



**FACULTAD DE INGENIERIAS**

**Carrera:**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Titulación a Obtener:**

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO.

**Título o Tema del Trabajo:**

“Repotenciación de módulos didácticos del laboratorio de Redes Industriales  
y SCADA con un sistema de control programable mediante Mini PLC LOGO  
y Variador de Velocidad”

**Nombre del Autor:**

KERLY STEFANÍA PALADINES SAMANIEGO.

LUIS ROBERTO CHAVEZ TORRES.

**Nombre del Director del Proyecto Técnico:**

ING. CÉSAR A. CÁCERES GALÁN.

**Guayaquil – Ecuador.**

## **CERTIFICACIÓN**

Yo Ing. CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALÁN, declaro que el presente proyecto de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, fue elaborado por los estudiantes: Paladines Samaniego Kerly Stefanía y Chávez Torres Luis Roberto bajo mi dirección y supervisión.

---

**Ing. César A. Cáceres Galán**

**Director de Proyecto de Titulación: Ing. Electrónica**

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

## CESION DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros **LUIS ROBERTO CHÁVEZ TORRES**, con documento de identificación N° **0918052788** y **KERLY STEFANIA PALADINES SAMANIEGO** con documento de identificación N° **0930492475**, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado intitulado: **“REPOTENCIACIÓN DE MÓDULOS DIDÁCTICOS DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y SCADA CON UN SISTEMA DE CONTROL PROGRAMABLE MEDIANTE MINI PLC LOGO Y VARIADOR DE VELOCIDAD”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO ELÉCTRICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Julio 2017

(f) \_\_\_\_\_

Luis Roberto Chávez Torres

C.I.: 0918052788

(f) \_\_\_\_\_

Kerly S. Paladines Samaniego

C.I: 0930492475

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para ser de mí una mejor persona.

A mi esposa por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mis hijos por ser la fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder luchar para que la vida nos depare un mundo mejor.

A mi tutor Ing. Cesar Cáceres, por la orientación y ayuda que nos brindó para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que nos permitieron aprender un poco más que lo estudiado en el proyecto.

*Luis Roberto Chávez Torres.*

## DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por darme fortaleza y la perseverancia necesaria que ahora dan grandes frutos, pudiendo finalmente cumplir una de mis más grandes metas.

A mis padres por su constante apoyo, dedicación y esfuerzo en cada momento de mi vida, por siempre tener las palabras correctas en el momento indicado y saber guiarme siempre por el camino del bien, por enseñarme que siempre se puede ser mejor y que si te lo propones no hay nada que no puedas lograr.

A mi hermano menor a quien admiro sobre todas las cosas, por su ayuda, paciencia y palabras de aliento en cada duro momento que se me presentó en el desarrollo de este proyecto.

A mis maestros, por compartirme sus conocimientos y consejos que de diferentes maneras siempre fueron parte de este largo camino.

Finalmente, a aquellas personas que siempre creyeron en mí, y no me dejaron caer cuando creí muchas veces que no lo podría lograr, que constantemente me impulsaban a que lo hiciera mejor, este logro es de ustedes también.

*Kerly Stefanía Paladines Samaniego.*

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecemos a Dios, que nos dio la perseverancia para permitirnos culminar este proyecto con nuestro mejor esfuerzo y dedicación.

A nuestros padres y hermanos respectivamente, de ellos recibimos el más grande apoyo, su esfuerzo y palabras de aliento que constantemente nos motivó a no darnos por vencidos y a convencernos que podríamos lograrlo.

A nuestro Tutor el Ing. César Antonio Cáceres Galán, por compartir sus conocimientos con nosotros, por sus consejos y guiarnos durante este largo camino a nuestro éxito.

A nuestros queridos amigos, por siempre apoyarnos en buenos, malos y estresantes momentos durante este proceso y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera hicieron esto posible.

*Luis Roberto Chávez Torres.*

*Kerly Stefanía Paladines Samaniego.*

## RESUMEN

**Tema:** REPOTENCIACIÓN DE MÓDULOS DIDÁCTICOS DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y SCADA CON UN SISTEMA DE CONTROL PROGRAMABLE MEDIANTE MINI PLC LOGO Y VARIADOR DE VELOCIDAD

**Autores:** Kerly S. Paladines S., Luis R. Chávez T.

**Director del Proyecto de Titulación:** Ing. César Antonio Cáceres Galán

**Palabras Claves:** LOGO, Módulos didácticos, Motores, Prácticas, Variador de velocidad.

El presente proyecto de titulación “REPOTENCIACIÓN DE MÓDULOS DIDÁCTICOS DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y SCADA CON UN SISTEMA DE CONTROL PROGRAMABLE MEDIANTE MINI PLC LOGO Y VARIADOR DE VELOCIDAD” tiene como finalidad el implementar 3 módulos con elementos de control y fuerza, así como desarrollar un programa de prácticas mediante el uso de los Módulos Didácticos existentes rotulados con el indicativo; C-H 1, C-H 2 y C-H 3 del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA de la Universidad Politécnica Salesiana, con el uso de los elementos que poseen estos módulos con prácticas reales se consolidarán y potencializarán los conocimientos teóricos adquiridos.

Los beneficiarios de este proyecto se podrán familiarizar con los diferentes tipos de arranques de motores, tanto de manera directa, como de forma manual o automática, con diferentes tipos de conexiones, usando el Variador de velocidad y Mini PLC LOGO a través de su puerto Ethernet, aprovechando la mayor capacidad que brindan estos equipos de tal manera que esta nos permitan combinar la parte Eléctrica y Electrónica de los Módulos Didácticos existentes con los propuestos en nuestro proyecto.

## **ABSTRACT**

**Topic:** RECONDITIONING DIDACTIC MODULES OF INDUSTRIAL NETWORKS AND SCADA LABORATORY WITH PROGRAMMABLE CONTROL SYSTEM THROUGH MINI LOGO PLC AND SPEED VARIATOR

**Authors:** Kerly S. Paladines S., Luis R. Chavez T.

**Project Director:** Ing. César Antonio Galán Cáceres

**Keywords:** Didactic modules, Engines, LOGO, Practices, Speed variator.

This degree project "Reconditioning didactic Modules of Industrial Networks and SCADA Laboratory with programmable control system through Mini LOGO PLC and Speed Variator" has the purpose to implement 3 modules with control and force elements, as well as to develop a practices program through the use of Didactic Modules existing labeled with the indicative; C-H 1, C-H 2 y C-H 3 of Industrial Networks and SCADA Laboratory at Universidad Politécnica Salesiana, with the use of elements that have these modules with real practices will consolidate and enhance the theoretical knowledge acquired.

The beneficiaries of this project will be able to familiarize with the different types of starter motors, whether directly, manually or automatically, with different types of connections, using the, speed variator and Mini PLC LOGO through its Ethernet port, taking advantage of the greater capacity that these equipments offer in such a way that this allows us to combine the Electrical and Electronics part of the existing Didactic Modules with those proposed in our project.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	II
CESION DE DERECHOS DE AUTOR .....	III
DEDICATORIA .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1. EL PROBLEMA.....	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 TEMPORAL:.....	3
1.3.2. ESPACIAL:.....	3
1.3.3. ACADÉMICA: .....	3
1.4 RESUMEN DE LA PROPUESTA.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	7
1.5.1. GENERAL:.....	7
1.5.2. ESPECÍFICOS:.....	7
1.6 BENEFICIARIO.....	8
1.7 HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	9

1.7.1. HIPÓTESIS.....	9
1.7.2. VARIABLES.....	9
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 ANTECEDENTES.....	10
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	11
2.2.1. EQUIPOS DE CONTROL.....	11
2.2.1.1. LUZ PILOTO.....	11
2.2.1.2. PULSANTES.....	11
2.2.1.3. BREAKER O DISYUNTOR TERMOMAGNÉTICO.....	13
2.2.1.4. FUSIBLES.....	14
2.2.1.5. CONTACTOR.....	15
2.2.1.6. GUARDAMOTOR.....	16
2.2.1.7. SUPERVISOR DE FASES.....	17
2.2.1.9. TEMPORIZADOR.....	18
2.2.1.10. VARIADOR DE VELOCIDAD.....	19
2.2.1.11. PLC LOGO!.....	26
2.2.1.12. LABVIEW.....	29
2.2.1.13. SERVIDOR OPC.....	31
2.2.1.14. MOTORES TRIFÁSICOS.....	33
2.2.1.15. ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.....	35
2.2.1.16. ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA DE UN MOTOR TRIFÁSICO.....	36
2.2.1.17. ARRANQUE ESTRELLA - DELTA DE UN MOTOR TRIFÁSICO.....	37
CAPÍTULO III.....	40
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	40

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS DIDÁCTICOS.....	40
3.1 DISEÑO FÍSICO DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS.....	40
3.2 DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO.....	44
3.3 DISTRIBUCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL Y FUERZA. ....	47
3.4 ALIMENTACIÓN DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS.....	50
CAPÍTULO IV.....	52
DESARROLLO DE PROGRAMA DE PRÁCTICAS PROPUESTAS.....	52
PRÁCTICA 1: Arranque directo de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales (Guardamotor + Contactor). ....	52
PRÁCTICA 2: Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales.....	62
PRÁCTICA 3: Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta.....	73
PRÁCTICA 4: Arranque y parada de Motor Trifásico mediante aplicación de Variador de Velocidad y la utilización de sus diferentes parametrizaciones.	86
PRÁCTICA 5: Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.	97
PRÁCTICA 6: Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta....	110
PRÁCTICA 7: Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Serie – Triángulo Serie de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.....	125
PRÁCTICA 8: Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta. ....	138

PRÁCTICA 9: Arranque directo de tres Motores Trifásicos en secuencia parametrizada mediante control convencional controlado por Mini PLC LOGO. ....	153
PRÁCTICA 10: Simulación de un sistema SCADA para Arranque de Motores Trifásicos. ....	166
3.8. SERVIDOR OPC. ....	173
CONCLUSIONES. ....	184
RECOMENDACIONES. ....	185
BIBLIOGRAFÍA. ....	186
ANEXOS. ....	191

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Luces Piloto. ....	11
<b>Figura 2:</b> Tipos de Pulsantes .....	12
<b>Figura 3:</b> Funcionamiento de un Pulsante .....	12
<b>Figura 4:</b> Disyuntor Termomagnético vista física y funcionamiento interno. 13	
<b>Figura 5:</b> Tipos de Fusible y sus partes. ....	14
<b>Figura 6:</b> Contactor de 3 Polos .....	15
<b>Figura 7:</b> Guardamotor Trifásico. ....	16
<b>Figura 8:</b> Supervisor de Fase Trifásico. ....	17
<b>Figura 9:</b> Temporizador Eléctrico. ....	18
<b>Figura 10:</b> Funcionamiento de un Variador de Velocidad. ....	20
<b>Figura 11:</b> Bornes del Variador de Velocidad SINAMICS G110 .....	20
<b>Figura 12:</b> Conexiones de la variante analógica. ....	22
<b>Figura 13:</b> BOP (Opcional) y sus botones.....	22
<b>Figura 14:</b> LED de SINAMIC G110 .....	25
<b>Figura 15:</b> Variador de Velocidad SINAMICS G110.....	25
<b>Figura 16:</b> LOGO! 230RCE .....	27
<b>Figura 17:</b> Conexión entre PC y LOGO! .....	28
<b>Figura 18:</b> Diagrama de BLOques de LabVIEW. ....	29
<b>Figura 19:</b> Panel Frontal de LabVIEW. ....	30
<b>Figura 20:</b> Cliente y Servidor OPC.....	32

<b>Figura 21:</b> Motor Eléctrico Trifásico. ....	33
<b>Figura 22:</b> Arranque Directo de Motor Trifásico. ....	35
<b>Figura 23:</b> Curva de arranque a tensión reducida.....	36
<b>Figura 24:</b> Conexión Y - $\Delta$ de un motor de 400/230V a una red de 230V..	37
<b>Figura 25:</b> Conexión Estrella - Delta de un motor. ....	38
<b>Figura 26:</b> Gráfica de Arranque de un Motor en conexión Estrella - Delta..	39
<b>Figura 27:</b> Diseño final del acrílico con la ubicación de las borneras y elementos de control.....	41
<b>Figura 28:</b> Diseño impreso en acrílico azul. ....	42
<b>Figura 29:</b> Acrílico colocado en cada Módulo Didáctico.....	43
<b>Figura 30:</b> Diseño en AutoCAD de los módulos propuestos. ....	44
<b>Figura 31:</b> Diseño en AutoCAD con dimensiones de los módulos propuestos. ....	45
<b>Figura 32:</b> Módulos en su estado inicial, fabricados en Acero Inoxidable...	45
<b>Figura 33:</b> Diseño interno de los módulos.....	46
<b>Figura 34:</b> Diseño interno de los módulos previo al montaje de equipos ....	46
<b>Figura 35:</b> Módulos del proyecto terminados previo a la implementación de los equipos.....	47
<b>Figura 36:</b> Disposición de los equipos dentro del módulo.....	48
<b>Figura 37:</b> Montaje de los elementos de fuerza en una de las caras internas del módulo. ....	49
<b>Figura 38:</b> Montaje de los elementos de control y borneras en una de las caras internas del módulo.....	49

<b>Figura 39:</b> Tomacorriente trifásico que serán utilizados en los módulos.....	50
<b>Figura 40:</b> Toma trifásico implementado en los módulos.....	51
<b>Figura 41:</b> Módulo en uso con conexiones de una de las prácticas propuestas.....	51
<b>Figura 42:</b> Práctica 1 - Diagrama de Fuerza.....	59
<b>Figura 43:</b> Práctica 1 - Diagrama de Control.....	60
<b>Figura 44:</b> Práctica 2 - Diagrama de Fuerza.....	70
<b>Figura 45:</b> Práctica 2 - Diagrama de Control.....	71
<b>Figura 46:</b> Práctica 3B - Diagrama de Fuerza.....	81
<b>Figura 47:</b> Práctica 3B - Diagrama de Fuerza.....	82
<b>Figura 48:</b> Práctica 3A - Diagrama de Control .....	83
<b>Figura 49:</b> Práctica 3B - Diagrama de Control .....	84
<b>Figura 50:</b> Práctica 4 - Diagrama de Fuerza.....	94
<b>Figura 51:</b> Práctica 4 - Diagrama de Control.....	95
<b>Figura 52:</b> Práctica 5 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8. .....	106
<b>Figura 53:</b> Práctica 5 - Diagrama de Fuerza.....	107
<b>Figura 54:</b> Práctica 5 - Diagrama de Control.....	108
<b>Figura 55:</b> Práctica 6 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8. .....	119
<b>Figura 56:</b> Práctica 6A - Diagrama de Fuerza.....	120
<b>Figura 57:</b> Práctica 6B - Diagrama de Fuerza.....	121
<b>Figura 58:</b> Práctica 6A - Diagrama de Control.....	122

<b>Figura 59:</b> Práctica 6B - Diagrama de Control. ....	123
<b>Figura 60:</b> Práctica 7 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8. .....	134
<b>Figura 61:</b> Práctica 7 - Diagrama de Fuerza. ....	135
<b>Figura 62:</b> Práctica 7 - Diagrama de Control.....	136
<b>Figura 63:</b> Práctica 8 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8. .....	147
<b>Figura 64:</b> Práctica 8A - Diagrama de Fuerza.....	148
<b>Figura 65:</b> Práctica 8B - Diagrama de Fuerza.....	149
<b>Figura 66:</b> Práctica 8A - Diagrama de Control. ....	150
<b>Figura 67:</b> Práctica 8B - Diagrama de Control. ....	151
<b>Figura 68:</b> Práctica 9 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8. .....	162
<b>Figura 69:</b> Práctica 9 - Diagrama de Fuerza. ....	163
<b>Figura 70:</b> Práctica 9 - Diagrama de Control.....	164
<b>Figura 71:</b> Práctica 10 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8. .....	178
<b>Figura 72:</b> Práctica 10 - Diagrama de Fuerza. ....	179
<b>Figura 73:</b> Práctica 10 - Diagrama de Control.....	180
<b>Figura 74:</b> Panel frontal en LabVIEW de Práctica 10.....	181
<b>Figura 75:</b> Diagrama de bloques en LabVIEW de PRACTICA 10.....	182
<b>Figura 76:</b> Preparación para montaje de equipos en módulos.....	192
<b>Figura 77:</b> Cableado de equipos de fuerza. ....	192

<b>Figura 78:</b> Placas de contrapuerta pintadas listas para ser montadas.....	193
<b>Figura 79:</b> Cableado de equipos de Control .....	193
<b>Figura 80:</b> Prueba y ubicación de borneras. ....	194
<b>Figura 81:</b> Plantilla para diseño de acrílico con perforaciones. ....	194
<b>Figura 82:</b> Acrílico listo para montase en contrapuerta.....	195
<b>Figura 83:</b> Módulo listo para ser usado.....	195
<b>Figura 84:</b> Comandos de parametrización del Variador de Velocidad. ....	200

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Bornes del Variador de Velocidad SINAMICS G110 .....	21
<b>Tabla 2:</b> Ajustes de Fábrica SINAMICS G110.....	21
<b>Tabla 3:</b> Botones y su funcionamiento SINAMICS G110 .....	24
<b>Tabla 4:</b> Fallos y Alarmas de SINAMICS G110 .....	24
<b>Tabla 5:</b> Indicador de estado LED de SINAMICS G110.....	25

## INTRODUCCIÓN

Este Proyecto de Titulación tiene como finalidad diseñar e implementar un programa de prácticas adicionales, para aprovechar en su totalidad la capacidad que poseen los Módulos existentes C–H 1, C–H 2 y C–H 3 en el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, complementando de manera práctica los conocimientos de los beneficiarios de este proyecto, con sus múltiples aplicaciones dentro de los procesos de enseñanza de las diferentes asignaturas a las que puedan ser destinados, siendo estos los campo de: Automatización Industrial, SCADA, entre otros.

Para la optimización de dicho Proyecto, entre el uso de los equipos y el aprendizaje de los estudiantes, se conjuga el uso de todas las herramientas teóricas necesarias impartidas en el salón de estudios con los diferentes equipos que contienen los módulos, entre ellos Variadores de Velocidad y la Programación del Mini PLC LOGO; la combinación de estas dos metodologías de aprendizaje, promueven el buen entendimiento en los estudiantes e impulsa la iniciativa en cada uno de ellos, siendo partícipes para la implementación de nuevas propuestas de mejoras contiguas en el plan estudiantil, al mismo tiempo sus conocimientos se verán enriquecidos en las diferentes asignaturas que forman parte de la malla curricular de la carrera.

Cada uno de los módulos ha sido repotenciado con equipos de última tecnología y de fácil manipulación, de esta manera los estudiantes pueden sin problema alguno realizar sus prácticas de manera segura y sin complicaciones, integrando la tecnología de los módulos existentes con cualquier otro equipo dentro del laboratorio que sea necesario.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1. EL PROBLEMA.**

##### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Debido al continuo crecimiento en las Carreras de Ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana, es necesario contar con los suficientes elementos pedagógicos que permitan, faciliten y optimicen el aprendizaje de sus estudiantes.

Actualmente el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA cuenta con varios Módulos Didácticos que permiten realizar prácticas destinadas al arranque de motores trifásicos, sin embargo existen tres módulos que actualmente cuentan con una limitada capacidad para generar arranques de motores trifásicos tipo convencionales

##### **1.2 JUSTIFICACIÓN.**

El presente tema tiene por justificación el complementar los conocimientos teóricos con los prácticos para los estudiantes que cursan las asignaturas de Instalaciones Industriales, Automatización Industrial I, Automatización Industrial II, Informática Industrial y Seminarios profesionales de Automatización de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, todo ello en la parte experimental académica con la implementación del Manual de Prácticas para los módulos existentes; C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de tesis Huiracocha – Cevallos) del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, como lo son arranque de motores de forma secuencial en sus distintas formas de conexión, entre otros múltiples usos, que serán elaboradas como parte del desarrollo de la materia hacia los estudiantes, con la colaboración del docente encargado de la misma, teniendo como objetivo el consolidar y complementar los conocimientos, familiarizándolos con todos los equipos que poseen. El estudiante podrá desenvolverse no solo académicamente, sino también en el campo laboral.

### **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

El presente proyecto aplica al Diseño de Sistemas de Control Industrial, desarrollo e implementación de 10 prácticas para los Módulos existentes en el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA rotulados con el indicativo; C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de Tesis Huiracocha – Cevallos), las mismas que serán repotenciadas utilizando en el control de motores trifásicos mediante el Mini PLC LOGO y Variador de Velocidad además de los equipos de control y fuerza convencionalmente utilizados, generando el nuevo programa de prácticas respectivo junto a la implementación de un nuevo módulo que complemente el objeto de este proyecto.

#### **1.3.1 TEMPORAL:**

Se plantea implementar este proyecto en el periodo de Febrero a Agosto del 2017 según cronograma adjunto en el documento, optimizando tiempo y recursos para la elaboración del mismo.

#### **1.3.2. ESPACIAL:**

El proyecto se lo desarrollará en el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, específicamente en los Módulos Didácticos rotulados con el indicativo; C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de Tesis Huiracocha - Cevallos), que se encuentran ubicados en el segundo piso, Aula B-309 del Bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, en la Av. Domingo Comín y callejón Chambers.

#### **1.3.3. ACADÉMICA:**

Para este proyecto se emplearán conocimientos adquiridos de las asignaturas de:

- ✓ Instalaciones Industriales.
- ✓ Automatización Industrial I y II.
- ✓ Maquinarias Eléctricas I y II.

## **1.4 RESUMEN DE LA PROPUESTA.**

El presente proyecto tiene como objetivo primordial el desarrollar un programa de prácticas mediante el uso de los Módulos Didácticos existentes rotulados con el indicativo; C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de Tesis Huiracocha - Cevallos) del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA y la implementación de tres nuevos módulos con elementos de fuerza necesarios, mediante los cuales, el estudiante podrá potencializar y consolidar sus conocimientos teóricos haciendo uso de los elementos que poseen estos módulos con prácticas reales.

Por esta razón el programa de prácticas que se desarrollará contendrá el tutorial para la implementación de prácticas en las que el estudiante podrá realizar; arranques de motores trifásicos, de manera directa, de forma manual o automática, con diferentes tipos de conexiones, usando el Variador de Velocidad y Mini PLC LOGO junto al uso de los 3 nuevos módulos adicionales, de tal manera que esta nos permitan combinar la parte Eléctrica y Electrónica de los Módulos Didácticos ya existentes; con esto los estudiantes notarán que existen muchas maneras de lograr la eficiencia energética mediante la implementación de cada uno de los elementos disponibles en los módulos, incentivándolos a desarrollar nuevas propuestas, pueden ser puestas en operación sin dificultad alguna bajo la tutoría de un docente técnico.

Las prácticas a desarrollarse en el presente Proyecto de Tesis consisten en la aplicación de los diferentes métodos de arranque para un motor trifásico de 0.5 HP / 220 V, complementado por un análisis de los parámetros eléctricos del motor, permitiendo establecer diferencias y conclusiones entre los métodos de arranques propuestos, siendo estas las siguientes:

### **1. Arranque directo de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales (Guardamotor + Contactor).**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza, control y mando, utilizando los equipos instalados en el nuevo módulo didáctico para esta aplicación.

**2. Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales.**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza, control y mando, complementados por la adquisición de equipos adicionales a los instalados en el nuevo módulo didáctico (Guardamotors, Contactores, Bloques Auxiliares y Caja de conexión Remota).

**3. Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales utilizando la conexión de bobinados tipo:**

**3.1. Estrella – Estrella**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza, control y mando, complementados por la adquisición de equipos adicionales a los instalados en el nuevo módulo didáctico (Guardamotors, Contactores, Bloques Auxiliares y Caja de conexión Remota).

**4. Arranque y parada de Motor Trifásico mediante aplicación de Variador de Velocidad y la utilización de sus diferentes parametrizaciones.**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza, control y mando, utilizando los equipos instalados en el nuevo módulo didáctico y la parametrización del variador para esta aplicación.

**5. Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza y la programación del Mini PLC LOGO, utilizando los equipos instalados

en el nuevo módulo didáctico más los equipos adicionales mencionados en las prácticas anteriores para esta aplicación.

**6. Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo**

**6.1. Estrella – Estrella**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza y la programación del Mini PLC LOGO, utilizando los equipos instalados en el nuevo módulo didáctico más los equipos adicionales mencionados en las prácticas anteriores para esta aplicación.

**7. Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza y la programación del Mini PLC LOGO, utilizando los equipos instalados en el nuevo módulo didáctico más los equipos adicionales mencionados en las prácticas anteriores para esta aplicación.

**8. Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo.**

**8.1. Estrella – Estrella**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza y la programación del Mini PLC LOGO, control y mando, utilizando los equipos instalados en el nuevo módulo didáctico más los equipos adicionales mencionados en las prácticas anteriores para esta aplicación.

## **9. Arranque directo de tres Motores Trifásicos en secuencia parametrizada mediante control convencional controlado por Mini PLC LOGO**

En la presente práctica se genera la ingeniería en los diseños de fuerza, control, mando y la programación del Mini PLC LOGO utilizando los equipos instalados en el nuevo módulo didáctico más los equipos adicionales mencionados en las prácticas anteriores para esta aplicación.

## **10. Simulación de un sistema SCADA para Arranque de Motores Trifásicos.**

En la presente práctica se realizará la simulación de un Sistema SCADA para el arranque de un motor trifásico con la programación del Mini PLC LOGO, en conjunto de la herramienta de programación gráfica LabView.

### **1.5 OBJETIVOS**

#### **1.5.1. GENERAL:**

Repotenciar los módulos didácticos existentes con la implementación de tres nuevos Módulos con elementos de fuerza y un nuevo programa de prácticas para arranque de motores trifásicos, basados en la complementación del equipo didáctico del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA con un sistema de control programable mediante la aplicación del Mini PLC LOGO y Variador de Velocidad de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

#### **1.5.2. ESPECÍFICOS:**

- ✓ Analizar los conocimientos de programación requeridos por los actuales módulos C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de Tesis Huir acocha – Cevallos) del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA para establecer los equipos complementarios tanto en software como en hardware necesarios para su optimización.

- ✓ Determinar la lógica cableada de los módulos C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de Tesis Huir acocha – Cevallos) del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA para establecer el nuevo programa de prácticas en una lógica programable.
- ✓ Realizar un montaje completo de los equipos complementarios para repotenciar los módulos C-H 1, C-H 2 y C-H 3 (Proyecto de Tesis Huiracocha – Cevallos) con el sistema de control programable (lógica programada), para el control de motores usando Variador de Velocidad
- ✓ Optimizar el aprendizaje teórico y práctico de los elementos eléctricos, electrónicos, de las prácticas de laboratorios de Redes Industriales y SCADA.
- ✓ Diseñar e implementar un nuevo Módulo con elementos de fuerza para complementar el uso de los módulos existentes C-H 1, C-H 2 y C-H 3.
- ✓ Diseñar el sistema de control de la maqueta principal de los módulos mediante el Mini PLC Logo y establecer las prácticas necesarias.
- ✓ Establecer diferencias y conclusiones entre los métodos de arranque propuestos.

## **1.6 BENEFICIARIO**

Los beneficiarios de este proyecto serán aquellos estudiantes que cursen las asignaturas de Instalaciones Industriales, Automatización Industrial I, Automatización Industrial II, y Seminarios Profesionales dirigidos a la parte Industrial que ofrece la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, a fin de poder realizar prácticas experimentales de procesos de control de motores eléctricos con el uso de equipos como el variador de velocidad así como también del mini PLC LOGO!, todo esto para mejorar el aprendizaje de los estudiantes sobre el respectivo funcionamiento de cada uno de los elementos implementados en los módulos de este proyecto, tanto en lo teórico como en lo práctico, así mismo en el campo eléctrico como electrónico, los estudiantes tendrán la oportunidad de mantenerse actualizados con nuevos métodos y soluciones en los que podrán aportar

continuamente desarrollando su capacidad de resolución de problemas que podrán encontrarse en circunstancias reales en diferentes áreas de trabajo.

## **1.7 HIPÓTESIS Y VARIABLES.**

### **1.7.1. HIPÓTESIS**

El programa de prácticas para arranque de motores basados en la complementación del equipo didáctico del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA con un sistema de control programable mediante Mini PLC LOGO y Variador de Velocidad optimizará el nivel teórico y práctico de los estudiantes de las áreas de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana.

### **1.7.2. VARIABLES**

- ✓ Tensión (Voltios).
- ✓ Resistencia (Ohmios).
- ✓ Intensidad (Amperios).
- ✓ Entradas del Mini PLC.
- ✓ Salidas del Mini PLC.
- ✓ Entradas del Variador de Velocidad.
- ✓ Salidas del Variador de Velocidad.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO.**

#### **2. MARCO TEÓRICO**

##### **2.1 ANTECEDENTES.**

La Universidad Politécnica Salesiana en su afán por enriquecer los conocimientos de sus estudiantes, cuenta con laboratorios de alta categoría designados para cada una de las asignaturas en las que se contemple es necesario llevar casos prácticos que suelen suceder en el campo Laboral.

Los Módulos didácticos C-H 1, C-H 2 y C-H 3, cuentan con elementos importantes como lo son; mini PLCs LOGO y Variadores de Velocidad para aplicarlos a los distintos arranques de motores. Estos recursos permitirán ampliar la gama de prácticas reales en las que se pueden involucrar los estudiantes e incursionar con ideas propias, que permitirán complementar lo teórico con lo práctico, en el automatismo industrial.

Al momento de diseñar e implementar un nuevo módulo con el que se repotenciará los módulos existentes en el Laboratorio de Instalaciones industriales y SCADA es importante tener en cuenta diferentes factores que deben preverse al momento de implementar cada práctica en la que cada estudiante se desempeñará

Con frecuencia se suelen omitir ciertos equipos que dan seguridad al usuario y a los elementos en general, es ahí donde también se presentan limitantes que producirían condiciones anormales de funcionamiento.

A continuación se detallan los equipos de Control que serán utilizados en la implementación de los nuevos módulos para la repotenciación de los módulos existentes C-H 1, C-H 2 y C-H 3, con la finalidad de conocer teóricamente la función de cada uno de estos elementos en su trabajo habitual, se considera que esto es de gran importancia ya que podemos evitar errores en el área de trabajo en el momento de la instalación de los mismos.

## **2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.**

### **2.2.1. EQUIPOS DE CONTROL.**

#### **2.2.1.1. LUZ PILOTO.**

Una luz piloto indica la existencia de una condición normal de un sistema o de un dispositivo. (Páez Rivera).

Es una luz que indica cual número o condiciones normales de un sistema o dispositivo existe. Una luz piloto es también conocida como una luz monitor o de monitor. (Academia, 2010)



**Figura 1:** Luces Piloto.

**Fuente:** (IPS Ingeniería Proyectos y Servicios, 2013).

#### **2.2.1.2. PULSANTES.**

Los botones pulsadores, son interruptores que al ser accionados de forma manual cambian de estado y al soltarlo regresan a su estado inicial.

Los botones pulsadores normalmente cerrados, interrumpen el paso de la corriente eléctrica al ser operados y se utilizan para “parar” maquinaria. La numeración del fabricante de las terminales de los botones pulsadores normalmente cerrado son los números 1 y 2, y el color del operador utilizado es el color “rojo”

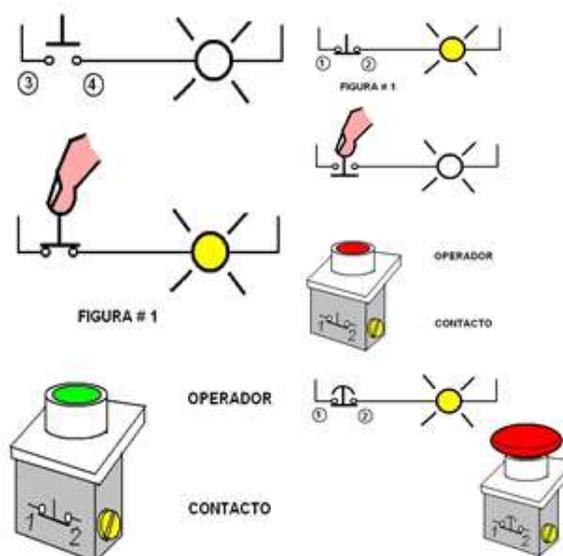
Los botones para paro de emergencia, suelen tener el operador más grande “cabeza de hongo”.

Los botones pulsadores normalmente abiertos, permiten el paso de la corriente eléctrica al ser operados y se utilizan para “poner en funcionamiento” la maquinaria. La numeración del fabricante de las terminales de los botones pulsadores normalmente abiertos son los números 3 y 4, y el color del operador utilizado es el color “verde”. (Botones Pulsadores, 2011)



**Figura 2:** Tipos de Pulsantes

**Fuente:** (INDUTECH Electrónica y Electricidad, 2009)



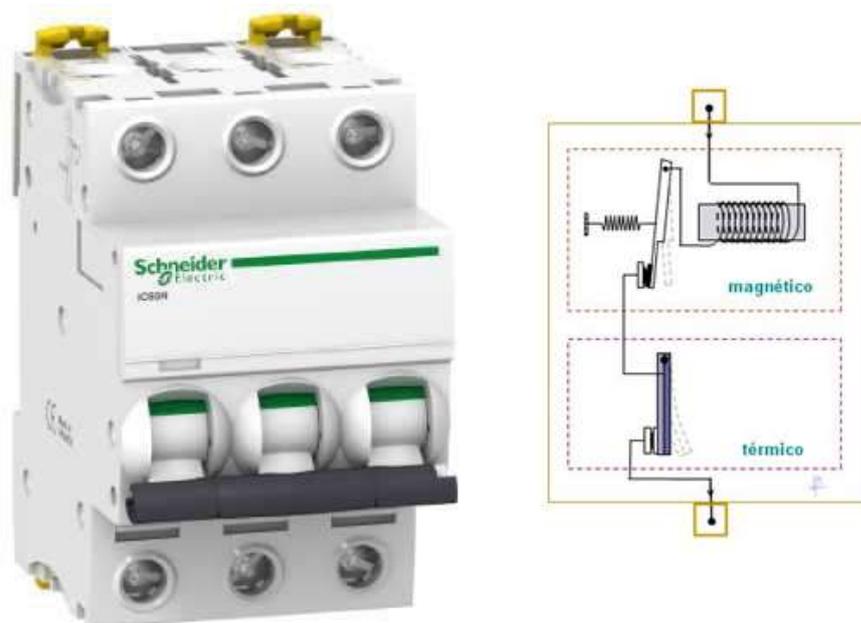
**Figura 3:** Funcionamiento de un Pulsante

**Fuente:** (Caparoman, 2011)

### 2.2.1.3. BREAKER O DISYUNTOR TERMOMAGNÉTICO.

Un interruptor termomagnético, o disyuntor termomagnético, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad  $I$  que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magneto térmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. (Interruptores Termomagnéticos (Instalaciones Electricas)., 2011).



**Figura 4:** Disyuntor Termomagnético vista física y funcionamiento interno.

**Fuente:** (Kessler, 2013).

#### 2.2.1.4. FUSIBLES.

El fusible es un componente de seguridad utilizado para prevenir daños por exceso de corriente eléctrica en un circuito eléctrico, o para la protección general de equipos eléctricos o electrónicos y redes eléctricas.

Está compuesto esencialmente por un conductor fino que se deshace a una determinada temperatura y diseñado para que pueda colocarse fácilmente en el circuito eléctrico. Si la corriente del circuito excede un valor predeterminado, el conductor fusible se derrite y se rompe o abre el circuito eléctrico. (EcuRed, 2014)

El principio de operación de los fusibles se podría decir que es el mismo con algunas pequeñas variantes, también existen diferencias desde el punto de vista constructivo. Estas diferencias se presentan principalmente, dependiendo, de si se trata de fusibles en baja o en alta tensión para las aplicaciones residenciales o industriales. (Enríquez Harper, 2004)



**Figura 5:** Tipos de Fusible y sus partes.

**Fuente:** (Orozco , 2010)

### 2.2.1.5. CONTACTOR.

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. (Molina, 2007)

#### Clasificación

- ✓ Contactores electromagnéticos.
- ✓ Contactores electromecánicos.
- ✓ Contactores neumáticos.
- ✓ Contactores hidráulicos.

Los contactores son conmutadores accionados electro-magnéticamente. Se componen de una bobina de excitación con núcleo de hierro, una armadura móvil y unos varios contactos. Cuando pasa corriente por la bobina de excitación, la armadura móvil es atraída y acciona los contactos a través de las piezas intermedias aislantes. (Bastian, Eichler, Huber, Jaufmann, & Tkotz, 1996)



**Figura 6:** Contactor de 3 Polos

**Fuente:** (PLC Markt, 2012)

### 2.2.1.6. GUARDAMOTOR.

Son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente todos los polos de un motor, al mismo tiempo que se le protege contra la destrucción por fallo del arranque, sobrecarga, disminución de la tensión de la red y avería de un conductor en redes trifásicas.

Las características principales de los guardamotores, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo.

Disponen de un mecanismo de disparo térmico para proteger el devanado del motor (protección contra sobrecarga) y, generalmente, de un mecanismo de disparo electromagnético (protección contra corto-circuito). Como todos los interruptores de protección, tienen un mecanismo de desenganchable permanente.

El mecanismo de disparo térmico del guardamotor se ajusta a la corriente nominal del motor. Los guardamotores que protegen contra sobrecarga al motor, y contra cortocircuito y sobrecarga a la línea de alimentación y al motor, tienen que estar conectados al principio de la línea de alimentación del motor. (Bastian, Eichler, Huber, Jaufmann, & Tkotz, 1996)



**Figura 7:** Guardamotor Trifásico.

**Fuente:** (GRAMSA, 2014).

### 2.2.1.7. SUPERVISOR DE FASES.

El supervisor de fases es usado para proteger el equipo contra condiciones de alto y bajo voltaje y/o ciclaje rápido del sistema. Un supervisor de voltaje conmuta (cierra/abre) un contacto seco cuando se satisfacen ciertos requerimientos que dependen del modelo del supervisor.

Si el supervisor es del tipo pre ajustado de fábrica y no dispone de ajustes, solo conmutará (cierra/abre) el contacto de salida si:

1. El voltaje de entrada se encuentra dentro del rango prefijado, y
2. Se superó desde el último evento (conexión, reconexión, falla, etc.) el tiempo de temporización establecido. Para el caso de supervisores con ajustes de rango de voltaje y tiempo de temporización, la operación es similar, pero el consumidor dispone de la opción de ajustar estos parámetros a su conveniencia. (Ingeniería Creativa, 2014)



**Figura 8:** Supervisor de Fase Trifásico.

**Fuente:** (SupplyHouse, 2012)

### 2.2.1.9. TEMPORIZADOR.

Un temporizador es un aparato con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de que se ha programado un tiempo.

El elemento fundamental del temporizador es un contador binario, encargado de medir los pulsos suministrados por algún circuito oscilador, con una base de tiempo estable y conocida. El tiempo es determinado por una actividad o proceso que se necesite controlar. (Bricos Mayoreo Electrico en Monterrey, 2012)

Se diferencia del relé, en que los contactos del temporizador no cambian de posición instantáneamente. Podemos clasificar los temporizadores en:

- ✓ *De conexión:* el temporizador recibe tensión y mide un tiempo hasta que libera los contactos
- ✓ *De desconexión:* cuando el temporizador deja de recibir tensión al cabo de un tiempo, libera los contactos



**Figura 9:** Temporizador Eléctrico.

**Fuente:** (Austomatismo Industrial, 2015)

### **2.2.1.10. VARIADOR DE VELOCIDAD.**

El variador de velocidad o variadores de frecuencia es un dispositivo de electrónica de potencia, que como su propio nombre dice, es capaz de modificar la frecuencia en hercios de la alimentación de un motor.

Estos equipos se utilizan con máquinas convencionales, que no necesitan ningún devanado especial. Trabajan entre una frecuencia mínima y una máxima, pudiendo regular en todo el rango con suma facilidad.

Los variadores disponen de un modo de funcionamiento de supervisión que permite observar algunos de los parámetros y magnitudes eléctricas cuando el motor está en marcha. Como: tensión, corriente consumida, tensión de la red de alimentación, etc.

Algunos modelos pueden superar la frecuencia de sincronismo de la red eléctrica de alimentación. Esto hace que los motores funcionen a velocidades supersincrónicas, superiores incluso para las que han sido diseñadas por su número de polos.

#### **Programación de los Variadores de Frecuencia**

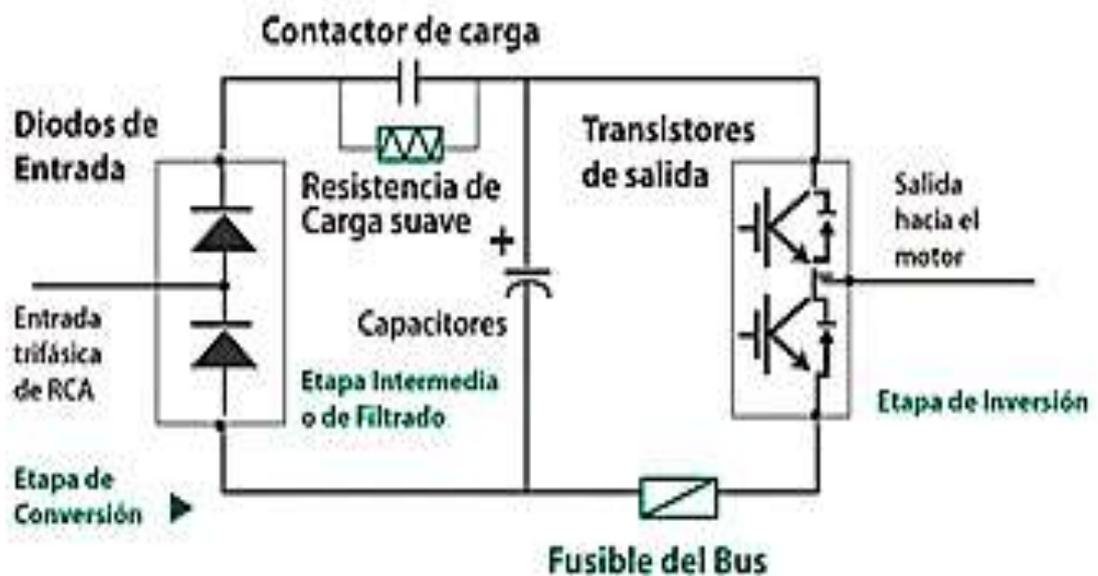
Los variadores de velocidad disponen de un juego de parámetros que es más o menos amplio en función del modelo.

