



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:**

**“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

**Autor:**

Guanquiza Changoluisa Segundo Nicolas

**Directora:**

Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly M. Sc.

La Maná - Ecuador

Agosto-2017

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Guanoquiza Changoluisa Segundo Nicolás, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS” Siendo la Ing. M.Sc. Castillo Fiallos Jessica Nataly Directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, declaramos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Guanoquiza Changoluisa Segundo Nicolas  
C.I: 0503580847

## **AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS” de Guanoquiza Changoluisa Segundo Nicolas, de la carrera de Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 14 de julio del 2017



Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly M. Sc.  
C.I: 0604590216  
TUTORA

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Guanoquiza Changoluisa Segundo Nicolás, con el título de proyecto de investigación “IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 14 julio del 2017

Para constancia firman:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo  
C.I: 1756958797  
Lector 1 (Presidente)

Ing. Jácome Alarcón Fernando MSc  
C.I: 0502475627  
Lector 2

Ing. Vázquez Carrera Paco Jovanni MSc  
C.I: 0501758767  
Lector 3

## ***AGRADECIMIENTO***

*Al lograr esta meta académica quiero enfatizar mi agradecimiento a dios por permitir recorrer esta etapa con éxito.*

*Agradezco a mi directora de proyecto por su ánimo y apoyo constante.*

*Gracias a mis queridos padres por su incansable apoyo, amor y comprensión, por todo cuanto ellos pudieron darme para alcanzar este logro.*

*Nicolas*

## ***DEDICATORIA***

*Dedico este proyecto a mi madre por su apoyo incondicional a lo largo de este camino y también a un gran Ángel que desde el cielo me dio fuerzas para seguir adelante en esta meta; a ellos mil gracias.*

*Nicolas*



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Centro  
Cultural de  
Idiomas

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

### CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al idioma Inglés presentado por el estudiante egresado: **GUANOQUIZA CHANGOLUISA SEGUNDO NICOLAS**, cuyo título versa “**IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTIAS DE AUTOMATIZACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7 – 1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS**”; lo realizo bajo mi supervisión y cumplen con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná 26 agosto, 2016

Atentamente

  
Ledo. Kevin Rivas Mendoza  
**DOCENTE**  
C.I. 1311248049



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS**

**Autor:** Guanoquiza Changoluisa Segundo Nicolas

**RESUMEN**

El siguiente proyecto tuvo por finalidad, implementar y desarrollar una práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el Controlador Lógico Programable (PLC S7-1200), para controlar el funcionamiento de los motores trifásicos en el laboratorio de investigación de la Carrera de Electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, donde los estudiantes de esta carrera tienen la opción de mejorar sus conocimientos, conocer cómo funciona los motores trifásicos los mismos automatizados a través de programas, controlado por un autómatas programable, ya sea el giro, la velocidad, y otros tipos de funcionamiento. Con este proyecto los docentes procedieron a realizar sus prácticas de automatización con los estudiantes, es importante y útil conocer el funcionamiento de los motores trifásicos que actualmente son muy utilizados en el ámbito laboral: fábricas, industrias, edificios. Que son controlados a través de programas de software, mediante un PLC S7-1200 de última generación. El método utilizado en esta investigación es la aplicación de un PLC S7-1200, que nos permitió realizar prácticas de laboratorio de control industrial en el arranque e inversión de giros motores trifásicos.

***PALABRAS CLAVES:*** Motor Trifásico, PLC S7-1200, Pantalla HMI, Automatización.



**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED**  
**ELECTROMECHANICAL RACE**

**TITLE: IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF AUTOMATION PRACTICES THROUGH A DIDACTIC MODULE WITH THE S7-1200 PLC FOR THE CONTROL AND OPERATION OF THREE-PHASE ENGINES**

**Author:** Guanoquiza Changoluisa Segundo Nicolas

**ABSTRACT**

The following project aimed to implement and develop an automation practice through a didactic module with the Programmable Logic Controller (PLC S7-1200), to control the operation of three-phase motors in the research laboratory of the Electromechanical In the Technical University of Cotopaxi La Maná where the students of this major have the option to improve their knowledge, to know how three-phase motors work the same automated through programs, controlled by a programmable automaton, speed, and other types of operation. With this project the teachers proceeded to carry out their automation practices with students, it is important and useful to know the operation of three-phase motors that are currently widely used in the workplace: factories, industries, buildings. They are controlled through software programs, using a state-of-the-art S7-1200 PLC. The method used in this research is the application of an S7-1200 PLC, which allowed us to carry out industrial control laboratory practices in the starting and inverting of three-phase motors.

**KEYWORDS:** *Three Phase Motor, PLC S7-1200, HMI Display, Automation.*

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CERTIFICACIÓN.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
8.1. Energía.....	7
8.2. Electricidad.....	7
8.3. Ley de Ohm.....	8
8.4. Ley de Kirchhoff.....	9
8.5. Automatización Industrial.....	9
8.6. Motor Eléctrico.....	10
8.6.1. Motor Asíncrono Trifásicos.....	11
8.7. PLC.....	12
8.7.1. PLC S7-1200.....	13
8.7.2. Lenguaje en el PLC.....	15
8.8. Pantalla HMI.....	15
8.9. STEP 7.....	16

8.10.	Contactador.....	16
8.10.1.	Partes del contactor.....	17
8.11.	Temporizador .....	18
8.12.	Transformador de control.....	18
8.13.	Breaker o disyuntor .....	18
8.14.	Guarda-motor .....	19
8.15.	Pulsador .....	19
8.16.	Relé .....	20
8.16.1.	Tipos de Relés.....	20
8.17.	Computador.....	21
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	21
10.	METODOLOGÍAS .....	22
10.1.	Método científico.....	22
10.2.	Tipos de investigación .....	22
10.3.	Población y muestra .....	23
10.3.1.	Población .....	23
10.4.	Técnicas de investigación .....	24
10.4.1.	Observación .....	24
10.4.2.	Encuesta.....	24
10.5.	Diseño de la investigación.....	24
10.6.	Procesamiento y análisis de datos.....	24
10.6.1.	Técnicas estadísticas .....	25
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	25
11.1.	Proceso Técnico del Proyecto .....	26
11.2.	Materiales y Equipos.....	26
11.3.	Construcción del Módulo Didáctico.....	27
11.3.1.	Implementación y desarrollo de prácticas de automatización. ....	27
11.4.	Resultados de la Implementación. ....	33
11.5.	Pasos para el ingreso de las siguientes prácticas.....	37
12.	Impactos ( Tecnicos, sociales, ambientales o economicos).....	41
13.	Presupuesto del proyecto .....	41
14.	Conclusiones y Recomendaciones.....	42
14.1.	Conclusiones.....	42
14.2.	RECOMENDACIONES .....	43
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	43

16. ANEXOS.....	45
Anexo 1 .....	45
Anexo 3 .....	47
Anexo 4 .....	51

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios Directos .....	4
Tabla 2. Cuadro de Actividades .....	6
Tabla 3. Componentes PLC S7-1200 .....	14
Tabla 4. Tamaño de la Población .....	23
Tabla 5. Materiales y Equipos .....	26
Tabla 6. Costos de la implementación.....	41

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Energía Eólica .....	7
Figura 2. Electricidad .....	8
Figura 3. Elementos de la Ley de Ohm .....	8
Figura 4. Automatización Industrial.....	10
Figura 5. Motor Asíncrono Trifásico.....	11
Figura 6. PLC .....	13
Figura 7. Disyuntor.....	19
Figura 8. Pulsador Bipolar.....	20
Figura 9. Relé Electromecánico .....	20
Figura 10. E/S de datos de una computadora .....	21
Figura 11. Construcción mesa metálica.....	28
Figura 12. Montar las láminas en las ranuras de los perfiles de aluminio.....	28
Figura 13. Montar canaletas .....	29
Figura 14. Cableado de los dispositivos .....	29
Figura 15. Arranque directo para el control de motores.....	30
Figura 16. Programación .....	30
Figura 17. Sentido horario y anti horario .....	31
Figura 18. Giro horario y anti horario .....	31
Figura 19. Conexiones estrella triangulo.....	32

Figura 20. Conexión estrella triangulo .....	32
Figura 21. Módulo Didáctico .....	33

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “Implementación y Desarrollo de Prácticas de Automatización a través de un Módulo Didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos”

**Fecha de inicio:** La Maná 19 de octubre del 2016

**Fecha de finalización:** La Maná 15 de Julio del 2017

**Lugar de ejecución:** Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Electromecánica

**Proyecto de investigación vinculado:** Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná.

**Equipo de Trabajo:** El equipo de trabajo está conformado por la Ing. Msc. Jessica Nataly Castillo Fiallos actuando como tutora del proyecto y el Sr. Segundo Nicolas Guanoquiza Changoluisa como investigador directo del proyecto. (Ver anexo 1 -2)

**Área de Conocimiento:** Ingeniería, industria y construcción.

**Línea de Investigación:** El proyecto a realizarse está sometido según los lineamientos de investigación de la institución al punto de los “procesos industriales” de acuerdo a las otras tipologías y métodos científicos. La averiguación enmarcada en esta línea se orientará en el potenciamiento y avance de tecnologías y procesos propuestos a optimizar y tecnificar los métodos sometido a la industria de nuestro país. Así como el Automatismo de sistemas que sustituye la intervención del hombre.

**Sub líneas de Investigación de la carrera:** Sistemas Mecatrónicas y Automatización industrial.

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El siguiente proyecto tuvo por finalidad, implementar y desarrollar una práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el Controlador Lógico Programable (PLC S7-1200), para controlar el funcionamiento de los motores trifásicos en el laboratorio de investigación de la Carrera de Electromecánica, donde los estudiantes de esta carrera tienen la opción de mejorar sus conocimientos, conocer cómo funciona los motores trifásicos los mismos automatizados a través de programas, controlado por un autómeta programable, ya sea el giro, la velocidad, y otros tipos de funcionamiento.

El objetivo de esta investigación fue dar mayor facilidad a los estudiantes de la carrera de Electromecánica que cuenten con laboratorios, óptimos y en condiciones estables, con los módulos didácticos se va a optimizar el funcionamiento de los motores trifásicos.

Con este proyecto los docentes procedieron a realizar sus prácticas de automatización con los estudiantes, es importante y útil conocer el funcionamiento de los motores trifásicos que actualmente son muy utilizados en el ámbito laboral: fábricas, industrias, edificios. Que son controlados a través de programas de software, mediante un PLC S7-1200 de última generación.

El método utilizado en esta investigación es la aplicación de un PLC S7-1200, que nos permitió realizar prácticas de laboratorio de control industrial en el arranque e inversión de giros motores trifásicos.

El variador de velocidad, relés de protección, computadora, estructura o maqueta, diseñado para este tipo de trabajo, conductores de acuerdo a la capacidad del motor, estos implementos deben ser con características adecuados para este tipo de montaje que es el motor de inducción trifásico, para adquirir estos materiales lo más óptimo será realizar cálculos para obtener los implementos correctos, en cuanto estén listo estos materiales, se hará un diseño

para el acople perfecto del motor y sus componentes que serán ubicados en maquetas o estructura metálica a realizar.

**PALABRAS CLAVES:** Motor Trifásico, PLC S7-1200, Pantalla HMI, Automatización.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Con este proyecto de investigación se pudo mejorar el laboratorio de automatización, para que sean centros de enseñanza para los estudiantes de la Carrera de Electromecánica, este módulo es de gran importancia ya que cuentan con programas mediante un PLC S7-1200 los mismos que pueden controlar el funcionamiento de los motores trifásicos de inducción: giro del motor, velocidad, y funcionamiento.

La implementación consta de un módulo didáctico para realizar prácticas con un perfecto funcionamiento, con implementos visibles y aptos para el aprendizaje de los estudiantes actuales y de las próximas generaciones, consta de una maqueta o estructura para este modelo de investigación, motor trifásico, PLC S7-1200, computadora, software: programas y materiales pequeños que son el cuerpo para formar un taller automatizado, en el laboratorio de investigación de la Universidad.

