lámina luminarias. Se identifica los elementos eléctricos y simbologías.

### **Explicación del Esquema Funcional de la Instalación.**

En el Esquema Funcional se presenta la instalación de dos circuitos.

Un circuito conmutado desde tres puntos para dos luminarias en serie “montaje corto”.

Del conductor de fase previamente protegida por un disyuntor de protección del panel de distribución, se conecta al primer conmutador de 3 vías; los bornes viajeros de éste se conectan a los dos primeros bornes viajeros del conmutador de cuatro vías, los dos últimos bornes viajeros de éste conmutador se conectan a los bornes viajeros de un segundo conmutador de tres vías. Dos luminarias se conectan en serie y el borne común del segundo conmutador de tres vías se conecta al borne de una de las luminarias dejando el segundo borne de la luminaria conectado al neutro.

Para el circuito desde cuatro puntos distintos para dos luminarias en paralelo asimismo, partiendo previa protección desde un disyuntor, los bornes viajeros de su primer conmutador de tres vías se conectan a los dos primeros bornes viajeros del primer conmutador de cuatro vías, los dos últimos bornes viajeros de éste conmutador se conectan a los dos primeros bornes viajeros del segundo conmutador de cuatro vías y los dos últimos bornes viajeros de éste conmutador se conectan a los bornes viajeros del segundo conmutador de tres vías. Sus dos luminarias se conectan en paralelo.

El segundo conmutador de tres vías se conecta en serie con la conexión de las luminarias y luego se conectan al neutro.

### **Procedimiento de Instalación.**

De los bornes del panel de distribución previamente alimentados de la toma red, se realizan las siguientes conexiones:

En el primer circuito, el borne común del conmutador de 3 vías (1) va conectado a la línea de fase, línea previamente protegida por un disyuntor de protección del Panel de Distribución. Los bornes viajeros (V1 y V2), se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2), del conmutador de 4 vías sus bornes viajeros (V3 y V4), se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2), de un segundo conmutador de 3 vías, su borne común se conecta a la bornera X1, de la luminaria (1) y su bornera X2, se conecta en serie con la bornera X1, de la luminaria (2) y la bornera X2, de éste se conecta al neutro.

En el segundo circuito, el borne común de un tercer conmutador de 3 vías va conectado a la línea de fase, línea previamente protegida por un disyuntor de protección del panel de distribución. Los bornes viajeros (V1 y V2), se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2) de un segundo conmutador de 4 vías, sus bornes viajeros (V3 y V4) se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2) de un tercer conmutador de 4 vías, sus bornes viajeros (V3 y V4) se conectan a los bornes viajeros (V1 y V2) de un cuarto conmutador de 3 vías. El borne común del cuarto conmutador de 3 vías se conecta a la bornera X1, de la luminaria (3) y la bornera X2,

cierra el circuito conectándose al neutro. Una cuarta luminaria se conecta en paralelo con la luminaria (3), es decir, X1, con X1 y X2 con X2.



**Figura 67:** Imagen donde se muestra la conexión de los circuitos de conmutación de tres y cuatro puntos distintos, para luminarias tanto en serie como en paralelo.

Energizado el módulo didáctico desde la toma de red, se activa manualmente los disyuntores de protección.

### **Prueba de funcionamiento.**

Para verificar el funcionamiento de la práctica realizamos lo siguiente:

En el circuito de conmutación de tres puntos para las luminarias en serie, se procede a realizar el encendido y apagado de las luces primero con el conmutador de tres vías (1), después la misma operación con el conmutador de cuatro vías (1), y finalmente con el conmutador de tres vías (2).

La segunda operación es, encender las luminarias en serie con el conmutador de tres vías (1), con el conmutador de cuatro vías (1), se las apaga y con el conmutador de tres vías (2), se las vuelva a encender; y así de manera viceversa.

En el circuito de conmutación de cuatro puntos para las luminarias en paralelo, se comprueba que en el conmutador de tres vías (3), encienda y apague las respectivas luminarias, luego se realiza la misma operación con el conmutador de cuatro vías (2), con el conmutador de cuatro vías (3), y con el conmutador de tres vías (4).

Con el conmutador de tres vías (3), se realiza el encendido de las luminarias, con el conmutador de cuatro vías (2), se las apaga, con el conmutador de cuatro vías (3), nuevamente se las enciende y con el conmutador de tres vías (4), se las apaga; luego los mismos pasos se los hace de forma viceversa.



**Figura 68:** Imagen donde se muestra el funcionamiento de los circuitos de conmutación, desde de tres y cuatro puntos.

### Cálculos.

Los circuitos de alumbrado tendrán como máximo una carga promedio de 1200W.

$$P_{1\phi}=1,2KW.$$

En el circuito los # de puntos eléctricos máximos serán:

Carga x Punto = 100W en c/u.

$$\# \text{ Puntos} = \frac{P_{1\phi}}{\text{Carga x Punto}} = \frac{1200}{100} = 12u.$$

Para calcular el Disyuntor del circuito se efectuará:

$$I = \frac{P}{V \times (FP)} = \frac{300}{120 \times 0,85} = \frac{300}{102} = 2,94A.$$

$$B = I \times 1,25 = 3,68A.$$

El proyecto de tesis, tiene instalado disyuntores marca General Electric, de acuerdo a la norma, el disyuntor apropiado para esta práctica será de 15A – 1P.

$$C = 15A \times 0,80 = 12A.$$

$$P = 12 \times 120 \times (0,85) = 1224W.$$

$\varnothing \frac{1}{2}'' : 2 \# 14 TW$  (diámetro de tubería, calibre y tipo de cable a utilizarse).

**Tabla 14**

### Valores prácticos

| DATOS PRÁCTICOS |        |        |          |        |       |
|-----------------|--------|--------|----------|--------|-------|
| Unidades        | Serie  |        | Paralelo |        | Total |
|                 | Lum. 1 | Lum. 2 | Lum. 3   | Lum. 4 |       |
| V (volt.)       | 60,4   | 61,3   | 122      | 122    | 124,8 |
| I (amp.)        | 0,5    | 0,5    | 0,9      | 0,9    | 2,5   |

**Nota:** Valores de voltajes y de corrientes tomados en la práctica con las cuatro luminarias encendidas.



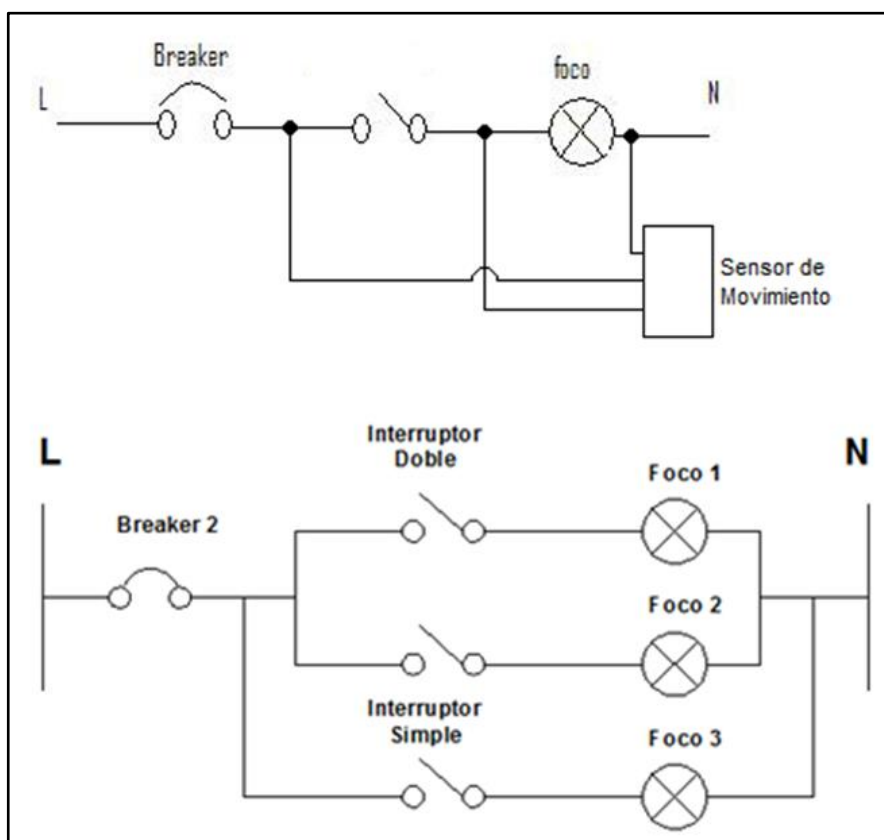
#### 4.6 Conexión de una luminaria accionada por un sensor de proximidad y el mando de tres luminarias por medio de interruptores doble y simple.

##### Objetivos:

- Conocer el funcionamiento del sensor de movimiento y su conexión.
- Aprender a diferenciar las borneras, en los interruptores dobles y simples.

La práctica presenta tres circuitos: El primer circuito presenta el control del encendido y apagado de una luminaria a través de un sensor de movimiento. En el segundo circuito está el mando de dos luminarias por medio de un interruptor doble. El tercero presenta el circuito básico, una luminaria gobernada por un interruptor simple.

##### Esquema Funcional



**Figura 69:** Esquema Funcional de la conexión de una luminaria accionada por un sensor de movimiento, de dos luminarias controladas por un interruptor doble y la conexión del circuito básico.

**Materiales y herramientas a utilizar:**

- Una Lámina de Panel de Distribución.
- Una lámina de Interruptor Doble.
- Dos láminas de Interruptores Simples,
- Una lámina de Sensor de movimiento.
- Dos láminas de Luminaria (Simple).
- Una lámina de Luminarias (dobles).
- Cables flexibles (terminales de conexión)
- Multímetro.