Su programación se puede hacer de diversas formas:

- ✓ Desde un pequeño panel de operación que incorpora el variador.
- ✓ Mediante un terminal de programación externo que se adquiere por separado y permite la programación avanzada.
- ✓ desde un ordenador personal a través de un cable de conexión específico y un software de parametrización. (Martín & García, 2009)

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR's), este voltaje es filtrado por un banco de

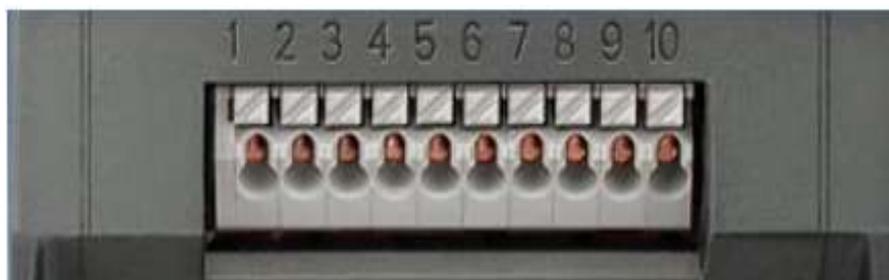
capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal; posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor. (QuimiNet.com, 2011)



**Figura 10:** Funcionamiento de un Variador de Velocidad.

**Fuente:** (QuimiNet.com, 2011)

### Bornes de SINAMICS G110



**Figura 11:** Bornes del Variador de Velocidad SINAMICS G110

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004)

Borne	Significado	Funciones	
1	DOUT -	Salida digital (-)	
2	DOUT +	Salida digital (+)	
3	DIN0	Entrada digital 0	
4	DIN1	Entrada Digital 1	
5	DIN2	Entrada Digital 2	
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA	
7	-	Salida 0V	
	<b>Variante</b>	<b>Analógica</b>	<b>USS</b>
8	-	Salida +10 V	RS485 P+
9	ADC1	Entrada Analógica	RS485 N-
10	-	Salida 0V	

**Tabla 1:** Bornes del Variador de Velocidad SINAMICS G110

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004)

### Ajustes de fábrica específicos para la variante analógica

Entrada / Salida	Bornes	Parámetro	Ajuste por defecto
Fuente de órdenes	3, 4, 5	P0700 = 2	Entrada digital
Fuente de consignas	9	P1000 = 2	Entrada analógica
Entrada digital 0	3	P0701 = 1	ON / OFF1 (I/O)
Entrada digital 1	4	P0702 = 12	Inversión ( )
Entrada digital 2	5	P0703 = 9	Acuse de fallo (Ack)
Tipos de control vía bornes	-	P0727 = 0	Control Siemens estándar

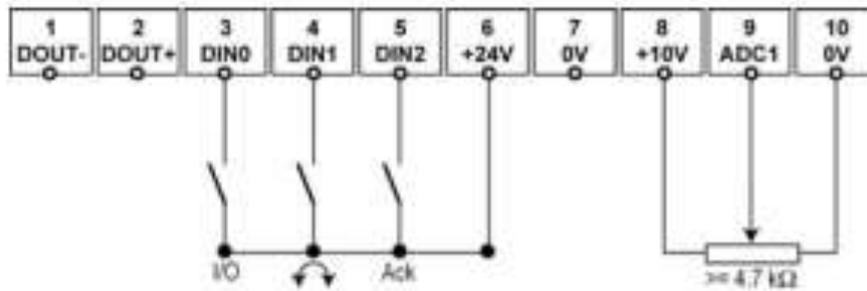
**Tabla 2:** Ajustes de Fábrica SINAMICS G110.

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004).

### Reset a los ajustes de fábrica

Para reponer todos los parámetros a los ajustes de fábrica, se deben ajustar los siguientes parámetros como se indica:

- ✓ Ajuste el P0010=30.
- ✓ Ajuste el P0970=1.



**Figura 12:** Conexiones de la variante analógica.

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004).

### BOP (Opción)

- ✓ Botones y sus funciones en los paneles



**Figura 13:** BOP (Opcional) y sus botones.

**Fuente:** (Automatización, aparatos electricos, componentes electrónicos, 2015).

Panel/ Botón	Función	Efectos
	Indicación de estado	La pantalla de cristal líquido muestra los ajustes actuales del convertidor.
	Marcha	Al pulsar este botón se arranca el convertidor. Por defecto está bloqueado. <b>Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15</b>
	Parada	OFF1 Pulsando este botón se para el motor siguiendo la rampa de deceleración

		<p>seleccionada. <b>Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15</b></p> <p>OFF2 Pulsando el botón dos veces (o una vez prolongada) el motor separa de forma natural (inercia hasta parada). <b>Esta función está constantemente activada</b></p>
	Invertir sentido	<p>Pulsar este botón para cambiar el sentido de giro del motor. El inverso se indica mediante un signo negativo (-) o un punto decimal intermitente. Por defecto está bloqueado. <b>Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15.</b></p>
	Jog motor	<p>Pulsando este botón en estado "listo" el motor arranca y gira a la frecuencia Jog preseleccionada. Pulsando este botón mientras el convertidor no tiene salida hace que el motor arranque y gire a la frecuencia Jog preseleccionada. El motor se detiene cuando se suelta el botón. Pulsar este botón cuando el motor está funcionando carece de efecto.</p>
	<b>Función</b>	<p>Este botón sirve para visualizar información adicional. Funciona pulsándolo y manteniéndolo apretado. Muestra lo siguiente comenzando por cualquier parámetro durante la operación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensión en circuito intermedio (indicado mediante d - unidades en V).</li> <li>2. Frecuencia de salida (Hz)</li> <li>3. Tensión de salida (o - unidades en V).</li> <li>4. El valor seleccionado en P0005. (Si P0005 se ha configurado de tal forma que se muestra uno de los datos indicados arriba (1 - 3), no aparece el valor correspondiente de nuevo).</li> </ol> <p>Cualquier pulsación adicional hace que vuelva a visualizarse la sucesión indicada anteriormente.</p> <p><b>Función de salto</b></p> <p>Pulsando brevemente el botón Fn es posible saltar desde cualquier parámetro (rxxx o Pxxx) a r0000, lo que permite, si se desea,</p>

		<p>modificar otro parámetro. Una vez retornado a r0000, si pulsa el botón <i>FN</i> irá de nuevo a su punto inicial.</p> <p><b>Acusar</b></p> <p>Cuando aparecen mensajes de alarma y error, se pueden acusar, pulsando el botón <i>FN</i>.</p>
	Acceder a parámetros	Pulsando este botón es posible acceder a los parámetros.
	Subir valor	Pulsando este botón se sube el valor visualizado.
	Bajar valor	Pulsando este botón se baja el valor visualizado.

**Tabla 3:** Botones y su funcionamiento SINAMICS G110

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004)

### Fallos y Alarmas

Fallo	Significado	Alarma	Significado
F0001	Sobrecorriente	A0501	Límite corriente
F0002	Sobretensión	A0502	Límite por sobretensión
F0003	Subtensión	A0503	Límite de mínima tensión
F0004	Sobretemperatura convertidor	A0505	I <sup>2</sup> T del convertidor
F0005	Convertidor I <sup>2</sup> T	A0511	Sobretemperatura I <sup>2</sup> t
F0011	Sobretemperatura I <sup>2</sup> T del motor	A0910	Regulador Vdc-max desconectado
F0051	Fallo parámetro EEPROM	A0911	Regulador Vdc-max activo
F0052	Fallo pila de energía	A0920	Los parámetros del ADC no están ajustados adecuadamente
F0060	Timeout del ASIC	A0923	Señales JOG a derechas y JOG a izquierdas activas
F0072	USS (enlace COMM) fallo consigna		
F0085	Fallo externo		

**Tabla 4:** Fallos y Alarmas de SINAMICS G110

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004)



**Figura 14:** LED de SINAMIC G110

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004)

### Visualizaciones y Mensajes

- ✓ Indicadores de estado LED

LED	Significado
No luce	Convertidor apagado / sin tensión
1000 ms ON / 1000 ms OF	Conectado / listo
LED luce permanentemente	Convertidor funcionando
500 ms ON / 200 ms OF	Alarma general
100 ms ON / 100 ms OF	Fallo

**Tabla 5:** Indicador de estado LED de SINAMICS G110.

**Fuente:** (SIEMENS AG , 2004).



**Figura 15:** Variador de Velocidad SINAMICS G110.

**Fuente:** (SIEMENS, 2014).

### **2.2.1.11. PLC LOGO!**

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. El PLC LOGO, es el pequeño gigante de los autómatas para procesos sencillos. Solamente posee 6 entradas digitales (funcionan con 1 lógico= 110Vac y 0 lógico= 0V) y cuenta con 4 salidas de Relé que manejan hasta 8A para corriente alterna y 220Vac. La forma de programación es FUP y además no necesita computadora para su programación. Hay más modelos de LOGO con más entradas y salidas, pero al menos el que se muestra en la figura se puede utilizar en muchas aplicaciones. (SIEMENS LOGO, 2014)

LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO! lleva integrados

- ✓ Control
- ✓ Unidad de mando y visualización con retroiluminación
- ✓ Fuente de alimentación
- ✓ Interfaz para módulos de ampliación
- ✓ Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- ✓ Funciones básicas habituales preprogramadas, p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software
- ✓ Temporizador
- ✓ Marcas digitales y analógicas
- ✓ Entradas y salidas en función del modelo

Con LOGO! se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como la construcción de armarios eléctricos,

máquinas y aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el pre procesamiento de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones (p. ej., ASI), para el control descentralizado “in situ” de máquinas y procesos.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización. (SIEMENS, 2003)



**Figura 16: LOGO! 230RCE**

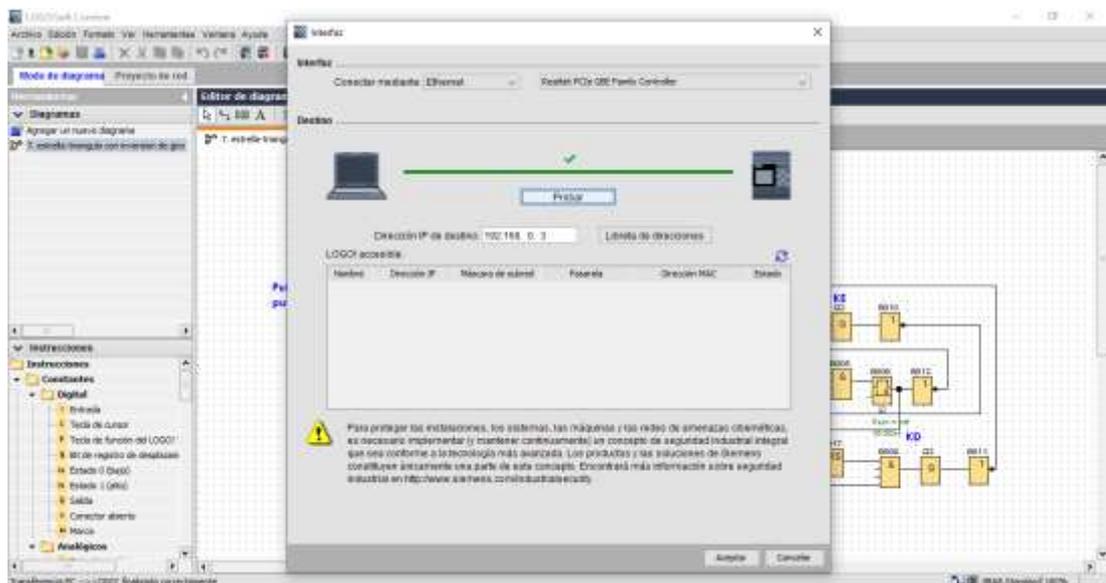
**Fuente: (CONRAD, 2014)**

Mediante el Software del fabricante LOGO! Soft Comfort V8 se tiene la posibilidad de programación y comunicación por medio de Ethernet, esta es una gran ventaja ya que permite el uso de un cable de red común para realizar la configuración y además permite que el LOGO! Se pueda comunicar con otros LOGOs, con paneles HMI y con otros dispositivos por medio de un protocolo ampliamente utilizado. La conexión entre el Software y el LOGO! es bastante sencilla una vez se han hecho las configuraciones

básicas necesarias de direcciones IP, tanto para el LOGO! como para el PC, ambas con máscara de subred 255.255.255.0.

Hecho esto, la tarjeta de red del computador se encuentra configurada y dentro de la misma subred en la que está el LOGO!. Se usa entonces un cable Ethernet para conectar el LOGO! con la tarjeta de red del computador y solo resta ingresar al LOGO! Soft Comfort para hacer la transferencia de la aplicación.

Una vez se ha abierto LOGO! Soft Comfort se ingresa a la ruta Tools -> Transfer -> PC->LOGO



**Figura 17: Conexión entre PC y LOGO!**

**Fuente:** (Los autores, 2017)

Con este procedimiento se logra hacer la conexión entre PC y LOGO!, así como también la descarga exitosa de un programa del LOGO! Soft al LOGO.

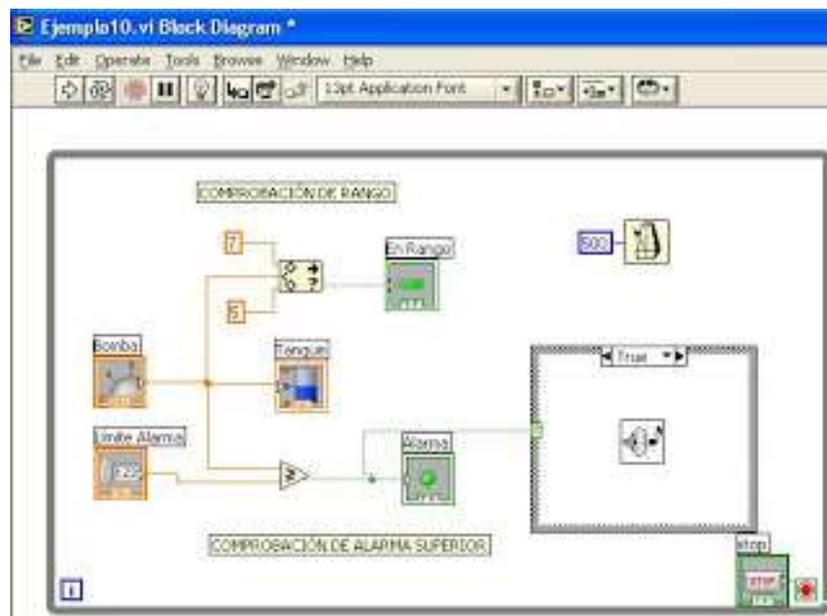
Para la correcta conexión entre el LOGO! Y la PC se deberán verificar en el equipo la máscara, la IP así como la Subred, con la finalidad de poder configurar en los parámetros de Red la IP de manera que cuando el equipo sea enlazado con la PC no presente problemas de interconexión, caso contrario se deberá manipular de acuerdo a lo solicitado por el software del equipo.

### 2.2.1.12. LABVIEW.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en que estos lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

LabVIEW tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, Laboratorios para clases en universidades, procesos de control industrial. LabVIEW es muy utilizado en procesamiento digital de señales (wavelets, FFT, Total Distorsion Harmonic TDH), procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc.

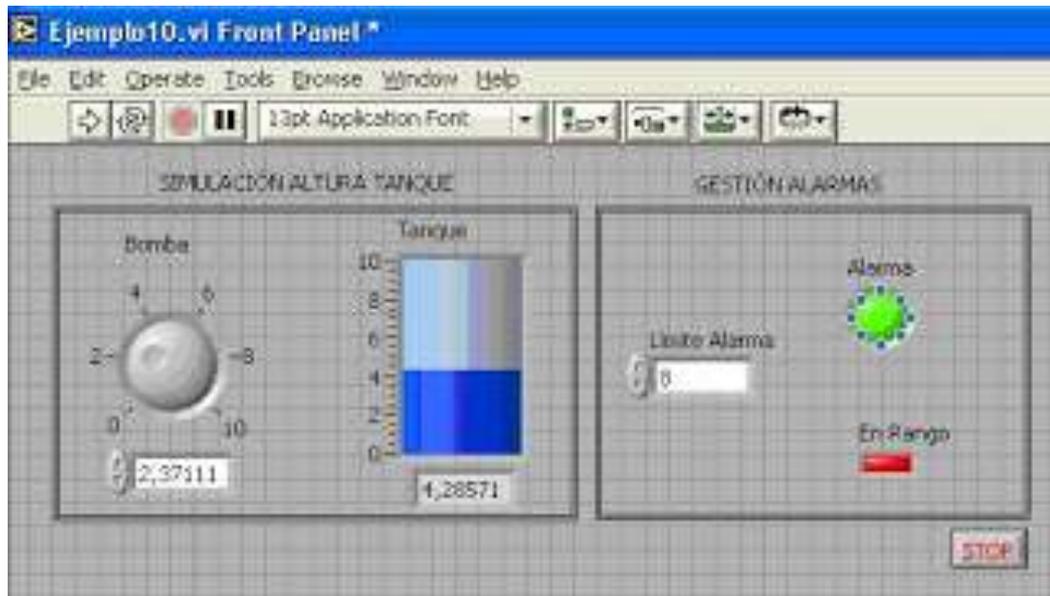
A continuación podemos observar el entorno gráfico que facilita el diseño y programación de la instrumentación virtual.



**Figura 18:** Diagrama de BLoques de LabVIEW.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

**Diagrama de Bloques:** es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa). Suele haber una tercera parte icono/conector que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.



**Figura 19:** Panel Frontal de LabVIEW.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

**Panel Frontal:** es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. En esta interfaz se definen los controles (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc.) e indicadores (los usamos como salidas, pueden ser gráficas, etc.).

En el panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles e indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuarán con la terminal del VI. (National Instruments, 2015)

### 2.2.1.13. SERVIDOR OPC.

Un servidor OPC es una aplicación de software (driver) que cumple con una o más especificaciones definidas por la OPC Foundation. El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos (típicamente PLCs, DCSs, básculas, Modulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.). En una arquitectura Cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el Cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los Clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC.

Existen cuatro tipos de servidores OPC definidos por la OPC Foundation, y son los siguientes:

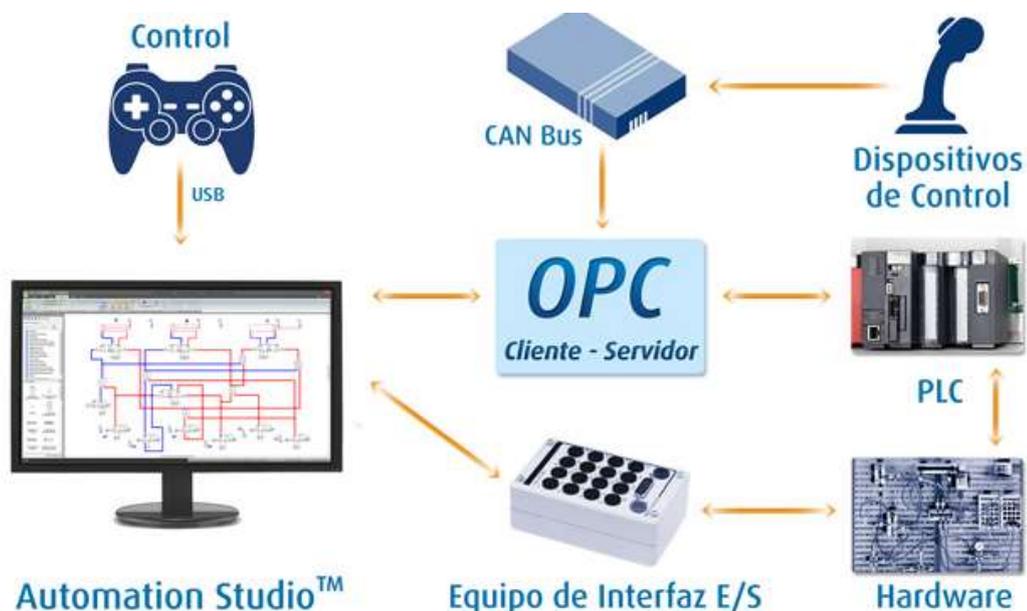
- ✓ Servidor OPC DA – Basado en Spezifikationsbasis: OPC Data Access - especialmente diseñado para la transmisión de datos en tiempo real.
- ✓ Servidor OPC HDA– Basado en la especificación de Acceso a Datos Historizados que provee al Cliente OPC HDA de datos históricos.
- ✓ Servidor OPC A&E Server– Basado en la especificación de Alarmas y Eventos – transfiere Alarmas y Eventos desde el dispositivo hacia el Cliente OPC A&E.
- ✓ Servidor OPC UA – Basado en la especificación de Arquitectura Unificada – basado en el set más nuevo y avanzado de la OPC Foundation, permite a los Servidores OPC trabajar con cualquier tipo de datos. (Matrikon, 2017)

**Protocolos propietarios:** Los fabricantes utilizaban frecuentemente protocolos que permitían a productos de una determinada gama comunicarse entre ellos, pero requerían protocolos personalizados para comunicar con productos de otros fabricantes. Para empeorar las cosas,

distintas gamas de productos del mismo fabricante frecuentemente no eran capaces de comunicar entre sí, necesitando conectores adicionales.

OPC resuelve este problema haciendo innecesario que el cliente de Datos tenga que conocer cómo comunica el servidor de Datos o cómo organiza dichos datos.

**Drivers de comunicación propietarios:** Todas las conexiones punto a punto requerían un protocolo propietario para posibilitar la comunicación entre los extremos específicos. Por ejemplo, si un HMI necesitaba comunicar con un PLC, se requería de un driver en el HMI escrito específicamente para el protocolo utilizado por el PLC. Si los datos de este PLC necesitaban ser registrados además en un histórico de datos, el programa de registro de datos requería su propio driver porque el driver del HMI sólo se podía utilizar para el HMI y no para el software de registro histórico de datos (que necesitaría otro Driver propietario diferente). Si el driver específico para establecer la comunicación entre los dos extremos no estaba previamente desarrollado y disponible, las comunicaciones eran muy difíciles y caras de establecer. (Matrikon OPC, 2010).



**Figura 20:** Cliente y Servidor OPC.

**Fuente:** (Matrikon, 2017)

#### 2.2.1.14. MOTORES TRIFÁSICOS.

Es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que uno monofásico de inducción de la misma potencia, debido a esto su fabricación representa un costo menor.

Los motores eléctricos trifásicos, se fabrican en las más diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos de fuerza (HP), se los construye para prácticamente, todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas.



**Figura 21:** Motor Eléctrico Trifásico.

**Fuente:** (EcuRed, 2013).

#### Partes de un Motor Trifásico

Estos motores constan de tres partes fundamentales, estator, rotor y escudo

- ✓ **El estator:** está constituido por un enchapado de hierro al silicio de forma ranurado, generalmente es introducido a presión dentro de una de la carcasa.

- ✓ **El rotor:** es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.
- ✓ **Los escudos:** por lo general se elaboran de hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes sobre los cuales descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones".

### **Principio de funcionamiento**

Cuando la corriente atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, en el estator se origina un campo magnético que induce corriente en las barras del rotor. Dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, originará un par motor que pondrá en movimiento al rotor. Dicho movimiento es continuo, debido a las variaciones también continuas, de la corriente alterna trifásica.

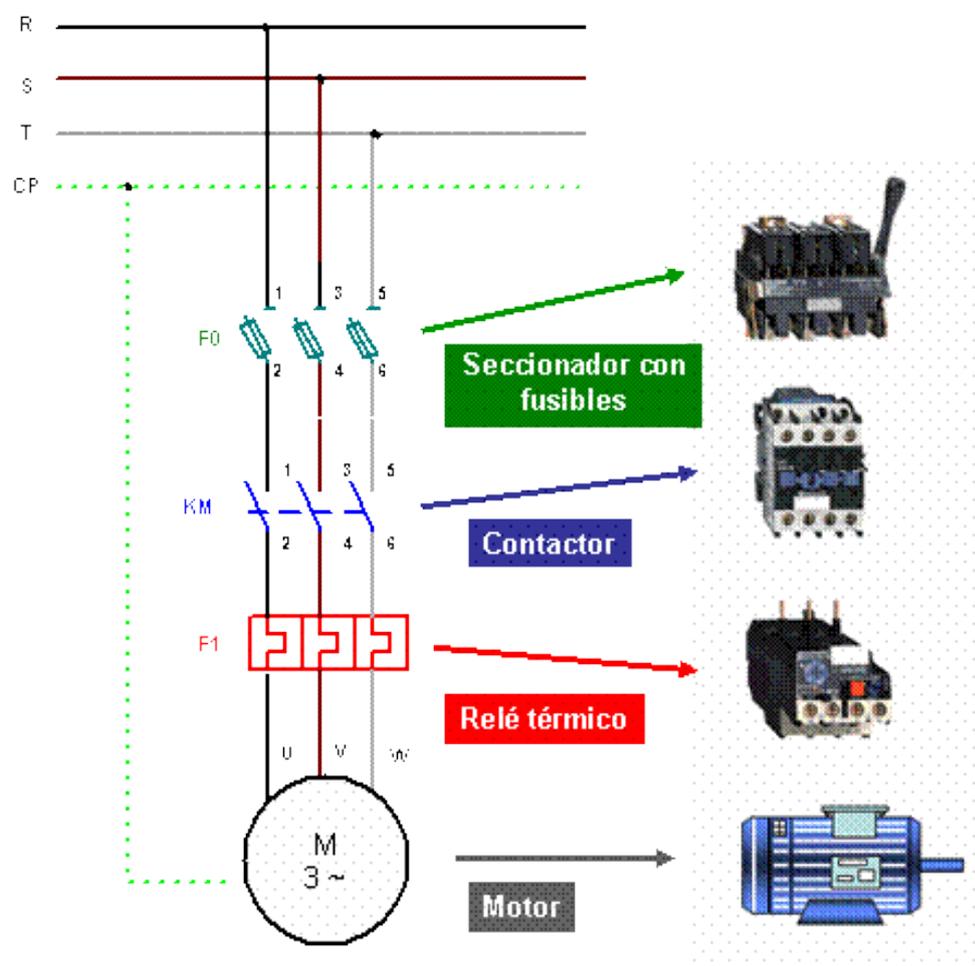
Solo debe hacerse notar que el rotor no puede ir a la misma velocidad que la del campo magnético giratorio. Esto se debe a que a cada momento recibe impulsos del campo, pero al cesar el empuje, el rotor se retrasa. A este fenómeno se le llama deslizamiento. Después de ese momento vendrá un nuevo empuje y un nuevo deslizamiento, y así sucesivamente. De esta manera se comprende que el rotor nunca logre alcanzar la misma velocidad del campo magnético giratorio. Es por lo cual recibe el nombre de asíncrono o asincrónico. El deslizamiento puede ser mayor conforme aumenta la carga del motor y lógicamente, la velocidad se reduce en una proporción mayor.

Si el rotor tiene la misma velocidad de giro que la del campo magnético rotativo, se dice que el motor es síncrono. Si por el contrario, el rotor tiene una velocidad de giro mayor o menor que dicho campo magnético rotativo, el motor es asíncrono de inducción. (EcuRed, 2013)

### 2.2.1.15. ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

Como su propio nombre indica, el motor se conecta directamente a la red de su tensión nominal, y con la conexión adecuada para dicha tensión (estrella o triángulo).

Normalmente el responsable de la conexión entre el motor y la red es un contactor tripolar, gobernado por un circuito de mando o control, que puede ser cableado o programable. Aguas arriba es habitual algún dispositivo de corte para aislar el motor de la red; en este caso es un seccionador. Además de aislar el seccionador incorpora fusibles, para la protección frente a cortocircuitos. (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014)



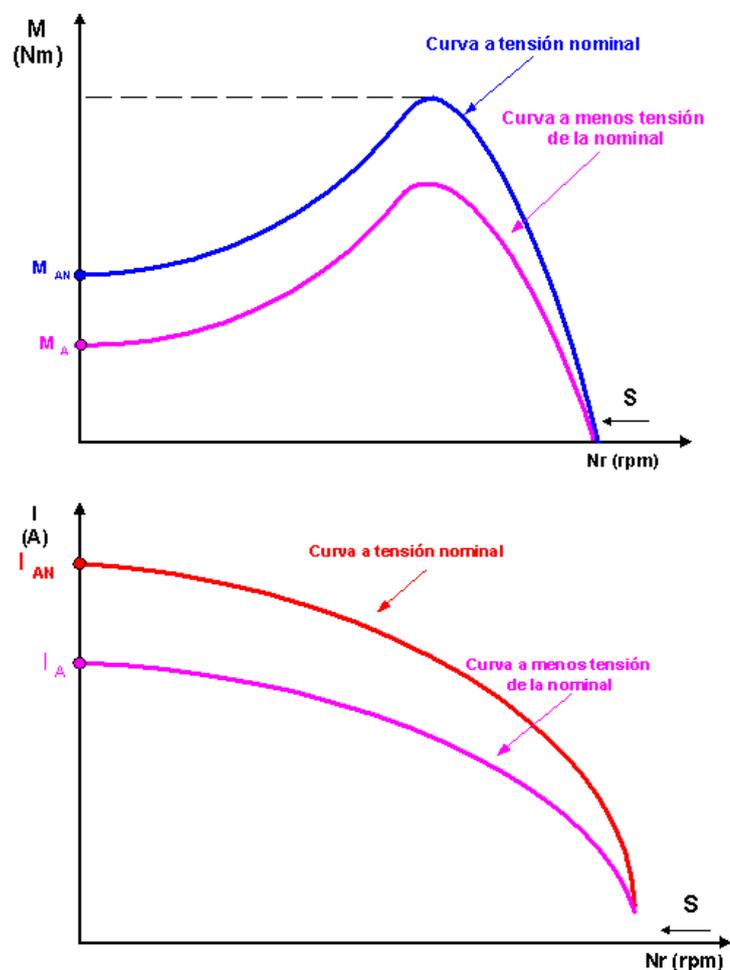
**Figura 22:** Arranque Directo de Motor Trifásico.

**Fuente:** (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014).

### 2.2.1.16. ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

Este método de arranque disminuye el flujo del campo magnético estático y el motor se convierte en un motor más débil. De esta forma se reducen los valores de par y de intensidad, para los mismos valores de velocidad del rotor.

Podemos notar que como se reduce la intensidad en el arranque (punto de velocidad nula); pero que también disminuye el par, con lo cual estos métodos pueden no servir ante cargas de elevado par de arranque (cargas a las que cuesta arrancar).

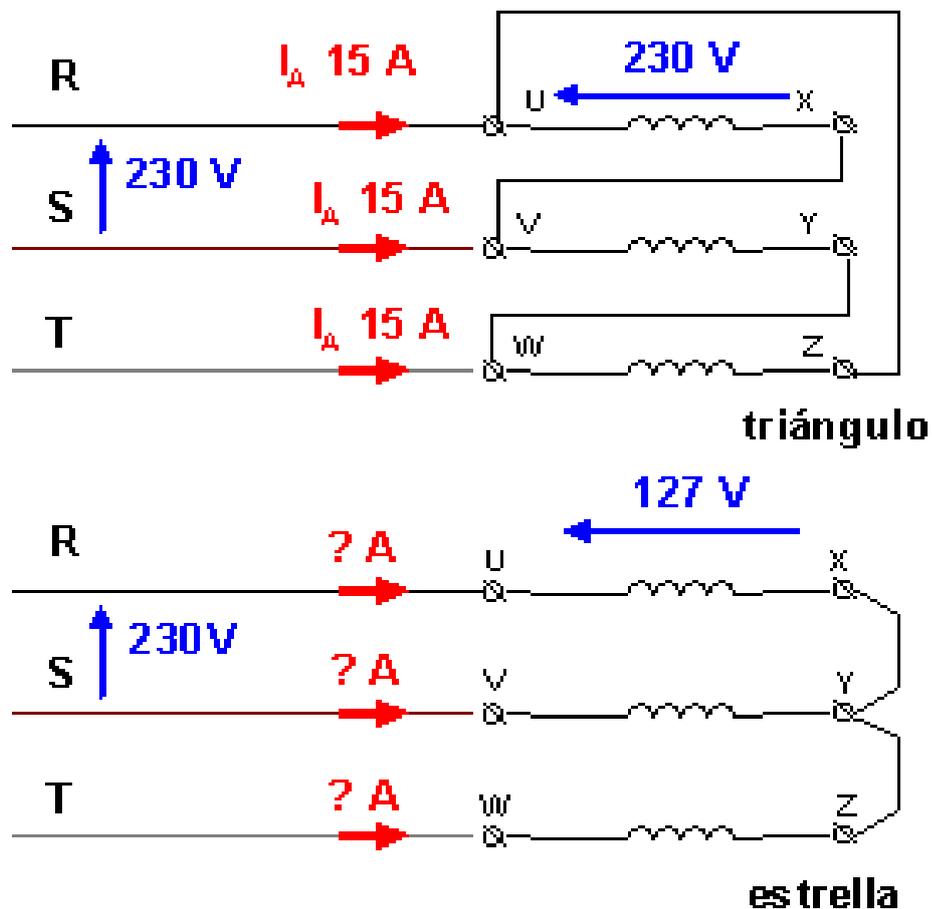


**Figura 23:** Curva de arranque a tensión reducida.

**Fuente:** (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014).

### 2.2.1.17. ARRANQUE ESTRELLA - DELTA DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

Este arranque se basa en conectar el motor en estrella sobre una red donde debe de conectare en triángulo. De esta forma durante el arranque los devanados del estator están a una tensión  $\sqrt{3}$  veces inferior a la nominal.



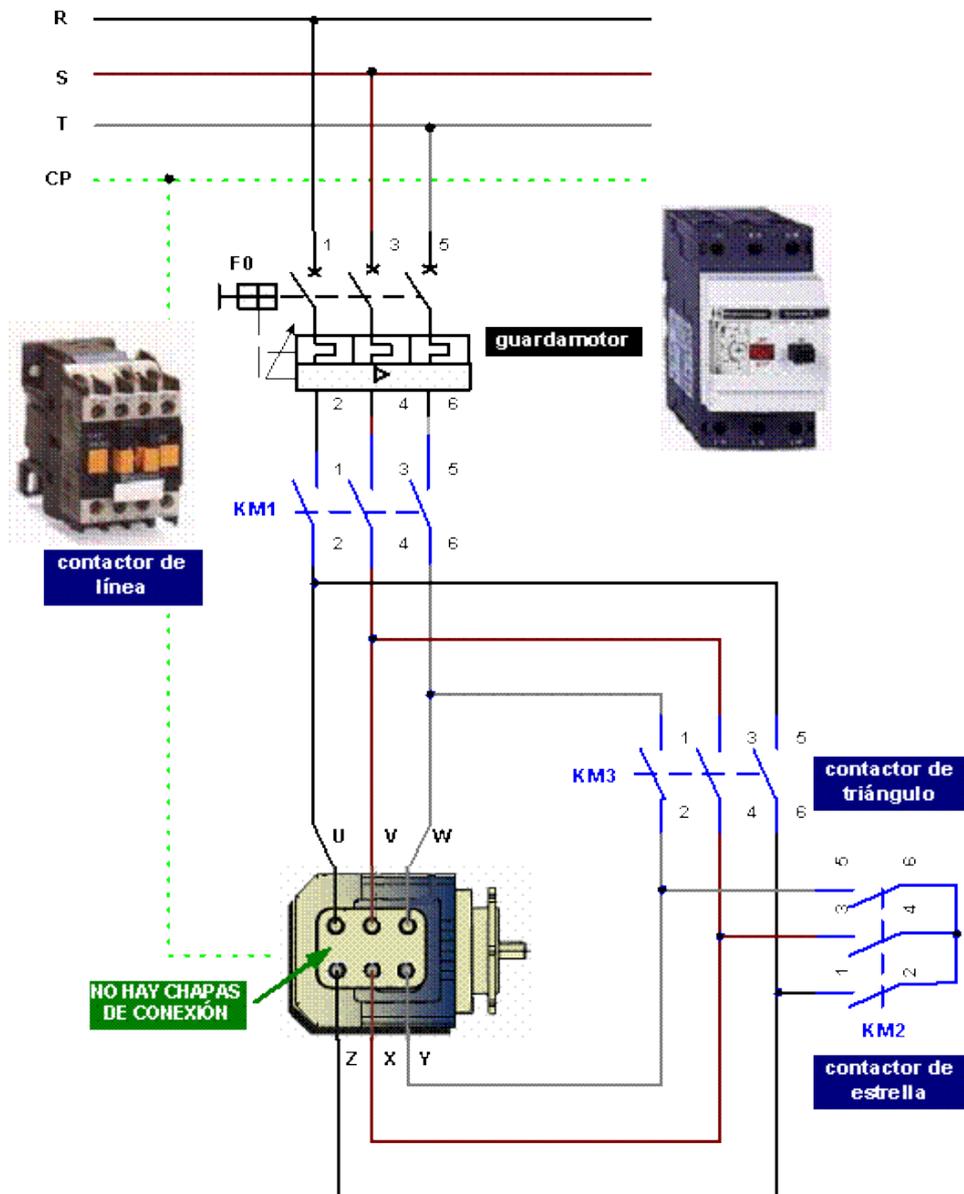
**Figura 24:** Conexión Y - Δ de un motor de 400/230V a una red de 230V.

**Fuente:** (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014).

Según la conexión estrella sobre una red de 230(V) cada devanado soporta 127 (V), con lo cual el estator genera un campo giratorio de menos inducción, el motor es débil y la curva de par presenta valores más bajos a la misma velocidad; donde el par de arranque se reduce un tercio.

Por otro lado la corriente de arranque también se reduce un tercio; recordando que; "tres impedancias en triángulo consumen el triple de corriente de línea que en estrella, a la misma tensión de red". La tensión de

la red es la misma del arranque del motor en estrella-triángulo o directamente en triángulo, con lo que en estrella la  $I_A$  es tres veces más pequeña.



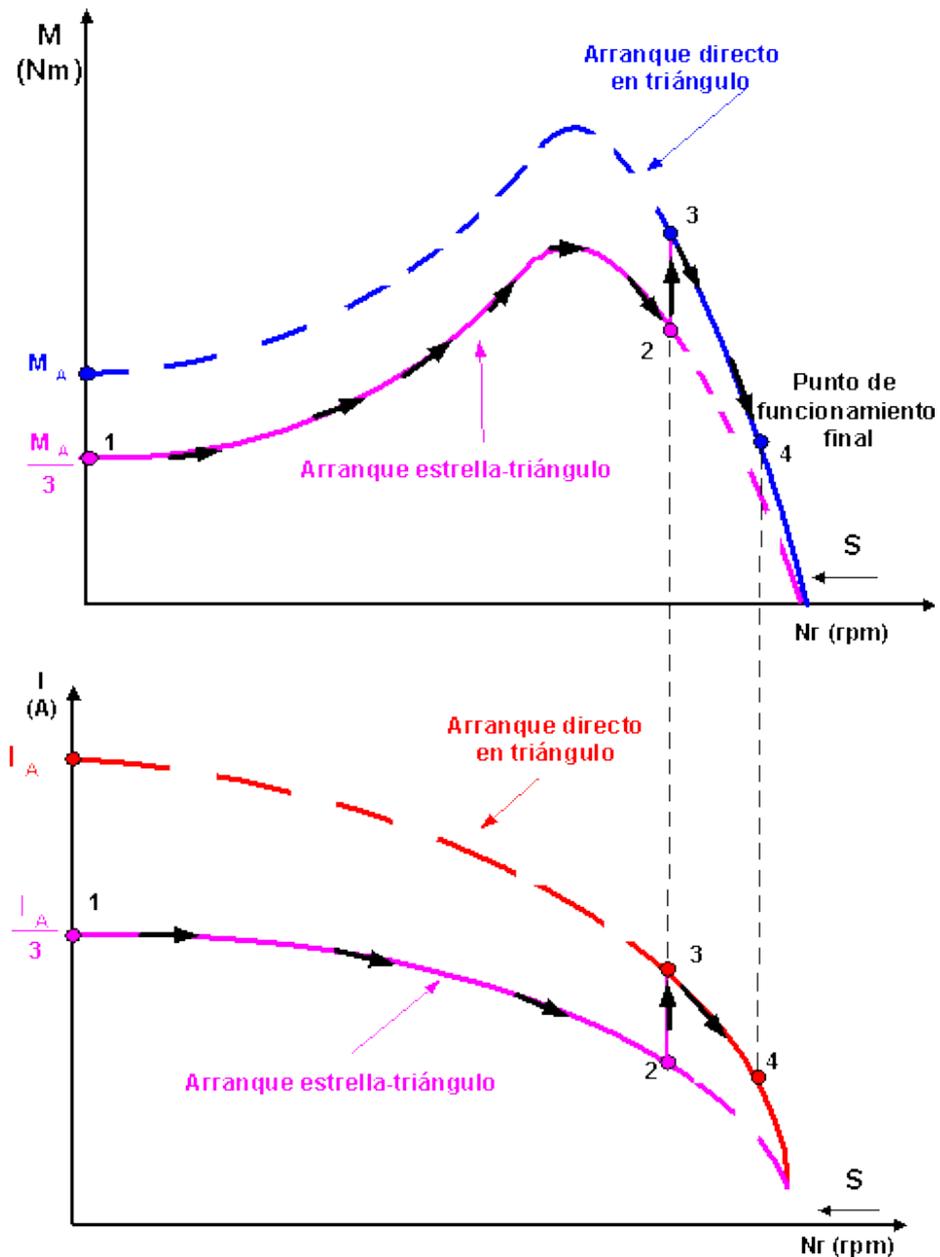
**Figura 25:** Conexión Estrella - Delta de un motor.