El objetivo de la creación del módulo didáctico fue ayudar a incrementar el nivel académico de los estudiantes, facilitando a los docentes la enseñanza, con la aplicación de la práctica de los conocimientos adquiridos en clase, también la sociedad o centros educativos son beneficiarios los cuales cuenten con un convenio con la Universidad, pueden auto educarse teórico-práctico para elevar su nivel de estudio haciendo uso de los talleres los cuales cuentan con máquinas automatizados, controlado a través de programa mediante un PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de los motores trifásicos de inducción.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1:** Beneficiarios Directos

<b>BENEFICIARIOS</b>	
<b>Directos:</b>	240 alumnos de la Carrera de Electromecánica de la U.T.C-Extensión la Maná
<b>Indirectos:</b>	7 docentes y el Investigador de este proyecto.

**Fuente:** Secretaría General Académica

**Elaborado por:** El autor

#### 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La automatización de motores eléctricos en el mundo es una de las técnicas más utilizadas y aplicadas para reducir el tiempo de trabajo y costo de los procesos en las distintas fabricas industriales, edificios y otros trabajos a nivel mundial, en varios países desarrollados y subdesarrollados existen fabricas e industrias automatizados especialmente con motores monofásicos trifásicos de acuerdo el trabajo que se vaya realizar, estos elementos son controlados con dispositivos y mando programado automáticamente que omite la mano del hombre para su correcto funcionamiento.

En el Ecuador en los últimos tiempos se ha observado el crecimiento de la automatización en las fábricas con mejores rendimientos y eficiencia en el trabajo y costo económico, sin embargo, de aquello la mayor parte de compañías tienen un sistema de mejoramiento de producción, lo que hace que el producto final sea más costoso y menos competitivo.

En el Cantón La Maná en especial en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, en el área de Electromecánica fue necesario implementar técnicas de automatización para el arranque de los motores trifásicos de inducción con arranques directos. Controles de motores e inversión de giro para obtener el desarrollo del conocimiento científico práctico, implementando talleres automatizados y actualizados, sabiendo que la tecnología avanza día a día, fue de gran beneficio y utilidad para la Universidad, en el desarrollo de las prácticas con el PLC S7-1200, que nos permitirá controlar el arranque de los motores trifásicos y aumentar el nivel académico de los estudiantes.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

- Realizar un módulo didáctico con el PLC S7-1200, para el control y funcionamiento de motores trifásicos.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Determinar los fundamentos teóricos necesarios para la implementación del módulo didáctico PLC S7-1200
- Programar el PLC S7-1200, para controlar la inversión de giro y los tipos de arranque de los motores trifásicos.
- Comprobar el funcionamiento correcto del PLC S7-1200.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2:** Cuadro de Actividades

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados Actividades</b>	<b>Descripción de la Metodología</b>
Determinar los fundamentos teóricos necesarios para la implementación del módulo didáctico PLC S7-1200	Realizar el circuito de fuerza y control de los motores y el PLC. En el módulo didáctico del laboratorio	Funcionamiento de los motores y PLC  Montaje de los tableros de Control y diseño de maqueta	Práctico Observación Análisis
Programar el PLC S7-1200, para controlar la inversión de giro y los tipos de arranque de los motores trifásicos.	Programación mediante Software HMI Programa STEP 7	Inversión de Giro Arranque Directo Arranque suave Control de Velocidad	Práctico Mediciones Pruebas
Comprobar el funcionamiento correcto del PLC S7-1200.	Verificar mediante el panel HMI, con el programa STEP 7	Funcionamiento del módulo didáctico	Práctico Pruebas Encuestas

**Elaborado por:** El autor

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 8.1. Energía

Es un concepto esencial de la ciencia, y su conservación constituye uno de los principios básicos de la Termodinámica.

Un análisis de las numerosas definiciones de energía, ponen de manifiesto la dificultad de obtener una definición clara y precisa. Entre una de las definiciones más conocidas de energía es la siguiente: “La energía es la capacidad que tiene un cuerpo para producir trabajo” se puede citar también otro concepto también muy usado que es: “La energía no se crea no se destruye, únicamente se transforma de una u otra forma” (Martínez, 1999, pág. 23).

La Figura 1 muestra una interpretación de todas las energías que existen.

**Figura 1:** Energía Eólica



**Fuente:** (Rufes, 2010)

### 8.2. Electricidad

La palabra electricidad se deriva de la griega electrón el desarrollo de la electricidad se inició hace ya más de un siglo, habiendo desde entonces nuestra forma de vida, La energía eléctrica es usada a bordo para mover diferente maquinaria, iluminación, refrigeración, y automatización industrial. (Escamilla & Javierre, 2010, pág. 30).

Electricidad se puede definir por el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas, también podemos decir que es una propiedad física de la materia donde interactúan protones y electrones ya sea de forma positiva o negativa.

**Figura 2:** Electricidad

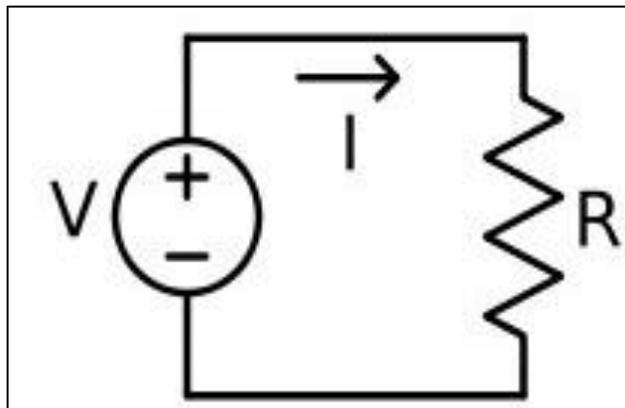
**Fuente:** (Venemedia, 2015)

### 8.3. Ley de Ohm

Establece que la diferencia de potencial que aparece entre los extremos de un conductor determinado es proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de resistencia eléctrica; que es el factor de proporcionalidad que aparece en la relación entre. (Daneri, 2015, pág. 35).

La ley de Ohm establece que para mantener una corriente intensa en un conductor se obligará más energía por tanto existe mayor diferencia de potencial, no obstante es lo contrario para mantener en el mismo conductor una corriente débil. La resistencia del conductor viene a ser la constante de proporcionalidad entre la intensidad y la diferencia de potencial.

En la Figura 3 se muestran los elementos que intervienen en la Ley de Ohm.

**Figura 3:** Elementos de la Ley de Ohm

**Fuente:** (Apostille, 2012)

**Donde:**

- **V:** voltaje en Voltios
- **R:** resistencia en Ohmios
- **I:** intensidad en Amperios

**8.4. Ley de Kirchhoff**

Los fundamentales en la teoría de circuitos y, sin embargo, en la práctica son una constatación de sentido común (Pascual & Alabern, 2005, pág. 63).

- **La primera Ley de Kirchhoff afirma.-** Que en un nudo donde concurren dos o más intensidades, la suma de todas ellas es nula en cualquier instante. En otras palabras, si asignamos el signo + para las corrientes entrantes, y el signo – para las salientes puede decirse que la suma instantánea de todas las corrientes que entran en un nudo es igual a la suma de las corrientes que salen.
- **La segunda Ley de Kirchhoff.-** Es dual de la anterior. Afirma que, en un circuito cerrado en forma de malla, la suma de las caídas de tensión es todos los elementos que lo forman en nula. O, expresado de distinta manera, si se tiene en cuenta que las f.e.m. de las fuentes que puede haber en un circuito son de distinto signo que las caídas de tensión, puede asegurarse que, en todo momento, la suma de las f.e.m. (positivas) ha de ser igual a la suma de todas las negativas

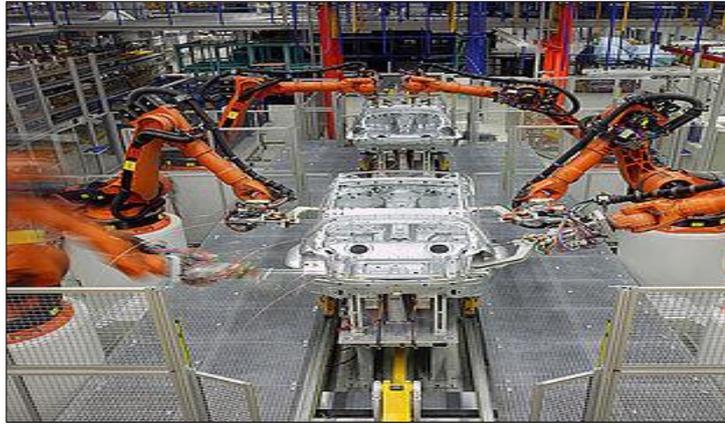
**8.5. Automatización Industrial**

Es aquella que actúa sobre los procesos industriales para realizar trabajos de manera automática logrando con esto mayor eficiencia en los procesos y aumentando la productividad en las industrias (García, 2009, pág. 45).

La automatización industrial es el uso de sistemas y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y

recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

**Figura 4:** Automatización Industrial



**Fuente:** (Rifkin, 2017)

La Automatización ha estado presente en nuestra sociedad desde la antigüedad, empleándose a pequeña escala en tareas sencillas vinculadas principalmente a la manufacturación, mientras en la década de los sesenta tubo una autentica evolución provocada por la incorporación de computadoras digitales a los procesos provocando una mayor flexibilidad en la realización de cualquier tarea, se atendemos al concepto propio de automatización establecido por la reala academia española podemos establecer que se trata de una aplicación automática de un proceso, a un dispositivo sustituyendo a un operador humano por una serie de dispositivos mecánicas y electrónicos consiste en dotar al sistema de los dispositivos que le permiten operar por sí mismo. (Ruiz, 2012, pág. 66)

### **8.6. Motor Eléctrico**

Es una maquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos. (Bravo & Santana, 2013, pág. 43).

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

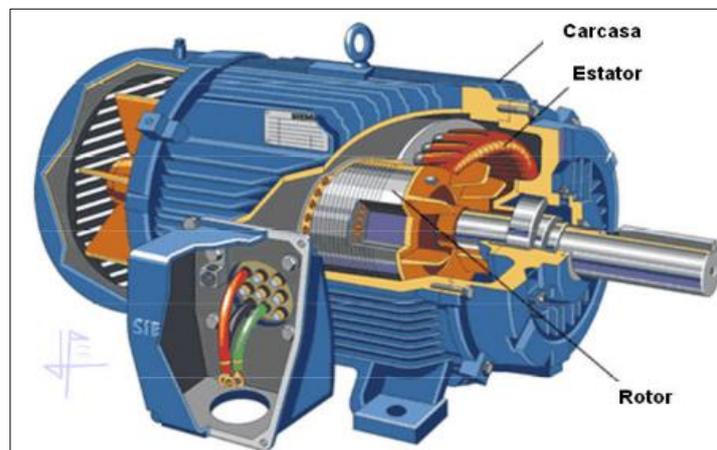
### 8.6.1. Motor Asíncrono Trifásicos

Es un motor de inducción la mayoría de los motores trifásicos tienen una carga equilibrada, es decir consumen los mismo en las tres fases, ya estén conectados en estrella o triángulo. Las tensiones en cada fase en este caso son iguales al resultado del dividir la tensión de línea por raíz de tres. Por ejemplo, si la tensión de línea es 380V entonces la tensión de cada fase es 220V (Bravo & Santana, 2013, pág. 61).

En los motores asíncrono trifásicos existen dos formas de poder variar la velocidad, una es variando la frecuencia mediante un equipo electrónico especial y la otra es variando la polaridad gracias al diseño del motor. Esto último es posible en los motores de devanado separado, o los motores de conexión Dahlander. (Ruiz, 2012, pág. 42)

En la Figura 5 se muestra un motor asíncrono trifásico, este es uno de los principales causantes del uso de la corriente alterna trifásica

**Figura 5:** Motor Asíncrono Trifásico



Fuente: (Gananci, 2017)

#### 8.6.1.1. Partes del motor trifásico

A continuación se describen las partes del motor trifásico (Giro, 2013, pág. 59).