Se colocan las láminas portables a la estructura metálica, quedando de esta forma, ver figura:



**Figura 70:** Imagen donde se muestra la forma de colocar las láminas didácticas, en la práctica, evitando el uso innecesario de cables de conexión.

**Identificación de Bornes.**

**Lámina de Interruptor Doble.-** Posee dos borneras de color amarillo (L1, L2) que

identifican los bornes común de cada interruptor, estos serán alimentados por la línea de fase del circuito. Las borneras de color negro (R1, R2) son los bornes donde irán las líneas de retorno de las luminarias.

El interruptor doble está compuesto por dos interruptores simples, que operan de manera individual.



**Figura 71:** Imagen de la lámina de Interruptor Doble, se aprecia la instalación del dispositivo eléctrico, la identificación de cada uno de sus bornes y la respectiva simbología eléctrica.

**Lámina de Sensor de Movimiento.-** Identificada por tres borneras: La bornera etiquetada con la letra L, es donde va a ir conectado la línea de fase, la bornera N y la bornera de carga etiquetada con la letra C, se conectan de manera paralela a la carga.



**Figura 72:** La imagen muestra la lámina de sensor de movimiento, con su diagrama de conexión y sus borneras (L, N, C).

El sensor de movimiento se alimenta por un voltaje a120VAC.

### **Explicación del Esquema Funcional de la Instalación**

En el circuito del sensor de movimiento: El interruptor simple S1, da alimentación a la línea de carga del sensor y a un borne de la luminaria (1). La línea L del sensor se conecta con la línea de fase; la línea N del sensor y el segundo borne de la luminaria 1 van conectados al neutro.

Calibrado el sensor de movimiento (sensibilidad, luminosidad y temporización), la luminaria 1, se activa en el instante de existir un movimiento.

El circuito con el Interruptor Doble (compuesto por dos Interruptores Simples Independientes), el borne común de cada Interruptor Simple va conectado a la línea de fase, línea previamente protegida por un disyuntor de protección del Panel de Distribución.

Los bornes de retornos se conectan a la entrada de fase de las luminarias y, los terminales neutros se conectan al neutro del panel de distribución.

El circuito básico eléctrico, presenta la conexión en serie de un interruptor simple a la luminaria 4, alimentados a una toma de red.

### **Procedimiento de Instalación.**

De los bornes del panel de distribución previamente alimentados de la toma red, se realizan las siguientes conexiones:

Para el circuito con el interruptor doble se conecta, previamente, sus bornes “común” en serie a un disyuntor de protección.

Se realiza la conexión del borne de retorno del S1 (del Interruptor doble) al borne X1, de una de las dos luminarias a gobernar. De la misma manera la conexión del borne

de retorno del S2 (del Interruptor doble) al borne X1, de la segunda luminaria ha accionar. Se conectan los bornes X2, de las dos luminarias, al neutro del circuito.



**Figura 73:** Imagen donde se muestra las conexiones de la práctica, antes de energizar el circuito.

En el circuito básico el interruptor simple se conecta, previamente, su borne “común” en serie a un disyuntor de protección. El borne de retorno va al X1, de la luminaria asignada y, el borne X2, al neutro del circuito.

El sensor de movimiento se instala como se indicó previamente en la explicación del esquema funcional.

### **Prueba de funcionamiento.**

Para verificar el funcionamiento de la práctica realizamos lo siguiente:

Se verifica que la luminaria 1, solo se encienda cuando exista un movimiento

cercano al sensor, al no existir la luminaria se apaga.

En el circuito de accionamiento de dos luminarias a través de un interruptor doble se comprueba que el interruptor S1 (del Interruptor Doble) encienda y apague la luminaria 2 y de la misma manera el interruptor S2, con la luminaria 3.

Se cerciora el encendido y apagado de la luminaria 4, a través del interruptor simple, para el circuito básico eléctrico.



**Figura 74:** En la imagen se aprecia la activación de cada una de las luminarias que forman parte de los tres circuitos de la práctica 6.

### Cálculos

Los circuitos de alumbrado tendrán como máximo una carga promedio de 1200W.

$$P_{1\phi}=1,2KW.$$

En el circuito los # de puntos eléctricos máximos serán:

Carga x Punto = 100W en c/u.

$$\# \text{ Puntos} = \frac{P_{1\phi}}{\text{Carga x Punto}} = \frac{1200}{100} = 12 \text{ u.}$$

Para calcular el Disyuntor del circuito se efectuará:

$$I = \frac{P}{V \times (FP)} = \frac{400}{120 \times 0,85} = \frac{400}{102} = 3,92 \text{ A.}$$

$$B = I \times 1,25 = 4,9 \text{ A.}$$

El proyecto de tesis, tiene instalado disyuntores marca General Electric, de acuerdo a la norma, el disyuntor apropiado para esta práctica será de 15A – 1P.

$$C = 15 \text{ A} \times 0,80 = 12 \text{ A.}$$

$$P = 12 \times 120 \times (0,85) = 1224 \text{ W.}$$

$\phi \frac{1}{2}$  " : 2 # 14 TW (diámetro de tubería, calibre y tipo de cable a utilizarse).

**Tabla 15**

**Valores prácticos**

| DATOS PRÁCTICOS |        |        |        |        |       |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| UNIDADES        | Lum. 1 | Lum. 2 | Lum. 3 | Lum. 4 | TOTAL |
| V (volt.)       | 122,4  | 122,4  | 122,4  | 122,4  | 122,4 |
| I (amp.)        | 0,9    | 0,9    | 0,9    | 0,9    | 2,5   |

**Nota:** Valores de voltaje y de corriente tomados en la práctica, con luminarias encendidas. Valor total con luminaria 2, 3 y 4 encendida.

## CONCLUSIONES

Cada una de las prácticas que se desarrollaron en este proyecto son innovadores y seguros desde el punto de vista de manipulación por parte del alumnado, siendo todas las conexiones mediante cableado externo, como de la facilidad de aprendizaje a corto plazo para prácticas de instalaciones civiles.

El proyecto fue elaborado, mediante un módulo de aluminio pintado al horno, con las siguientes dimensiones, (2.07 m de alto x 1.20 m de ancho x 30 cm de espesor), cuenta con 54 láminas cuya composición química es alucubond (un derivado del aluminio), un contador de energía o medidor simulando el consumo real de una vivienda residencial o comercial y una acometida de cable triplex, calibre (3x6).

Con este módulo didáctico y su metodología de cableado externo, es otra ventaja que nos presenta el proyecto. Permitirá al estudiante conocer dispositivos como los jacks bananas (borneras) y cables flexibles “terminales de conexión”. Su uso y forma física y sobretodo la seguridad física de no manipular una conexión eléctrica de manera directa a los distintos dispositivos, sino mediante manipulación externa, aislada.



## RECOMENDACIONES

Se tienen a disposición 6 prácticas, donde intervienen todas las láminas ensambladas con todos los dispositivos eléctricos por los autores, todas respaldadas con cálculos científicos y experimentales, pero en un futuro no es necesario que tan solo se cumplan solo estas prácticas, sino que se pueden ampliar nuevos circuitos eléctricos en baja tensión al proyecto, siendo esta una de sus principales ventajas.

Para aprovechar al máximo el proyecto, es recomendable, la ampliación de más prácticas de circuitos eléctricos a baja tensión; el módulo didáctico se presta para las condiciones del mismo.

Realizar modificaciones, cambiando el tipo de contador eléctrico por uno monofásico de 120VAC. Encontrar sus diferencias con respecto al contador eléctrico de 240VAC., al momento de su funcionamiento y modo de instalación.

Se propone utilizar otro tipo material para las láminas didácticas. Comprobar la factibilidad en comparación con el alucobond.

Por último, se recomienda siempre estar abastecido de la cantidad suficiente de cables flexibles; los jacks bananas (enchufes) suelen ser afectados al momento de ocurrir un cortocircuito, por una mala instalación, y consecuentemente retrasando la práctica. Esto se da por la mala lectura del esquema funcional al momento de la conexión, y no dar un chequeo final de la instalación, tiende a ocurrir en las prácticas, habiendo unión directa entre neutro y fase.

