

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

“Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo”

AUTOR:

Arce García, Andrés Vicente

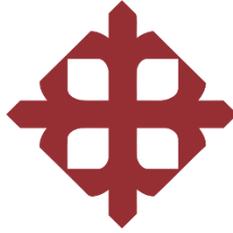
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
Ingeniero en Eléctrico-Mecánica con mención en Gestión Empresarial  
Industrial

TUTOR:

Ing. Lucero Figueroa, Hugo Rubén Mgs.

Guayaquil, Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Arce García, Andrés Vicente**, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniero en **Eléctrico-Mecánica con mención en Gestión Empresarial Industrial**.

TUTOR

---

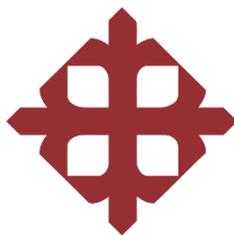
Ing. Lucero Figueroa, Hugo Rubén Mgs.

DIRECTOR DE CARRERA

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando Mgs.

Guayaquil, a los 13 días del mes de marzo del año 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Arce García Andrés Vicente

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **“Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo”** previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 13 días del mes de marzo del año 2019

**EL AUTOR**

---

Arce García, Andrés Vicente



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA

### AUTORIZACIÓN

Yo, Arce García Andrés Vicente

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 13 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

---

Arce García, Andrés Vicente

# REPORTE DE URKUND

Documento: [Andrés Arce Tesis.docx](#) (D47911860)

Presentado: 2019-02-13 20:08 (-05:00)

Presentado por: orlandophilco\_7@hotmail.com

Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com

Mensaje: Revisión Urkund ARCE [Mostrar el mensaje completo](#)

4% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Porcentaje	Fuente
90%	independencia de su propia aplicación directa de medida, también se emplea co...
68%	similar al campo magnético de un imán), cuya fuerza depende de la intensidad de L...
82%	escala de medida. Se conecta en serie con el circuito, de forma que pasa la misma ...
37%	<a href="https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html">https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html</a>
	Controles Eléctricos

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA

TEMA: Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo

AUTOR: Arce García, Andrés Vicente

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO ELECTRICO MECANICO

TUTOR: Ing. Lucero Figueroa, Hugo Rubén M. Sc

Guayaquil, Ecuador 11 de febrero del 2019

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA

Reporte Urkund del trabajo de titulación de Ingeniería Eléctrico Mecánica, denominado: **Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo**, del estudiante **Arce García, Andrés Vicente** el cual está al 3% de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Orlando Philco Asqui

Revisor

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi padres y hermanos, mis hijos y esposa, y a mis abuelos, que estuvieron ayudándome día tras día en este proceso académico, con su amor incondicional, a mis familiares y amigos que con sus experiencias siempre aportaron un conocimiento adicional a todo este proceso.

A los docentes y directivos de la Universidad por sus conocimientos impartidos, y sus experiencias vividas las misma que lograron despejar todas las dudas que cualquier estudiante tiene durante su vida estudiantil.

Andrés Vicente Arce García.

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, las bendiciones que ha derramado sobre mi familia y mi persona para culminar mis estudios.

A mis padres que, con esfuerzo y sacrificio, lograron educarme con valores y principios logrando que hoy en día sea un hombre de bien con su apoyo incondicional y el amor que solo una familia católica puede brindar, a mis hermanas que, con sus consejos, supieron orientarme a la superación personal, estudiantil y emocionalmente.

A mis hijos, la continuación de mi legado, demostrándoles que el camino siempre será difícil pero no imposible, que la única barrera es la imaginación, que el amor que siento por ellos es tan grande y fue el mismo amor que logró darme las fuerzas necesarias para culminar exitosamente mi carrera.

A mi esposa por su paciencia, su amor, y su compañía que durante estos años de estudio estuvieron siempre firmes, sin desmayar ayudándome siempre, un respaldo incondicional que solo con la gracia de Dios con sus bendiciones se pudo lograr.

Andrés Vicente Arce García.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

ING. Romero Paz, Manuel Mgs.  
DECANO

---

ING. Philco Ascí, Luis Orlando Mgs.  
COORDINADOR DE LA CARRERA

---

Ing. Montenegro Tejada, Raúl Mgs.  
OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ABREVIATURA.....	XIV
SIMBOLOGÍA .....	XV
RESUMEN .....	XVI
SUMMARY.....	XVII
CAPÍTULO 1 .....	2
Introducción. ....	2
Antecedentes. ....	2
Definición del problema. ....	3
Justificación del problema.....	3
Objetivo General.....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis.....	4
Metodología de la investigación.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
Marco Teórico.....	5
2.1 Protecciones de Controles Industriales Eléctricos.....	5
2.1.1 Elementos de Protección Eléctrica de Controles Industriales Eléctricos.....	5
2.1.2 Tipos de breakers.....	8
2.1.3 Curvas de disparo de cada tipo de breakers. ....	10
2.2 Contactores .....	11
2.2.1 Tipos de contactores.....	12
2.2.2 Simbología Características .....	16
2.3 Motores eléctricos.....	17
2.3.1 Tipos de motores .....	18

2.3.2 Tipos de Conexiones de Motores Eléctricos .....	22
2.4 Temporizadores .....	23
2.4.1 Tipos de Temporizadores .....	24
2.4.2 Nomenclaturas, Simbologías y Curvas Características .....	25
2.5 Relés programables .....	26
2.6 Controles eléctricos .....	27
2.6.1 Definición de controles eléctricos .....	27
2.6.2 Elementos de uso común en controles eléctricos .....	28
2.7 Medición .....	31
2.7.1 Elementos de medición.....	31
2.7.2 Aplicaciones de los diferentes elementos de medición eléctrica .	32
2.8 Diseño eléctrico asistido por computador CAD .....	35
2.8.1 Tipos de software de diseño eléctrico.....	35
2.9 Normas eléctricas.....	39
CAPÍTULO 3.....	45
Diseño y Elaboración de Módulos.....	45
3.1 Materiales.....	45
3.2 Diseño de módulos.....	48
3.3 Construcción de módulos.....	54
3.4 Diseño de modular base.....	57
3.5 Prueba de módulo.....	60
CAPÍTULO 4.....	61
Conclusiones y recomendaciones .....	61
Conclusiones .....	61
Recomendaciones .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 2

<b>Figura 2. 1:</b> Fusible. ....	6
<b>Figura 2. 2:</b> Interruptor diferencial. ....	7
<b>Figura 2. 3:</b> Interruptor magnetotérmico. ....	8
<b>Figura 2. 4:</b> Breakers tipo CH. ....	9
<b>Figura 2. 5:</b> Breakers AF tipo CH. ....	9
<b>Figura 2. 6:</b> Breakers tipo BR. ....	10
<b>Figura 2. 7:</b> Curvas de disparo. ....	11
<b>Figura 2. 8:</b> Contactores. ....	12
<b>Figura 2. 9:</b> Contactor monofásico. ....	13
<b>Figura 2. 10:</b> Contactor trifásico. ....	14
<b>Figura 2. 11:</b> Contactos principales. ....	15
<b>Figura 2. 12:</b> Contactos auxiliares. ....	15
<b>Figura 2. 13:</b> Simbología de los contactores. ....	16
<b>Figura 2. 14:</b> Tipos de motores de corriente DC. ....	20
<b>Figura 2. 15:</b> Tipos de motores de corriente AC. ....	21
<b>Figura 2. 16:</b> Sistema trifásico de corriente alterna. ....	22
<b>Figura 2. 17:</b> Tipo de motor eléctrico. ....	23
<b>Figura 2. 18:</b> Temporizador. ....	24
<b>Figura 2. 19:</b> Simbología y nomenclaturas de temporizadores. ....	26
<b>Figura 2. 20:</b> Curvas de temporizadores. ....	26
<b>Figura 2. 21:</b> Relés programables. ....	27
<b>Figura 2. 22:</b> Controles eléctricos. ....	28
<b>Figura 2. 23:</b> Pulsadores. ....	29
<b>Figura 2. 24:</b> Conmutadores. ....	29
<b>Figura 2. 25:</b> Micro interruptores. ....	30
<b>Figura 2. 26:</b> Relés. ....	30
<b>Figura 2. 27:</b> Galvanómetro. ....	32
<b>Figura 2. 28:</b> Amperímetro. ....	33
<b>Figura 2. 29:</b> Wáttmetro. ....	34
<b>Figura 2. 30:</b> TinyCard. ....	36
<b>Figura 2. 31:</b> Xcircuit. ....	37
<b>Figura 2. 32:</b> Autocad. ....	38

<b>Figura 2. 33:</b> Autodesk Inventor.....	39
<b>Figura 2. 34:</b> Normas eléctricas IEC .....	44
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Figura 3. 1:</b> Módulo de prueba.....	46
<b>Figura 3. 2:</b> Tablero de controles eléctricos actuales.....	47
<b>Figura 3. 3:</b> Prácticas de Controles Eléctricos actualmente.....	48
<b>Figura 3. 4:</b> a) Diseño de módulo de contactores. ....	50
<b>Figura 3. 5:</b> a) Diseño de módulo de breakers.....	50
<b>Figura 3. 6:</b> a) Diseño modulo temporizador.....	51
<b>Figura 3. 7:</b> a) Diseño de módulo de Selectores.....	52
<b>Figura 3. 8:</b> a) Diseño de módulo de pulsadores. ....	52
<b>Figura 3. 9:</b> a) Diseño de módulo de luces piloto.....	53
<b>Figura 3. 10:</b> a) Diseño de módulo pulsador marcha y paro. ....	53
<b>Figura 3. 11:</b> a) Diseño de módulo relé térmico. ....	54
<b>Figura 3. 12:</b> Marcación de láminas.....	55
<b>Figura 3. 13:</b> Marcación con punto centro.....	55
<b>Figura 3. 14:</b> Perforación de láminas.....	56
<b>Figura 3. 15:</b> Módulos pintados.....	56
<b>Figura 3. 16:</b> Lamina de contactores terminada.....	57
<b>Figura 3. 17:</b> Diseño de modular base.....	58
<b>Figura 3. 18:</b> Modulo base terminado. ....	59
<b>Figura 3. 19:</b> Prueba de conexionado de los módulos.....	60

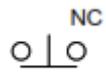
## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Cuadro comparativo de los instrumentos de Medición Eléctrica. ...	32
<b>Tabla 2:</b> Detalle de los módulos a construir. ....	49

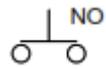
## ABREVIATURA

Amp	Amperios
CB	Cortacircuitos
Icc	Intensidad de cortocircuito
I <sub>max</sub>	Intensidad máxima
I <sub>n</sub>	Intensidad nominal
KV	kilo voltio
KVA	Potencia reactiva
KVAR	Potencia aparente
KW	Potencia activa
M	Metros
MM	Milímetros
NC	Contacto cerrado
NO	Contacto abierto
PF	Factor de potencia
R	Resistencia
T	Temporizador
V	Voltaje
V <sub>max</sub>	Voltaje máximo
V <sub>ca</sub>	Voltaje de corriente alterna
PIA	Pequeño Interruptor Automático
1F	Una Fase
3F	Tres fases

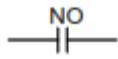
## SIMBOLOGÍA



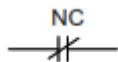
Pulsador normalmente cerrado



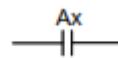
Pulsador normalmente abierto



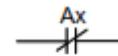
Contacto normalmente abierto



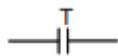
Contacto normalmente cerrado



Contacto auxiliar normalmente abierto



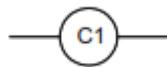
Contacto auxiliar normalmente cerrado



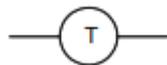
Contacto de temporizador normalmente abierto



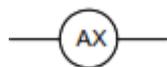
Contacto de temporizador normalmente cerrado



Bobina de contactor



Bobina de temporizador



Bobina de contacto auxiliar



Térmico

## RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se realiza la elaboración de módulos de mando y control didácticos para realizar prácticas de Controles Eléctricos cumpliendo con las normas locales, nomenclaturas americanas, y su respectivo modular de montaje. Encontraremos una guía teórica de cada uno de los elementos utilizados, contactores, relé térmico, luces pilos, selectores, protecciones y diseños de láminas, los mismos que están a disposición en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, garantizando que este trabajo sirva como guía para la elaboración futura de los mismos. La metodología de investigación descriptiva que se utiliza en este documental ayudará a comprender el funcionamiento y uso de los elementos instalados, así también como los materiales y herramientas adicionales que se requieren para tener un banco de pruebas de calidad. Se contará con un índice de abreviaturas y simbología que ayudará a comprender la simbología usada en este texto, y el mismo que cuenta con diagramas de los módulos finalizados de forma técnica; realizado con papel adherible impregnado con brillo, con el fin de evitar su deterioro. La implementación de módulos didácticos aportará el estudio, características, aplicaciones, análisis con sus respectivos manuales de experimentación, ensamblaje, prácticas y actividades para la realización de pruebas que permitan verificar los fundamentos ya mencionados, permitiendo un mayor dominio sobre este campo; con el fin de que en el futuro puedan promover practicas más avanzadas para la realización de sistemas más complejos, aplicados a sectores industriales.

Finalmente, en el anexo se encuentra los diseños por ordenador que se utilizaron para su elaboración, los cuales se encuentran con los diámetros y cotas necesarias, para realizar más unidades según las necesidades de la facultad.

**Palabras claves:** mando y control, diseños, practicas.

## SUMMARY

In the present work of certification, the elaboration of modules of command and didactic control is made to realize practices of Electrical Controls fulfilling with the local norms, American Nomenclatures, and its respective modular of assembly. We will find a theoretical guide of each of the elements used, contactors, thermal relay, pilot's lights, selectors, protections and designs of plates, the same ones that are available in the Electricity Laboratory of the Technical Faculty for the Development of the Catholic University of Santiago de Guayaquil, guaranteeing that this work will serve as a guide for the future elaboration of the same. The descriptive research methodology used in this documentary will help to understand the operation and use of the elements installed, as well as the additional materials and tools that are required to have a quality test bench. We will have an index of abbreviations and symbols that will help us to understand the symbology used in this text, and the same one that has diagrams of the modules finalized in a technical way; made with adhesive paper impregnated with brightness, in order to avoid deterioration. The implementation of didactic modules will provide the study, characteristics, applications, analysis with their respective manuals of experimentation, assembly, practices and activities for the realization of tests that allow to verify the foundations already mentioned, allowing a greater dominion on this field; in order that in the future they can promote more advanced practices for the realization of more complex systems, applied to industrial sectors. Finally, in the annex we will find the designs by computer that were used for its elaboration, which meet the necessary diameters and dimensions, to make more units according to the needs of the faculty.

**Keywords:** command and control, designs, practices.

## **CAPÍTULO 1**

### **Introducción.**

Los laboratorios de la carrera Eléctrico Mecánico de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, cuenta en la actualidad con paneles eléctricos de mando y control sobre dimensionados, en mal estado, dañados y sin conexión; los cuales son inservibles al momento de realizar las diferentes prácticas.

Es lo que lleva a que el presente trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico, a realizar la repotenciación, diseño e implementación de módulos didácticos para prácticas de la materia de Controles Industriales Eléctricos, ayudando de esta forma a la comunidad estudiantil universitaria, a obtener, un laboratorio de calidad, donde las enseñanzas de sus docentes, pueda ser impartida de forma práctica con los más altos estándares de calidad, referenciando normas internacionales, y llevando al estudiante a la excelencia académica, debido a que la base fundamental de esta materia es la experiencia en la práctica que el estudiante pueda adquirir, realizando cálculos prácticos y teóricos en un laboratorio.

La guía de prácticas será un marco referencial, para que los alumnos unifiquen sus prácticas y puedan realizar un reporte técnico excelente, para dar a conocer las posibles falla y soluciones dentro de un criterio técnico.

### **Antecedentes.**

El constante uso de equipos eléctricos, la vida útil de un sistema de control, y el aprendizaje por partes del estudiante, hacen que cada equipo, requiera de un mantenimiento preventivo, de actualización de equipos, y mejora de diseños de paneles, con el fin de tener un mejor entorno pedagógico, sumamente eficaz, el cual motive al estudiante por la materia.

El desafío que afronta la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, al cambiar el nombre de la carrera de Ingeniería Eléctrico Mecánica, a Ingeniería

Eléctrica, hace que las propuestas presentadas en este trabajo, sean un plan piloto, ya que se impartirán nuevas materias y se requieren de conocimientos sólidos de mando y control para los semestres superiores, lo que hace que la institución académica ofrezca laboratorios de calidad, teniendo como opción los módulos presentados en este trabajo en sus laboratorios, mejorándolos eficientemente y desarrollando formas de estudios más didácticas.

### **Definición del problema.**

El cambio del pensum académico por parte de la SENECYT, de la carrera de Ingeniería Eléctrico-Mecánica, a Ingeniería Eléctrica, produce una nueva oferta para la Facultad, lo cual conlleva a que sus laboratorios se encuentren equipados con equipos de calidad, y con centros de entrenamientos en el área de mando y control, que satisfagan cada uno de las necesidades tanto de estudiantes como de profesores, por ello surge la necesidad de diseñar nuevos módulos, para este laboratorio en particular.

### **Justificación del problema.**

La razón de la investigación es estimular a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrico-Mecánica la utilización de mando y control, la necesidad de aprender conexiones básicas y complejas de motores mediante elementos eléctricos que permitan realizar funciones específicas.