- **Estator:** El estator de los motores a síncrono trifásico, tanto de rotor en cortocircuito como de rotor bobinado, es idéntico y tiene los siguientes elementos:

- **Carcasa:** Sirve como soporte para el circuito magnético y se construye de fundición de hierro o acero laminado.
- **Núcleo magnético:** Está formado por una opilación de chapas magnéticas, aisladas entre si y formado unas ranuras.
- **Bobinado trifásico:** Estos están formados por bobinas de cobre, cuya función es de producir el campo magnético.
- **Caja de bornes:** Situado Sobre la carcasa, sirve para conectar los terminales del bobinado estatorico. Los bornes de las bobinas vienen indicados por letras mayúsculas, siendo U1, V1 W1 los principios y U2, V2, W2 para los finales, con la posibilidad de conexión en estrella o en triangulo.
- **Placa característica:** Se coloca sobre la carcasa y en ella se indica las principales características del motor. Norma, IEC Índice de protección, IP. Tensiones, V. Frecuencia, F. potencia, P. Intensidad, I. coseno, Cos, r.p.m.
- **Rotor:** Formado por un eje y un paquete de chapas con las ranuras para alojar los conductores. Según se coloquen los conductores sobre las ranuras podemos tener dos tipos de motores asíncronos trifásicos.

**Rotor bobinado:** El bobinado del rotor, es similar al del estator, solándose los extremos de los mismos sobre unos anillos colectores, sobre lo que se apoyan las escobillas que nos permiten la conexión del exterior. En esta disposición, si colocamos resistencias en serie con el bobinado, nos permite ajustar el par y la intensidad de arranque, como también regular la velocidad en ciertos límites.

## 8.7. PLC

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles cableados que utilizaban en sus líneas de producción.

“PLC son las siglas de Power Line Comunicación, la tecnología que permite la transmisión de voz y datos a través de la red eléctrica existente”. (Mengual, 2013, pág. 6)

Un PLC controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, procesan y reciben señales digitales y analógicas y pueden aplicar estrategias de control. Controlador lógico programable. Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real.

**Figura 6: PLC**



Fuente: (Mengual, 2013)

### 8.7.1. PLC S7-1200

El controlador lógico programable PLC S7-1200 es uno de los más utilizados a nivel industrial, ya que ofrece la flexibilidad y potencia necesaria para controlar una gran variedad de dispositivos gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones. (Bravo & Santana, 2013, pág. 75).

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida profinet integrado E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta conformado así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

### 8.7.1.1. Ventajas de los PLC S7-1200

Los PLC ofrecen un número considerable de beneficios para su aplicación, dentro de la industria podemos señalar algunas ventajas de los sistemas con controladores lógicos programables, que se deben considerar al seleccionar un equipo como (Bravo & Santana, 2013, pág. 49).

- Menor espacio ocupado
- Menor potencia eléctrica requerida
- Son reutilizados
- Reprogramables, cuando se requieren cambios
- Mantenimiento más fácil
- Mayor flexibilidad, gran número de aplicaciones
- Aplicación de proyectos más rápidos

La CPU, incorpora un puerto PROFINET para las comunicaciones en una red PROFINET, hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (Bravo & Santana, 2013, págs. 50-51). En la Tabla 2 se enumeran los elementos que compone un PLC.

**Tabla 3:** Componentes PLC S7-1200

Integrado i/o	CPU 1212c
Integrado digital i/o	8 entradas 6 salidas
Integrado analógico i/o	2 entradas
Max. Local/o- digital	82
Integrado analógico	2 entradas
Max. Local i/o-digital	82
Max. Local i/o-analógico	19

Tamaño de imagen de proceso	1024 bytes
Memoria de trabajo	25 kb
Memoria de carga	1 mg
Memoria permanente	2kb
Bit memoria (m)	4 kb
Expansión modulo señales	2
Expansión módulo de Comunicaciones(cm) o comunicación de procesador(cp)	3
Signal board (sb) o comunicación board (cb)	1

Fuente: (Adonosa, 2012)

Elaborado por: El autor

Todo esto se encuentra en una carcasa compacta, donde forma un poderoso controlador con una gran variedad de aplicaciones. Hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS (García, 2009, pág. 85).

### 8.7.2. Lenguaje en el PLC

Un PLC debe ser capaz de arrancar su programa siempre que no exista una falla de energía, por lo que todas las eventualidades deben ser programadas en él. En el programa se designa mediante direcciones los registros, los contadores, los temporizadores, y las entradas y salidas en el PLC. Las direcciones están accionadas por el fabricante, pero en los mayores pueden ser definidos por el usuario, con mayor aprovechamiento de la memoria.

Los PLC trabajan como todos los circuitos electrónicos únicamente con dos estados lógicos, alto y bajo, ON y OFF, 1 y 0 etc. lo cual no es práctico desde el punto de vista de enlace hombre-máquina, por lo que se requiere lenguaje de programación que traduzcan las ideas humanas a estados lógicos. Mientras tanto los lenguajes de programación en los PLC pequeños son normalmente ladder y lista de instrucciones, pero los PLC medianos y grandes están normalizados en su parte básica por la norma IEC-1131 (Daneri, 2015, pág. 15).

### 8.8. Pantalla HMI

Los paneles SIMATIC HMI ofrecen modernas funciones de manejo y visualización aunadas con características tales como robustez, estabilidad y simplicidad. HMI está optimizado para satisfacer sus necesidades de interfaz hombre-máquina específico utilizando interfaces

abiertas y estandarizadas en hardware y software, que permiten la integración eficiente en sus sistemas de automatización. Los paneles HMI llevan muchos años dando buenos resultados en las más diversas aplicaciones en todos los sectores. No solo destacan por su innovador diseño y su elevado rendimiento. Una de sus características únicas es la configuración con WinCC desde el TIA Portal, que brinda a los usuarios una eficiencia energética desconocida hasta el momento. (SIEMENS, 2015, pág. 15).

### **8.9. STEP 7**

Basic El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLC y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente. Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto. (SIEMENS, 2015, pág. 27).

### **8.10. Contactor**

Es un dispositivo mecánico de apertura y cierre eléctrico que se activa mediante una energía no manual, su accionamiento puede ser de tipo mecánico neumático. Electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina. Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden (Bravo G. , 2013, pág. 63).

### 8.10.1. Partes del contactor

- **Carcasa:** Es el soporte sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor. Está fabricado en material no conductor, posee rigidez y soporta el calor no extremo. Además, es la presentación visual del contactor.
- **Electroimán:** Es el elemento motor del contactor. Está compuesto por una serie de dispositivos. Los más importantes son el circuito magnético y la bobina. Su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico.
- **Bobina:** Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna, la intensidad que absorbe (denominada corriente de llamada) es relativamente elevada, debido a que el circuito solo tiene la resistencia del conductor. (Daneri, 2015, pág. 45).
- **Núcleo:** Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.
- **Espira de sombra:** Se utiliza para evitar las vibraciones en un contactor. Se la coloca de tal manera que abrace parte del campo magnético de la fuerza de atracción que une el hierro fijo con el hierro móvil. Cuando se opera con corriente alterna, esta fuerza de atracción desaparece debido a los ciclos de la corriente, generando que el hierro móvil se desprenda y se vuelva a pegar al hierro fijo generando vibraciones.
- **Armadura:** Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada.

- **Contactos:** Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto está compuesto por tres conjuntos de elementos: Dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil es el mencionado resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.

### **8.11. Temporizador**

Es aquel dispositivo con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de haber programado un tiempo. El elemento fundamental que usa un temporizador es un contactor binario interno, es el encargado de medir los pulsos suministrados. Se diferencia del relé debido a que los contactos del temporizador no cambian de posición instantáneamente.

### **8.12. Transformador de control**

Es un dispositivo que mediante inducción electromagnética transforma niveles de voltaje y corrientes eléctricas alternas siempre a la misma frecuencia consta de dos o más bobinas de alambre enrollado alrededor de un núcleo ferromagnético común.

Las bobinas no están conectadas en forma directa puesto que la única conexión entre ellas es el flujo magnético común que se encuentra en el núcleo, el devanado que se conecta a la fuente de potencia se denomina devanado primario y el devanado los devanados que se conecta las cargas se llaman devanados secundarios y terciarios. (Chapman, 2013, pág. 60).

### **8.13. Breaker o disyuntor**

Es esencialmente un mecanismo el cual junta dos placas metálicas para la conducción de la corriente, existen de diferentes amperajes de acuerdo a lo que se necesite, es decir depende de la carga que va ser instalada (Maloney & Ferraris, 2014, pág. 75).

Los disyuntores combinan varios de los sistemas de protección, en un solo aparato posee tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica.

En la Figura 6 se muestra un disyuntor magneto térmico monofásico bipolar.

**Figura 7:** Disyuntor



**Fuente:** (Jtecul., 2007)

#### 8.14. Guarda-motor

Son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente los polos de un motor al mismo tiempo, que los protege contra destrucción por fallos del arranque, disminución de la tensión de red, sobre carga y averías de un conductor en las redes trifásicas. Esto también puede ser de cierre automático, con un interruptor térmico de sobrecarga o hasta un disyuntor magnético de corto circuito. (Adonosa, 2012, pág. 85).

#### 8.15. Pulsador

Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente de control mientras es accionado, cuando ya no se actúa sobre él, vuelve a su posición de reposo. Pueden ser de contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA. Los pulsadores van de acuerdo a la corriente que vayan a pasar por cada uno de ellos puesto que están diseñados para soportar una cantidad específica de la misma. (Kosow, 2015, pág. 89)

**Figura 8:** Pulsador Bipolar

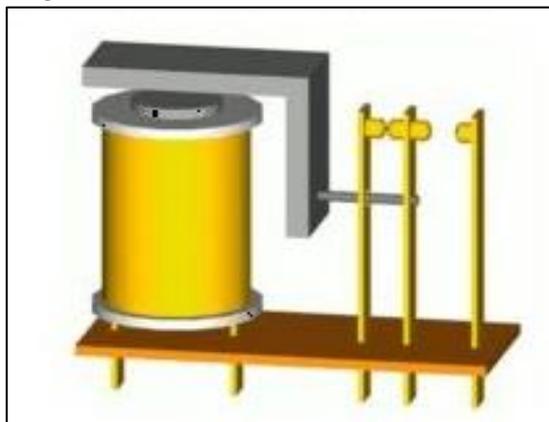
Fuente: (Fernández, 2015 pag.22)

## 8.16. Relé

Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevador. Fíjate en la siguiente imagen y vamos a explicar su funcionamiento (Bravo & Santana, 2013)

### 8.16.1. Tipos de Relés

- Relés electromecánicos convencionales.
- Relés de Núcleo Móvil
- Relés Polarizados
- Relé tipo Reed

**Figura 9.** Relé Electromecánico

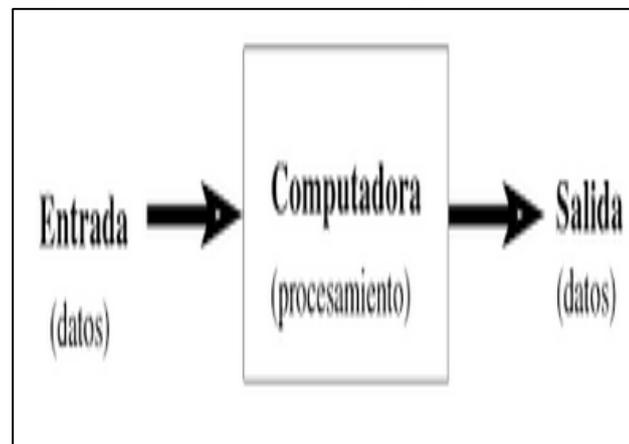
Fuente: (Digitecparts, 2015)

### 8.17. Computador

Es una máquina diseñada para aceptar un conjunto de datos de entrada, procesarlos y obtener como resultado una salida (Garrido, 2006, pág. 2).

Por otro lado, debemos tener en cuenta que con una computadora podemos realizar distintas tareas, no solo podemos introducir datos para ser procesados, sino también podemos ingresar instrucciones que indican como se procesaran los datos. Usualmente estas instrucciones están dentro del computador, por lo que el usuario solo necesita interactuar con la misma por medio de la entrada y salida de datos.