**Fuente:** (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014).

Se cierra KM1 y KM2 conectándose el motor en estrella y arrancando con los valores de par e intensidad del punto 1 (KM2 cortocircuita X-Y-Z). A continuación la velocidad va aumentando y el punto de funcionamiento del motor evoluciona hacia el punto 2.

Transcurrido un pequeño tiempo (de 2 a 5 S), se abre KM2 y simultáneamente se cierra KM3 (que cortocircuita U-Z, V-X, W-Y) con lo cual el motor se conecta en triángulo (salto del punto 2 al 3).

Finalmente el motor evoluciona en triángulo desde el punto 3 al 4, donde el motor se estabiliza a la velocidad que corresponda en función del par de carga. (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014)



**Figura 26:** Gráfica de Arranque de un Motor en conexión Estrella - Delta.

**Fuente:** (Centro Integrado de Formación Profesional (MSP), 2014).

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS DIDÁCTICOS.**

Se propone el diseño, construcción e implementación de los nuevos módulos didácticos para la repotenciación de los módulos C-H 1, C-H -2 y C-H 3 existentes en el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como la guía de prácticas para los mismos.

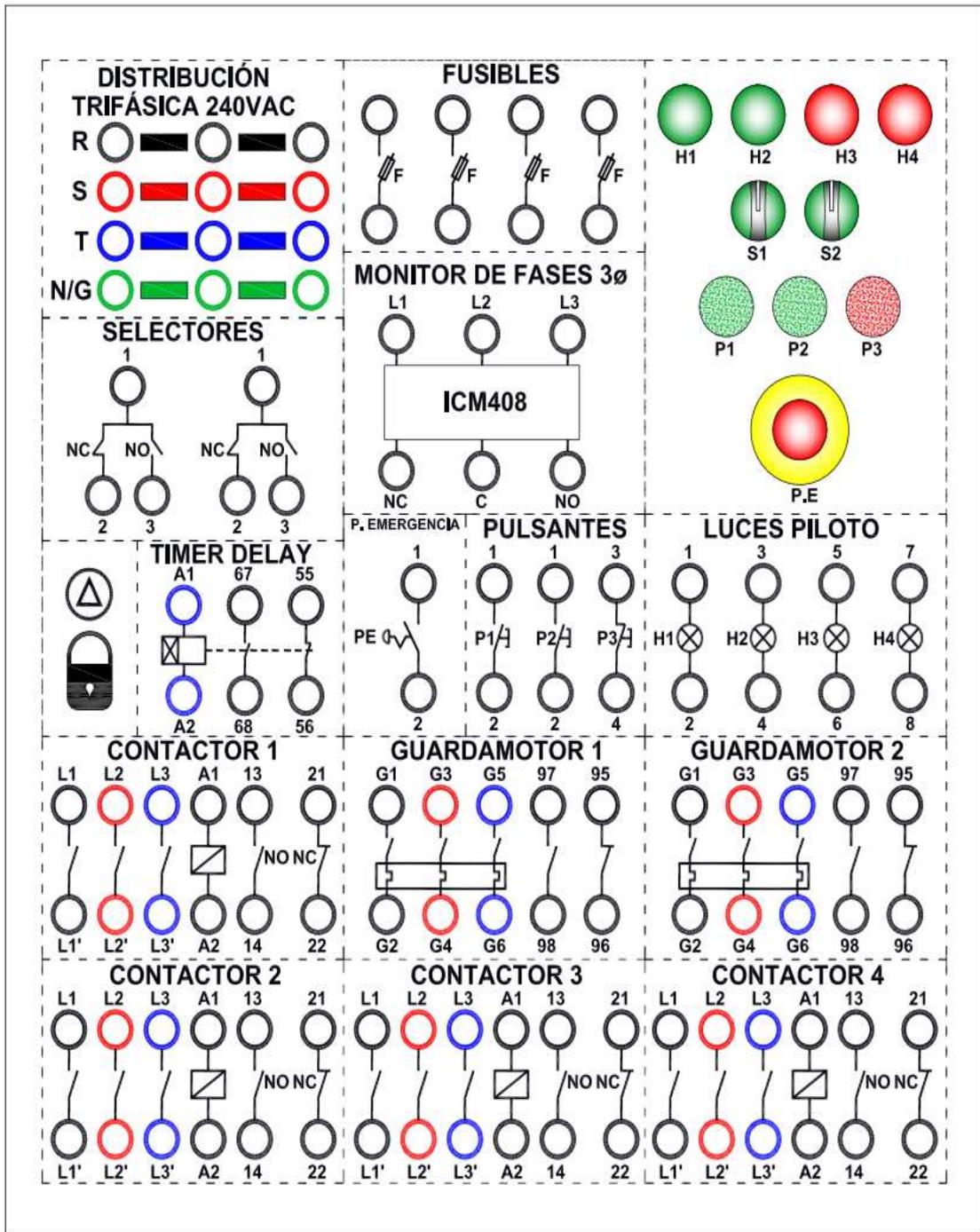
Todo esto mediante la ubicación estratégica de los elementos de fuerza que sean necesarios para lograr nuestro objetivo principal y que den las facilidades necesarias a quienes deseen poner en funcionamiento cada una de las prácticas de la guía a desarrollar en el presente proyecto.

Se ha considerado el uso de una serigrafía para cada uno de los módulos a desarrollar, esto será una guía de las diferentes conexiones, de esta manera se garantiza el perfecto desarrollo y funcionamiento de cada uno de los equipos para sus diferentes usos, así como el buen aprendizaje de los estudiantes de las diferentes materias en que requieran hacer uso del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA de la Universidad Politécnica Salesiana.

#### **3.1 DISEÑO FISICO DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS.**

Debido a la necesidad de conocer el espacio que ocuparía cada elemento dentro de la maleta, se dio la necesidad de empezar por el diseño del acrílico, ya que esta nos daría las dimensiones casi reales de los módulos construirse.

El diseño del rotulado que utilizamos para los Módulos Didácticos se realizó en AutoCAD, aquí se consideraron las dimensiones reales de las borneras que iban a usarse así como también de los elementos de control que estarán instalados sobre la misma; tras algunas mejoras el diseño final fue aprobado y rotulado de manera exacta en acrílico azul.



**Figura 27:** Diseño final del acrílico con la ubicación de las borneras y elementos de control.

**Fuente:** (Los autores, 2017)



**Figura 28:** Diseño impreso en acrílico azul.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

Todas las perforaciones y cortes se realizaron en una lámina con dimensiones de 40 cm de ancho x 45 cm de alto de manera exacta, gracias a la ayuda de máquinas de alta tecnología, así mismo todas las letras y frases contenidas en el acrílico fueron pintadas en color blanco para plena identificación, con esto se logró mantener la estética en el acrílico.

Las perforaciones mencionadas fueron también realizadas en una lámina de acero inoxidable de las mismas dimensiones, con la finalidad de usarla como una contrapuerta en donde posteriormente se pegará el acrílico.



**Figura 29:** Acrílico colocado en cada Módulo Didáctico.

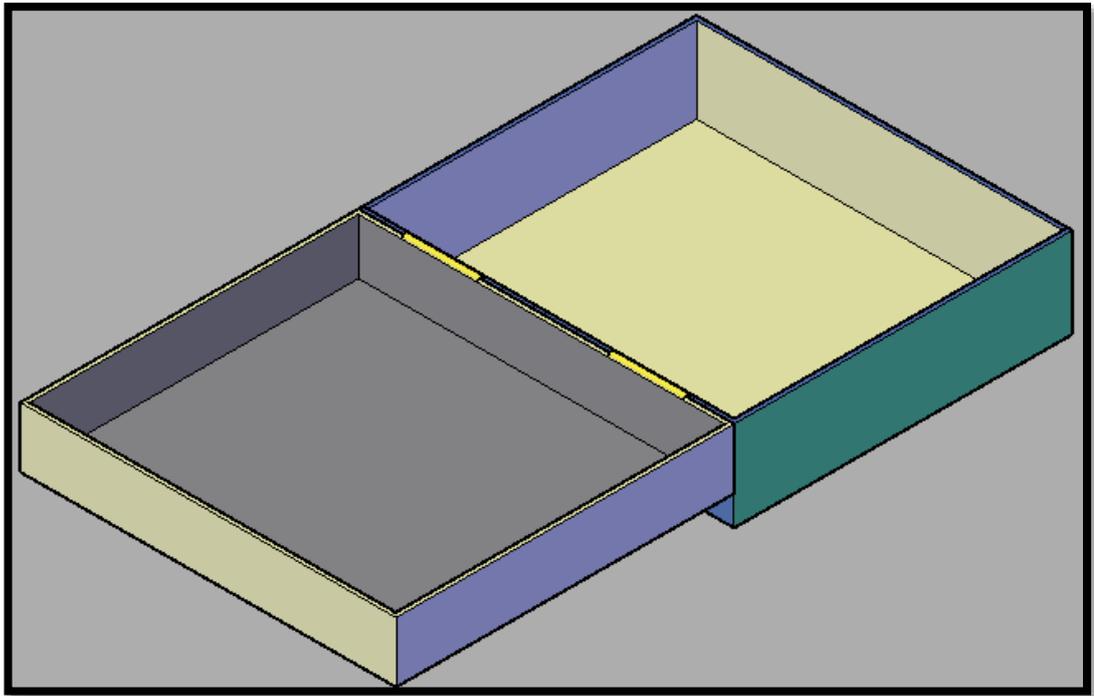
**Fuente:** (Los autores, 2017).

La contrapuerta cumple la función mantener la estética de los módulos existentes, su trabajo es no dejar visibles las conexiones internas entre los elementos de fuerza, de control y las borneras.

Luego de tener listas las placas de acero inoxidable para los tres Módulos las láminas de acrílico fueron pegadas en las mismas, asegurando que tendrán la fijación necesaria para sostener los elementos de que se ubicarán sobre ella.

### 3.2 DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO.

Para la construcción de los Módulos Didácticos, se planifica que los elementos de fuerza que se encuentren en el interior del módulo, colocándolos con la mejor disposición y espacio posible entre ellos, para evitar incomodar el uso e instalación de los mismos.

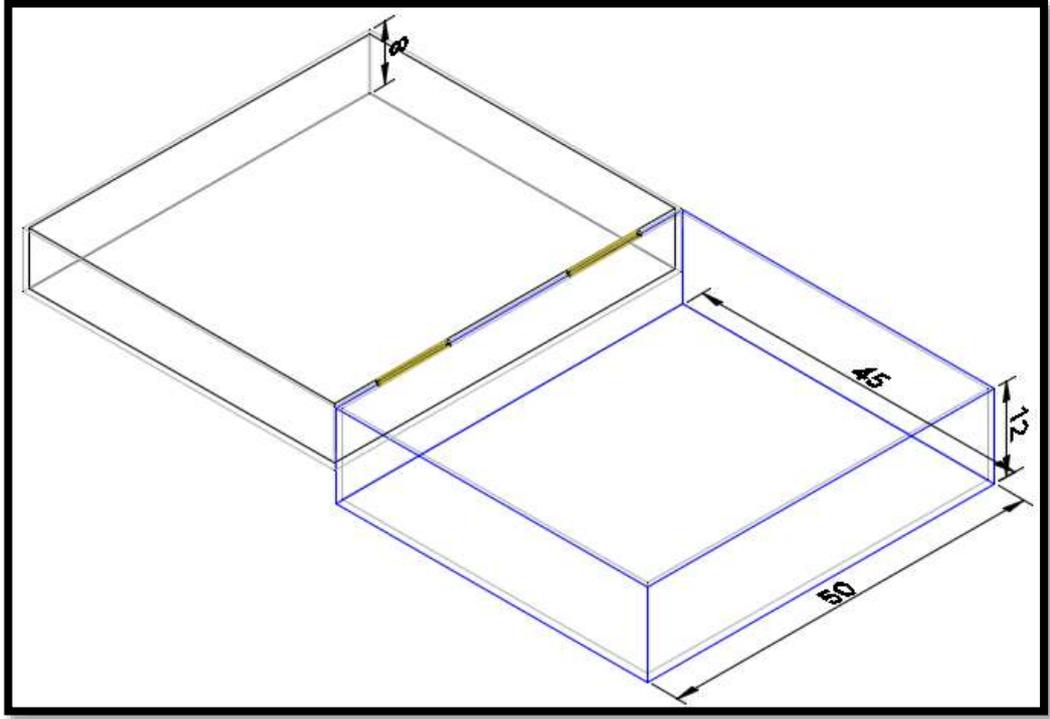


**Figura 30:** *Diseño en AutoCAD de los módulos propuestos.*

**Fuente:** *(Los autores, 2017).*

Por tal motivo, se consideró que cada módulo debía tener 45 cm x 50 cm x 20 cm de profundidad tomando en consideración que serán utilizadas las dos caras internas de los módulos.

El espacio entre equipos es uno de los principales factores en la parte de la construcción de los Módulos, ya que se necesita mantener un equilibrio entre comodidad del beneficiario durante el uso de los mismos y los recursos utilizados para la construcción del proyecto; para esto la mejor herramienta que pudimos utilizar en estos diseños fue AutoCAD bajo la supervisión del Tutor.



**Figura 31:** Diseño en AutoCAD con dimensiones de los módulos propuestos.

**Fuente:** (Los autores, 2017).



**Figura 32:** Módulos en su estado inicial, fabricados en Acero Inoxidable.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

La cara interna del módulo, en donde fueron colocados los elementos de control junto a las borneras, tiene dimensiones de 45 cm x 50 cm x 8 cm, que fueron debidamente identificados mediante la serigrafía, para realizar todas las conexiones que se encuentren en la Guía de Prácticas; por otro lado, la cara interna del módulo en el que se instalaron los elementos de fuerza, tales como; Guardamotores, Temporizadores, Contactores, Relés, Disyuntores, Supervisor de Fases, etc. Siguiendo la misma analogía estética de manera que se asemejen a los módulos existentes, es decir tipo maleta.



**Figura 33:** *Diseño interno de los módulos.*

**Fuente:** *(Los autores, 2017).*



**Figura 34:** *Diseño interno de los módulos previo al montaje de equipos*

**Fuente:** *(Los autores, 2017).*

### 3.3 DISTRIBUCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL Y FUERZA.

Posterior a la satisfactoria y pronta aprobación de la implementación del módulo de muestra, se concluyó la construcción de los módulos restantes para la propuesta del presente proyecto, con las medidas y diseño antes presentado.

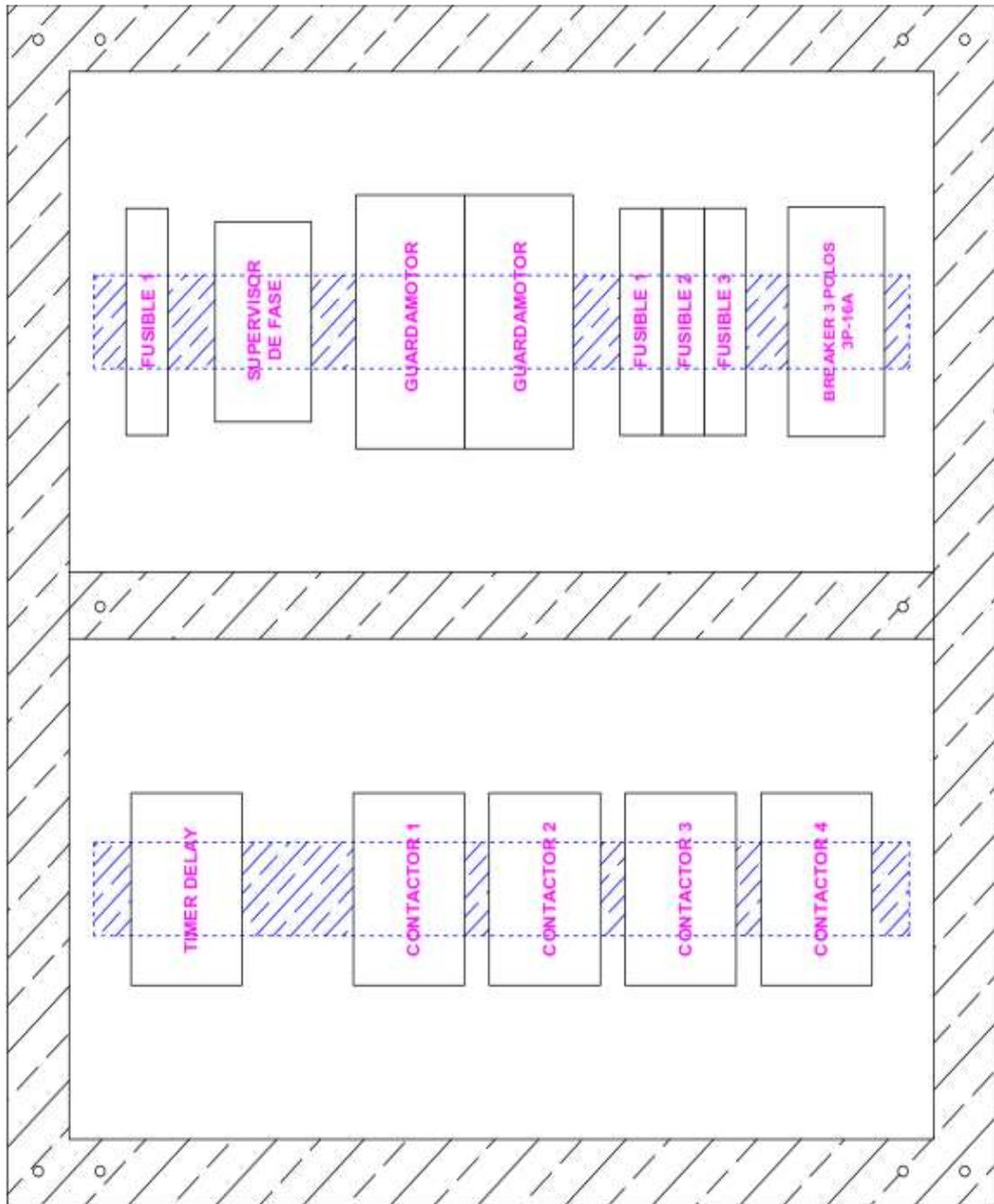


**Figura 35:** Módulos del proyecto terminados previo a la implementación de los equipos.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

Con la construcción de los tres módulos procederá con la implementación de los equipos de Fuerza, para esto se ubicaron los Rieles DIN en las placas internas en donde se ubicaran todos los elementos, con la finalidad de darle mayor fijación a cada uno de ellos, con esto evitaremos posibles accidentes cuando los estudiantes hagan uso de los mismos.

Con la ayuda de AutoCAD planificó de manera apropiada la ubicación de los Rieles DIN, así como las canaletas por donde pasarán los cables usados para conectar los equipos de Fuerza y elementos de Control entre sí.



**Figura 36:** Disposición de los equipos dentro del módulo.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

Siguiendo el diseño propuesto, se realizó el montaje en una de las caras internas de los módulos, en donde se colocarían los elementos de fuerza; quedando implementados de la siguiente manera.



**Figura 37:** Montaje de los elementos de fuerza en una de las caras internas del módulo.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

Por otro lado en la otra cara, correspondiente a la contrapuerta del Módulo se implementaron todos los elementos de control y borneras quedando de la siguiente manera.



**Figura 38:** Montaje de los elementos de control y borneras en una de las caras internas del módulo.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

### 3.4 ALIMENTACIÓN DE LOS MÓDULOS DIDÁCTICOS.

La alimentación es uno de los principales componentes de los módulos, ya que suministrará energía para el accionamiento de los diferentes equipos instalados en los mismos.

Los módulos didácticos serán alimentados con 220V, utilizando tomas trifásicos que se conectará a la fuente existente en el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA; este a su vez alimentará al Breaker principal de cada módulos didáctico, este nivel de tensión permitirá hacer uso de los motores, así como de aquellos equipos o elementos que se encuentren a disposición dentro del laboratorio y realizar todas las prácticas propuestas dentro de este proyecto.



**Figura 39:** Tomacorriente trifásico que serán utilizados en los módulos.

**Fuente:** (Direct Industry, 2017).

Para el uso de la alimentación trifásica deberán tomarse en consideración las siguientes normas de seguridad que acreditarán el buen funcionamiento de las mismas:

- ✓ Es necesario verificar que el breaker de alimentación principal se encuentre en posición OFF tanto al manipular la entrada trifásica, como al realizar las conexiones correspondientes a cada práctica propuesta.
- ✓ Verificar con un multímetro que el nivel de tensión que proporcione la fuente sea el indicado para poder operar los módulos con sus elementos



**Figura 40:** Toma trifásico implementado en los módulos.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

Se probaron cada uno de los módulos con las prácticas contempladas en este proyecto, haciendo uso también de los módulos existentes para completar el objetivo específico de los nuevos módulos.



**Figura 41:** Módulo en uso con conexiones de una de las prácticas propuestas.

**Fuente:** (Los Autores, 2017).

## CAPÍTULO IV

### DESARROLLO DE PROGRAMA DE PRÁCTICAS PROPUESTAS.

#### PRÁCTICA 1: Arranque directo de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales (Guardamotor + Contactor).

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>Con la repotenciación de los módulos existentes C-H 1, C-H 2 y C-H 3, se podrán aprovechar todos los elementos tanto de control como de fuerza, elaborando prácticas que demuestran soluciones para problemas que se presentan eventualmente el campo laboral, dándole la oportunidad al estudiante de involucrarse en métodos de Implementación actualizados para el Arranque directo de Motores Trifásicos de Corriente Alterna.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cumplir con las normas de seguridad para Instalaciones Eléctricas industriales.</li><li>✓ Cumplir con todas las indicaciones proporcionadas por el Docente</li><li>✓ Utilizar los equipos de Instrumentación que ofrece el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA.</li><li>✓ Implementar el cableado Control indicado</li><li>✓ Implementar el cableado de Fuerza indicado</li><li>✓ Implementar las conexiones de bobinas en el motor</li><li>✓ Confirmar las mediciones de forma teórica-practica-simulación y medición.</li><li>✓ Realizar un reporte de las actividades desarrolladas durante la práctica implementada.</li></ul>	

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

##### **Características Generales**

- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento
- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.

- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.2. CONTACTORES:

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

- ✓ No ofrecen protección alguna.
- ✓ Operan con la aplicación de tensión en los terminales de la bobina.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

#### **Características Generales**

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

#### ***Contactores para Sistemas de Fuerza***

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico.
- ✓ Bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.

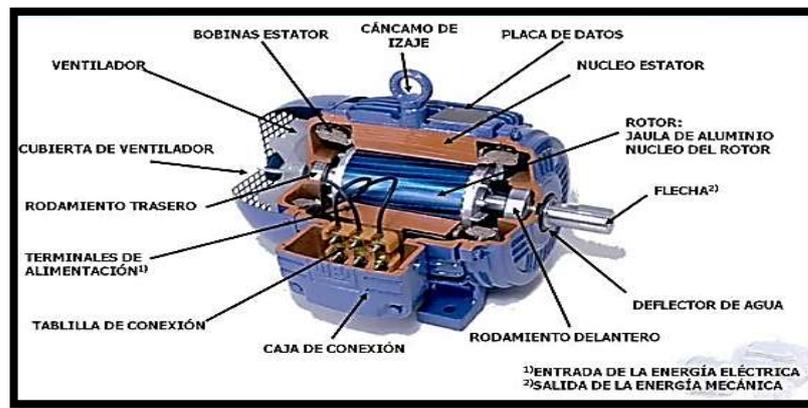
### ***Contactores para Sistemas de Control***

Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.



**Fuente:** (EcuRed, 2013).

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

### **3.4. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

#### **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

##### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ No se deben conectar las entradas de alimentación a las bobinas del motor trifásico, hasta estar seguros de haber realizado perfectamente el cableado del diagrama de fuerza.

##### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de control de acuerdo al Circuito Diseñado; considerando el uso de todos los elementos tales como: Pulsador de Paro de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto (marcha y falla térmica), sin olvidar el guardamotor.
- ✓ Verificar el correcto cableado de los elementos de control.
- ✓ Probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema, verificando ante todo que el motor aún no se encuentre alimentado.

## **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar la práctica propuesta, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado antes, durante y al final de la práctica

### **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

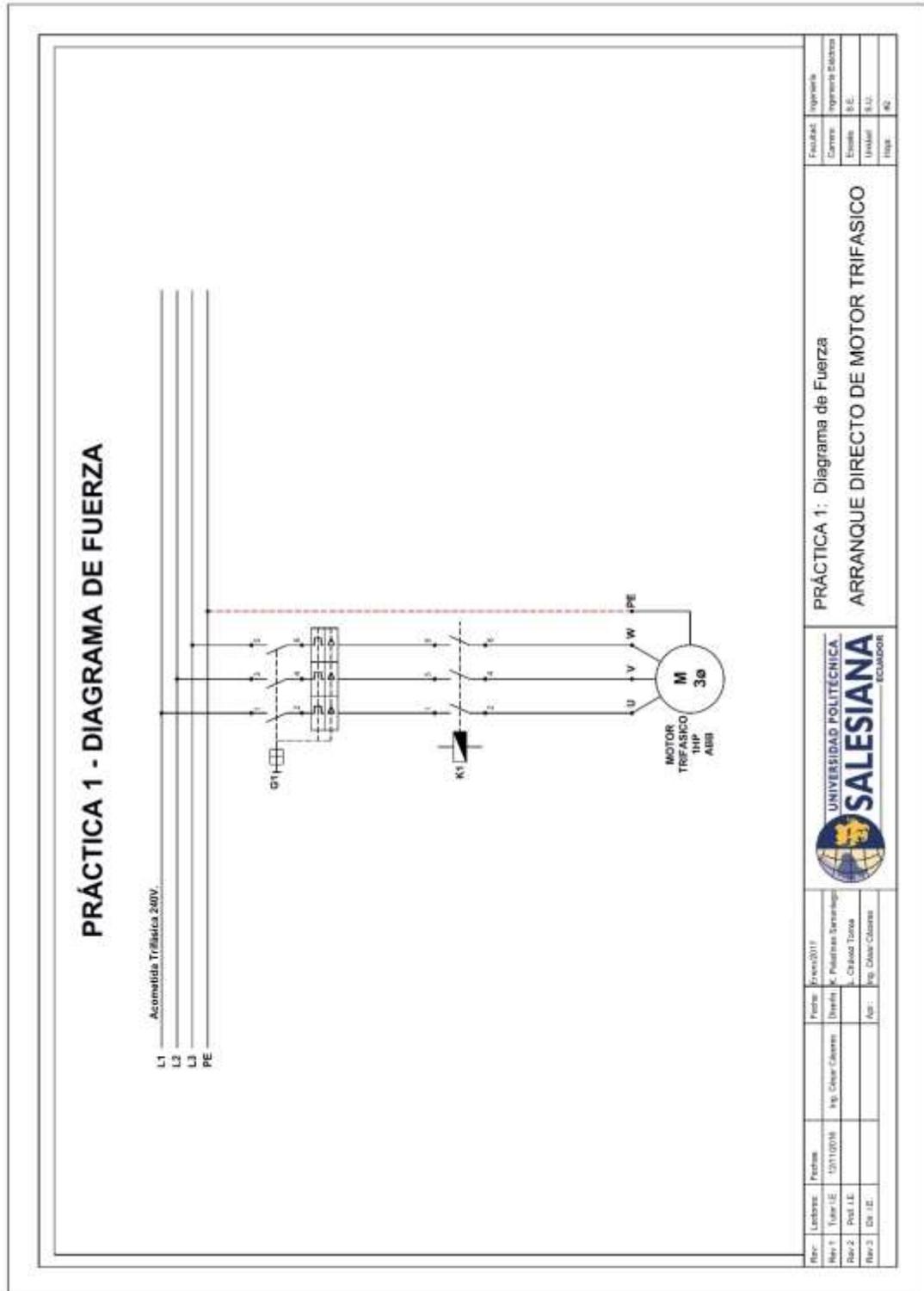
### **DESCRIPCIÓN**

Conexión del arranque directo de un Motor Trifásico mediante el uso de dispositivos convencionales.

### **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar esta práctica en los (3) módulos para poder revisar el perfecto funcionamiento de los mismos.

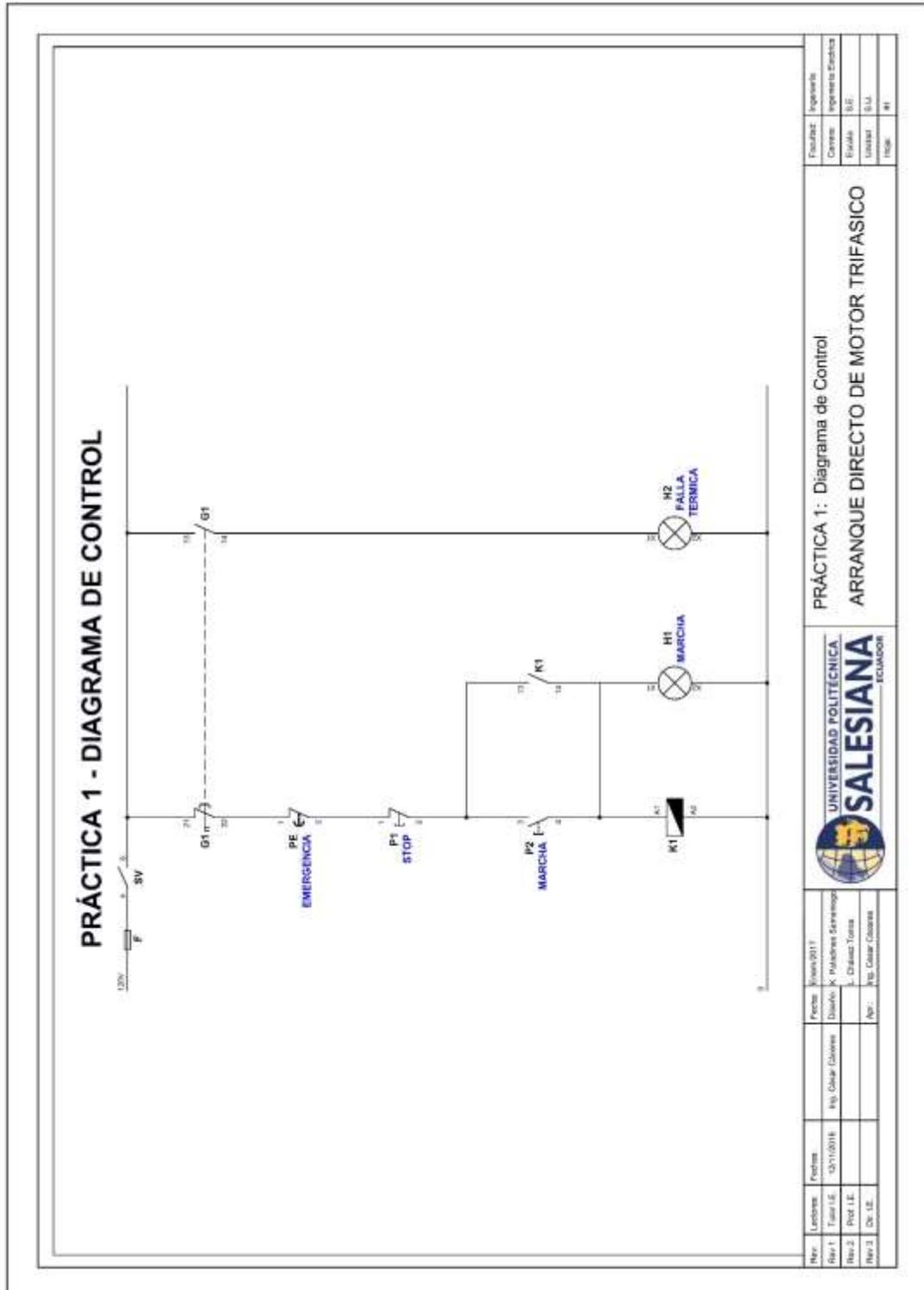
## 6. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 42:** Práctica 1 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 7. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 43:** Práctica 1 - Diagrama de Control

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **8. CONCLUSIONES**

Al completar esta práctica se pudo notar que el arranque directo es el método más sencillo para arrancar un motor trifásico, ya que los devanados del estator están conectados directamente a la red de alimentación.

Además de esto se verificó, que como producto de esta conexión se obtuvieron corrientes de arranque con valores considerablemente altos, que provocan caídas de tensión en la red de alimentación.

## **9. RECOMENDACIONES**

Es importante tener en consideración que este tipo de conexiones para el arranque de un motor crea un aumento en la temperatura de los devanados del mismo, lo que puede reducir la vida útil de los devanados del motor.

**PRÁCTICA 2: Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque convencional tipo Estrella-Triángulo reduce la intensidad que absorben las bobinas del estator en el motor trifásico durante el arranque. Este hecho no sólo tiene como consecuencia un ahorro energético, también implica un aumento de la vida útil de la maquina asincrónica y de los equipos asociados al mismo.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cumplir con las normas de seguridad para Instalaciones Eléctricas industriales.</li><li>✓ Cumplir con todas las indicaciones proporcionadas por el Docente</li><li>✓ Utilizar los equipos de Instrumentación que ofrece el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA.</li><li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control de la práctica.</li><li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li><li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica con las seguridades del caso.</li><li>✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li><li>✓ Probar el funcionamiento del motor trifásico mediante los accionamientos solicitados por el método convencional Estrella – Triángulo Abierto.</li><li>✓ Tomar las lecturas de los parámetros de la máquina indicados por el Docente.</li></ul>	

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo “C o D” robusta para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

#### **Características Generales**

- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).

- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

- ✓ No ofrecen protección alguna.
- ✓ Operan con la aplicación de tensión en los terminales de la bobina.

#### **Características Generales**

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

#### ***Contactores para Sistemas de Fuerza***

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.
- ✓ Bloque temporizado Neumático.

### **Contadores para Sistemas de Control**

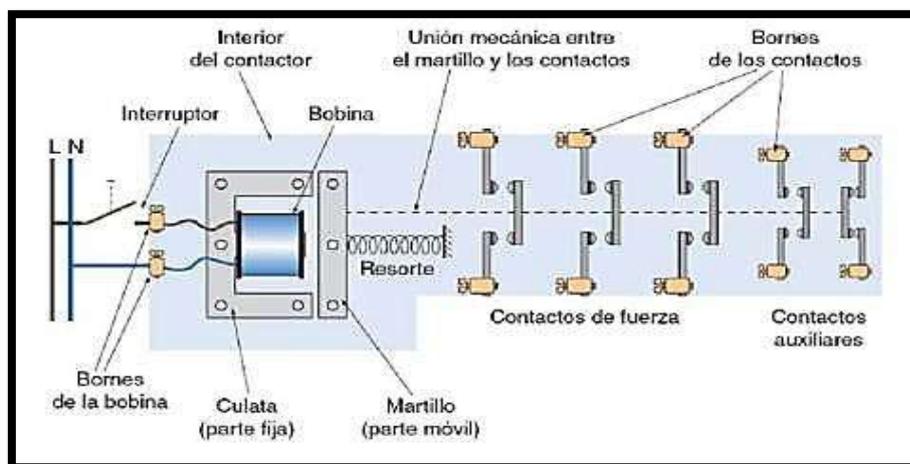
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **ACCESORIOS DEL CONTACTOR**



*Fuente: (Tecnología, 2017)*

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

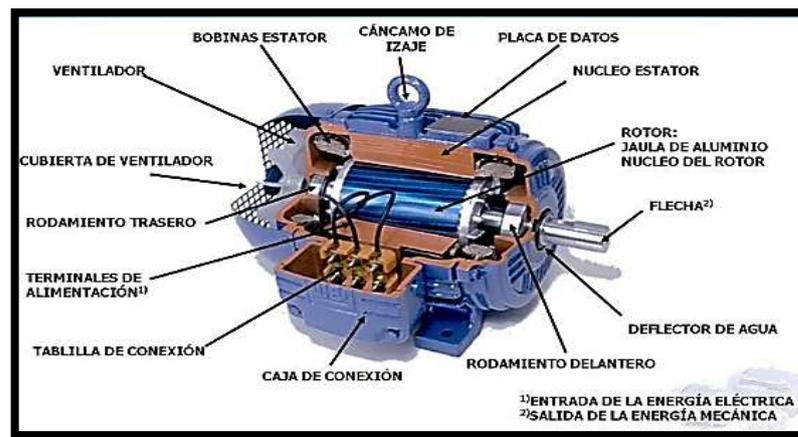
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos y medios que permiten su funcionamiento esto es:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### **ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA**



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### **3.4. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.

- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.
- ✓ Reset, color negro.
- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



**Fuente: (Los autores, 2017).**

## **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ No se deben conectar las entradas de alimentación a las bobinas del motor trifásico, hasta estar seguros de haber realizado perfectamente el cableado del diagrama de fuerza.

### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de control de acuerdo al Circuito Diseñado; considerando el uso de todos los elementos tales como: Pulsador de Paro de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto (marcha y falla térmica), sin olvidar el guardamotor.
- ✓ Verificar el correcto cableado de los elementos de control.
- ✓ Probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema, verificando ante todo que el motor aún no se encuentre alimentado.

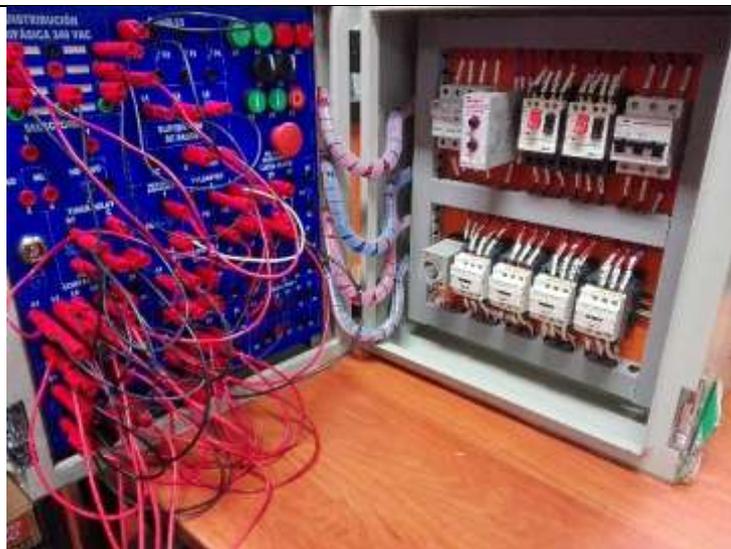
## **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Elaborar un Reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado antes, durante y al final de la práctica

### **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

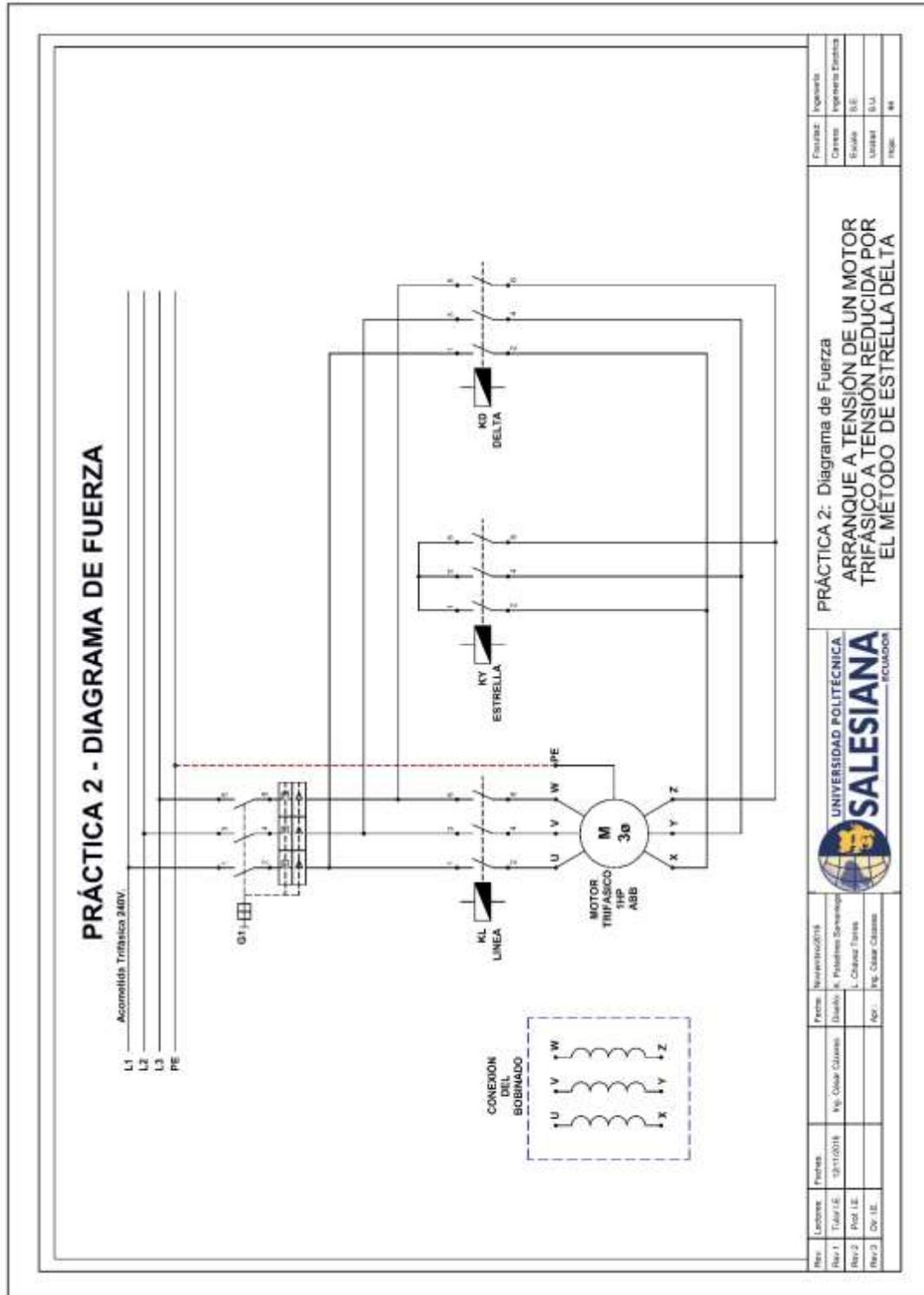
### **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se puede muestra la conexión real del arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella - Triángulo de un Motor Trifásico mediante el uso de dispositivos convencionales.

