



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS.

CARRERA:  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO.

TEMA:  
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETAS DIDÁCTICAS CON MINI PLC  
LOGO Y ZELIO PARA APLICACIONES DE ARRANQUE E INVERSIÓN DE  
GIRO DE MOTORES”.

AUTORES:  
ANDRÉS OCTAVIO ORELLANA APOLINARIO.  
BYRON JOSÈ HERMENEGILDO CEDEÑO.

DIRECTOR:  
ING. CÉSAR A. CÁCERES GALÁN.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2015

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

A través de la siguiente declaratoria certificamos que, el contenido de esta tesis de grado, nos corresponde exclusivamente a nuestra autoría.

Guayaquil, Mayo del 2015

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

Byron Hermenegildo Cedeño

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

Andrés Orellana Apolinario

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por permitirme alcanzar los objetivos que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A mis padres por la confianza y ayuda brindada en todo momento, ya que gracias a los consejos de ellos he logrado ser una persona de bien.

*Byron José Hermenegildo Cedeño.*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi Madre, Ludvin Apolinario por ser ese pilar fundamental que siempre estuvo dándome ánimos y no dejándome caer ante los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi vida personal y estudiantil.

A mis abuelos que gracias a sus buenos consejos y enseñanzas me dieron el aliento necesario para seguir adelante.

*Andrés Octavio Orellana Apolinario*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la salud, fortaleza e iluminarme día a día para poder tomar las decisiones correctas que me han llevado a culminar esta etapa de mi vida.

A la Sra. Carmen Cedeño, mi Madre, por llenarme de consejos y ayudarme en los momentos difícil a lo largo de mi carrera universitaria.

Al Sr. Víctor Hermenegildo, mi Padre, por sus consejos que me ayudaron a desenvolverme en el ámbito laboral y educativo, por la ayuda económica brindada durante estos años de estudio.

A mis profesores, en especial al Ing. Cesar Cáceres por el apoyo brindado para poder culminar esta etapa de mi vida.

*Byron José Hermenegildo Cedeño*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios ya que sin ÉL nada es posible, a mi madre por su total apoyo y por los valores inculcados y el gran ejemplo de vida que me ha dado.

A la Universidad Politécnica Salesiana y a los Docentes que a lo largo de mi trayectoria universitaria me han compartido sus conocimientos profesionales y ayudándome a ser un mejor profesional.

*Andrés Orellana A.*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....	II
DEDICATORIA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT INGLES .....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. EL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Delimitación del problema.....	2
1.2.1. Temporal .....	3
1.2.2. Espacial .....	3
1.2.3. Académica .....	3
1.3. Objetivos. ....	4
1.3.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivos Específicos .....	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Variables e Indicadores .....	5

1.5.1. Variable Dependiente.-Desde la Propuesta: .....	5
1.5.2. Variable Independiente.-Desde el problema: .....	5
1.6. Metodología .....	5
1.6.1. Métodos .....	5
1.6.1.1. Método Inductivo y Deductivo.....	5
1.6.1.2. Método Analítico.....	6
1.6.1.3. Método Sintético .....	6
1.6.2. Técnicas.....	6
1.6.2.1. Técnicas de Campo.....	6
1.7. Población y Muestra.....	6
1.7.1. Población.....	6
1.7.2. Muestra.....	6
1.8. Descripción de Propuesta .....	7
1.9. Beneficiarios.....	7
1.10. Impacto.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Contactor .....	8
2.2. Supervisor de Fase .....	9
2.3. Motor Trifásico .....	10
2.3.1. Aplicaciones .....	11



2.3.2. Partes .....	11
2.3.3. Principio de Funcionamiento.....	11
2.4. Stop de Emergencia.....	13
2.5. Mini PLC LOGO 230RCE.....	15
2.6. Transformador de Control.....	16
2.7. Guardamotor.....	17
2.8. Bases porta fusibles.....	18
2.9. Disyuntor .....	19
2.9.1. Características de los Disyuntores.....	20
2.10. Temporizadores .....	21
2.11. Pulsadores.....	23
2.12. Luz Piloto .....	24
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>25</b>
<b>3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>25</b>
3.1. Diseño e implementación de maletas didácticas con los mini PLCs LOGO y Zelio para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores. ....	25
3.2. Diseño de Estructura Maleta Didáctica.....	25
3.2.1. Primer prototipo maleta didáctica .....	25
3.2.2. Segundo prototipo maleta didáctica .....	27
3.2.3. Tercer prototipo maleta didáctica.....	28
3.3. Esquema Maleta Didáctica.....	29

3.3.1. Panel Didáctico.....	29
3.3.2. Panel de Fuerza. ....	31
3.4. Montaje.....	32
3.4.1. Montaje panel de equipos.....	32
3.4.2. Instalación de cableado. ....	33
3.4.3. Montaje de serigrafía.....	34
3.4.4. Montaje y conexión de elementos en el panel didáctico. ....	35
3.5. Programación Mini PLC LOGO .....	38
3.5.1. Comunicación entre PC Y Mini PLC LOGO.....	38
3.6. Diseño de control y fuerza para arranque de motores trifásicos. ....	42
3.6.1. Arranque directo de motores trifásicos. ....	42
3.6.2. Arranque directo de motores trifásicos con inversión de giro.....	43
3.6.3. Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos.....	44
3.6.4. Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos con inversión de giro.....	46
3.6.5. Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos.....	48
3.6.6. Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos con inversión de giro. ....	50
3.6.7. Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos mediante mini PLC LOGO.....	52
CAPÍTULO IV .....	54
4. PRUEBAS Y RESULTADOS .....	54

4.1.	PRÁCTICA 1: Arranque Directo de un Motor Trifásico.....	54
4.2.	PRÁCTICA 2: Arranque Directo de un Motor Trifásico con Inversión de Giro	59
4.3.	PRÁCTICA 3: Arranque Estrella-Delta de un Motor Trifásico .....	64
4.4.	PRÁCTICA 4: Arranque Estrella-Delta de un Motor Trifásico con Inversión de giro. ....	69
4.5.	PRÁCTICA 5: Arranque en Devanados Parciales Delta-Delta de un Motor Trifásico. ....	74
4.6.	PRÁCTICA 6: Arranque en Devanados Parciales Delta-Delta de un Motor Trifásico con Inversión de Giro. ....	79
4.7.	PRÁCTICA 7: Arranque Estrella-Delta de un Motor Trifásico mediante mini PLC LOGO.....	85
	CONCLUSIONES .....	90
	RECOMENDACIONES.....	91
	CRONOGRAMA .....	92
	PRESUPUESTO.....	93
	REFERENCIAS. ....	95
	ANEXOS .....	98
	ANEXO 1 .....	98
	ANEXO 2.....	106
	ANEXO 3.....	108
	ANEXO 4.....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

FIGURA 2.1: PARTES DE UN CONTACTOR .....	9
FIGURA 2.2: DISPOSITIVO SUPERVISOR DE VOLTAJE RM4TR31 .....	10
FIGURA 2.3: MOTOR TRIFÁSICO ABB DE 12 PUNTAS.....	13
FIGURA 2.4: STOP DE EMERGENCIA .....	14
FIGURA 2.5: MINI PLC LOGO SIEMENS 230RCE. ....	16
FIGURA 2.6: TRANSFORMADOR DE CONTROL.....	17
FIGURA 2.7: GUARDAMOTOR SIRIUS.....	18
FIGURA 2.8: BASE PORTA FUSIBLE .....	19
FIGURA 2.9: BREAKER SIEMENS DE 3 POLOS .....	21
FIGURA 2.10: TEMPORIZADOR CAMSCO .....	22
FIGURA 2. 11: PULSADOR INDUTECH .....	23
FIGURA 2. 12: LUZ PILOTO.....	24

### CAPÍTULO III

FIGURA 3.1: PRIMER PROTOTIPO, MALETA DE PLÁSTICO.....	26
FIGURA 3.2: MALETA DE PLÁSTICO.....	26

FIGURA 3.3: MALETA DE ALUMINIO.....	27
FIGURA 3.4: MALETA DE ALUMINIO.....	27
FIGURA 3.5: PARTE FRONTAL DE LA MALETA DIDÁCTICA. ....	28
FIGURA 3.6: PARTE EXTERIOR DE LA MALETA DIDÁCTICA. ....	28
FIGURA 3.7: ORIFICIOS PANEL DIDÁCTICO .....	29
FIGURA 3.8: ESQUEMA DEL PANEL DIDÁCTICO.....	30
FIGURA 3.9: DISEÑO FRONTAL PANEL DE FUERZA.....	31
FIGURA 3.10: MONTAJE DE EQUIPOS .....	32
FIGURA 3.11: CABLEADO Y ETIQUETADO.. ....	33
FIGURA 3.12: SERIGRAFÍA MONTADA EN EL PANEL DIDÁCTICO.....	34
FIGURA 3.13: MONTAJE DE ELEMENTOS PANEL DIDÁCTICO .....	35
FIGURA 3.14: CONEXIÓN DE ELEMENTOS CON SU RESPECTIVA BORNERA.....	36
FIGURA 3.15: PANEL DIDÁCTICO, PANEL DE CONTROL Y FUERZA .....	37
FIGURA 3.16: CONEXIÓN DE BORNERAS. ....	37
FIGURA 3.17: EXTERIOR DE LA MALETA.....	38
FIGURA 3.18: ASIGNACIÓN DE IP A LA PC.....	39
FIGURA 3.19: ASIGNACIÓN DE IP AL LOGO .....	39
FIGURA 3.20: PRUEBA DE COMUNICACIÓN .....	40
FIGURA 3.21: INGRESO IP DEL LOGO.....	40
FIGURA 3.22: PRUEBA DE COMUNICACIÓN PARA CONTROL.....	41

FIGURA 3.23: PRUEBA DE TRANSFERENCIA DE CONTROL AL LOGO.. ....	41
FIGURA 3.24: DISEÑO DE CONTROL Y FUERZA – ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFÁSICOS. ....	42
FIGURA 3.25: DISEÑO DE CONTROL Y FUERZA – ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFÁSICOS CON INVERSIÓN DE GIRO. ....	43
FIGURA 3.26: DISEÑO DE CONTROL – ARRANQUE ESTRELLA – DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS.....	44
FIGURA 3.27: DISEÑO FUERZA – ARRANQUE ESTRELLA – DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS.....	45
FIGURA 3.28: DISEÑO DE CONTROL – ARRANQUE ESTRELLA – DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS CON INVERSIÓN DE GIRO.....	46
FIGURA 3.29: DISEÑO DE FUERZA – ARRANQUE ESTRELLA - DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS CON INVERSIÓN DE GIRO.....	47
FIGURA 3.30: DISEÑO DE CONTROL – ARRANQUE EN DEVANADOS PARCIALES DE MOTORES TRIFÁSICOS.....	48
FIGURA 3.31: DISEÑO DE FUERZA – ARRANQUE EN DEVANADOS PARCIALES DE MOTORES TRIFÁSICOS.....	49
FIGURA 3.32: DISEÑO DE CONTROL – ARRANQUE EN DEVANADOS PARCIALES DE MOTORES TRIFÁSICOS CON INVERSIÓN DE GIRO. .	50
FIGURA 3.33: DISEÑO DE FUERZA – ARRANQUE EN DEVANADOS PARCIALES DE MOTORES TRIFÁSICOS CON INVERSIÓN DE GIRO. .	51
FIGURA 3.34: DISEÑO DE CONTROL – ARRANQUE ESTRELLA – DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS MEDIANTE MINI PLC LOGO. ....	52
FIGURA 3.35: DISEÑO DE FUERZA – ARRANQUE ESTRELLA – DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS MEDIANTE MINI PLC LOGO. ....	53

## RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	TUTOR	TEMA
2015	ORELLANA APOLINARIO ANDRES OCTAVIO HERMENEGILDO CEDEÑO BYRON JOSE	ING. CESAR CACERES GALAN	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETAS DIDACTICAS CON MINI PLC LOGO Y ZELIO PARA APLICACIONES DE ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO DE MOTORES

La presente tesis: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETAS DIDACTICAS CON MINI PLC LOGO Y ZELIO PARA APLICACIONES DE ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO DE MOTORES” representa el diseño e implementación de tres Módulos Didácticos de pruebas para que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos teóricos en la parte práctica diseñando y reconociendo el comportamiento de diferentes tipos de actuadores existentes en el mercado como lo son: contactares, guarda motores, temporizadores, LOGOs programables.

Este proyecto beneficiará a los estudiantes que estén cursando las asignaturas de automatización industrial I, automatización industrial II, informática industrial, instalaciones industriales y seminarios profesionales en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil a fin de poder realizar prácticas experimentales de procesos industriales.

### **PALABRAS CLAVES:**

Implementación, diseño, actuadores.

## ABSTRACT INGLES

YEAR	AUTHORS	ADVISOR	TITLE
2015	ORELLANA APOLINARIO ANDRES OCTAVIO HERMENEGILDO CEDEÑO BYRON JOSE	ING. CESAR CACERES GALAN	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TEACHING WITH MINI BAGS AND ZELIO PLC LOGO FOR APPLICATIONS AND REVERSAL OF ROTATION STARTING ENGINE

This thesis: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TEACHING WITH MINI BAGS AND ZELIO PLC LOGO FOR APPLICATIONS AND REVERSAL OF ROTATION STARTING ENGINE" represents the design and implementation of three teaching modules tests for students to strengthen their theoretical knowledge on the part designing practice and recognizing the behavior of different types of existing actuators in the market such as: contactors, motor-protections, timers, programmable LOGOs.

This project will benefit students who are studying subjects: Industrial Automation I, II Industrial Automation, Industrial Computing, Industrial Installations and Seminaries Professionals at Universidad Politécnica Salesiana - Guayaquil, to be able to make experimental practices of industrial processes.

### KEYWORDS:

Implementation, design, actuators.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo que se ha implementado en el laboratorio de Automatismo de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil sirve para que los estudiantes se familiaricen y comprendan el funcionamiento de los diferentes tipos de actuadores y equipos existentes en el mercado.

Para realizar el objetivo se planteó el diseño con la correspondiente aprobación por partes de las autoridades competentes. El banco de pruebas y todo lo correspondiente al sistema de control y fuerza, se implementó en un tablero cuyas dimensiones son: 0.51 m. de ancho por 0.34 m. de profundidad y 0.65 m. de alto.

El banco de pruebas consta de un LOGO PLC, cuatro contactores, dos guardamotors, dos temporizadores, un supervisor de fases trifásico, un motor trifásico de ½ HP de doce terminales, transformador de control con relación 240V/120V, equipos de protección eléctrica y el tablero donde están alojados todos los equipos de control y fuerza.

# CAPÍTULO I

## 1. EL PROBLEMA

Diseño e implementación de Módulos Didácticos con mini PLC LOGO para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores.

### 1.1. Planteamiento del Problema.

Con la finalidad de complementar los conocimientos teóricos con la parte práctica de los estudiantes que cursan las asignaturas como lo son: Instalaciones Industriales, Automatismo I, Automatismo II, Informática industrial y Seminarios Profesionales de Automatización en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, sería de beneficio práctico la implementación de 3 Módulos Didácticos con mini PLC LOGO para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores capaz de simular procesos industriales y conocer el funcionamiento de actuadores existentes en el mercado local.

### 1.2. Delimitación del problema.

El presente tema de proyecto aplica para el diseño y la implementación de tres módulos didácticos para la simulación de procesos industriales mediante sensores y actuadores en forma manual o automática tales como:

- Arranque Directo de un motor trifásico
- Arranque Estrella – Triangulo de un motor trifásico
- Arranque directo con inversión de giro de un motor trifásico
- Arranque Estrella – Triangulo con inversión de giro de un motor trifásico
- Arranque de un motor trifásico en devanados parciales
- Arranque de un motor trifásico en devanados parciales con inversión de giro

Este proyecto se lo implementó en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, el cual se lo desarrollo en la ciudad de Guayaquil, Ecuador en el año

2015 en el laboratorio de Automatización Industrial ubicado en el segundo piso del Bloque B. Estos módulos didácticos están compuestos por equipos tales como:

- Temporizadores
- Mini PLC LOGO
- Contactores
- Botoneras de marcha y paro
- Motores AC de ½ HP
- Guardamotores
- Fusibles
- Transformador de Control

### **1.2.1. Temporal**

El proyecto se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, Ecuador en el periodo de Octubre del 2014 a Mayo del 2015.

### **1.2.2. Espacial**

El proyecto se lo implementó en el Laboratorio de Electrónica de Potencia ubicado en el segundo piso del Bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil ubicada en la Av. Domingo Comín y callejón Chambers.

### **1.2.3. Académica**

Para este proyecto se empleó conocimientos adquiridos de las materias de:

- Informática Industrial
- Automatización Industrial II
- Sensores y Transductores
- Instalaciones Industriales
- Seminarios Profesionales de Automatización

### **1.3. Objetivos.**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Analizar, diseñar e implementar tres maletas didácticas móviles para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores trifásicos.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar diferentes tipos de arranque de motores eléctricos trifásicos mediante la utilización de equipos como mini PLC LOGO, contactores, temporizadores, guardamotores.
- Elaborar un banco de prácticas para que el docente que dicte la materia tenga contenido para trabajar con los estudiantes.
- Realizar tomas de lecturas de las prácticas con ayuda de los equipos analizadores existentes en los diferentes laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de: Instalaciones Industriales, Maquinarias Eléctricas I, Maquinarias Eléctricas II, Automatización Industrial I, Automatización Industrial II, Informática Industrial y Circuitos Eléctricos Industriales.

### **1.4. Justificación**

El presente tema tiene por justificación colaborar con los estudiantes que cursan las materias de Automatismo I, Automatismo II, Informática Industrial, Instalaciones Industriales y los Seminarios Profesionales relacionados con el área de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.

En la parte experimental académica con el diseño e implementación de 3 módulos didácticos con mini PLC LOGO para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores. Además de un folleto de prácticas propuestas para el desarrollo por parte

del estudiante con la colaboración del docente encargado de la materia para la mejor comprensión y familiarización con este tipo de equipos que ayudaran al desenvolvimiento no solo académico si no también orientándolos al funcionamiento de estos en el campo laboral.

## **1.5. Variables e Indicadores**

### **1.5.1. Variable Dependiente.-Desde la Propuesta:**

Diseñar e implementar 3 maletas didácticas para el uso de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

### **1.5.2. Variable Independiente.-Desde el problema:**

Complementar con el desenvolvimiento profesional de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, ya que los módulos didácticos asemejan varios procesos industriales de la vida profesional.

## **1.6. Metodología**

### **1.6.1. Métodos**

Para el desarrollo de la investigación se han utilizado los siguientes métodos.

#### **1.6.1.1. Método Inductivo y Deductivo**

A partir del estudio del comportamiento de los equipos que son mayormente utilizados en la parte de control y automatización a nivel industrial, se realizaran tres módulos didácticos para que los alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil obtengan un mayor conocimiento en la parte práctica.

### **1.6.1.2. Método Analítico**

Con fines educativos se implementan tres módulos didácticos con principios en el estudio de los tipos de arranque que se pueden realizar en un motor trifásico de doce terminales y aplicaciones con inversión de giro.

### **1.6.1.3. Método Sintético**

Un contactor es un interruptor automático que sirve para restablecer los enlaces entre distintos circuitos o aparatos eléctricos.

Un motor es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Un supervisor de fase es una protección efectiva contra los daños que ocasionan las interrupciones del suministro, fluctuaciones de voltaje y secuencia invertida de fases en las cargas

## **1.6.2. Técnicas**

### **1.6.2.1. Técnicas de Campo**

Se realizó todas las prácticas posibles para la adquisición de datos reales en los diferentes tipos de arranque de un motor trifásico.

## **1.7. Población y Muestra**

### **1.7.1. Población**

Estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, seminarios profesionales de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

### **1.7.2. Muestra**

Estudiantes de las materias de Automatización Industrial I, Automatización Industrial II, Informática Industrial, Instalaciones Industriales y los Seminarios Profesionales de Automatización.

### **1.8. Descripción de Propuesta**

El proyecto trata sobre el diseño e implementación de tres módulos didácticos para aplicaciones de arranque e inversión de giros de motores trifásicos a través de los diferentes circuitos de control y de fuerza que el alumno de la Universidad Politécnica Salesiana podrá diseñar y realizar las respectivas conexiones en los equipos alojados en los módulos, de este modo el alumno podrá poner en práctica todos sus conocimientos teóricos obtenidos a lo largo de su carrera estudiantil.

### **1.9. Beneficiarios**

Los beneficiarios de este proyecto serán aquellos estudiantes que estén cursando las asignaturas de Automatización Industrial I, Automatización Industrial II, Informática industrial, Instalaciones Industriales y Seminarios Profesionales en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil a fin de poder realizar prácticas experimentales de procesos industriales.