**Figura 10:** E/S de datos de una computadora



**Fuente:** (Garrido, 2006, pág. 2).

## 9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Cómo interviene la implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7 1200, para el control y funcionamiento de motores trifásicos, en el incremento de conocimiento práctico de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

## 10. METODOLOGÍAS

### 10.1. Método científico

Durante el análisis del proyecto investigativo se utilizó los siguientes tipos de metodología científica:

**Observación Científica.-** Permitió visualizar el área donde se va realizar el proyecto, de acuerdo a la investigación realizada.

**Experimentación.-** Tomando en cuenta que este método es el más exacto permitió dar forma óptima y estéticamente segura, a la aplicación y montaje de módulos didácticos en el laboratorio de investigación de la Carrera de Electromecánica.

**Medición.-** Que los voltajes de línea a línea sean correctos y toma de mediciones en los motores, los aparatos para la medición son: multímetro, amperímetro, voltímetro de acuerdo a la necesidad que se presente.

### 10.2. Tipos de investigación

#### **Técnica de Investigación experimental**

Para la ejecución correcta del módulo se debió implementar la técnica de investigación experimental debido que en tiempo y visualización real se puede demostrar las teorías que fueron planteadas en las diferentes prácticas a implementar.

#### **Técnica Cuantitativa**

Debido a las condiciones del módulo se tomó registro de los fenómenos medidos  
Instrumentos de investigación y recolección de datos.

**Amperímetro de gancho:** Corriente de arranque, Corriente Nominal y Potencia

<b>Voltímetro:</b>	Tensión
<b>Cronometro:</b>	Tiempos de arranque
<b>Variador:</b>	Frecuencia y Velocidad
Analizador de redes	

### **Investigación de campo**

Permitió observar y obtener información directa sobre las necesidades tecnológicas que mantenían los estudiantes de la Carrera de Electromecánica.

### **Investigación bibliográfica**

Consintió en recopilar bibliografía y literatura sobre los temas más relevantes, que fueron aplicadas en el proyecto de investigación con la finalidad de sustentar el mismo, los conceptos y teorías se encuentran respaldados por los autores de libros y su año de edición.

## **10.3. Población y muestra**

### **10.3.1. Población**

Para el desarrollo de la actual investigación sobre un módulo didáctico se empleó la siguiente población:

**Tabla 4:** Tamaño de la Población

<b>Población</b>	<b>Número</b>
Estudiantes de la Carrera de Electromecánica	240
<b>Total</b>	<b>240</b>

**Fuente.** Secretaria Académica Periodo Abril-Agosto 2017

**Elaborado por:** El autor

#### **10.4. Técnicas de investigación**

La manipulación de la información se realizó a través de las siguientes técnicas aplicadas a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

##### **10.4.1. Observación**

Esta técnica permitió palpar mediante la utilización de los sentidos cual es la situación actual de los estudiantes, la misma que se fundamenta en recolectar información sobre los aspectos de mayor relevancia con la finalidad de concluir con un análisis e interpretación.

##### **10.4.2. Encuesta**

Es una herramienta o instrumento que permite recopilar, recoger información de manera cuantitativa de la relación existente entre la realidad actual de los alumnos y las ventajas de la implementación del módulo didáctico.

#### **10.5. Diseño de la investigación**

Se utilizó el diseño experimental puesto que es la más puesto que es la más precisa y adaptable en una investigación practica en el cual se demostró la posibilidad de la implementación del módulo didáctico a través de la confirmación de la hipótesis la misma que se desarrolló con fundamentación matemáticas y estadística.

#### **10.6. Procesamiento y análisis de datos**

Una vez recolectada la información mediante la encuesta, ésta fue tabulada, interpretada y analizada con las siguientes técnicas descritas a continuación:

### 10.6.1. Técnicas estadísticas

- La información fue recolectada con la finalidad de contar con un instrumento en este caso las encuestas.
- Se procedió a realizar la edición y codificación de la información, para evitar errores, omisiones y respuestas contradictorias
- La información recolectada fue analizada y resumida en tablas estadísticas fueron tabuladas para este procedimiento se utilizó el programa Microsoft Excel.
- Finalmente, con los datos procesados se procedió a la interpretación de los resultados que a su vez permitirán comprobar la hipótesis.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El principio de funcionamiento del motor trifásico asíncrono radica en que cuando la energía eléctrica trifásica atraviesa las tres fases del motor en su estator se producen un campo magnético que induce corriente en las barras del motor. Esta corriente generada produce un campo que al interactuar con el flujo del campo magnético genera un movimiento mecánico continuo en el rotor. La velocidad de giro del rotor no es igual al del campo magnético por el fenómeno de desplazamiento por lo que se les da el nombre de asíncronos. Con este principio podemos denotar que mientras mayor sea la carga menor será la velocidad.

El circuito que se ha utilizado para la automatización del módulo didáctico con el PLC S7 – 1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos es el siguiente:

- Pantalla HMI
- Logo
- PLC SIMATIC S7 – 1200
- Motor Trifásico
- Variador de velocidad de 1 HP
- Módulos de entrada y salida
- Contactores, Reles
- Breaker (Ver Anexo 1).

### 11.1. Proceso Técnico del Proyecto

**Tema:** “IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS”.

### 11.2. Materiales y Equipos

**Tabla 5:** Materiales y Equipos

<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	Motor de 1hp 3600rpm 2 polos 220-440v
3	Riel din 1mt
1	Simatic hmi ktp400 basic-panel
3	Canaleta dexson de ranura gris 40x40
1	Fuente de logo power in110/220 out
40	Cable flexible 12
1	Guarda motor siemens 7-10a
1	Enchufe trifásico 16a/460v rojo 555128 ip44
1	Variador sinamics v20 1hp monofa
1	Toma semiempotrable trifásico 16a/415v
2	Breaker de riel 203l 3 polos 16a c16
1	Breaker de riel 202l 2 polos 6a c6
1	Bornera de distribución p/riel 4 líneas
4	Contactores sirius de innovations bobina
2	Contacto aux. 2no +2nc 3rh2911-1fa22
1	Canaleta dexson ranura gris 40x40
2	Relé térmico 4.5-6.3a siemens tamaño s00
2	Bornera camco 25a 6 pares
1	Barra de tierra camco 12 derivaciones
1	Alicate pelacable sata 7"
100	Borne de carril de paso conexión
25	Separador de bornera de tipo pt
1	Simatic s7-1200, cpu1212c, cpu compacta
4	Tope final tornillo phoenix contac
2	Simatic s7-1200 8 salidas digital sm 1222 relé
4	Base camco 32a 1p 500v
1	Switch industrial
4	Fusible cilíndrico camco 10,3x38mm 4a
1	Terminal puntera camco #14-12 azul
50	Cable flexible 14
1	Switch industrial ethernet
10	Tope final tornillo phoenix contact
2	Terminal puntera camco # 16
40	Cable flexible 18

10	Ceparador de bornera tipo pt
10	Borde de carril de paso de conexión “push-in”
2	Cable gemelo 18 blanco
3	Cable utp cat se datacom riser
6	Boot p/plug rj-45varios colores
6	Plug rj-45 cat se p/redes
4	Terminal puntera camco # 18 – 16 amarillo
1	Dlink switch 8port 10/100 rj45
5	Tubo cuad galv 1x1.5
2	Plancha acero inox 0.40
4	Garrucha 2 ½
1	Electrodos
1	Remachadora manu
1	Disco desbaste m
1	Flexómetro bp co

Elaborado por: El autor

### 11.3. Construcción del Módulo Didáctico

Durante la elaboración del proyecto se utilizaran diferentes materiales básicos para lograr obtener el producto final con una relación de calidad-estética las dimensiones del módulo didáctico.

#### 11.3.1. Implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos

- **Adquisición de los materiales a utilizar**
  - ✓ Seleccionar las láminas para esta práctica
  - ✓ Conectar enchufe de torsión a lamina de distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo
- **Cortes de estructura para la realización del módulo**

Ya probados el funcionamiento de todos los dispositivos eléctricos y mecánicos que se utilizaron para la creación del módulo didáctico se procede a construir le estructura metálica que sirve como base para el módulo.

**Figura 11:** Construcción mesa metálica



Elaborado por: El autor

### **Colocación de la plancha de acero inoxidable de 0.4mm y remache de la misma**

Ya completada la estructura metálica se procede a colocar las planchas de acero inoxidable para concluir con esta etapa del proceso de construcción.

**Figura 12:** Montar las láminas en las ranuras de los perfiles de aluminio



Elaborado por: El autor

### **Colocación de canaletas Dexon 40\*40 y Riel Din**

Como siguiente paso se colocan canaletas Dexon para luego utilizarlas en el cableado del proyecto.

**Figura 13:** Montaje de canaletas y riel din en el modulo

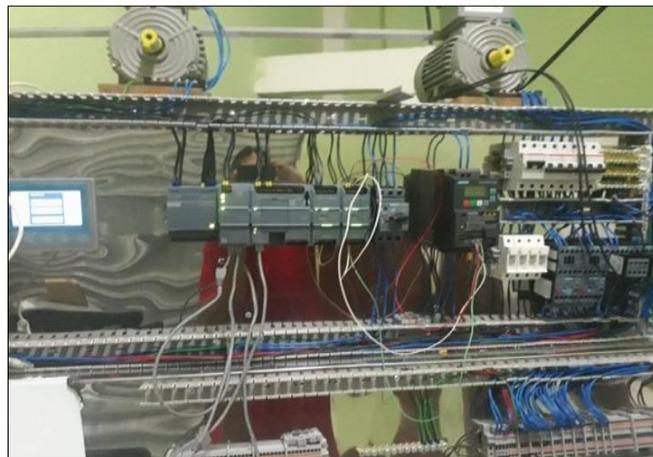


Elaborado por: El autor

### **Cableado y programación de los dispositivos y funcionamiento de los equipos**

Se colocan los autómatas programables y sensores para continuar con la implementación, así también se realiza la conexión de todos los dispositivos.

**Figura 14:** Cableado de los dispositivos

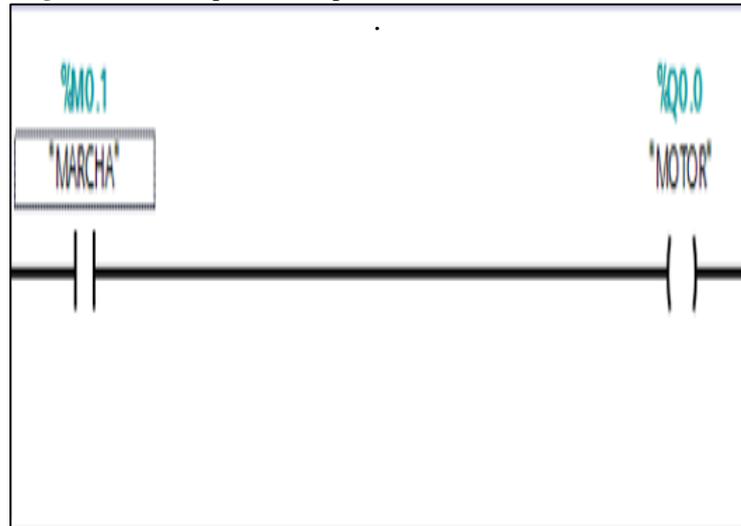


Elaborado por: El autor

- Conexión del circuito de fuerza
- Conexión de bobinas para arranque directo.
- Conexión de alimentación a bobinas del motor.

## Segmento 1 arranque directo para el control de motores

**Figura 15:** Arranque directo para el control de motores



Elaborado por: El autor

## Programación

Ya concluido la construcción del módulo didáctico se procedió a programar el PLC s7-1200 para el arranque directo en motores trifásicos mediante la pantalla HMI.