El presente trabajo permite que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas, de forma que contribuya a su conocimiento académico y práctico, desarrollando competencias intelectuales, de manera que otorgue un reconocimiento a la Facultad Técnica para el Desarrollo y por ende a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Para ello se deberá fomentar el uso de laboratorio de eléctrica, de los módulos que se presentan en este trabajo y el buen uso de los mismo

**Objetivo General.**

- Diseñar e implementar módulos estándares de Controles Industriales Eléctricos en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo

**Objetivos específicos.**

- Describir los fundamentos básicos y teóricos de los elementos de Controles Eléctricos.
- Realizar un diseño para la elaboración de módulos de Controles Eléctricos.
- Realizar prácticas de Controles Eléctricos para verificar la eficiencia del módulo.

**Hipótesis.**

El presente trabajo de titulación permitirá realizar prácticas de controles eléctricos, de manera eficiente, asegurando que el estudiante pueda realizar con facilidad los ejercicios realizados teóricamente, en un laboratorio con todos los elementos necesarios, de una manera sencilla y rápida.

**Metodología de la investigación.**

La implementación de módulos eléctricos que generen el uso de los dispositivos de mando y control, conlleva a realizar dos tipos de investigación.

Se utiliza un Metodología Descriptiva, con la cual daremos a conocer los módulos a instalar, los elementos que conlleva cada uno, los tipos de materiales de construcción y a su vez dar a conocer su funcionamiento y uso.

La Investigación de tipo documental se la realiza mediante la recopilación de artículos obtenidos por las diferentes marcas de los elementos a instalar, revistas científicas y páginas web relacionadas al mando y control de equipos eléctricos, así también como de libros de electricidad.

## **CAPÍTULO 2**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Protecciones de Controles Industriales Eléctricos.**

Las protecciones se utilizan en los Sistemas Eléctricos para evitar la destrucción de los equipos o a su vez de sus instalaciones, por diferentes factores como fallas, esto podría iniciarse de manera simple y extenderse de manera incontrolable en forma de cadena. Estos sistemas de protección deben estar aislados en la parte en donde se ha producido un fallo, buscando la perturbación lo menos posible en la red, esto ayudará a limitar el daño del equipo con fallos, minimizando la posibilidad de un incendio, disminuyendo el peligro para las personas y minimizando el riesgo de daños en los equipos eléctricos adyacentes (Cervantes, 2015, pág. 225).

##### **2.1.1 Elementos de Protección Eléctrica de Controles Industriales Eléctricos.**

Son dispositivos que dan protección a los diferentes elementos instalados y al operario de posibles accidentes, sobretensiones o sobrecorrientes. De los cuales se presentan los siguientes:

##### **Fusible**

Se define comúnmente como un cilindro, como se muestra en la figura 2.1, en el interior se encuentra un conductor calibrado, ayudando a soportar el paso de una intensidad determinada de corriente, el cual es inferior al consumo normal del circuito que se quiere proteger. En cuestión del consumo si aumenta puede causar un daño o avería en el funcionamiento de la instalación, al calentarse el conductor se funde para poder abrir el circuito.

Está compuesto por un hilo de cobre el cual se funde si existe alguna sobrecarga, abre el circuito. Se coloca en forma de serie en el circuito. Esto impide que se queme algún componente, los cuales son conectados a los elementos que se desean proteger. (Pérez, 2017, págs. 137-138)



**Figura 2. 1:** *Fusible.*

**Tomado de:** <http://www.instalacionesgodofredo.es/blog/electricidad/elementos-de-proteccion-en-instalaciones-electricas.html>

### **Interruptor diferencial**

El interruptor diferencial se encarga de la protección de los usuarios de las instalaciones en contra de los contactos accidentales con diferentes partes que tienen tensión. En cuestión de su funcionamiento se basa en la comparación entre la corriente que entra en el circuito y la que sale del mismo. En ambas corrientes son iguales a la que se supone que el circuito funciona con normalidad y no se dispara. En este caso el dispositivo interpreta que la parte de corriente se ha perdido por el camino y dispara, esto a su vez abre el circuito.

Según Salas (2018, pág. 76) este tipo de dispositivo va ligado a la toma de tierra de una edificación. En tal caso si no existe una toma de tierra la diferencia no garantizara la protección necesaria.

Este tipo de elemento de instalación eléctrica se utiliza en viviendas, locales o industrias, cuya finalidad es proteger a los usuarios en contra del mal funcionamiento de la instalación como se muestra en la figura 2.2 un interruptor o breaker diferencial.



**Figura 2. 2:** *Interruptor diferencial.*

**Tomado de:** <http://www.instalacionesgodofredo.es/blog/electricidad/elementos-de-proteccion-en-instalaciones-electricas.html>

### **El interruptor magnetotérmico**

Este tipo de dispositivo tiene una función similar a la de un fusible, con cierta ventaja que cada vez que surja un salto no habrá que cambiarlo por uno nuevo, es más que suficiente solo rearmarlo y subiendo una palanca plástica que tiene para accionarlo. Es más costoso el interruptor magnetotérmico que un fusible.

Tosatado (2015, pág. 53) lo entiende como un dispositivo de protección, la cual se emplea mucho en instalaciones eléctricas de viviendas. Esta se conoce también como Pequeño Interruptor Automático como se muestra en la figura 2.3. (PIA).



**Figura 2. 3:** Interruptor magnetotérmico

**Tomado de:** <http://www.instalacionesgodofredo.es/blog/electricidad/elementos-de-proteccion-en-instalaciones-electricas.html>

### **2.1.2 Tipos de breakers**

Se define a los interruptores de corriente o también conocidos como “breakers”, los cuales son aparatos esenciales para la seguridad de la construcción que se utiliza en un cableado eléctrico. Estos dispositivos interrumpen el flujo eléctrico hasta que el problema se pueda solucionar. Sin estos interruptores de corriente, sería algo peligroso por los problemas en las conexiones y fallas en las máquinas eléctricas (Velasquez, 2017, pág. 154).

#### **Breakers Tipo CH**

##### **Breakers tipo CH breakers de 3/4" de ancho**

Este tipo de breakers, tienen como característica su ancho de  $\frac{3}{4}$  de pulgada como se muestra en la figura 2.4 y son diseñados normalmente para la alimentación de cargas pequeñas como calentadores, aire acondicionado, refrigeración entre otros artefactos de uso doméstico. Los breakers de 1 polo de 15 a 20 Amp son usados normalmente como apagados en los hogares.



**Figura 2. 4:** *Breakers tipo CH.*

**Tomado de:** <https://la.geindustrial.com/productos/interruptores-industriales>

### **Breakers falla de arco AF tipo CH**

Este tipo de dispositivos brinda una protección contra incendios causados por fallas de arco debido a los cables eléctricos deteriorados, dañados, sulfatados o a su vez defectuosos empalmes, conexiones puntos calientes existentes en las instalaciones, son muy poco usuales en el mercado nacional, pero su uso es de origen europeo y lo encontraremos en maquinarias de ese origen.



**Figura 2. 5:** *Breakers AF tipo CH.*

**Tomado de:** <https://la.geindustrial.com/productos/interruptores-industriales>

### **Breakers tipo BR**

#### **Breakers tipo BR breakers de 1" de ancho**

Son de uso normal en nuestro entorno, los encontramos fácilmente en el mercado ecuatoriano y son los que se muestran en la figura 2.6 y están diseñados para alimentar cargas como luces, tomacorrientes, calentadores, aire acondicionado, microondas, refrigeración y circuitos en generales. Los breakers de 1 polo de 15 a 20 Amp. también pueden ser usados como apagadores o interruptores.



**Figura 2. 6:** Breakers tipo BR.

**Tomado de:** <https://la.geindustrial.com/productos/interruptores-industriales>

### **Breakers falla a tierra GF tipo BR**

Para protección de la vida humana por choques eléctricos, cumpliendo con el Artículo 210.8 del NEC 2005, que establece su uso en tomas de baños, garajes, exteriores, cocinas, lavanderías, bañera en general, piscinas, entre otros, con un funcionamiento muy similar a los demás breakers que se ha estudiado, pero cumpliendo características específicas en curvas de disparo.

#### **2.1.3 Curvas de disparo de cada tipo de breakers.**

Se encuentran cuatro curvas características de breakers en la figura 2.7, relacionando el tiempo en segundos en función de su corriente nominal, las mismas que sirve para verificar las corrientes de disparos comparadas con la práctica, en la primera curva obtenemos resultados usando conductores de hasta 4 Amp. en la curva dos se referencia a calibres de 6 a 63 Amp. ambas para breakers iC60N, en las curvas tres y cuatro se usan los breakers C120N y DPN con tiempos de respuestas distintos.

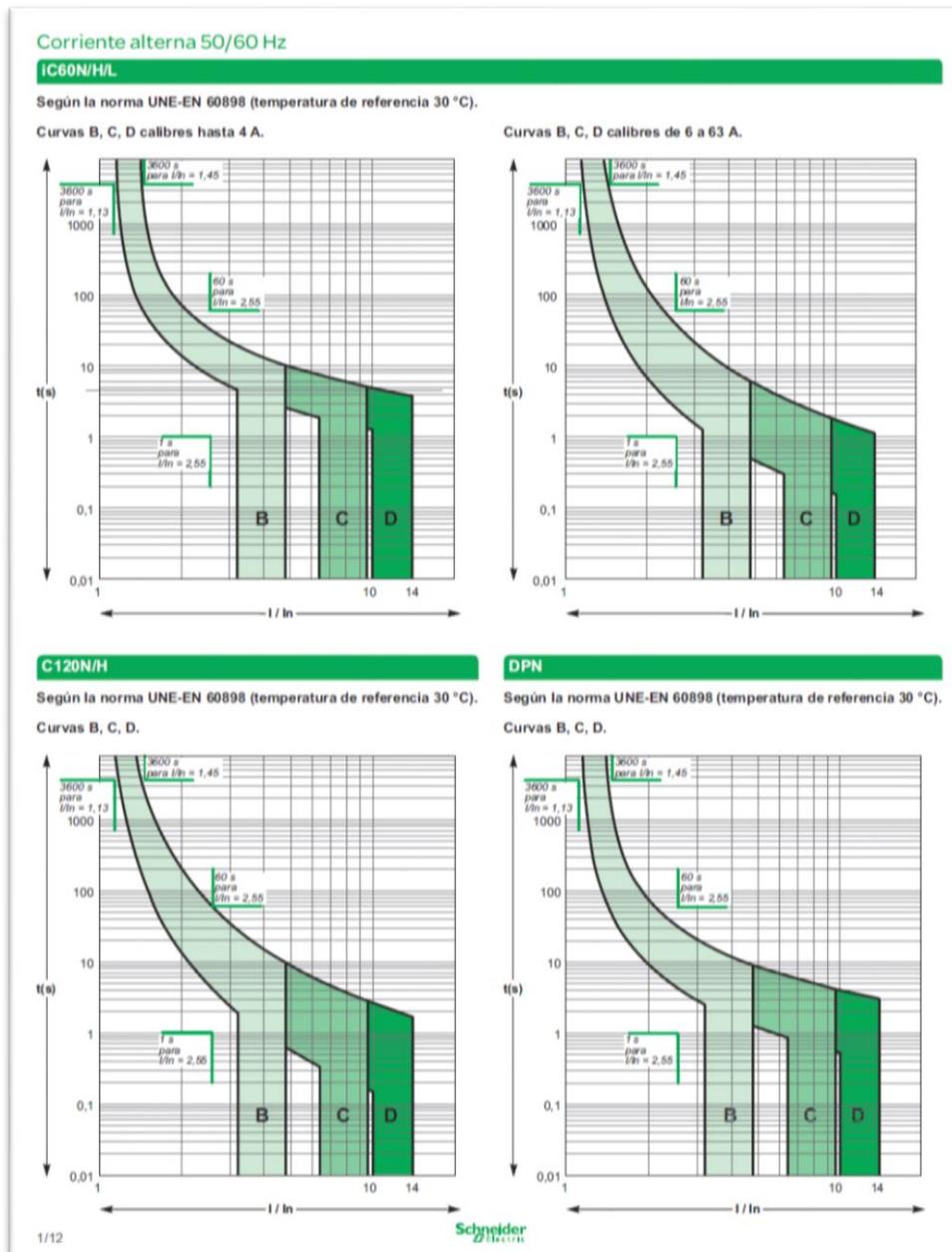


Figura 2. 7: Curvas de disparo.

Tomado de: <http://dinoalatele.blogspot.com/2013/07/como-funciona-el-contactor-electrico.html>

## 2.2 Contactores

Para Vilches (2015, pág. 98) un contactor eléctrico es un dispositivo que funciona básicamente como un interruptor, el cual deja pasar o no la corriente, teniendo una particularidad, siendo ésta la capacidad de activarlo a distancia, por medio de un mecanismo electromagnético

El componente principal es un electro-imán que conforma una bobina, esta genera un campo magnético, la cual permite accionar los elementos mecánicos en el dispositivo, y la carcasa contiene el contactor, con un elemento móvil, la cual cierra y abre dicho circuito, esta se la conoce como armadura, siendo las características que se deben permitir e una acción rápida del mismo en la figura 2.8 encontraremos un contactor de procedencia china comúnmente usado en la actualidad por su bajo costo.



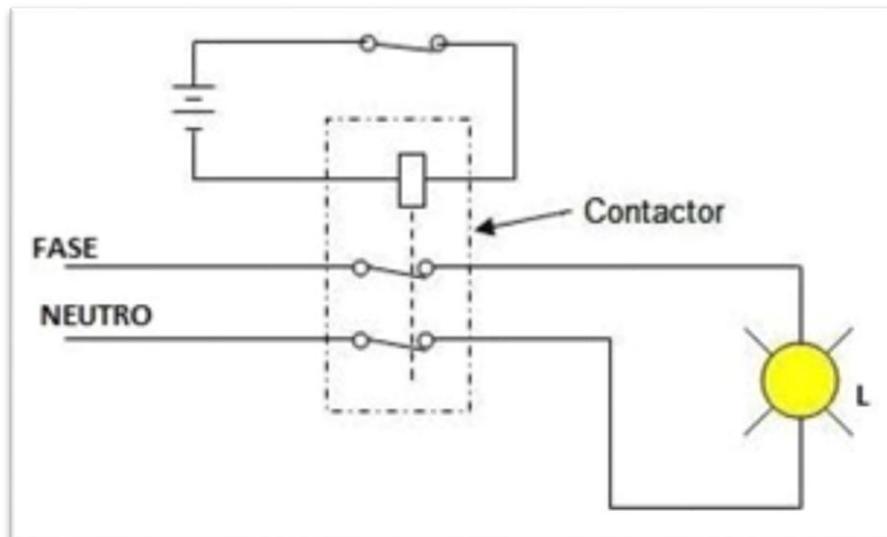
**Figura 2. 8:** Contactores.

**Tomado de:** <http://dinoalatele.blogspot.com/2013/07/como-funciona-el-contactor-electrico.html>

## 2.2.1 Tipos de contactores

### Contactor monofásico

El contactor monofásico o también conocido como contactor, muestra una combinación de fase y neutro. Esto se presenta en la utilización del control para una lámpara, como se muestra en la figura 2.9. En dicho caso se busca el apagado del mismo, siendo esto necesario para la apertura del pulsador que se encuentra cerrado regularmente en la parte de arriba para poder activar la bobina.



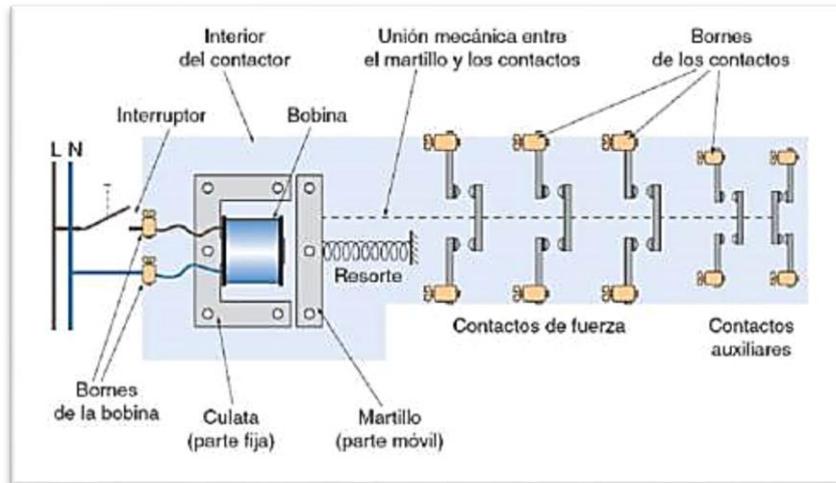
**Figura 2. 9:** *Contactor monofásico.*

**Tomado de:** <http://comofunciona.co.com/un-contactor/>

### **Contactor trifásico**

Un contactor trifásico es un tipo de dispositivo eléctrico, el cual permite el cierre y la apertura de los circuitos, este tipo puede vaciarse mediante la carga en ciertas distancias. Estas cumplen con ciertas características del contactor monofásico, siendo el caso solo existen tres niveles o fases (Ibañez, 2015, pág. 36).

La principal función del dispositivo es la apertura y cierre de los circuitos que se alimentan los motores. En la actualidad la mayoría de motores son activados por contactores. Siendo estos de tipo trifásico en donde se refiere a los contactores que permiten la apertura del cierre de alimentación de un motor trifásico, en la figura 2.10 encontraremos una representación ilustrativa de un contactor trifásicos y sus diferentes contactos, mostrando sus partes internas.