## CRONOGRAMA

| ACTIVIDADES                                                                              | MES 1<br>OCT 2014 | MES 2<br>NOV 2014 | MES 3<br>DIC 2014 | MES 4<br>ENE 2015 | MES 5<br>FEB 2015 | MES 6<br>MAR 2015 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Habilitar toma de red apropiado para la alimentación del módulo didáctico.               |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Elaboración de presupuestos y costos                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Diseño del armazón y láminas didácticas (dimensionadas) portables, del banco de trabajo. |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Implementación del módulo didáctico.                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Adquisición de equipos y materiales eléctricos.                                          |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Montaje de equipos y materiales eléctricos.                                              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Pruebas de funcionamiento                                                                |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Controles de seguridad                                                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Desarrollo de la monografía                                                              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Presentación de Informe 1                                                                |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Presentación de Informe 2                                                                |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Presentación de Informe Final                                                            |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

## PRESUPUESTO

| ITEM         | DESCRIPCIÓN DE MATERIALES                   | UNIDADES | COSTO (\$)     |
|--------------|---------------------------------------------|----------|----------------|
| 1            | Estructura Metálica (207x120x30cm)          | 1        | 750,00         |
| 2            | Lámina de Alucobond                         | 54       | 1420,00        |
| 3            | Soportes para cables flexibles              | 2        | 90,00          |
| 4            | Contador de Energía 240VAC                  | 2        | 70,00          |
| 5            | Serigrafía                                  | 56       | 275,00         |
| 6            | Conector Hembra; Banana 4mm; 32A            | 274      | 129,45         |
| 7            | Enchufe; Banana 4mm; 32A                    | 224      | 470,55         |
| 8            | Conmutador de 3 vías                        | 8        | 17,60          |
| 9            | Conmutador de 4 vías                        | 6        | 60,00          |
| 10           | Lámpara Fluorescente 17W                    | 6        | 87,00          |
| 11           | Foco Incandescente 100W                     | 12       | 12,00          |
| 12           | Interruptor Simple                          | 6        | 9,00           |
| 13           | Interruptor Doble                           | 2        | 4,00           |
| 14           | Interruptor Triple                          | 2        | 4,50           |
| 15           | Rosetón (Portalámpara)                      | 12       | 15,60          |
| 16           | Enchufe clavija 32Amp.                      | 2        | 24,00          |
| 17           | Caja para Breakers GE 4x8                   | 2        | 45,00          |
| 18           | Breaker 15Amp. Para Caja                    | 8        | 30,00          |
| 19           | Breaker 20Amp. Para Caja                    | 8        | 30,00          |
| 20           | Sensor de Movimiento                        | 2        | 15,60          |
| 21           | Cable Triplex para acometida # 6            | 20m.     | 18,60          |
| 22           | Multímetro                                  | 2        | 12,00          |
| 23           | Rollo de Cable flexible # 14 (100m.)        | 2        | 58,00          |
| 24           | Rollo de Cable flexible # 16 (100m.)        | 2        | 50,00          |
| 25           | Tomacorriente Polarizado 120VAC             | 8        | 21,60          |
| 26           | Tomacorriente 240VAC                        | 4        | 10,26          |
| 27           | Reversible para acometida 1 <sup>1/4"</sup> | 2        | 3,80           |
| 28           | Tubo Metálico 1 <sup>1/4"</sup>             | 1        | 8,90           |
| 29           | Tubo Metálico 1"                            | 1        | 5,50           |
| 30           | Cartucho para Rotuladora                    | 1        | 45,00          |
| 31           | DHL EXPRESS (COURRIER)                      | ---      | 225,00         |
| 32           | Transporte                                  | ---      | 300,00         |
| 33           | Gastos Varios                               | ---      | 400,00         |
| <b>TOTAL</b> |                                             |          | <b>4717,96</b> |

**Nota:** Costo del proyecto, asumido en su totalidad por los autores.

## REFERENCIAS

CRIEEL. (2002). NATSIM. GUAYAQUIL, GUAYAS, ECUADOR.

Harper, G. E. (1987). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. Mexico: Limusa.

Luna Sánchez, L., García Fernandez, J., Adrados Blaise-Ombrecht, C., García Marí, E., Gutiérrez Colomer, R., Gutiérrez Montes, J., y otros. (2007). *Instalaciones eléctricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario*. Barcelona: Mundi-Prensa.

Martín Barrio, R. A., Colmenar Santos, A., & Braojos Benito, F. (2004). *Guía practica de electricidad y electronica Tomo 1*. Madrid: Cultural, S.A.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2015). Recuperado el 1 de MARZO de 2015, de <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/PLANESTRAT%C3%89GICO-2.pdf>

RINCÓNEDUCATIVO. (2015). Recuperado el 01 de MARZO de 2015, de RINCÓN EDUCATIVO: [http://www.rinconeducativo.org/radiacio/4deteccin\\_y\\_medida\\_de\\_las\\_radiaciones\\_ionizantes.html](http://www.rinconeducativo.org/radiacio/4deteccin_y_medida_de_las_radiaciones_ionizantes.html)

Valdés, P. V. (2015). *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado el 01 de MARZO de 2015, de Revista Iberoamericana de Educación: <http://www.rieoei.org/rie28a04.htm>

Viloria, J. R. (2009). *Automatismos Industriales*. Madrid: Pananinfo.

# ANEXOS

## Anexo 1. Tablero Didáctico en Construcción



**Figura 1:** Tablero didáctico en proceso de construcción, ajustes de los disyuntores principales.

## Anexo 2. Construcción de Láminas Eléctricas.



**Figura 2:** Construcción de la una lámina de Lámpara Fluorescente y Tomacorriente Polarizado de 120VAC..



### Anexo 3. Tabla de Intensidad Máxima para Conductores

TABLA 1

Tabla 310-16. Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2.000 voltios nominales y 60 °C a 90 °C (140 °F a 194 °F)  
No más de tres conductores en tensión en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura de ambiente de 30 °C(86°F)

| Sección             | Temperatura nominal del conductor (véase Cuadro 310-13)                    |                                                                                                                                           |                     |                                                              |                                                                                                                                   |                     | Sección             |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                     | 60 °C<br>(140 F)                                                           | 75 °C<br>(167 F)                                                                                                                          | 90 °C<br>(194 F)    | 60 °C<br>(140 F)                                             | 75 °C<br>(167 F)                                                                                                                  | 90 °C<br>(194 F)    |                     |
| Tipos<br>TW*<br>UF* | Tipos<br>FEPW*,RH*,<br>RHW*,<br>THHW*,<br>THWN*,<br>XHHW*,<br>USE*,<br>ZW* | Tipos<br>TBS,SA,<br>SIS, FEP*,<br>FEPB*,NI<br>RHH*,<br>RHW-2,<br>THHN*,<br>THHW*,<br>THWN-2*,<br>USE-2, XHH,<br>XHHW*,<br>XHHW-2,<br>ZW-2 | Tipos<br>TW*<br>UF* | Tipos<br>RH*,<br>RHW*,<br>THHW*,<br>THWN*,<br>XHHW*,<br>USE* | Tipos<br>TBS,SA,<br>SIS,<br>THHN*,<br>THHW*,<br>THWN-2*,<br>THWN-2*,<br>RHH*,<br>RHW-2<br>USE-2,XHH,<br>XHHW*,<br>XHHW-2,<br>ZW-2 | Tipos<br>TW*<br>UF* | Tipos<br>TW*<br>UF* |
| AWG<br>Kcmils       | Cobre                                                                      |                                                                                                                                           |                     | Aluminio o aluminio recubierto de cobre                      |                                                                                                                                   |                     | AWG<br>Kcmils       |
| 18                  | ...                                                                        | ...                                                                                                                                       | 14                  | ...                                                          | ...                                                                                                                               | ...                 | ...                 |
| 16                  | ...                                                                        | ...                                                                                                                                       | 18                  | ...                                                          | ...                                                                                                                               | ...                 | ...                 |
| 14                  | 20*                                                                        | 20*                                                                                                                                       | 25                  | ...                                                          | ...                                                                                                                               | ...                 | ...                 |
| 12                  | 25*                                                                        | 25*                                                                                                                                       | 30*                 | 20*                                                          | 20*                                                                                                                               | 25*                 | 12                  |
| 10                  | 30                                                                         | 35*                                                                                                                                       | 40*                 | 25                                                           | 30*                                                                                                                               | 35*                 | 10                  |
| 8                   | 40                                                                         | 50                                                                                                                                        | 55                  | 30                                                           | 40                                                                                                                                | 45                  | 8                   |
| 6                   | 55                                                                         | 65                                                                                                                                        | 75                  | 40                                                           | 50                                                                                                                                | 60                  | 6                   |
| 4                   | 70                                                                         | 85                                                                                                                                        | 95                  | 55                                                           | 65                                                                                                                                | 75                  | 4                   |
| 3                   | 85                                                                         | 100                                                                                                                                       | 110                 | 65                                                           | 75                                                                                                                                | 85                  | 3                   |
| 2                   | 95                                                                         | 115                                                                                                                                       | 130                 | 75                                                           | 90                                                                                                                                | 100                 | 2                   |
| 1                   | 110                                                                        | 130                                                                                                                                       | 150                 | 85                                                           | 100                                                                                                                               | 115                 | 1                   |
| 1/0                 | 125                                                                        | 150                                                                                                                                       | 170                 | 100                                                          | 120                                                                                                                               | 135                 | 1/0                 |
| 2/0                 | 145                                                                        | 175                                                                                                                                       | 195                 | 115                                                          | 135                                                                                                                               | 150                 | 2/0                 |
| 3/0                 | 165                                                                        | 200                                                                                                                                       | 225                 | 130                                                          | 155                                                                                                                               | 175                 | 3/0                 |
| 4/0                 | 195                                                                        | 230                                                                                                                                       | 260                 | 150                                                          | 180                                                                                                                               | 205                 | 4/0                 |
| 250                 | 215                                                                        | 255                                                                                                                                       | 290                 | 170                                                          | 205                                                                                                                               | 230                 | 250                 |
| 300                 | 240                                                                        | 285                                                                                                                                       | 320                 | 190                                                          | 230                                                                                                                               | 255                 | 300                 |
| 350                 | 260                                                                        | 310                                                                                                                                       | 350                 | 210                                                          | 250                                                                                                                               | 280                 | 350                 |
| 400                 | 280                                                                        | 335                                                                                                                                       | 380                 | 225                                                          | 270                                                                                                                               | 305                 | 400                 |
| 500                 | 320                                                                        | 380                                                                                                                                       | 430                 | 260                                                          | 310                                                                                                                               | 350                 | 500                 |
| 600                 | 355                                                                        | 420                                                                                                                                       | 475                 | 285                                                          | 340                                                                                                                               | 385                 | 600                 |
| 700                 | 385                                                                        | 460                                                                                                                                       | 520                 | 310                                                          | 375                                                                                                                               | 420                 | 700                 |
| 750                 | 400                                                                        | 475                                                                                                                                       | 535                 | 320                                                          | 385                                                                                                                               | 435                 | 750                 |
| 800                 | 410                                                                        | 490                                                                                                                                       | 555                 | 330                                                          | 395                                                                                                                               | 450                 | 800                 |
| 900                 | 435                                                                        | 520                                                                                                                                       | 585                 | 355                                                          | 425                                                                                                                               | 480                 | 900                 |
| 1000                | 455                                                                        | 545                                                                                                                                       | 615                 | 375                                                          | 445                                                                                                                               | 500                 | 1000                |
| 1250                | 495                                                                        | 590                                                                                                                                       | 665                 | 405                                                          | 485                                                                                                                               | 545                 | 1250                |
| 1500                | 520                                                                        | 625                                                                                                                                       | 705                 | 435                                                          | 520                                                                                                                               | 585                 | 1500                |
| 1750                | 545                                                                        | 650                                                                                                                                       | 735                 | 455                                                          | 545                                                                                                                               | 615                 | 1750                |
| 2000                | 560                                                                        | 665                                                                                                                                       | 750                 | 470                                                          | 560                                                                                                                               | 630                 | 2000                |