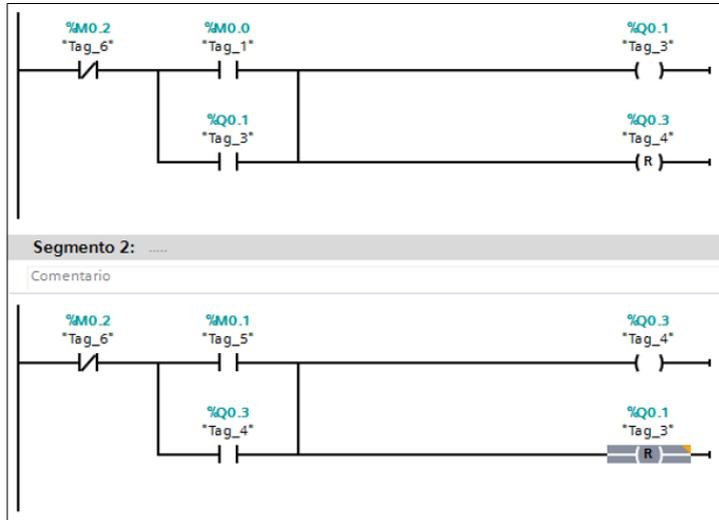
**Figura 16:** Programación



Elaborado por: El autor

## Arranque e inversión de giro. (Sentido horario y anti horario)

**Figura 17:** Sentido horario y anti horario



Elaborado por: El autor

## Programación del sentido de giro horario y anti horario

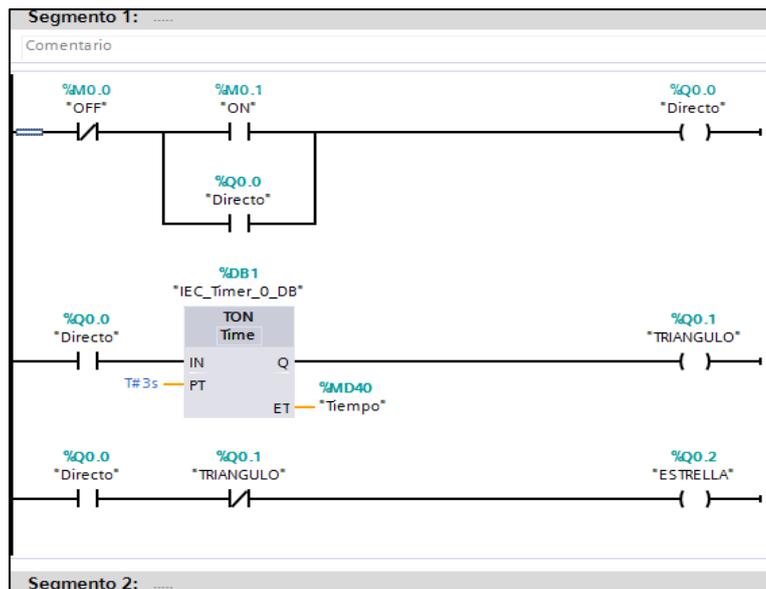
**Figura 18:** Giro horario y anti horario



Elaborado por: El autor

## Esquema de conexiones estrella triángulo

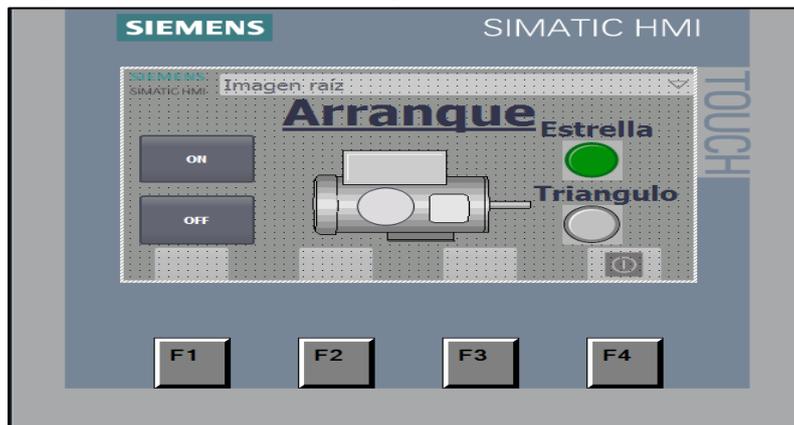
A continuación se muestra el esquema usado para la simulación del circuito estrella-triángulo para la ejecución del módulo didáctico.

**Figura 19:** Conexiones estrella triángulo

Elaborado por: El autor

## Conexión estrella triángulo

Se realizó la conexión estrella-triángulo utilizando un simulador de Siemens.

**Figura 20:** Conexión estrella triángulo

Elaborado por: El autor

## Pruebas del Módulo Didáctico

Se realizaron las siguientes pruebas, ya culminada la implementación del módulo didáctico.

- Arranque estrella triángulo
- Inversión de giro

- Arranque directo
- Variación de velocidad

**Figura 21:** Módulo Didáctico



**Elaborado por:** El autor

La implementación del módulo didáctico fue un éxito, se realizaron todas las pruebas necesarias para comprobar su efectividad y facilidad de uso. Con este módulo los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de Electromecánica pondrán en práctica todos los conocimientos adquiridos en clase, también tendrán una idea real de automatización utilizando el PLC S-1200 y la importancia que tiene la misma en la industria Ecuatoriana.

#### **11.4. Resultados de la Implementación y Desarrollo de Práctica de Automatización a través de un Módulo Didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos”**

Para verificar la implementación del proyecto se optó por realizar un modelo de encuestas que permitió constatar el nivel de satisfacción que proporciono la implementación del módulo didáctico. (Anexo 2).

### 11.5. Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó la estadística inferencial, y el de análisis el Chi- cuadrado después de haber realizado un análisis de los resultados de las encuestas.

#### Fórmulas:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} =$$

**$X^2$  calculado >  $X^2$  tabla** = Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  (dependencia entre las variables)

**$X^2$  prueba <  $X^2$  tabla** = Aceptar hipótesis nula  $H_0$  (independencia entre las variables)

#### 11.5.1. Comprobación de la hipótesis general

Para la comprobación de la Hipótesis general se utilizó la estadística inferencial y se aplicó el método del Chi Cuadrado.

Implementación y Desarrollo de Práctica de Automatización a través de un Módulo Didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos, mejorará el nivel académico de los estudiantes.

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó como la pregunta N°- 10 de las encuestas realizadas a los estudiantes.

#### PASO 1: Establecer la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alternativa

##### Hipótesis Nula ( $H_0$ )

La hipótesis Nula ( $H_0$ ) La Implementación y Desarrollo de Práctica de Automatización a través de un Módulo Didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos. No permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes de.

### Hipótesis Alternativa (H1):

La hipótesis Alternativa de investigación (H<sub>1</sub>) La Implementación y Desarrollo de Práctica de Automatización a través de un Módulo Didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos. Si permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

### Paso 2: Determinación de los Valores Observados y Esperados

**Nivel de significancia:**  $\alpha = 0,05$

Se obtuvo los siguientes resultados luego de tabular las encuestas de los 2405 estudiantes que se realizó la encuesta, los resultados obtenidos son los valores Observados.

**Tabla 6:** Valores Observados Hipotesis General

<b>Valores Observados</b>			
	Antes	Después	Total
Si	93	237	330
No	147	3	150
<b>Total</b>	240	240	480

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

**Tabla 7:** Valores Esperados Hipotesis General

<b>Valores Esperados</b>			
	Antes	Después	Total
Si	167	165	330
No	75	75	150
<b>Total</b>	240	240	480

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

Una vez obtenido los Valores Esperados el siguiente paso es determinar el valor de Chi  $\chi^2$  calculado para lo cual se aplica la siguiente Ecuación:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} = X^2 \text{ calculado} = 201.076$$

Determinar el valor del  $X^2_{\text{tabla}}$  para lo cual se necesita conocer los grados de libertad ( $gl$ ) y el nivel de significancia que es del 5% es decir 0,05 para determinar los grados de libertad:  $gl = 1$   
 Por lo tanto, buscando en la tabla de chi cuadrado en el anexo N° 3 el valor para  $X^2_{\text{tabla}}$

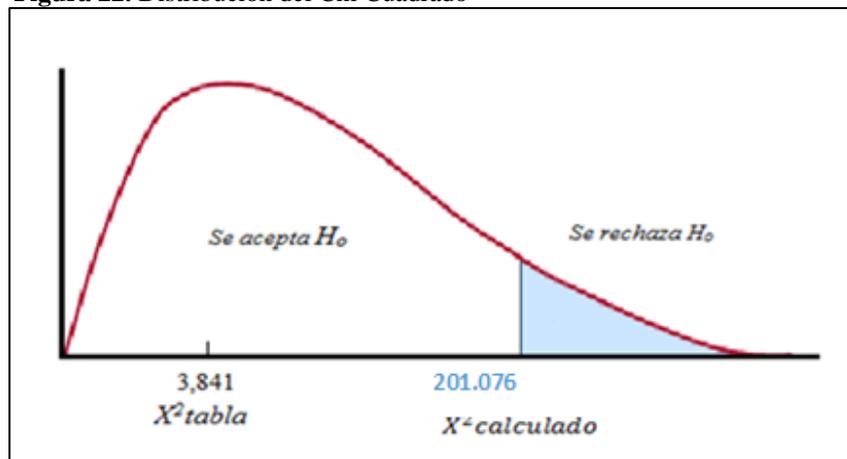
$$X^2_{\text{tabla}} = 3,841$$

### Resultado obtenido:

$X^2_{\text{calculado}} = 13.3929 > X^2_{\text{tabla}} = 3,84$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

$X^2_{\text{calculado}} = 201.076 > X^2_{\text{tabla}} = 3,84$

**Figura 22.** Distribución del Chi Cuadrado



Fuente: Encuesta

Elaborado por: El autor

### Análisis:

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo del chi cuadrado de la tabla y el chi cuadrado calculado podemos llegar a la conclusión.

Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se acepta la Hipótesis Alternativa  $H_1$  de investigación.

Implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos. Si permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes, con un nivel de significancia del 5% en la prueba de chi cuadrado  $X^2$

## 12. Impactos

Con la implmenetacion del proyectos de insvestigacion se logro obtener impactos positivos justificando el costo beneficio del mismo.

**Tabla 8:** Impacto

Impacto	Descripción
Impacto Ecológico	<p>El proyecto tiene un impacto positivo y negativo.</p> <p>Si no tiene un se realizan las buena practicas de manipulacion podria generarse un riesgo de corte cisrcutio</p> <p>Tiene un impacto positivo a nivel del medio ambiente no es contaminante ayuda a conservar la salud y los espacios físicos</p>
Impacto Tecnico	<p>El proyecto investigado aporta en el ámbito técnico puesto ayudó a mejorar y desarrollar los conocimientos técnicos de los estudiantes y actualmente cuentan con instalaciones y equipos de tecnología de punta para realizar prácticas automáticas.</p>

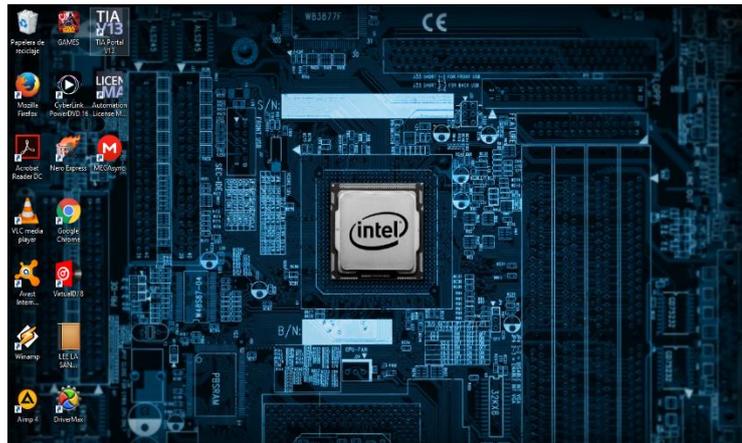
**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

### 12.5. Pasos para el ingreso de las siguientes prácticas

**Paso 1.-** En el escritorio del PC observamos el programa TIA PORTAL V13 donde ingresamos para realizar el programa de control y funcionamiento de motores trifásicos mediante la comunicación PC- pantalla HMI y PLC S7-1200.