**Figura 2. 10:** *Contactor trifásico.*

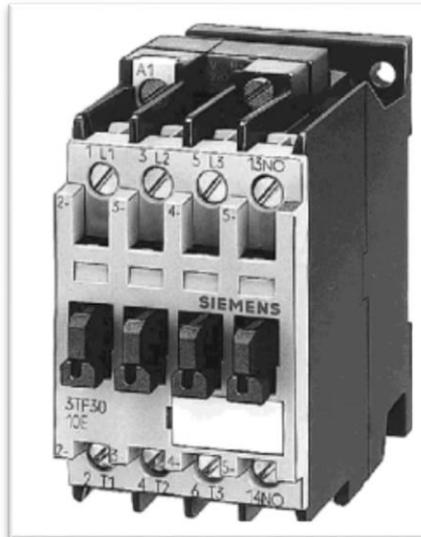
**Tomado de:** <http://comofunciona.co.com/un-contactor/>

### **Contactos principales**

Estos contactos principales se encargan en el acceso o interrupción del paso de corriente al circuito principal, esto indica que actúa sobre la corriente en la que fluye la fuente hacia la carga. Lo cual significa o se recomienda la verificación de la separación, esto a su vez permitirá que las partes fijas o móviles se ajusten por medio del circuito magnético y lo cierre por completo, la distancia se la denomina costa de presión. La misma no debe superar el 50% (García, 2016, pág. 65).

### **Contactos principales: 1-2, 3-4, 5-6.**

Tienen por finalidad abrir o cerrar el circuito de fuerza o potencia de sistemas de controles, por ejemplos de denomina contacto L1 a la tensión de entrada al contacto 1 y T1 la tensión de salida del contacto 2, entre ellos existe un contacto abierto que se cierra al energizar la bobina, como se muestra en la figura 2.11 donde se puede ver que los contactos principales de entrada de tensión y en la parte inferior los contactos de la salida.



**Figura 2. 11:** Contactos principales.

**Tomado de:** <http://bricovoltio.com/contactor-automatismo>

### Contactos auxiliares

Los contactores auxiliares, son elementos iguales o similares a un contactor, sin embargo, son solo contactores auxiliares, los cuales se emplean para poder completar las protecciones en los circuitos automáticos en el mando y control de los motores eléctricos, como se muestran en la figura 2.12, estos soportan pequeñas corrientes eléctricas. Se componen de un circuito magnético, con una bobina que corresponden a varios contactos, entre los cuales algunos están abiertos y otros cerrados, lo cual cambia la posición de la bobina (Formoso, 2015, pág. 210).

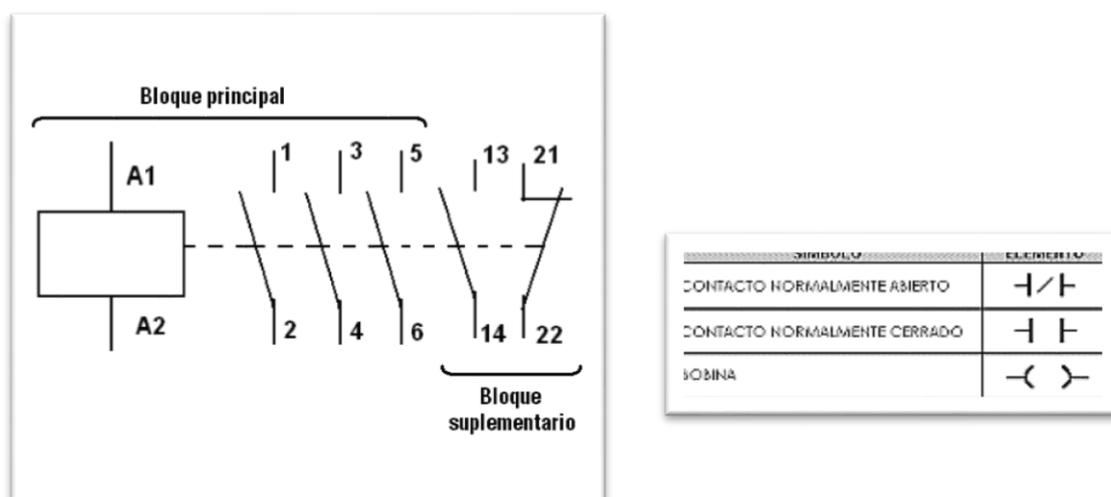


**Figura 2. 12:** Contactos auxiliares.

**Tomado de:** <http://bricovoltio.com/contactor-automatismo>

## 2.2.2 Simbología Características

Simbología Unifilar de Contactores Eléctricos en nomenclatura europea del lado izquierdo y del lado derecho la simbología americana, donde se muestra la bobina que es representada por A1 y A2 los contactos principales del 1 al 6 y los auxiliares 13-14 y 21-22 y del lado derecho de la figura 2.13 la simbología americana, que se la realiza de forma de escalera.



**Figura 2. 13:** Simbología de los contactores.

**Tomado de:** <https://www.simbologia-el0.electronica.com/simbolos-electricos-electronicos/simbolos-contactos-unifilar.htm>

## Características de contactores

### Línea completa

La línea completa de contactores para corriente alterna es capaz de comandar motores desde los 9 Amp (5.5 HP 3x380 V) hasta 600 Amp (400 HP 3x380 V) en 17 modelos, lo que posibilita una optimización en los costos y cubre con creces las necesidades de los mercados más exigentes.

### Doble rango de frecuencia

Todos los modelos poseen un diseño que permite su accionamiento con frecuencias de comando de 50/60 Hz.

### Montaje sobre riel DIN

Los Contactores desde 9 hasta 50 Amp. pueden ser montados sobre riel DIN, es un riel de hierro, con un baño de galvanizado al frío que permite anclar elementos sin necesidades de tornillo u algún otro objeto, también cuenta con

perforaciones en su parte posterior para atornillar a otro elemento donde será montado

### **Fácil recambio de los contactos**

Toda la línea permite el cambio de los contactos principales y auxiliares. Los contactores de la gama superior poseen un exclusivo sistema patentado por HITACHI mediante el cual, luego de retirar el cabezal fijo, se pueden reemplazar los contactos con un simple giro de su guía y sin necesidad de quitar los resortes.

### **Contactos auxiliares autolimpiantes**

Los contactores H poseen un diseño autolimpiante, la misma que limpia la pequeña película que se forma naturalmente sobre los contactos, logrando una segura conexión.

### **Alta seguridad**

Mecanismo de prevención contra operaciones erróneas. El accionamiento del cabezal móvil del contactor puede ser comprobado abriendo el indicador. Cada contactor se presenta con una etiqueta frontal con su identificación.

### **Larga vida eléctrica**

Los contactores poseen una larga vida eléctrica producto de la elección de adecuadas aleaciones de plata en sus contactos.

### **Larga vida mecánica**

La larga vida mecánica de estos aparatos se basa principalmente en el perfecto balance de las masas en movimiento y la óptima calidad del hierro y silicio.

## **2.3 Motores eléctricos**

Un motor eléctrico se lo define como un equipo eléctrico que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por el medio de campos magnéticos de

diversas variables, estos se componen en dos partes una fija llamada también estator y la otra móvil conocida como rotor (Tirado, 2015, pág. 86).

Este tipo de motor funciona bajo los principios del magnetismo, estos se desarrollan en el interior de la investigación, la cual se especificara la clasificación de los mismos, estas serían de Corriente Directa, de Corriente Alterna y los Motores Universales y según el número de fases en Monofásicos, Bifásicos y Trifásicos, siendo este último el más utilizado a nivel industrial.

### **2.3.1 Tipos de motores**

#### **2.3.1.1 Motores alimentados por DC**

Meza y Molotla (2014, pág. 124) define al motor de corriente continua como una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, esto provoca el movimiento rotatorio. En ciertas modificaciones se ejecuta una tracción sobre un riel. Los motores se conocen como motores lineales.

Este equipo de corriente continua también conocido como generador o motor, se compone de dos partes principales, el estator, el cual es un soporte mecánico en el aparato y tiene un hueco en el centro de forma cilíndrica.

En el estator se pueden encontrar los polos, estos pueden ser de imanes tanto permanentes o devanados con un hilo de cobre sobre un núcleo de hierro. El rotor tiene una forma cilíndrica, también el devanado y con un núcleo, donde llega la corriente mediante dos escobillas.

Los motores de corriente continua se pueden clasificar según la forma de conexión de las bobinas inductoras e inducidas entre sí, se tienen 4 tipos:

**Motor de excitación independiente:** Este es un motor de excitación en particular independiente de tal manera que el inductor y el inducido se pueden alimentar de dos fuentes de energías independientes. Estas no se suelen

utilizar, salvo a excepciones concretas, para estos inconvenientes se debe utilizar una fuente de tensión externa.

**Motor en serie:** El motor serie es tal que los devanados del inductor y del inducido se encuentran en serie.

**Motor en derivación o motor shunt:** El motor shunt dispone los devanados inductor e inducido en paralelo.

**Motor compound:** El motor compound o compuesto consta de dos devanados inductores, uno está en serie con el devanado inducido y el otro en paralelo.

Los motores de corriente continua fueron uno de los primeros tipos de motor que se amplían en la utilización de los costos iniciales de los sistemas como son los motores y el accionamiento, estos tienden ser típicamente menores en los sistemas de corriente alterna para las diferentes unidades de pequeña potencia, teniendo en cuenta que tienen mayor potencia, en cuestión de costos se mantienen en aumento, esto deja de ser rentable en su aplicación y uso.

Estos motores de corriente continua se siguen utilizando en herramientas pequeñas como en los electrodomésticos, en electrónica y robótica, pero estos están quedando obsoletos en la actualidad y en el uso industrial, esto se debe a las ventajas de los motores trifásicos y monofásicos de inducción de corriente alterna, por ser avances tecnológicos en cuanto a la regulación de la velocidad.

### **Funcionamiento**

El sentido de giro del motor de corriente continua, depende del sentido relativo de las corrientes que circulan por los devanados del inductor e inducido. En la inversión del sentido de giro del motor de corriente continua se puede invertir el sentido de campo magnético o la corriente del inducido, en la figura 2.14 se encuentran los 4 tipos de motores descritos anteriormente.

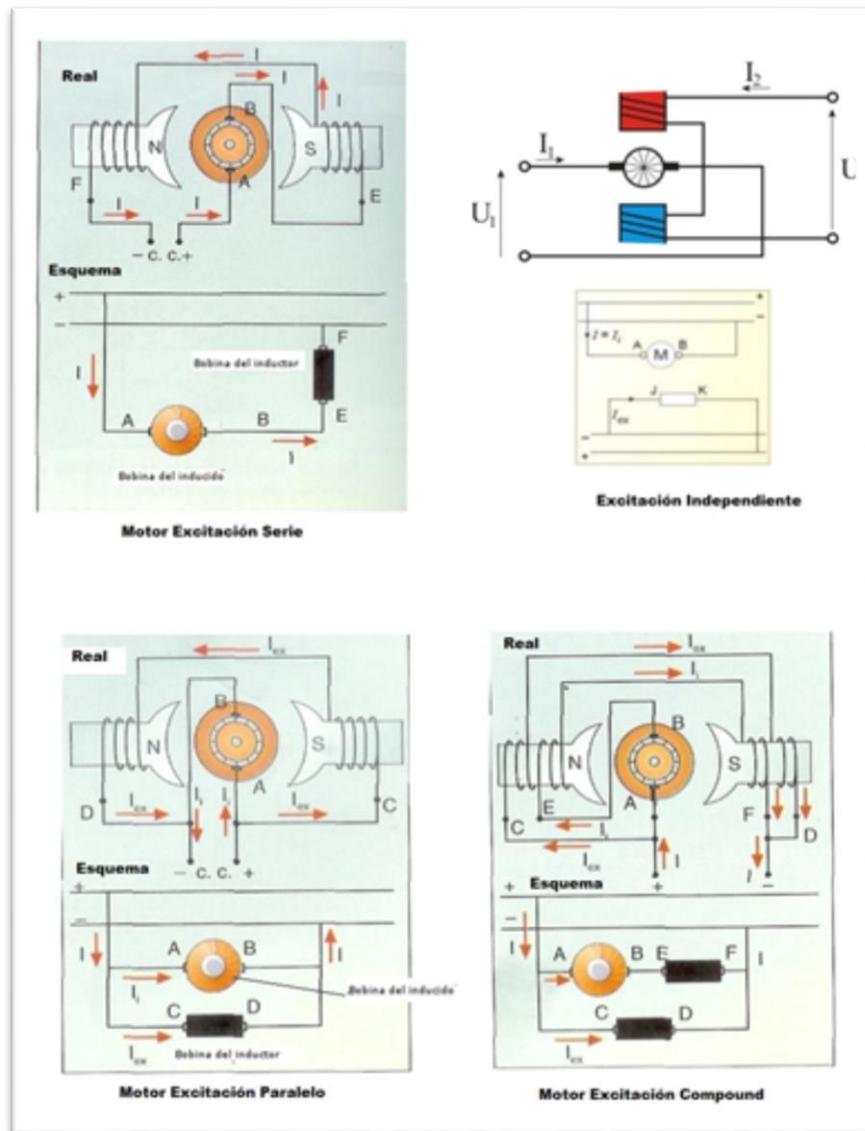


Figura 2. 14: Tipos de motores de corriente DC.

Obtenido de: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>

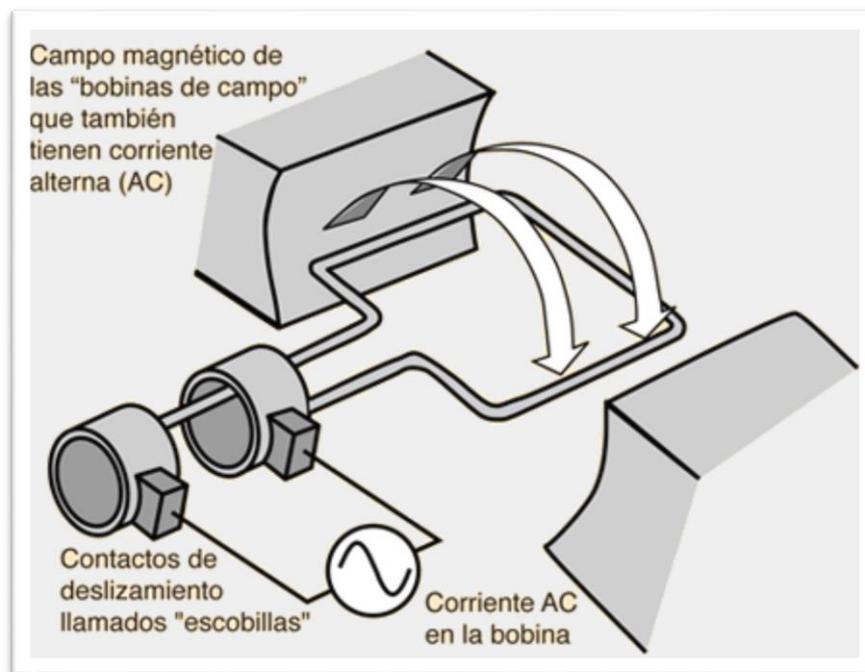
### 2.3.1.2 Motores alimentados por AC

Este tipo de motores se basan en la obtención de un campo magnético en este caso giratorio. Este campo giratorio puede tener un electroimán, el cual gira de la misma velocidad del campo. En el caso de tener un motor sincrónico (Pozueta, 2017, pág. 132).

Dentro de este campo se halla un bobinado sometido a inducción, por esto aparece una corriente eléctrica, para dar la fuerza de Lorentz. Siendo el giro más lento en el campo giratorio, razón por la cual el motor se lo conoce o denomina también como asíncrono o de inducción.

En cuestión de la corriente de alimentación, se pueden tener motores tanto monofásicos y trifásicos.

Estos tipos son similares a los motores de corriente continua, en la alternabilidad son constituidos por una parte fija, ésta se denomina estator o inductor, esto se encuentra dotado de bobinas generadoras en el campo magnético, siendo aplicado por medio de un rotor o inducido, esto se conoce como armadura, como se muestra en la figura 2.15.



**Figura 2. 151:** Tipos de motores de corriente AC.

**Tomado de:** <http://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>

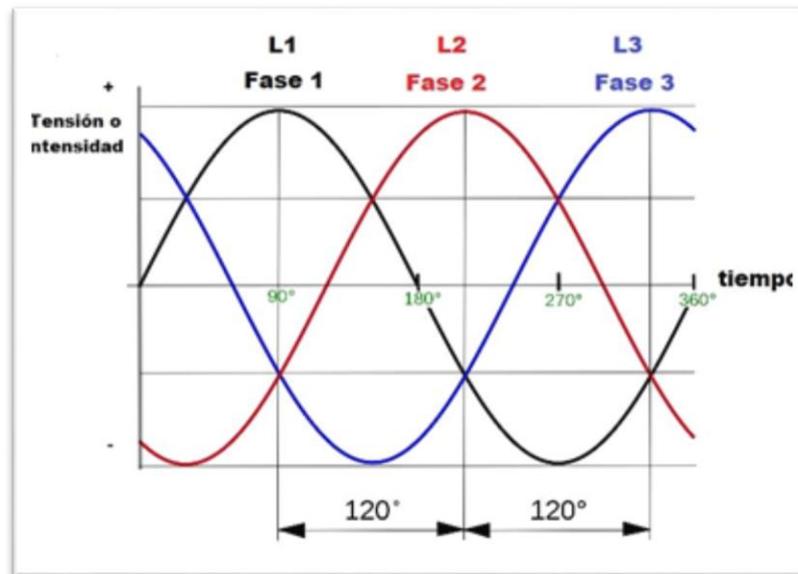
### **Sistema monofásico:**

En este tipo de sistema se aplica una sola fase por medio de la corriente alterna y el neutro, éstos se obtienen por medio de las tensiones de 110 V y el valor más eficaz entre la fase y el neutro de 60Hz de frecuencia. Este tipo de energía suministra la toma de corriente de los hogares, la cual es de 110 V, los electrodomésticos poseen motores pequeños que son monofásicos.