#### FACTORES DE CORRECCION

| Temperatura<br>Ambiente<br>en °C | Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C (86 °F), multiplicar las anteriores<br>intensidades por el correspondiente factor de los siguientes |      |      |      |      |      | Temperatura<br>Ambiente<br>en °F |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|----------------------------------|
| 21-25                            | 1,08                                                                                                                                               | 1,05 | 1,04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 70-77                            |
| 26-30                            | 1,00                                                                                                                                               | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 78-86                            |
| 31-35                            | 0,91                                                                                                                                               | 0,94 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 87-95                            |
| 36-40                            | 0,82                                                                                                                                               | 0,88 | 0,91 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 96-104                           |
| 41-45                            | 0,71                                                                                                                                               | 0,82 | 0,87 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 105-113                          |
| 46-50                            | 0,58                                                                                                                                               | 0,75 | 0,82 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 114-122                          |
| 51-55                            | 0,41                                                                                                                                               | 0,67 | 0,76 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 123-131                          |
| 56-60                            | ...                                                                                                                                                | 0,58 | 0,71 | ...  | 0,58 | 0,71 | 132-140                          |
| 61-70                            | ...                                                                                                                                                | 0,33 | 0,58 | ...  | 0,35 | 0,58 | 141-155                          |
| 71-80                            | ...                                                                                                                                                | ...  | 0,41 | ...  | ...  | 0,41 | 156-175                          |

\* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecalentamiento de los conductores marcados con un asterisco (\*), no debe superar los 15 amperios para el número 14; 20 amperios para el número 12 y 30 amperios para el número 10, todos de cobre; o 15 amperios para el número 12 y 25 amperios para el número 10 de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por la temperatura ambiente y el número de conductores.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
**APROBADO**  
11 SEP 2013  
Ing. Otto W. Astudillo A. MAB  
DIRECTOR  
INGENIERÍA ELÉCTRICA