**Figura 23:** Pantalla de PC

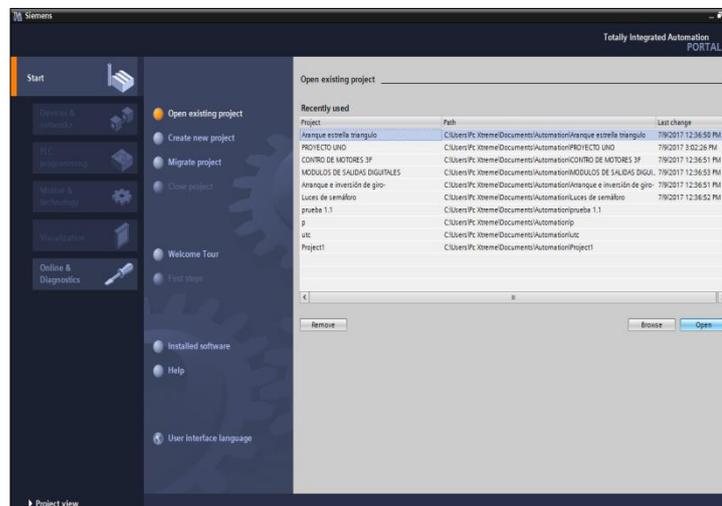


**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

**Paso 2.-** Esta ventana nos ayuda para el ingreso a programar, escogemos la práctica que vamos a realizar y pulsamos OPEN luego clic en PROJECT VIEW.

**Figura 24:** Selección del programa

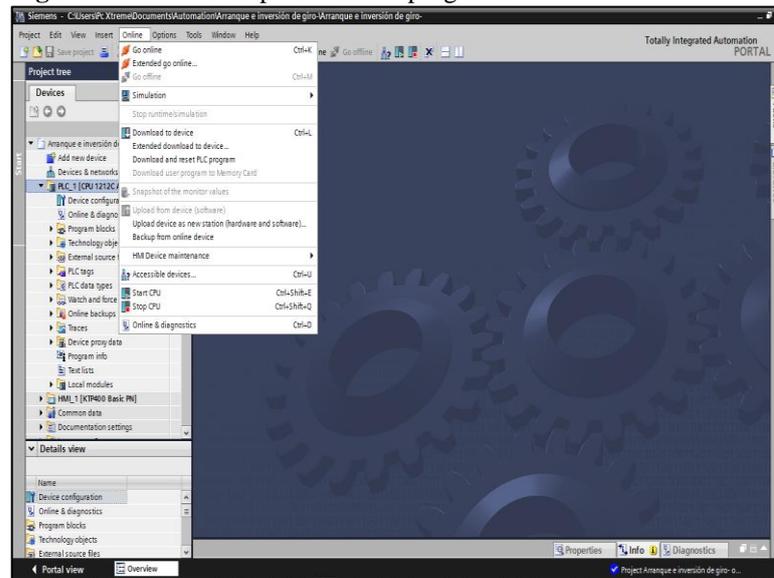


**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

**Paso 3.-** En esta ventana pulsamos en DOWNLOAD AND RESET PLC PREPROGRAMAN y se abre la siguiente ventana.

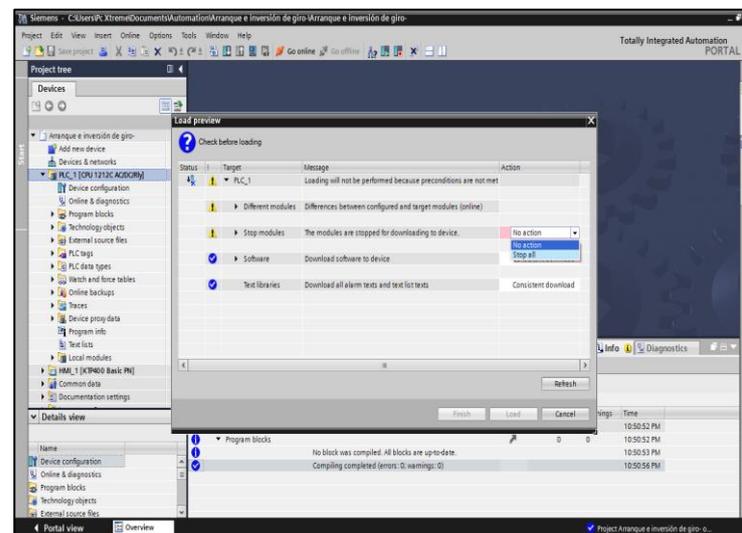
**Figuran 25:** Ventanas para entrar al programa



**Fuente:** Encuesta  
**Elaborado por:** El autor

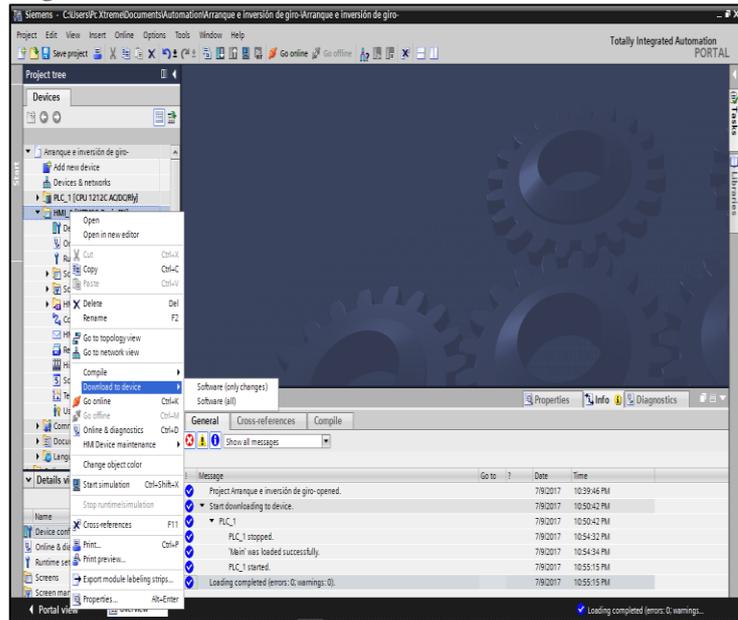
**Paso 4.-** En esta ventana escogemos el paso STOP ALL

**Figura 26:** Selección de la pestaña Stop All



**Fuente:** Encuesta  
**Elaborado por:** El autor

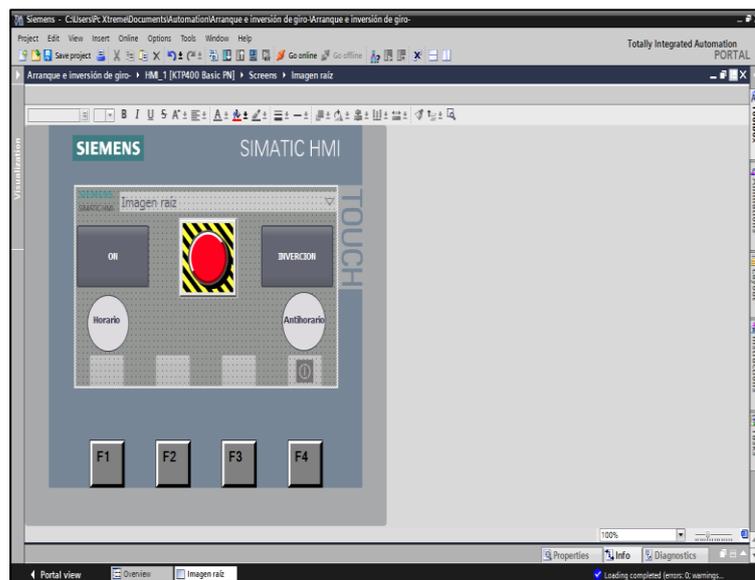
**Paso 5.-** Luego clic derecho en DOWNLOAD TO DEVICE y clic también EN SOFTWARE ALL para la siguiente ventana

**Figura 27:** Selección de la ventana de software

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

**Paso 6.-** Por ultimo ingresamos y observamos la práctica que vamos a realizar

**Figura 28:** Ventana de para la práctica de inversión de giro

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado por:** El autor

### 13. Impactos (Técnicos, sociales, ambientales o económicos)

El proyecto investigado aporta en el ámbito técnico puesto que ayudó a mejorar y desarrollar los conocimientos técnicos de los estudiantes y actualmente cuentan con instalaciones y equipos de tecnología para poder realizar sus prácticas automáticas.

La elaboración del módulo didáctico tiene un impacto positivo a nivel del medio ambiente no es contaminante y ayuda a conservar la salud de las personas y los espacios físicos.

### 14. Presupuesto del proyecto

**Tabla 9:** Costos de la implementación

CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT.	VALOR TOT.
2	Motor de 1HP 3600RPM 2 Polos 220.440V	108,5	217,00
1	Simatic HMI KTP 400 Basic – Panel	514,00	514,00
1	Fuente de logo power in 110/220 Out	82,60	82,60
1	Guardamotor Siemens 7- 10 <sup>a</sup>	48,29	48,29
1	Variador Simatic V20 1HP Monofa	204,40	204,40
2	Breaker de riel sh203l 3 polos 16a c16	14,29	28,58
1	Breaker de riel sh202l 2 polos 6a c6	9,26	9,26
1	Bornera de distribución P/RIEL 4 líneas	10,31	10,31
4	Contactores Sirius Innovations Bobina	16,49	65,96
2	Contacto Aux. 2no+2nc 3rh2911- 1fa22	8,66	17,33
2	Relé Térmico 4.5 – 6.3A Siemens tamaño S00	29,63	59,27
1	Barra de Tierra Camsco 12 derivaciones	2,98	2,98
100	Borne de Carril de paso conexión	0,88	88,20
25	Ceparador de bornera tipo PT	0,42	10,50
4	Tope final tornillo Phoenix contact	1,05	4,20
4	Base Camsco 32 a 1p 500 v	1,66	6,66
4	Fusible cilíndrico Camsco 10.3x38mm 4 <sup>a</sup>	0,35	1,40
1	Terminal puntera Camsco # 14- 12 azul	2,24	2,24
50	Cable flexible 14	0,28	14,06
3	Riel Din 1 MT	1,40	4,20
3	Canaleta Dexton Ranurada gris 40*40	4,85	14,55
40	Cable flexible 12	0,41	16,25
1	Enchufe trifásico 16A/460V rojo 555128 IP44	5,95	5,95
1	Toma semiempotrable trifásico 16A/415V	10,11	10,25
2	Bornera Camsco 25a 6 pares	1,25	2,50
1	Simatic S7-1200, CPU 1212C, CPU	347,90	347,90

	Compacta		
2	Simatic S7-1200, 8 salidas digital SM1222 Relé	174,40	348,80
1	Comprobador corriente Cooper	3,07	3,07
1	Semáforo 220 VAC Cdmsco	100,00	100,00
1	Voltímetro 0-300V SD-670 CD	4,20	4,20
1	Amperímetro 0-100AC SD-96-1	5,98	5,98
1	Medidor de caudal básico	150,00	150,00
1	Medidor de presión básico	150,00	150,00
1	Monitor ASUS 13.5 GCLM TF137553	125,00	125,00
1	Memoria RAM Hyper DDR4 8GB Kinston	40,18	40,18
1	MBO ASUS H110M-D	98,21	98,21
1	Disco duro Wester digital 1000GB	71,43	71,43
1	Regulador 8 tomas estándar	22,00	22,00
		<b>Subtotal</b>	2,907.71
		<b>12%</b>	348.93
		<b>TOTAL</b>	3256.64

Fuente: Encuesta

Elaborado por: El autor

## 15. Conclusiones y Recomendaciones

### 15.1 Conclusiones

- Con la implementación del módulo didáctico se llevó a cabo la enseñanza teórico-práctica cumpliendo expectativas nuevas e innovadoras, las que ayudarán en la vida profesional de los alumnos.
- Mediante la programación del PLC S7 – 1200, se logró controlar la inversión de giro en motores asincrónicos trifásicos y los tipos de arranque: directo y estrella triángulo, lo mismo que nos proporcionen el conocimiento científico práctico para la futura aplicación en industrias.
- Una vez realizada la programación del PLC S7 – 1200 y la implementación del módulo didáctico se comprobó el perfecto funcionamiento en base a las prácticas propuestas.