### **1.10. Impacto**

El desarrollo de este Proyecto de Tesis permitirá a los estudiantes reforzar su nivel práctico y teórico en el área de instalaciones industriales, ya que estos Módulos Didácticos brindan diferentes formas de conexiones. Esto permitirá al estudiante aplicar los conocimientos teóricos adquiridos e implementar prácticas diseñadas al alcance de los Módulos.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

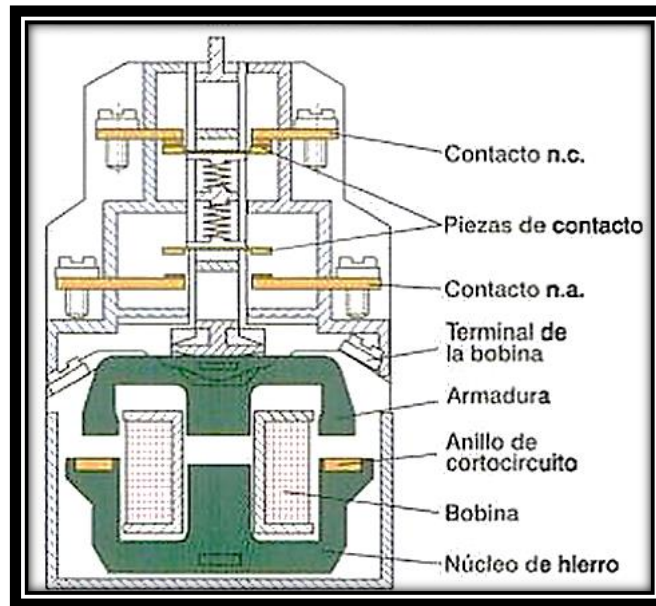
#### 2.1. Contactor

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Es un interruptor accionado electro-magnéticamente diseñado para abrir y cerrar un circuito de potencia. Básicamente están constituidos por:

- Contactos principales: Destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia.
- Contactos auxiliares: Destinados a abrir y cerrar el circuito de mando, están acoplados mecánicamente a los contactos principales.
- Bobina: Produce una fuerza de atracción al ser atravesado por una corriente eléctrica. Su alimentación puede ser de 12, 24, 110 o 220 V.
- Armadura: Es la parte móvil que se encarga de desplazar los contactos principales y auxiliares por la excitación de la bobina.
- Núcleo: Parte fija por la que se cierra el flujo magnético producido por la bobina.
- Resorte: Parte mecánica que devuelve a los contactos a su posición de reposo cuando haya desaparecido la excitación de la bobina.





**Figura 2.1:** Partes de un Contactor

**Fuente:** Valdés, 2015

Existen 2 tipos de contactores: de potencia y auxiliares. Los contactores de potencia tienen generalmente 3 contactos principales y por lo menos un contacto auxiliar y su aplicación es en control de cargas de potencia.

Los contactores auxiliares tienen solamente contactos auxiliares y se utilizan principalmente para las tareas de control y regulación en los circuitos de mando, señalización y enclavamiento.

Los contactos principales se identifican mediante números de una sola cifra, mientras que los contactos auxiliares se identifican mediante números de 2 cifras (la primer cifra es de posición y la segunda de función); Dicho esto, se puede identificar fácilmente los 2 tipos de contactores. La red se debe conectar a los bornes con número impar, el consumidor a los bornes con número par. (VALDES, 2015)

## 2.2. Supervisor de Fase

Los monitores de voltaje de línea supervisan continuamente el voltaje de línea entrante del motor para brindar una óptima protección de los motores contra falla y

daño prematuros debido a descompensación de voltaje, alto y bajo voltaje, pérdida de fase, inversión de fase, potencia defectuosa, secuencias incorrectas o ciclos rápidos de cortocircuitos.

Los monitores de línea monofásica ofrecen protección de alto rendimiento contra variaciones. Son idóneos para entornos agrestes y ofrecen protección contra variaciones de tensión por descargas atmosféricas e incrementos repentinos de voltaje provenientes de equipos de aire acondicionado, generadores o motores. (TESPA, 2015)



**Figura 2.2:** Dispositivo Supervisor de voltaje RM4TR31

**Fuente:** Schneider Electric, 2015

### **2.3. Motor Trifásico**

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.

### **2.3.1. Aplicaciones**

Por su variedad de potencia y tamaño son muy usados en la industria no siendo así en el sistema residencial y doméstico debido fundamentalmente a que en este sector no llega la corriente trifásica.

En la industria se emplean para accionar máquinas-herramienta, bombas, montacargas, ventiladores, extractores, elevadores, grúas eléctricas, etc.

### **2.3.2. Partes**

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".

### **2.3.3. 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.

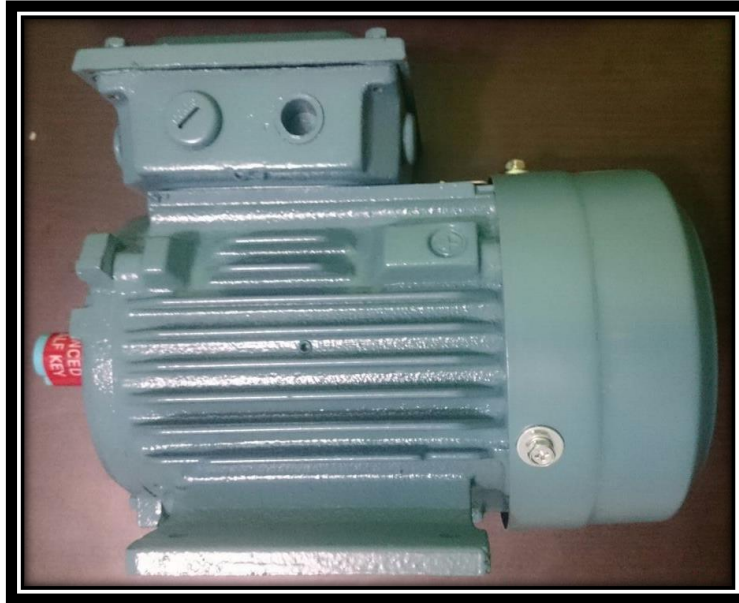
Solo debe hacerse notar que el rotor no puede ir a la misma velocidad que la del campo magnético giratorio. Esto se debe a que a cada momento recibe impulsos del campo, pero al cesar el empuje, el rotor se retrasa. A este fenómeno se le llama deslizamiento. Después de ese momento vendrá un nuevo empuje 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, el 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.

Los trifásicos no necesitan bobina de arranque y por lo tanto tampoco capacitores y mucho menos interruptores centrífugos que son comunes en los motores monofásicos. Por lo que al ser más sencillos necesitan menos mantenimiento.

Pueden cambiar el sentido de rotación con solo invertir dos de las tres líneas de entrada, permiten diferentes tipos de conexiones al lograr configurar el sistema de arranque para reducir la corriente inicial. (ECURED, 2013)



**Figura 2.3:** Motor trifásico ABB de 12 puntas

**Fuente:** ABB, 2015

#### **2.4. Stop de Emergencia**

Dentro del equipo eléctrico de las máquinas, a la vez que son precisos elementos para la puesta en marcha de las mismas (condición principal para la que son concebidas), deben disponer de elementos que permitan su parada en un momento determinado.

Esta parada puede producirse en condiciones normales de funcionamiento una vez finalizado el trabajo o una maniobra y en condiciones anormales de funcionamiento cuando aparece una situación de peligro (emergencia) tanto para el operario como para la máquina.

Los primeros se definen como dispositivos de parada normal y los segundos como dispositivos de parada de emergencia. Trataremos en esta Nota de apuntar las características principales y las condiciones de montaje de los elementos de paro que deben ser utilizados en situaciones anormales de funcionamiento de las máquinas (dispositivos de parada de emergencia), es decir, cuando aparece una situación de peligro durante el desarrollo del trabajo que pueda repercutir ya sea en el operario o bien en la propia máquina.

La función principal del dispositivo de parada de emergencia es la de parar la máquina lo más rápidamente posible. Este dispositivo se instalará en las máquinas, previéndose para este fin dos posibilidades:

Un interruptor accionado manual o eléctricamente, situado en la línea de alimentación de la máquina y un auxiliar de mando dispuesto en el circuito auxiliar de modo que, al ser accionado, todos los circuitos que puedan originar peligro queden desconectados.

El órgano de mando utilizado como paro de emergencia debe reunir las características siguientes: Será visible y fácilmente accesible, por lo que se colocará en un lugar donde pueda ser alcanzado rápidamente por el operario. Será capaz de cortar la corriente máxima del motor de mayor potencia en condiciones de arranque. Podrá ser accionado manualmente y será enclavable en la posición de abierto. Puede presentar varias formas: maneta, pedal, cuerda, botón pulsador, etc., eligiéndose la más conveniente en cada caso; en todos los casos el color será rojo. (MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES, 1984)



**Figura 2.4:** Stop de Emergencia

**Fuente:** Siemens, 2015

## 2.5. Mini PLC LOGO 230RCE

El LOGO es un módulo lógico universal para la electrotecnia, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gastos. Mediante el LOGO se solucionan cometidos en las técnicas de instalaciones en edificios y en la construcción de máquinas y aparatos por ejemplo controles de puertas, ventilación, bombas de aguas, etc.

Las funciones básicas (and, or, nand, nor, etc...) son idénticas en todos los modelos. La funciones especiales, como relojes, temporizadores, etc., están limitadas en alguno de los modelos de gama baja, por lo tanto se hace imprescindible consultar las características para saber si el Logo adquirido puede realizar lo que teníamos previsto.

Existen 3 modos de funcionamiento:

- Modo programación - Para elaborar el programa
- Modo RUN - Para poner en marcha el Logo!
- Modo parametrización - Para modificar los parámetros de algunas de las funciones, tiempo, computo, relojes, etc.

El modo parametrización resulta muy interesante ya que permite al usuario realizar los ajustes de la instalación sin modificar el programa.

El técnico, en modo programación, decidirá cuales son los parámetros que el usuario pueda cambiar. Es decir que si desea que el tiempo de un temporizador no sea modificado, se puede configurar dicho bloque para que no esté disponible en la parametrización.

El software de programación para PC es el LogoSoft. Actualmente Siemens España lo distribuye de forma gratuita, incluso por Internet. Cosa extraña, ya sabemos lo que es Siemens para esto del Software.

LogoSoft permite la programación de forma gráfica sobre un determinado modelo de LOGO. (CASTILLO, 2006)



**Figura 2.5:** Mini PLC LOGO SIEMENS 230RCE.

**Fuente:** Siemens, 2015

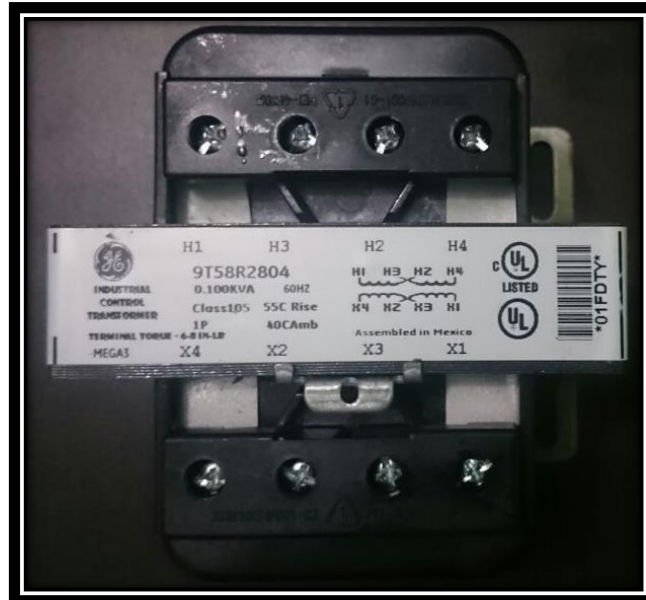
## 2.6. Transformador de Control

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. El núcleo, generalmente, es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético.



Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. (MEPREM ELECTRICA, 2015)



**Figura 2.6:** Transformador de Control

**Fuente:** General Electric, 2015

## 2.7. Guardamotor

Los guardamotores SIRIUS 3RV son compactos, limitan la corriente por medio de interruptores hasta 100 A para el motor o la protección del arranque. Garantizan la desconexión segura en caso de un cortocircuito y protegen el sistema contra sobrecargas. También son adecuados para el servicio de conmutación normal con cargas que tienen un pequeño número de operaciones de conmutación, así como para el aislamiento fiable de los equipos del sistema de alimentación. Además, ofrecemos guardamotores en versiones especiales, por ejemplo, para la protección de las plantas - también según UL / CSA, para la protección de transformadores o con las funciones de relevador de sobrecarga.

El cableado del circuito principal se puede reducir significativamente mediante el uso de diferentes posibilidades de alimentación, tales como el sistema de alimentación de

entrada asociado al SIRIUS 3RV, el sistema de barras de tres fases, o el sistema de barras 8US. (SIEMENS, 2015)



**Figura 2.7:** Guardamotor Sirius

**Fuente:** Siemens, 2015

## 2.8. Bases porta fusibles

Los portafusibles pueden utilizarse para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de las líneas eléctricas, para la protección y el mando de los motores, así como para la protección de las instalaciones eléctricas.

Estos equipos pueden asegurarse la desconexión pero no son adecuados para aislamiento, por lo que no pueden ser utilizados como interruptor seccionador.

Están disponibles en dos versiones: con o sin aislador del estado del fusible. Si el fusible instalado en la base se funde, el estado del fallo queda visible mediante el indicador situado en la parte frontal del fusible.

La función principal es la Protección contra sobrecargas y cortocircuitos, en los circuitos de control de motores y de las instalaciones eléctricas. (LOVATO ELECTRIC, 2015)



**Figura 2.8:** Base Porta fusible

**Fuente:** Sassin, 2015

## 2.9. Disyuntor

Un disyuntor es un interruptor automático magneto-térmico, capaz de interrumpir el circuito eléctrico, ante un aumento de la intensidad de corriente o frente a un cortocircuito.

Es un interruptor automático magneto-térmico, que puede abrir un circuito eléctrico ante la subida de intensidad de corriente que circula por él, o por un cortocircuito. Están destinados a la protección de los equipos eléctricos y de las personas. Este dispositivo se rearma luego de localizado y reparado el daño causante, a diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados luego de un único uso. Se presentan en distintos tamaños y características.

Se utiliza como protección en caso de contactos indirectos, o sea que está relacionado con la descarga a tierra de las masas. Este dispositivo cortará la corriente

en cuanto detecte la variación de voltaje ocasionada por una falla en la descarga a tierra.

El contacto indirecto con la corriente ocurre al tocar las partes de los aparatos que no están diseñados para el pasaje de la misma, pero que tienen tensión debido a algún desperfecto. El contacto directo es el que ocurre al tocar algunas de las partes activas de los equipos.

### **2.9.1. Características de los Disyuntores**

Hay muchas razones para que los aparatos eléctricos posean tensión a masa, debido a cortocircuitos, envejecimiento del cableado, mala aislación. Los disyuntores son capaces de detectar fugas de corriente de 30mA y cortan el suministro de corriente en un mínimo de 30mseg.

El disyuntor está calibrado para trabajar dentro de ciertos parámetros de corriente nominal. También cuenta con un voltaje máximo de trabajo. Hay una intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir.

Hay disyuntores para corriente continua, pero los más usados son los de corriente alterna. Tipos de disyuntores:

- Disyuntor por corriente diferencial.
- Guardamotor.

Los disyuntores están constituidos por una parte magnética y otra térmica.

- Parte térmica: compuesta por un bimetálico, por el que circula corriente que alimenta la carga. Cuando la carga es superior a la intensidad admitida, el aparato se calienta y dilata el bimetálico, el cual se arquea cortando el circuito.
- Parte magnética: formada por una bobina con núcleo y parte móvil. Dicha parte móvil es arrastrada por el campo magnético que genera la bobina al superar la intensidad nominal del aparato, con lo que se corta el circuito. (BRICOLAJE CASERO, 2015)



**Figura 2.9:** Breaker Siemens de 3 Polos

**Fuente:** Siemens, 2015

## 2.10. Temporizadores

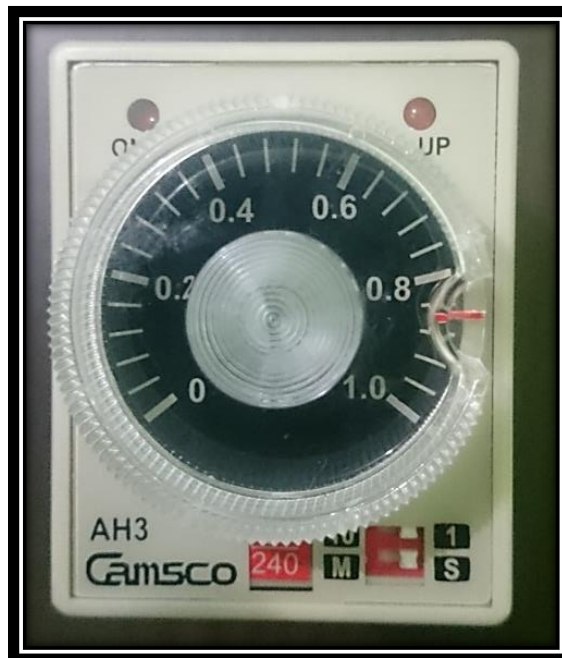
Un temporizador es un aparato con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de que se ha programado un tiempo. El elemento fundamental del temporizador es un contador BINARIO, encargado de medir los pulsos suministrados por algún circuito oscilador, con una base de tiempo estable y conocida. El tiempo es determinado por una actividad o proceso que se necesite controlar.

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.

Hay diversos tipos de temporizadores desde los que son usados en el hogar para cocinar, hasta los que son usados en la automatización de procesos de industriales, tienen diferentes clases de componentes que tienen como fin la misma función, pero cada uno sirve para algún proceso en específico:

- Temporizador térmico que actúa por calentamiento de una lámina bimetálica, el tiempo se determina por la curva que adquiere la lámina.
- Temporizador neumático, está basado en la acción de un fuelle que se comprime al ser accionado por un electroimán. El fuelle ocupa su posición que lentamente, ya que el aire entra por un pequeño orificio, al variar el tamaño del orificio cambia el tiempo de recuperación y por consecuencia la temporización.
- Temporizador electrónico, el principio es la descarga de un condensador mediante una resistencia. Por lo general se EMPLEAN condensadores electrolíticos.
- Temporizador magnético, se obtiene ensartando en el núcleo magnético, un tubo de cobre. (BRICOS, 2012)



**Figura 2.10:** Temporizador Camsco

**Fuente:** Camsco, 2015

## 2.11. Pulsadores

Un pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función. Son de diversas formas y tamaños y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque o principalmente en aparatos eléctricos y electrónicos.

Los pulsadores son por lo general activados, al ser pulsados con un dedo. Permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre el vuelve a su posición normal.

El botón es un dispositivo eléctrico, funciona por lo general como un interruptor eléctrico, es decir en su interior tiene dos contactos, al ser pulsado uno, se activar a la función inversa de la que en ese momento este realizando, si es un día dispositivo (normalmente cerrado) será abierto. (Garcia, 2015)

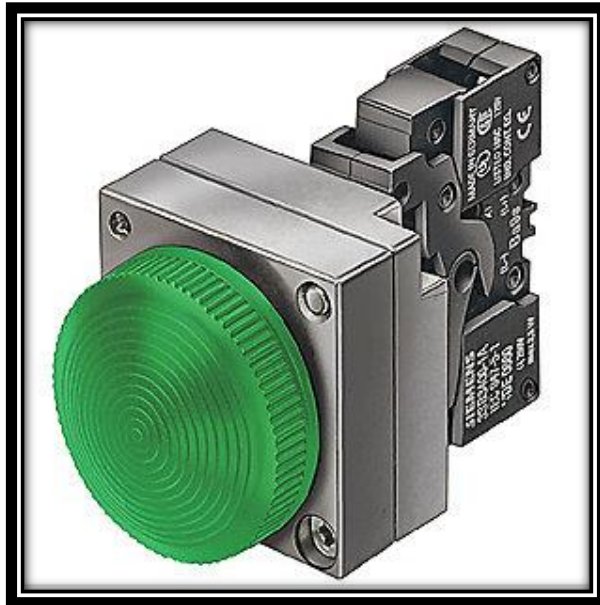


**Figura 2. 11:** Pulsador Indutech

**Fuente:** Indutech, 2015

## 2.12. Luz Piloto

Las luces piloto indican el estatus de la maquinaria y los procesos en el panel de control. Una luz piloto indica la existencia de una condición normal de un sistema o de un dispositivo. (OMRON, 2015)



**Figura 2. 12:** Luz piloto

**Fuente:** Siemens, 2015



## **CAPÍTULO III**

### **3. Desarrollo del Proyecto**

#### **3.1. Diseño e implementación de maletas didácticas con los mini PLCs LOGO y Zelio para aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores.**

En este proyecto se diseñó e implemento tres maletas didácticas con los mini PLCs LOGO y ZELIO para aplicaciones de arranque e inversión, estas maletas didácticas se construyeron de tal manera que los estudiantes de las diferentes materias y seminarios profesionales puedan conocer más a fondo el funcionamiento de controladores industriales tales como: contactor, guardamotor, temporizador, mini PLC LOGO, motor eléctrico.