### **Sistema trifásico:**

Este sistema está conformado por tres fases de corriente alterna, de la misma manera con la frecuencia y el valor eficaz, las cuales son desfasadas

entre sí a 120 grados como se muestra en la figura 2.16. Esto puede permitir la tensión de 230 V entre la fase y el neutro, a su vez de 400 V entre las fases, que aún quedan de 380V, mientras que tienen una frecuencia de 60 Hz. En la utilización de electricidad en la forma trifásica es más común en las industrias en donde las maquinas funcionan con motores para este tipo de tensión.



**Figura 2. 16:** Sistema trifásico de corriente alterna.

**Tomado de:** <http://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>

### 2.3.2 Tipos de Conexiones de Motores Eléctricos

En la puesta en marcha de un motor se debe arrancar, específicamente los tipos de conexión de motores eléctricos son fabricados y confeccionados por las conexiones del motor de acuerdo a su uso y aplicación, en cuestión de reglas generales se da un uso mayor en la industria, estas tienen arranque de estrella y triángulo (Sanz, 2015, pág. 99).

En cuestión de rendimiento la optimización de un motor eléctrico, se las emplean en las conexiones de estrella y triángulo, en el cumplimiento de las funciones de alta velocidad se dan las cargas mecánicas que se necesitan. Por medio de la conexión directa de la red, el motor se coloca en los protectores de la forma convencional, para la realización en forma directa de la conexión.

En la conexión estrella y triángulo, se deben utilizar de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada uno de los motores, los conectores y los contactores como tal. Este método de arranque se basa en los principios en relación de la tensión de la línea, esto permite que los motores puedan utilizar dos o más tensiones diferentes, para posibilitar la reducción de tensión que se aplica en un motor del principio de conexión eléctrica de triángulo y estrella.



**Figura 2. 17:** *Tipo de motor eléctrico.*

**Tomado de:** <http://www.constructorabuenaosaires.com/electricidad/tipos-de-conexion-de-motores-electricos.html>

## 2.4 Temporizadores

Se define como un relé temporizador siendo este un componente diseñado para temporizar los eventos del sistema de automatización industrial, el cual cierra y abre los contactos antes y después del periodo de tiempo de ajuste (Ruiz, 2014, pág. 210).

Los cuales son compactos y se componen de lo siguiente:

- Un oscilador que proporciona impulsos.
- Un contador programable en forma de circuito integrado.
- Una salida estática.



**Figura 2. 18:** *Temporizador.*  
**Fuente:** (SIEMENS, 2019)

## **2.4.1 Tipos de Temporizadores**

### **2.4.1.1 Temporizador a la conexión.**

Es un tipo de relé con un contacto de salida, la cual se conecta después de un retardo a partir del instante que la conexión de los bornes en su bobina a la red. Siendo el tiempo de retardo ajustable mediante un potenciómetro o regulador frontal del aparato en este caso eléctrico. Esto se lo puede regular mediante un potenciómetro de forma remota, la cual permite el mando a distancia, esta no se puede aplicar a los relees de los contactos. (Conalep, 2014, pág. 114)

### **2.4.1.2 Temporizadores térmicos**

Este temporizador actúa por el calentamiento de una lámina bimetálica. El tiempo del mismo se determina por el curvado de la lámina. Constan de un transformador, en el cual la parte primaria se conecta a la red, lo que consiste al secundario tiene pocas espiras y se encuentra conectada en serie con una lámina bimetálica, por este motivo debe estar siempre en cortocircuito para producir el calentamiento de dicha lamina, por lo cual se realiza la temporización que se tiene en desconectar el primario y deje su funcionamiento (Gea, 2015, pág. 145).

#### **2.4.1.3 Temporizadores neumáticos**

Este temporizador se basa en la acción de un fuelle, el cual se comprime al ser accionado por medio del electroimán del relé. En el fuelle o al ocupar la posición de reposo se la realiza lentamente, por medio del aire que entra por un orificio, al variar de tamaño puede cambiar el tiempo de recuperación del fuelle, por lo tanto, también la temporización.

#### **2.4.1.4 Temporizadores electrónicos**

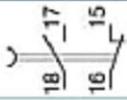
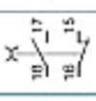
El temporizador electrónico, se utiliza para carga o descarga de un condensador por medio de una resistencia. En general se aplican los condensadores electrolíticos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento sea mayor a la resistencia de descarga, en tal caso por el contrario el condensador se descargará por medio de su insuficiente resistencia de aislamiento.

#### **2.4.1.5 Temporizadores magnéticos**

Este tipo de temporización consiste en el ensartado por medio del núcleo magnético del relé, la cual es un tubo de cobre. Este tipo de tubo puede tener un espesor de milímetros y rodear al núcleo en su completa longitud, esto constituye una camisa o bien puede ser un diámetro de base igual al carrete de la bobina y longitud limitada, esto se la conoce como manguito, el cual se puede fijar delante, lo que quiere decir que la parte de la armadura o detrás, siendo la parte opuesta de la armadura. Puesto que en ambos casos se puede ver los efectos de retardo que serían distintos.

### **2.4.2 Nomenclaturas, Simbologías y Curvas Características**

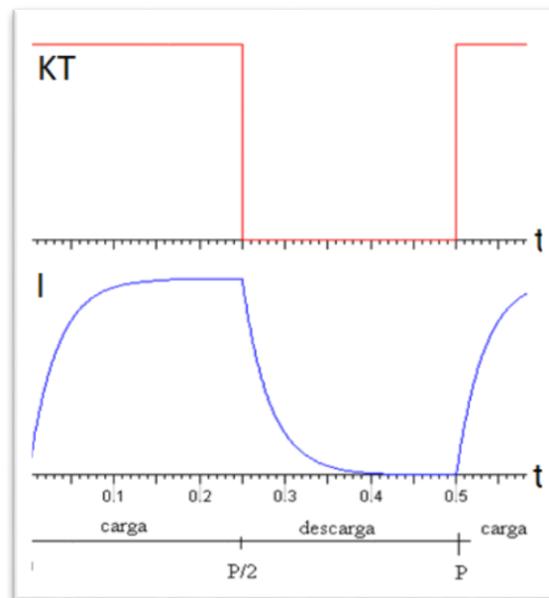
En la figura 2.19 podemos apreciar la nomenclatura europea, de cómo se puede representar en diseños los temporizadores, su curva característica esta detallada en la figura 20 en función del tiempo de los temporizadores a la desconexión y conexión

ELEMENTO	SIMBOLO	IDENTIFICADOR
Temporizador a la desconexión (bobina)		KT
Contactos de temporizador a la desconexión		KT
Temporizador con doble función a la conexión/desconexión (bobina)		KT
Contacto de temporizador conexión/desconexión		KT

**Figura 2. 19:** Simbología y nomenclaturas de temporizadores.

**Tomado de:** <https://www.simbologia-electronica.com/simbolos-electricos-electronicos/simbolos-reles.htm>

En la figura 2.20 se encuentra la función de un temporizador que carga y descarga un capacitor, mediante corriente continua se aprecia que, al activar el temporizador, el capacitor se carga 0.26 segundos y al apagado se descarga en 0.15 segundo.



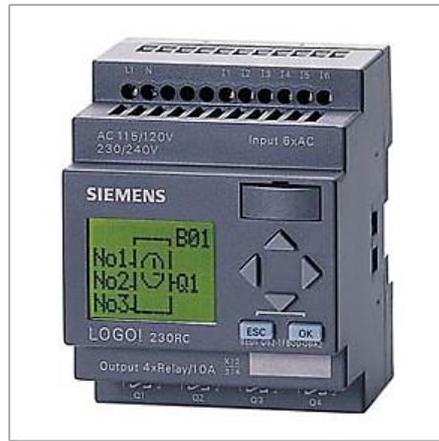
**Figura 2. 20:** Curvas de temporizadores.

**Tomado de:** <http://hispavila.com/total/3ds/tutores/ua555.htm>

## 2.5 Relés programables

Se define como un controlador lógico que puede ser utilizado para realizar las funciones de los temporizadores con un retardo, cíclicos y relés lógicos.

En este tipo de relés se puede encontrar los temporizadores, relés, controladores e inclusive secuenciadores mecánicos, en la figura 2.21 vemos un relé programable comúnmente usado en la industria. (Martín, 2006, pág. 124).



**Figura 2. 21:** *Relés programables.*

**Tomado de:** <https://es.scribd.com/doc/114238496/Rele-programable>

## 2.6 Controles eléctricos

### 2.6.1 Definición de controles eléctricos

Se define como las conexiones eléctricas o electrónicas las cuales son fabricadas para el control y proceso de entrada de impulsos eléctricos en equipos sencillo o complejos, un ejemplo de esto son las maquinarias industriales que contienen una serie de dispositivos, esta se encarga de aplicar la función de controlador, como un interruptor de control, contactores, material sintético y conductores eléctricos, las mismas se utilizan como control de arranque del equipo, siendo estos turbocompresores termocompresores, bombas, aparatos mecánicos, refrigeradores, motores, generadores, entre otras. Esto quiere decir el control del flujo de corriente eléctrica en los aparatos de uso industrial y doméstica (Porto y Merino, 2015, pág. 111).



**Figura 2. 22:** *Controles eléctricos.*

**Tomado de:** <https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html>

### **2.6.2 Elementos de uso común en controles eléctricos**

**Interruptores:** Esto permite la apertura y cierre de un circuito, la cual permanece en la misma posición hasta que se vuelve a presionar.

Un interruptor doble o bipolar es un interruptor que abre y se cierra en dos circuitos al mismo tiempo.

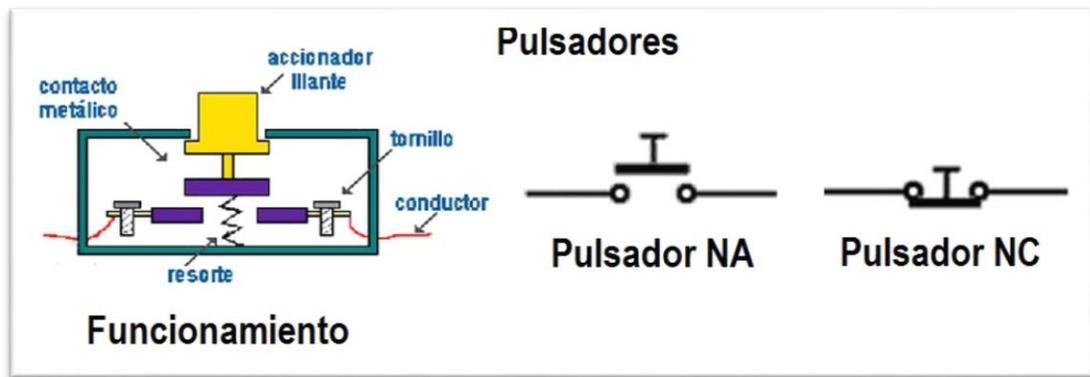
**Pulsadores:** El pulsador permite la apertura y cierre del circuito solo si se actúa sobre él. Cuando se deja de presionar regresa a su posición inicial, como se muestra en la figura 2.23.

#### **Pulsador normalmente abierto (NA):**

En el estado de reposo el contacto está abierto, y se cierra cuándo se presiona.

#### **Pulsador normalmente cerrado (NC):**

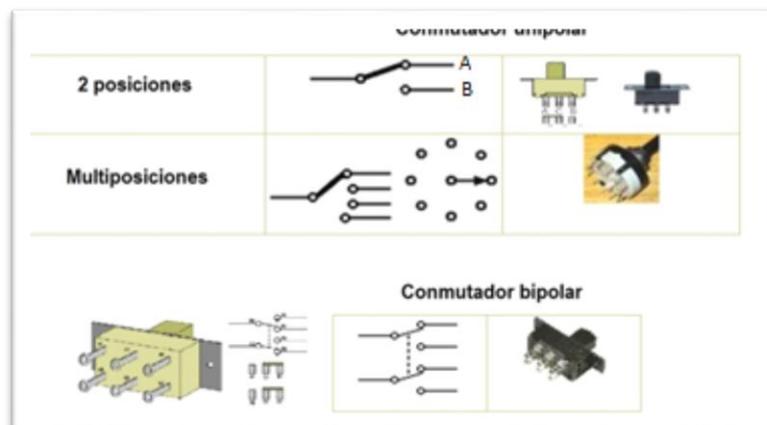
En el estado de reposo el contacto permanece cerrado, y se abre cuándo se presiona.



**Figura 2. 23:** Pulsadores.  
**Tomado de:** <https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html>

**Conmutadores 1 circuito varias posiciones:**

El conmutador es un elemento que establece una asociación entre la entrada y salida de las múltiples conexiones que perdura en el tiempo, hasta que se pueda accionar el conmutador. Este tiene un conmutador de dos posiciones y tres pastillas. La conexión del medio es común y las A y B son las posibles salidas, como se muestra en la figura 2.24, en el conmutador de 2 posiciones. (Llorente y Damas, 2015, pág. 168).

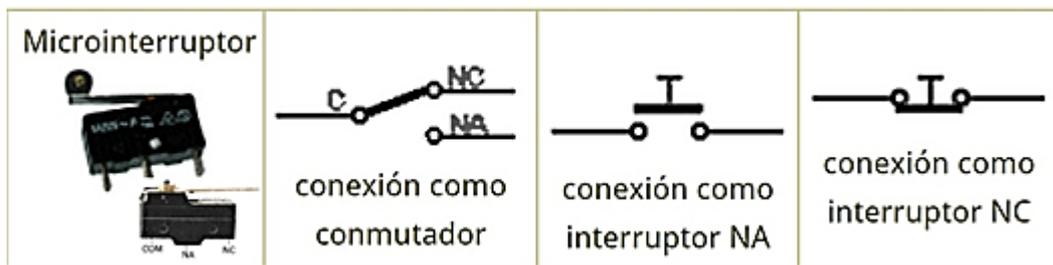


**Figura 2. 24:** Conmutadores.  
**Tomado de:** <https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html>

**Micro interruptor:** El micro interruptor o final de carrera es un componente de acción el cual se utiliza por medio de una palanca empujada por un elemento en movimiento. Se puede comportar como un conmutador o pulsador, la forma de conectarlo ayuda a la selección de posición inicial,

como normalmente abierta (NO o NA) o normalmente cerrada (NC), en la figura 2.25 se encuentra graficada la simbología del mismo y su forma física.

Los símbolos que se utilizan son el mismo del conmutador y pulsadores, esto se debe indicar con el circuito del final de carrera. En el montaje práctico se deben identificar las pastillas de micro interruptor. La pata de apoyo está más cerca de la palanca siendo la más común, esta se debe conectar siempre. El que se encuentra en medio es la que se abre normalmente, y el final se encuentra cerrado.



**Figura 2. 252:** Micro interruptores.

**Tomado de:** <https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html>

**Relés:** El relé se define como un interruptor automático, el cual es controlado por la electricidad. Los relés ayudan a abrir y cerrar los circuitos eléctricos sin la mano humana. El relé es un elemento que da una orden de función en el motor de una puerta automática, como las luces de un semáforo, el motor del ascensor y los sistemas automáticos, en la figura 2.26 se encuentra su simbología según los tipos de relés que existen.

Relé		
	Símbolo americano	Símbolo europeo
Relé		
Relé enclavado		
Relé desenclavado		

**Figura 2. 26:** Relés.

**Tomado de:** <https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html>

## **2.7 Medición**

Se entiende como la acción de registrar un número de magnitud de una cantidad de interés. Este tipo de registro adquiere un significado en la comparación de la magnitud que corresponde la unidad apropiada. La magnitud de la medida es la física, química o de diferente naturaleza, esta se utiliza para medir.

Los métodos de medida se utilizan para determinar las propiedades o efectos de la medición, para relacionarlo mediante un equipo de medida apropiado, esta magnitud corresponde a una unidad definida, siendo un valor prefijado. En el valor de medida es la magnitud es determinada con ayuda de un equipo o instrumento adecuado para este fin, la cual se expresa como el producto de valor numérica por ser una unidad correspondiente. El equipo de medida es aquel conjunto de todos los componentes con los que se puede realizar un método de medida que se basa en un principio determinado.

### **2.7.1 Elementos de medición**

- Galvanómetro: instrumento detector de cero señal
- Amperímetro: medidor de corriente eléctrica
- Voltímetro: medidor de voltaje
- Wáttmetro: Medidor de potencia activa
- Medidor de energía.
- Cosenofímetro: medidor de factor de potencia
- Secuencímetro: indicador de secuencia de fases en sistema trifásico
- Frecuencímetro: medidor de frecuencia de señal alterna
- Osciloscopio: visualizador de onda y medidor de diferencia de potencial

En la tabla 1 se encuentra detallado la unidad que usa cada elemento de medición, su símbolo y su representación.