## 15.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer uso del módulo implementado, para fortalecer el conocimiento teórico adquirido en cada clase.
- Por medio del módulo los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar un pensamiento crítico y real sobre el proceso de automatización, que les ayude a establecer metas claras sobre el compromiso adquirido, en el proceso de crecimiento intelectual y así poder aplicarlos en la vida profesional.
- Realizar un mantenimiento preventivo de manera trimestralmente con la finalidad de preservar los equipos tecnológicos para su mayor durabilidad.
- Es necesario seguir los procedimientos establecidos en las prácticas, de tal forma garantizar el correcto funcionamiento del módulo y conservar la vida útil del mismo.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

- ADONOSA , G. (2013). TEMPORIZADOR.
- Adonosa. (2012). Protecciones Eléctricas. Francia.
- Apostille. (2012). QUE ES LA LEY DE OHM Y COMO FUNCIONA. Obtenido de <http://electronica-teoriaypractica.com/que-es-la-ley-de-ohm-y-como-funciona/>
- Bastion. (2015). Señales electricas. Ediciones .
- Bastión. (2015). Señales electricas. Ediciones.
- Bravo, g. (2013). Motores trifasicos de induccion. Editoriales.
- Bravo, g. (2013). Motores trifasicos de induccion. Editoriales.
- Bravo, J., & Santana, B. (2013). Automatismos Industriales. México: PRIMERA Edicion: Alfa Omega Grupo Editor.
- Chapman. (2013). transformadores.
- DANERI, & A., P. (2008). Automatizacion y control industrial. Buenos Aires, AR: Editorial Hispano Americana HASA.
- Daneri, P. (2015). Electricidad y Automatizacion y Control Industrial. Hasa: Hispano Americana.

- Digitecparts. (2015). Relé. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>
- Escamilla, A., & Javierre, M. (2010). La Electricidad. Francia: Francia Ediciones.
- Gananci. (2017). ¿Cómo funciona el motor eléctrico? Obtenido de <http://comofuncionaque.com/como-funciona-el-motor-electrico/>
- García, A. (2009). AUTOMATIZACION INDUSTRIAL. MADRID: MADRID EDICIONES.
- Garrido, A. (2006). Fundamentos de programación en C++. Madrid: Grefol S.A. .
- Giro, B. (2013). Motores Trifásicos. Editoriales S. A.
- Jtecul. (2007). Un disyuntor magnetotérmico monofásico bipolar. <https://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor#/media/File:Jtecul.jpg>.
- Kosow, L. (2015). Protecciones. Madrid: Ediciones Madrid S.A.
- Maloney, & Ferraris. (2014). Motores Trifásicos. PARainfor: ESQUEMAS EDITORIAL.
- Maloney, J. (2014 ). protecciones .
- Martínez, A. (1999). Análisis del bionomio energía-medioambiente. Cuenca: Ediciones d ela Universidad de Castilla-La Mancha.
- Mengual, P. (2013). Step 7: Una manera fcil de programar PLC de Siemens. Barcelona: Marcombo S.A.
- NICOLAS. (2012). protecciones elesctricas. Francia.
- Pascual, A., & Alabern, J. (2005). Instalaciones eléctricas. Barcelona: Marcombo, S.A.
- Rifkin, J. (2017). Automatización industrial.
- Rufes, P. (2010). Aprovechamiento, Energia Solar Térmica: Técnicas para su. Barcelona: Marcombo S.A.
- Ruiz, D. (2012). Montaje y Reparacion de sistemas Electricos y Electronicos. Malaga: Proquest Ebrary.
- SIEMENS. (2015). Industria y Automatizacion. España: Ediciones Madrid .
- Venemedia. (2015). Definición de Electricidad. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/electricidad/>

**17. ANEXOS****Anexo 1****UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI****DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE****DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Castillo Fiallos

**NOMBRES:** Jessica Nataly

**ESTADO CIVIL:** Soltera

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0604590216

**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 0

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Riobamba/Eloy Alfaro Mz H Casa 30

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032626628

**TELÉFONO CELULAR:** 0984317422

**EMAIL INSTITUCIONAL:** jessica.castillo@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO</b>	<b>CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT</b>
<b>TERCER</b>	INGENIERA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES	2012-05-18	1002-12-1139152
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN SEGURIDAD TELEMÁTICA	2016-07-08	1002-2016-1708850

**HISTORIAL PROFESIONAL**

**FACULTAD EN LA QUE LABORA:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**FECHA DE INGRESO A LA UTC:** Octubre 2016

## Anexo 2

**DATOS PERSONALES**

<b>APELLIDO:</b>	Gvanoquiza Changoluisa	
<b>NOMBRE:</b>	Segundo Nicolas	
<b>ESTADO CIVIL:</b>	Soltero	
<b>CEDULA DE CIUDADANÍA:</b>	050358084-7	
<b>LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:</b>	Poalo 12 de octubre de 1994	
<b>DIRECCIÓN DOMICILIARIA:</b>	La Mana	
<b>TELÉFONO CONVENCIONAL:</b>	032696392	
<b>TELÉFONO CELULAR:</b>	0983913391	
<b>E-MAIL PERSONAL:</b>	nicolas12gvanoquiza@outlook.es	

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**PRIMARIO:** “Escuela Fiscal Mixta Republica de Francia”

**SEGUNDARIO:** Colegio Nacional Técnico Rafael Vázcones Gómez

**NIVEL SUPERIOR:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Anexo 3****UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA****ENCUESTA****DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

La presente encuesta tiene como finalidad recopilar información que servirá como uso exclusivo de la investigación que se realiza en el proyecto de Investigación en la carrera de Electromecánica cuyo tema es “Implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el plc s7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos”.

**1. ¿Conoce usted si existe un módulo didáctico para para el control y funcionamiento de motores trifásicos?**

SI

NO

**2. ¿Qué importancia tiene para usted la manipulación de un módulo didáctico para el control automático para el control y funcionamiento de motores trifásicos?**

- Muy importante
- Algo importante
- Indiferente
- Poco importante
- Sin importancia

**3. ¿Considera usted que es necesario la implementación de un módulo didáctico para el control automático para el control y funcionamiento de motores trifásicos?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**4. ¿Cree usted que los docentes deben priorizar el aprendizaje práctico al momento de dirigir sus clases?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**5. ¿Con la implementación de un módulo didáctico para el control automático para el control y funcionamiento de motores trifásicos se facilitará a los estudiantes en la comprensión de los contenidos impartidos por los docentes que dictan asignaturas?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**6. ¿Considera usted que es importante conocer el dispositivo PLC S7-1200?**

- Muy importante
- Algo importante
- Indiferente
- Poco importante
- Sin importancia

- 7. ¿Considera usted que fue importante implementar un módulo didáctico con el sistema PLC S7-1200, le permitió desarrollar diferentes actividades de proceso y control de Automatización con prácticas?**
- Muy importante
  - Algo importante
  - Indiferente
  - Poco importante
  - Sin importancia
- 8. ¿Qué incidencia cree usted que tendrán los conocimientos por adquirir en los futuros profesionales con la implementación la implementación de un módulo didáctico para el control automático para el control y funcionamiento de motores trifásicos en la práctica profesional?**
- Muy favorable
  - Algo favorable
  - Ni favorable ni desfavorable
  - Algo desfavorable
  - Muy desfavorable
- 9. ¿Considera usted que con la aplicación del módulo didáctico se ayudará a la manipulación de sistemas de procesos empleados en la vida profesional de los estudiantes?**
- Muy de acuerdo
  - Algo de acuerdo
  - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
  - Algo en desacuerdo
  - Muy en desacuerdo
- 10. ¿Considera usted que la Implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el**

**control y funcionamiento de motores trifásicos, permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes?**

SI

NO

## Anexo 4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN LA MANÁ**  
**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**ENCUESTA**

**DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

La presente encuesta tiene como finalidad recopilar información que servirá como uso exclusivo de la investigación que se realiza en el proyecto de Investigación en la carrera de Electromecánica cuyo tema es **“Implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el plc s7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos”**

- 1. ¿Actualmente conoce usted si existe un módulo didáctico para el control y funcionamiento de motores trifásicos?**

SI

NO

- 2. ¿Qué importancia tuvo para usted la manipulación de un módulo didáctico para el control y funcionamiento de motores trifásicos?**

- Muy importante
- Algo importante
- Indiferente
- Poco importante
- Sin importancia

**3. ¿Considera usted que fue necesaria la implementación de un módulo didáctico para el control y funcionamiento de motores trifásicos?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**4. ¿Considera usted que actualmente los docentes priorizan el aprendizaje práctico al momento de dirigir sus clases?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**5. ¿En la actualidad contar con la implementación de un módulo didáctico para el control automático para el control y funcionamiento de motores trifásicos, facilitó a los estudiantes en la comprensión de los contenidos impartidos por los docentes que dictan asignaturas?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**6. ¿Considera usted que fue importante conocer el dispositivo PLC S7-1200?**

- Muy importante
- Algo importante
- Indiferente

- Poco importante
- Sin importancia

**7. ¿Considera usted que fue importante implementar un módulo didáctico con el sistema PLC S7-1200, le permitió desarrollar diferentes actividades de proceso y control de Automatización con prácticas?**

- Muy importante
- Algo importante
- Indiferente
- Poco importante
- Sin importancia

**8. ¿Cuál fue la incidencia que tuvo en los conocimientos adquiridos por los futuros profesionales con la implementación la implementación de un módulo didáctico para el control automático para el control y funcionamiento de motores trifásicos en la práctica profesional?**

- Muy favorable
- Algo favorable
- Ni favorable ni desfavorable
- Algo desfavorable
- Muy desfavorable

**9. ¿Considera usted que con la aplicación del módulo didáctico se mejoró la manipulación de sistemas de procesos empleados en la vida profesional de los estudiantes?**

- Muy de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**10. ¿Considera usted que actualmente la implementación del módulo didáctico para el desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC S7-1200 Implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control y funcionamiento de motores trifásicos, mejoró el nivel académico de los estudiantes?**

SI

NO

## **ANEXO 5**

### **PRACTICA 1**

**TEMA:** ARRANQUE DIRECTO

#### **OBJETIVO GENERAL**

Este tipo de arranque se utiliza para motores de pequeña potencia cuando se alimentan directamente de la red o por medios de instrumentos de control.

#### **OBJETIVO ESPECIFICO**

- Conocer los elementos que forman parte del circuito eléctrico del arranque directo trifásico.
- Maniobrar de forma correcta las siguientes prácticas a realizar en el módulo.

#### **PROCEDIMIENTO**

- a. Encendemos la PC y cargamos el programa para la practica
- b. Energizamos el modulo
- c. Conectamos los motores y también los cables de control en las borneras
- d. Pulsamos ON en la pantalla TOUCH
- e. En este punto el motor empieza su trabajo (encendido)
- f. Para apagar pulsamos el botón OF en la pantalla TOUCH
- g. Des energizamos el modulo
- h. Apagamos la PC

#### **MARCO TEORICO**

Arranque directo es el sistema de arranque más simple obtenido en un solo tiempo pues consiste en conectar directamente de lo real, a través de un interruptor o contactor o como se vaya dar el encendido al motor con este sistema el motor absorbe una corriente de arranque

que oscila de 3 a 7 veces la intensidad nominal y permite el arranque rápido de una maquina a plena carga.

## **MATERIALES**

- PC
- Modulo didáctico
- Multímetro
- Cables
- Diagramas de conexión
- Motor

## **CONCLUSION**

## **RECOMENDACIÓN**

## PRACTICA 2

### TEMA: VARIACION DE VELOCIDAD

#### OBJETIVO GENERAL

Conocer los funcionamientos y pasos para variar la velocidad de los motores trifásicos en este caso con el variador de velocidad de 1HP.

#### OBJETIVO ESPECIFICO

- Programar el variador para el control de velocidad en 3 etapas bajo media y alta.
- Controlar mediante la pantalla HMI conectado parcialmente con el PLC.
- Utilizar los diagramas de conexión en este caso variaciones velocidad.

#### PROCEDIMIENTO

1. Encendemos la PC y cargamos el programa para la practica
2. Energizamos el modulo
3. Conectamos los motores y también los cables de control en las borneras
4. Pulsamos ON en la pantalla TOUCH
5. En este punto el motor empieza su trabajo (encendido)
6. Para apagar pulsamos el botón OF en la pantalla TOUCH
7. Des energizamos el modulo
8. Apagamos la PC

#### MARCO TEORICO

**Variación de velocidad:** El variador de frecuencia ha permitido la utilización de los motores trifásicos de corriente alterna en el campo de variación de velocidad con rendimientos muy buenos, la aplicación de un movimiento a un aparato, maquina o sistema, puede hacerse de forma uniforme o variable, según lo requieran el operador en su trabajo a realizar.