#### **3.2. Diseño de Estructura Maleta Didáctica**

Para el diseño de las maletas didácticas se tomó en cuenta la cantidad y espacio que ocuparan los diferentes elementos así como también la cantidad de borneras que necesitara la maleta para poder realizar todas las prácticas.

##### **3.2.1. Primer prototipo maleta didáctica**

El primer prototipo de los módulos didácticos se lo realizo en una maleta plástica de 60cm de alto x 40cm de ancho y 30cm de profundidad. Al colocar el motor en la maleta perdía estabilidad, ya que el motor era muy pesado y la maleta quedo muy frágil. Se le coloco una llanta en medio para que ganara estabilidad pero la maleta era muy inestable para todos los elementos que se le deben de instalar.



**Figura 3.1:** Primer prototipo, maleta de plástico

**Fuente:** Los autores, 2015



**Figura 3.2:** Maleta de Plástico

**Fuente:** Los autores, 2015

### 3.2.2. Segundo prototipo maleta didáctica

El segundo prototipo se lo realizó en aluminio y las medidas eran 60cm de largo, 45cm de ancho y 34cm de profundidad, esta maleta tuvo un acabado rustico y el precio era muy elevado ya que trabajar en aluminio es más complicado.



**Figura 3.3:** Maleta de Aluminio

**Fuente:** Los autores, 2015



**Figura 3.4:** Maleta de Aluminio

**Fuente:** Los autores, 2015

### 3.2.3. Tercer prototipo maleta didáctica

Este prototipo se lo realizó en material galvanizado y fue pintado al horno, para realizar esta maleta se tomó como base la maleta de aluminio. Esta maleta se la realizo con las siguientes medidas 65cm de alto, 51 cm de ancho y 34cm de profundidad. Se escogió esta maleta ya que el acabado es más estético y tiene un costo menor que la de aluminio.



**Figura 3.5:** Parte frontal de la maleta didáctica.

**Fuente:** Los autores, 2015



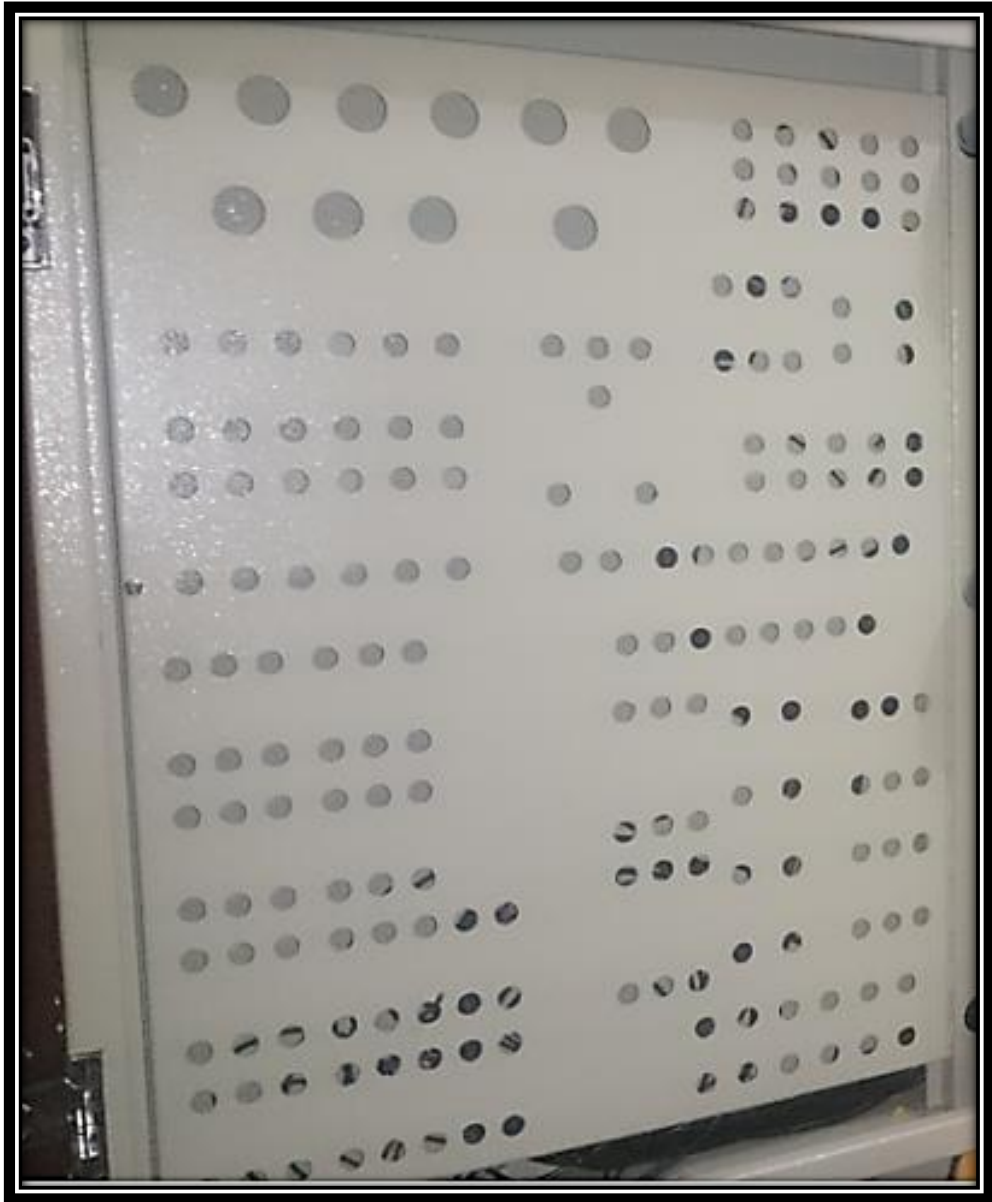
**Figura 3.6:** Parte exterior de la maleta didáctica.

**Fuente:** Los autores, 2015

### 3.3. Esquema Maleta Didáctica

#### 3.3.1. Panel Didáctico

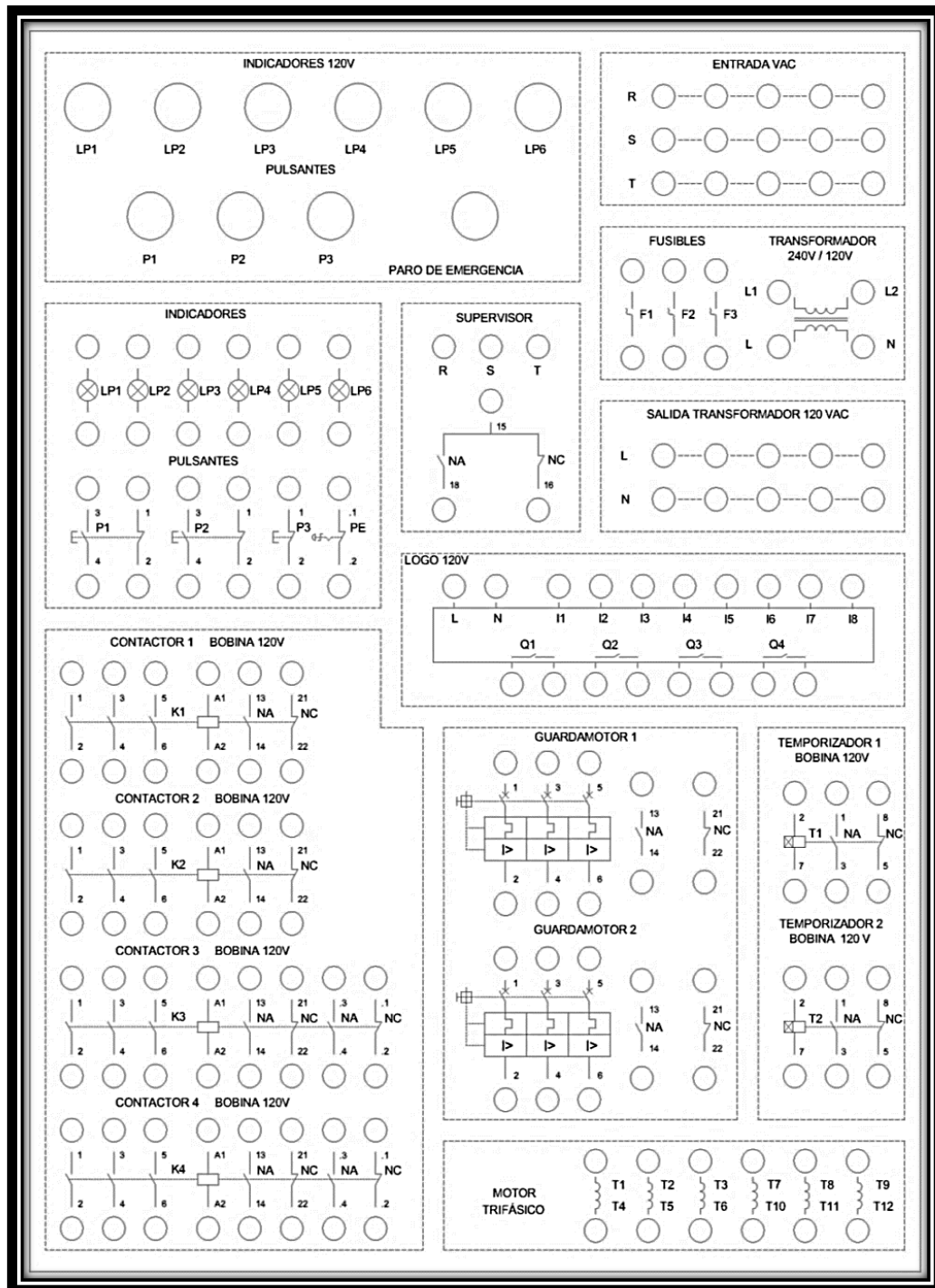
Para diseñar esta parte de la maleta se tomó en cuenta todas las entradas y salidas de los equipos a instalar para que de esta forma el estudiante pueda realizar las prácticas de una manera más didáctica.



**Figura 3.7:** Orificios panel didáctico.

**Fuente:** Los autores, 2015.

Este esquema se lo realizó en el programa AutoCAD el cual muestra la cantidad de equipos con los que el estudiante podrá trabajar al momento de realizar las prácticas.

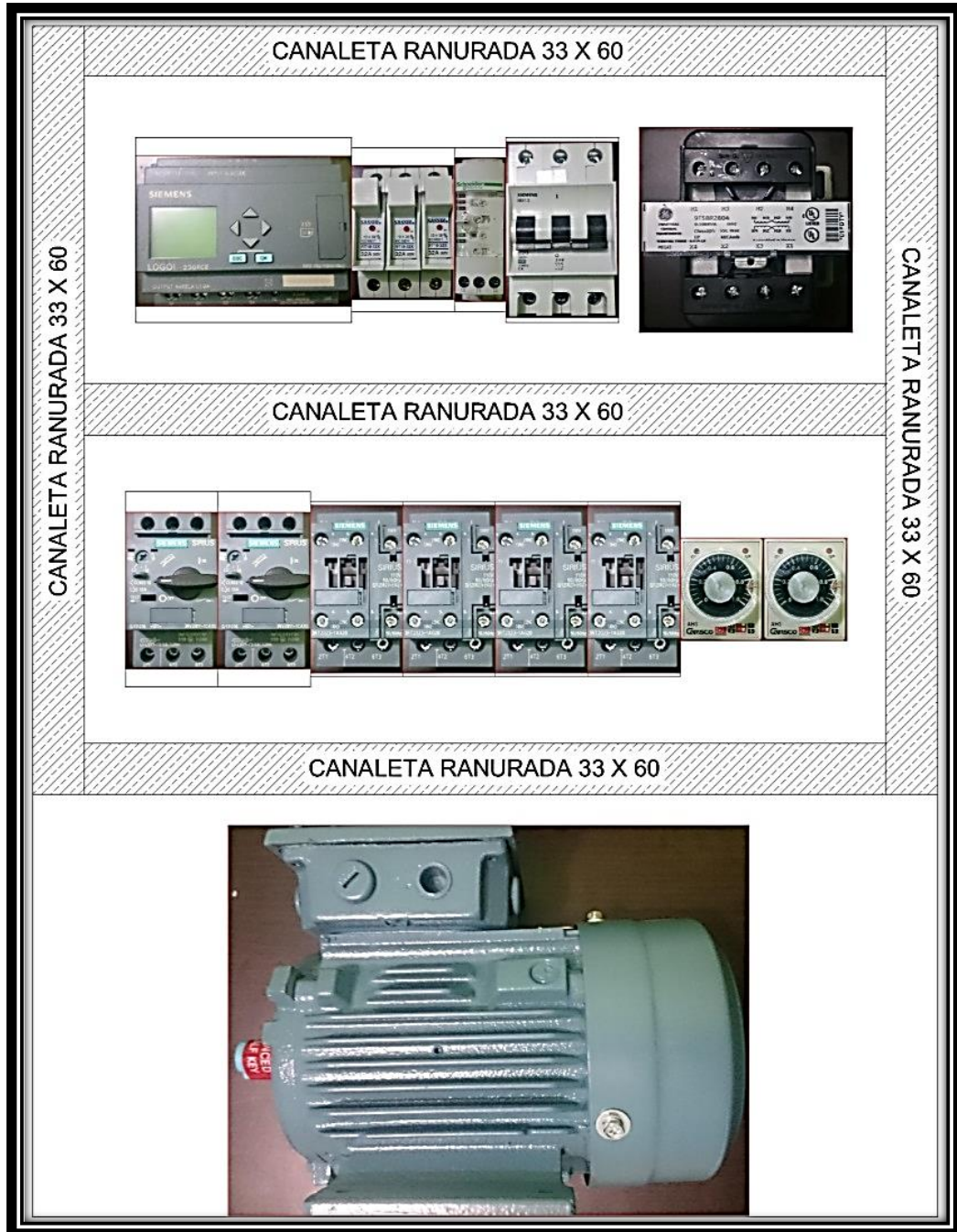


**Figura 3.8:** Esquema del panel didáctico.

**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.3.2. Panel de Fuerza.

Este esquema se lo realizó en el programa AutoCAD, en el cual se observa la ubicación real de los elementos de fuerza y de control en la maleta didáctica.



**Figura 3.9:** Diseño frontal panel de fuerza

**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.4. Montaje

#### 3.4.1. Montaje panel de equipos

Dentro de la maleta didáctica se colocó un plafón de 57cm de largo y 43cm de ancho en el cual se instalaron los equipos, para esto se realizó un diseño del montaje de todos los equipos con las medidas originales y así se pudo comprobar que todos los equipos encajaban en el plafón.

El montaje de los equipos se lo realizó de la siguiente manera:

- Instalación de canaletas ranuradas de 60 cm x 33 cm, las cuales se utilizaran para colocar el cableado.
- Instalación de riel omega el cual sirve para colocar los equipos.
- Montaje de los equipos sobre el riel omega.
- Instalación del transformador con pernos auto perforantes.
- Instalación del toma industrial tipo clavija a un lado de la maleta.
- Instalación del motor trifásico.



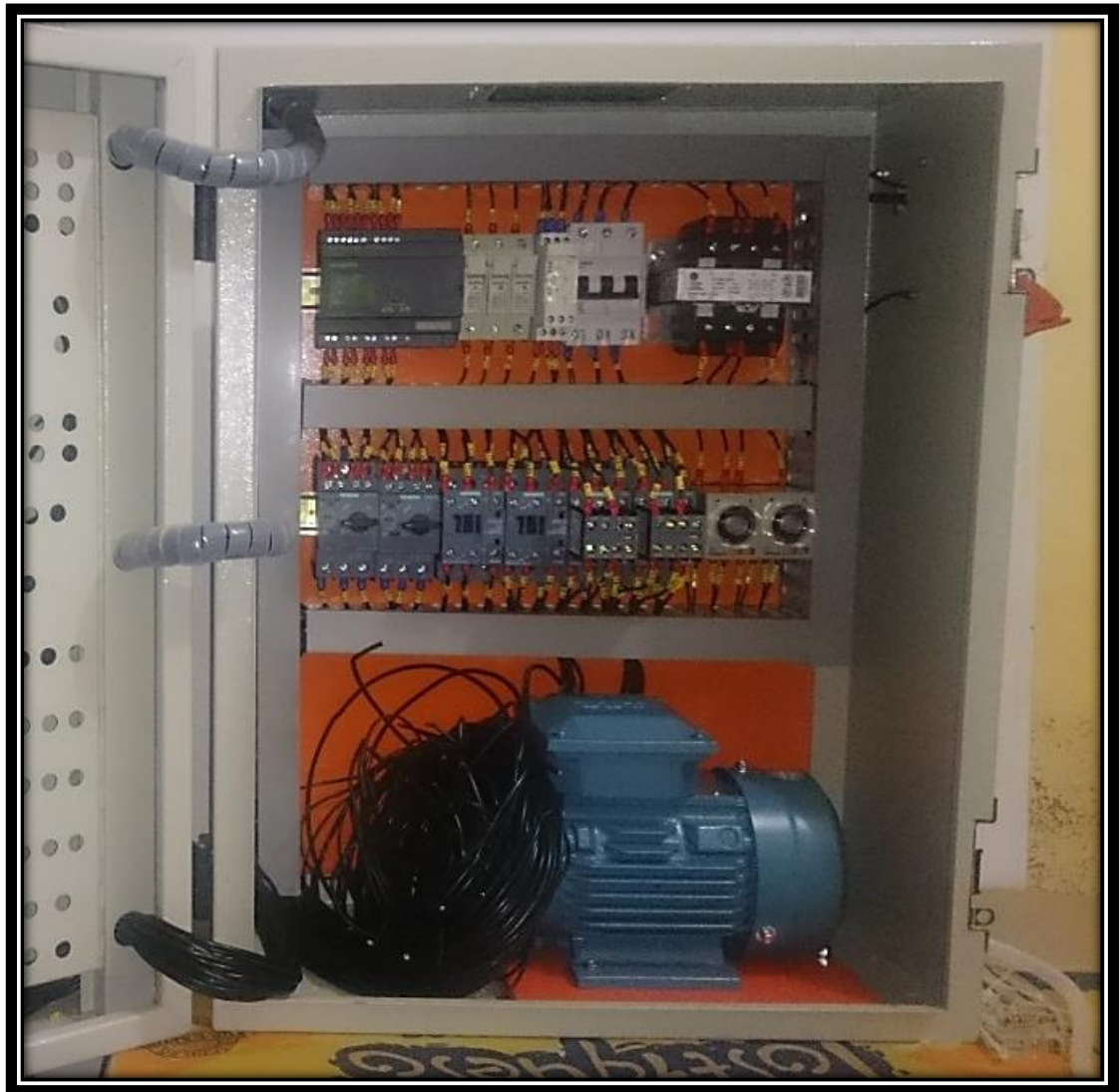
**Figura 3.10:** Montaje de equipos

**Fuente:** Los autores, 2015.



### 3.4.2. Instalación de cableado.

Se instala el cableado de todos los equipos eléctricos y electrónicos, el cableado de fuerza se lo realizo con cable #14 y el cableado de control con cable #18, también se etiqueto el cableado con marquillas numeradas para así facilitar la identificación de cada cable instalado en la maleta.



**Figura 3.11:** Cableado y Etiquetado.

**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.4.3. Montaje de serigrafía

La serigrafía fue impresa en vinil transparente, el cual fue pegado en la parte frontal del panel didáctico, para así diferenciar los diferentes equipos con los que se puede trabajar.