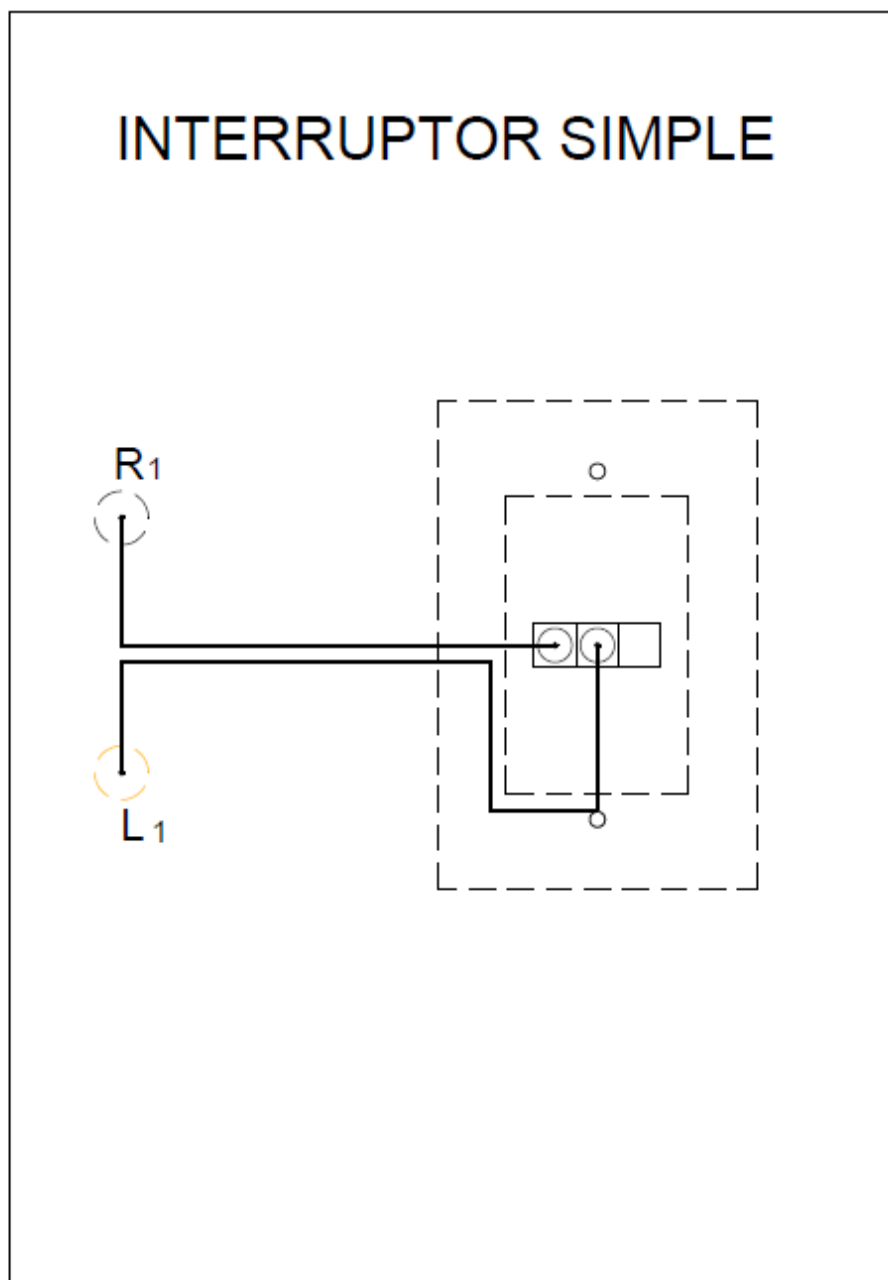
54

**Figura 3:** Tabla que indica las corrientes que soportan cada conductor dependiendo del metal y tipo.

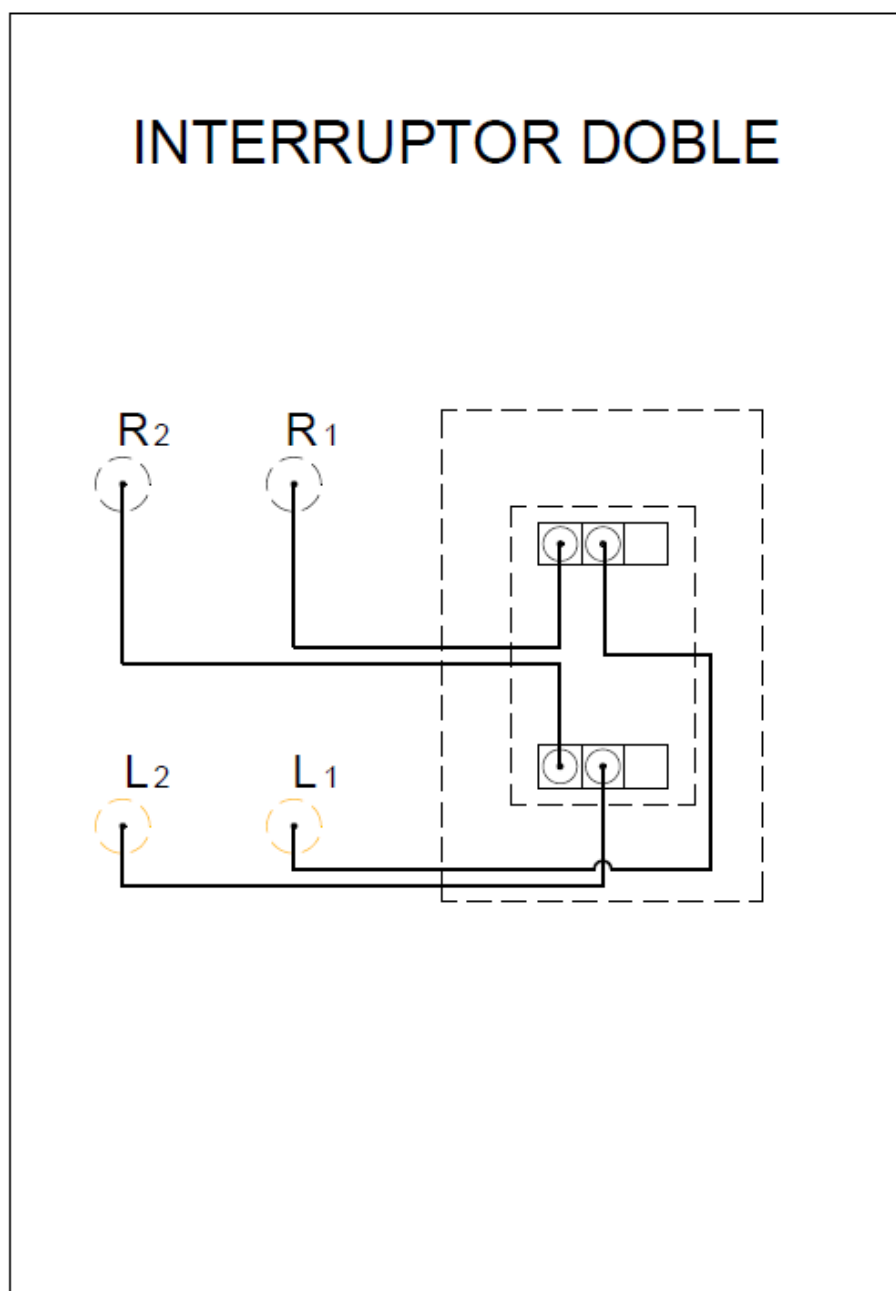


# **DISEÑOS ELÉCTRICOS**

## Diseño Eléctrico – Lámina de Interruptor Simple

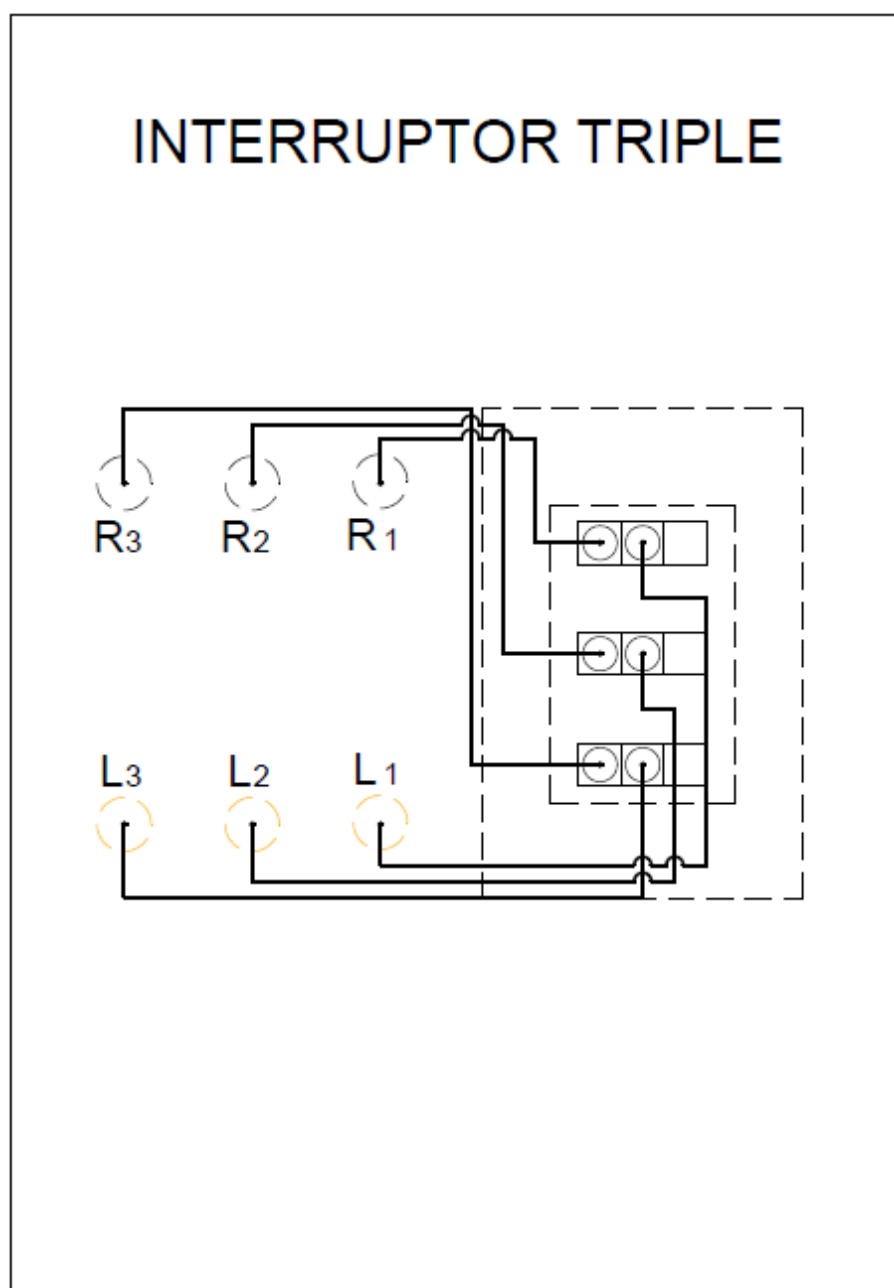


**Figura 1:** Conexión eléctrica del interruptor simple en la lámina – vista posterior.