### **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar la prueba de funcionamiento en los (3) tres módulos

## 6. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 44:** Práctica 2 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)



## **8. CONCLUSIONES**

Al concluir con esta práctica se pudo notar que con la configuración de arranque estrella triángulo lo que se busca es reducir la corriente en el momento del arranque del equipo al alimentar a una tensión menor, es decir que la tensión su arranque sería la tensión nominal para  $\sqrt{3}$ . Con ello se consigue que la intensidad baje a la tercera parte de la intensidad que se produciría en un arranque directo.

## **9. RECOMENDACIONES**

Es importante considerar que el par de arranque o el esfuerzo que hace el motor al arrancar se reduce a menos de la mitad, lo que hace imposible este sistema en motores de media potencia que arranquen con carga; además se debe tener en cuenta que otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo y que arranque en este tipo de arranque, la tensión del motor se reduce hasta el 58% ( $\sim 1/\sqrt{3}$ ), y el par se reduce a alrededor del 33% (un tercio).

**PRÁCTICA 3: Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales utilizando la conexión de bobinados tipo Estrella – Estrella y Delta – Delta consiste en primeramente operar el motor tan solo con uno de sus devanados y cuando el motor llega a vencer la inercia de la masa del rotor y alcanza velocidad cercana a lo establecido, mediante temporizador se conecta el segundo devanado quedando el motor funcionando con la totalidad de sus devanados.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cumplir con las normas de seguridad para Instalaciones Eléctricas industriales.</li> <li>✓ Cumplir con todas las indicaciones proporcionadas por el Docente</li> <li>✓ Utilizar los equipos de Instrumentación que ofrece el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica manteniendo el sistema sin energía mientras se realizan las pruebas.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del motor trifásico mediante los accionamientos solicitados por el método convencional Estrella - Estrella y Delta - Delta.</li> <li>✓ Tomar las lecturas de los parámetros de la máquina indicados por el Docente.</li> </ul>	

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo “C o D” robusta para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

#### **Características Generales**

- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).

- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

- ✓ No ofrecen protección alguna.
- ✓ Operan con la aplicación de tensión en los terminales de la bobina.

#### **Características Generales**

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

#### ***Contactores para Sistemas de Fuerza***

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico.

- ✓ Bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.

### **Contadores para Sistemas de Control**

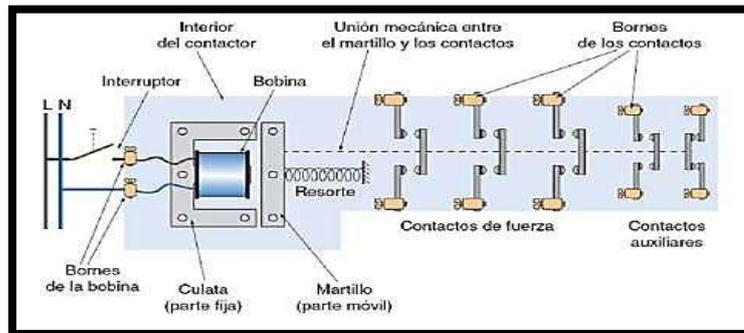
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **ACCESORIOS DEL CONTACTOR**



*Fuente: (Tecnología, 2017)*

### **3.1. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

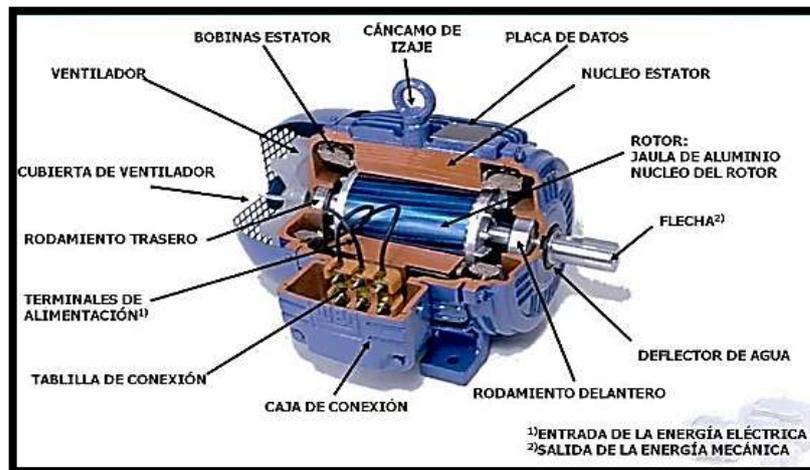
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### **ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA**



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### **3.2. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.
- ✓ Reset, color negro.
- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.

- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ Existen en diámetros de 14mm-22mm y 30mm
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.3. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

## **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ No se deben conectar las entradas de alimentación a las bobinas del motor trifásico, hasta estar seguros de haber realizado perfectamente el cableado del diagrama de fuerza.
- ✓ Realizar la conexión de bobinas en el estator para Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Conexión de alimentación al primer devanado del motor (estrella o delta según indique el Docente).
- ✓ Conexión de alimentación al segundo devanado del motor (estrella o delta según indique el Docente).

### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de control de acuerdo al Circuito Diseñado; considerando el uso de todos los elementos tales como: Pulsador de Paro de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto

(marcha y falla térmica), sin olvidar los guardamotores.

- ✓ Verificar el correcto cableado de los elementos de control.
- ✓ Probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema, verificando ante todo que el motor aún no se encuentre alimentado.

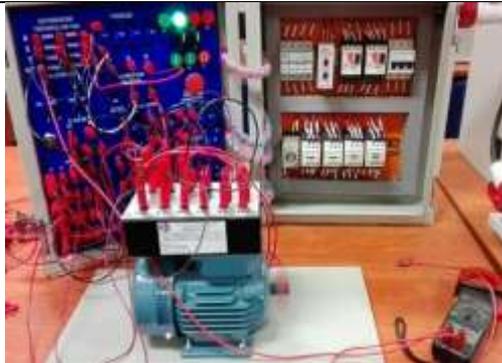
## **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar la práctica propuesta, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado en la práctica

### **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

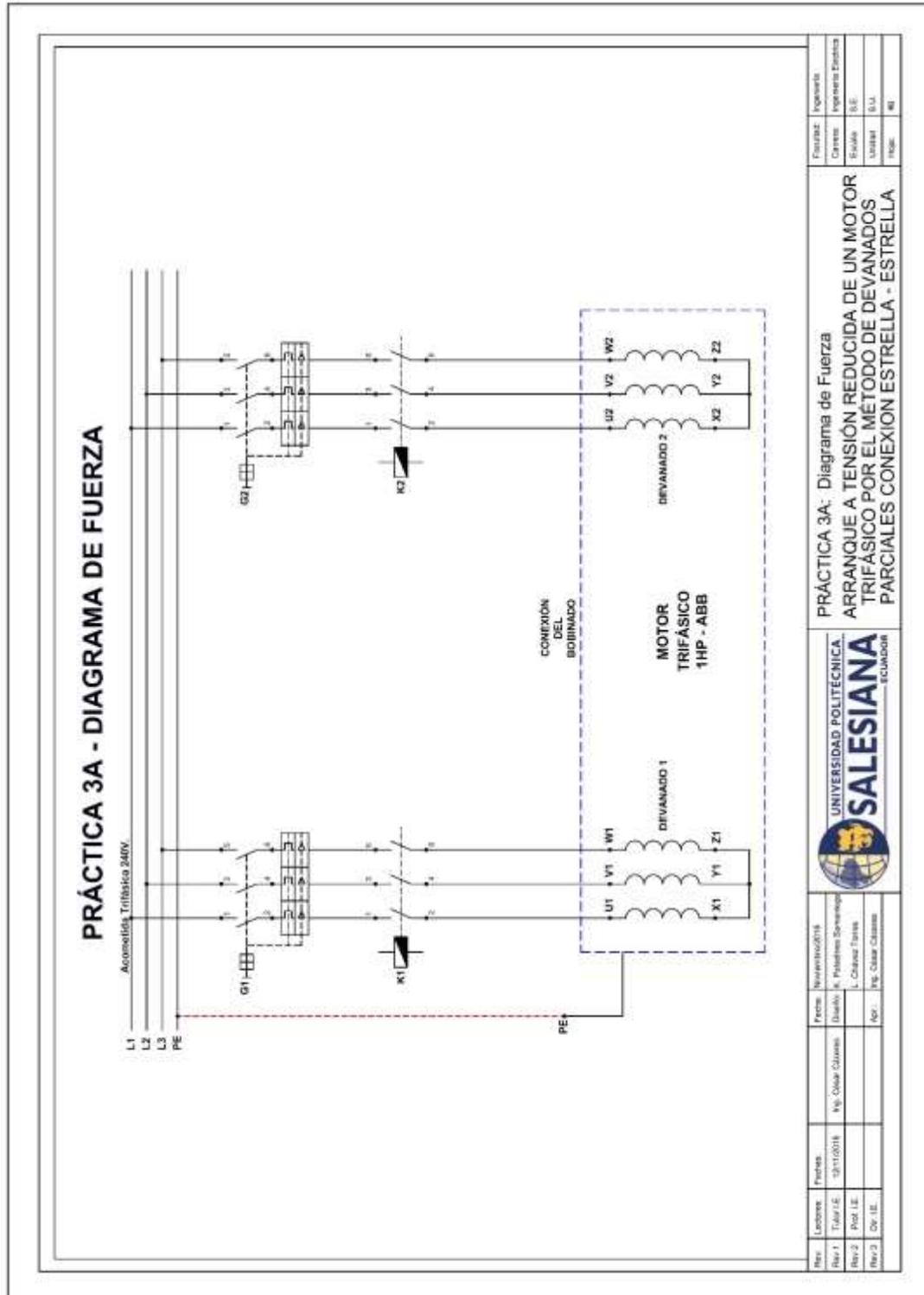
### **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se puede muestra la conexión real del arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante dispositivos convencionales utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta

### **SUGERENCIAS**

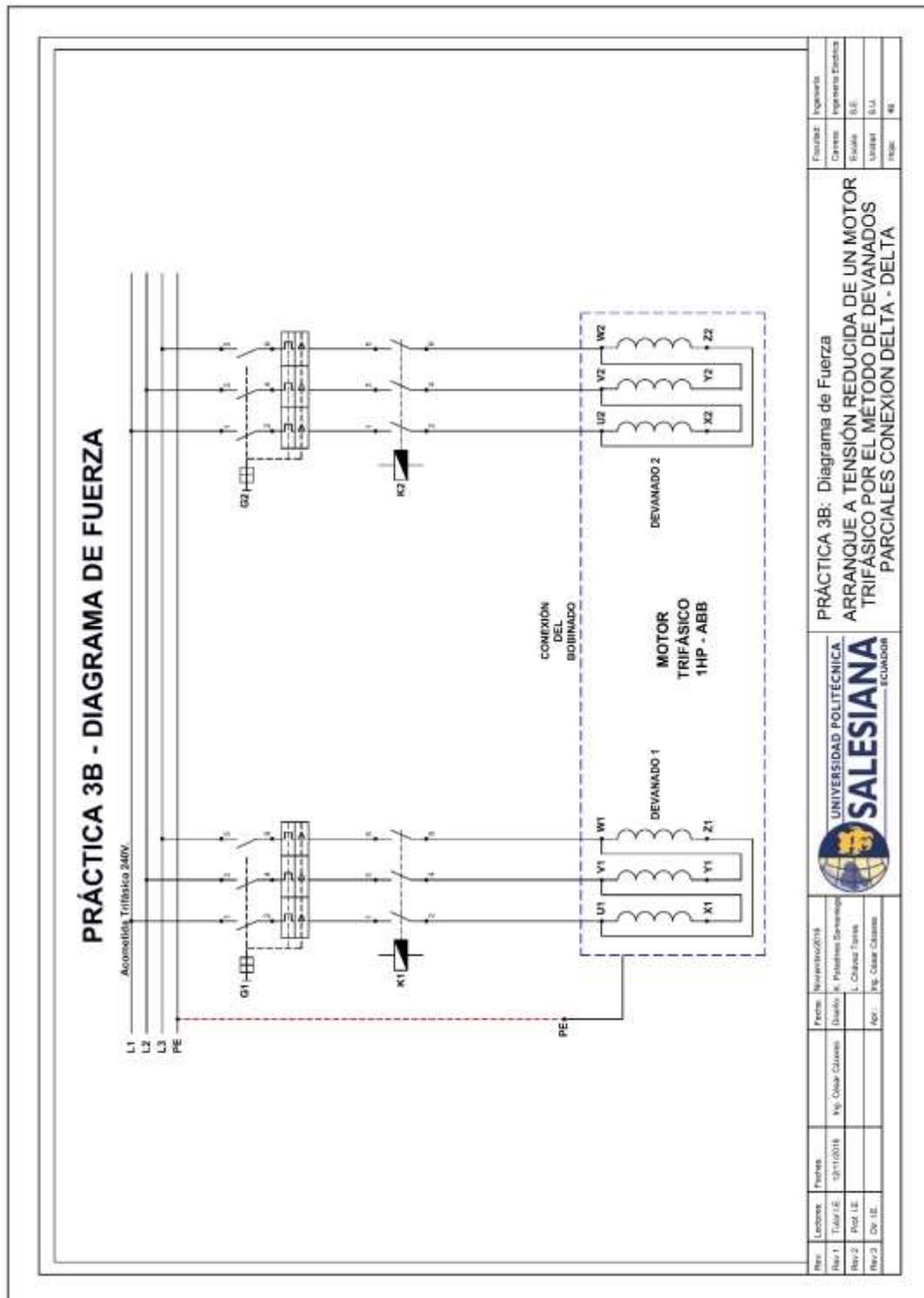
Es necesario realizar la prueba de funcionamiento en los (3) tres módulos

## 6. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 46: Práctica 3B - Diagrama de Fuerza**

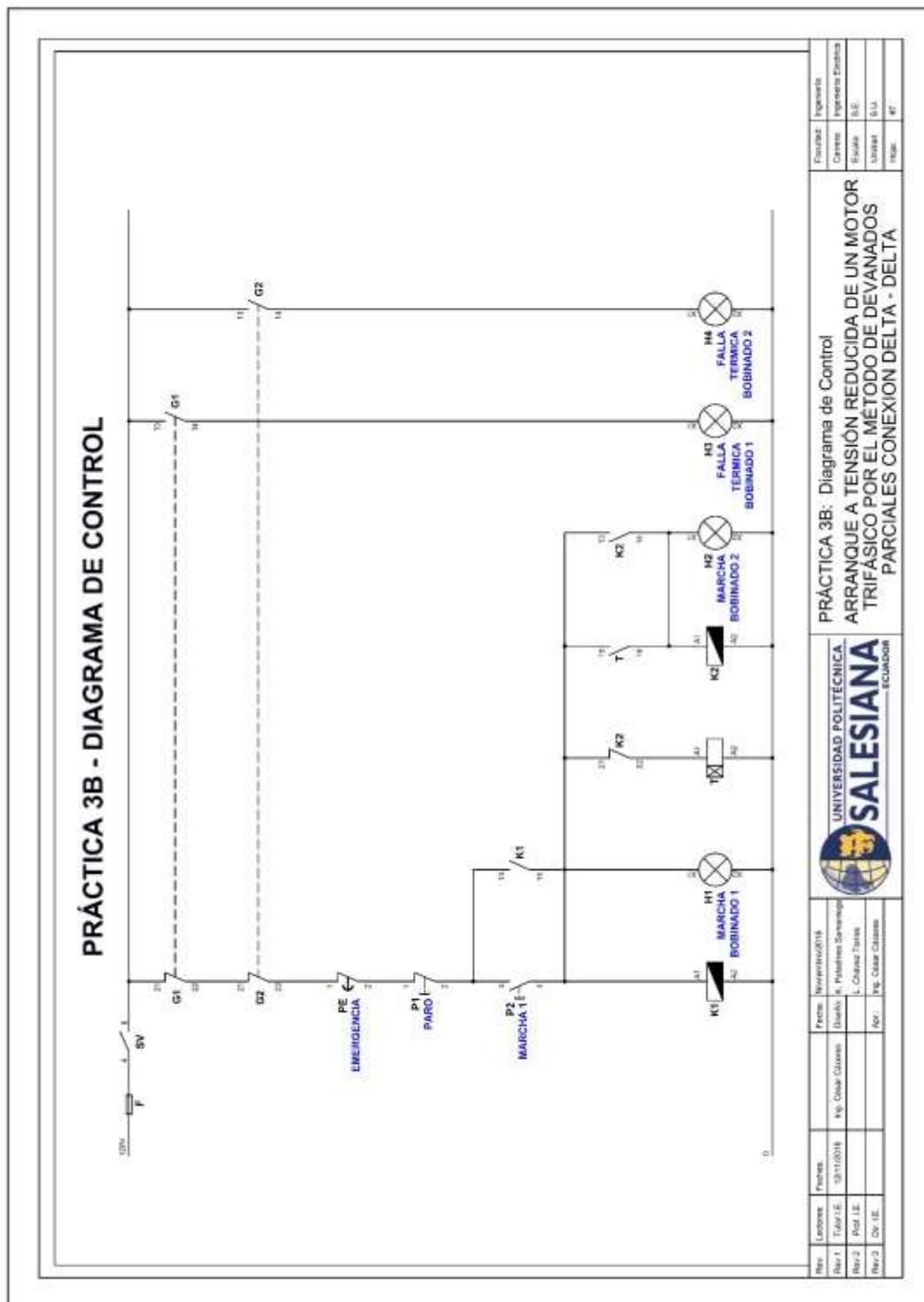
**Fuente:** (Los autores, 2017)



**Figura 47:** Práctica 3B - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)





**Figura 49: Práctica 3B - Diagrama de Control**

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **8. CONCLUSIONES**

Al finalizar esta práctica pudimos confirmar que al usar este tipo de conexión el motor opera con su primer devanado hasta vencer la inercia alcanzando una velocidad cercana a lo establecido, dado esto se conecta su segundo devanado haciendo que el motor funcione en su totalidad.

Este tipo de conexión se caracteriza por tener los bobinados estático divididos en dos maneras idénticas, lo que equivale a dos medios motores, lo que quiere decir que producen el mismo número de polos, así como el mismo campo magnético giratorio; esto conlleva a que la corriente de arranque, así como el par, sea aproximadamente la mitad de lo que obtendríamos en el arranque normal.

El pico de corriente con el ingreso del primer devanado es el mínimo posible, débil y de poca duración y el par motor aumenta, instantes después de ingresar el segundo devanado disminuye hasta alcanzar el punto de funcionamiento de la máquina.

## **9. RECOMENDACIONES**

Es necesario tomar en consideración que al realizar esta configuración de conexión para un arranque a tensión reducida por el método de devanados parciales se puede conseguir la reducción en el flujo del campo magnético en el estator lo que hace al motor más débil. De esta forma se reducen los valores de par o de fuerza del motor así como de intensidad.

Por otro lado cuando el motor alcanza el 75 y el 85% de su velocidad de régimen, se conecta al segundo devanado, por lo que las condiciones óptimas se dan al conectar el segundo devanado

**PRÁCTICA 4: Arranque y parada de Motor Trifásico mediante aplicación de Variador de Velocidad y la utilización de sus diferentes parametrizaciones.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque de un Motor Trifásico mediante aplicación de Variador de Velocidad y la utilización de sus diferentes parametrizaciones consiste en configurar el variador para que el mismo permita el funcionamiento del motor con un rango de frecuencias variables pero de igual manera con bloqueo en sus límites de utilización, como lo serán en mínimo y máximo de las mismas.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cumplir con las normas de seguridad para Instalaciones Eléctricas industriales.</li> <li>✓ Cumplir con todas las indicaciones proporcionadas por el Docente</li> <li>✓ Utilizar los equipos de Instrumentación que ofrece el Laboratorio de Redes Industriales y SCADA.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el ingreso de parámetros.</li> <li>✓ Realizar las conexiones de las bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li> <li>✓ Parametrizar el Variador de Velocidad a las condiciones indicadas por el Docente.</li> <li>✓ Generar con la aplicación del Variador de Velocidad el arranque del Motor Trifásico con las condiciones indicadas por el Docente durante la práctica.</li> </ul>	

- ✓ Tomar las lecturas de los parámetros de la máquina indicados por el Docente.

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

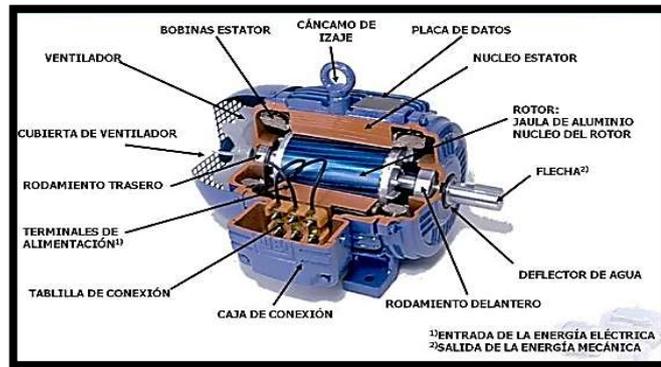
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

## ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### 3.2. PULSADORES

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.
- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.3. LUCES PILOTO.**

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



Fuente: (Los autores, 2017).

### **3.4. VARIADOR DE VELOCIDAD.**

El variador de velocidad o variadores de frecuencia es un dispositivo de electrónica de potencia, que como su propio nombre dice, es capaz de modificar la frecuencia en hercios de la alimentación de un motor.

Estos equipos se utilizan con máquinas convencionales, que no necesitan ningún devanado especial. Trabajan entre una frecuencia mínima y una máxima, pudiendo regular en todo el rango con suma facilidad

Los variadores disponen de un modo de funcionamiento de supervisión que permite observar algunos de los parámetros y magnitudes eléctricas cuando el motor está en marcha. Como: tensión, corriente consumida, tensión de la red de alimentación, etc.

Algunos modelos pueden superar la frecuencia de sincronismo de la red eléctrica de alimentación. Esto hace que los motores funcionen a

velocidades supersincrónicas, superiores incluso para las que han sido diseñadas por su número de polos.

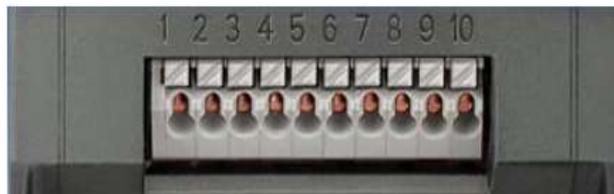
### **Programación de los Variadores de Frecuencia**

Los variadores de velocidad disponen de un juego de parámetros que es más o menos amplio en función del modelo.

Su programación se puede hacer de diversas formas:

- ✓ Desde un pequeño panel de operación llamado BOP que puede ser incorporado en el variador.
- ✓ Mediante un terminal de programación externo que se adquiere por separado y permite la programación avanzada.
- ✓ Desde un ordenador personal a través de un cable de conexión específico y un software de parametrización.

### **Bornes de SINAMICS G110**



*Fuente: (SIEMENS AG , 2004)*

### **Ajustes de fábrica específicos para la variante analógica**

<b>Entrada / Salida</b>	<b>Bornes</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Ajuste por defecto</b>
Fuente de órdenes	3, 4, 5	P0700 = 2	Entrada digital
Fuente de consignas	9	P1000 = 2	Entrada analógica
Entrada digital 0	3	P0701 = 1	ON / OFF1 (I/O)
Entrada digital 1	4	P0702 = 12	Inversión ( )
Entrada digital 2	5	P0703 = 9	Acuse de fallo (Ack)
Tipos de control vía bornes	-	P0727 = 0	Control Siemens estándar

*Fuente: (SIEMENS AG , 2004).*



*Fuente: (Los autores, 2017).*

#### **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

##### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ Se debe conectar dos de entradas del guardamotor a 240v que es nuestra alimentación, pero como conocemos el guardamotor el trifásico, por lo que conectando solo dos de sus entradas no funcionaría, para eso hacemos un artificio en la conexión y la tercera entrada que no hemos usado la conectaremos a la salida de una de las entradas que ya hemos conectado, de tal manera que el guardamotor reciba energía en sus 3

terminales tal como lo indica el diagrama de conexión.

- ✓ Las salidas del guardamotor deben ser conectadas a los contactos del variador
- ✓ Conectar dos salidas de los contactos a 2 entradas del variador de velocidad
- ✓ Conectar las salidas del variador de velocidad al motor trifásico

### **9.1. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Alimentar el supervisor de fase a 240v.
- ✓ Conectar en serie al supervisor de fase un contacto auxiliar del guardamotor.
- ✓ Conectar en serie al contacto auxiliar del guardamotor el pulsante tipo hongo de paro de emergencia.
- ✓ En serie al paro de emergencia conectar el selector 1-0.
- ✓ Se implementa el control mediante la ubicación de los selectores a las entradas del Variador
- ✓ Configurar el variador como se detalla en la práctica, con la diferencia que se modifica el parámetro P1080 para ajustar la frecuencia mínima del motor y P1082 para ajustar la frecuencia máxima del motor.
- ✓ Para guardar los parámetros utilizar la opción 3 del P3900.
- ✓ Al salir del menú de parámetros presionar FN, de esta forma se ha configurado los parámetros básicos del equipo de control de velocidad.

## **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado.

### **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

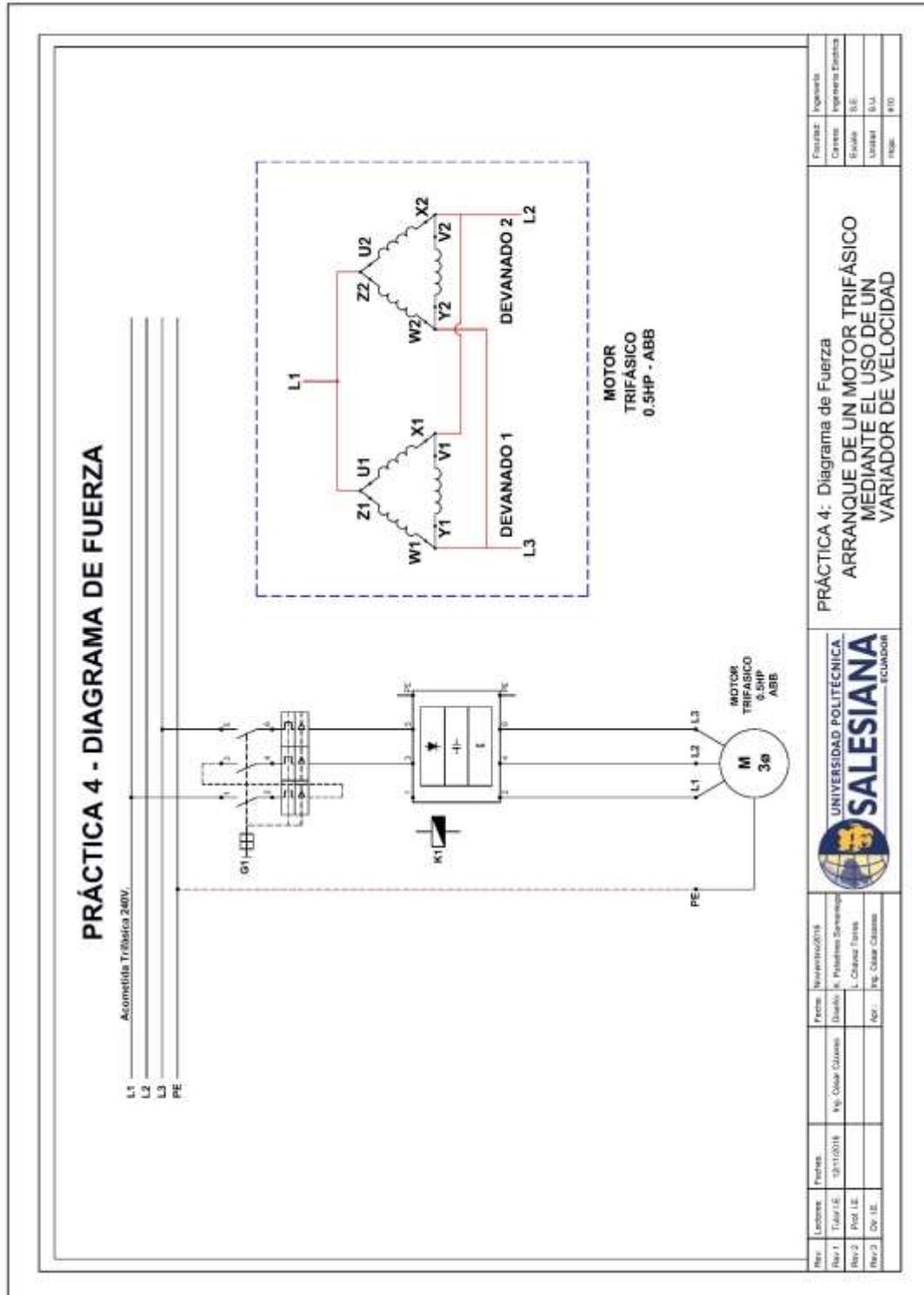
### **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se puede muestra la conexión del arranque y parada de un motor trifásico mediante aplicación de Variador de Velocidad y la utilización de sus diferentes parametrizaciones.

### **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar la prueba de funcionamiento en los (3) tres módulos.

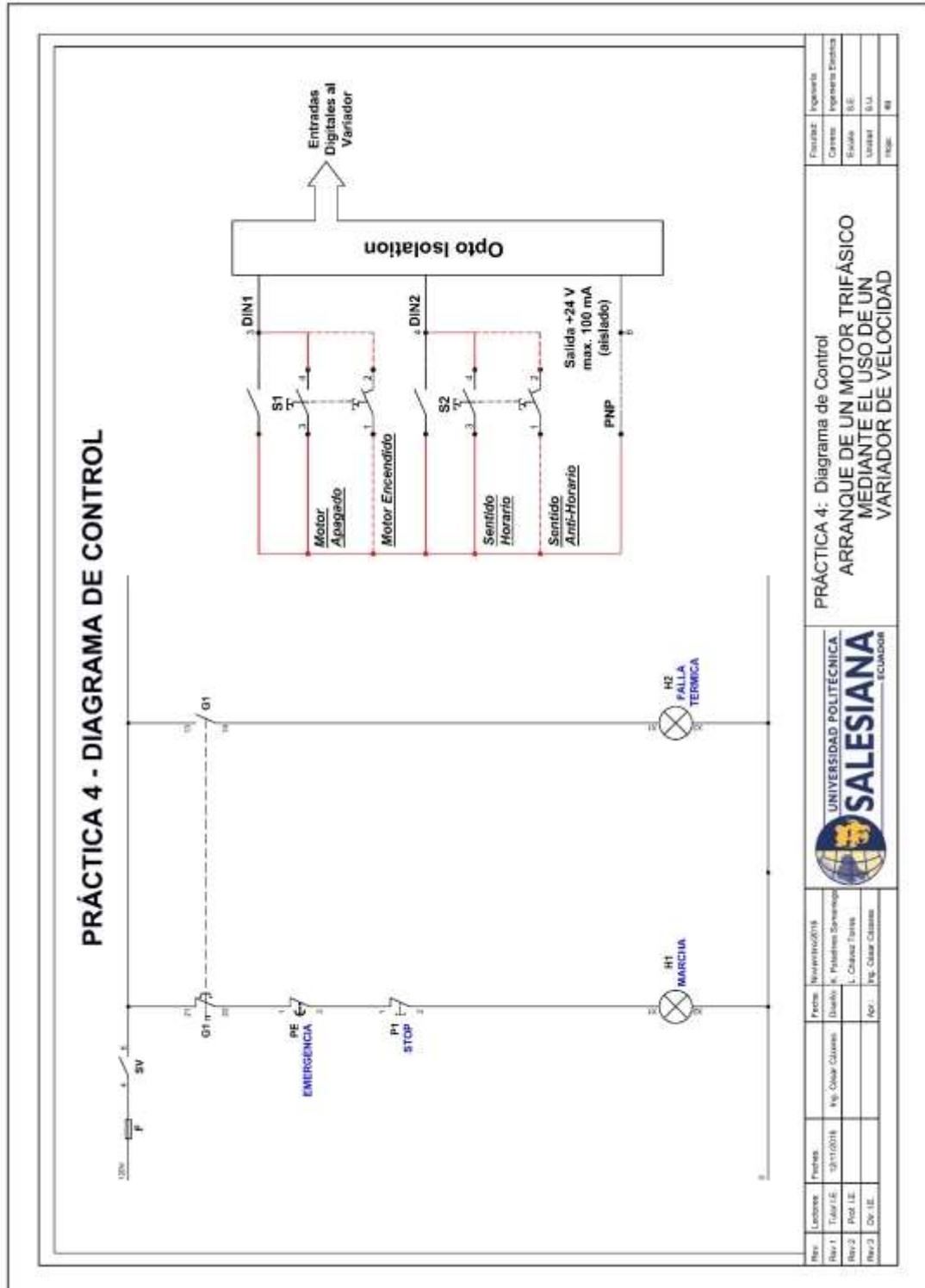
## 6. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 50:** Práctica 4 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 7. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 51:** Práctica 4 - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **8. CONCLUSIONES**

Al concluir esta práctica se pudo notar que el uso del variador de velocidad con sus diferentes parametrizaciones según sea el caso, es usado para poder controlar la velocidad del motor, lo que significa que podremos controlar su frenado, además que permite un ahorro de energía y de esta manera se podrá garantizar o extender la vida útil del motor en uso.

## **9. RECOMENDACIONES**

Se debe tomar en consideración que uno de los puntos críticos que se destacan con el uso del Variador es la limitación de la corriente de arranque y la programación del equipo.

Por otro lado debe considerarse que en caso de una avería deberá tenerse a disposición un variador de iguales características al que se está utilizando.

El tiempo de aceleración de una unidad con un arrancador suave es el resultado de la configuración de la tensión de arranque ( $V_0$ ) y el tiempo de rampa ( $t_0$ ) para el aumento lineal hasta la tensión de completa de red.

La tensión inicial determina el par de arranque del motor. Una alta tensión de inicio y un tiempo de rampa corto corresponde aproximadamente a un arranque directo. En la práctica, el par de arranque necesario ( $V_0$ ) y el tiempo de rampa ( $t_0$ ) se configuran de acuerdo a los requisitos del arranque.

**PRÁCTICA 5: Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico mediante el uso del Mini PLC LOGO consiste en reducir la intensidad que absorben las bobinas del estator en el motor durante el proceso de arranque. Esto implica mejorar en muchas condiciones el trabajo del motor, sin embargo en este caso se complementa el método con la aplicación del Mini PLC LOGO de Siemens que ejercerá el proceso de control sobre sistema de fuerza.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control EXTERNO e INTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el simulador de LOGO soft.</li> <li>✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li> <li>✓ Cargar el programa elaborado desde su laptop al equipo LOGO mediante cable cruzado o el ingreso del mismo de forma manual mediante teclado del equipo.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control y fuerza sin aplicar alimentación de fuerza.</li> <li>✓ Tomar las lecturas de parámetros de la máquina indicados por el Docente.</li> </ul>	

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo “C o D” robusta para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

#### **Características Generales**

- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga

- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

- ✓ No ofrecen protección alguna.
- ✓ Operan con la aplicación de tensión en los terminales de la bobina.

#### **Características Generales**

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

#### ***Contactores para Sistemas de Fuerza***

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico.

- ✓ Bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.

### **Contadores para Sistemas de Control**

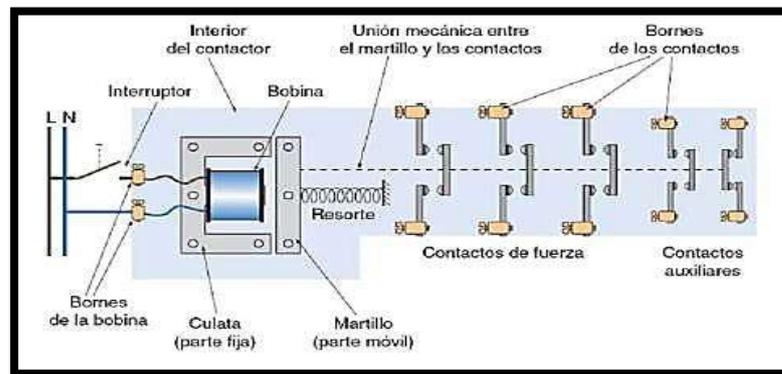
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **ACCESORIOS DEL CONTACTOR**



*Fuente: (Tecnología, 2017).*

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

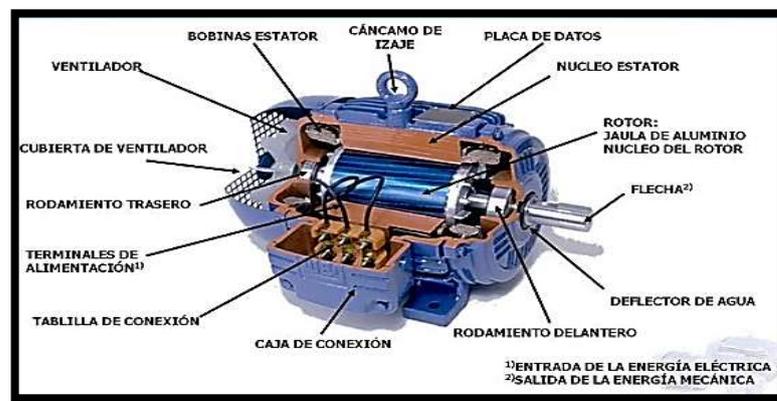
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### 3.4. PULSADORES

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.
- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera

- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.5. LUCES PILOTO.**

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.6. PLC LOGO!.**

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

Las ventajas del equipo son muchas:

- ✓ Son aparatos asequibles en precio
- ✓ Ahorra mucho cableado.
- ✓ Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.

#### **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

##### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica

en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.

- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).

#### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente el equipo de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear el Circuito de Control seleccionado en clase tal como indica el diagrama, pero ahora aplicando el Mini PLC LOGO de Siemens.
- ✓ Tomar en cuenta que en el circuito de control se deben incluir los siguientes elementos en conjunto de los antes indicados, pero como entradas de LOGO:
  - ✓ Pulsador de Emergencia.
  - ✓ Pulsador de Paro.
  - ✓ Luces Piloto indicadoras (marcha y falla térmica).
- ✓ Una vez culminado el cableado del circuito de control, probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema pero verifique que el motor aún no este alimentado para evitar contratiempos.

#### **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado.

## **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

## **DESCRIPCIÓN**

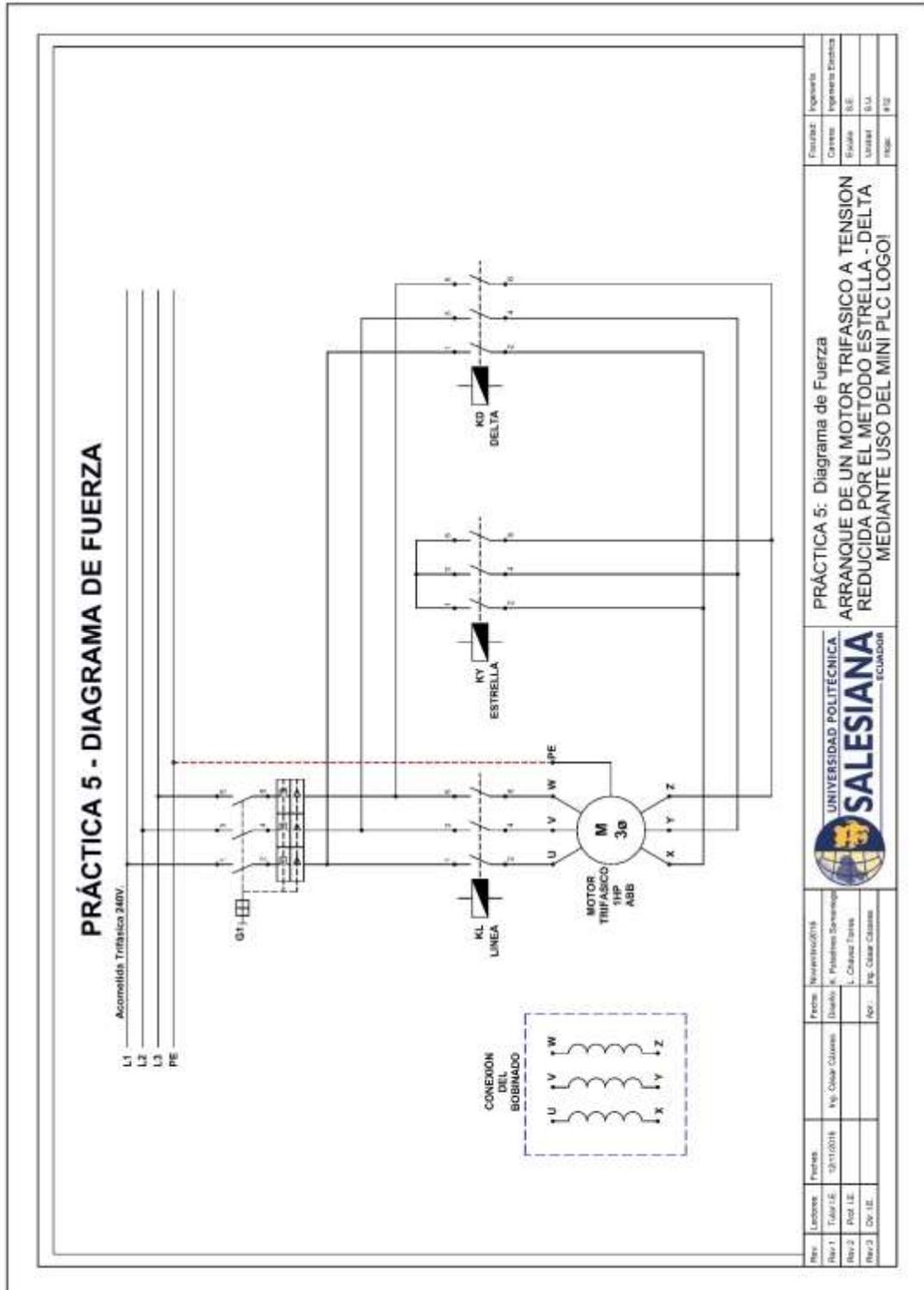
En esta fotografía se puede muestra la conexión del arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella - Triángulo de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.