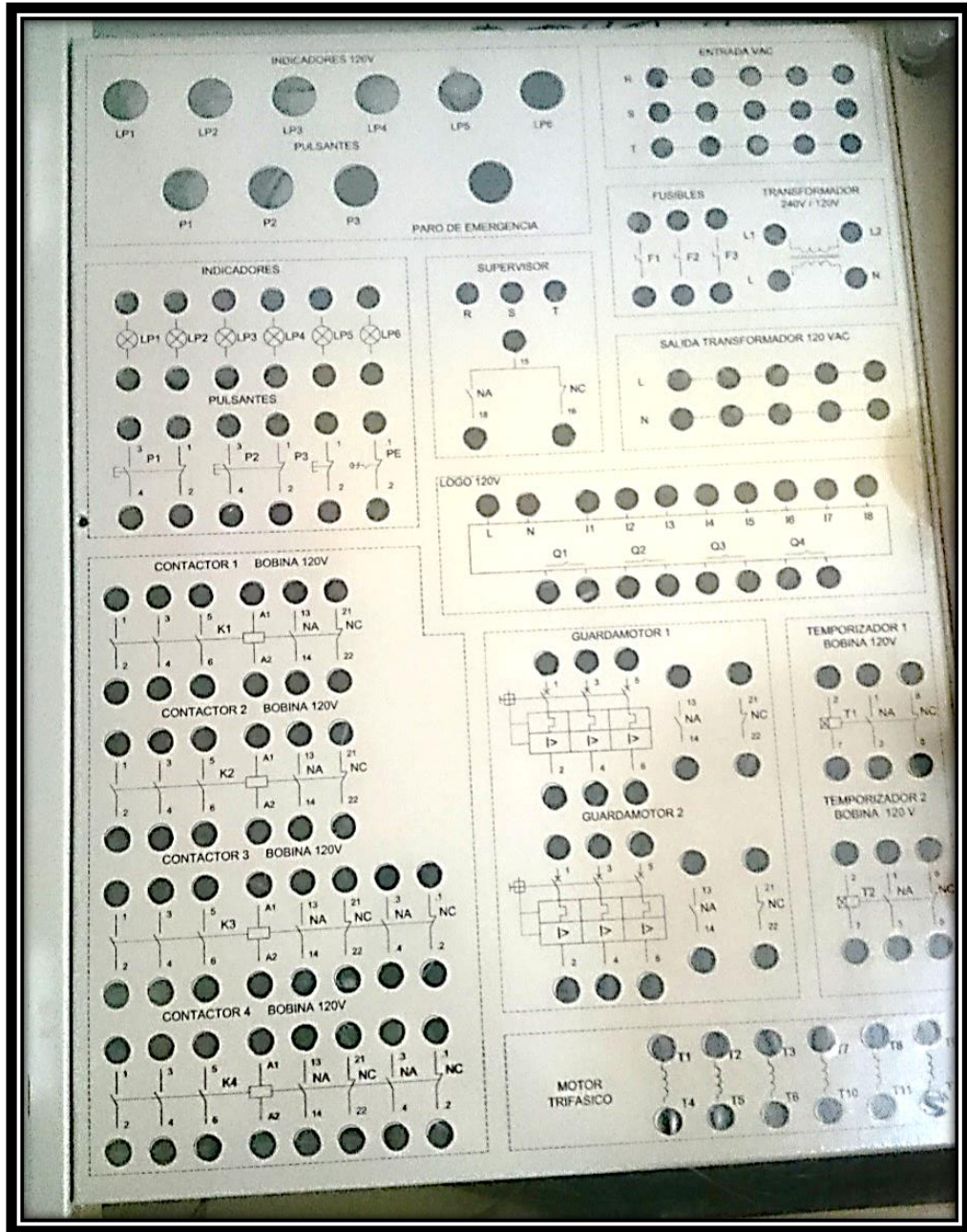


Figura 3.12: Serigrafía montada en el panel didáctico.

Fuente: Los autores, 2015.

### 3.4.4. Montaje y conexión de elementos en el panel didáctico.

Se colocaron las borneras, los pulsantes e indicadores en el panel didáctico.

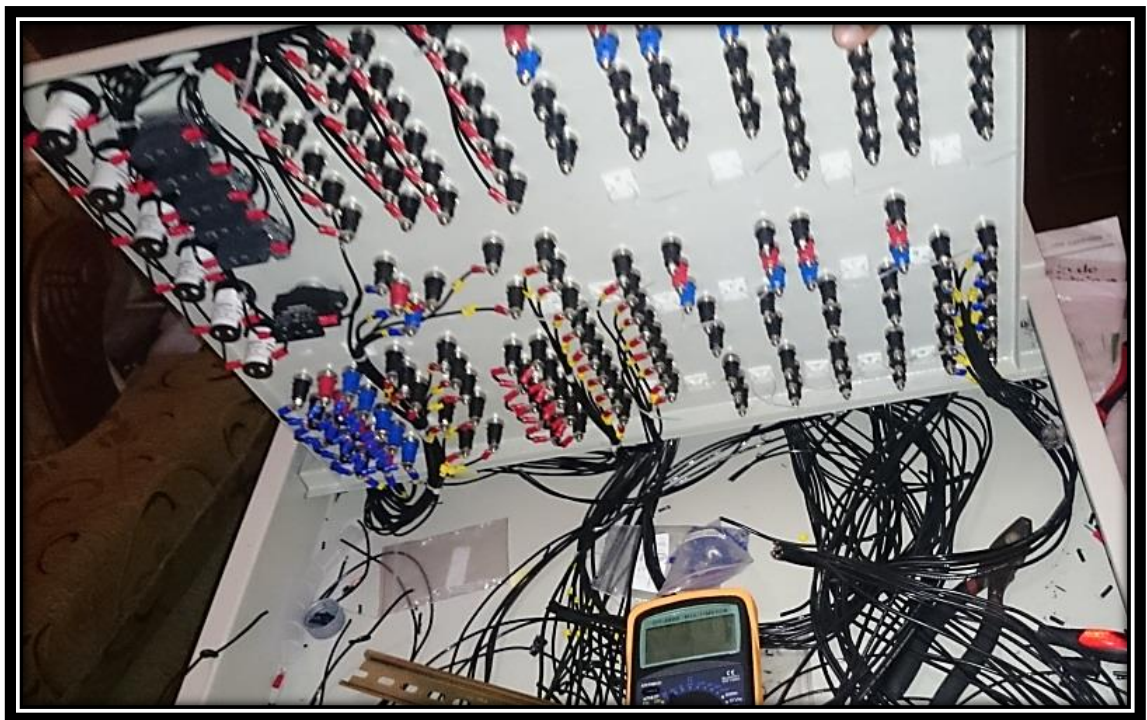


Figura 3.13: Montaje de elementos panel didáctico.

Fuente: Los autores, 2015.

- Las borneras nos sirven para conectar los equipos y realizar las diferentes prácticas.
- Los pulsantes nos sirven para poder dar marcha o paro a los diferentes controles que se realicen.
- Las luces piloto nos sirven de señalización para cualquier tipo de arranque o función que le demos al momento de diseñar el control.

Se realizó la conexión de los equipos de control y fuerza a sus respectivas borneras en el panel didáctico.



**Figura 3.14:** Conexión de elementos con su respectiva bornera.

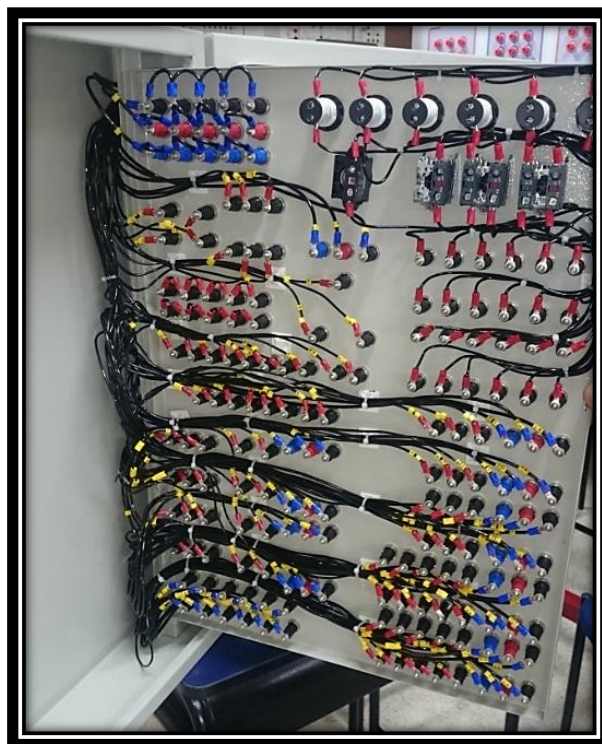
**Fuente:** Los autores, 2015.

Luego de conectar los equipos a sus respectivas borneras se comprobó la continuidad con el multímetro.



**Figura 3.15:** Panel Didáctico, panel de control y fuerza

**Fuente:** Los autores, 2015.



**Figura 3.16:** Conexión de borneras.

**Fuente:** Los autores, 2015.



**Figura 3.17:** Exterior de la Maleta.

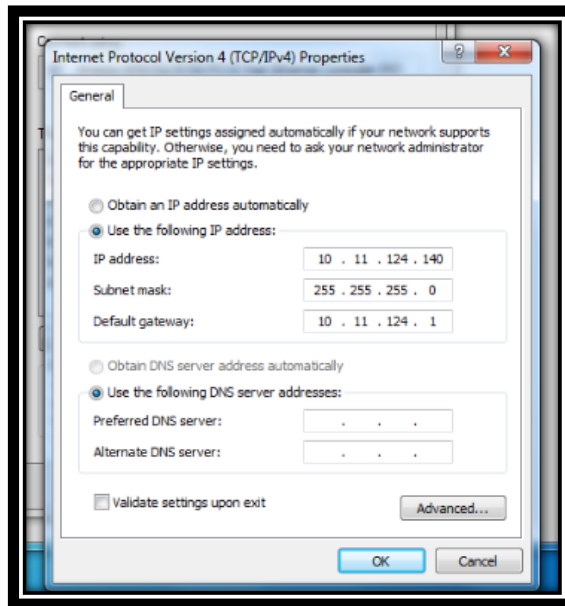
**Fuente:** Los autores, 2015.

### **3.5. Programación Mini PLC LOGO**

Esta programación se la puede realizar desde la PC o directamente en el Mini PLC LOGO, para esto debemos realizar los siguientes pasos.

#### **3.5.1. Comunicación entre PC Y Mini PLC LOGO**

Para realizar la comunicación se debe colocar un patch cord de cable UTP entre la PC Y el mini PLC LOGO, luego se debe asignar una IP al mini PLC LOGO la cual debe estar en la misma red de la PC.



**Figura 3.18:** Asignación de IP a la PC

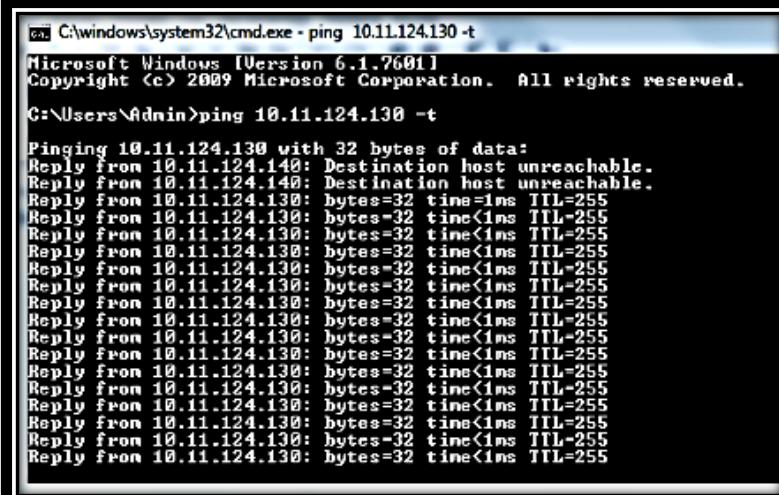
**Fuente:** Los autores, 2015.



**Figura 3.19:** Asignación de IP al LOGO

**Fuente:** Siemens, 2015.

Una vez realizado la asignación de la IP a ambos equipos se debe comprobar la comunicación entre la PC Y el mini PLC LOGO.



```
C:\windows\system32\cmd.exe - ping 10.11.124.130 -t
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin>ping 10.11.124.130 -t

Pinging 10.11.124.130 with 32 bytes of data:
Reply from 10.11.124.140: Destination host unreachable.
Reply from 10.11.124.140: Destination host unreachable.
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.11.124.130: bytes=32 time<1ms TTL=255
```

Figura 3.20: Prueba de comunicación

Fuente: Los autores, 2015.

Luego se procedió a abrir el programa LOGO!Soft Comfort para establecer comunicación con la PC por medio de dicho software. Se ingresó la IP del LOGO al software.

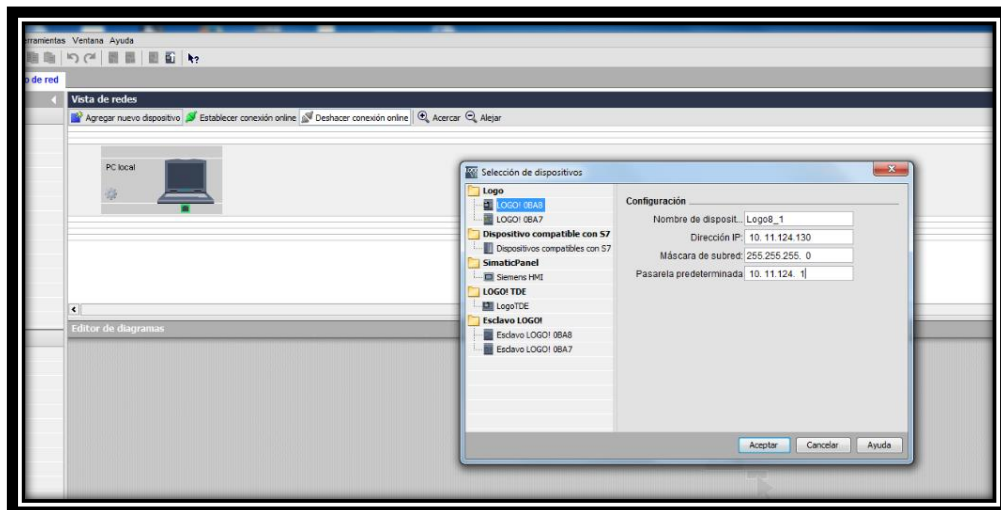
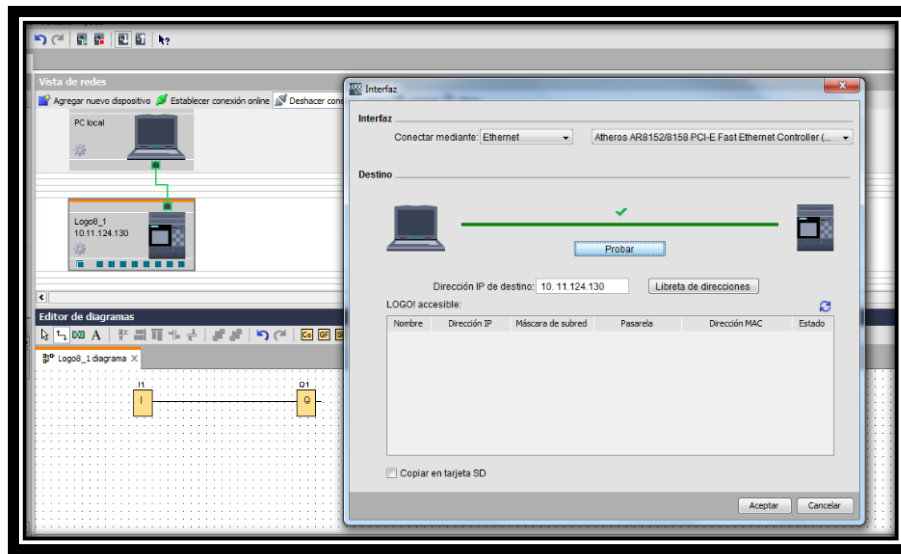


Figura 3.21: Ingreso IP del LOGO.

Fuente: Los autores, 2015.



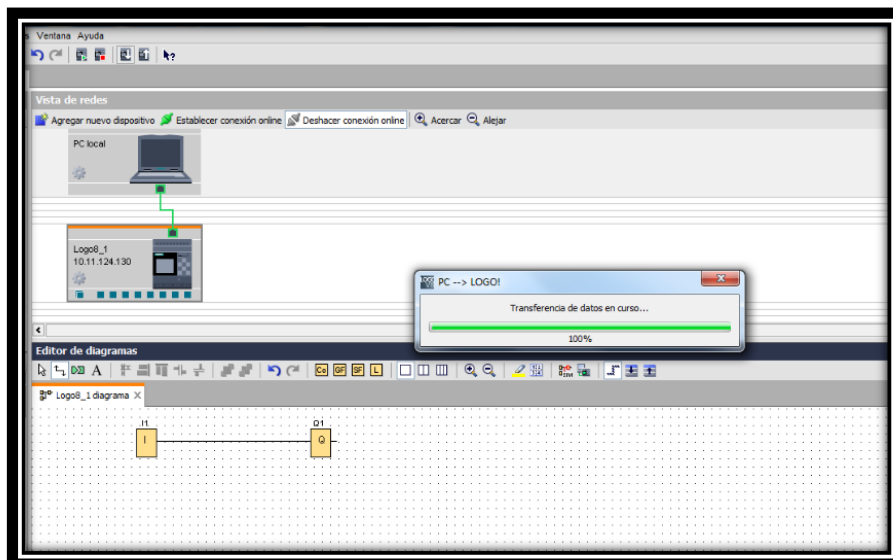
Se realizó un pequeño circuito de control para comprobar la comunicación entre la PC Y el Logo.



**Figura 3.22:** Prueba de Comunicación para control.

**Fuente:** Los autores, 2015.

Luego de haber comprobado la comunicación mediante el software, se procedió a transferir el circuito de control al LOGO, y con esto se comprobó el funcionamiento del mismo.

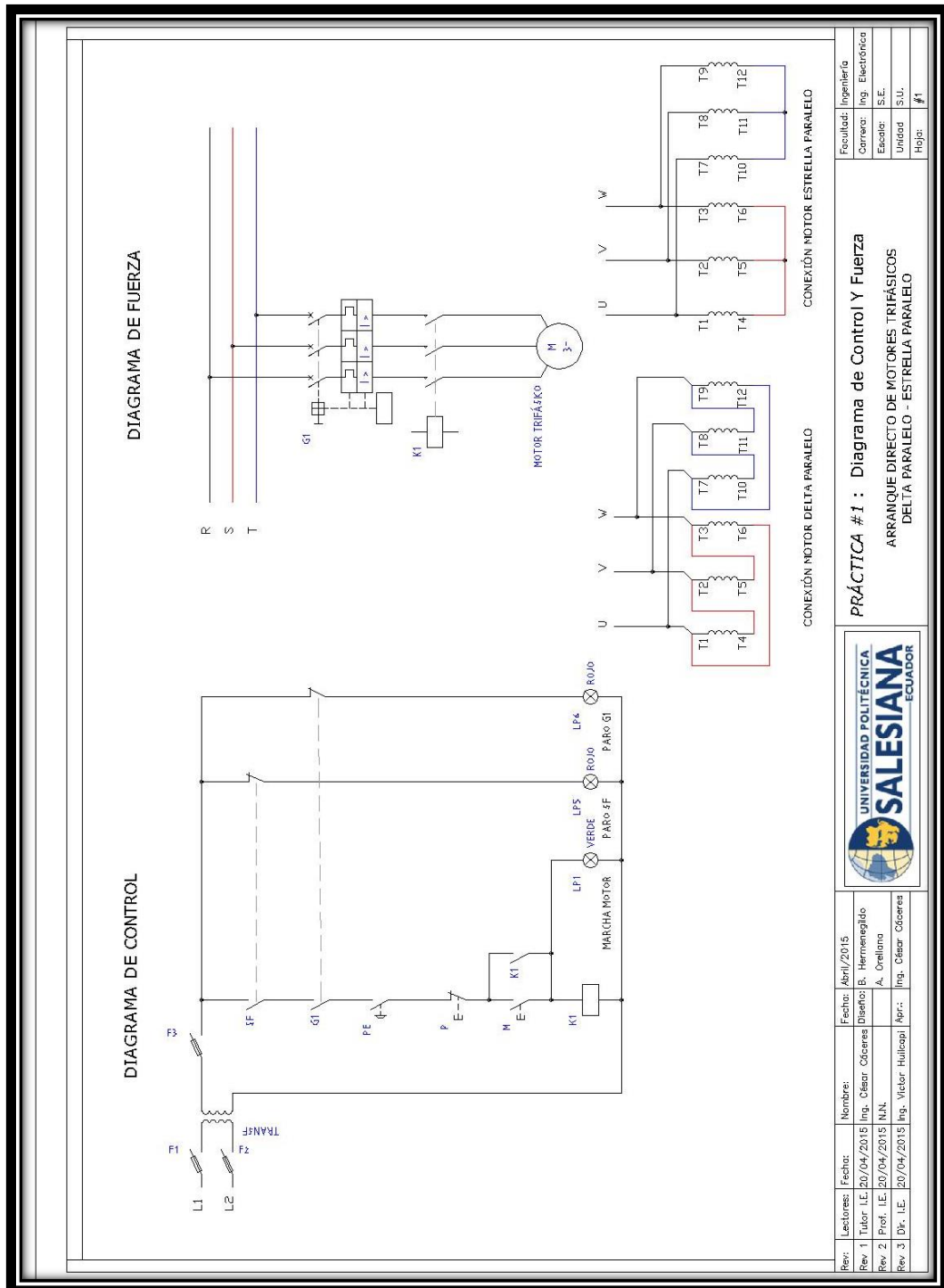


**Figura 3.23:** Prueba de transferencia de control al LOGO.

**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.6. Diseño de control y fuerza para arranque de motores trifásicos.