**Tabla 1:** Cuadro comparativo de los instrumentos de Medición Eléctrica.

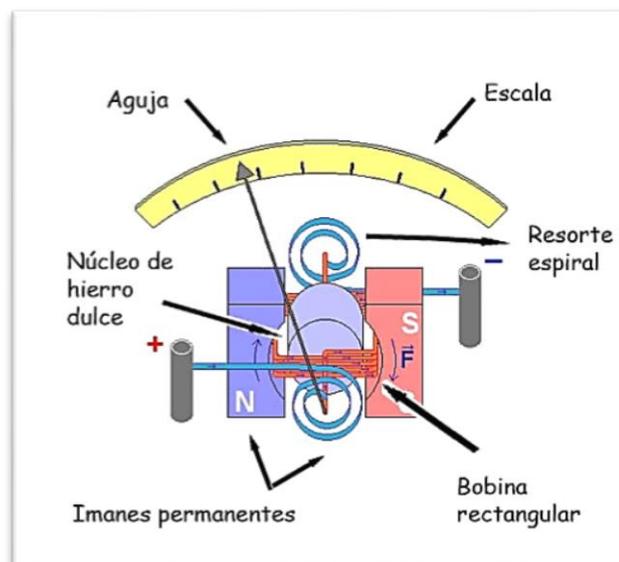
Parámetro	Símbolo	Unidades	Símbolo	Aparato para su Medición
Cantidad de electricidad	Q	Culombio	G	GALVANOMETRO
Corriente	I	Amperio	A	AMPERIMETRO
Resistencia	R	Ohmio	$\Omega$	OHMETRO, PUENTE
Tensión	U	Voltio	V	VOLTIMETRO
Potencia	P	Vatio	W	VATIMETRO
Energía	E	Joules	J	CONTADOR DE ENERGÍA
Capacidad	C	Faradio	F	CAPACIMETRO

Tomado de: <https://es.calameo.com/books/0035020960ee31e0d6b3e>

### 2.7.2 Aplicaciones de los diferentes elementos de medición eléctrica

**Galvanómetro:** Un galvanómetro es un dispositivo que se implementa para indicar el paso de la corriente eléctrica en pequeñas cargas, por medio de un circuito y para la medida de la intensidad. En cuestión de su funcionamiento se basa en los fenómenos magnéticos (Montaño, 2017, pág. 125).

El galvanómetro tiene una aguja indicadora, con una unidad de resorte espiral, como se muestra en la figura 2.27, con el eje de rotación de la bobina rectangular plana, se suspende entre los polos opuestos en un imán permanente.



**Figura 2. 27:** Galvanómetro.

Tomado de: <http://juank180208.obolog.es/funciona-galvanometro-2169321>

**Amperímetro:** Se utiliza para el ampliamiento de la impedancia en su propia aplicación directa de medida, esta se emplea como base para la construcción de otros equipos o instrumentos, como el voltímetro, Ohmetros, entre otras (Reyes, 2016, pág. 200).

Su función se basa en los principios fundamentales en el electromagnetismo en la que se forma más simple por medio de la indicación de cualquier corriente eléctrica, la cual pasa por un hilo conductor que produce el campo magnético que tienen a su alrededor, esto es similar al campo magnético en el imán, ésta depende de la intensidad de la corriente que circule, en la figura 2.28 se encuentra un amperímetro de gancho de uso común.



**Figura 2. 28:** Amperímetro.  
**Tomado de:** <https://www.ecured.cu/Amper%C3%ADmetro>

El amperímetro contiene resistencias que se utilizan para cambiar la escala de medida. Esta se conecta en serie con el circuito, de manera que pasa la misma corriente por ambos lados.

**Voltímetro:** Un voltímetro es un instrumento de medición, el cual se utiliza para medir la diferencia en el potencial eléctrico, esto se conoce como voltaje, entre los puntos de una corriente eléctrica. El voltaje también es conocido como energía potencial eléctrica por la unidad de carga, esta es responsable

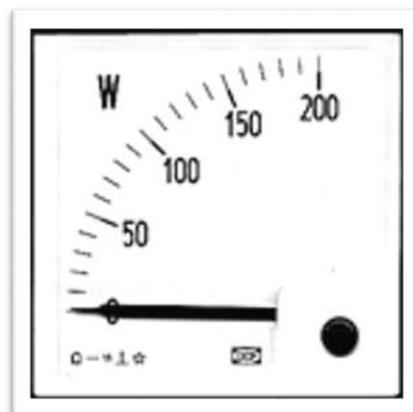
a la conducción de la corriente de un electrón a otro electrón (Pérez y Gardey, 2015, pág. 65).

La mayoría de voltímetros tienen al menos estas funciones:

- Mediciones y ensayos precisos para una variedad de aparatos electrónicos.
- Mide los voltajes.
- Mide la continuidad.
- Mide la resistencia.
- Prueba la batería.

**Vatímetro:** El instrumento de medición eléctrica se mide en la potencia eléctrica, la cual está constituida por un voltímetro y un amperímetro, en los cuales se relacionan la siguiente fórmula de resultados de potencia.  $VA = W$

Este dispositivo consiste en el par de bobinas fijas, las cuales se llaman bobinas de corriente y bobina móvil también conocido como bobina de potencial, en la figura 2.29 se muestra un vatímetro analógico de 200w.



**Figura 2. 29:** *Wáttmetro.*

**Tomado de:** <https://www.ecured.cu/Wattmetro>

## 2.8 Diseño eléctrico asistido por computador CAD

El dibujo técnico representa el tipo de gráfico, plano o un diseño que se tenga en consideración, en poder expresarlo y presentarlo a otros individuos, esto es una manera adecuada de plasmar las ideas. Existen varios tipos de técnicas en el dibujo por medio del área de la industria de diseño asistido por computador.

En esta técnica se aplica con el trazo sencillo basado en el uso de herramientas sencillas o complejas, en cuyo caso se aborda el trazo en líneas, siendo lo más básico. Por este medio se dan dos tipos de dibujo: en líneas coordenadas y en líneas aplicadas por su longitud.

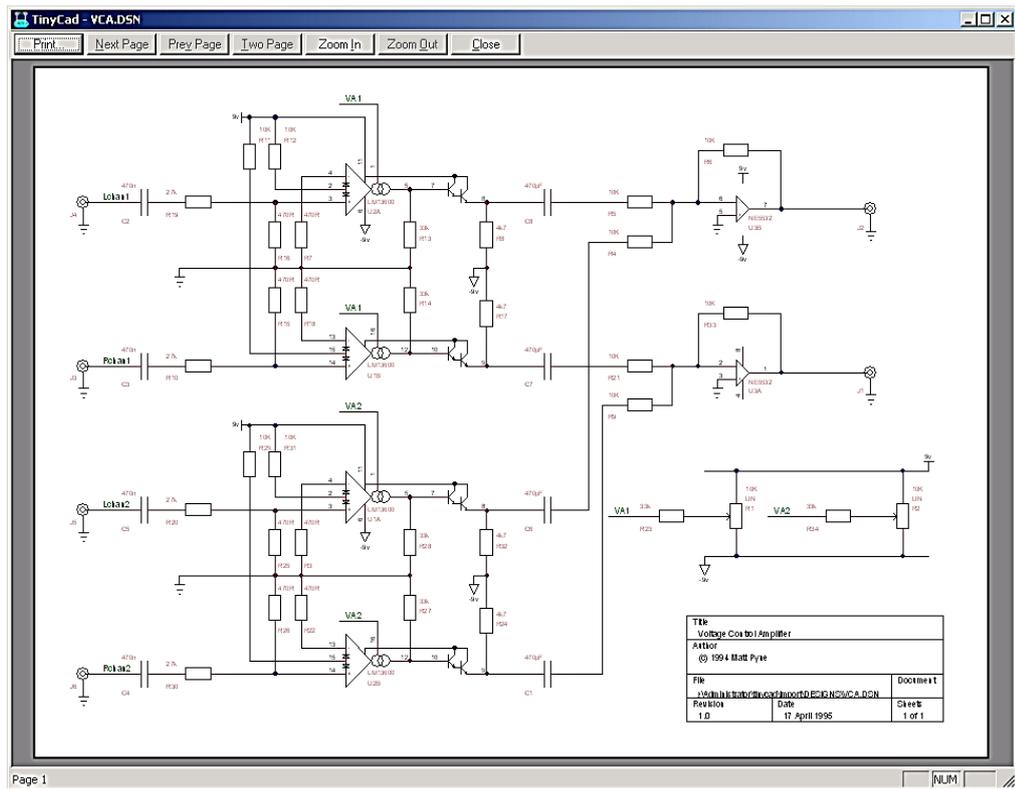
Al utilizar ambas técnicas se pueden facilitar en algunas ocasiones el trazo de líneas en la hora de realizar un dibujo y también una combinación de ambas para los efectos prácticos. En tal caso se realiza una mención de ventajas y desventajas que se presentan en cada tipo de dibujo que se presenta en la aplicación de cada una.

### 2.8.1 Tipos de software de diseño eléctrico

**EasyEDA:** Es un software libre basado en una nube informática, la cual facilita el dibujo esquemático, en la simulación de circuito de diseño del PCB (Printed Circuit Board), esta tiene más de 70.000 dibujos esquemáticos que faciliten la disponibilidad en la base de datos, contiene más de 15.000 bibliotecas. Se puede dibujar esquemas rápidamente utilizando bibliotecas disponibles en línea.

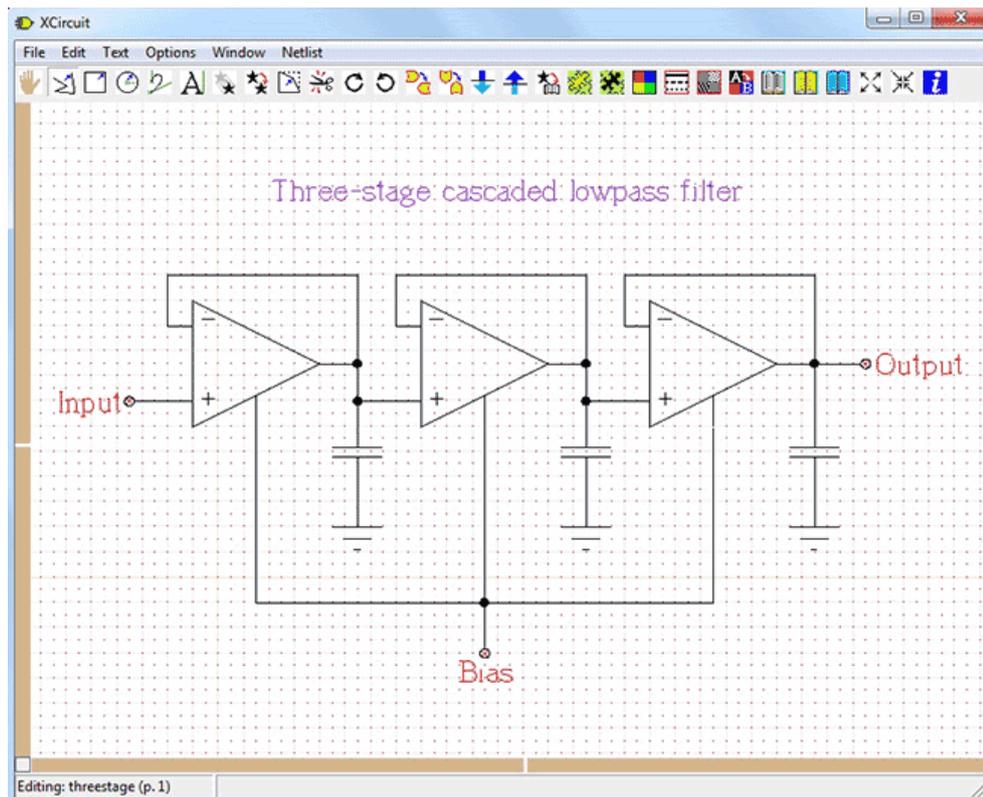
Los trabajos que se realizan con esta herramienta pueden ser públicos, privados o compartidos. En los esquemas de bibliotecas se pueden importar en el Altium, Águila, KiCad y LTspice. Estos archivos se pueden exportar en varios formatos que se incluyen como el JSON.

**TinyCad:** Es un software gratuito libre de dibujo esquemático para Windows de la empresa Sourceforge. Esta es compatible con el dibujo esquemático, la cual se desarrolla en el diseño de simulación de los circuitos. Tiene disponibilidad de descargarlo gratuitamente.



**Figura 2. 30:** *TinyCard.*  
**Tomado de:** <https://www.tinycad.net/>

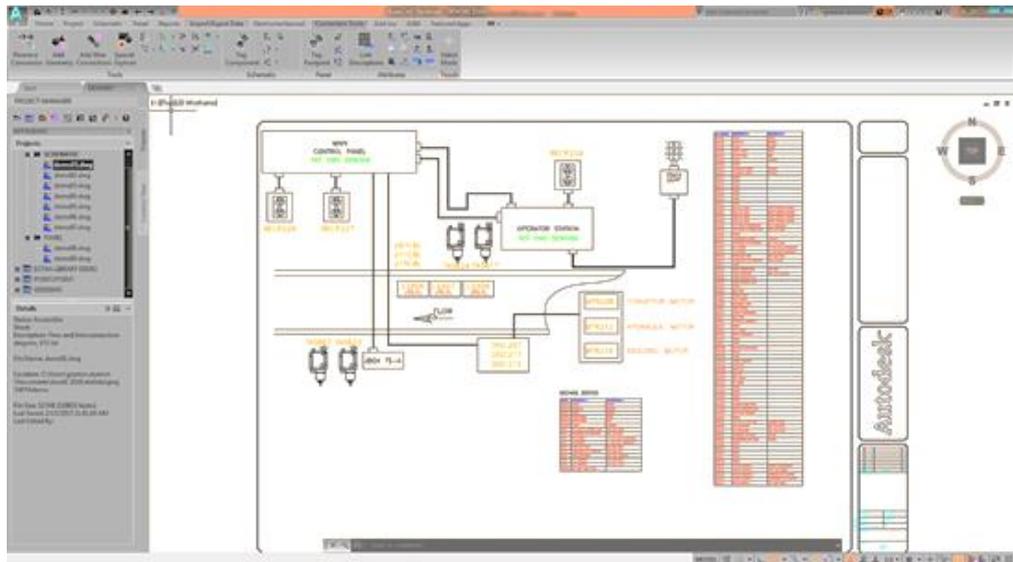
**Xcircuit:** es un programa de Unix / X11 y Windows para dibujar diagramas esquemáticos de circuitos eléctricos de calidad de publicación y figuras relacionadas y la producción de listas de circuitos a través de captura esquemática. Xcircuit considera los circuitos como inherentemente jerárquicos y escribe tanto la salida PostScript como las listas jerárquicas de SPICE . Los componentes del circuito se guardan y recuperan de bibliotecas que son completamente editables. Xcircuit no separa la expresión artística del dibujo de circuito; mantiene la flexibilidad en el estilo sin comprometer el poder de la captura esquemática.



**Figura 2. 31:** *Xcircuit*.  
**Tomado de:** <http://opencircuitdesign.com/xcircuit/>

**AutoCAD:** software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés Computer Assisted Design), AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

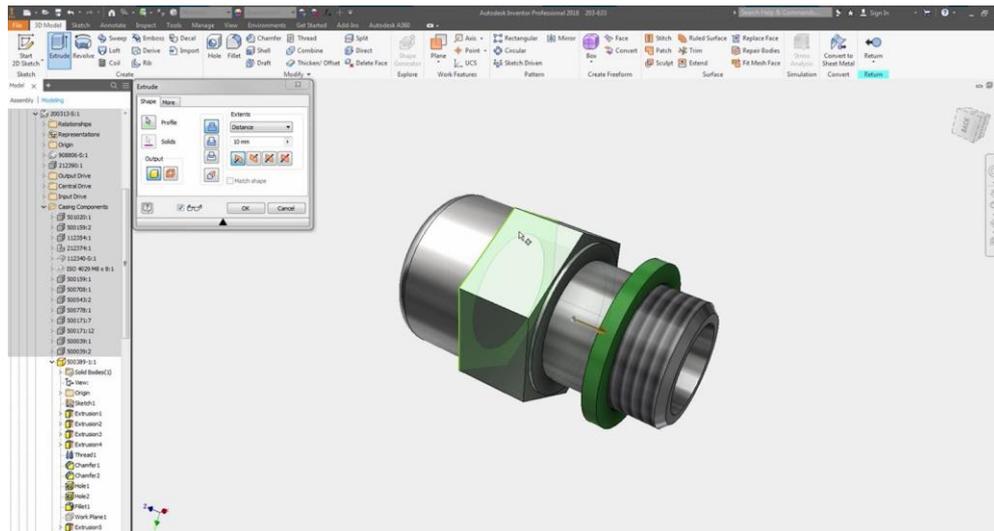
Las interfaces de programación que admite AutoCAD son ActiveX Automation, VBA (Visual Basic® for Applications), AutoLISP, Visual LISP, ObjectARX y .NET. El tipo de interfaz que se utilice dependerá de las necesidades



**Figura 2. 32:** *Autocad.*

**Obtenido de:** <https://www.autodesk.com/products/autocad/included-toolsets/autocad-electrical>

**Autodesk:** Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software AutoDesk. Compite con otros programas de diseño asistido por computadora como SolidWorks, Pro/Engineer, Catia y Solid Edge. Entró en el mercado muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de diseño mecánico en dos dimensiones hacia la competencia, permitiendo que los computadoras personales ordinarias puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos para este trabajo de titulación se utilizó el autodesk inventor 2018 ya que cuenta con nuevas herramientas y mejores entornos más amigables que las versiones anteriores



**Figura 2. 33:** Autodesk Inventor.

**Obtenido de:** <https://www.manandmachine.co.uk/product/inventor-introduction-to-solid-modelling/>

## 2.9 Normas eléctricas

A continuación, detallamos la normativa eléctrica que actualmente rige en el Ecuador, en base a reglamentos internacionales, las mismas que fueron sometidas a pruebas de campo, pruebas de seguridad, y distancias necesarias con las que se debe de trabajar, para cualquier equipo que se encuentre energizado, proyecto a realizarse o desmontar una instalación existente contiene información necesaria, de simbología, requerimientos mínimos de elementos, terminales transformadores entre otros, los cuales son requeridos por los programas de diseños.