## **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar el correcto enlace entre la PC y el LOGO!, para esto es recomendable utilizar el software “LOGO! Soft Comfort V8.0” para poder poner prueba el correcto funcionamiento de los (3) tres módulos.



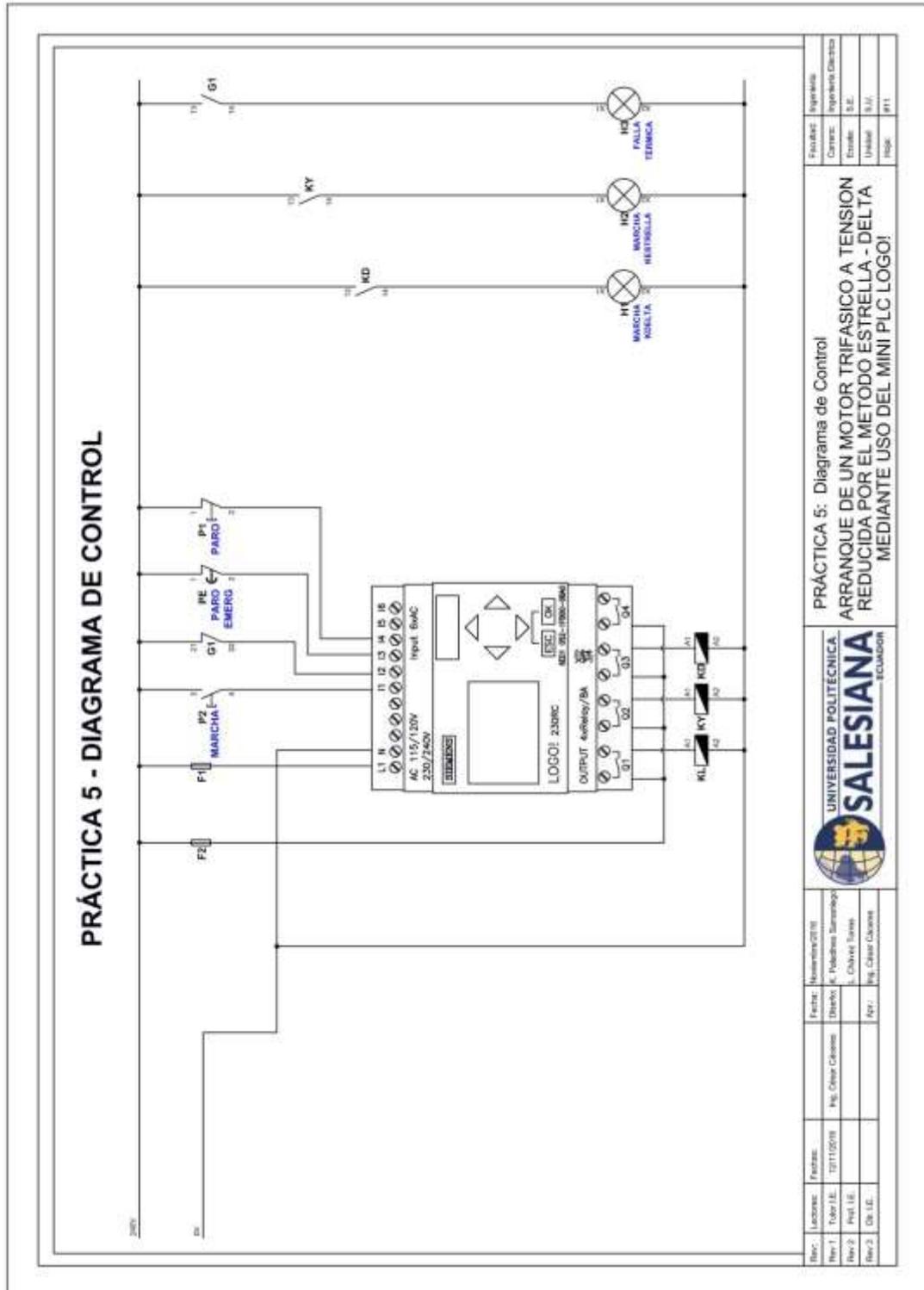
## 7. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 53:** Práctica 5 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 8. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 54:** Práctica 5 - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **9. CONCLUSIONES Y**

Al concluir con esta práctica se pudo notar que con la configuración de arranque estrella triángulo lo que se busca es reducir la corriente en el momento del arranque del equipo al alimentar a una tensión menor, es decir que la tensión su arranque sería la tensión nominal para  $\sqrt{3}$ . Con ello se consigue que la intensidad baje a la tercera parte de la intensidad que se produciría en un arranque directo.

Además de esto, con el uso del LOGO logramos reducir el uso de los elementos de control del tablero y así mismo los estudiantes buscarán diferentes tipos de programación con el equipo abriendo su capacidad de interpretar e implementar los recursos que posee el software.

## **10. RECOMENDACIONES**

Es importante considerar que el par de arranque o el esfuerzo que hace el motor al arrancar se reduce a menos de la mitad, lo que hace imposible este sistema en motores de media potencia que arranquen con carga; además se debe tener en cuenta que otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo.

**PRÁCTICA 6: Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta consiste primeramente en operar el motor tan solo con uno de sus devanados y cuando el motor llega a vencer la inercia de la masa del rotor y alcanza velocidad cercana a lo establecido, mediante temporizador se conecta el segundo devanado quedando el motor funcionando con la totalidad de sus devanados. Esto implica mejorar en muchas condiciones el trabajo del motor, sin embargo en este caso se complementa el método con la aplicación del Mini PLC LOGO de Siemens que ejercerá el proceso de control sobre sistema de fuerza.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control EXTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control INTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el simulador de LOGO soft.</li> <li>✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li> </ul>	

- ✓ Cargar el programa elaborado desde su laptop al equipo LOGO mediante cable cruzado o el ingreso del mismo de forma manual mediante teclado del equipo.
- ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control y fuerza sin aplicar alimentación de fuerza.
- ✓ Conectar los devanados del motor de acuerdo a lo solicitado por el Docente en esta práctica.
- ✓ Tomar las lecturas de parámetros de la máquina indicados por el Docente.

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo “C o D” robusta

para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

### **Características Generales**

- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

## Características Generales

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

### **Contadores para Sistemas de Fuerza**

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico y bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.

### **Contadores para Sistemas de Control**

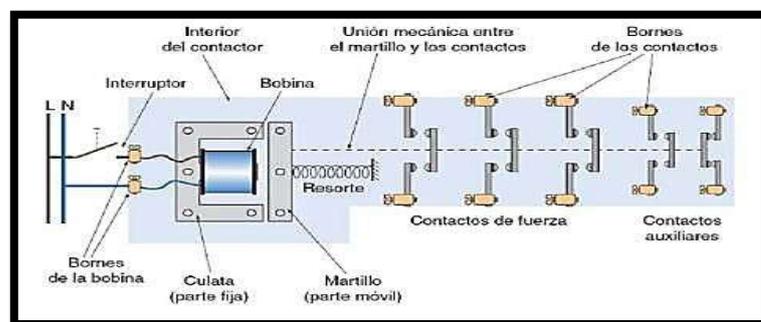
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

## ACCESORIOS DEL CONTACTOR



*Fuente: (Tecnología, 2017).*

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

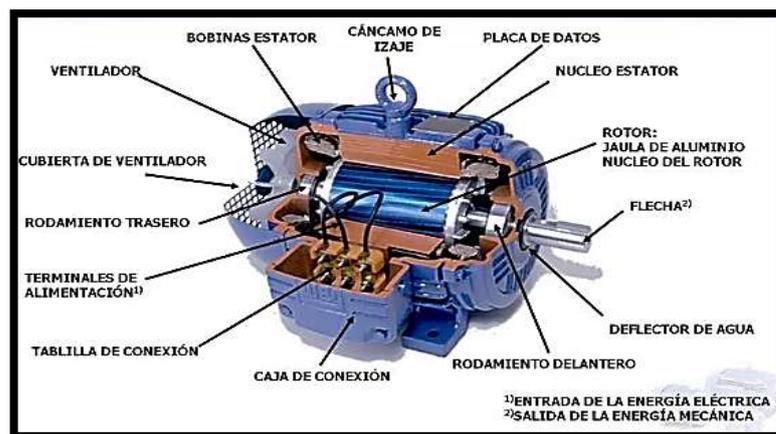
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### **ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA**



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### **3.4. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

**Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.

- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.6. PLC LOGO!**

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

Las ventajas del equipo son muchas:

- ✓ Son aparatos asequibles en precio
- ✓ Ahorra mucho cableado.

Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.

## **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.

- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).

#### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente el equipo de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear el Circuito de Control seleccionado en clase tal como indica el diagrama, pero ahora aplicando el Mini PLC LOGO de Siemens.
- ✓ Tomar en cuenta que en el circuito de control se deben incluir los siguientes elementos en conjunto de los antes indicados, pero como entradas de LOGO: Pulsador de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto indicadoras (marcha y falla térmica).
- ✓ Una vez culminado el cableado del circuito de control, probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema pero verifique que el motor aún no este alimentado para evitar contratiempos.

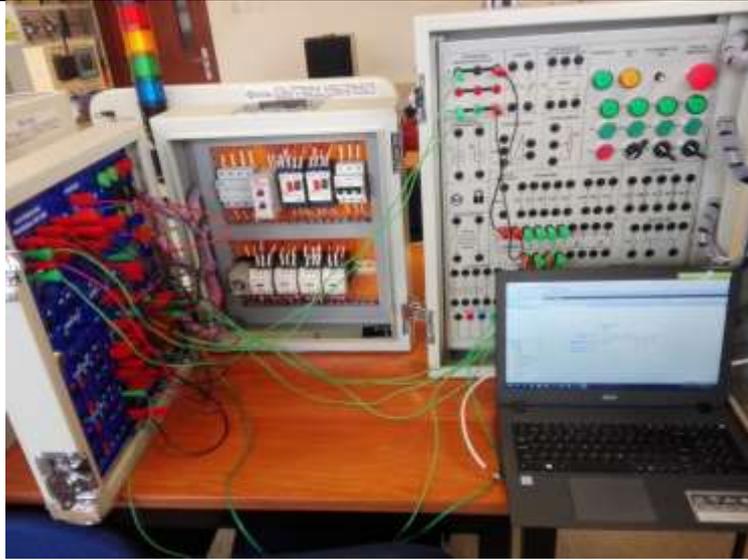
#### **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado.

## **FOTOGRAFÍA**



*Fuente: (Los autores,2017)*

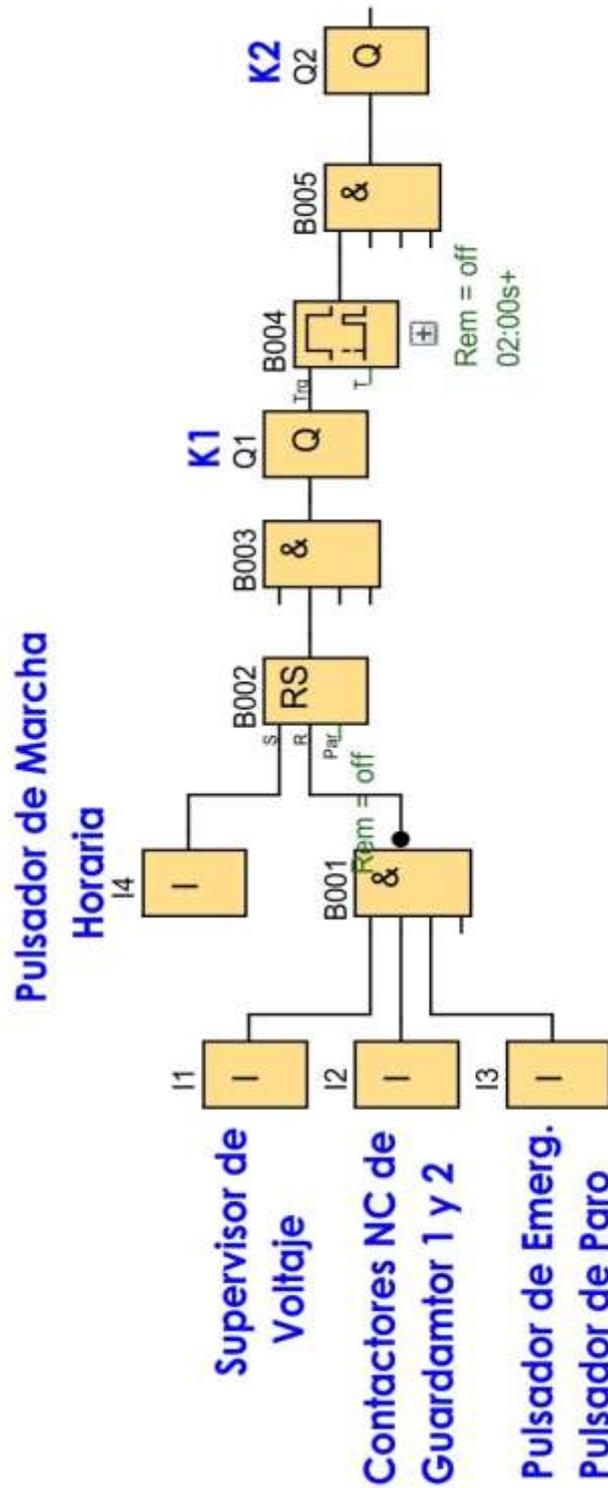
## **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se muestra la conexión del arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.

## **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar el correcto enlace entre la PC y el LOGO!, utilizando el software "LOGO! Soft Comfort V8.0" y poner a prueba los tres módulos.

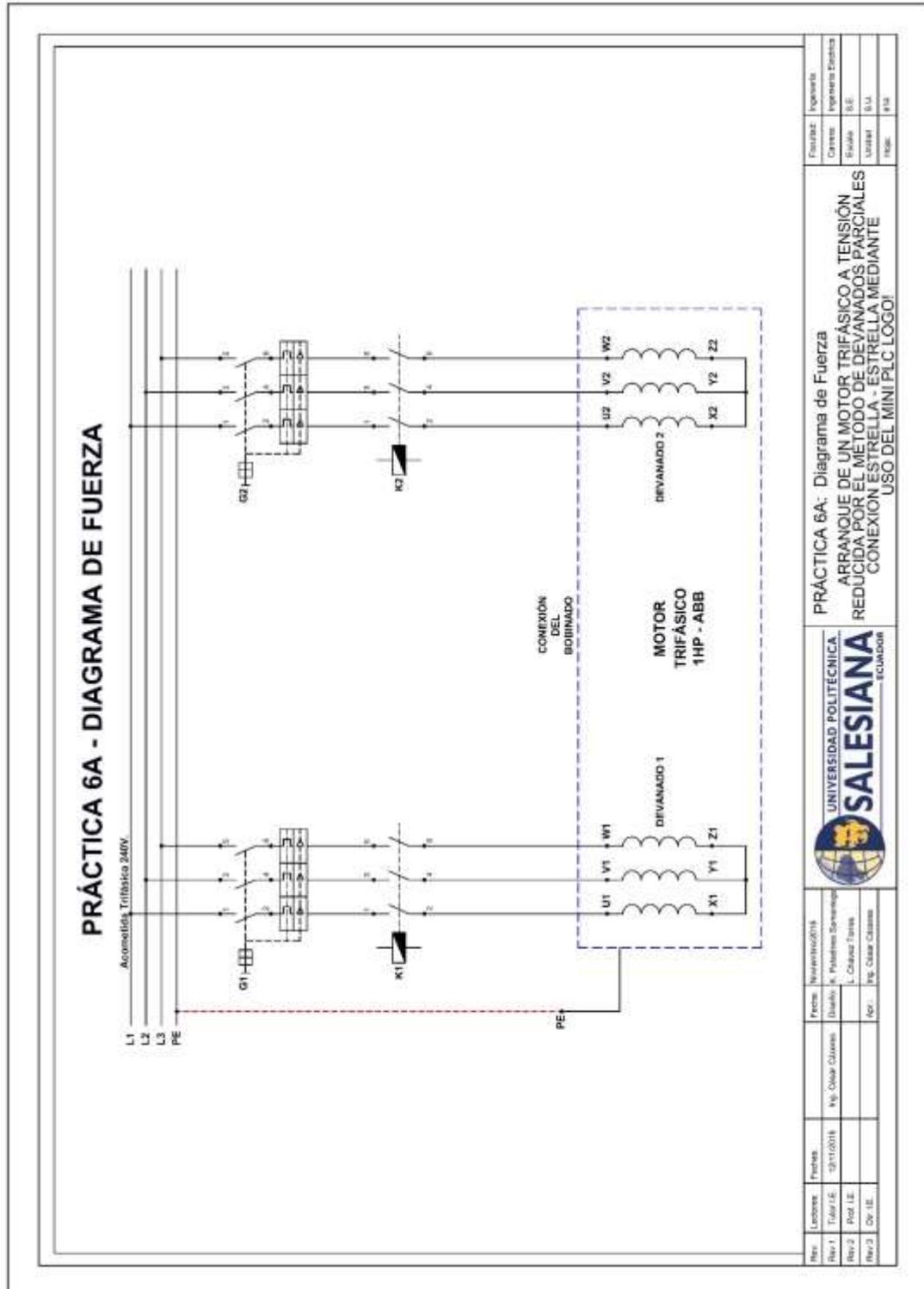
6. **ESQUEMA ELÉCTRICO EN SIMULADOR LOGO SOFT V8**



**Figura 55:** Práctica 6 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8.

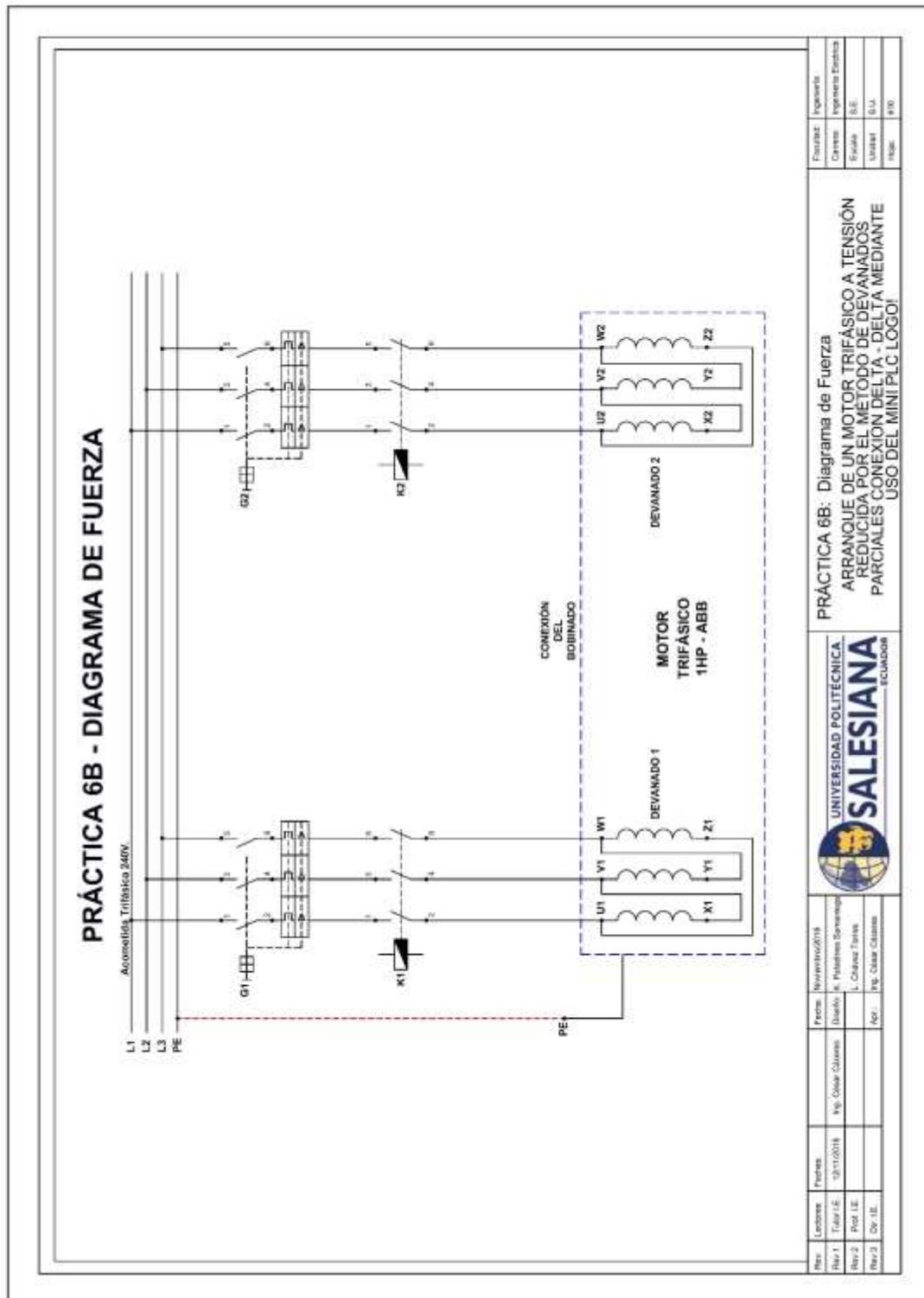
**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 7. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 56:** Práctica 6A - Diagrama de Fuerza.

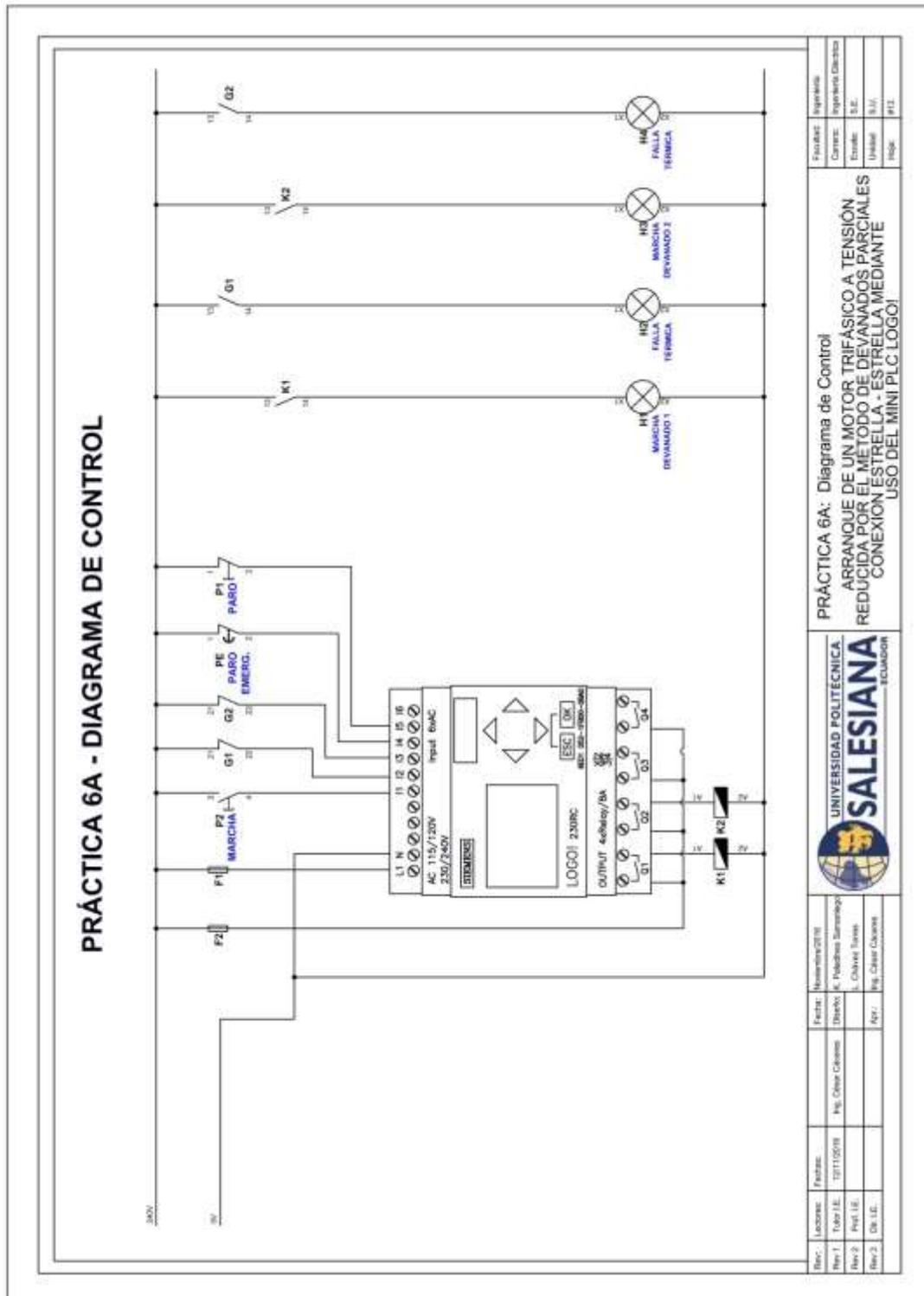
**Fuente:** (Los autores, 2017)



**Figura 57: Práctica 6B - Diagrama de Fuerza.**

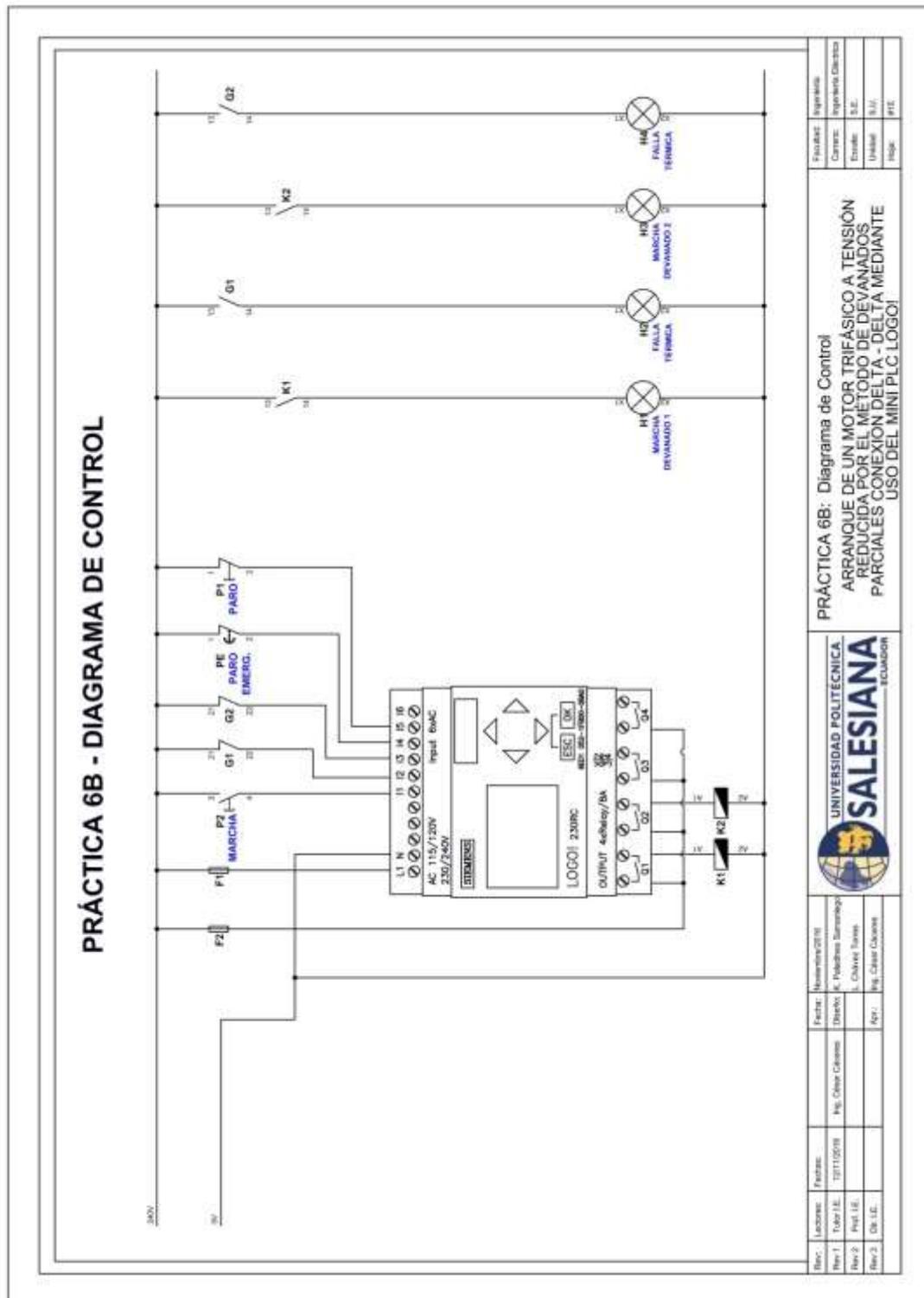
**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 8. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 58:** Práctica 6A - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).



**Figura 59: Práctica 6B - Diagrama de Control.**

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **9. CONCLUSIONES**

Al finalizar esta práctica pudimos confirmar que al usar este tipo de conexión el motor opera con su primer devanado hasta vencer la inercia alcanzando una velocidad cercana a lo establecido, dado esto se conecta su segundo devanado haciendo que el motor funcione en su totalidad.

Con el uso del LOGO logramos reducir el uso de los elementos de control del tablero y así mismo los estudiantes buscarán diferentes tipos de programación con el equipo abriendo su capacidad de interpretar e implementar los recursos que posee el software.

## **10. RECOMENDACIONES**

Es necesario considerar que al realizar esta configuración de conexión para un arranque a tensión reducida por el método de devanados parciales se puede conseguir la reducción en el flujo del campo magnético en el estator lo que hace al motor más débil. De esta forma se reducen los valores de par o de fuerza del motor así como de intensidad.

**PRÁCTICA 7: Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Serie – Triángulo Serie de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO consiste en reducir la intensidad que absorben las bobinas del estator en el motor trifásico durante el arranque. Este hecho no sólo tiene como consecuencia un ahorro energético, también implica un aumento de la vida útil del motor y de los equipos asociados al mismo. Esto implica mejorar en muchas condiciones el trabajo del motor, sin embargo en este caso se complementa el método con la aplicación del Mini PLC LOGO de Siemens que ejercerá el proceso de control sobre sistema de fuerza.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control EXTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control INTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el simulador de LOGO soft.</li> <li>✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li> <li>✓ Cargar el programa elaborado desde su laptop al equipo LOGO mediante cable cruzado o el ingreso del mismo de forma manual mediante teclado</li> </ul>	

del equipo.

- ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control y fuerza sin aplicar alimentación de fuerza.
- ✓ Conectar los devanados del motor de acuerdo a lo solicitado por el Docente en esta práctica.
- ✓ Tomar las lecturas de parámetros de la máquina indicados por el Docente.

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, así como los equipos de Instrumentación deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente antes, durante y después del desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo "C o D" robusta para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

#### **Características Generales**

- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

## Características Generales

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

### **Contadores para Sistemas de Fuerza**

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico y bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.

### **Contadores para Sistemas de Control**

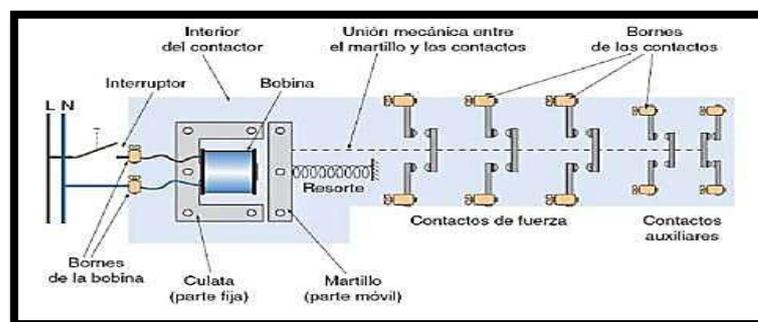
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

## ACCESORIOS DEL CONTACTOR



*Fuente: (Tecnología, 2017).*

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

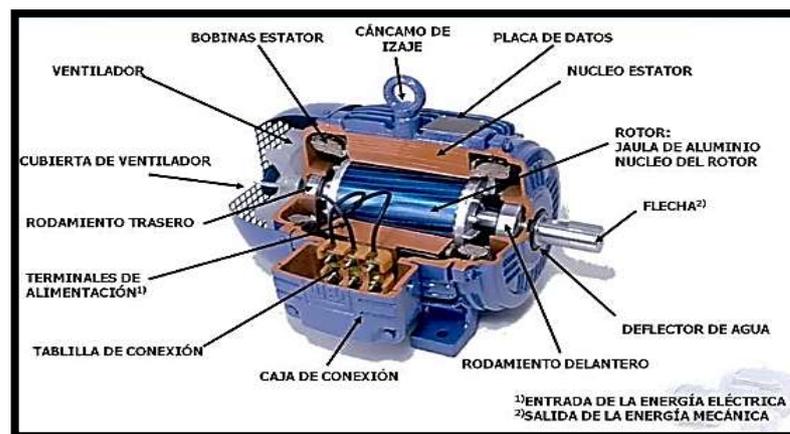
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### **ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA**



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### **3.4. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

**Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.

- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.6. PLC LOGO!**

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

Las ventajas del equipo son muchas:

- ✓ Son aparatos asequibles en precio
- ✓ Ahorra mucho cableado.

Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.

## **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.

- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).

#### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente el equipo de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear el Circuito de Control seleccionado en clase tal como indica el diagrama, pero ahora aplicando el Mini PLC LOGO de Siemens.
- ✓ Tomar en cuenta que en el circuito de control se deben incluir los siguientes elementos en conjunto de los antes indicados, pero como entradas de LOGO: Pulsador de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto indicadoras (marcha y falla térmica).
- ✓ Una vez culminado el cableado del circuito de control, probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema pero verifique que el motor aún no este alimentado para evitar contratiempos.

#### **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado.

## **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

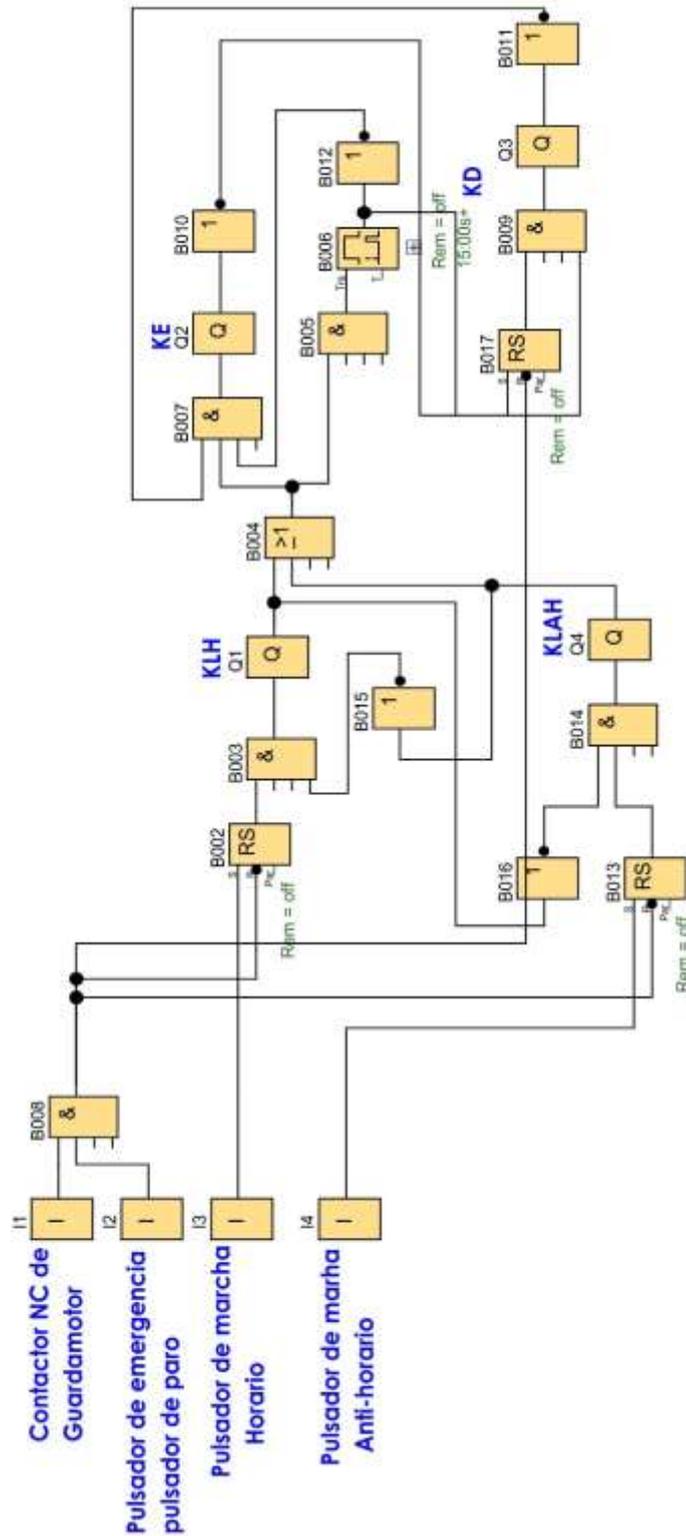
## **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se muestra la conexión del arranque a tensión reducida por el método abierto tipo Estrella Triángulo de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.

## **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar el correcto enlace entre la PC y el LOGO!, con el uso del software "LOGO! Soft Comfort V8.0" para usar los tres módulos.