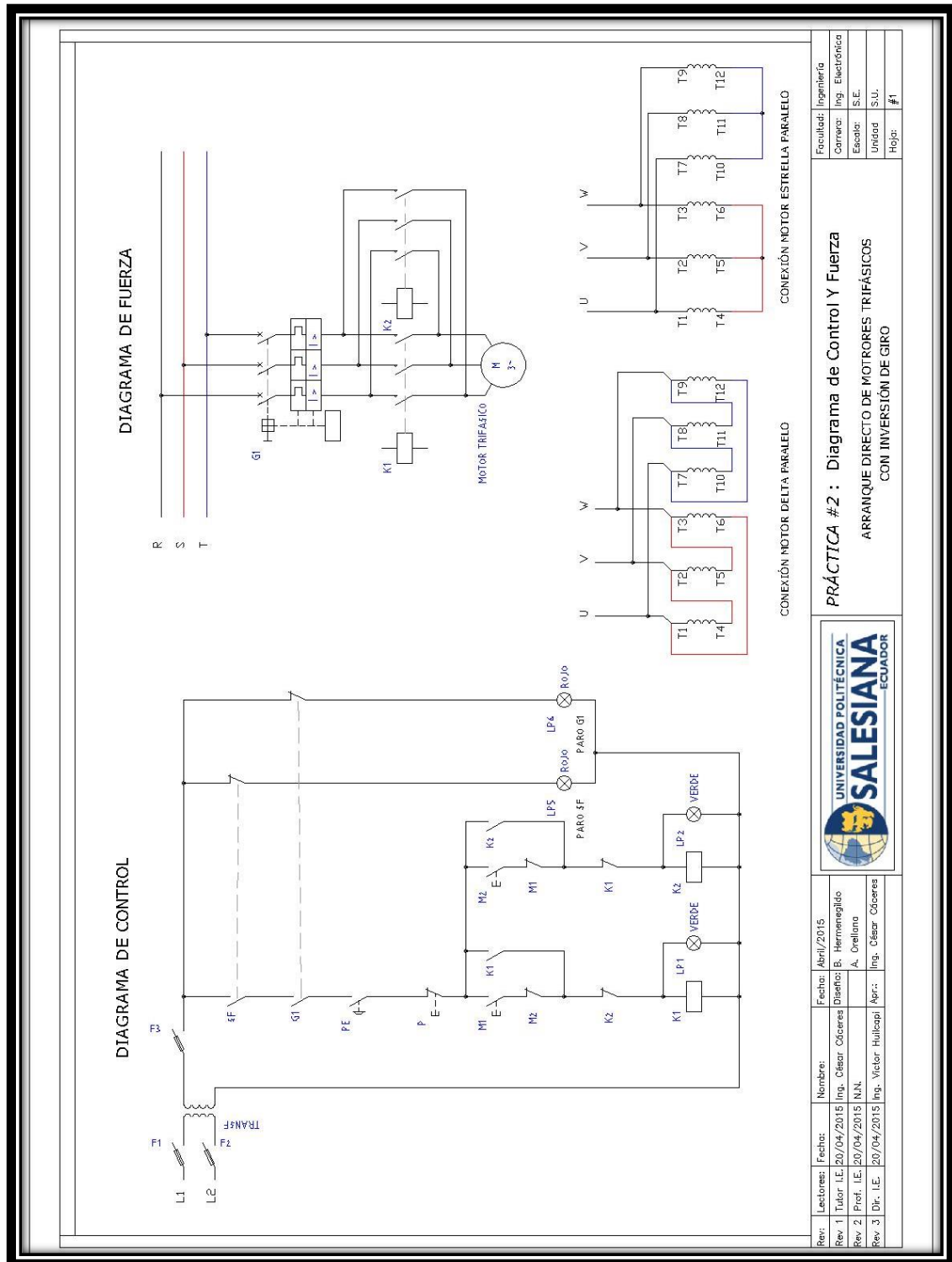
#### 3.6.1. Arranque directo de motores trifásicos.



**Figura 3.24:** Diseño de Control y Fuerza – Arranque Directo de Motores Trifásicos

**Fuente:** Los autores, 2015.

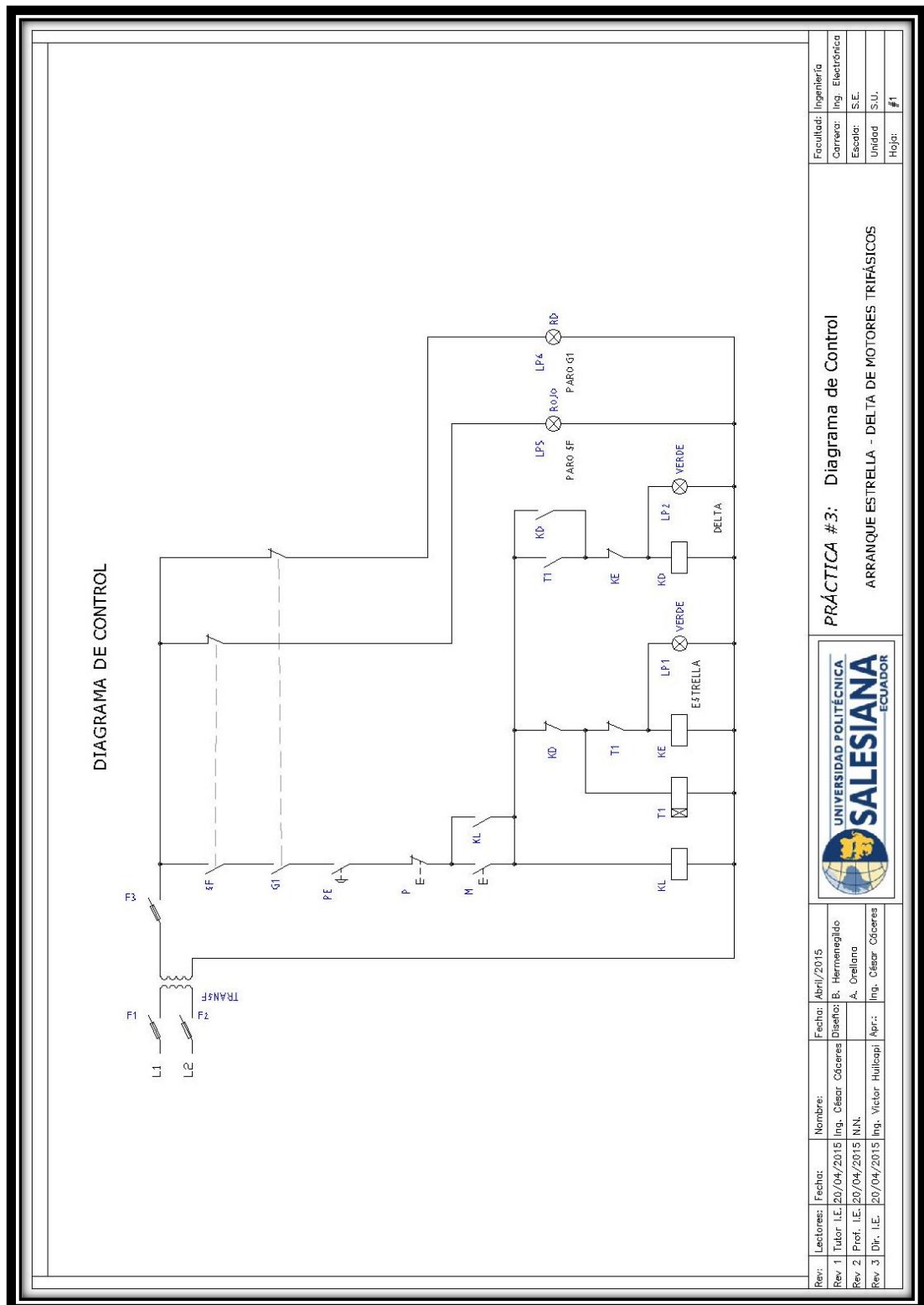
### 3.6.2. Arranque directo de motores trifásicos con inversión de giro.



**Figura 3.25:** Diseño de Control y Fuerza – Arranque Directo de Motores Trifásicos con inversión de giro.

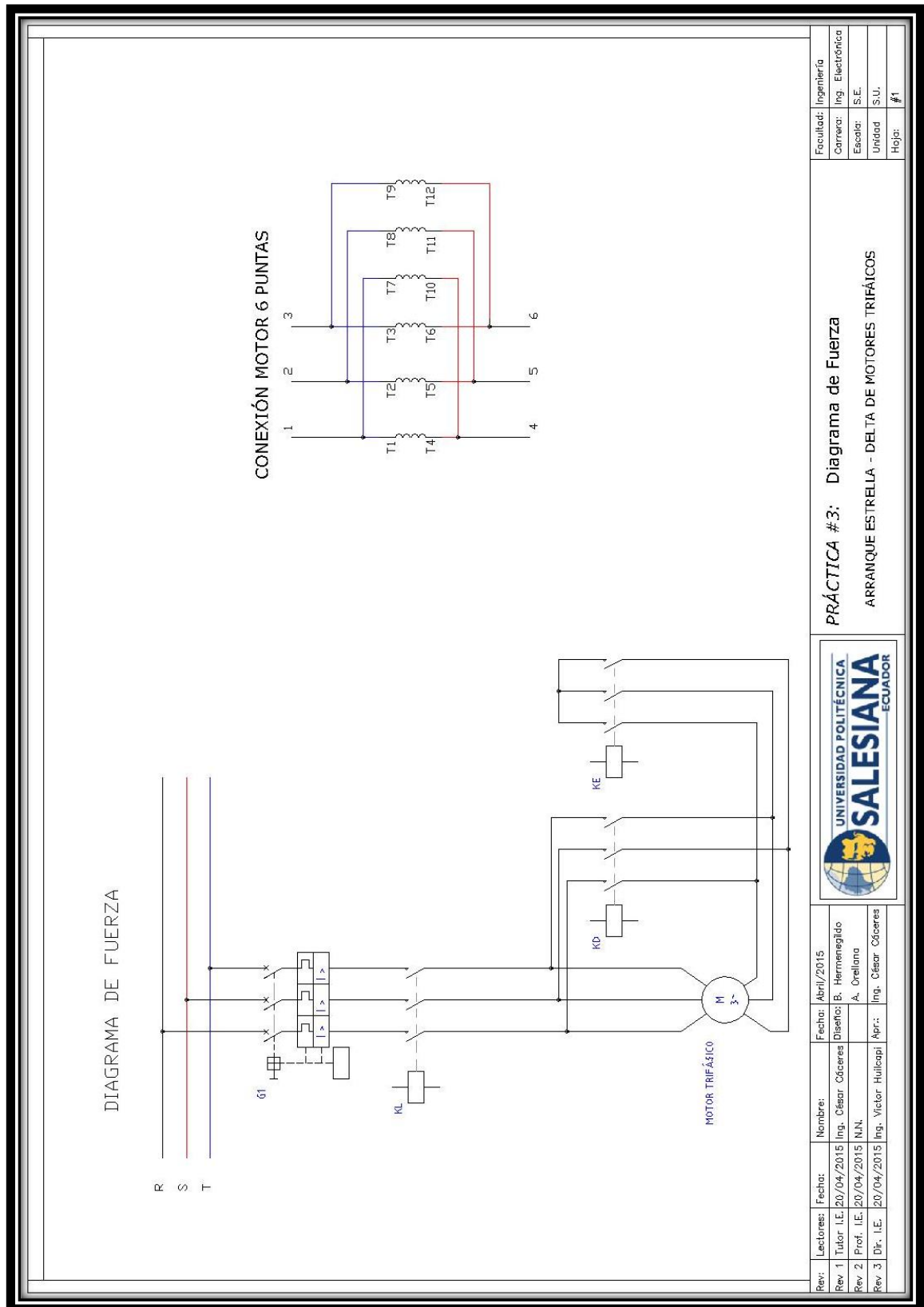
**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.6.3. Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos.



**Figura 3.26:** Diseño de Control – Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos

**Fuente:** Los autores, 2015.



Facultad:	Ingeniería
Carrera:	Ing. Electrónica
Escuela:	S.E.
Unidad:	S.U.
Hoja:	#1

**PRÁCTICA #3: Diagrama de Fuerza**  
 ARRANQUE ESTRELLA - DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS

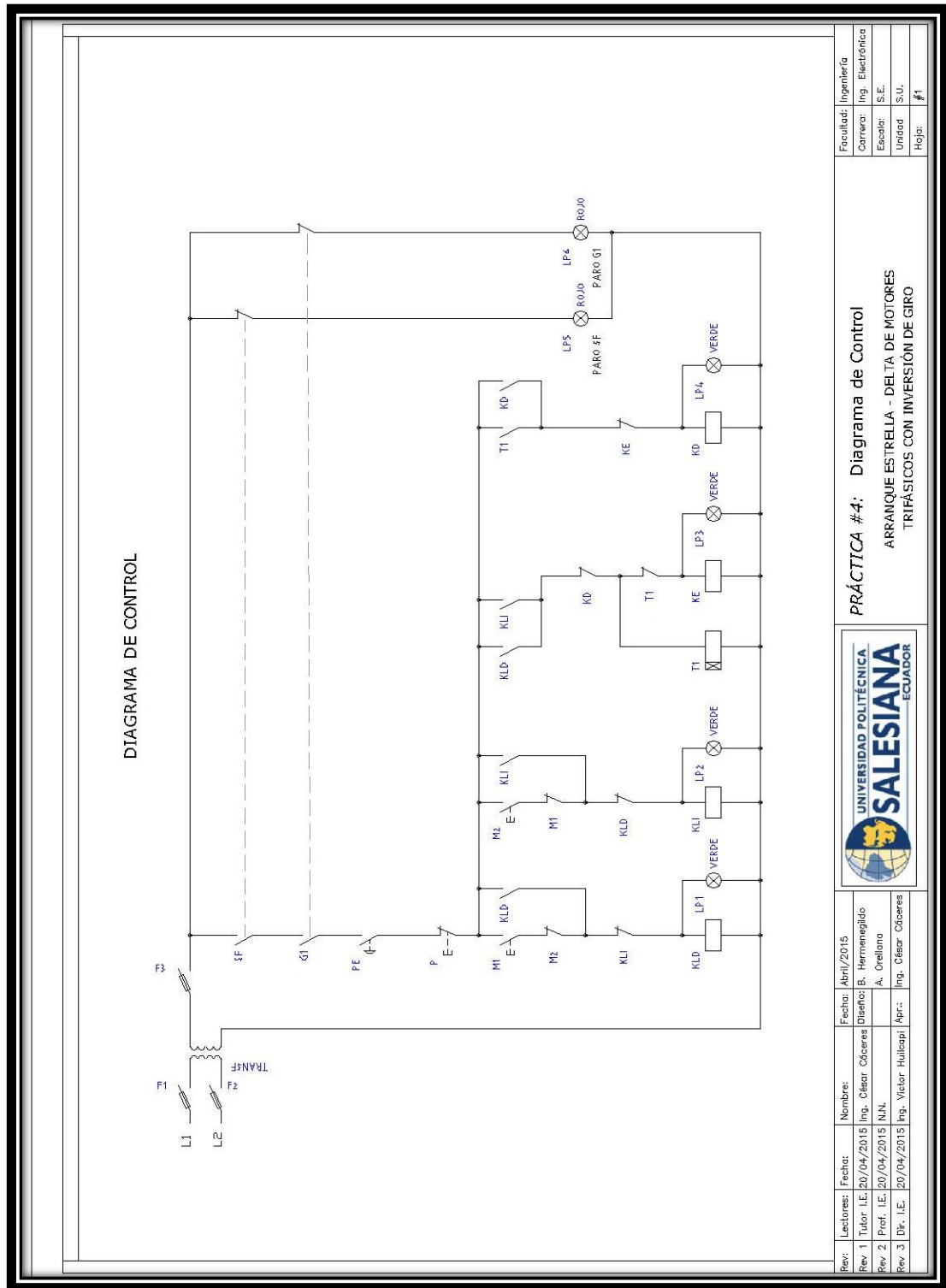


Fecha:	Abril/2015
Nombre:	Ing. César Caceres
Diseño:	B. Hermenegildo
Rev. 1   TUTOR   I.E.   20/04/2015	Rev. 1   DISEÑO   I.E.   20/04/2015
Rev. 2   Prof. I.E.   20/04/2015	Rev. 2   DISEÑO   I.E.   20/04/2015
Rev. 3   Dir. I.E.   20/04/2015	Rev. 3   DISEÑO   I.E.   20/04/2015

**Figura 3.27:** Diseño Fuerza – Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos.

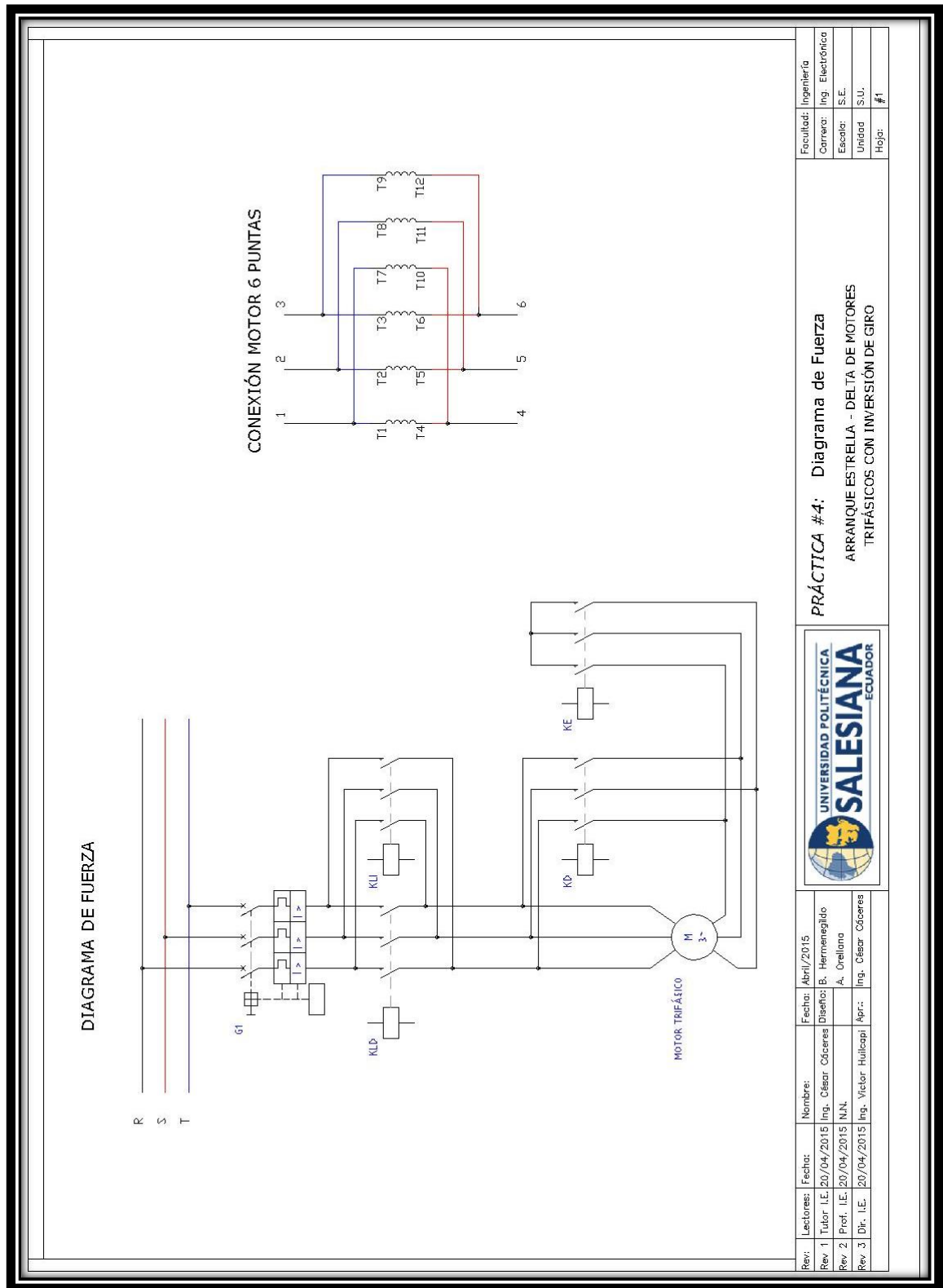
**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.6.4. Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos con inversión de giro.