NORMA	AÑO	TÍTULO
IEC 60027-1	1992	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades
IEC 60034-1	2004	Máquinas eléctricas rotativas. Parte 1: especificaciones y funcionamiento
IEC 60617-DB-12M	2001	Símbolos gráficos empleados en diagramas. Suscripción de 12 meses a la base de datos online; incluye las partes 2 a 11
IEC 61082-1	1991	Preparación de documentos utilizados en electrotecnia. Parte 1: requisitos generales
IEC 61082-2	1993	Preparación de documentos utilizados en electrotecnia. Parte 2: diagramas de las funciones
IEC 61082-3	1993	Preparación de documentos utilizados en electrotecnia. Parte 3: diagramas de conexiones, tablas y listados
IEC 61082-4	1996	Preparación de documentos utilizados en electrotecnia. Parte 4: documentos de localización e instalación
IEC 60038	2002	Tensión de red según IEC
IEC 60664-1	2002	Coordinación del aislamiento para equipos con sistemas de baja tensión. Parte 1: principios básicos, requisitos y pruebas
IEC 60909-0	2001	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente. Parte 0: cálculo de corrientes
IEC 60865-1	1993	Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: definiciones y métodos de cálculo
IEC 60781	1989	Guía de aplicación para el cálculo de corrientes de cortocircuito en sistemas radiales de baja tensión
IEC 60076-1	2000	Transformadores de potencia. Parte 1: generalidades
IEC 60076-2	1993	Transformadores de potencia. Parte 2: aumento de temperatura
IEC 60076-3	2000	Transformadores de potencia. Parte 3: niveles de aislamiento, pruebas dieléctricas y agentes externos en el aire
IEC 60076-5	2006	Transformadores de potencia. Parte 5: capacidad de resistencia a cortocircuito
IEC/TR 60616	1978	Marcas de terminales y tomas de los transformadores de potencia
IEC 60076-11	2004	Transformadores de potencia. Parte 11: transformadores de tipo seco
IEC 60445	1999	Principios básicos y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, marcas e identificación. Identificación de los terminales del equipo y de las terminaciones de determinados conductores, incluidas las normas generales del sistema alfanumérico

NORMA	AÑO	TÍTULO
IEC 60947-5-6	1999	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 5-6: dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación. In-terfaz CC para sensores de proximidad y amplificadores de conmutación (NAMUR)
IEC 60947-6-1	2005	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 6-1: equipos de funciones múltiples. Equipo de conmutación de transferencia automática
IEC 60947-6-2	2002	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 6-2: equipos de funciones múltiples. Dispositivos (o equipos) de conmutación de control y protección (CPS)
IEC 60947-7-1	2002	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 7: equipo auxiliar. Apartado 1: bloques de terminales para conductores de cobre
IEC 60947-7-2	2002	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 7: equipo auxiliar. Apartado 2: bloques de terminales de conductor protector para conductores de cobre
IEC 60439-1	2004	Conjuntos de interruptores de baja tensión y de control. Parte 1: conjuntos de tipo probado y de tipo parcialmente probado
IEC 60439-2	2005	Conjuntos de interruptores de baja tensión y de control. Parte 2: requisitos particulares para sistemas de canalización prefabricada (conductos para barras colectoras)
IEC 60439-3	2001	Conjuntos de interruptores de baja tensión y de control. Parte 3: requisitos particulares para conjuntos de interruptores de baja tensión y de control que se van a instalar en lugares a los que tienen acceso personas que no tienen los conocimientos necesarios. Placas de distribución
IEC 60439-4	2004	Conjuntos de interruptores de baja tensión y de control. Parte 4: requisitos particulares para conjuntos destinados a lugares de construcción (ACS)
IEC 60439-5	1998	Conjuntos de interruptores de baja tensión y de control. Parte 5: requisitos particulares para conjuntos que se van a instalar en el exterior en lugares públicos. Armarios de distribución de cables (CDCs) para la distribución de potencia en las redes
IEC 61095	2000	Contactores electromecánicos para aplicaciones domésticas y análogas

NORMA	AÑO	TÍTULO
IEC 60079-10	2002	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: clasificación de emplazamientos peligrosos
IEC 60079-14	2002	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 14: instalaciones eléctricas en emplazamientos peligrosos (excepto las minas)
IEC 60079-17	2002	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 17: inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en emplazamientos peligrosos (excepto las minas)
IEC 60269-1	2005	Fusibles de baja tensión. Parte 1: requisitos generales
IEC 60269-2	1986	Fusibles de baja tensión. Parte 2: requisitos adicionales de los fusibles para su uso por personas autorizadas (fusibles utilizados principalmente para aplicaciones industriales)
IEC 60269-3-1	2004	Fusibles de baja tensión. Parte 3-1: requisitos adicionales de los fusibles para su uso por personas no especializadas (fusibles utilizados principalmente para aplicaciones domésticas y análogas). Apartados I a IV: Ejemplos de fusibles homologados
IEC 60127-1/10		Fusibles miniatura
	2003	Parte 1: definiciones de fusibles miniatura y requisitos generales de los fusibles miniatura
	2003	Parte 2: cartuchos fusibles
	1988	Parte 3: fusibles subminiatura
	2005	Parte 4: fusibles modulares universales (UMF) en perforaciones y montados en superficie
	1988	Parte 5: directrices para evaluar la calidad de los fusibles miniatura
	1994	Parte 6: conjunto portador para cartuchos fusibles miniatura
	2001	Parte 10: guía de usuario para fusibles miniatura
IEC 60730-2-7	1990	Controles eléctricos automáticos para aplicaciones domésticas y análogas. Parte 2: requisitos especiales para temporizadores e interruptores de tiempo
IEC 60364-1	2005	Instalaciones eléctricas de baja tensión Parte 1: principios básicos, evaluación de las características generales, definiciones
IEC 60364-4-41	2005	Instalaciones eléctricas de baja tensión Parte 4-41: protección para garantizar la seguridad. Protección contra descargas eléctricas
IEC 60364-4-42	2001	Instalaciones eléctricas de edificios Parte 4-42: protección para garantizar la seguridad. Protección contra efectos térmicos
IEC 60364-4-43	2001	Instalaciones eléctricas de edificios Parte 4-43: protección para garantizar la seguridad. Protección contra sobretensiones

NORMA	AÑO	TÍTULO
IEC 60890	1987	Método de evaluación por extrapolación del calentamiento de los conjuntos parcialmente probados (PTTA) de interruptores de baja tensión y de control
IEC 61117	1992	Método de evaluación de resistencia a cortocircuito de los conjuntos parcialmente probados (PTTA)
IEC 60092-303	1980	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 303: equipo. Transformadores de potencia e iluminación
IEC 60092-301	1980	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 301: equipo. Generadores y motores
IEC 60092-101	2002	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 101: definiciones y requisitos generales
IEC 60092-401	1980	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 401: instalación y prueba de la instalación completa
IEC 60092-201	1994	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 201: diseño del sistema. Generalidades
IEC 60092-202	1994	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 202: diseño del sistema. Protección
IEC 60092-302	1997	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 302: Conjuntos de interruptores de baja tensión y de control.
IEC 60092-350	2001	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 350: cables de potencia en embarcaciones. Estructura general y requisitos de pruebas
IEC 60092-352	2005	Instalaciones eléctricas en embarcaciones. Parte 352: elección e instalación de los cables para sistemas de baja tensión
IEC 60364-5-52	2001	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5-52: selección y montaje del equipo eléctrico. Sistemas de conexión
IEC 60227		Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V
	1998	Parte 1: requisitos generales
	2003	Parte 2: métodos de prueba
	1997	Parte 3: cables no blindados para conexiones fijas
	1997	Parte 4: cables blindados para conexiones fijas
	2003	Parte 5: cables flexibles (conductores flexibles)
	2001	Parte 6: cables de suspensión y cables para conexiones flexibles
	2003	Parte 7: cables flexibles apantallados y no apantallados con dos o más conductores
IEC 60228	2004	Conductores de cables aislados
IEC 60245		Cables aislados con goma. Tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V
	2003	Parte 1: Generalidades
	1998	Parte 2: Métodos de prueba
	1994	Parte 3: Cables aislados con silicona resistentes al calor
	1994	Parte 4: Conductores y cables flexibles

NORMA	AÑO	TÍTULO
IEC 60073	2002	Principios básicos y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, marcas e identificación. Codificación de dispositivos de indicación y accionadores
IEC 60446	1999	Principios básicos y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, marcas e identificación. Identificación de conductores por colores o números
IEC 60447	2004	Interfaz hombre-máquina (MMI). Principios de maniobra
IEC 60947-1	2004	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 1: normas generales
IEC 60947-2	2003	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 2: interruptores automáticos
IEC 60947-3	2005	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 3: interruptores, seccionadores, interruptor-seccionador y unidades de combinación de fusibles
IEC 60947-4-1	2002	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 4-1: contactores y arrancadores de motor. Contactores electromecánicos y arrancadores de motor
IEC 60947-4-2	2002	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 4-2: contactores y arrancadores de motor. Controladores de motor semiconductores CA y arrancadores
IEC 60947-4-3	1999	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 4-3: contactores y arrancadores de motor. Controladores semiconductores CA y contactores para cargas sin motor
IEC 60947-5-1	2003	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 5-1: dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación. Dispositivos de circuito de control electromecánicos
IEC 60947-5-2	2004	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 5-2: dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación. Interruptores de proximidad
IEC 60947-5-3	2005	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 5-3: dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación. Requisitos de los dispositivos de proximidad con régimen definido en condiciones de fallo
IEC 60947-5-4	2002	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 5: dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación. Apartado 4: método de evaluación del rendimiento de los contactos de baja energía. Pruebas especiales
IEC 60947-5-5	2005	Interruptores de baja tensión y de control. Parte 5-5: dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación. Dispositivo eléctrico de parada de emergencia con función de bloqueo mecánica

**Figura 2. 34: Normas eléctricas IEC**

Tomado de: [https://www.iec.ch/about/brochures/pdf/about\\_iec/welcome\\_to\\_the\\_iec-s.pdf](https://www.iec.ch/about/brochures/pdf/about_iec/welcome_to_the_iec-s.pdf)

## CAPÍTULO 3

### Diseño y Elaboración de Módulos

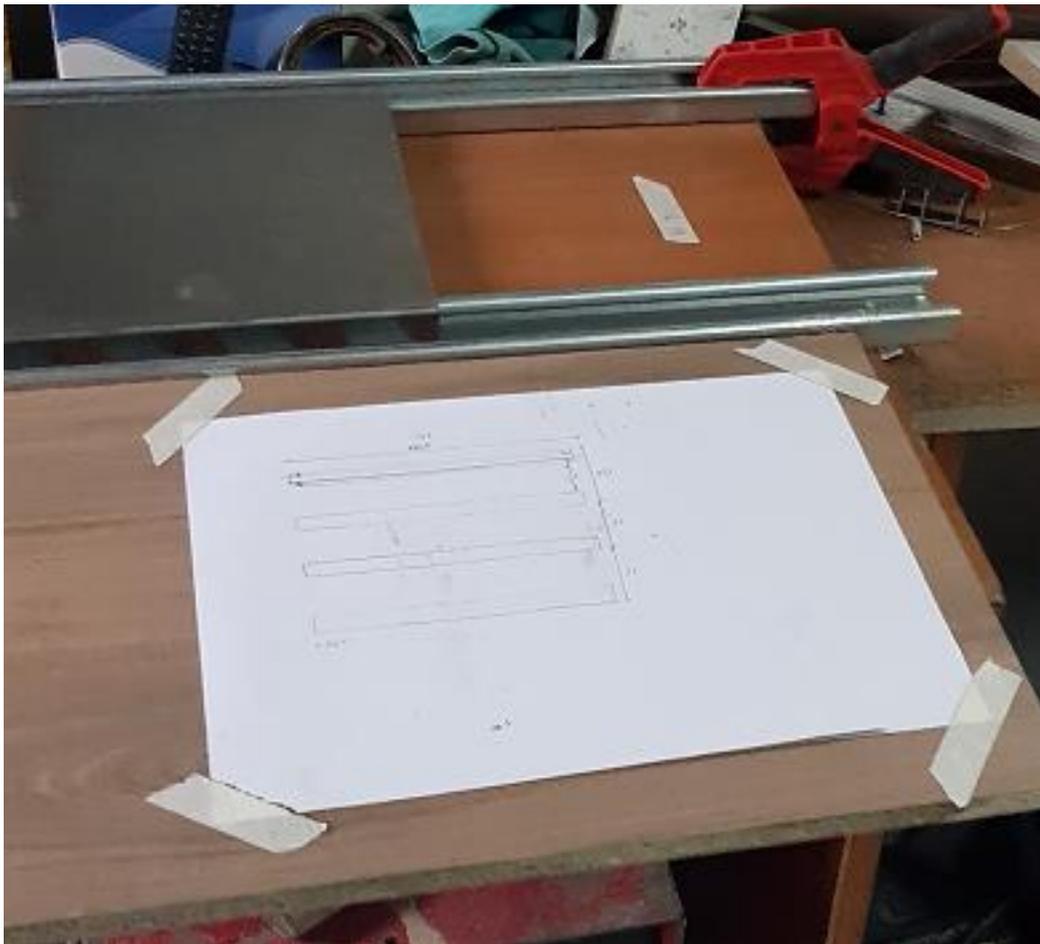
En el presente capítulo se realiza la construcción de los módulos de control y mando, protecciones, y un modular donde serán montados cada una de las láminas, además se encuentra los diseños acotada para la reproducción en serie de los mismo

#### 3.1 Materiales

Los materiales necesarios para la elaboración de los módulos serán los siguientes:

- Materiales Eléctricos:
  - 10 Contactores
  - 4 Relés térmicos
  - 4 Breakers
  - 6 Temporizadores
  - 8 Selectores
  - 10 Luces piloto
  - 10 Pulsadores
  - 150 Conectores tipo Banana (hembra y macho)
  - 100 mts. Conductor CU-THW#16
  - 150 Conectores de tipo uña
  - 100 Conectores de tipo ojo
- Materiales Metalmecánicos
  - 1 Plancha de hierro negro de 1.20mm.
  - Brocas
  - Punto centro
  - Pinturas en polvo
  - Ponchadora de 23mm
  - Ponchadores de conductores
  - Taladros de banco
  - Escuadras
  - Martillo
  - Llaves de boca y corona
  - Juego de dados de ½ pulgada

Luego se realiza el diseño de los módulos, para ello se toma en cuenta los problemas que se encontraron en los laboratorios, las sugerencias de experiencias de los docentes que imparten la materia de Controles Eléctricos; donde se llegó a la conclusión que los módulos deberían tener una forma ergonómica para el estudiante, que se aprecie el elemento, seleccionar los mismo según los requerimientos de los ejercicios a practicar, es así que llegamos al siguiente diseño de paneles.



**Figura 3. 1:** *Módulo de prueba.*  
**Fuente:** Autor

En la Figura 3.1, se puede apreciar que con unas medidas de 19cm × 23 cm, los elementos caben perfectamente, el modulo es sumamente más pequeño, que los paneles con los que actualmente cuenta el laboratorio como se muestra en la figura 3.2, y que cada estudiante podrá seleccionar según su requerimiento, la cantidad de módulos necesarios para realizar las prácticas que se dictan en clases, también se puede apreciar el elemento, ya sea este

un contactor y las características de diseño del fabricante, haciendo que los ejercicios sean mucho más didácticos, para que los alumnos aprendan a diferenciar datos muy importantes en las placas de los elementos, como son las corrientes de cortocircuito, las corrientes de disparo, el voltaje de las bobinas, y realizar un conexionado eficaz, obteniendo resultados favorables en su aprendizaje.



**Figura 3. 2:** *Tablero de controles eléctricos actuales.*  
**Fuente:** Autor

También se puede apreciar que en la figura 3.3 que, en el tablero de controles eléctricos actuales, se realizaban 1 práctica en grupo de 3 alumnos, lo que no permite que cada alumno desarrolle habilidades propias.



**Figura 3. 3:** Prácticas de Controles Eléctricos actualmente.  
**Fuente:** Autor

### **3.2 Diseño de módulos.**

Una vez que se definió el modelo de los módulos y las medidas del mismo, satisfaciendo las necesidades tanto de docente como de alumnos, se procede a realizar la fabricación en serie de los módulos; se realizarán 32 módulos los cuales estarán comprendidos de la siguiente forma:

**Tabla 2:** *Detalle de los módulos a construir.*

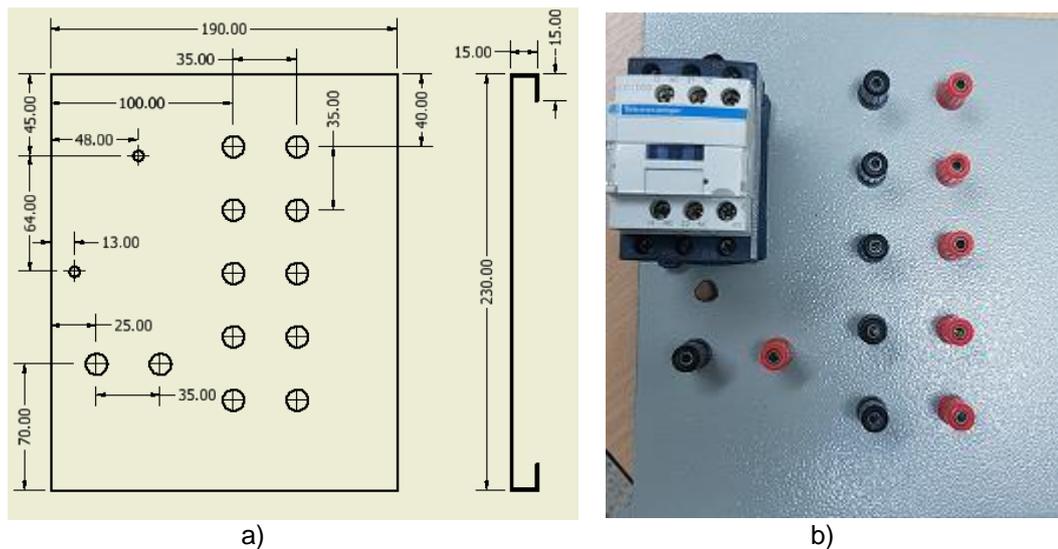
<b>Cant.</b>	<b>Módulos Eléctricos</b>	<b>Ampacidad</b>	<b>Voltaje</b>
10	Contactores	9-14 Amp.	110 V.
4	Relés térmicos	0,4-0,6 Amp.	---
2	Breakers trifásicos	32 Amp.	660V.
2	Breakers bifásicos	10 Amp.	660V.
6	Temporizadores	---	110V.
2	Selectores	---	110V.
4	Pulsadores	---	---
2	Pulsadores marcha y paro	---	---
2	Luces piloto	---	110V.