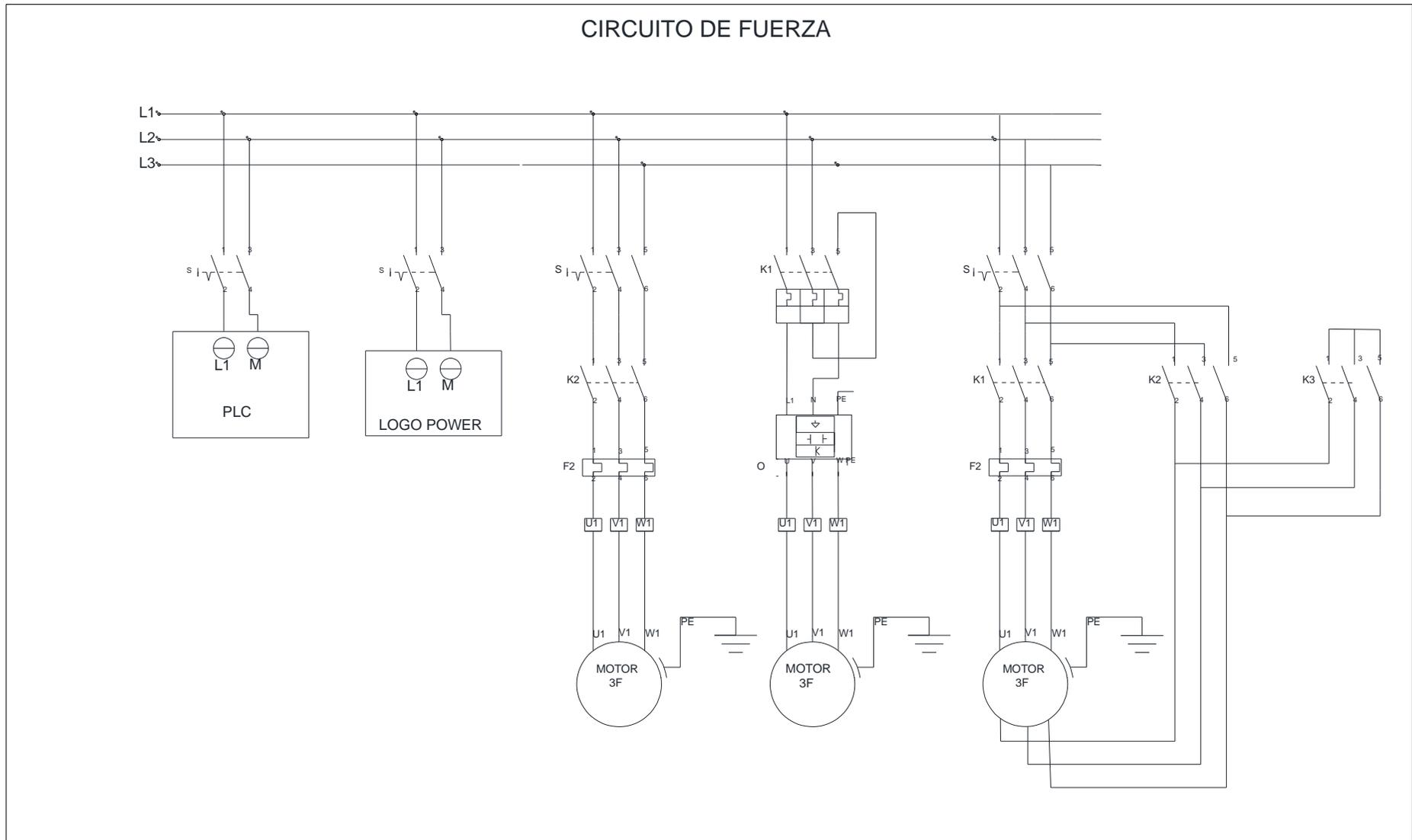
## **MATERIALES**

- PC
- Modulo didáctico
- Multímetro
- Cables
- Diagramas de conexión
- Motor

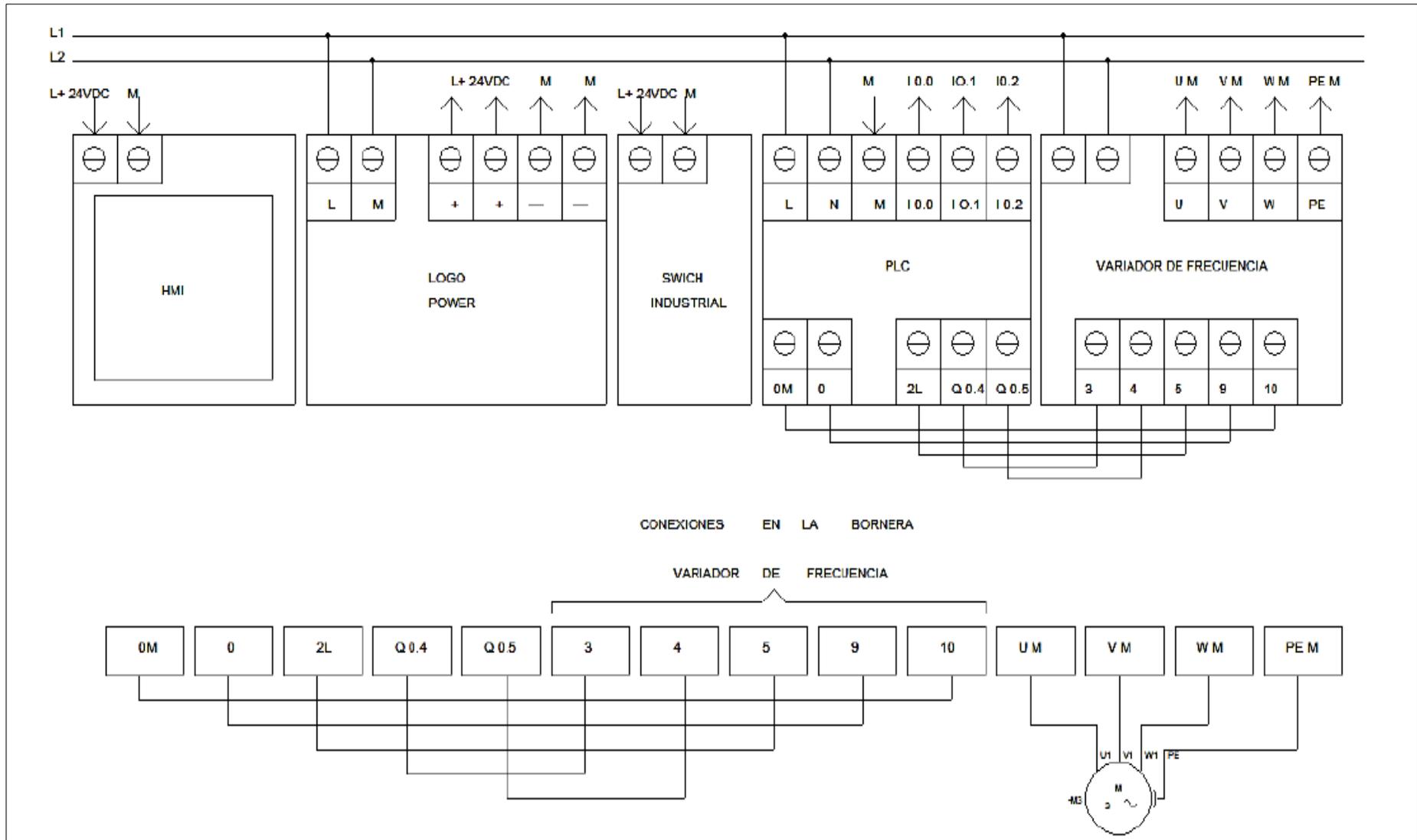
## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

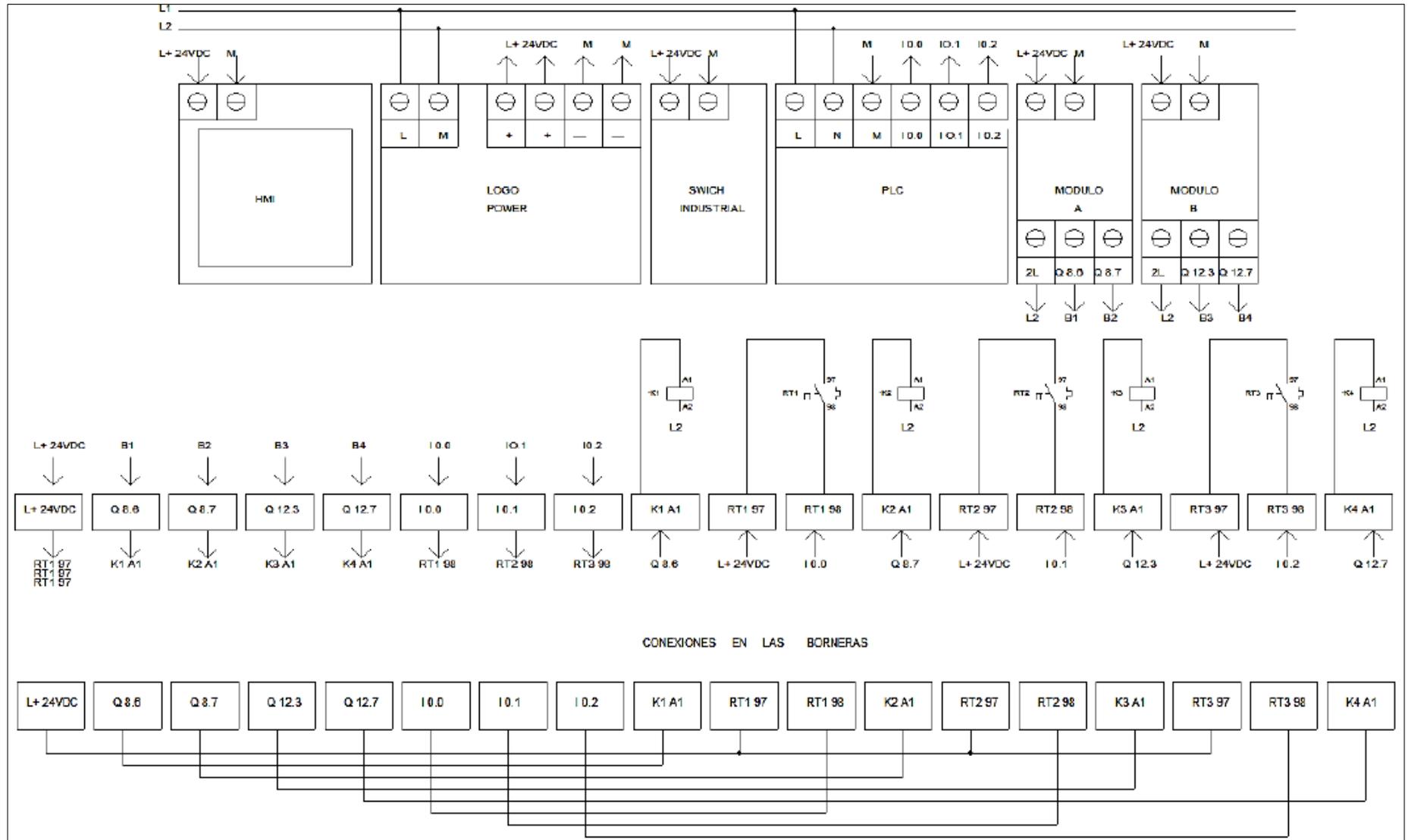
### ANEXO 7: CIRCUITO DE FUERZA DE DIFERENTES TIPOS DE ARRANQUE DEL MOTOR



## ANEXO 8: CIRCUITO DE CONTROL DEL VARIADOR DE FRECUENCIA



ANEXO 9: CIRCUITO DE CONTROL DE ESTRELLA TRIANGULO



## ANEXO 10: CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE DIRECTO