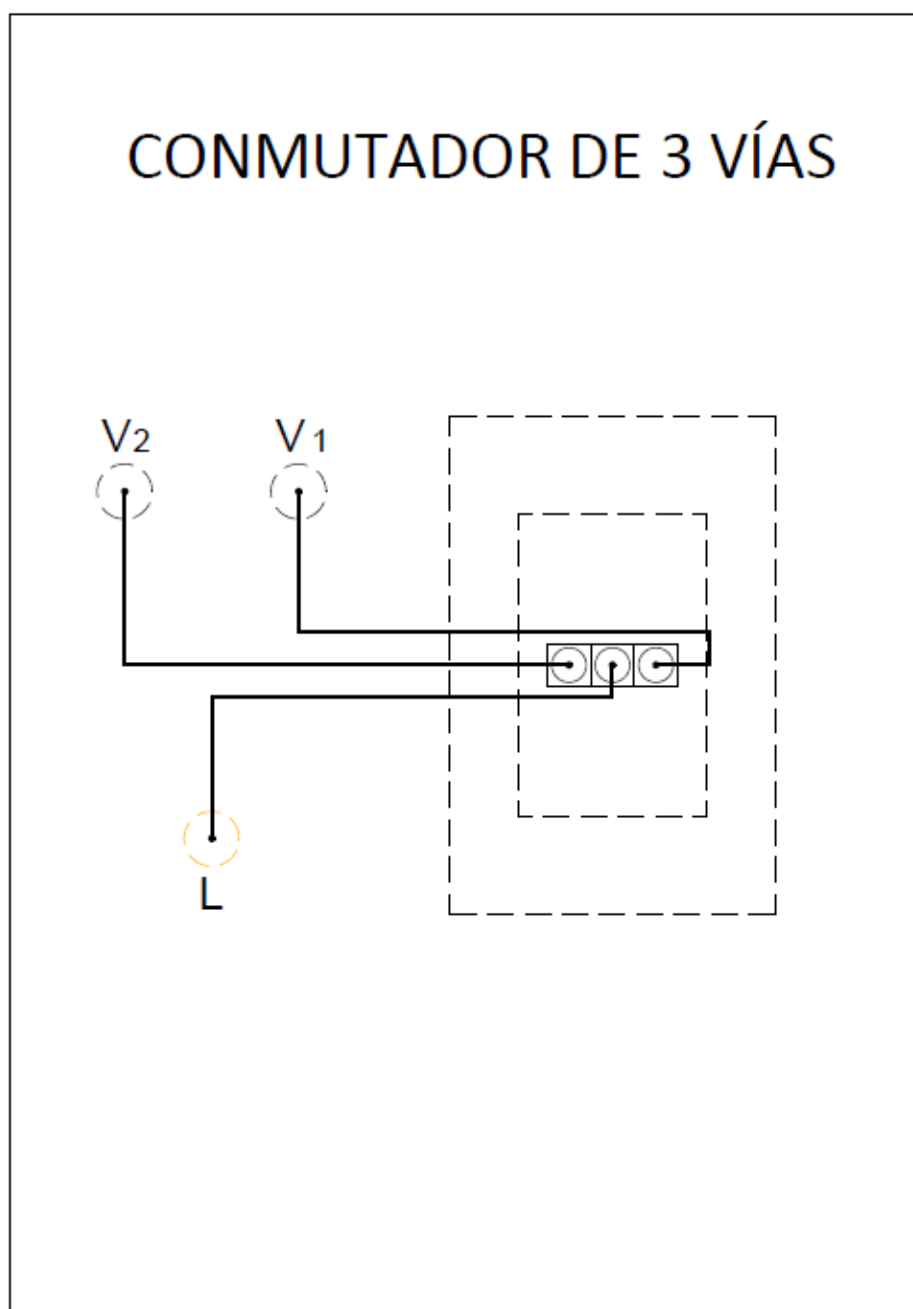


**Figura 2:** Conexión eléctrica del interruptor doble en la lámina – vista posterior.

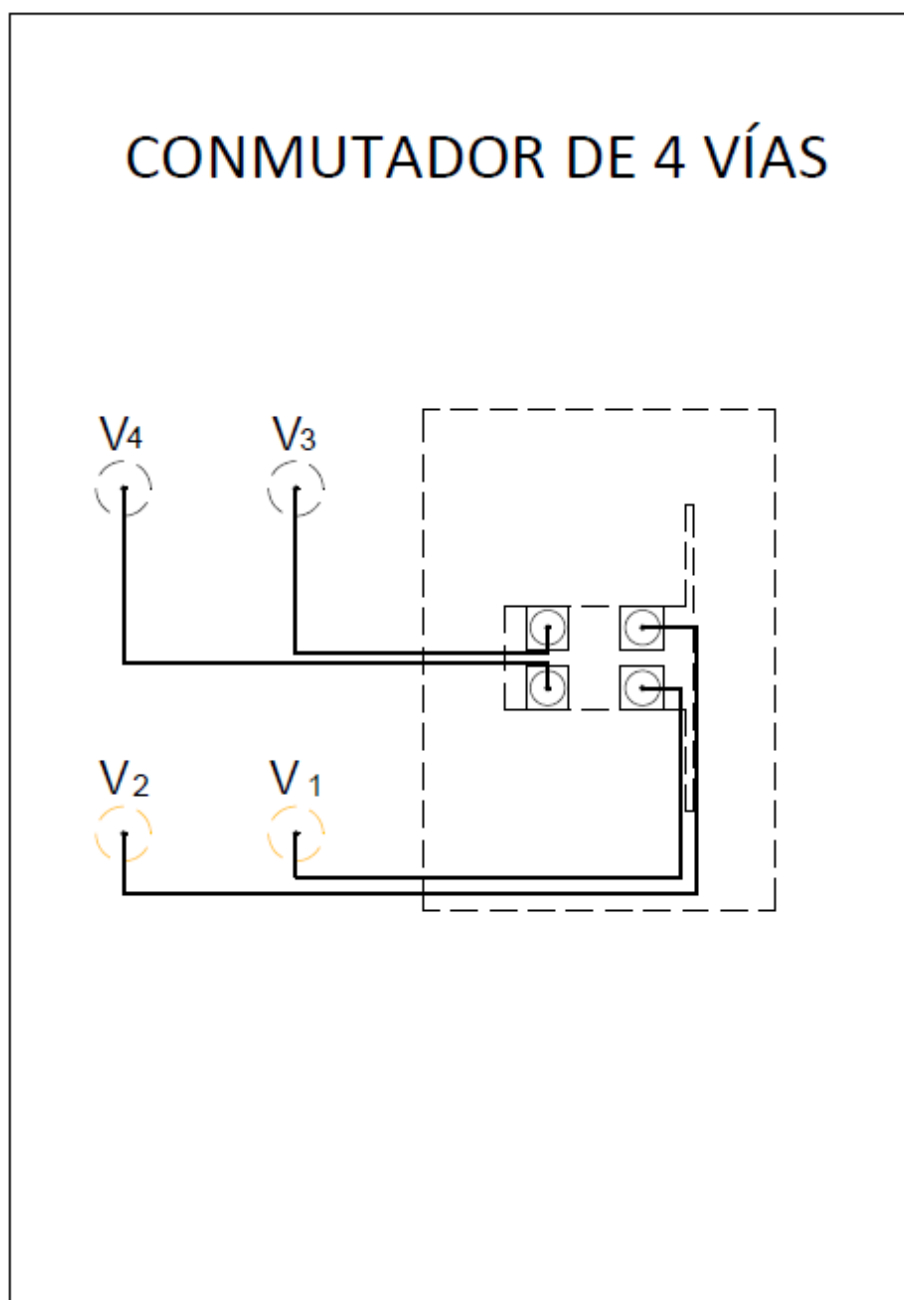
## Diseño Eléctrico – Lámina de Interruptor Triple



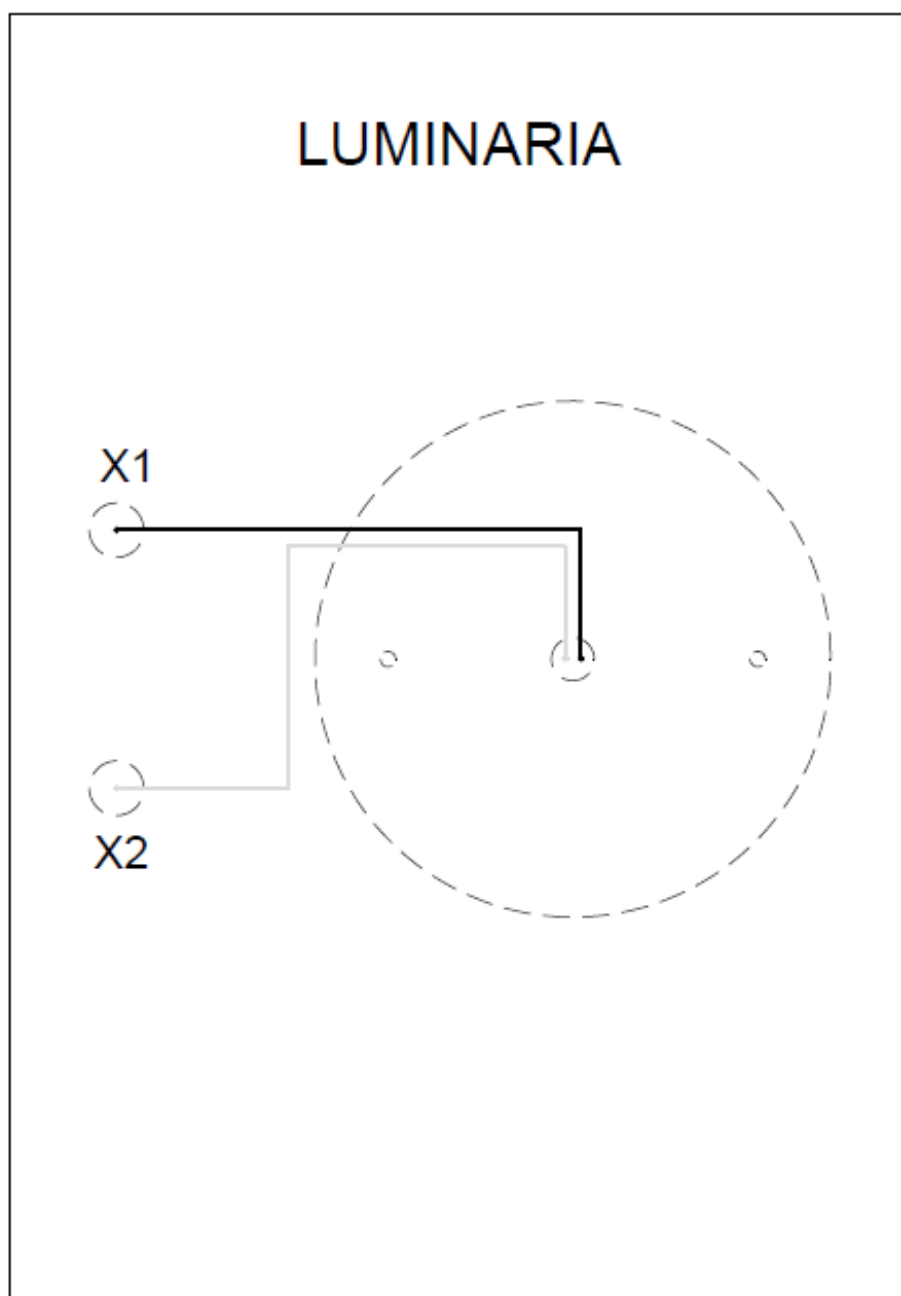
**Figura 3:** Conexión eléctrica del interruptor triple en la lámina – vista posterior.