**Fuente:** Autor

En la Tabla 2, se puede apreciar los módulos realizados, para ello se usó el diseño asistido por ordenador, se realizaron los dibujos correspondientes con sus acotamientos para realizar la cantidad de agujeros necesarios para un buen ensamble. Para ello es necesario contar con los elementos físicos y para tener las medidas reales de los equipos existentes.

### **3.2.1 Módulo de contactores**

Su funcionamiento es básicamente, el de activar una bobina energizada a un voltaje de 110 Vca, y cerrar un bloque de contactos de fuerza, permitiendo así el paso de energía, que se encuentra en los contactos L1, L2, L3 hacia los contactos T1, T2, T3; También tenemos los contactos NC y NO, que sirven para control eléctricos, permitiendo interactuar varios módulos entre sí, cumpliendo diferentes acciones.

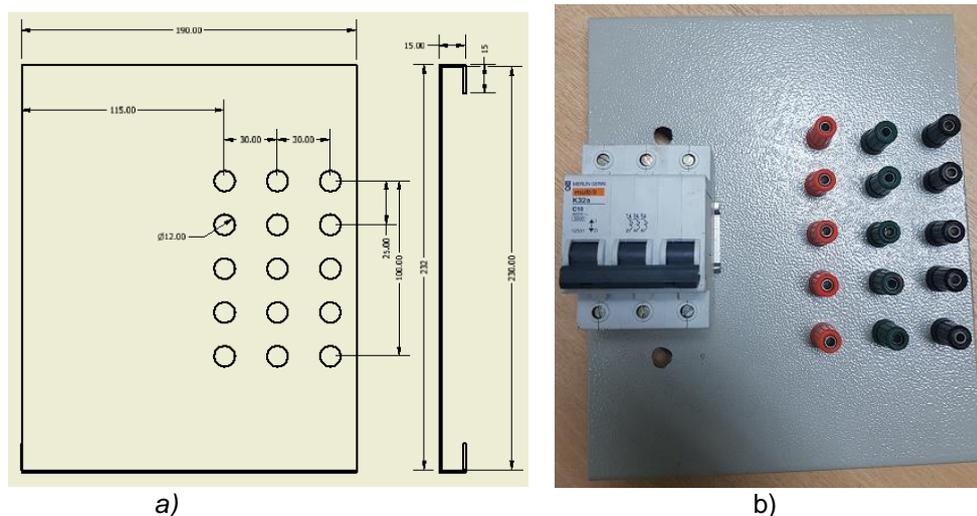


**Figura 3. 4:** a) *Diseño de módulo de contactores.*  
 b) *Implementación del diseño del módulo*

**Fuente:** Autor

### 3.2.2 Módulo de breakers

Este módulo contará con 1 breaker, como se muestra en la figura 3.5 b, ya sea bifásico o trifásico, según sea el caso, su funcionamiento es permitir el paso de energía entre sus contactos mediante el movimiento mecánico de una palanca, o su movimiento automático en caso de una falla gracias a su sistema termo magnético, que se activa al alcanzar su corriente de disparo, su característica principal es la de proteger equipos de una corriente determinada hasta una corriente nominal.

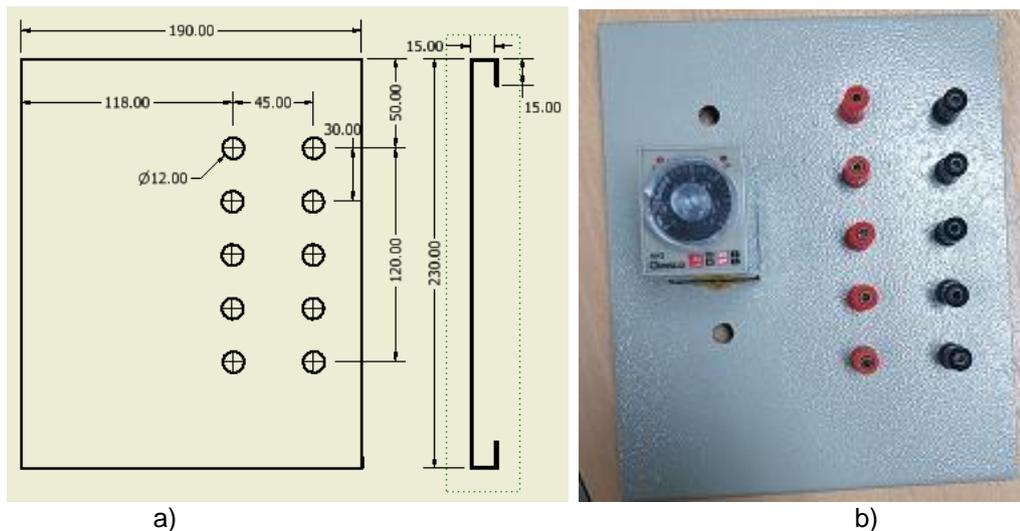


**Figura 3. 5:** a) *Diseño de módulo de breakers.*  
 b) *Implementación del diseño del módulo*

**Fuente:** Autor

### 3.2.3 Módulo de temporizadores

Este modelo en particular contará con Temporizadores montados en una base, como se muestra en la figura 3.6 b para que, en caso de daño, su cambio sea de manera fácil, su particularidad es la de activarse, ya sea al encendido o al apagado, mediante la energización de una bobina, y el setting de un tiempo determinado por el operario.

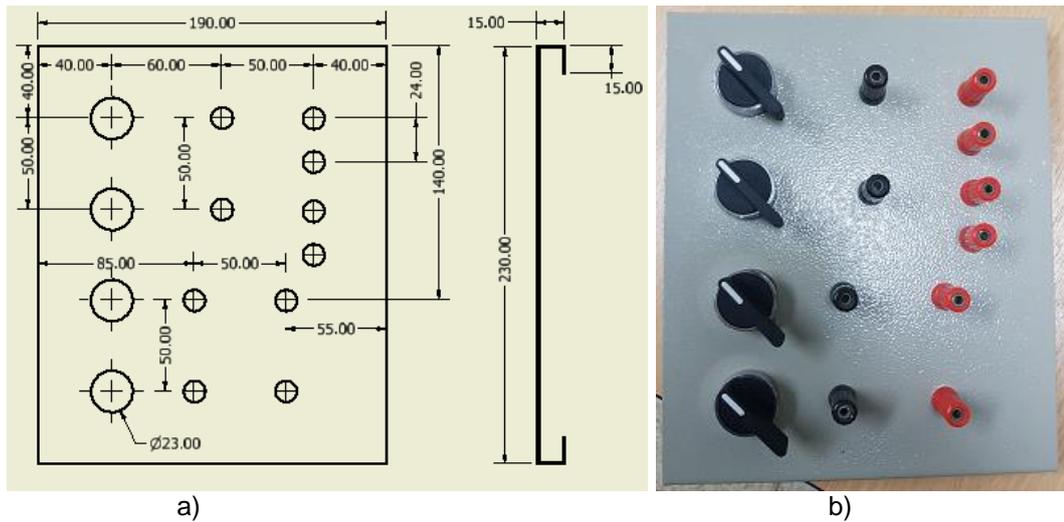


**Figura 3. 6:** a) *Diseño modulo temporizador*  
b) *Implementación del diseño del módulo*

**Fuente:** Autor

### 3.2.4 Módulo de selectores

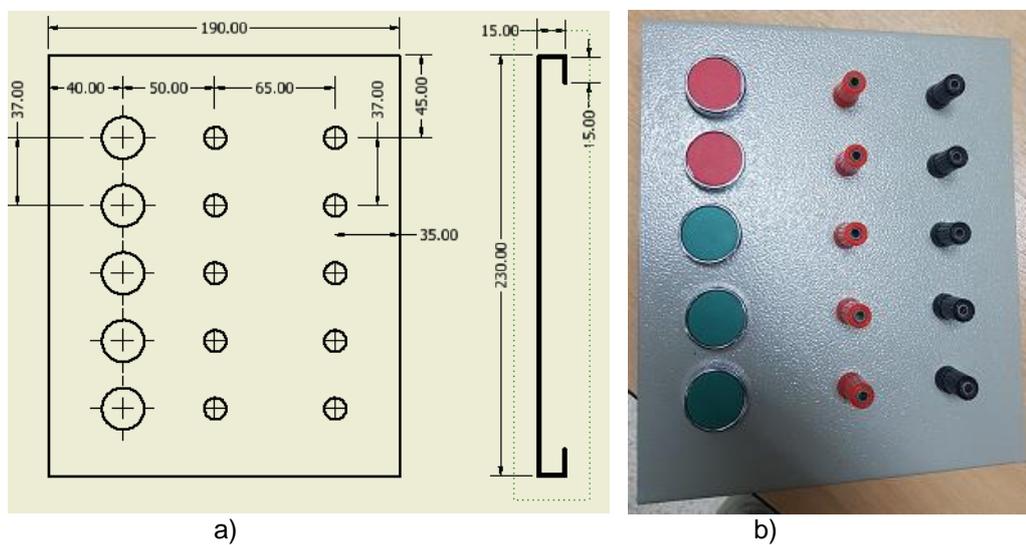
Como su nombre lo indica este módulo contiene 3 selectores conformados de la siguiente manera: 2 selectores simples o de 1 posición (0 y 1); también de 2 selectores de 3 posiciones, (0,1,2); estos selectores se usarán de manera que se puedan seleccionar elementos deseados al momento de la práctica. como se muestra en la figura 3.7 b



**Figura 3. 7:** a) *Diseño de módulo de Selectores.*  
 b) *Implementación del diseño del módulo*  
**Fuente:** Autor

### 3.2.5 Módulo de pulsadores.

Contiene 5 pulsadores, como se muestra en la figura 3.8 b, 2 de color rojo el cual se lo usara para el paro; y 3 verdes para la marcha de algún motor o el accionamiento de algún enclavamiento que se pueda presentar en las prácticas de laboratorio.

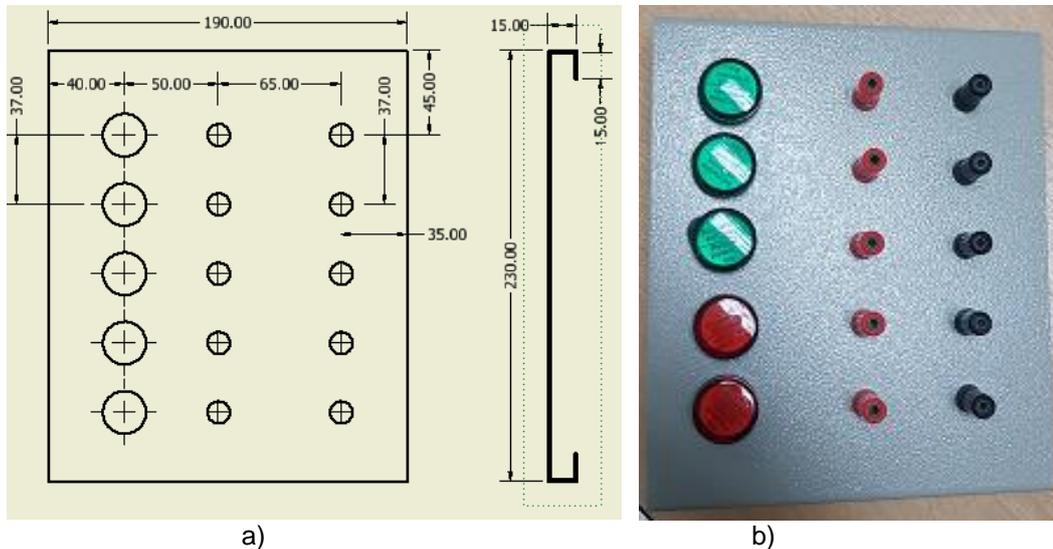


**Figura 3. 8:** a) *Diseño de módulo de pulsadores.*  
 b) *Implementación del diseño del módulo*  
**Fuente:** Autor

### 3.2.6 Módulo de luces piloto.

Contiene 5 luces piloto tipo led, 2 de color rojo el cual se lo usará para las indicaciones de alerta, y 3 verdes para visualizar el accionamiento de algún

enclavamiento o accionamiento de motor que se pueda presentar en las prácticas de laboratorio, como se muestra en la figura 3.9 b.

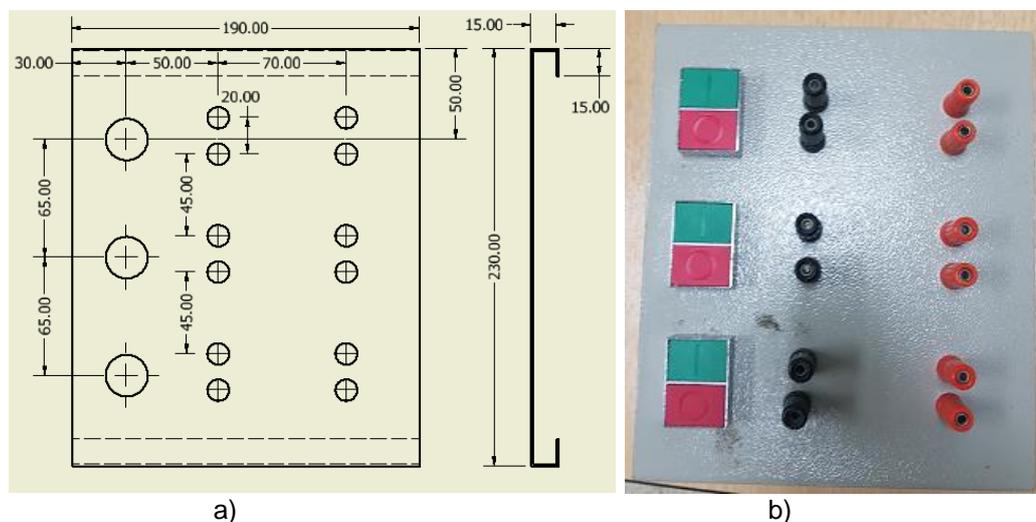


**Figura 3. 9:** a) *Diseño de módulo de luces piloto.*  
b) *Implementación del diseño del módulo*

**Fuente:** Autor

### 3.2.7 Módulo pulsador de marcha y paro.

Contiene 3 pulsadores de marcha y paro en un solo elementos con un contacto normalmente abierto y un contacto normalmente cerrado cada uno, como se muestra en la figura 3.10 b, este módulo es usualmente usado para el arranque de motores.

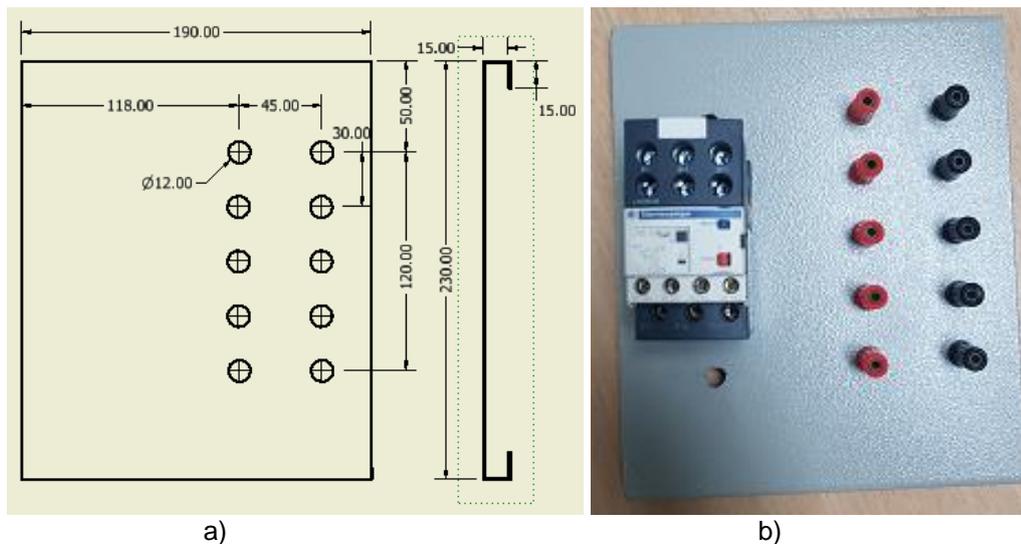


**Figura 3. 10:** a) *Diseño de módulo pulsador marcha y paro.*  
b) *Implementación del diseño del módulo*

**Fuente:** Autor

### 3.2.8 Módulo relé térmico.

Contiene un relé térmico, como se muestra en la figura 3.11 b, que sirve para proteger al motor de sobrecorrientes, contiene una placa bimetálica en su estructura que permite regular un rango de corriente para el cual ha sido diseñado, adicional a ello tiene un contacto abierto NO y un contacto cerrado NC que generalmente se lo utiliza para la conexión de luces pilotos e indicar el funcionamiento o falla del elemento



**Figura 3. 11:** a) *Diseño de módulo relé térmico.*  
b) *Implementación del diseño del módulo*

**Fuente:** Autor

### 3.3 Construcción de módulos.

Para el siguiente trabajo vamos a requerir de los elementos metalmecánicos que mencionamos al inicio de este capítulo.