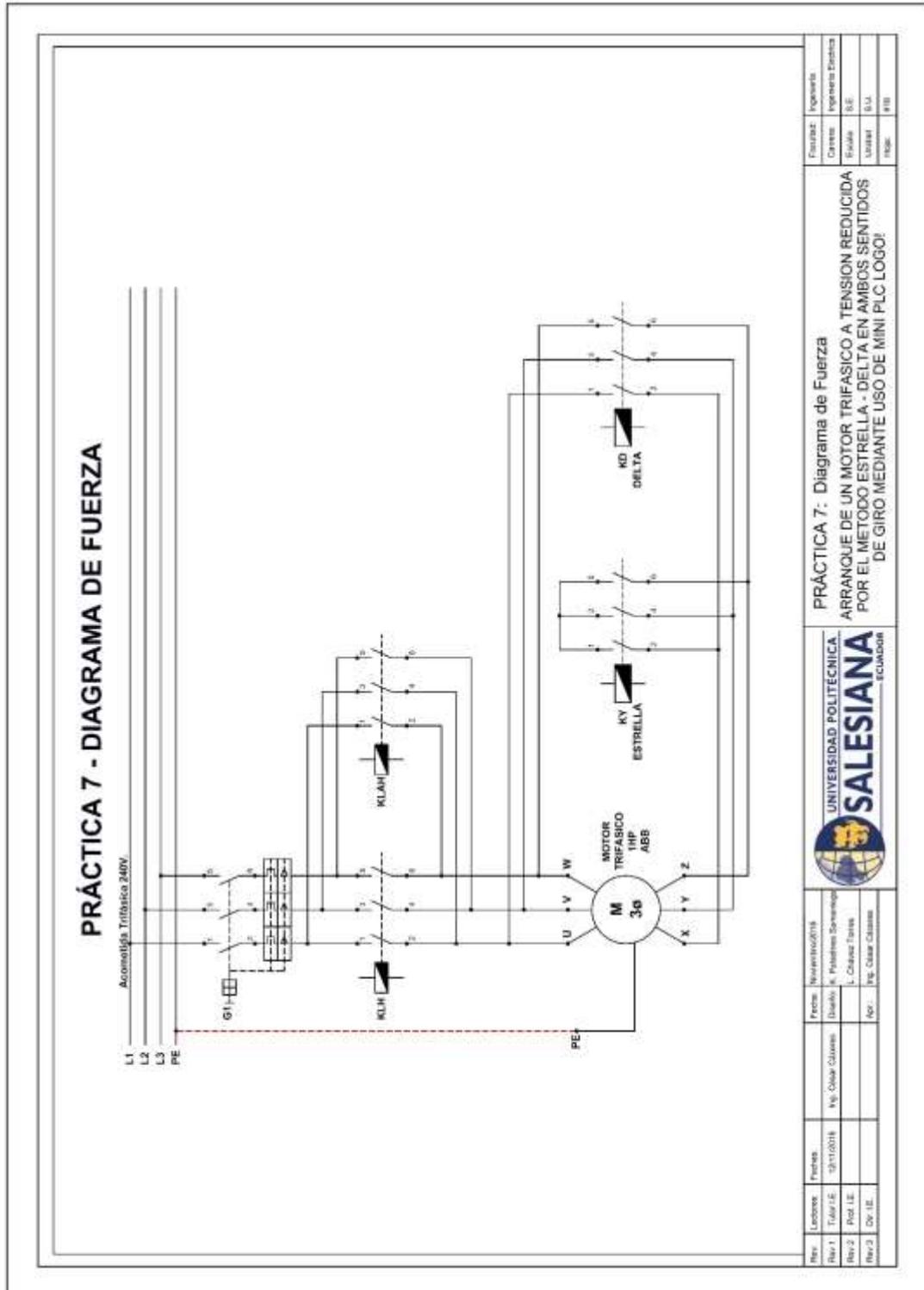
## 6. ESQUEMA ELÉCTRICO EN SIMULADOR LOGO SOFT V8



**Figura 60:** Práctica 7 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

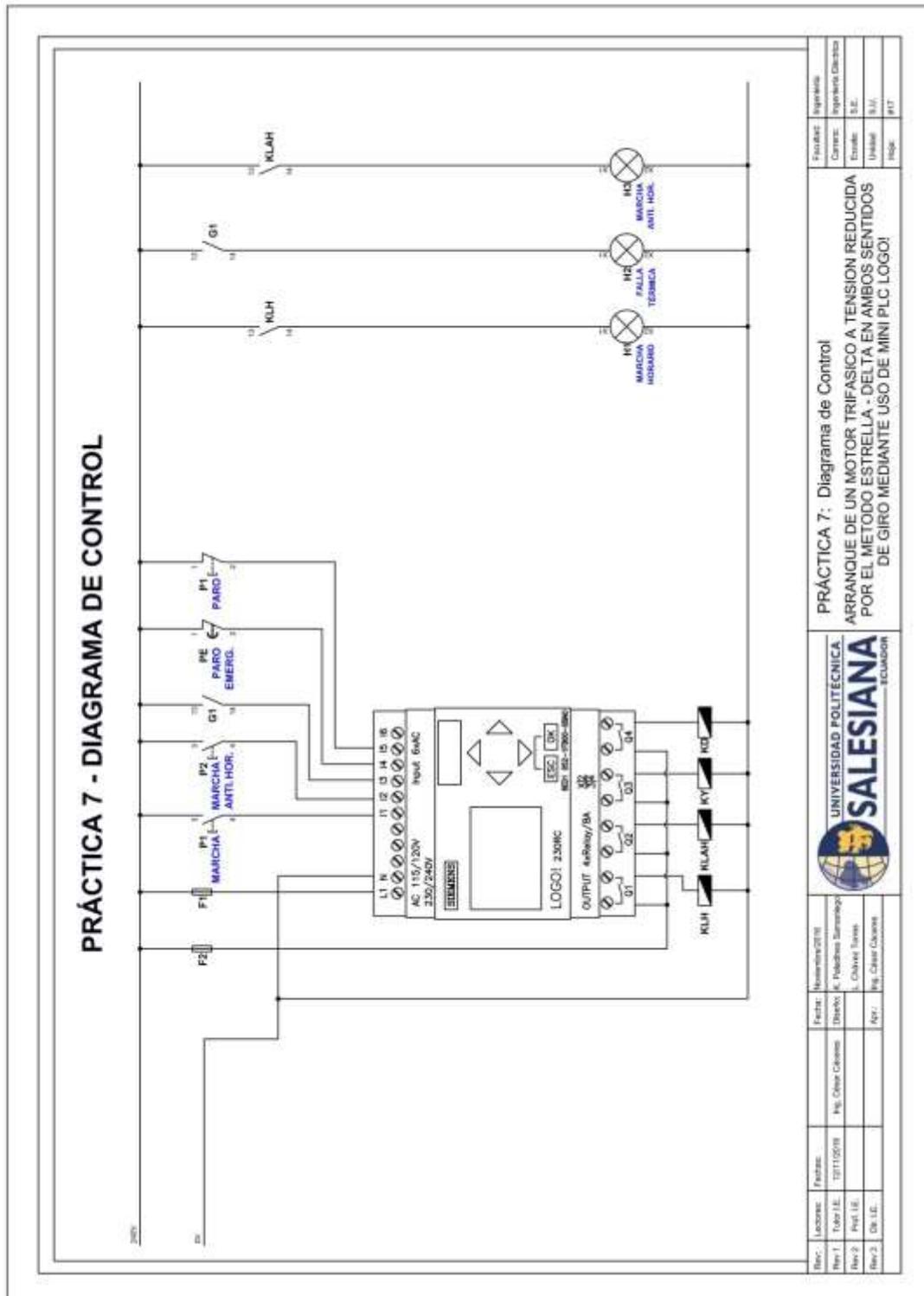
## 7. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 61:** Práctica 7 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 8. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 62:** Práctica 7 - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **9. CONCLUSIONES Y**

Al concluir con esta práctica se pudo notar que con la configuración de arranque estrella triángulo lo que se busca es reducir la corriente en el momento del arranque del equipo al alimentar a una tensión menor, es decir que la tensión su arranque sería la tensión nominal para  $\sqrt{3}$ . Con ello se consigue que la intensidad baje a la tercera parte de la intensidad que se produciría en un arranque directo, para lograr la inversión de giro solo fue necesario poner otro contactor con un cambio en la conexión entre dos de sus fases.

Además de esto, con el uso del LOGO logramos reducir el uso de los elementos de control del tablero y así mismo los estudiantes buscarán diferentes tipos de programación con el equipo abriendo su capacidad de interpretar e implementar los recursos que posee el software.

## **10. RECOMENDACIONES**

Es importante considerar que el par de arranque o el esfuerzo que hace el motor al arrancar se reduce a menos de la mitad, lo que hace imposible este sistema en motores de media potencia que arranquen con carga; además se debe tener en cuenta que otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo.

**PRÁCTICA 8: Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor Trifásico en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO utilizando la conexión de bobinados tipo: Estrella-Estrella y Delta-Delta consiste primeramente en operar el motor tan solo con uno de sus devanados y cuando el motor llega a vencer la inercia de la masa del rotor y alcanza velocidad cercana a lo establecido, mediante temporizador se conecta el segundo devanado, quedando el motor funcionando con la totalidad de sus devanados.</p> <p>Sin embargo en esta práctica se adiciona al arranque por Devanados Parciales la posibilidad de ejercer la INVERSIÓN DE GIRO en ambos sentidos de rotación complementando este método con la aplicación del Mini PLC LOGO de Siemens que ejercerá el proceso de control sobre sistema de fuerza.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control EXTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control INTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el simulador de</li> </ul>	

LOGO soft.

- ✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.
- ✓ Cargar el programa elaborado desde su laptop al equipo LOGO mediante cable cruzado o el ingreso del mismo de forma manual mediante teclado del equipo.
- ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control y fuerza sin aplicar alimentación de fuerza.
- ✓ Conectar los devanados del motor de acuerdo a lo solicitado por el Docente en esta práctica.
- ✓ Tomar las lecturas de parámetros de la máquina indicados por el Docente.

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente durante el desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo "C o D" robusta

para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

### **Características Generales**

- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

## Características Generales

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

### **Contadores para Sistemas de Fuerza**

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico y bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufables.

### **Contadores para Sistemas de Control**

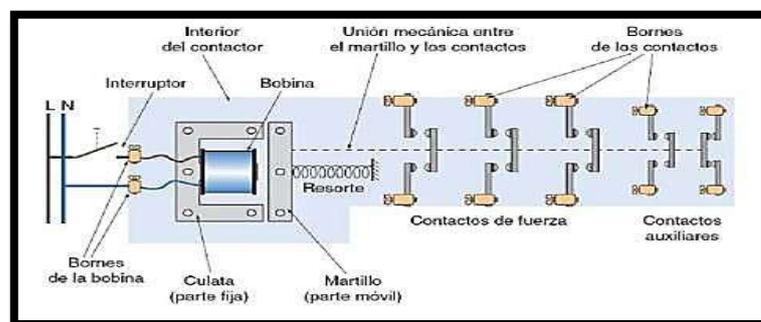
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

## ACCESORIOS DEL CONTACTOR



*Fuente: (Tecnología, 2017).*

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

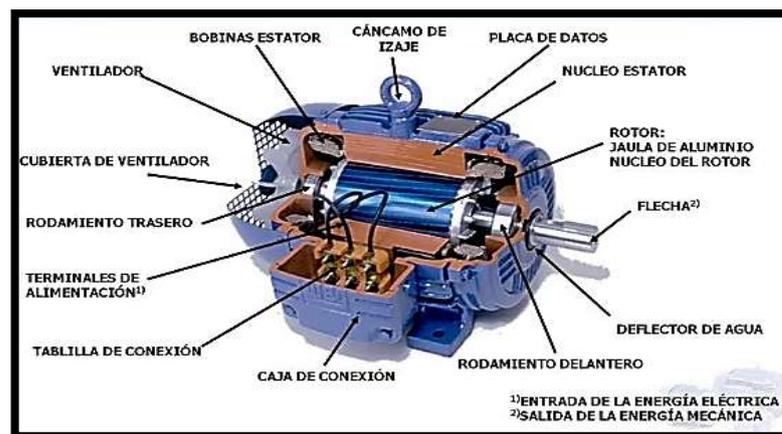
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### **ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA**



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### **3.4. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

**Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.

- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.6. PLC LOGO!**

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

Al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida. El LOGO! es programado mediante la herramienta de programación Soft V8 que debe ser instalada en la PC, este a su vez debe comunicarse mediante el puerto Ethernet al LOGO! cargando el programa de acuerdo a los parámetros ingresados y bajo los requerimientos que se necesiten

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

Las ventajas del equipo son muchas:

- ✓ Son aparatos asequibles en precio
- ✓ Ahorra mucho cableado.

### **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

#### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ Realizar la conexión de bobinas en el estator para Arranque por Devanados Parciales.

#### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente el equipo de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear el Circuito de Control seleccionado en clase tal como indica el diagrama, pero ahora aplicando el Mini PLC LOGO de Siemens.
- ✓ Tomar en cuenta que en el circuito de control se deben incluir los siguientes elementos en conjunto de los antes indicados, pero como entradas de LOGO: Pulsador de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto indicadoras (marcha y falla térmica).
- ✓ Una vez culminado el cableado del circuito de control, probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema pero verifique que el motor aún no este alimentado para evitar contratiempos.

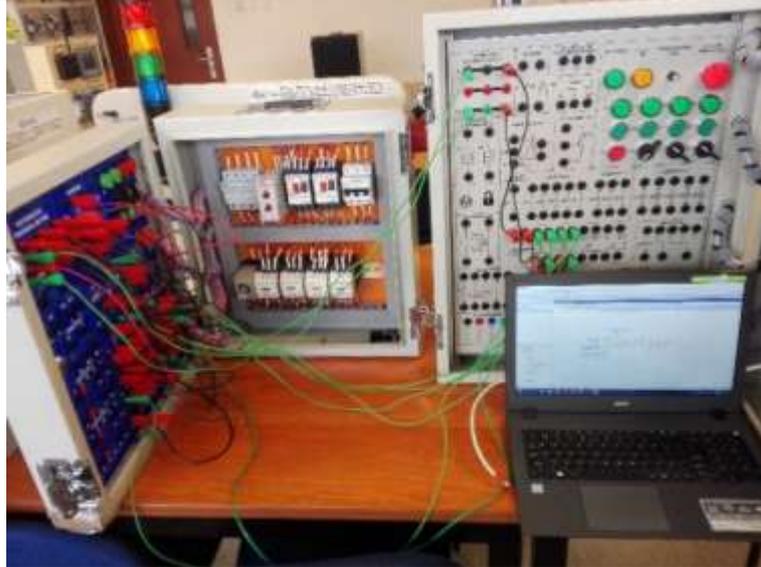
#### **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado

### **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

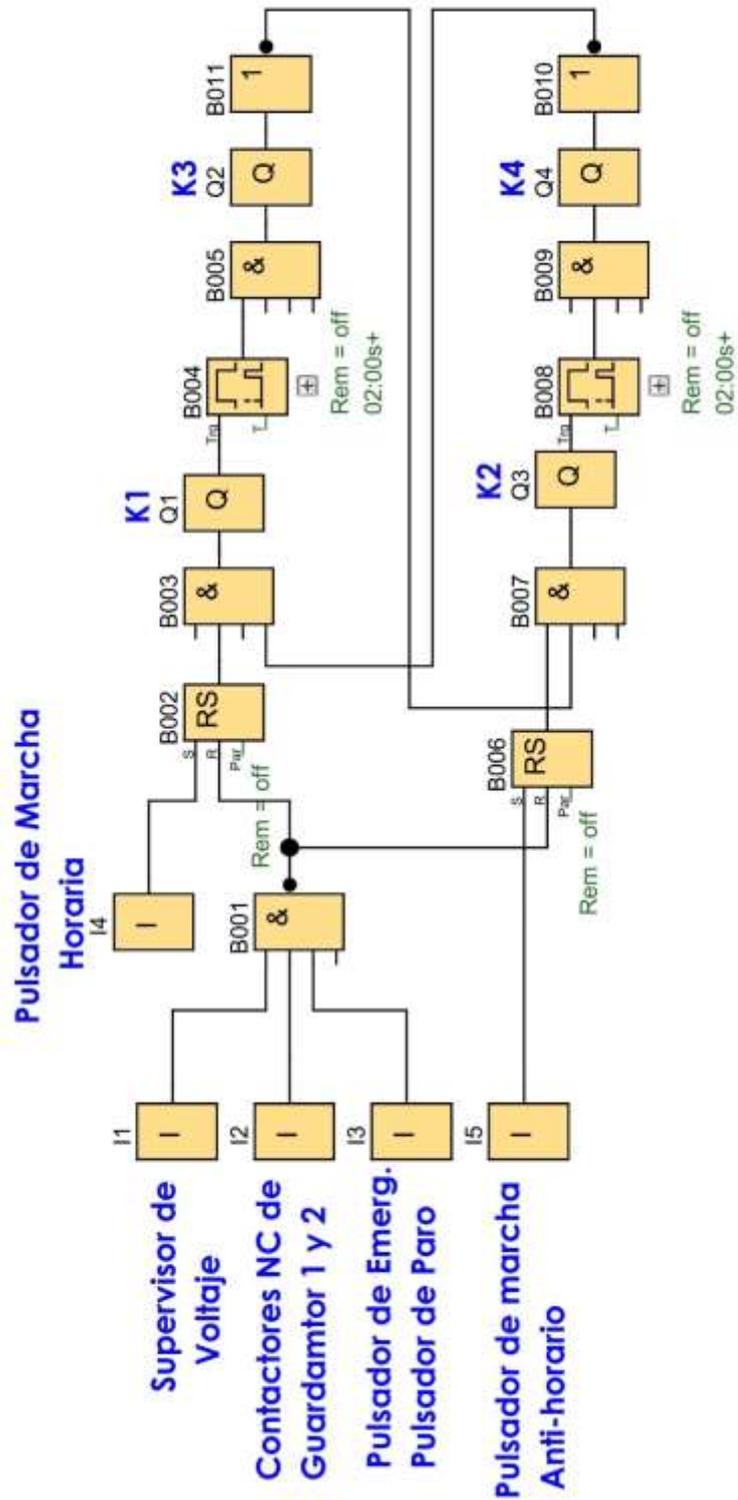
### **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se muestra la conexión del arranque a tensión reducida por el método de Devanados Parciales de un Motor en ambos sentidos de giro mediante la aplicación del Mini PLC LOGO.

### **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar el correcto enlace entre la PC y el LOGO!, utilizando el software “LOGO! Soft Comfort V8.0” mediante puerto Ethernet para probar los tres módulos, el enlace dependerá de la dirección IP del LOGO!, así como también de la subred.

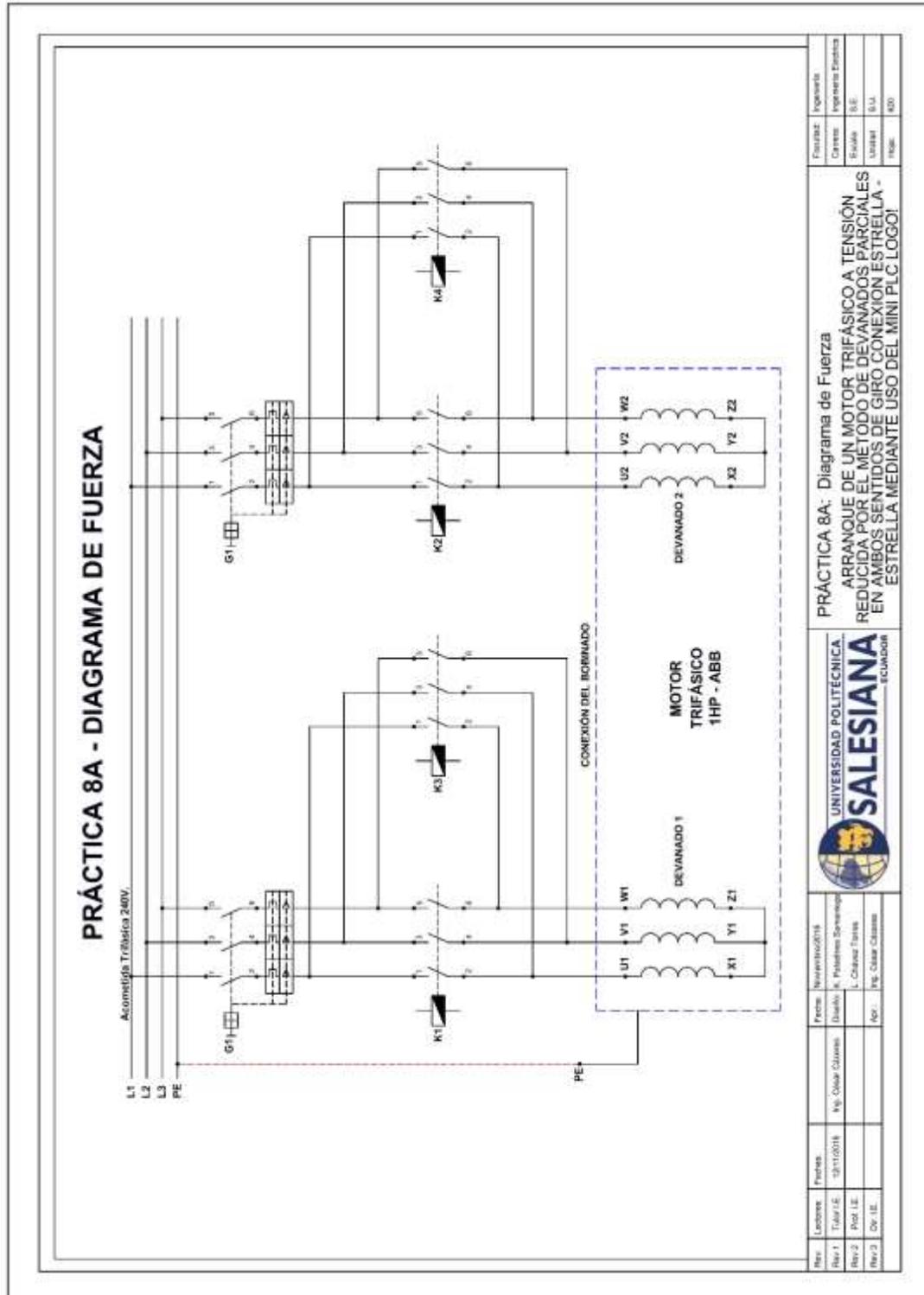
**6. ESQUEMA ELÉCTRICO EN SIMULADOR LOGO SOFT V8**



**Figura 63:** Práctica 8 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8.

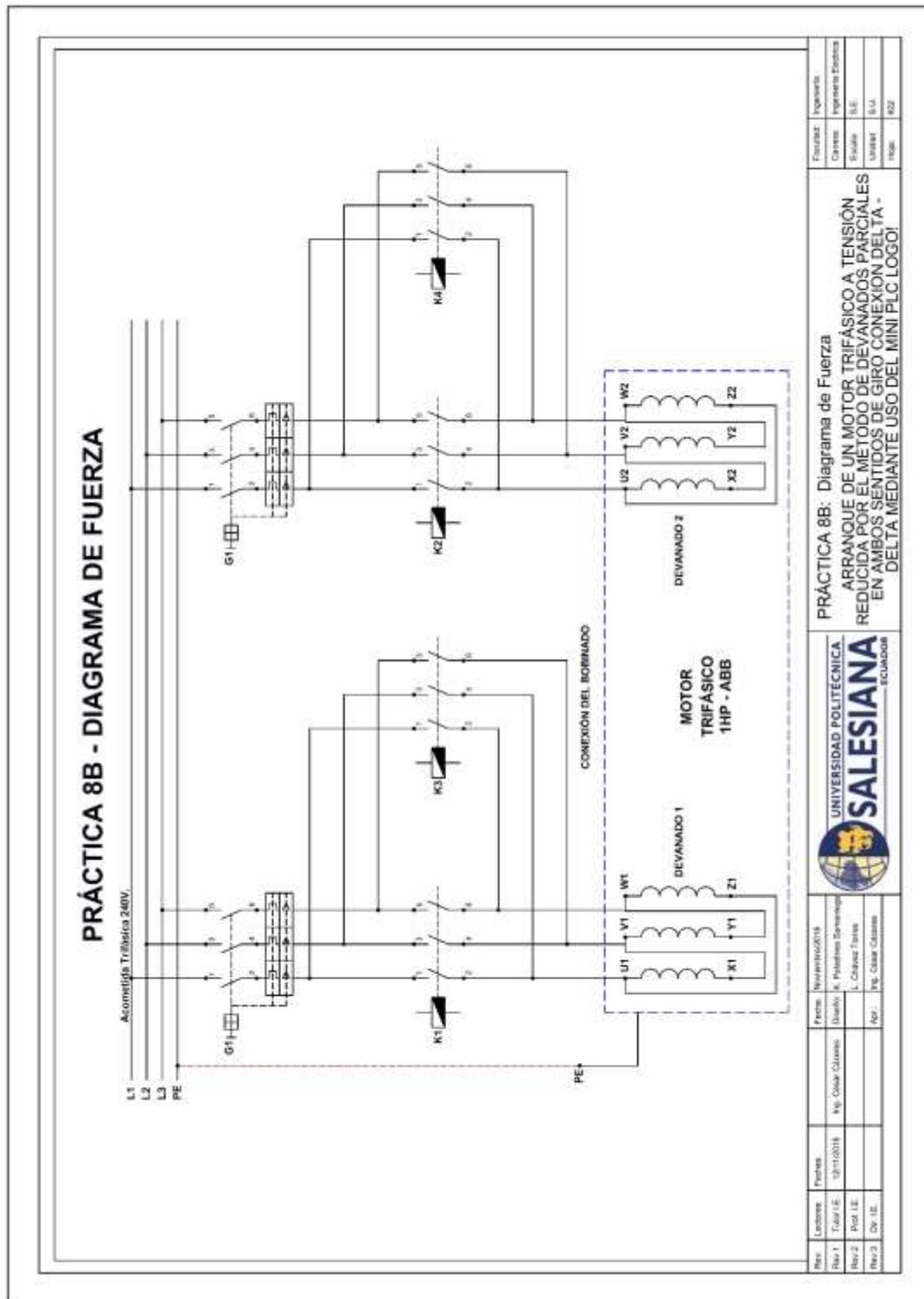
**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 7. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 64:** Práctica 8A - Diagrama de Fuerza.

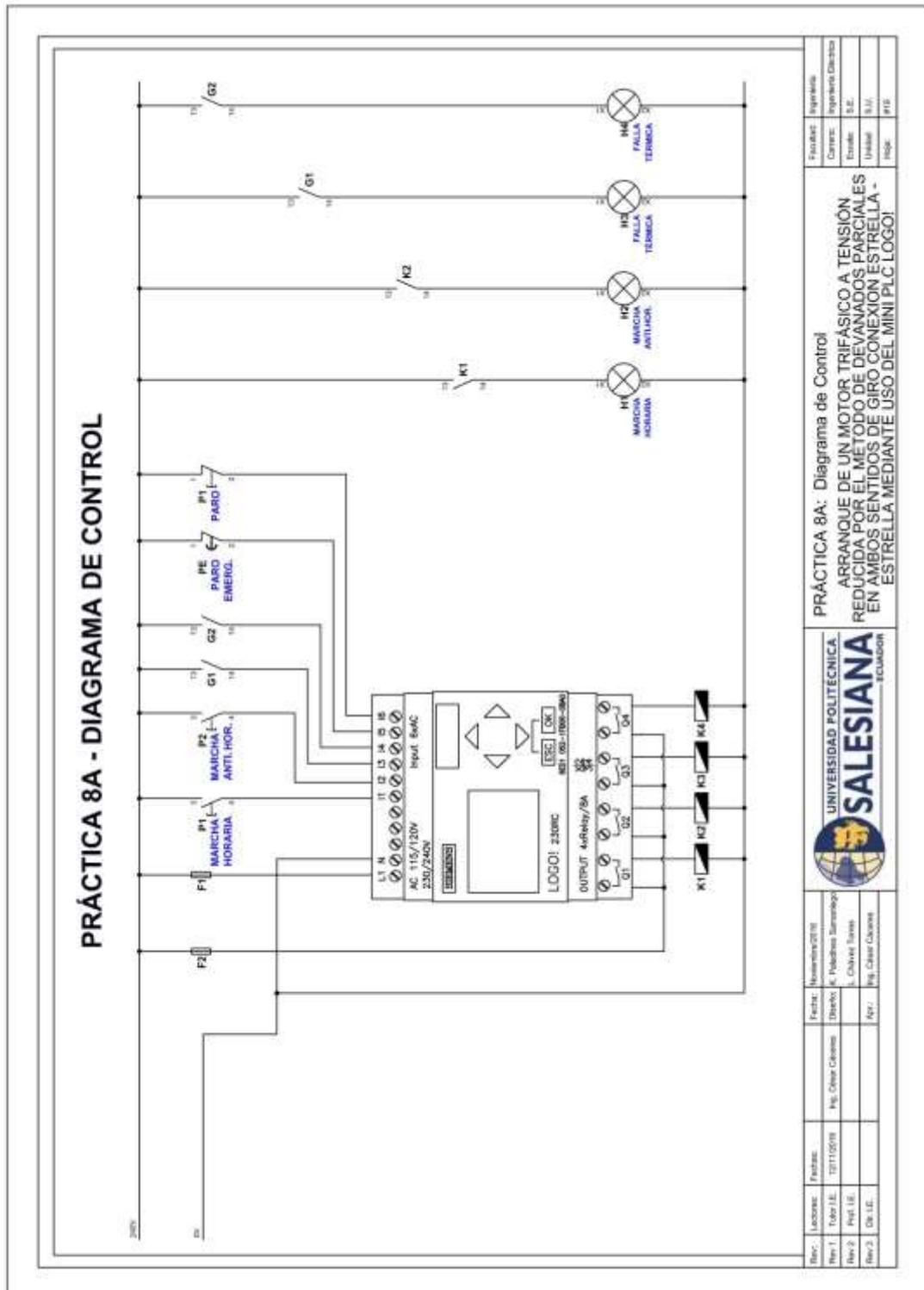
**Fuente:** (Los autores, 2017)



**Figura 65: Práctica 8B - Diagrama de Fuerza.**

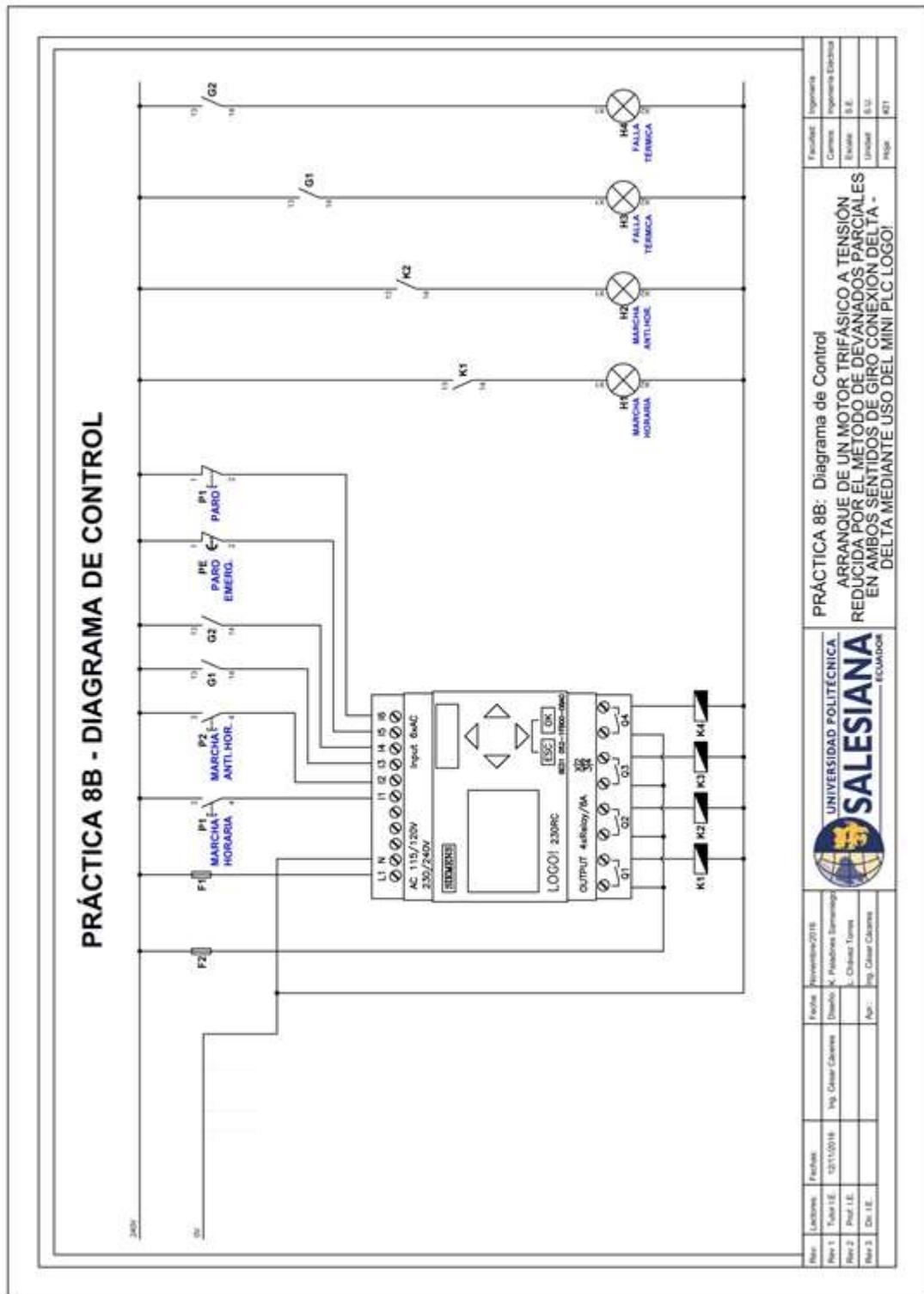
**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 8. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 66:** Práctica 8A - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).



**Figura 67:** Práctica 8B - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **9. CONCLUSIONES**

Al finalizar esta práctica pudimos confirmar que al usar este tipo de conexión el motor opera con su primer devanado hasta vencer la inercia alcanzando una velocidad cercana a lo establecido, dado esto se conecta su segundo devanado haciendo que el motor funcione en su totalidad, para lograr la inversión de giro del motor, solo fue necesario agregar un contactor y hacer un cambio en la conexión de dos de sus fases.

Con el uso del LOGO logramos reducir el uso de los elementos de control del tablero y así mismo los estudiantes buscarán diferentes tipos de programación con el equipo abriendo su capacidad de interpretar e implementar los recursos que posee el software.

## **10. RECOMENDACIONES**

Es necesario considerar que al realizar esta configuración de conexión para un arranque a tensión reducida por el método de devanados parciales se puede conseguir la reducción en el flujo del campo magnético en el estator lo que hace al motor más débil. De esta forma se reducen los valores de par o de fuerza del motor así como de intensidad.

**PRÁCTICA 9: Arranque directo de tres Motores Trifásicos en secuencia parametrizada mediante control convencional controlado por Mini PLC LOGO.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>El Método de Arranque directo de tres Motores Trifásicos en secuencia parametrizada mediante control convencional controlado por Mini PLC LOGO consiste aplicar toda la tensión de línea a los bornes del motor, a través de un interruptor o un contacto en un solo tiempo, considerando que cuando se realiza un arranque directo donde se utiliza un contactor, éste debe estar calculado para soportar la intensidad nominal del motor al igual que el relé térmico debe estar regulado para dicha intensidad, para complementar este método se hace aplicación del Mini PLC LOGO de Siemens que ejercerá el proceso de control sobre sistema de fuerza.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control EXTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control INTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el simulador de LOGO soft.</li> <li>✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li> <li>✓ Cargar el programa elaborado desde su laptop al equipo LOGO mediante cable cruzado.</li> </ul>	

- ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control y fuerza sin aplicar alimentación de fuerza.
- ✓ Conectar los devanados del motor de acuerdo a lo solicitado por el Docente en esta práctica.
- ✓ Tomar las lecturas de parámetros de la máquina indicados por el Docente.

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente durante el desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo "C o D" robusta para cubrir transitorias típicas ( $I_{arrq}$ ) en arranque de motores.

#### **Características Generales**

- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP

y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.

- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.
- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

#### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

#### **Características Generales**

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

#### ***Contactores para Sistemas de Fuerza***

- ✓ Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen

accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico y bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufarles.

### **Contadores para Sistemas de Control**

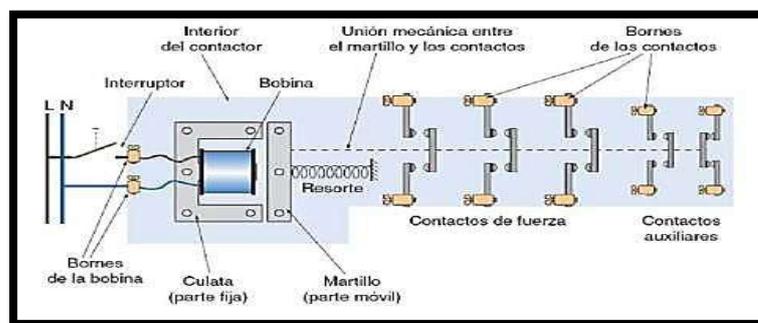
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **ACCESORIOS DEL CONTACTOR**



*Fuente: (Tecnología, 2017).*

### **3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

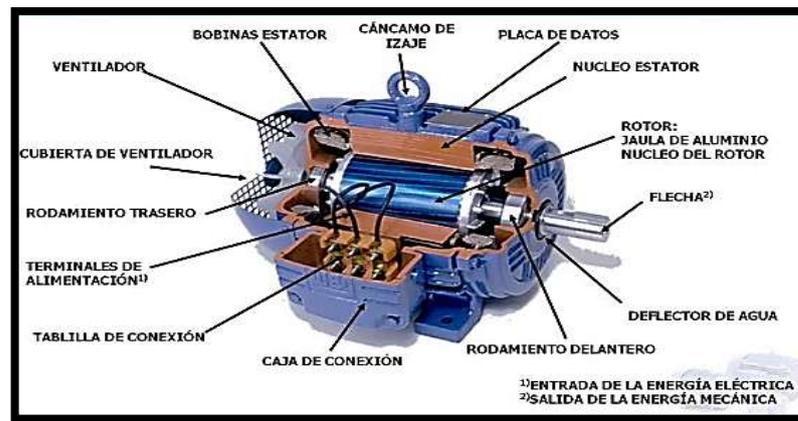
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### **ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA**



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### **3.4. PULSADORES**

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.
- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.6. PLC LOGO!.

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en

el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

El LOGO! es programado mediante la herramienta de programación Soft V8 que debe ser instalada en la PC, este a su vez debe comunicarse mediante el puerto Ethernet al LOGO! cargando el programa de acuerdo a los parámetros ingresados y bajo los requerimientos que se necesiten

Las ventajas del equipo son muchas:

- ✓ Son aparatos asequibles en precio
- ✓ Ahorra mucho cableado.

Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.

#### **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

##### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica

en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.

- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ Realizar la conexión de las bobinas en el estator de cada uno de los motores para el arranque directo.

#### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente el equipo de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear el Circuito de Control seleccionado en clase tal como indica el diagrama, pero ahora aplicando el Mini PLC LOGO de Siemens.
- ✓ Tomar en cuenta que en el circuito de control se deben incluir los siguientes elementos en conjunto de los antes indicados, pero como entradas de LOGO: Pulsador de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto indicadoras (marcha y falla térmica).
- ✓ Una vez culminado el cableado del circuito de control, probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema pero verifique que el motor aún no este alimentado para evitar contratiempos.

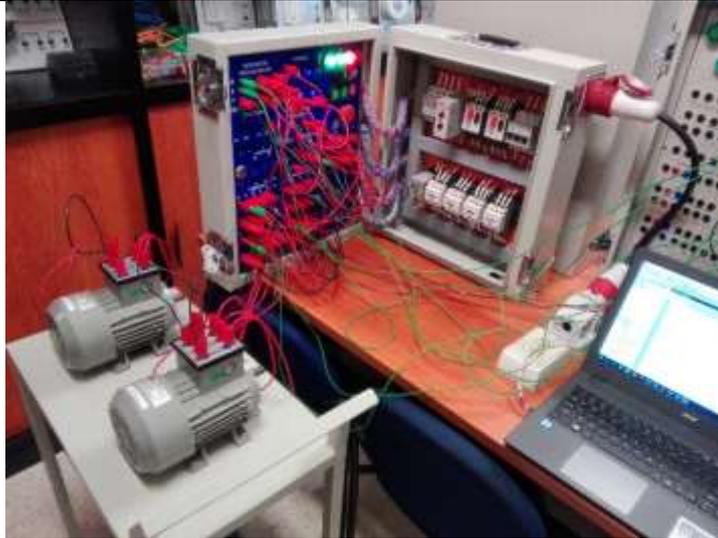
#### **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyan fotografías evidenciando el trabajo realizado.

## **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

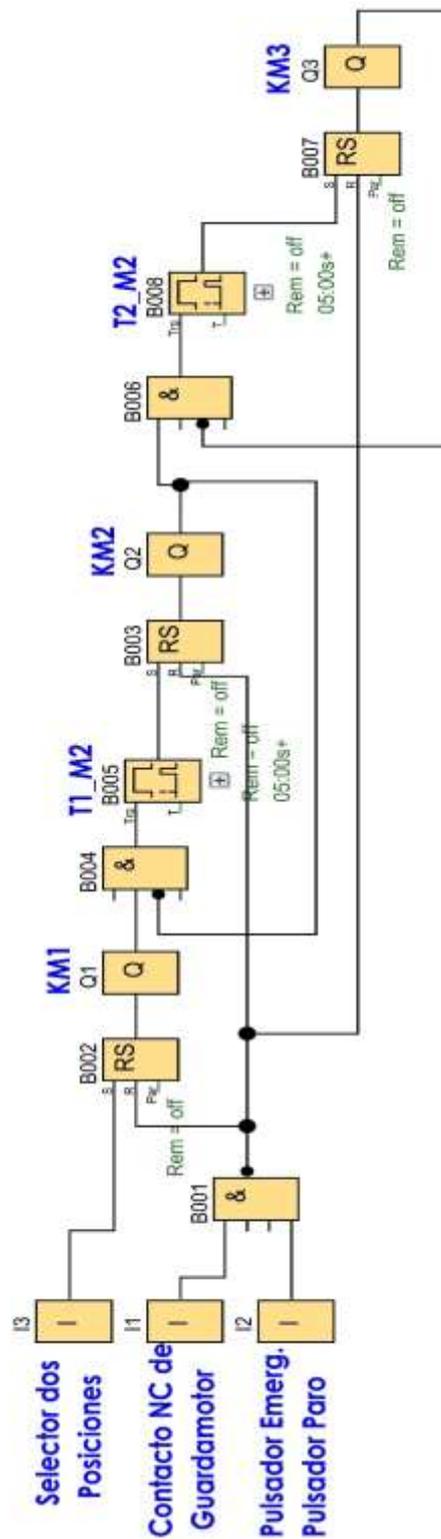
## **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía se puede muestra la conexión del arranque directo de tres Motores Trifásicos en secuencia parametrizada mediante control convencional controlado por Mini PLC LOGO.