**Figura 4:** Conexión eléctrica del conmutador de 3 vías en la lámina – vista posterior.

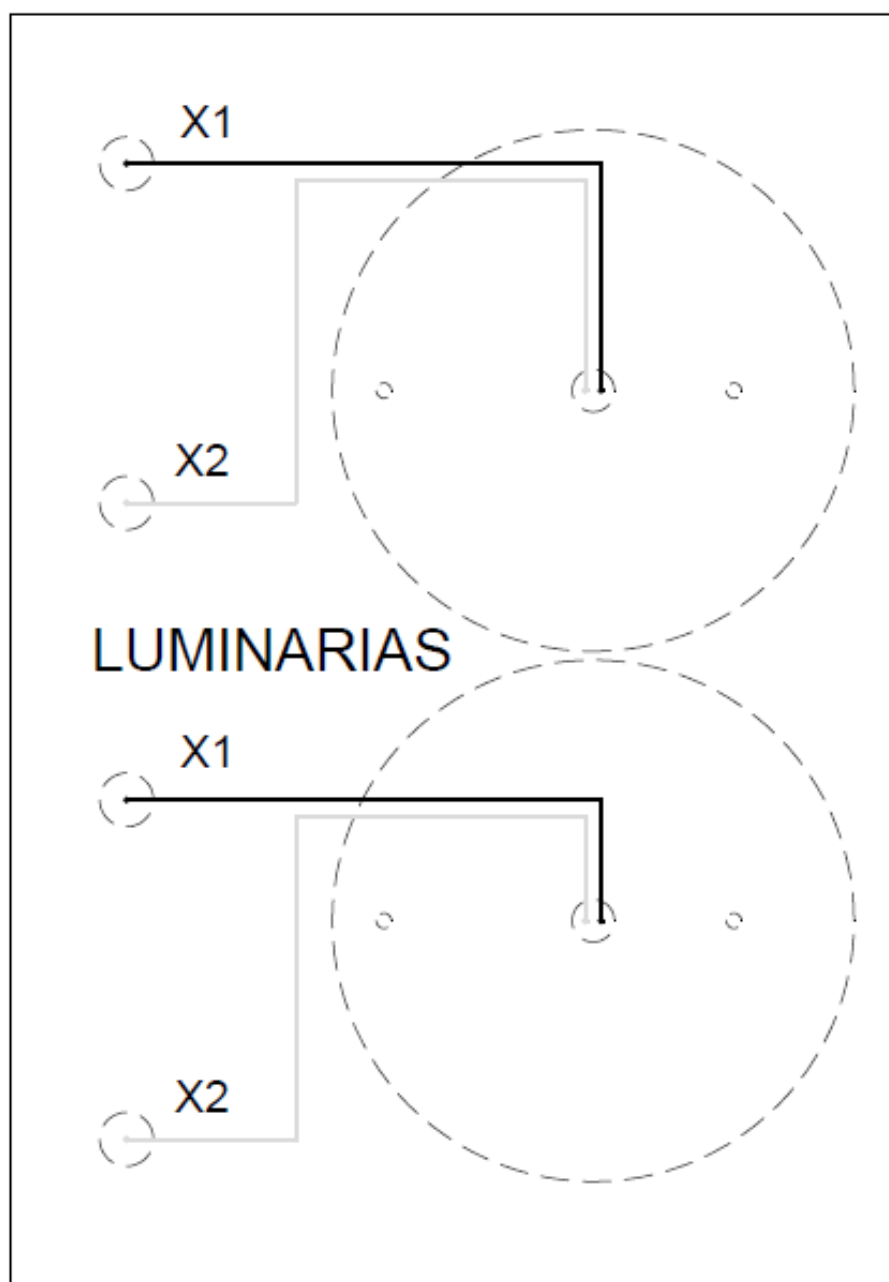


**Figura 5:** Conexión eléctrica del conmutador de 4 vías en la lámina – vista posterior.



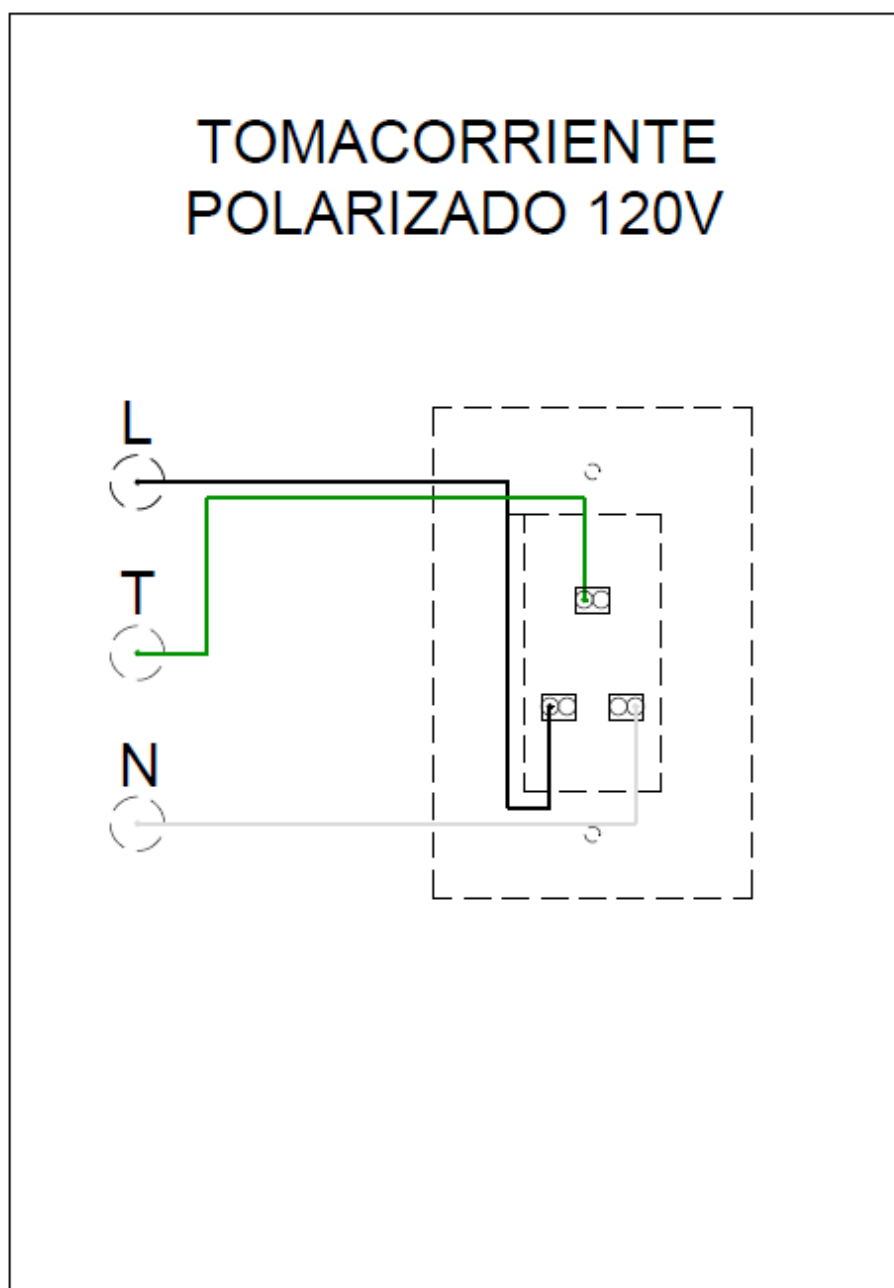
**Figura 6:** Conexión eléctrica del portalámpara (rosetón) en la lámina – vista posterior.

## Diseño Eléctrico – Lámina de Luminarias



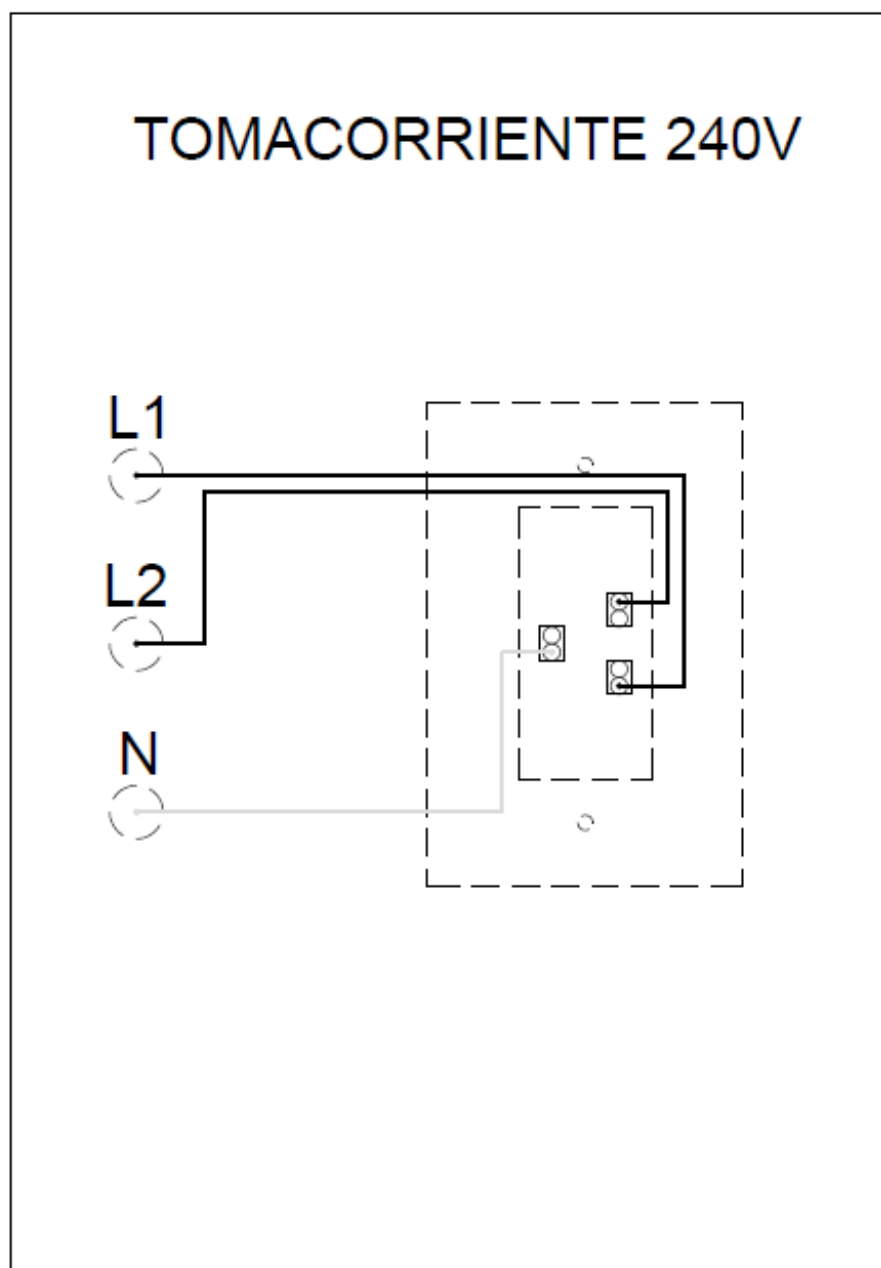
**Figura 7:** Conexión eléctrica de los portalámparas (rosetones) en la lámina – vista posterior.