Como se muestra en la figura 3.12 se realiza la marcación de las planchas con las medidas anteriormente establecidas, para evitar errores al momento de realizar las perforaciones con la broca.



**Figura 3. 12:** *Marcación de láminas.*  
**Fuente:** Autor

Para evitar que las perforaciones no queden en el lugar donde se marcó, utilizamos el punto centro, que es una pieza de hierro con una punta acerada, la cual permite crear una guía para broca, para ello se requiere la ayuda del martillo, el cual al ejercer una fuerza con este sobre el punto centro dejará la marca donde se deben realizar los orificios como se muestra en la figura 3.13, este proceso se realizará en todas las láminas.



**Figura 3. 13:** *Marcación con punto centro.*  
**Fuente:** Autor

En la figura 3.14 se aprecia que, con la ayuda del taladro de banco a bajas revoluciones, se realiza las perforaciones ya marcadas, usando varias brocas para evitar los residuos de material que suelen quedar en las láminas, usamos un poco de lubricante-refrigerante para evitar el calentamiento excesivo de las brocas y la pérdida del filo, una vez que se realizan los orificios las láminas se encuentran lista para el proceso de pintura.



**Figura 3. 14:** *Perforación de láminas.*  
**Fuente:** Autor

El proceso de pintura se llevará a cabo en un taller especializado debido a que se requiere de un horno, se aplicará pintura en polvo a presión que luego se calentará a 150 °C durante 6 horas, y se obtendrá un acabado como el que se muestra en la figura 3.15, que tiene como característica ser muy resistente a lugares húmedos, a rayones o a pelarse por caídas, esto debido a que los factores que influyen en un laboratorio son los que acabamos de describir.



**Figura 3. 15:** *Módulos pintados.*  
**Fuente:** Autor

Se procede a realizar el ensamblaje de cada lamina, con sus elementos correspondiente como se muestra en la figura 3.16, para luego realiza el conexionado hacia las bananas de conexión hembra, para ellos emplearemos el uso de herramientas como son:

- Corta frio
- Alicates
- Llaves de boca y corona
- Ponchador de conectores

En esta parte del proceso es necesario tener cuidado con el conexionado de cada elemento, para ello se usó la nomenclatura americana en cada conexión, de manera que tanto el estudiante, el profesor y la persona que ensambla, tenga plena seguridad de que todas las conexiones se encuentran en su lugar.



**Figura 3. 16:** *Lamina de contactores terminada.*  
**Fuente:** Autor

### **3.4 Diseño de modular base**

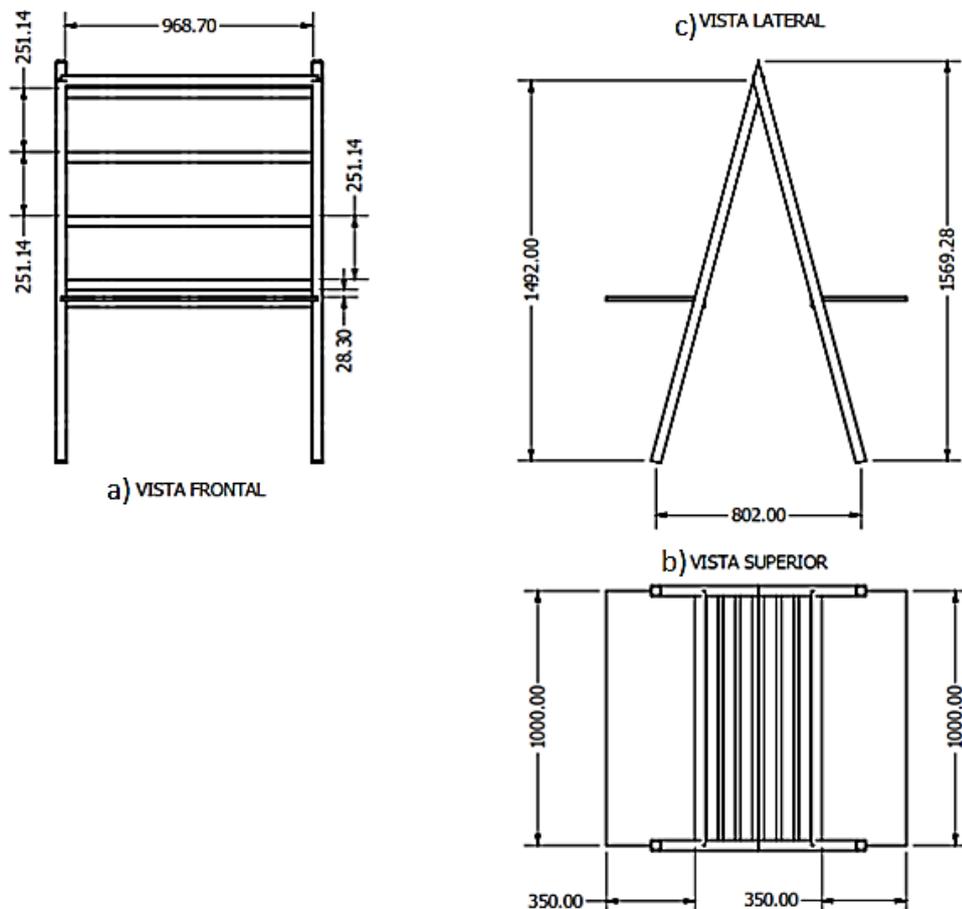
A continuación, diseñaremos el modular base, que servirá para poder montar todas las láminas que ya hemos construido, el mismo tiene que considerar aspectos que debemos eliminar del módulo anterior como son:

- Espacio
- Fácil transportación
- Evitar espacios vacíos

- Espacios de trabajo amplios

Como se cuenta con una nueva área de laboratorio de controles eléctricos, se requiere un espacio adicional donde se puedan asentar los motores al momento de realizar la práctica.

El siguiente modelo esta ensamblado con un marco de tubo de  $40 \times 40 \times 2$ mm de 1570mm de altura y 1000mm de ancho, se puede guardar y transportar fácilmente porque es abatible por las bisagras que posee, adicional permite trabajar de ambos lados, ya que en cada uno de ellos tiene riel channell, que es donde van a asentar las láminas y permitir moverlas de cualquier forma. Adicional contiene dos láminas de tropicalizado RH, la misma que es resistente al agua y contiene una fórmica para su fácil limpieza, y será de  $350 \times 1000$ mm. Y será el lugar donde se colocarán los motores al momento de realizar la práctica, cuenta con dos bisagras, las mismas que son abatibles al momento de guardar el modular.



**Figura 3. 17:** *Diseño de modular base.*  
Fuente: Autor

En la figura 3.17 se le realizaron algunas modificaciones como son las ruedas que tiene en cada extremo del modular, dos de ellas conllevan frenos, evitando así el movimiento del modular al momento de trabajar también se encuentra que en sus laterales tenemos dos bisagras, las mismas que permiten mantener el ángulo de 35° entre cada una de ella.

Se lo pintará de color plomo, pintura anticorrosiva de fondo, para evitar daños a futuro por humedad, y su color final será un color plomo mate, los rieles channell serán pintando del mismo color, aunque contiene un baño de galvanizado al frio, el cual es muy resistente a ambientes hostiles, de igual forma los rieles se fijarán con remaches de  $\frac{3}{4}$  a la estructura en caso de requerir una adecuación a futuro

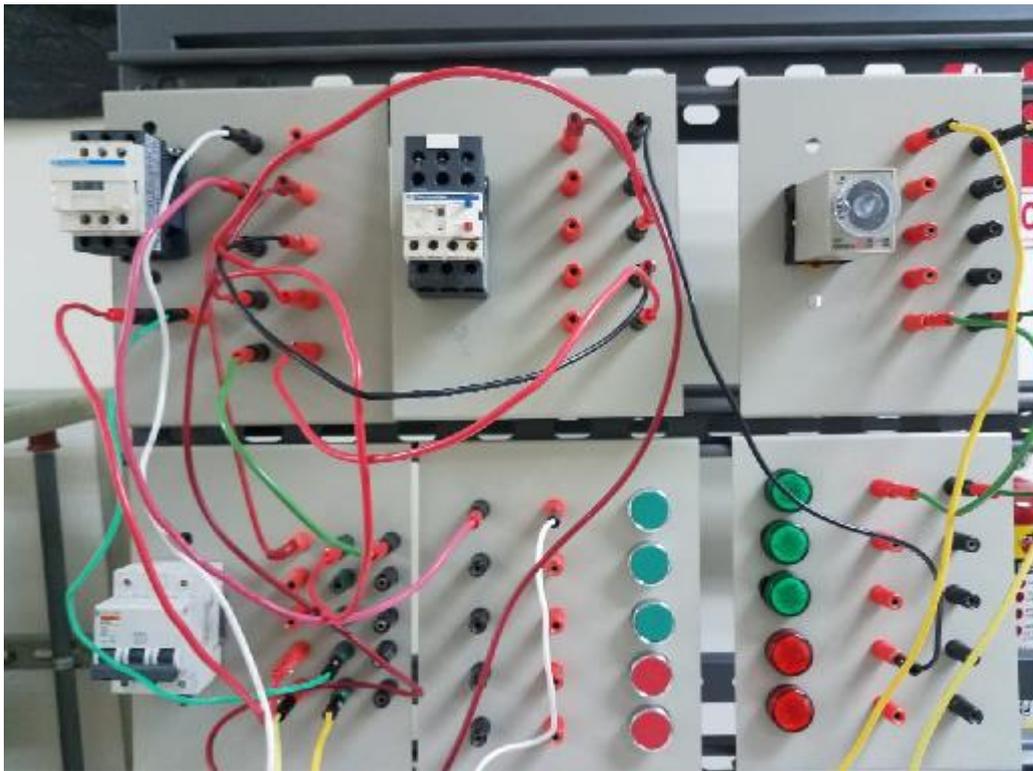
En la figura 3.18 se muestra el modulo en su forma de trabajo obteniendo una altura ideal y el descanso necesario para la prueba de motores.



**Figura 3. 18:** *Modulo base terminado.*  
**Fuente:** Autor

### 3.5 Prueba de módulo.

En la figura 3.19 se muestra una prueba que se realizó en el laboratorio, verificando el correcto conexionado de los diferentes módulos midiendo continuidad entre los puntos conectados, y realizando una prueba solo de control de un arranque de motor, con la que se comprobó que el modular y los módulos realizados en este trabajo quedan totalmente operativos, y verificando que cada uno de los módulos entre sin novedad en el modular.



**Figura 3. 19:** Prueba de conexionado de los módulos.  
**Fuente:** Autor

## **CAPÍTULO 4**

### **Conclusiones y recomendaciones**

#### **Conclusiones**

- Se seleccionan los elementos necesarios para las prácticas de controles eléctricos industriales realizando el estudio de los fundamentos básicos de controles eléctricos.
- Los criterios de diseños y las experiencias del docente, permitieron que los módulos sean más eficientes, con una mejor presentación y un menor tamaño
- Mediante la medición de continuidad se pudo comprobar que el conexionado de los módulos se encontraba correcto acorde con la simbología y que las placas entren sin novedad en el modular base.

#### **Recomendaciones**

- En las prácticas de Controles Industriales Eléctricos, siempre debe estar presente el docente.
- Guardar los módulos y modular en el orden respectivo y cuidadosamente.
- Realizar la limpieza del modular con un paño de microfibra, evitando el daño la formica por humedad.
- Estudiar la posibilidad de implementar 6 modulares adicionales, obteniendo una capacidad de trabajo de 14 estudiantes, para poder realizar prácticas individuales.
- Adquirir motores de 6,9 y 12 terminales para realizar los diferentes conexionados en las prácticas de Controles Industriales Eléctricos.
- Realizar el pedido de un stock de elementos eléctricos como breakers, contactores, temporizadores, luces piloto, selectores, pulsadores; para realizar los cambios necesarios en caso de requerirlo y mantener así todos los módulos operativos.
- Usar los dispositivos eléctricos obsoletos de los módulos viejos, como una forma didáctica de enseñanza, para que el estudiante pueda observar como es el funcionamiento real de cada elemento al energizarlo.

- Impartir la cátedra de Controles Industriales Eléctricos, en el Laboratorio de Electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo, obteniendo un mejor entorno de enseñanza y trabajo.
- Usar simuladores de mando y control por ordenador, para que el estudiante pueda experimentar las posibles fallas que puede tener al realizar las diferentes prácticas
- Realizar una prueba de funcionamiento de cada modular al finalizar cada semestre, y llevar una estadística de los elementos que se dañan y se cambian, con el fin de generar un reporte anual del costo de mantenimiento del Laboratorio de Electricidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cervantes, R. V. (201). *Protecciones electricas en estaciones de trabajo*. España.
- Conalep. (2014). *Definición de temporizador a la conexión*. España.
- Edwin Rivas Trujillo,. (2000). *La puesta a tierra según el código eléctrico colombiano norma Icontec NTC 2050*. Bogota.
- Formoso, B. (2015). *Contactos auxiliares*. España.
- García, F. (2016). *Contactos principales*. España.
- Gea, J. M. (2015). *Definición de temporizadores térmicos*. Bogotá.
- Ibañez, I. E. (2015). *Contacto trifásico*. España.
- Llorente y Damas, E. y. (2015). *Definición de conmutadores*. España.
- Marcos Tosatado,. (2010). *Definición del interruptor magnetotérmico*. España.
- Martín, C. J. (2006). *Definición de Relés Programables*. España.
- Meza y Molotla, E. y. (2010). *Definición de motores alimentados por DC*. España.
- Montaño, P. (2017). *Definición del Galvanómetro*. España.
- Pérez y Gardey, P. P. (2015). *Definición de voltímetro*. Bogotá.
- Pérez, P. J. (2017). *La definición del Fusible*. España.
- Porto y Merino, J. P. (2015). *Definición de controles eléctricos*. Bogotá.
- Pozueta, M. (2017). *Definición de motores alimentados por AC*. España.
- Reyes, L. A. (2016). *Definición del amperímetro*. España.
- Ruiz, V. F. (2014). *Definición de temporizadores*. España.
- Salas, S. M. (2018). *Definición de interruptor diferencial*. España.
- Sanz, F. J. (2015). *“Máquinas Eléctricas”*. New York: Prentice Hall.
- SIEMENS. (2019). *Industry Mall México*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/mx/Catalog/Products/82104>
- 15
- Tirado, S. (2015). *Definición de Motores eléctricos*. Bolívar.
- Velasquez, J. (2017). *Definición de tipos de breakers*. Charallave.
- Vilches, E. (2015). *Definición de Contacto*. España.

# ANEXO



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Arce García, Andrés Vicente** con C.C: # 092575487-1 autor del Trabajo de Titulación: **Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

Guayaquil, 13 de marzo de 2019

---

Nombre: Arce García, Andrés Vicente  
C.C: 0925754871

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño e implementación de módulos estándares de controles eléctricos en el laboratorio de electricidad de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo		
<b>AUTOR(ES)</b>	Arce García, Andrés Vicente		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Hugo Rubén Lucero Figueroa		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico Mecánica		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico Mecánica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	13 de marzo de 2019	<b>No. PÁGINAS:</b>	80
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Maquinas eléctrica, controles eléctrico, mando y control		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	mando y control, diseños, practicas, abreviaturas, simbología		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>En el presente trabajo de titulación se realiza la elaboración de módulos de mando y control didácticos para realizar prácticas de Controles Eléctricos cumpliendo con las normas locales, nomenclaturas americanas, y su respectivo modular de montaje. Encontraremos una guía teórica de cada uno de los elementos utilizados, contactores, relé térmico, luces pilos, selectores, protecciones y diseños de láminas, los mismos que están a disposición en el laboratorio de electricidad de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, garantizando que este trabajo sirva como guía para la elaboración futura de los mismos. La metodología de investigación descriptiva que se utiliza en este documental ayudará a comprender el funcionamiento y uso de los elementos instalados, así también como los materiales y herramientas adicionales que se requieren para tener un banco de pruebas de calidad. Contaremos con un índice de abreviaturas y simbología que nos ayudará a comprender la simbología usada en este texto, y el mismo que cuenta con diagramas de los módulos finalizados de forma técnica con papel adherible impregnado con brillo, con el fin de evitar su deterioro. La implementación de módulos didácticos aportará su estudio, características, aplicaciones, análisis con sus respectivos manuales de experimentación, ensamblaje, prácticas y actividades para la realización de pruebas que permitan verificar los fundamentos ya mencionados, permitiendo un mayor dominio sobre este campo; con el fin de que en el futuro puedan promover practicas más avanzadas para la realización de sistemas más complejos, aplicados a sectores industriales. Finalmente, en el anexo encontraremos los diseños por ordenador que se utilizaron para su elaboración, los cuales se encuentran con los diámetros y cotas necesarias, para realizar más unidades según las necesidades de la facultad</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593474341	<b>E-mail:</b> andresarceg@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Philco Ascí, Luis Orlando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-80960875		
	<b>E-mail:</b> luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			