**Figura 3.28:** Diseño de Control – Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos con inversión de giro.

**Fuente:** Los autores, 2015.



Facultad: Ingeniería  
 Carrera: Ing. Electrónica  
 Escala: S.E.  
 Unidad: S.U.  
 Hoja: #1

**PRÁCTICA #4: Diagrama de Fuerza**  
 ARRANQUE ESTRELLA - DELTA DE MOTORES TRIFÁSICOS CON INVERSIÓN DE GIRO

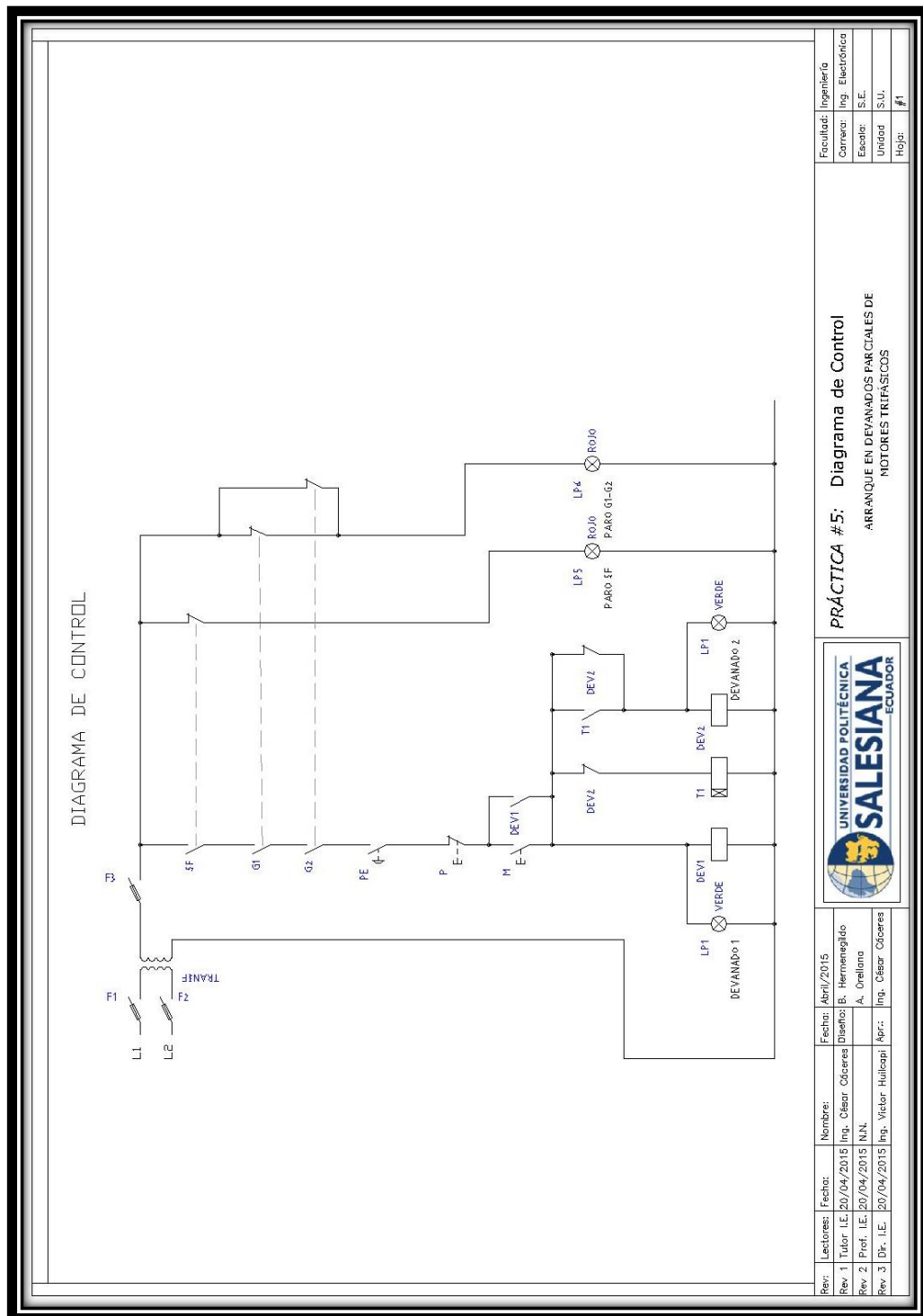


Rev:	Lectores:	Fecha:	Nombre:	Fecha:
Rev 1	Tutor	1.E./20/04/2015	Ing. César Córceles	Abril/2015
Rev 2	Prof.	1.E./20/04/2015	N.N.	Diseño: B. Hermenegildo A. Orellana
Rev 3	Dir.	1.E./20/04/2015	Ing. Víctor Hualcapi	Apr.: Ing. César Córceles

**Figura 3.29:** Diseño de Fuerza – Arranque Estrella - Delta de motores trifásicos con inversión de giro.

**Fuente:** Los autores, 2015.

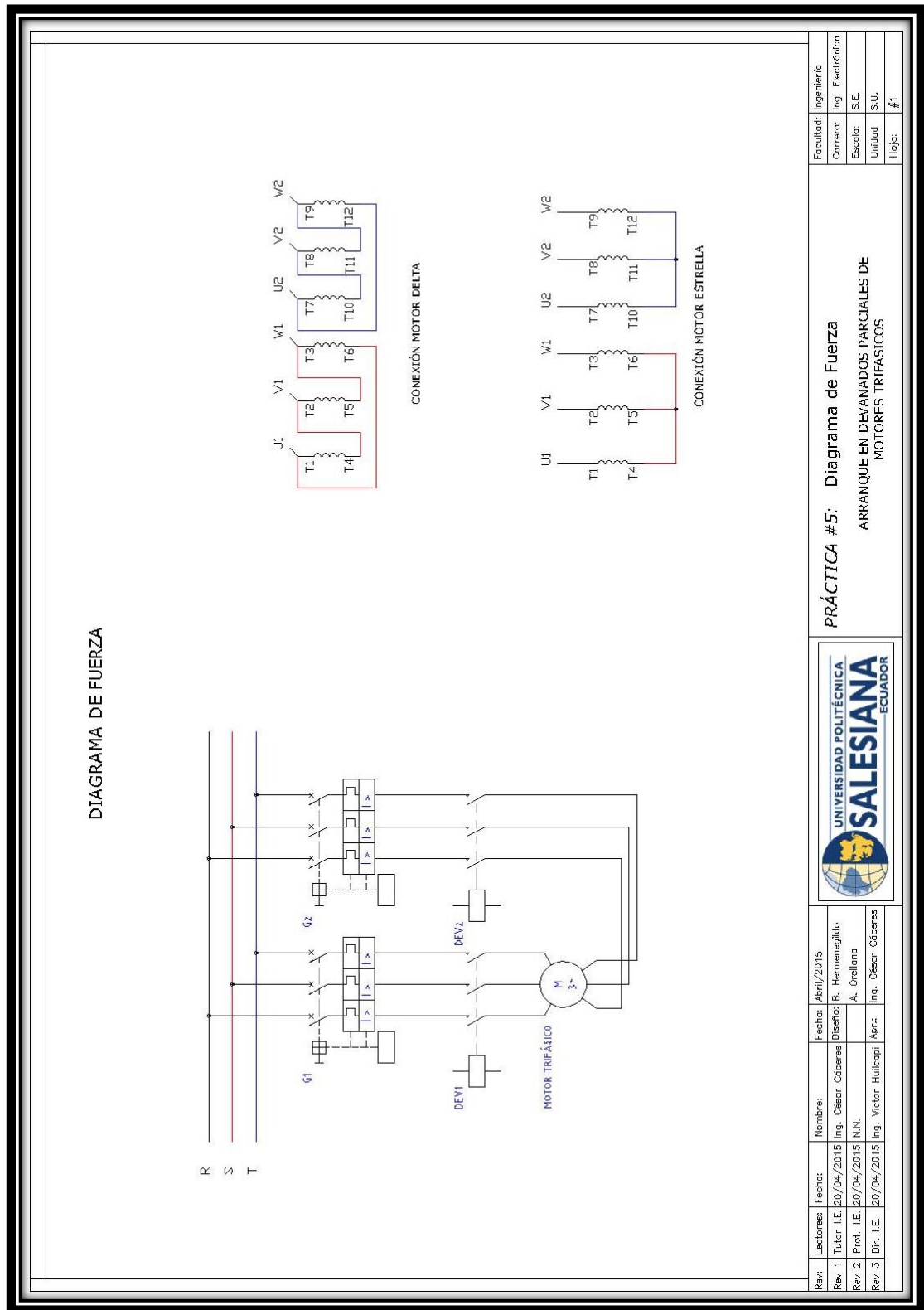
### 3.6.5. Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos.



**Figura 3.30:** Diseño de Control – Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos.

**Fuente:** Los autores, 2015.

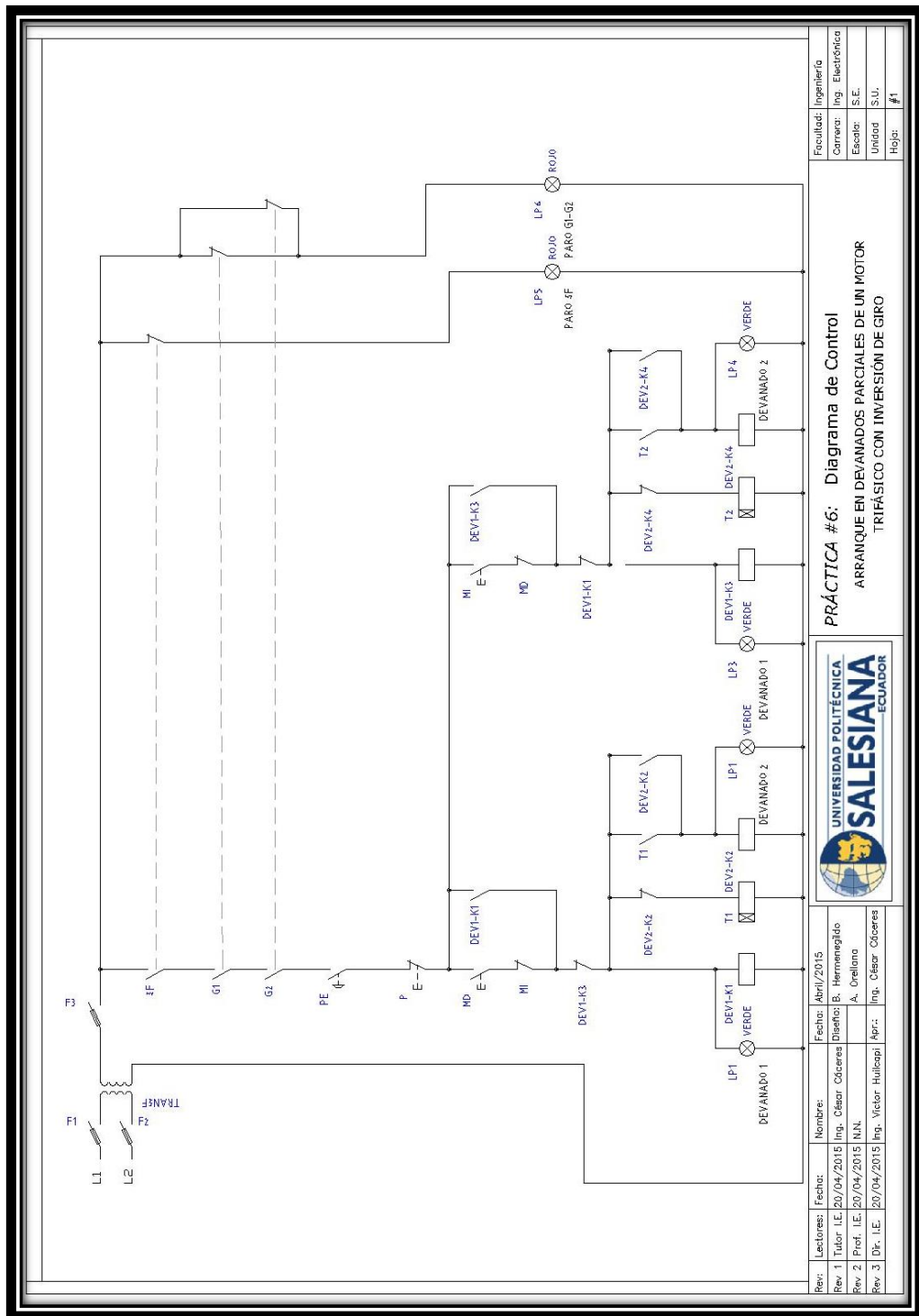




**Figura 3.31:** Diseño de Fuerza – Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos.

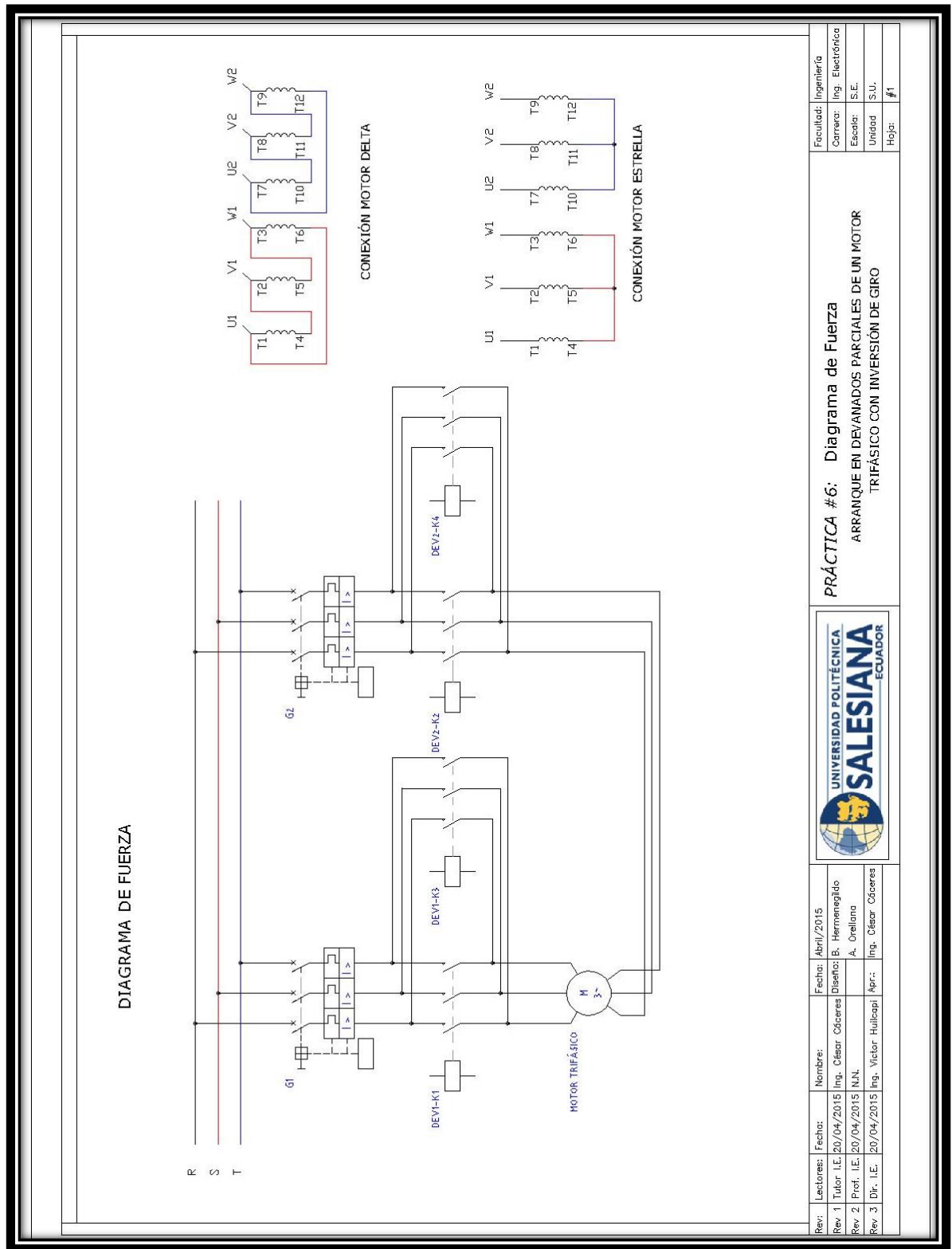
**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.6.6. Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos con inversión de giro.



**Figura 3.32:** Diseño de Control – Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos con inversión de giro.

**Fuente:** Los autores, 2015.



Facultad: Ingeniería  
 Carrera: Ing. Electrónica  
 Escuela: S.E.  
 Unidad: S.U.  
 Hoja: #1

**PRÁCTICA #6: Diagrama de Fuerza**  
 ARRANQUE EN DEVANADOS PARCIALES DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON INVERSIÓN DE GIRO

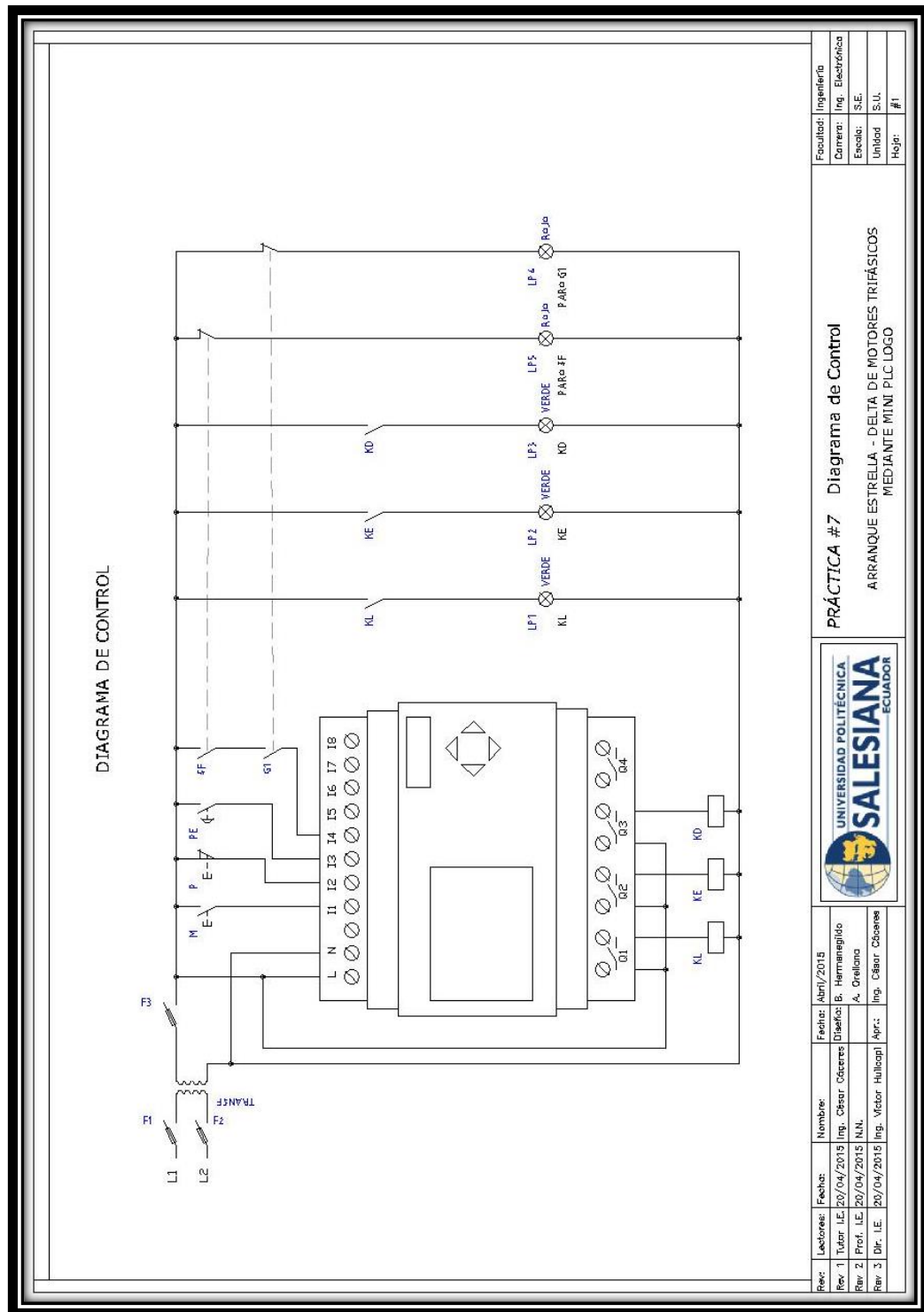


Rev:	Leitores:	Fecha:	Nombre:	Fecha:
Rev. 1	Tutor I.E.	20/04/2015	Ing. César Caceres	Abril/2015
Rev. 2	Prof. I.E.	20/04/2015	N.N.	Diseño: B. Hermenegildo A. Orellana
Rev. 3	Dic. I.E.	20/04/2015	Ing. Victor Hualcapa	Apr.: Ing. César Caceres