## **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar el correcto enlace entre la PC y el LOGO!, para esto es recomendable utilizar el software “LOGO! Soft Comfort V8.0” para poder poner prueba el correcto funcionamiento de la practica en los (3) tres módulos

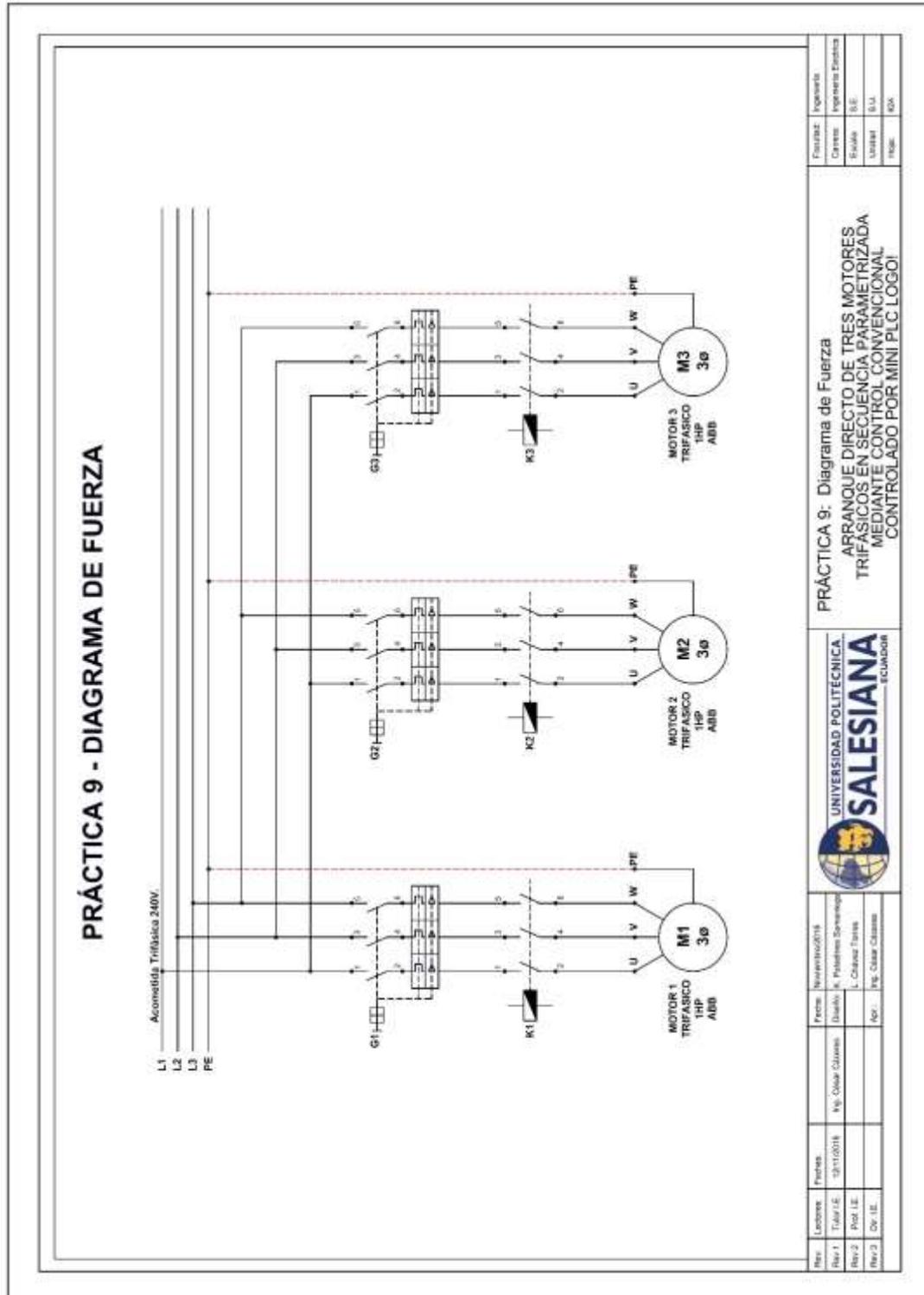
**6. ESQUEMA ELÉCTRICO EN SIMULADOR LOGO SOFT V8**



**Figura 68:** Práctica 9 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

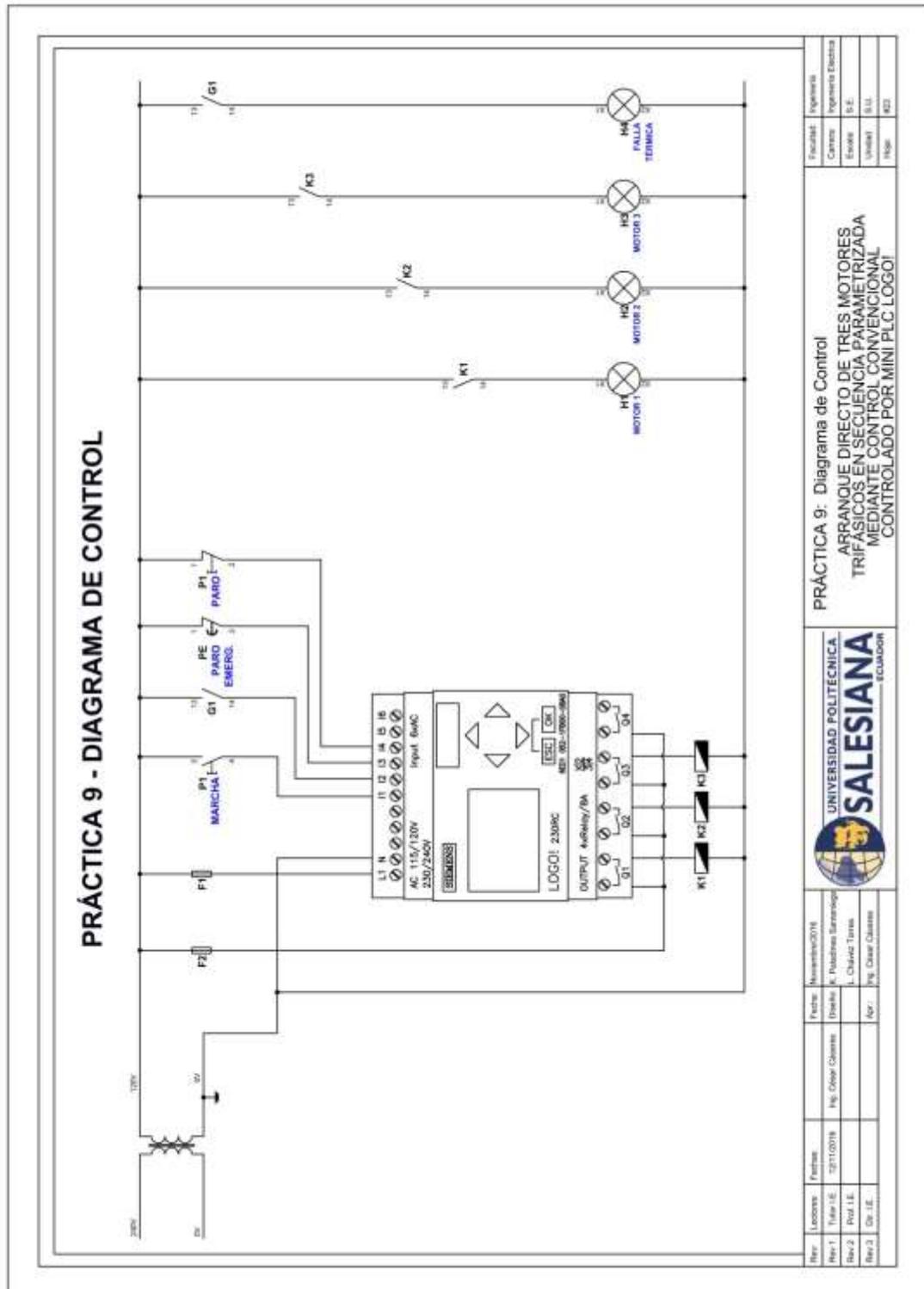
## 7. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 69:** Práctica 9 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## 8. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 70:** Práctica 9 - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## **9. CONCLUSIONES**

Al concluir con esta práctica se pudo notar que este tipo de conexión en el motor, se asemeja a un circuito en cascada de motores, pero con la ayuda del uso del PLC LOGO, en este caso se decidió hacer un arranque directo del motor y posterior a eso mediante la programación del LOGO irán arrancando consecuentemente cada uno de los motores.

Con el uso del PLC LOGO podemos reducir el número de elementos de control de los módulos y se enriquece el conocimiento de los estudiantes, ya que deberán interpretar e implementar cada uno de los recursos que posee el software.

## **10. RECOMENDACIONES**

Ya que se implementó un arranque directo es importante tener en consideración que este tipo de conexiones para el arranque de un motor crea un aumento en la temperatura de los devanados del mismo, lo que puede reducir la vida útil de los devanados del motor.

**PRÁCTICA 10: Simulación de un sistema SCADA para Arranque de Motores Trifásicos.**

<b>LABORATORIO:</b>	REDES INDUSTRIALES Y SCADA
<b>CARRERA:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
<b>SEDE:</b>	GUAYAQUIL
<b>1. <u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	
<p>Fomentar en los estudiantes a implementación del Programa de Prácticas propuesto, con la finalidad de reforzar los conocimientos adquiridos teóricamente dentro del salón de clases.</p> <p>La simulación de un SCADA para el arranque de un motor consiste en la aplicación del Mini PLC LOGO de Siemens que trabajará en conjunto con el software de programación gráfica LabView.</p>	
<b>2. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control EXTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de control INTERNO al LOGO de la práctica.</li> <li>✓ Diseñar e Implementar el sistema de fuerza de la práctica.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control mediante el simulador de LOGO soft.</li> <li>✓ Realizar las conexiones de bobinas del estator de acuerdo a las indicaciones del Docente durante la práctica.</li> <li>✓ Cargar el programa elaborado desde su laptop al equipo LOGO mediante cable cruzado.</li> <li>✓ Realizar la programación gráfica en Labview para el diseño del SCADA para el arranque del motor.</li> <li>✓ Realizar la conexión entre LabView y el Mini PLC LOGO!.</li> <li>✓ Probar el funcionamiento del sistema de control y fuerza sin aplicar alimentación de fuerza.</li> <li>✓ Conectar los devanados del motor de acuerdo a lo solicitado por el Docente en esta práctica.</li> </ul>	

### **3. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a los elementos que se utilizarán en los módulos dentro de esta práctica, es necesario conocerlos con la finalidad de aprovechar sus funciones y características, teniendo una idea clara de que trabajo cumple cada uno de los elementos en la elaboración de esta práctica.

Sin embargo es necesario mencionar que para la utilización del Laboratorio de Redes Industriales y SCADA, deberá ser necesario contemplar todas las indicaciones brindadas por el docente durante el desarrollo de la misma.

- ✓ Utilizar la toma de tensión adecuada para el Modulo Didáctico Bifásica o Trifásica.
- ✓ Verificar la interconexión entre el Mini PLC LOGO! y LabView.
- ✓ Armar y Probar el Circuito de Fuerza y Control sin alimentar al motor trifásico.
- ✓ Recuerde tomar en cuenta todas las posibilidades en el control.
- ✓ Para revisar el Circuito de Control o Fuerza, es necesario deshabilitar los niveles de tensión que al momento se tengan.

#### **3.1. GUARDAMOTOR:**

Los guarda motores son disyuntores termo-magnéticos que sirve para proteger motores eléctricos de fallas ya sean estas por cortocircuitos o sobrecargas.

Su versatilidad proporciona al dispositivo curvas de disparo “C o D” robusta para cubrir transitorias típicas (I arrq) en arranque de motores.

#### **Características Generales**

- ✓ Manejan elevadas capacidades de ruptura de 35KA hasta 100KA/480V.
- ✓ Dispositivo que previene pérdidas de fase (desnivel de tensión).
- ✓ El guarda motor posee una manija rotativa con tres posiciones ON, TRIP y OFF, que tiene la posibilidad de poner un candado en la posición OFF garantizando la seguridad en el mantenimiento.
- ✓ Dispositivo que previene desbalance de corrientes en la carga.
- ✓ Montaje sobre riel DIN.

- ✓ Son equipos con regulación de corriente por rangos.

### **Accesorios del Guardamotor**

- ✓ Bobina de mínima Tensión en AC desde 24V-120V hasta 240V.
- ✓ Bobina de disparo en AC 24V-120V-240V.
- ✓ Juego de contactos auxiliares laterales o frontales.
- ✓ Accionamiento manual desde caja remota o puerta de tablero.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### **3.2. CONTACTORES:**

Es un equipo eléctrico cuya misión es operar sus contactos tanto de fuerza como de control, para permitir el paso o corte de la corriente a través de los mismos.

#### **Características Generales**

Los Contactores se presentan en dos variedades para su utilidad:

#### ***Contactores para Sistemas de Fuerza***

Estos son utilizados para máquinas de elevadas corrientes y poseen accesorios adicionales tales como:

- ✓ Enclavamiento Mecánico y bloque temporizado Neumático.
- ✓ Bloque de contactos Auxiliares: frontales, laterales o enchufarles.

#### ***Contactores para Sistemas de Control***

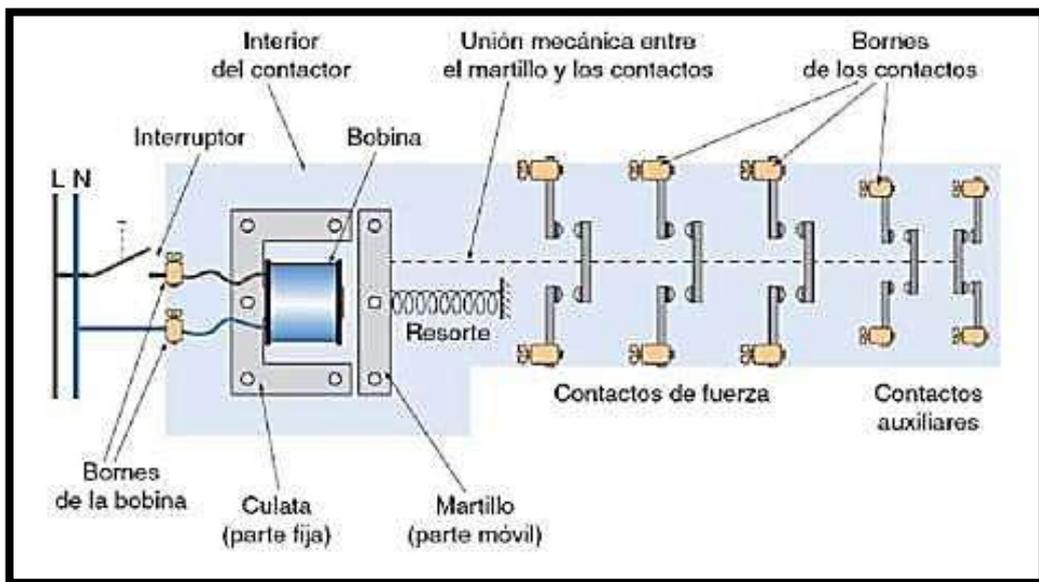
Estos son utilizados para complementar circuitos de control de grandes procesos y poseen:

- ✓ Bloques de contactos auxiliares 2NC +2NO incorporados.
- ✓ No poseen contactos de fuerza.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### ACCESORIOS DEL CONTACTOR



*Fuente: (Tecnología, 2017).*

### 3.3. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA

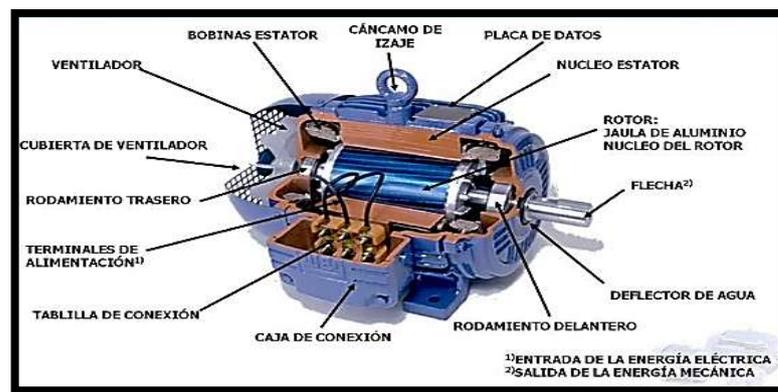
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que precisamente funcionan con corriente alterna.

Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía, en energía mecánica de rotación o par.

Los motores eléctricos pueden arrancarse por diferentes métodos:

- ✓ Arranque Directo.
- ✓ Arranque por Devanados Parciales.
- ✓ Arranque Estrella Triangulo.
- ✓ Arranque por Variador de Velocidad.
- ✓ Arranque por Suavizadores.

### ESTRUCTURA DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA



*Fuente: (EcuRed, 2013).*

### 3.4. PULSADORES

Elementos de control útiles para activar o desactivar sistemas de fuerza.

#### **Tipos de Pulsadores:**

- ✓ Marcha (NO 3-4) verde.
- ✓ Paro (NC 1-2) rojo.
- ✓ Emergencia (con retención) rojo.
- ✓ Marcha/Paro, colores combinados.
- ✓ Los contactos soportan hasta 240V-3Amp.
- ✓ El equipo permite máximo tres bloques de contactos (NC o NO) en escalera.
- ✓ Se pueden instalar bloques adicionales en escalera
- ✓ De acuerdo al ambiente donde se instalen estos pueden ser: Plásticos o metálicos.



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.5. LUCES PILOTO.

Elementos de control útiles para indicar la operación o falla en sistemas de fuerza o de control.

#### **Tipos de Indicadores**

- ✓ Verde (marcha)
- ✓ Rojo (paro)
- ✓ Amarillo (advertencia)
- ✓ Varios colores (otras actividades)
- ✓ La bases porta foco soportan hasta 240V-3W



*Fuente: (Los autores, 2017).*

### 3.6. PLC LOGO!.

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.



**Fuente:** (Los autores, 2017).

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

Las ventajas del equipo son muchas:

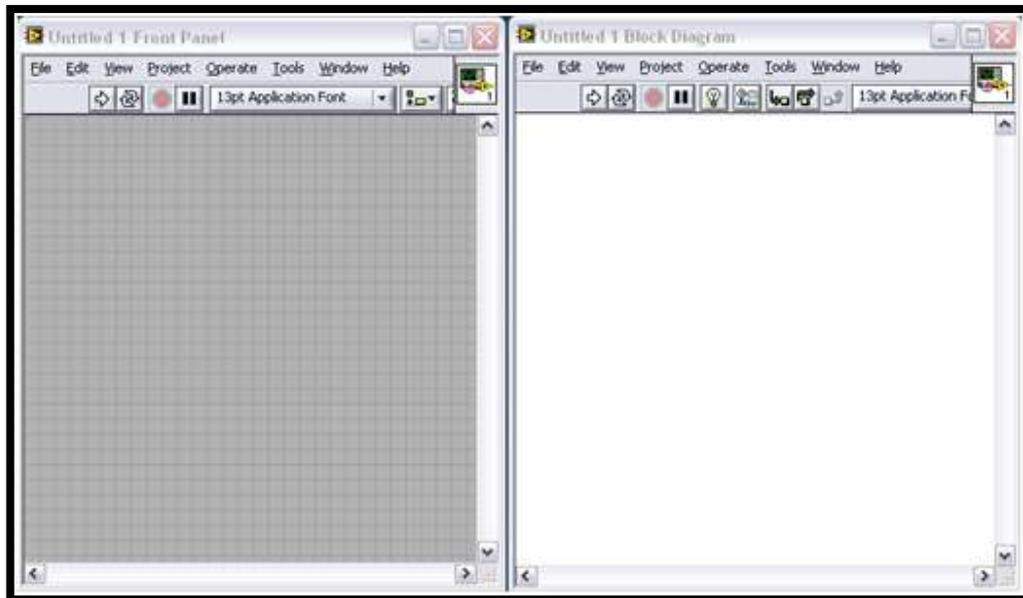
- ✓ Son aparatos asequibles en precio
- ✓ Ahorra mucho cableado.

Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.

### **3.7. LABVIEW.**

LabVIEW de National Instruments es un Entorno de desarrollo integrado especializado en informática industrial y científica. Su particularidad es que se basa en el lenguaje G (G por Gráfico), creada por Nacional Instrumentos que es enteramente gráfica. Permite el desarrollo de programas informáticos complejos facilitando al mismo tiempo la programación y en consecuencia disminuir los plazos de desarrollo. Gracias a sus librerías de funciones dedicadas a la adquisición de datos, la instrumentación, al análisis

matemático de las mediciones y la visualización, LabVIEW se dedica especialmente a los bancos de pruebas y mediciones.



*Fuente: (National Instruments, 2015)*

### **El lenguaje gráfico**

Con LabVIEW, no se programa el software a escribir líneas de códigos con una sintaxis compleja. La programación se hace con iconos los cuales representan funcionalidades, ligados entre ellos por cables quienes representan los flujos de datos (un poco a la manera de una tarjeta electrónica con sus componentes y circuitos integrados).

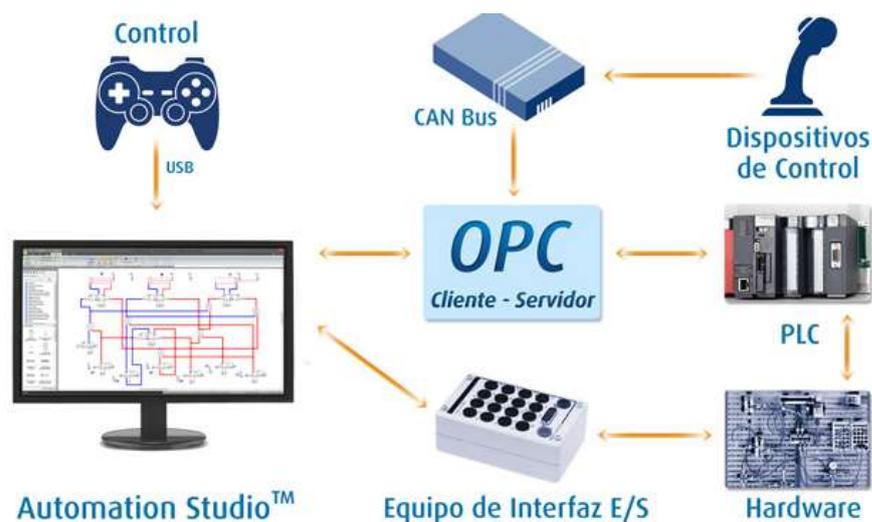
### **3.8. SERVIDOR OPC.**

Un servidor OPC es una aplicación de software (driver) que cumple con una o más especificaciones definidas por la OPC Foundation. El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos (típicamente PLCs, DCSs, básculas, Modulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.). En una arquitectura Cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el Cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC

son bidireccionales, lo que significa que los Clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC.

**Protocolos propietarios:** Los fabricantes utilizaban frecuentemente protocolos que permitían a productos de una determinada gama comunicarse entre ellos, pero requerían protocolos personalizados para comunicar con productos de otros fabricantes. OPC resuelve este problema haciendo innecesario que el cliente de Datos tenga que conocer cómo comunica el servidor de Datos o cómo organiza dichos datos.

**Drivers de comunicación propietarios:** Todas las conexiones punto a punto requerían un protocolo propietario para posibilitar la comunicación entre los extremos específicos. Por ejemplo, si un HMI necesitaba comunicar con un PLC, se requería de un driver en el HMI escrito específicamente para el protocolo utilizado por el PLC. Si los datos de este PLC necesitaban ser registrados además en un histórico de datos, el programa de registro de datos requería su propio driver porque el driver del HMI sólo se podía utilizar para el HMI y no para el software de registro histórico de datos (que necesitaría otro Driver propietario diferente). Si el driver específico para establecer la comunicación entre los dos extremos no estaba previamente desarrollado y disponible, las comunicaciones eran muy difíciles y caras de establecer.



**Fuente:** (Los autores, 2017)

## **4. INSTRUCCIONES**

Para desarrollar la siguiente práctica, se deben de seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

### **4.1. DIAGRAMA DE FUERZA**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Conectar el enchufe trifásico (color rojo) para suministrar energía eléctrica en la entrada del Disyuntor Principal del módulo didáctico.
- ✓ Cablear las entradas y salidas de los elementos de fuerza de acuerdo al Circuito Diseñado.
- ✓ Con el uso del Multímetro en modo  $V_{AC}$  y sus puntas terminales, se debe asegurar que a la salida del Disyuntor Principal de cada módulo (Poner la palanca de accionamiento en ON) existe una tensión entre líneas (220V) y con respecto a neutro o tierra (120V).
- ✓ Realizar la conexión de las bobinas en el estator de cada uno de los motores para el arranque directo.

### **4.2. DIAGRAMA DE CONTROL**

- ✓ Disponer de conductores armados con sus respectivos Plugs Banana.
- ✓ Determinar si su Modulo Didáctico posee sistema de distribución de energía con neutro.
- ✓ Utilice el Supervisor de Fases alimentando trifásicamente el equipo de forma directa, sin fusibles.
- ✓ Cablear el Circuito de Control seleccionado en clase tal como indica el diagrama, pero ahora aplicando el Mini PLC LOGO de Siemens.
- ✓ Tomar en cuenta que en el circuito de control se deben incluir los siguientes elementos en conjunto de los antes indicados, pero como entradas de LOGO: Pulsador de Emergencia, Pulsador de Paro, Luces Piloto indicadoras (marcha y falla térmica).
- ✓ Una vez culminado el cableado del circuito de control, probar el funcionamiento de los equipos utilizados energizando el sistema pero verifique que el motor aún no este alimentado para evitar contratiempos.

### **4.3. CONEXIÓN ENTRE LABVIEW Y LOGO!**

- ✓ Instalar el programa OPC en la PC sea de LabVIEW o a su vez de otro

fabricante

- ✓ Confirmar que el cable Ethernet esté perfectamente colocado.
- ✓ Verificar la IP, la subred y la máscara en el LOGO!
- ✓ Realizar las configuraciones de Red necesarias para lograr el enlace entre ambos equipos sin presentar inconvenientes.
- ✓ Realizar el enlace del LOGO! con la PC.
- ✓ Verificar que en LabVIEW se encuentre activo el uso del OPC
- ✓ Abrir el programa del OPC verificar que cuente con el driver del LOGO! o en su defecto contar con un driver de PLC de categoría antigua.
- ✓ Seleccionar el Driver apropiado.
- ✓ En el programa del Soft V8 se deberán crear entradas digitales que se pondrán en paralelo a las entradas analógicas que se encuentran programadas.
- ✓ Crear entradas en el OPC con una dirección específica a cada una.
- ✓ A cada entrada digital del LOGO! se le deberá dar la misma dirección que tiene dentro del OPC con la finalidad de que se enlacen perfectamente.
- ✓ Crear entradas Booleanas en el programa de LabVIEW.
- ✓ Se deberá asignar a los entradas Booleanas en LabVIEW el mismo nombre que tienen asignado en el OPC y en el Soft V8.
- ✓ Para simular que se encuentran enlazados de manera correcta se podrá verificar en el simulador On Line del programa del LOGO! Soft V8.
- ✓ Verificar de que las entradas se activen al mismo tiempo dentro del OPC.

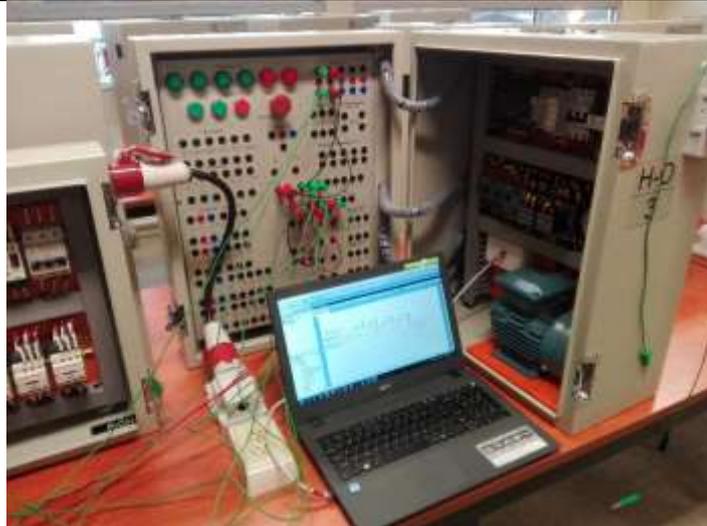
##### **5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La presente práctica plantea como objetivo los siguientes puntos a mencionar:

Realizar la Inducción técnica a los estudiantes del curso en el uso adecuado de los Módulos Didácticos de Instalaciones Industriales.

Implementar las prácticas propuestas, complementado con la toma de lectura de los parámetros indicados por el docente y elaborar un reporte donde se incluyen fotografías evidenciando el trabajo realizado.

## **FOTOGRAFÍA**



**Fuente:** (Los Autores, 2017).

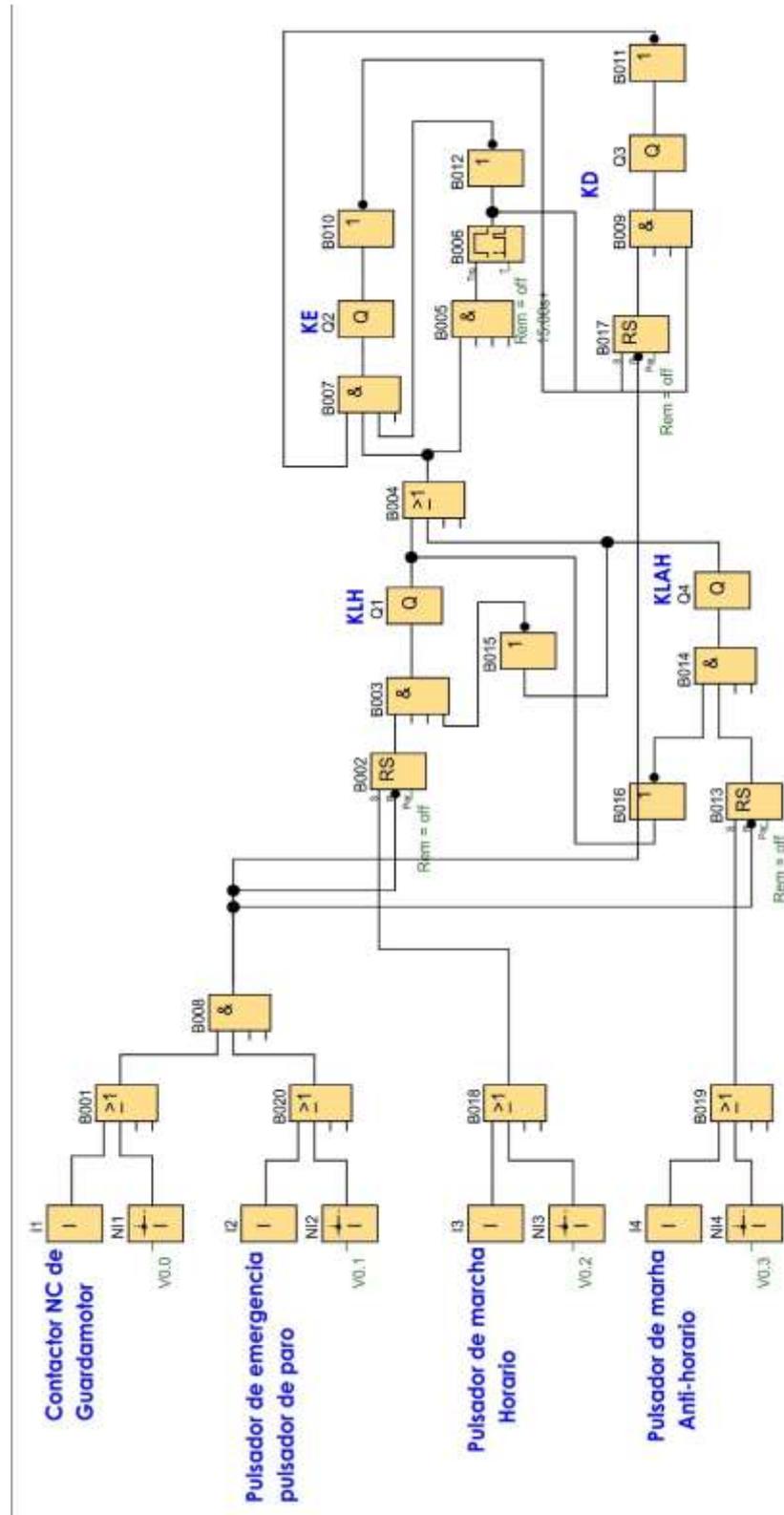
## **DESCRIPCIÓN**

En esta fotografía muestra la simulación de un sistema SCADA para arranque de motores trifásicos

## **SUGERENCIAS**

Es necesario realizar el correcto enlace entre LabVIEW y el LOGO!, verificando la comunicación constante entre los mismos y probar el funcionamiento en los tres módulos.

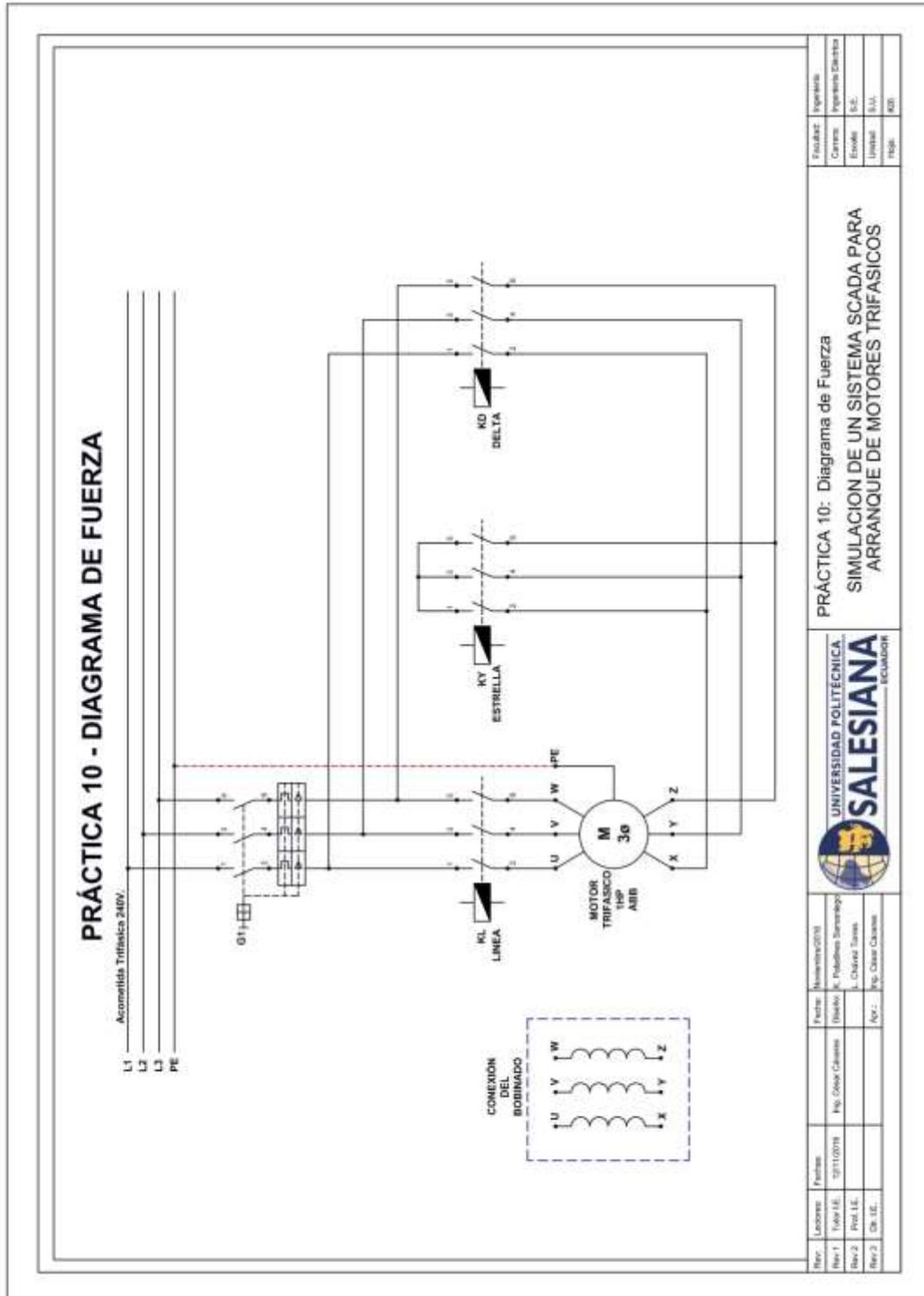
## 6. ESQUEMA ELÉCTRICO EN SIMULADOR LOGO SOFT V8



**Figura 71:** Práctica 10 - Diagrama Eléctrico en Simulador LOGO SOFT V8.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

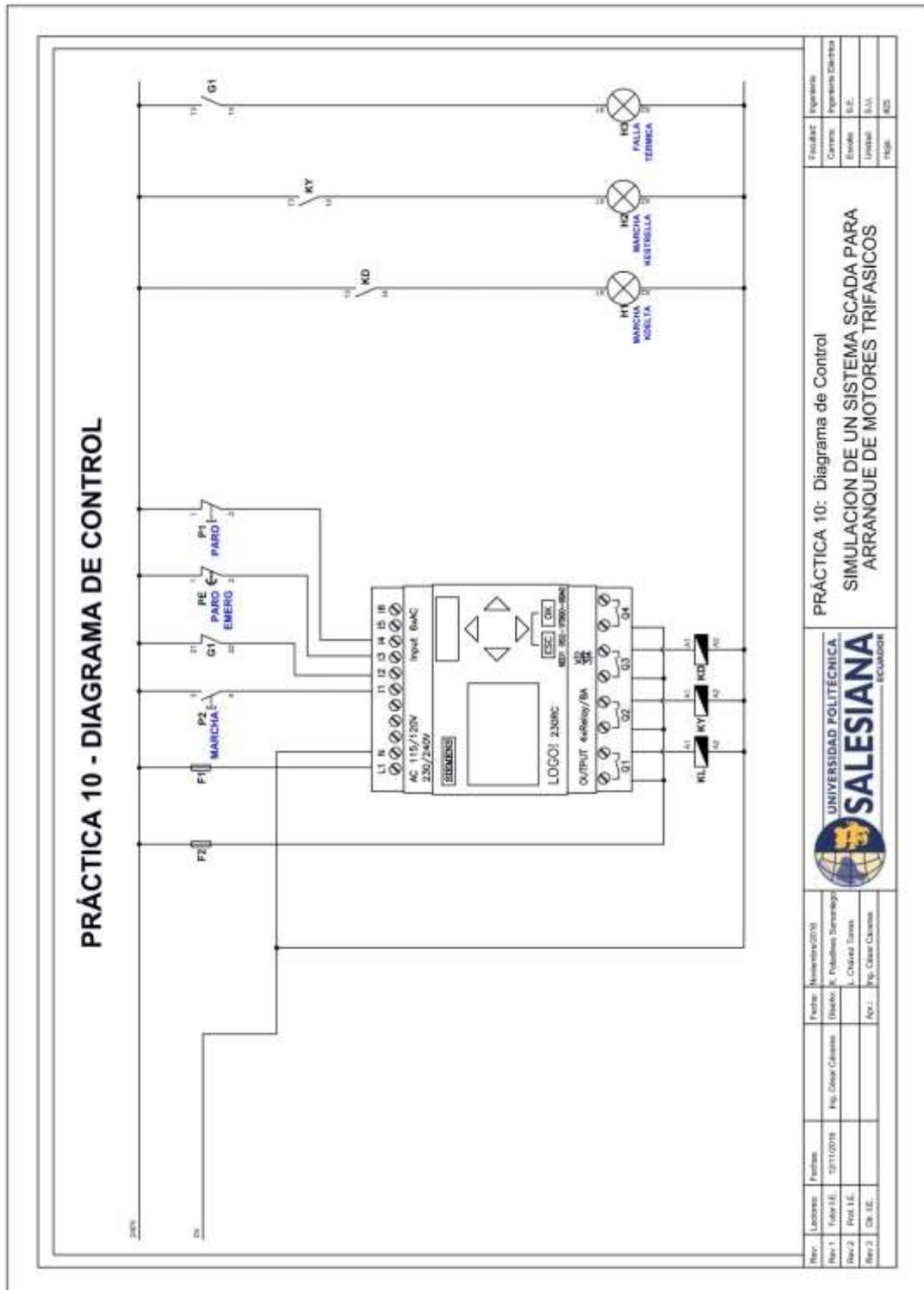
## 7. DIAGRAMA DE FUERZA



**Figura 72:** Práctica 10 - Diagrama de Fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

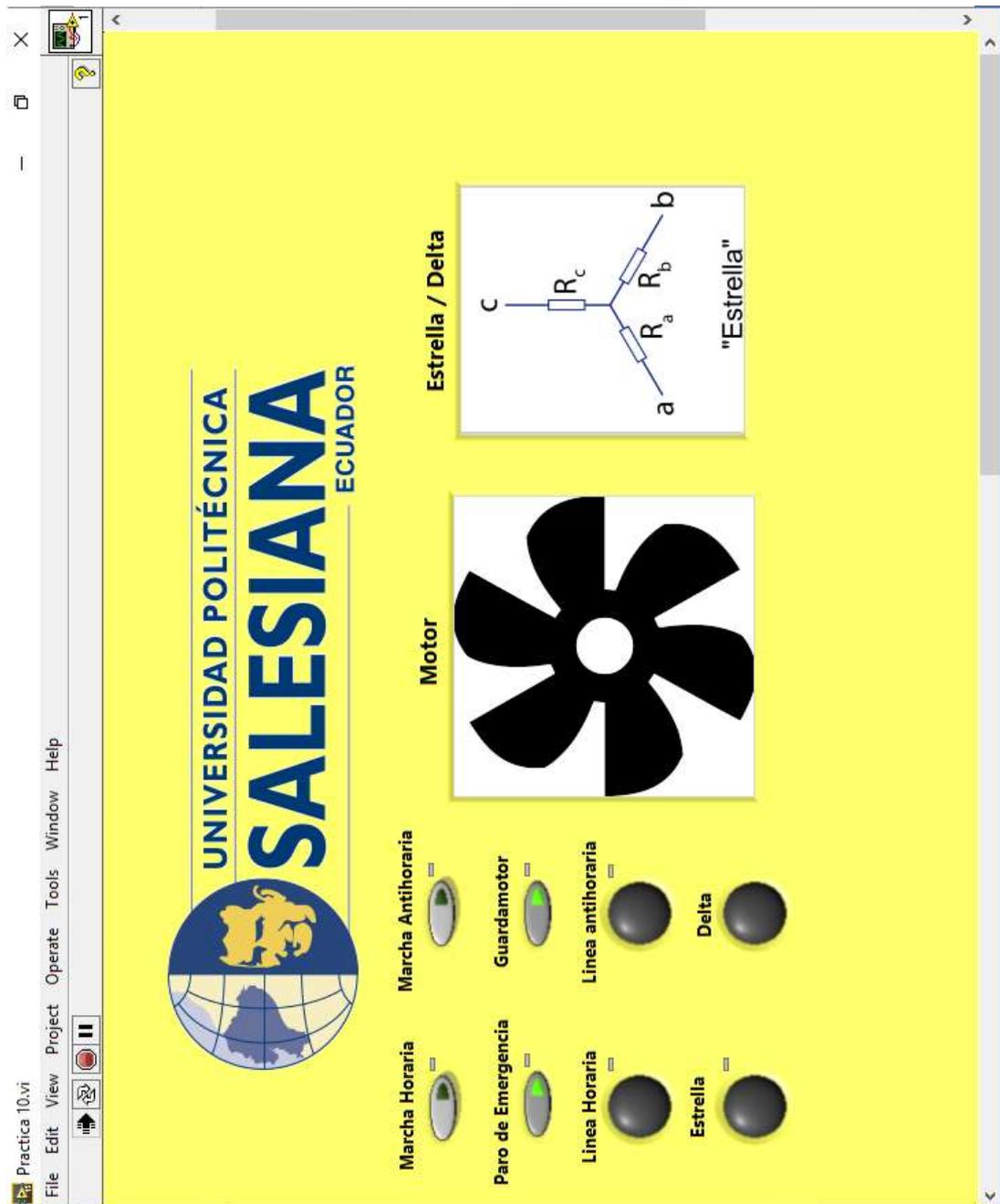
## 8. DIAGRAMA DE CONTROL



**Figura 73:** Práctica 10 - Diagrama de Control.

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## 9. PANEL FRONTAL DE LABVIEW



**Figura 74:** Panel frontal en LabVIEW de Práctica 10

**Fuente:** (Los autores, 2017).

## 10. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LABVIEW

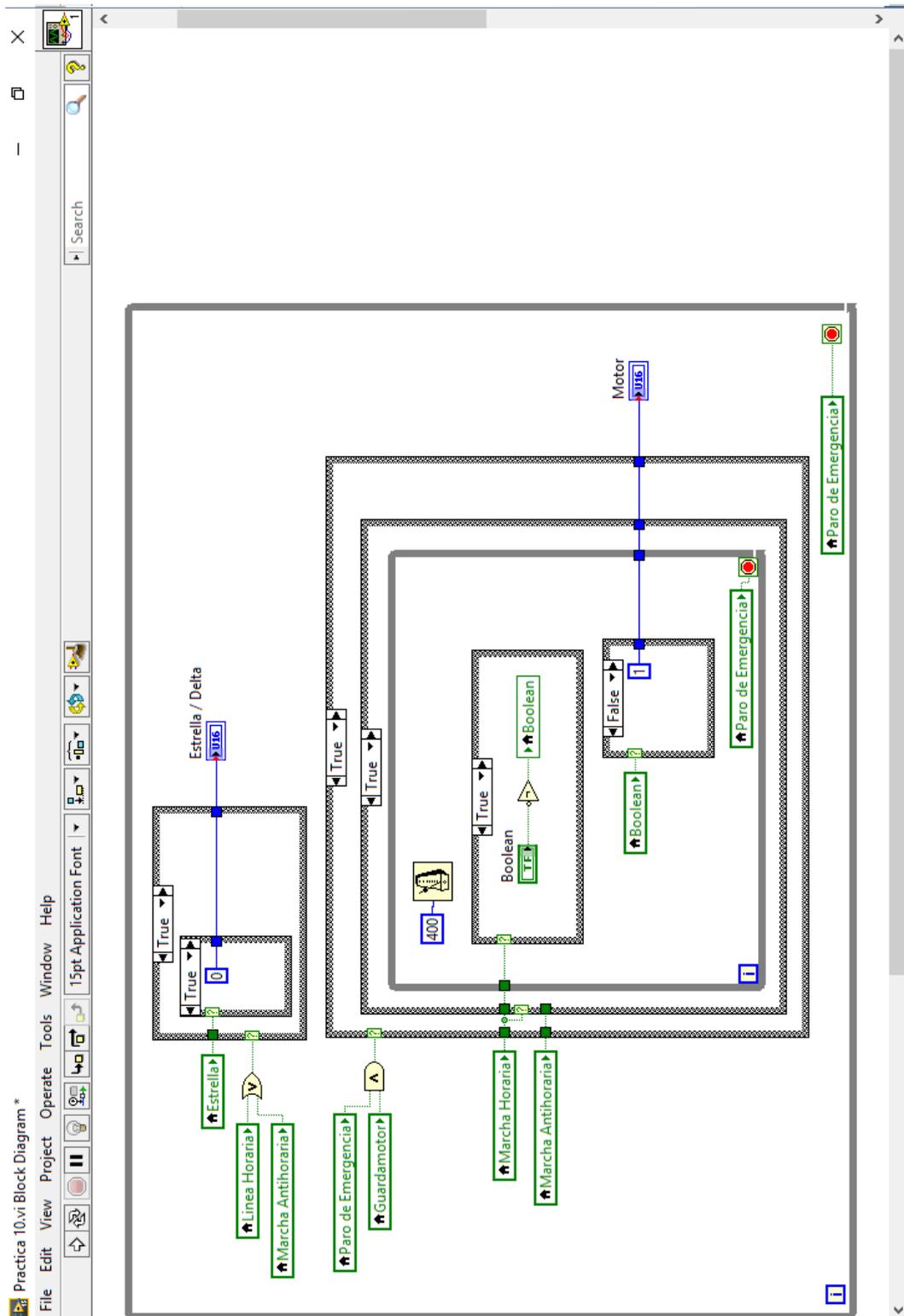


Figura 75: Diagrama de bloques en LabVIEW de PRACTICA 10.