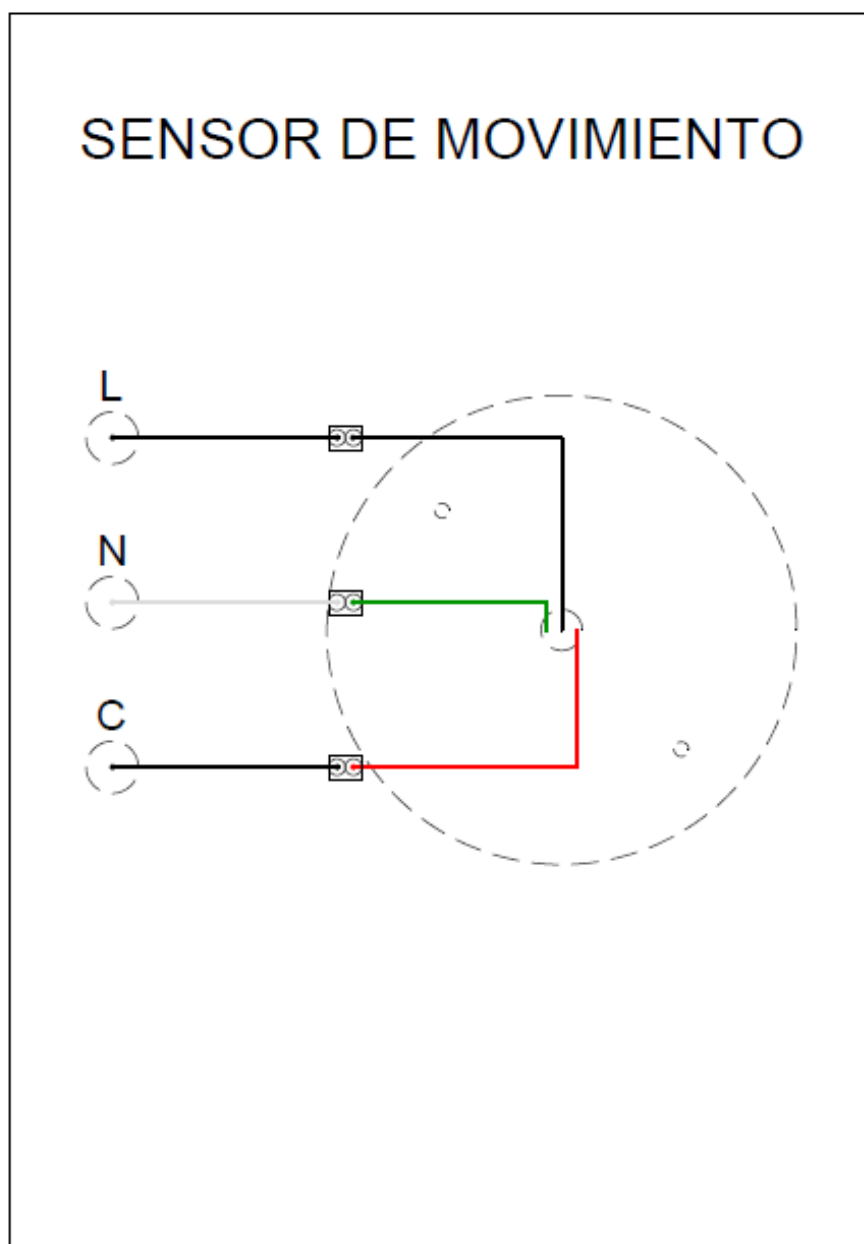


**Figura 8:** Conexión eléctrica del tomacorriente polarizado 120VAC en la lámina – vista posterior.

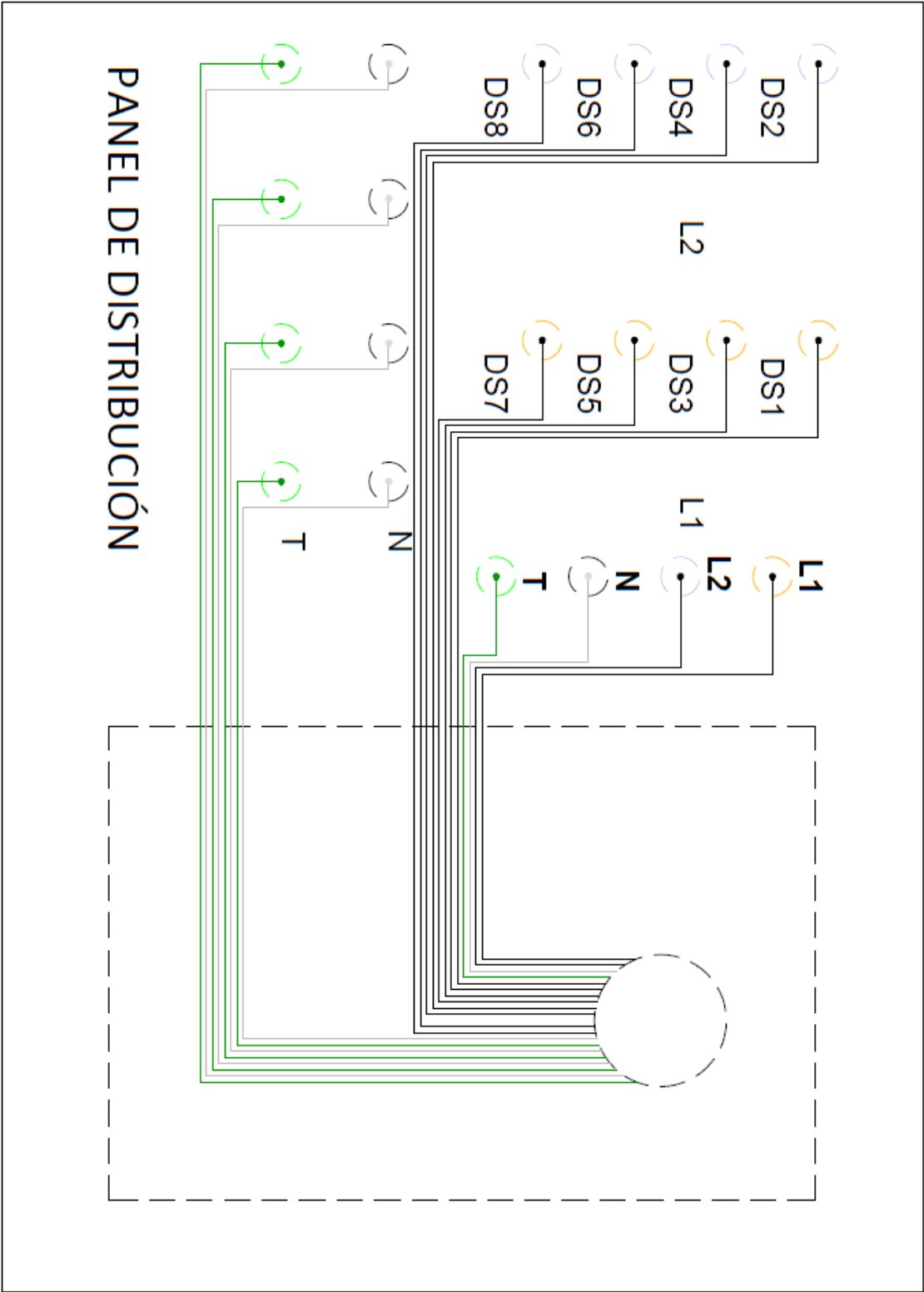
## Diseño Eléctrico – Lámina de Tomacorriente 240VAC



**Figura 9:** Conexión eléctrica del tomacorriente 240VAC en la lámina – vista posterior.

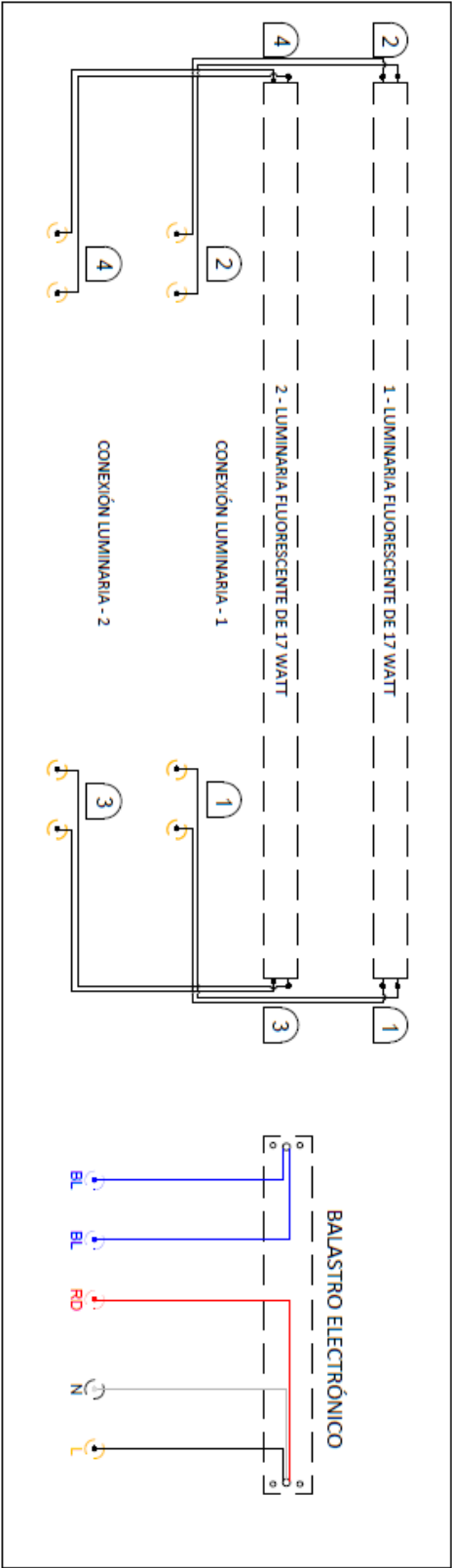


**Figura 10:** Conexión eléctrica del sensor de movimiento en la lámina – vista posterior.



**Figura 11:** Conexión eléctrica del panel de distribución en la lámina – vista posterior.

Diseño Eléctrico – Lámina de Lámpara fluorescente



**Figura 12:** Conexión eléctrica de la lámpara fluorescente en la lámina – vista posterior.