**Figura 3.33:** Diseño de Fuerza – Arranque en Devanados Parciales de motores trifásicos con inversión de giro.

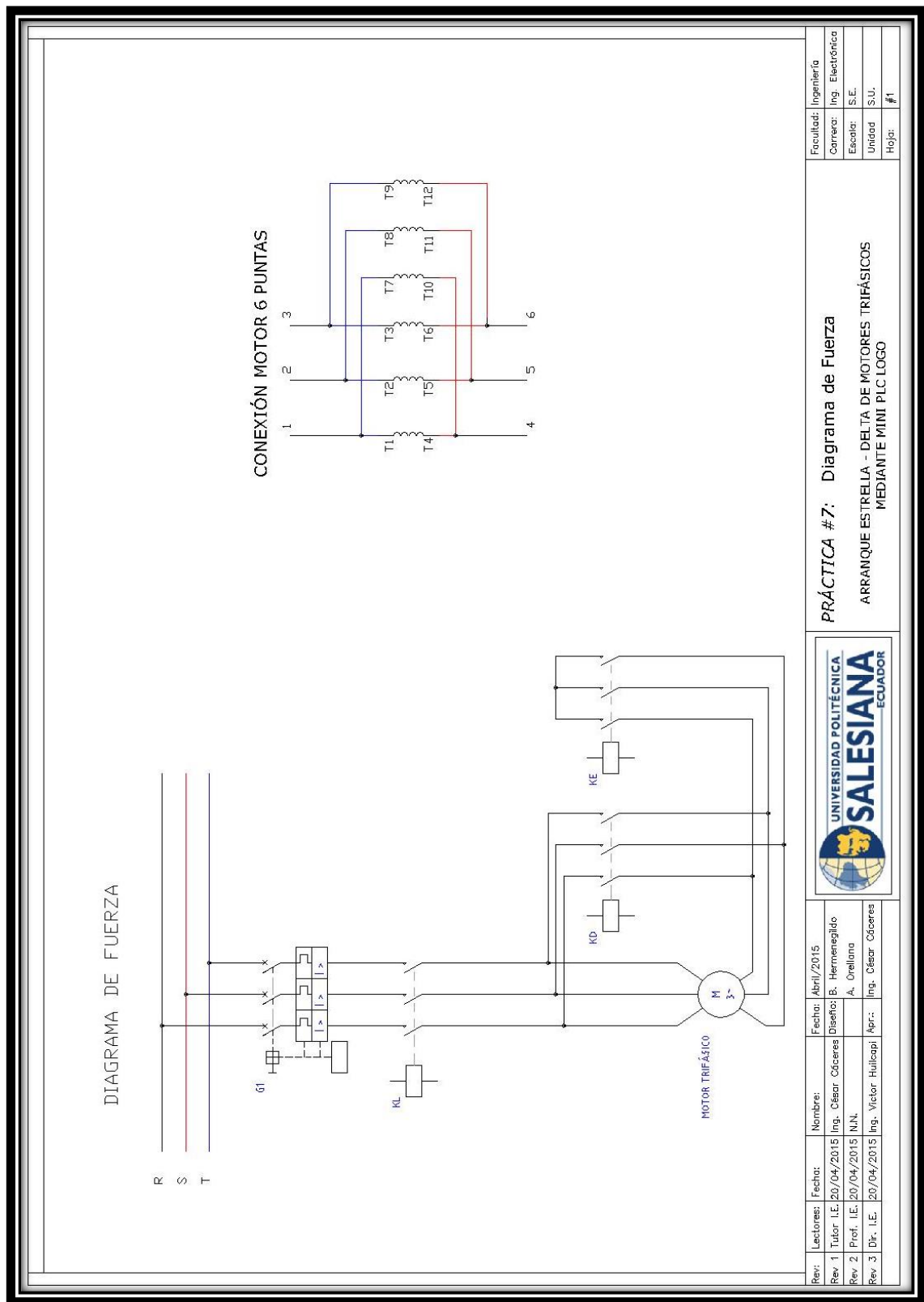
**Fuente:** Los autores, 2015.

### 3.6.7. Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos mediante mini PLC LOGO.



**Figura 3.34:** Diseño de Control – Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos mediante mini PLC LOGO

**Fuente:** Los autores, 2015.



**Figura 3.35:** Diseño de Fuerza – Arranque Estrella – Delta de motores trifásicos mediante mini PLC LOGO

**Fuente:** Los autores, 2015.

## CAPÍTULO IV

### 4. Pruebas y Resultados

#### 4.1. PRÁCTICA 1: Arranque Directo de un Motor Trifásico



FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

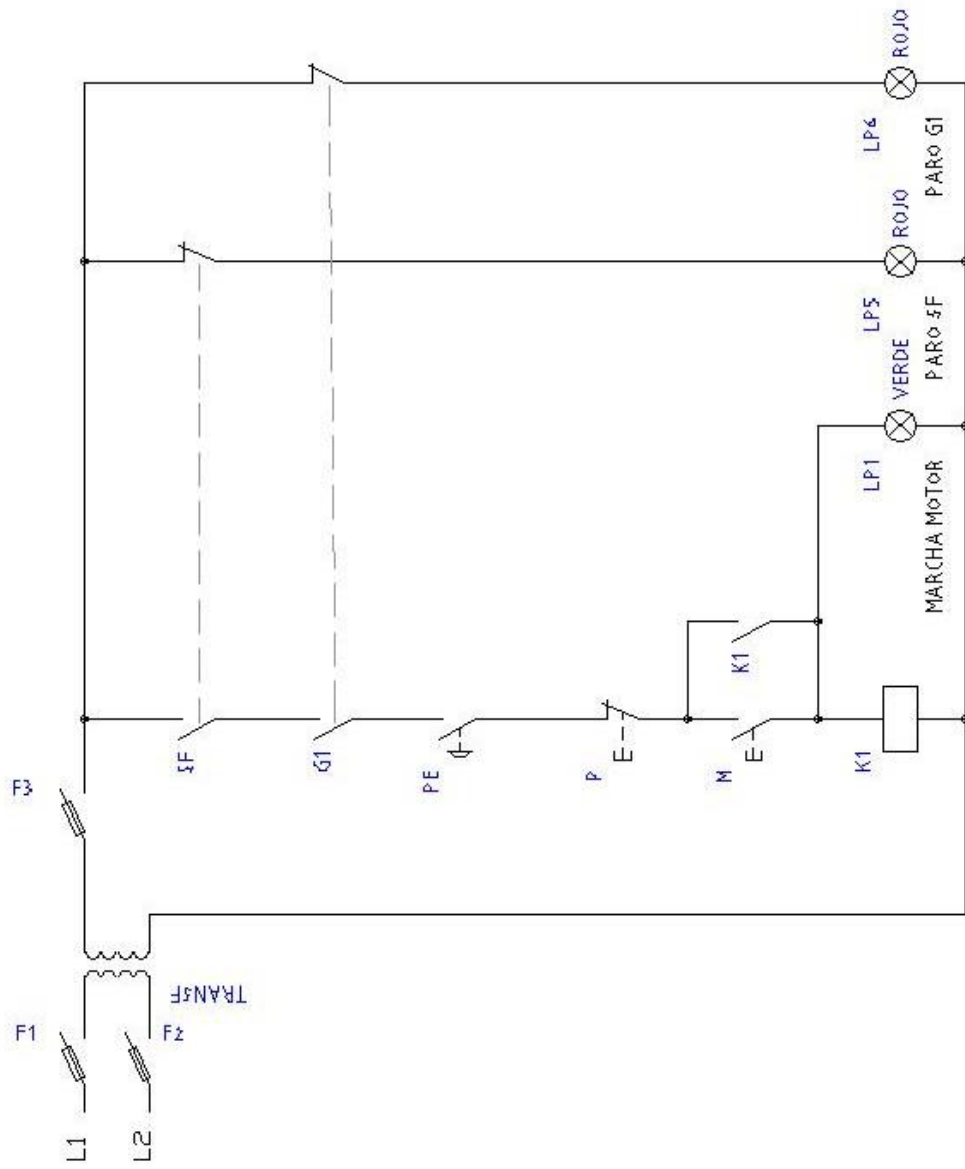
PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
01	Arranque directo de motor trifásico	2 Horas

FUNDAMENTO
El arranque directo se lo emplea únicamente en máquinas de una potencia inferior a 5Kw. Un motor arranca en forma directa cuando a sus borners se aplica la tensión nominal a la que debe trabajar.

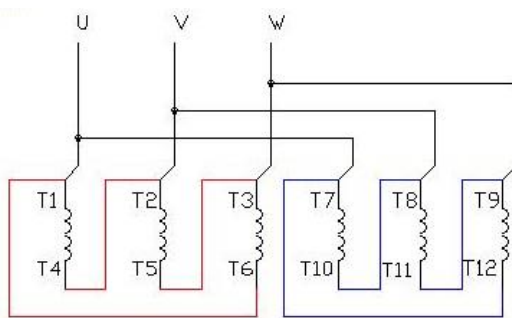
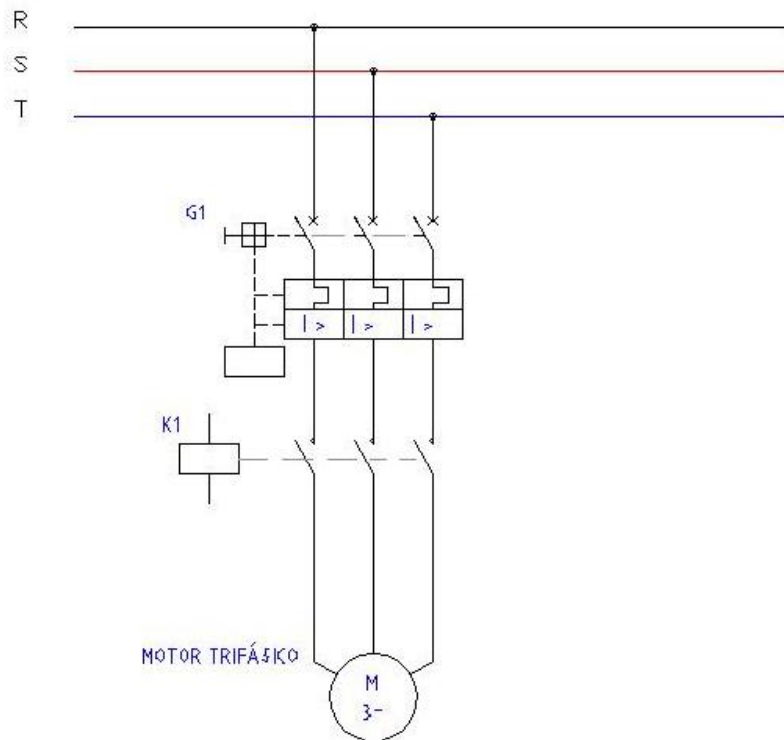
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li><li>• Implementar el control y fuerza para arrancar un motor de manera directa.</li><li>• Entender el funcionamiento de los equipos.</li><li>• Tomar las mediciones.</li></ul>

EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contactor</li><li>• Pulsantes</li><li>• Motor</li><li>• Guardamotor</li><li>• Conductores</li><li>• Supervisor de fase</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amperímetros</li><li>• Multímetros</li><li>• Luz Piloto</li><li>• Fusibles</li><li>• Breaker</li><li>• Transformador de control</li></ul>

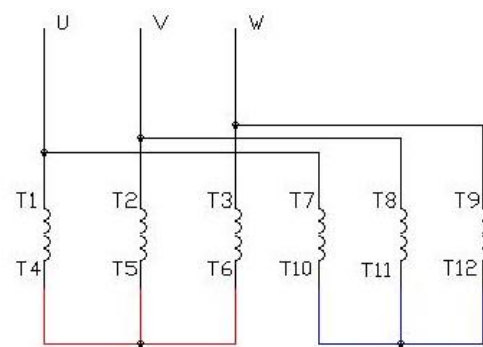
# DIAGRAMA DE CONTROL



## DIAGRAMA DE FUERZA



**DELTA PARALELO**



**ESTRELLA PARALELO**

## PROCEDIMIENTO

### Circuito de Fuerza

- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor, de la salida del guardamotor conectamos las líneas a la entrada del contactor.



- De la salida del contactor llevamos las tres líneas al motor.
- La conexión del motor se la realizar en Delta Paralelo, ya que en la placa del motor la conexión indica Delta-Delta 220V
- También se puede conectar el motor en Estrella Paralelo para comprobar su funcionamiento.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

### **DATOS Y CÁLCULOS**

#### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

Cos $\phi$  = 0.79

#### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA= 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA= 0.2 A.

VLL = 215 V.

#### **Cálculos potencia DELTA-DELTA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 \text{ W}$$

#### **Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos \phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 58,84 \text{ W}$$

**CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque directo, y se comprobó la similitud de los datos teóricos. Se comprobó que el amperaje tomado en el motor conectado en Estrella-Estrella es menor al Delta-Delta, ya que el voltaje que necesita la conexión en estrella paralelo es mayor por lo tanto el motor trabajo con un nivel bajo de voltaje, y la potencia que utilizo fue baja.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

#### 4.2. PRÁCTICA 2: Arranque Directo de un Motor Trifásico con Inversión de Giro



FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

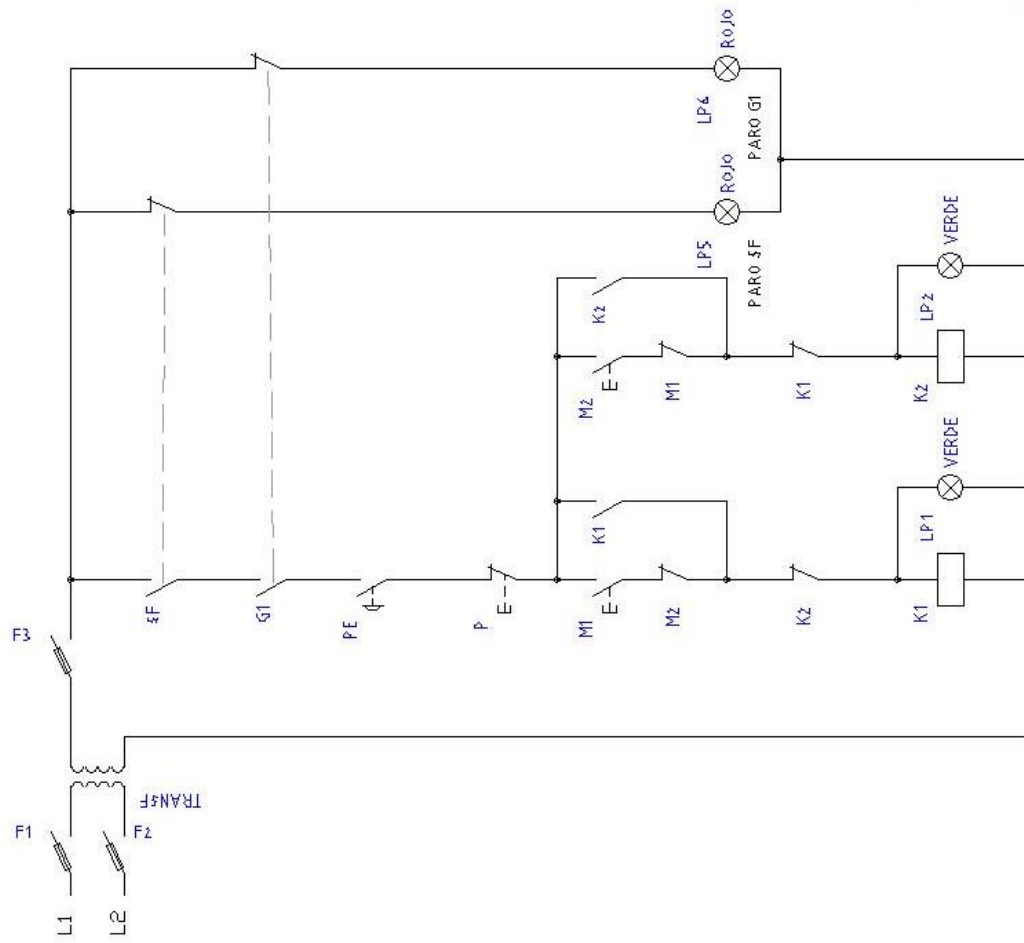
PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
02	Arranque directo de un motor trifásico con inversión de giro	2 Horas

FUNDAMENTO
<p>El arranque directo se lo emplea únicamente en máquinas de una potencia inferior a 5Kw. Un motor arranca en forma directa cuando a sus borners se aplica la tensión nominal a la que debe trabajar.</p> <p>La inversión de giro es una aplicación muy usada, un ejemplo donde se utiliza la inversión de giro es en bandas transportadoras.</p>

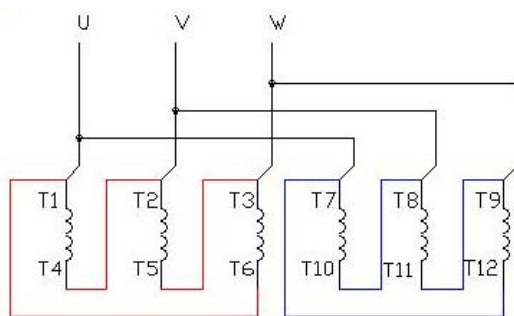
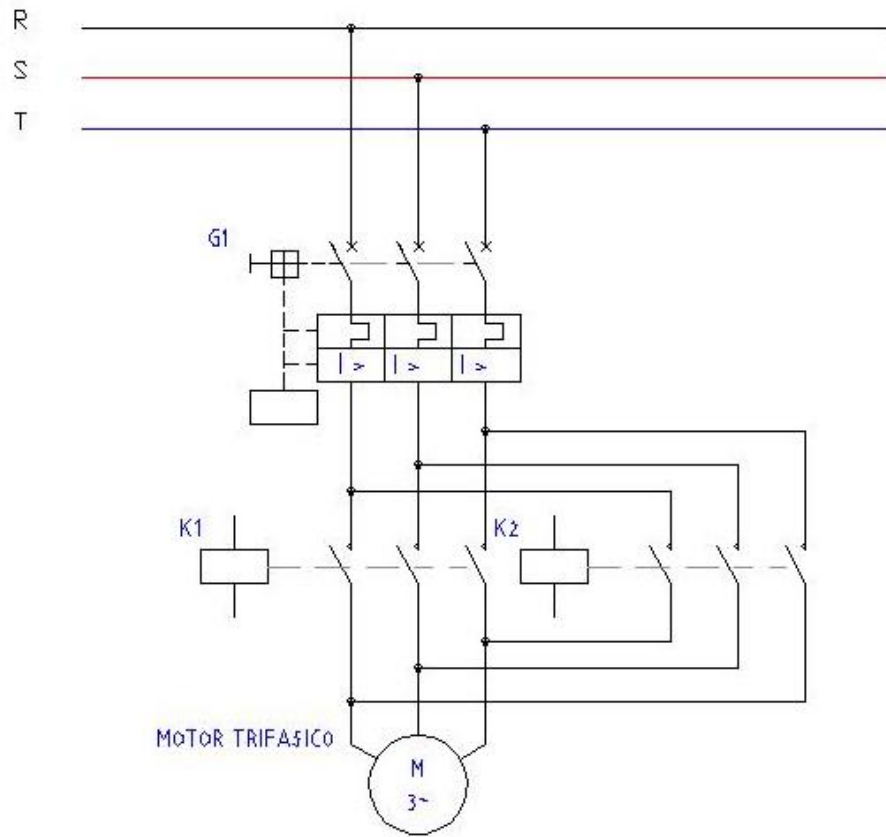
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li> <li>● Implementar el control y fuerza para arrancar un motor de manera directa y cambiar el sentido de giro.</li> <li>● Entender el funcionamiento de los equipos.</li> <li>● Tomar las mediciones.</li> </ul>

EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contactor</li> <li>● Pulsantes</li> <li>● Motor</li> <li>● Guardamotor</li> <li>● Conductores</li> <li>● Supervisor de fase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amperímetros</li> <li>● Multímetros</li> <li>● Luz Piloto</li> <li>● Fusibles</li> <li>● Breaker</li> <li>● Transformador de control</li> </ul>

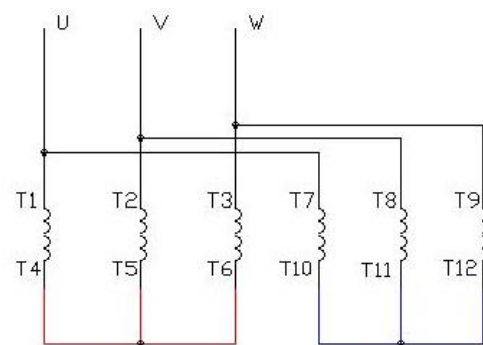
# DIAGRAMA DE CONTROL



## DIAGRAMA DE FUERZA



**DELTA PARALELO**



**ESTRELLA PARALELO**

## **PROCEDIMIENTO**

### **Circuito de Fuerza**

- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor, de la salida del guardamotor conectamos las líneas a la entrada del contactor.
- Se realiza la conexión de fuerza para la inversión de giro del motor.
- De la salida del contactor llevamos las tres líneas al motor.
- La conexión del motor se la realizar en Delta Paralelo, ya que en la placa del motor la conexión indica Delta-Delta 220V
- También se puede conectar el motor en Estrella Paralelo para comprobar su funcionamiento.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

## **DATOS Y CÁLCULOS**

### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

$\text{Cos}\phi = 0.79$

### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA= 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA= 0.2 A.