Fuente: (Los autores, 2017).

## **11. CONCLUSIONES**

Al concluir con esta práctica se pudo notar que este tipo de conexión en el motor, se asemeja a un circuito en cascada de motores, pero con la ayuda del uso del PLC LOGO, en este caso se decidió hacer un arranque directo del motor y posterior a eso mediante la programación del LOGO irán arrancando consecuentemente cada uno de los motores.

Con el uso del PLC LOGO podemos reducir el número de elementos de control de los módulos y se enriquece el conocimiento de los estudiantes, ya que deberán interpretar e implementar cada uno de los recursos que posee el software.

## **12. RECOMENDACIONES**

Es importante tener en consideración que este tipo de conexiones para el arranque de un motor crea un aumento en la temperatura de los devanados del mismo, lo que puede reducir la vida útil de los devanados del motor.

## CONCLUSIONES.

Al concluir este proyecto de titulación luego de lograr los objetivos inicialmente planteados se pudo evidenciar lo siguiente:

- ✓ Se realizó el diseño, la ingeniería de desarrollo, la fabricación y puesta en marcha de los tres módulos que trabajarán junto a los módulos C-H 1, C-H 2 y C-H 3.
- ✓ Se desarrolló un banco de prácticas dirigidas a la parte de automatización, en el que se enfoca en los diferentes tipos de arranque de motores mediante el uso de varias alternativas como la implementación de elementos de control y fuerza tradicionales, así como el Variador de Velocidad SINAMIC G110, el Mini PLC LOGO! y la plataforma de LabVIEW llegando a simular un SCADA.
- ✓ Se hicieron pruebas de diferentes tipos de programación y simulaciones mediante el uso del Mini PLC LOGO! para lograr el arranque de motores de manera real sin perjudicar los equipos involucrados.
- ✓ Se verificó que la parametrización del Variador de Velocidad SINAMIC G110 sea el adecuado para lograr el arranque de motores a través de los elementos de control de los módulos, así como mediante el uso del BOP del equipo.
- ✓ Se logró la correcta comunicación entre el computador y el Mini PLC LOGO!, configurando adecuadamente la IP y la Subred de los mismos.
- ✓ Se pudo comprobar que el mini PLC Logo! puede ser utilizado en la parte eléctrica sin problema alguno, ya que su programación es muy cómoda e intuitiva y se adapta perfectamente a nuestras necesidades, por este motivo dentro del arranque de motores puede ser utilizado como un equipo de control y automatización, optimizando considerablemente tanto el uso de elementos convencionales como de recursos económicos.

## RECOMENDACIONES.

Con el afán de garantizar el buen uso de los equipos implementados dentro de cada módulo, así como de los que se utilizarán en conjunto a los mismos, además de proteger la vida los beneficiarios de este proyecto es necesario tomar las siguientes recomendaciones:

- ✓ Previo al uso y manipulación de los módulos será necesario verificar que los mismos se encuentren desenergizados, es decir que el breaker principal se encuentre en OFF.
- ✓ Antes de poner en marcha cada práctica implementada se deberá verificar la correcta conexión de los bobinados del o los motores a utilizarse.
- ✓ Para el uso de los Supervisores de fase se deberá hacer la transposición de dos de las tres fases.
- ✓ Para la alimentación de los Mini PLC LOGO!, debe considerarse que la alimentación es 120v, por lo que si se energiza con un mayor nivel de tensión el equipo quedará fuera de funcionamiento.
- ✓ Verificar la parametrización correcta del Variador de Velocidad SINAMIC G110, considerando que de ello depende el buen funcionamiento del mismo.
- ✓ En caso de no tener la seguridad al manipular los equipos comprometidos en cada práctica es necesario pedir la tutoría del docente a cargo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. *Academia*. (2010). Recuperado el 13 de Septiembre de 2016, de INSTALACION DE INSTRUMENTOS INDUSTRIALES: <http://www.academia.edu>
- [2]. (7 de Marzo de 2011). Recuperado el 7 de Septiembre de 2016, de Botones Pulsadores: <http://coparoman.blogspot.com/2011/03/botones-pulsadores.html>
- [3]. *Interruptores Termomagneticos (Instalaciones Electricas)*. (23 de Marzo de 2011). Recuperado el 13 de Septiembre de 2016, de <http://encv5toelectricidad2011ined.blogspot.com>
- [4]. *platea.pntic.mec.es*. (2015). Obtenido de <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>
- [5]. *alerton*. (2015). Obtenido de [http://catalog.alerton.com/spain/ecatdata/pg\\_s6065.html](http://catalog.alerton.com/spain/ecatdata/pg_s6065.html)
- [6]. *arquys*. (2015). <http://www.arquys.com/>. Obtenido de <http://www.arquys.com/arquitectura/fusibles-tipos.html>
- [7]. *Automatismo Industrial*. (10 de Febrero de 2015). *RELÉS TEMPORIZADOS*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <https://automatismoindustrial.com>
- [8]. *Automatización, aparatos electricos, componentes electrónicos*. (Junio de 2015). Recuperado el 6 de Octubre de 2016, de <https://www.solucionesyservicios.biz>
- [9]. Bastian, P., Eichler, W., Huber, F., Jaufmann, N., & Tkotz, K. (1996). *Electrotecnia*. Madrid: Akal S.A.
- [10]. Bernal Torres, C. A. (2006). *Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México: Pearson Educación.

- [11]. Bricos Mayoreo Electrico en Monterrey. (8 de Noviembre de 2012). *Temporizadores: Clases y funcionamiento*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://bricos.com>
- [12]. Caparoman. (7 de Marzo de 2011). *Botones Pulsadores*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016
- [13]. Centro Integrado de Formación Profesional (MSP). (Abril de 2014). *Motores trifásicos de inducción II*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de <http://www.cifp-mantenimiento.es>
- [14]. CONRAD. (2014). *Siemens LOGO! 230RCE*. Recuperado el 7 de Octubre de 2016, de <http://www.conrad.com>
- [15]. Direct Industry. (8 de Enero de 2017). *Tomacorriente eléctrica para montar sobre panel*. Obtenido de <http://www.directindustry.es>
- [16]. EcuRed. (15 de Mayo de 2013). *Motor Eléctrico Trifásico*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de <https://www.ecured.cu>
- [17]. EcuRed. (13 de Noviembre de 2014). *EcuRed COnocimiento con todos y para todos*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <https://www.ecured.cu>
- [18]. Enríquez Harper, G. (2004). *Guía Práctica para el Cálculo de las Instalaciones Eléctricas*. Balderas: Limusa S.A.,
- [19]. GRAMSA. (Septiembre de 2014). *Productos*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://www.gramsa.com.pe>
- [20]. ICM Controls. (s.f.). Obtenido de [http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-435019439-protector-voltaje-gst-440-exceline-supervisor-trifasico-plus-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-435019439-protector-voltaje-gst-440-exceline-supervisor-trifasico-plus-_JM)
- [21]. ICM Controls, I. (2015). [www.icmcontrols.com/](http://www.icmcontrols.com/). Obtenido de <http://www.icmcontrols.com/Singlephase-line-voltage-monitor-with-ASC-protection-protects-against-hilo-voltage-and-rapid-system-recycling-95270-VAC-Prodview.html>

- [22]. INDUTECH Electrónica y Electricidad. (3 de Diciembre de 2009). *Pulsador Metálico*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de <http://indperu.com>
- [23]. Ingeniería Creativa. (23 de Septiembre de 2014). *Preguntas Frecuentes - Supervisor de Voltaje*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://icreativa.com.ve>
- [24]. IPS Ingeniería Proyectos y Servicios. (Noviembre de 2013). Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://www.ipselectronica.cl>
- [25]. Kessler, L. (7 de Mayo de 2013). *AFINIDAD ELECTRICA*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2016, de Disección de un Interruptor Termomagnético: <http://www.afinidadelectronica.com.ar>
- [26]. *maquinasjrotero.blogspot.com*. (s.f.). Obtenido de *maquinasjrotero*: <http://maquinasjrotero.blogspot.com/>
- [27]. Martín, J., & García, M. (2009). *Automatismo Industrial*. Editex.
- [28]. Matrikon. (Enero de 2017). *Servidor OPC*. Recuperado el 20 de Junio de 2017, de [www.matrikonopc.es](http://www.matrikonopc.es)
- [29]. Matrikon OPC. (Septiembre de 2010). *Guía para entender la Tecnología OPC*. Recuperado el 15 de Junio de 2017, de [www.infopl.net](http://www.infopl.net)
- [30]. Molina, P. (3 de Junio de 2007). *CONTACTORES*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://www.profesormolina.com.ar>
- [31]. National Instruments. (Diciembre de 2015). *LabVIEW*. Obtenido de <http://www.ni.com/es-cr.html>
- [32]. OMRON. (2015). Obtenido de [http://www.mazcr.com/store/index.php?route=product/product&product\\_id=662](http://www.mazcr.com/store/index.php?route=product/product&product_id=662)

- [33]. Orozco , J. (2 de Mayo de 2010). *Emaze*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <https://www.emaze.com>
- [34]. Páez Rivera, O. (s.f.). *Definiciones en Control Automático*. 10.
- [35]. PLC Markt. (9 de Octubre de 2012). *Contactador 3 Polos*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <https://www.plcmarkt.com>
- [36]. QuimiNet.com. (16 de Junio de 2011). *¿Qué es un variador de frecuencia y cómo es que funciona?* Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <https://www.quiminet.com>
- [37]. Siemens. (4 de 2003). *cache.industry.siemens.com*. Obtenido de <https://cache.industry.siemens.com>
- [38]. SIEMENS. (2003). *Manual Edición 06/2003 LOGO!*
- [39]. Siemens. (Abril de 2003). *Sinamic G110 Instructivo*. Obtenido de Siemens: <https://cache.industry.siemens.com>
- [40]. Siemens. (2004). Obtenido de <https://www.swe.siemens.com>
- [41]. SIEMENS. (Febrero de 2014). *SINAMICS G110 Built-in units*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://w3.siemens.com>
- [42]. Siemens. (2015). Obtenido de <https://www.swe.siemens.com>
- [43]. SIEMENS AG . (Abril de 2004). *Instrucciones de servicio. SINAMICS G110*. Germany.
- [44]. SIEMENS LOGO. (16 de Septiembre de 2014). *¿ Qué es un Siemens LOGO ! ?* Recuperado el 7 de Octubre de 2016, de <http://siemenslogo.com>
- [45]. SupplyHouse. (Agosto de 2012). *ICM408*. Recuperado el 5 de octubre de 2016, de <http://www.supplyhouse.com>
- [46]. Tecnología. (8 de Enero de 2017). *El Contactador*. Obtenido de [www.areatecnologia.com](http://www.areatecnologia.com)

- [47].** Tecnología Electrónica. (Marzo de 2014). *Selección de contactores, cálculos de la duración de los contactos y accesorios*. Obtenido de <http://tecnologiaelectron.blogspot.com>
- [48].** *Tinypic*. (s.f.). Obtenido de <http://i40.tinypic.com/1znbm1c.jpg>.
- [49].** Youme Electric Co., L. (2015). Obtenido de <http://www.singflo.com/>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1



**Figura 76:** Preparación para montaje de equipos en módulos.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## ANEXO 2



**Figura 77:** Cableado de equipos de fuerza.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

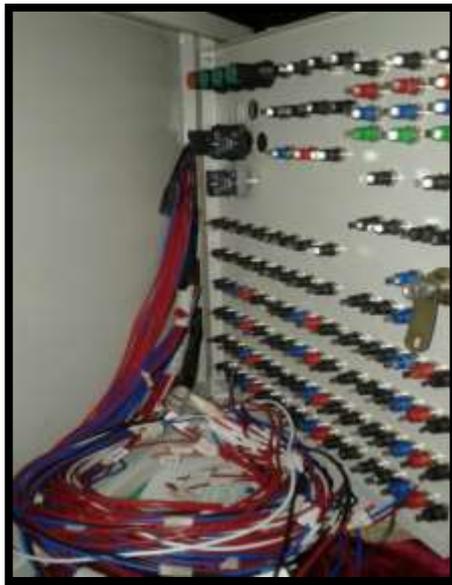
### ANEXO 3



**Figura 78:** Placas de contrapuerta pintadas listas para ser montadas.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

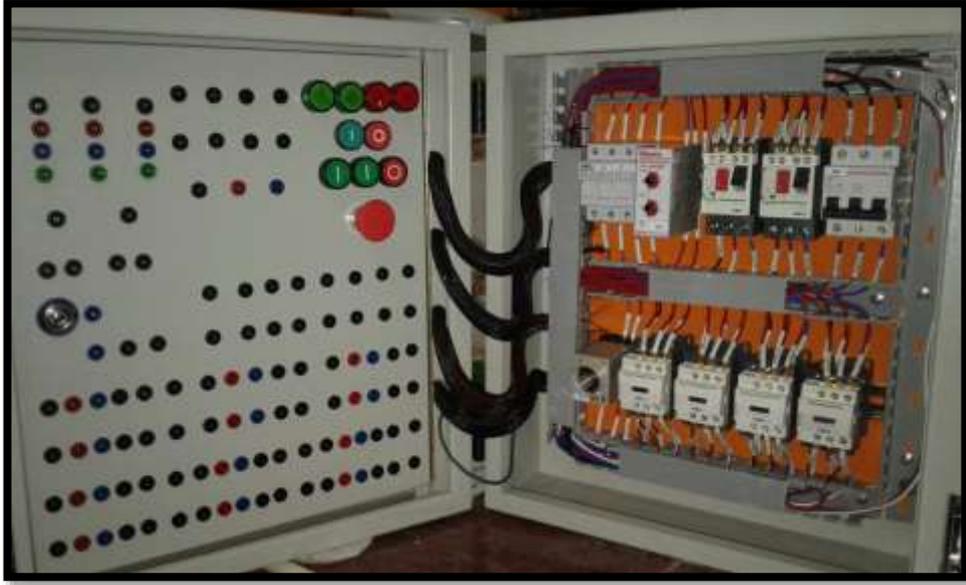
### ANEXO 4



**Figura 79:** Cableado de equipos de Control

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## ANEXO 5



*Figura 80: Prueba y ubicación de borneras.*

*Fuente: (Los autores, 2017)*

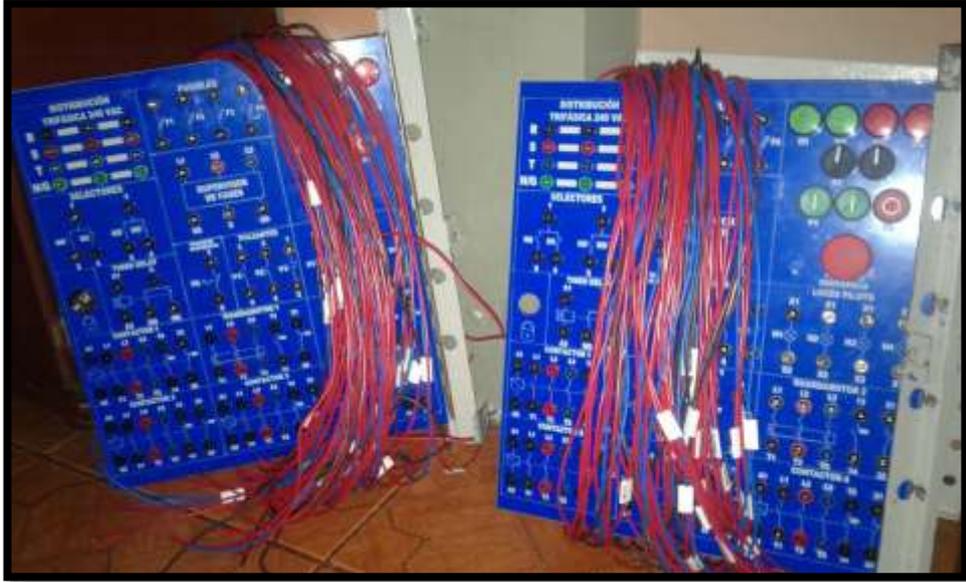
## ANEXO 6



*Figura 81: Plantilla para diseño de acrílico con perforaciones.*

*Fuente: (Los autores, 2017)*

## ANEXO 7



**Figura 82:** Acrílico listo para montarse en contrapuerta.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## ANEXO 8



**Figura 83:** Módulo listo para ser usado.

**Fuente:** (Los autores, 2017)

## ANEXO 9

### Reset a los ajustes de fábrica

Para reponer todos los parámetros a los ajustes de fábrica, se deben ajustar los siguientes parámetros como se indica:

Ajuste el P0010=30.

Ajuste el P0970=1.

#### Nota

El proceso de reset tarda aproximadamente 10 segundos en completarse. Reset a los ajustes de fábrica

### Puesta en servicio (P0010=1)

No	Nombre	Nivel de acceso	Cstat
P0100	Europa / Norte América	1	C
P0304	Tensión nominal del motor	1	C
P0305	Corriente nominal del motor	1	C
P0307	Potencia nominal del motor	1	C
P0308	CosPhi nominal del motor	3	C
P0309	Rendimiento nominal del motor	3	C
P0310	Frecuencia nominal del motor	1	C
P0311	Velocidad nominal del motor	1	C
P0335	Ventilación del motor	3	CT
P0640	Factor de sobrecarga del motor [%]	3	CUT
P0700	Selección de la fuente de órdenes	1	CT
P1000	Selección de la consigna de frecuencia	1	CT
P1080	Velocidad Min.	1	CUT
P1082	Velocidad Máx.	1	CT
P1120	Tiempo de aceleración	1	CUT
P1121	Tiempo de deceleración	1	CUT
P1135	Tiempo de deceleración OFF3	3	CUT
P1300	Modo de control	2	CT
P3900	Fin de la puesta en servicio	1	C

Cuando se escoge el P0010=1, el P0003 (nivel de acceso de usuario) se puede usar para seleccionar los parámetros a los que se accede. Este parámetro también permite la selección de una lista de parámetros definida por el usuario para la puesta en servicio.

Al final de la secuencia de puesta en servicio, ajuste el P3900 = 1 para llevar a cabo los cálculos del motor y borrar todos los demás parámetros (no incluidos en el P0010=1) a sus valores por defecto.

#### Nota

Esto se aplica sólo al modo de puesta en servicio.

<b>P0003</b>	<b>Nivel de acceso de usuario</b>				<b>Nivel</b> <b>1</b>
	EstC: CUT	Tipo datos: U16	Unidad: -	Def: 1	
	Grupo P: ALWAYS	Activo: Tras Conf.	P.serv.rap.: No	Máx: 4	

Define el nivel de acceso a los juegos de parámetros. Para las aplicaciones más simples es suficiente con el ajuste por defecto.

#### Posibles ajustes:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | Estándar  |
| 2 | Extendido |
| 3 | Experto   |
| 4 | Reservado |

<b>P0010</b>	<b>Filtro paráms para puesta serv.</b>				<b>Min:</b> 0	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> CT	<b>Tipo datos:</b> U16	<b>Unidad:</b> -	<b>Def:</b> 0		
	<b>Grupo P:</b> ALWAYS	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> No	<b>Máx:</b> 30		

Filtros de parámetros para que sólo puedan seleccionarse los parámetros relacionados con un grupo funcional.

**Posibles ajustes:**

- 0 Preparado
- 1 Guía básica
- 2 Convertidor
- 29 Descarga
- 30 Ajustes de fábrica

**Dependencia:**

Poner a 0 para que el convertidor arranque.

P0003 (Nivel de acceso de usuario) determina también el nivel de acceso a parámetros.

**Nota:**

P0010 = 1

El convertidor se puede configurar muy rápida y fácilmente ajustando P0010 = 1. Después de que sólo son visibles los parámetros importantes (p.ej.: P0304, P0305, etc.). El valor de estos parámetros debe introducirse consecutivamente. El final de la configuración rápida y el inicio del cálculo interno se realizarán ajustando P3900 = 1 - 3. Después, el parámetro P0010 el P3900 se reinicializará a cero automáticamente.

P0010 = 2

Sólo para tareas de revisión.

P0010 = 29

Para transferir un archivo de parámetros por medio de una herramienta de PC (p.ej.: STARTER), se ajustará a 29 el parámetro P0010 por parte de la herramienta de PC. Una vez finalizada la descarga, la herramienta de PC reinicializará a cero el parámetro P0010.

P0010 = 30

Al reinicializar los parámetros del convertidor, hay que ajustar a 30 el parámetro P0010. La reinicialización de los parámetros se comenzará ajustando el parámetro P0970 = 1. El convertidor reinicializará automáticamente todos sus parámetros a sus configuraciones por defecto. Esto se puede demostrar beneficioso si percibe usted problemas al establecer los parámetros y desea volver a arrancar.

<b>P0100</b>	<b>Europa / America del Norte</b>				<b>Min:</b> 0	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> C	<b>Tipo datos:</b> U16	<b>Unidad:</b> -	<b>Def:</b> 0		
	<b>Grupo P:</b> QUICK	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Si	<b>Máx:</b> 2		

Determina si los ajustes de potencia se expresan en [kW] o [hp] (p.e. Potencia nominal del motor P0307).

Los ajustes por defecto para la frecuencia nominal del motor P0310 y la frecuencia máxima P1082 se ajustan aquí automáticamente, además de la consigna de frecuencia P2000.

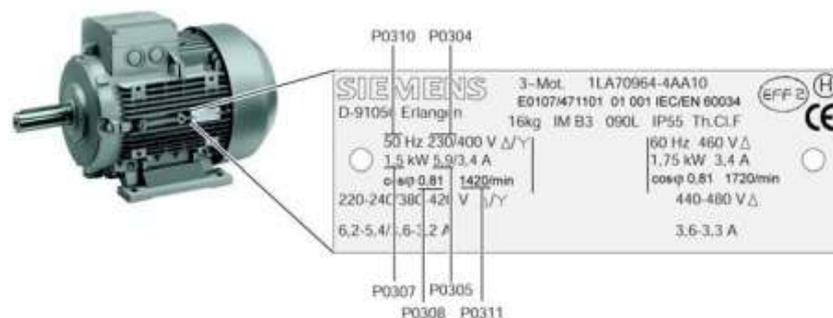
**Posibles ajustes:**

- 0 Europa [kW], 50 Hz
- 1 Norte América [hp], 60 Hz
- 2 Norte América [kW], 60 Hz

<b>P0304</b>	<b>Tensión nominal del motor</b>				<b>Min:</b> 10	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> C	<b>Tipo datos:</b> U16	<b>Unidad:</b> V	<b>Def:</b> 230		
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Si	<b>Máx:</b> 2000		

Tensión nominal motor [V] de la placa de características.

El siguiente diagrama muestra una placa de características típica con la localización de los datos más importantes del motor.



<b>P0305</b>	<b>Corriente nominal del motor</b>			<b>Min:</b> 0.01	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> C	<b>Tipo datos:</b> Float	<b>Unidad:</b> A	<b>Def:</b> (x)	
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Si	<b>Máx:</b> 10000.00	

Intensidad nominal del motor [A] de la placa de características - ver diagrama en P0304.

**Dependencia:**

Modificable sólo cuando P0010 = 1 (puesta en servicio rápida).

**Nota:**

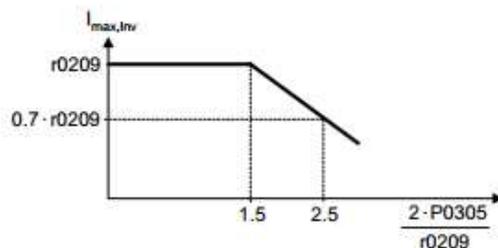
El valor máximo se define como la intensidad máxima del convertidor (r0209).

$$\text{Motor asíncrono: } P0305_{\text{max, asyn}} = 2 \cdot r0209$$

Para el valor mínimo se recomienda, que la relación entre P0305 (corriente nominal del motor) y r0207 (corriente nominal del convertidor) no sea menor de:

$$V/f: \frac{1}{8} \leq \frac{P0305}{r0207}$$

Si la relación entre P0305 y la mitad de r0209 sobrepasa el 1,5, actúa el siguiente Derating. Esto es necesario para proteger al convertidor de sobreoscilaciones.



(x): El ajuste de fábrica o por defecto (Def: Default) depende del tipo de convertidor, de sus datos nominales y del motor estándar de Siemens de 4 polos.

<b>P0307</b>	<b>Potencia nominal del motor</b>			<b>Min:</b> 0.01	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> C	<b>Tipo datos:</b> Float	<b>Unidad:</b> -	<b>Def:</b> (x)	
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Si	<b>Máx:</b> 2000.00	

Potencia nominal del motor [kW/hp] de la placa de características.

**Dependencia:**

Si P0100 = 1, valor estará en [hp] - consultar diagrama P0304 (placa características).

Modificable sólo cuando P0010 = 1 (puesta en servicio rápida).

**Nota:**

(x): El ajuste de fábrica o por defecto (Def: Default) depende del tipo de convertidor, de sus datos nominales y del motor estándar de Siemens de 4 polos.

<b>P0310</b>	<b>Frecuencia nominal del motor</b>			<b>Min:</b> 12.00	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> C	<b>Tipo datos:</b> Float	<b>Unidad:</b> Hz	<b>Def:</b> 50.00	
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Si	<b>Máx:</b> 650.00	

Frecuencia nominal motor [Hz] de la placa de características.

**Dependencia:**

Modificable sólo cuando P0010 = 1 (puesta en servicio rápida).

Se vuelve a calcular el número de pares de polos si se cambia el parámetro.

**Detalles:**

Consultar diagrama en P0304 (placa características)

<b>P0311</b>	<b>Velocidad nominal del motor</b>			<b>Min:</b> 0	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> C	<b>Tipo datos:</b> U16	<b>Unidad:</b> 1/min	<b>Def:</b> (x)	
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Si	<b>Máx:</b> 40000	

Velocidad nominal motor [rpm] de la placa de características.

**Dependencia:**

- Modificable sólo cuando P0010 = 1 (puesta en servicio rápida).
- El ajuste a 0 motiva el cálculo interno del valor.
- La compensación del deslizamiento en control V/f necesita la velocidad nominal del motor para trabajar correctamente.
- Se vuelve a calcular el número de pares de polos si se cambia el parámetro.

(x): El ajuste de fábrica (Def: Default) depende del tipo de convertidor, de sus datos nominales y del motor estándar de Siemens de 4 polos correspondiente.

**Nota:**

El ajuste de fábrica (Def: Default) depende del tipo de convertidor y de sus datos nominales.

**Detalles:**

Consultar diagrama en P0304 (placa características)

<b>P0346</b>	<b>Tiempo de magnetización</b>				<b>Min:</b> 0.000	<b>Nivel</b> <b>3</b>
	<b>EstC:</b> CUT	<b>Tipo datos:</b> Float	<b>Unidad:</b> s	<b>Def:</b> (x)		
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Inmediat.	<b>P.serv.rap.:</b> No	<b>Máx:</b> 20.000		

Ajuste del tiempo de magnetización [s], p.e. tiempo de espera entre la habilitación de pulsos y el comienzo del arranque. La magnetización del motor se realiza durante este tiempo.  
El tiempo de magnetización se calcula automáticamente de los datos del motor y corresponde a la constante de tiempo del rotor.

**Nota:**

Si el ajuste del sobrepar es superior al 100 %, la magnetización puede reducirse.  
El ajuste de fábrica (Def: Default) depende del tipo de convertidor y de sus datos nominales.

**Indicación:**

Una reducción excesiva de este tiempo puede ocasionar insuficiente magnetización en el motor.

(x): El ajuste de fábrica (Def: Default) depende del tipo de convertidor, de sus datos nominales y del motor estándar de Siemens de 4 polos correspondiente.

<b>P0347</b>	<b>Tiempo de desmagnetización</b>				<b>Min:</b> 0.000	<b>Nivel</b> <b>3</b>
	<b>EstC:</b> CUT	<b>Tipo datos:</b> Float	<b>Unidad:</b> s	<b>Def:</b> (x)		
	<b>Grupo P:</b> MOTOR	<b>Activo:</b> Inmediat.	<b>P.serv.rap.:</b> No	<b>Máx:</b> 20.000		

Tiempo de cambio permitido después de OFF2 / condición de fallo, antes habilitar de nuevo los pulsos.

**Nota:**

El tiempo de desmagnetización es aproximadamente 2.5 x constante tiempo rotor en segundos.

El ajuste de fábrica (Def: Default) depende del tipo de convertidor y de sus datos nominales.

**Indicación:**

Sin activación después de una rampa de desaceleración completa, p.e. después de OFF1, OFF3 o JOG.

El fallo por sobreintensidad ocurrirá si el tiempo se reduce excesivamente.

(x): El ajuste de fábrica (Def: Default) depende del tipo de convertidor, de sus datos nominales y del motor estándar de Siemens de 4 polos correspondiente.

<b>P0700</b>	<b>Selección fuente de ordenes</b>				<b>Min:</b> 0	<b>Nivel</b> <b>1</b>
	<b>EstC:</b> CT	<b>Tipo datos:</b> U16	<b>Unidad:</b> -	<b>Def:</b> 2		
	<b>Grupo P:</b> COMMANDS	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> Sí	<b>Máx:</b> 5		

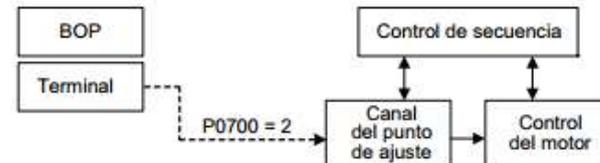
Selecciona la fuente para la orden digital.

**Posibles ajustes:**

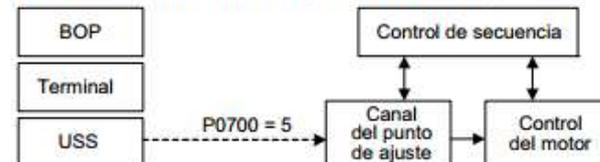
- 0 Ajuste por defecto de fábrica
- 1 BOP (teclado)
- 2 Terminal
- 5 USS

**Ejemplo:**

**SINAMICS G110 CPM110 AIN (Defecto: P0700 = 2)**



**SINAMICS G110 CPM110 USS (Defecto: P0700 = 5)**



**Dependencia:**

El parámetro P0719 tiene mayor prioridad que P0700.  
Al modificar P0700 se resetean todas las entradas digitales (P0701, ...) al ajuste de fábrica. Las entradas digitales se tienen que supervisar cada vez que se modifiquen sus ajustes.

**Nota:**

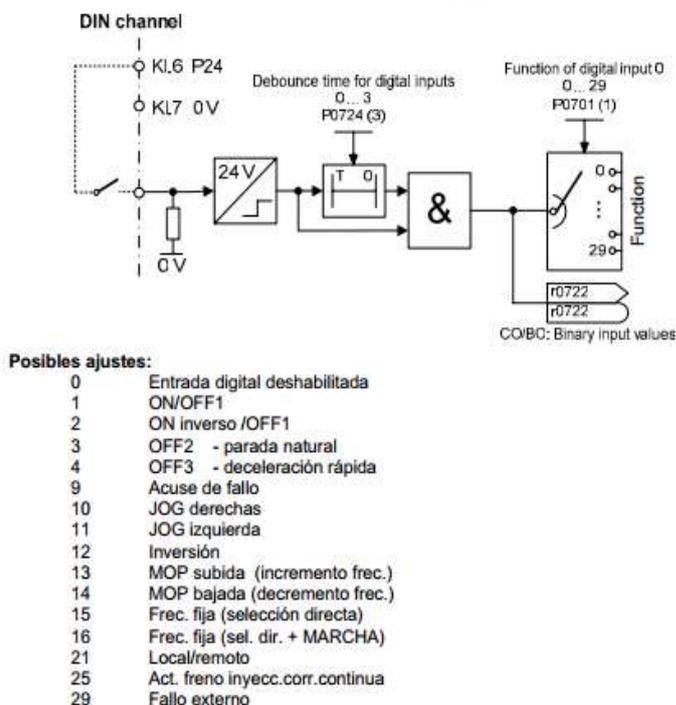
Solo se puede ajustar P0700 = 5 (relacionado con las señales ON / OFF / REV para la puesta en marcha y el cambio de giro, vía bus USS) si P0727 = 0 (modo de control Siemens estándar).

Nota para variante USS:

Es posible realizar una combinación de dos fuentes de ordenes (vía USS P0700=5 y entradas digitales P0701-P0703) utilizando los métodos de control en P0727.

<b>P0701</b>	<b>Función de la entrada digital 0</b>			<b>Min:</b> 0	<b>Nivel</b> <b>2</b>
	<b>EstC:</b> CT	<b>Tipo datos:</b> U16	<b>Unidad:</b> -	<b>Def:</b> 1	
	<b>Grupo P:</b> COMMANDS	<b>Activo:</b> Tras Conf.	<b>P.serv.rap.:</b> No	<b>Máx:</b> 29	

Selecciona la función de la entrada digital 0 (DIN 0).



**Figura 84:** Comandos de parametrización del Variador de Velocidad.

**Fuente:** (Siemens, Sinamic G110 Instructivo, 2003)

## PRESUPUESTO

EGRESOS	MONTO
PLANOS ELECTRICOS	\$ 100,00
TRANSPORTE INTERNO	\$ 200,00
IMPRESIONES DE BORRADOR	\$ 200,00
INTERNET	\$ 60,00
SUMINISTROS DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO	\$ 100,00
ALQUILER DE EQUIPOS	\$ 145,00
SUMINISTROS VARIOS	\$ 234,00
SUMNISTRO DE EQUIPOS PARA CONTRUCCION DE TABLEROS	\$ 2.370,10
<b>TOTAL USD</b>	<b>\$ 3.409,10</b>

PRESUPUESTO PARA CONSTRUCCION DE CADA TABLERO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
BREAKER RIEL DIN C20 / 3P-32A	U	1	\$ 23,72	\$ 23,72
TIMER AH3 CON DELAY (8 pines y 2 Contactos conmutados / 10 AMP)	U	3	\$ 20,03	\$ 60,08
GUARDAMOTOR 3HP 220V / 6.3 - 10A	U	3	\$ 26,45	\$ 79,34
CONTACTOR TRIPOLAR 3HP 220V / 12A	U	3	\$ 9,56	\$ 28,69
BLOQUE AUXILIAR PARA CONTACTOR 1NA+1NC	U	3	\$ 3,07	\$ 9,22
RIEL DIN 35MM	m	1	\$ 2,34	\$ 2,34
TOMA INDUSTRIAL TRIFASICA SEMIEMPOTRABLE 32A/415V	U	1	\$ 15,91	\$ 15,91
TABLERO METALICO 40x40x20 cm	U	1	\$ 57,60	\$ 57,60
CANALETA PLASTICA RANURADA 30x40x2000 mm	U	1	\$ 8,40	\$ 8,40
AMARRA PLASTICA NEGRA 3.6x150 mm	Paq.	1	\$ 2,35	\$ 2,35
BASE ADHESIVA PARA AMARRA 20x20 mm	Paq.	1	\$ 3,22	\$ 3,22
CABLE THHN FLEX #14 600V.90C 22 HILOS	m	100	\$ 0,67	\$ 67,20

NEGRO				
CABLE CONC. SUCRE FLEXIB 4X10	m	2	\$ 5,52	\$ 11,04
BORNE BANANA JACK 32 A	U	85	\$ 3,00	\$ 255,00
TERMINAL AISLADO TIPO OJO VF-2-4	Paq.	1	\$ 7,43	\$ 7,43
TERMINAL TIPO PUNTERA AZUL	Paq.	1	\$ 4,16	\$ 4,16
CINTA ESPIRAL 8 MM CS8	U	1	\$ 4,32	\$ 4,32
CALADO DE HUECOS DE LA PUERTA DE TABLERO	U	1	\$ 72,00	\$ 72,00
MIMICO DE TABLERO	U	1	\$ 30,00	\$ 30,00
PLACA DE IDENTIFICACION	U	1	\$ 48,00	\$ 48,00
<b>TOTAL USD</b>				<b>\$ 790,03</b>

#### PRESUPUESTO PARA CONSTRUCCION TRES TABLEROS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TABLERO 1	U	1	\$ 790,03	\$ 790,03
TABLERO 2	U	1	\$ 790,03	\$ 790,03
TABLERO 3	U	1	\$ 790,03	\$ 790,03
<b>TOTAL USD</b>				<b>\$ 2370,096</b>

#### PRESUPUESTO PARA ALQUILER DE EQUIPOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MARQUILLADORA	GLOBAL	1	\$ 100,00	\$ 100,00
PONCHADORA	GLOBAL	1	\$ 45,00	\$ 45,00
<b>TOTAL USD</b>				<b>\$ 145,00</b>

PRESUPUESTO PARA SUMINISTROS VARIOS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ALICATE	U	2	\$ 10,00	\$ 20,00
ESTILETES	U	2	\$ 2,00	\$ 4,00
DESARMADORES	U	4	\$ 5,00	\$ 20,00
CINTA PARA MARQUILLADORA	U	4	\$ 45,00	\$ 180,00
CINTA AILANTE	U	4	\$ 1,50	\$ 6,00
ALCOHOL INDUSTRIAL	GALON	1	\$ 2,00	\$ 2,00
MATERIAL DE LIMPIEZA	GLOBAL	1	\$ 2,00	\$ 2,00
<b>TOTAL USD</b>				<b>\$ 234,00</b>

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES																							
	1				2				3				4				5				6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ESTUDIO Y REVISIÓN DE LOS EQUIPOS	■																							
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN		■	■	■																				
PROGRAMACIÓN DEL LOGO			■	■	■	■																		
TUTORÍA CON TUTOR				■	■	■	■																	
ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS					■	■	■	■	■															
IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS								■	■	■	■													
CAPITULO I												■	■											
REVISION DE BORRADOR POR PARTE DE TUTOR DOCENTES													■	■										
CAPITULO II														■	■									
REVISION DE BORRADOR POR PARTE DE TUTOR DOCENTES															■	■								
CAPITULO III																■	■	■						
CAPITULO IV																	■	■	■					
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																		■	■					
IMPRESIÓN Y REVISION DEL BORRADOR ETAPA FINAL																						■	■	
ETAPA FINAL DE SUSTENTACION																							■	■