VLL = 215 V.

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \text{cos}\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 \text{ W}$$

### **Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \text{cos}\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79 = 58,84 \text{ W}$$

### **CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque directo con inversión de giro, y se comprobó la similitud de los datos teóricos.

Se comprobó que el amperaje tomado en el motor conectado en Estrella-Estrella es menor al Delta-Delta, ya que el voltaje que necesita la conexión en estrella paralelo es mayor por lo tanto el motor trabajo con un nivel bajo de voltaje, y la potencia que utilizo fue baja.

Para poder realizar el cambio de giro primero se debe parar completamente el motor.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

### 4.3. PRÁCTICA 3: Arranque Estrella-Delta de un Motor Trifásico

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS</b>
---	--

FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
03	Arranque Estrella-Delta de un motor trifásico.	2 Horas

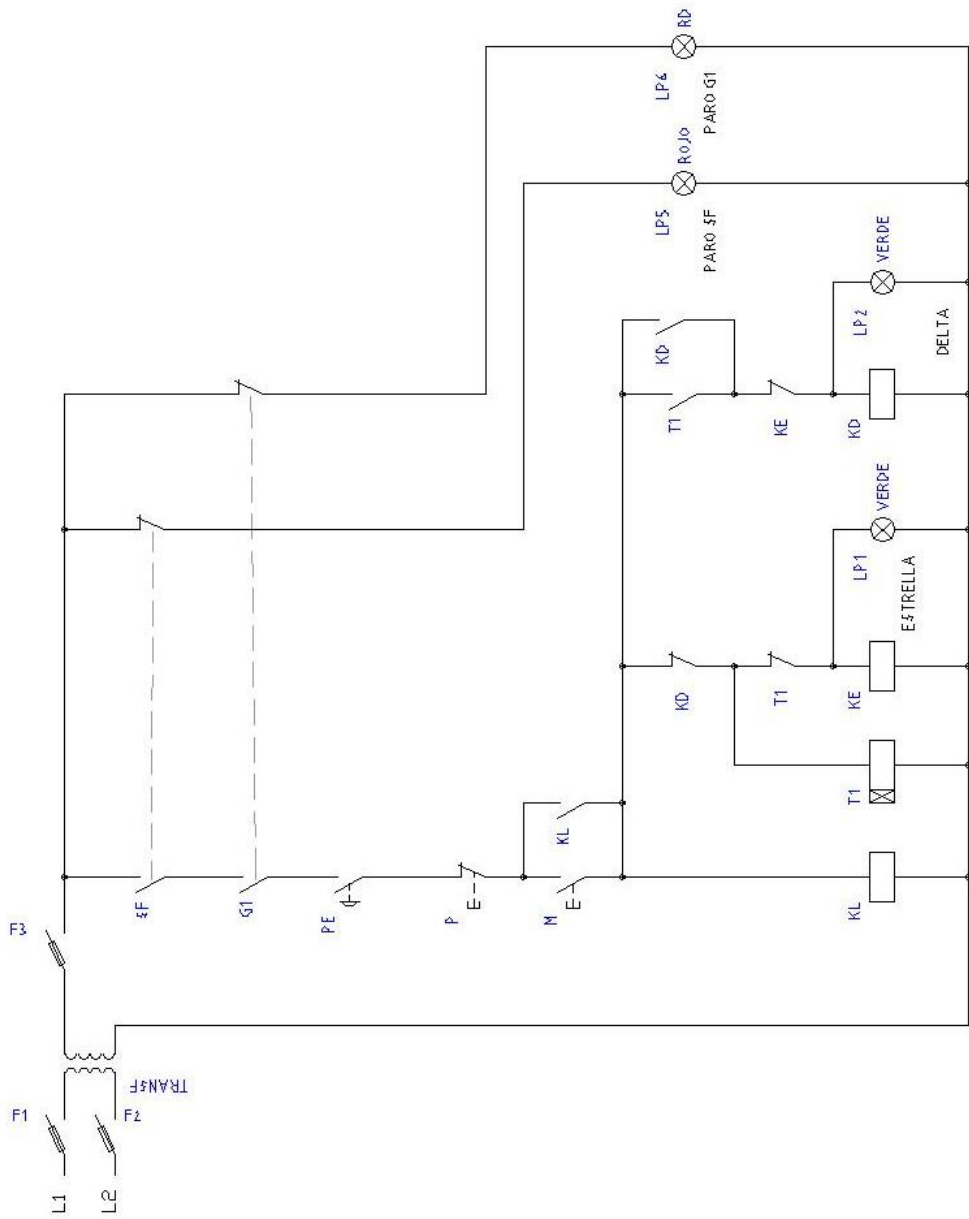
FUNDAMENTO
Este tipo de arranque se lo puede realizar en motores que están preparados para funcionar en delta. El arranque estrella-delta es el procedimiento más empleado para el arranque el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple, su precio es reducido y tiene una buena confiabilidad.

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li> <li>● Implementar el control y fuerza para arrancar un motor en estrella-delta.</li> <li>● Entender el funcionamiento de los equipos.</li> <li>● Tomar las mediciones.</li> </ul>

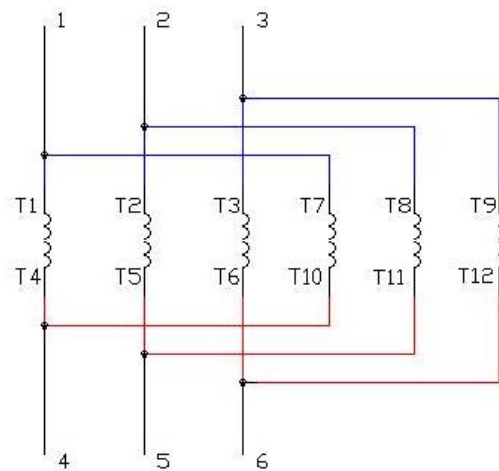
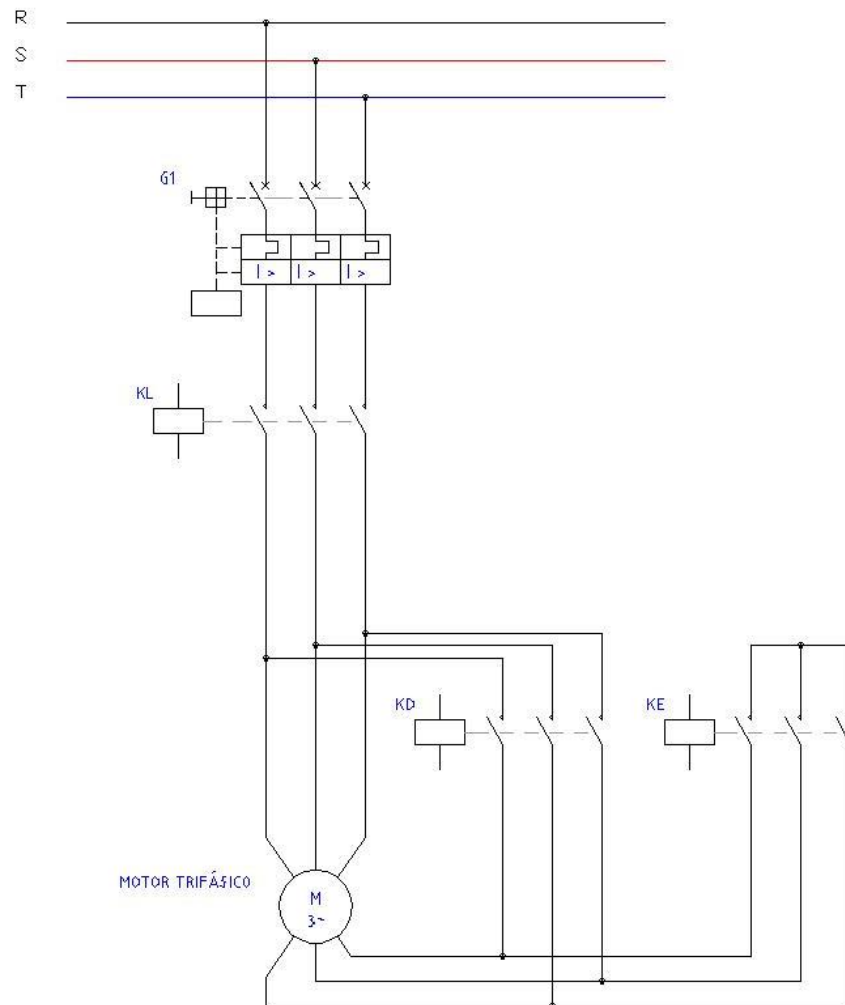
EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contactor</li> <li>● Pulsantes</li> <li>● Motor</li> <li>● Guardamotor</li> <li>● Conductores</li> <li>● Supervisor de fase</li> <li>● Temporizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amperímetros</li> <li>● Multímetros</li> <li>● Luz Piloto</li> <li>● Fusibles</li> <li>● Breaker</li> <li>● Transformador de control</li> </ul>



## DIAGRAMA DE CONTROL



## DIAGRAMA DE FUERZA



CONEXIÓN MOTOR 6 PUNTAS

## **PROCEDIMIENTO**

### **Circuito de Fuerza**

- Se debe conectar el motor de tal forma que solo queden 6 puntas.
- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor, de la salida del guardamotor conectamos las líneas a la entrada del contactor de Línea.
- De la salida del contactor de línea llevamos las tres líneas a las estradas 1-2-3 del motor.
- Se realiza la conexión del contactor de delta.
- Se realiza la conexión del contactor de estrella.
- Se conecta las salidas de contactor de delta y de estrella a las entradas 4-5-6 del motor.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

## **DATOS Y CÁLCULOS**

### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

Cos $\phi$  = 0.79

### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA= 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA= 0.2 A.

VLL = 215 V.

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 \text{ W}$$

**Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 58,84 \text{ W}$$

**CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque estrella-triángulo, y se comprobó la similitud de los datos teóricos.

Se comprobó que el amperaje tomado en el motor conectado en Estrella-Estrella es menor al Delta-Delta, ya que el voltaje que necesita la conexión en estrella paralelo es mayor por lo tanto el motor trabajo con un nivel bajo de voltaje, y la potencia que utilizo fue baja.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

**4.4. PRÁCTICA 4: Arranque Estrella-Delta de un Motor Trifásico con Inversión de giro.**



FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

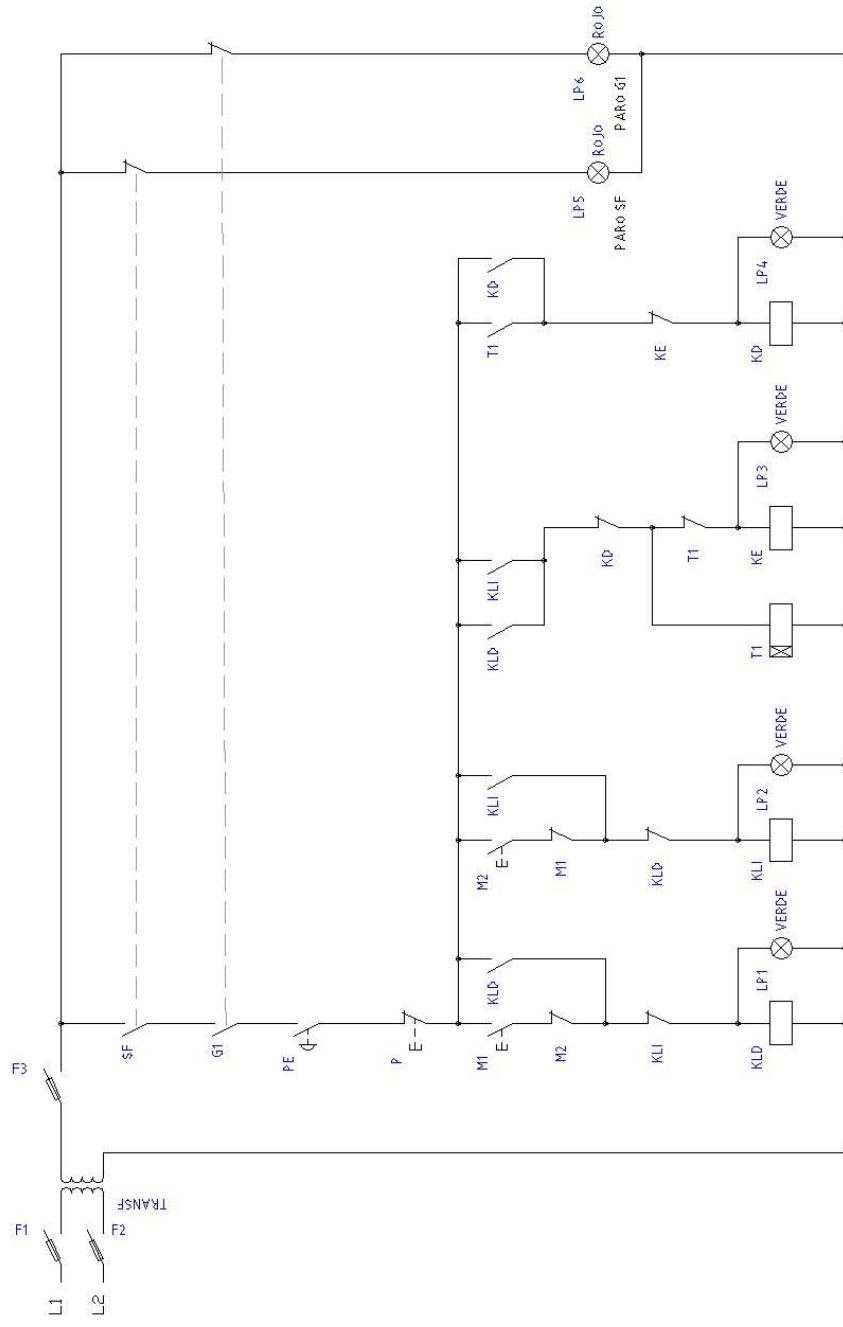
PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
04	Arranque Estrella-Triangulo de un motor trifásico con inversión de giro.	2 Horas

FUNDAMENTO
<p>Este tipo de arranque se lo puede realizar en motores que están preparados para funcionar en delta. El arranque estrella-delta es el procedimiento más empleado para el arranque el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple, su precio es reducido y tiene una buena confiabilidad.</p> <p>La inversión de giro es una aplicación muy usada, un ejemplo donde se utiliza la inversión de giro es en bandas transportadoras.</p>

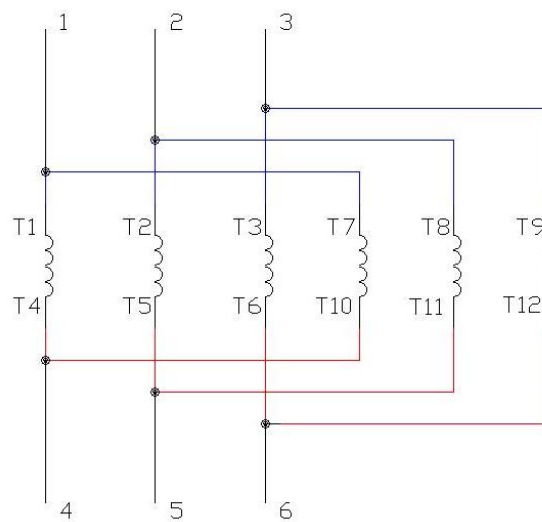
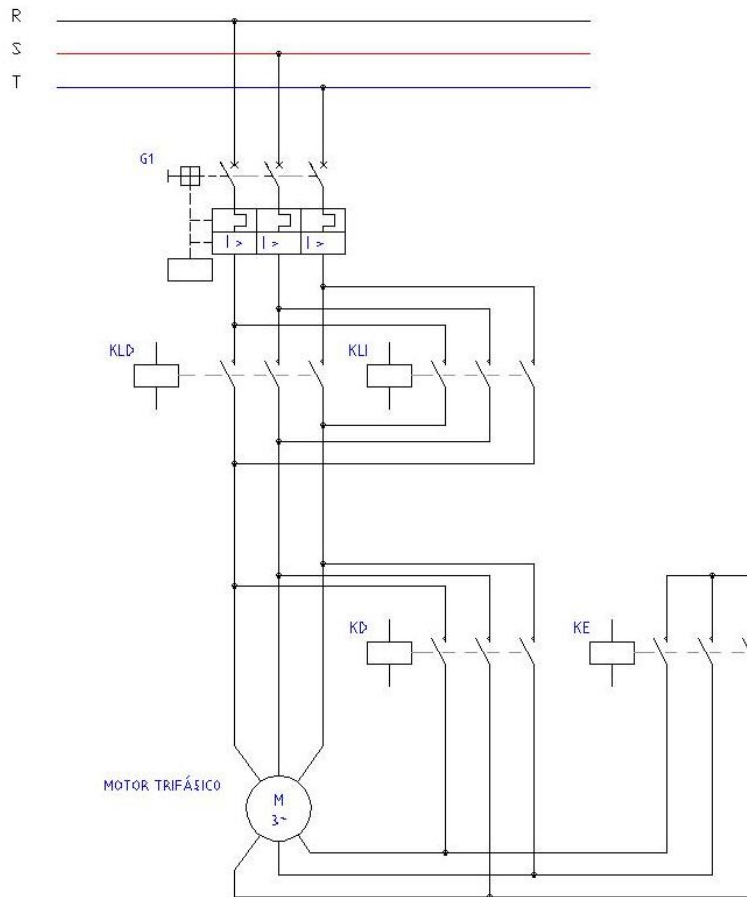
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li> <li>● Implementar el control y fuerza para arrancar un motor en estrella-delta.</li> <li>● Entender el funcionamiento de los equipos.</li> <li>● Tomar las mediciones.</li> </ul>

EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contactor</li> <li>● Pulsantes</li> <li>● Motor</li> <li>● Guardamotor</li> <li>● Conductores</li> <li>● Supervisor de fase</li> <li>● Temporizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amperímetros</li> <li>● Multímetros</li> <li>● Luz Piloto</li> <li>● Fusibles</li> <li>● Breaker</li> <li>● Transformador de control</li> </ul>

# DIAGRAMA DE CONTROL



## DIAGRAMA DE FUERZA



CONEXIÓN MOTOR 6 PUNTAS

## **PROCEDIMIENTO**

### **Circuito de Fuerza**

- Se debe conectar el motor de tal forma que solo queden 6 puntas.
- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor, de la salida del guardamotor conectamos las líneas a la entrada del contactor de línea.
- Se conecta el contactor que realiza la inversión de giro.
- De la salida del contactor de línea llevamos las tres líneas a las estradas 1-2-3 del motor.
- Se realiza la conexión del contactor de delta.
- Se realiza la conexión del contactor de estrella.
- Se conecta las salidas de contactor de delta y de estrella a las entradas 4-5-6 del motor.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

## **DATOS Y CÁLCULOS**

### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

Cos $\phi$  = 0.79

### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA= 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA= 0.2 A.

VLL = 215 V.

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 W$$



**Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 58,84 \text{ W}$$

**CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque estrella-triángulo, y se comprobó la similitud de los datos teóricos.

Se comprobó que el amperaje tomado en el motor conectado en Estrella-Estrella es menor al Delta-Delta, ya que el voltaje que necesita la conexión en estrella paralelo es mayor por lo tanto el motor trabajo con un nivel bajo de voltaje, y la potencia que utilizo fue baja.

Para poder realizar el cambio de giro primero se debe parar completamente el motor.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

**4.5. PRÁCTICA 5: Arranque en Devanados Parciales Delta-Delta de un Motor Trifásico.**



FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

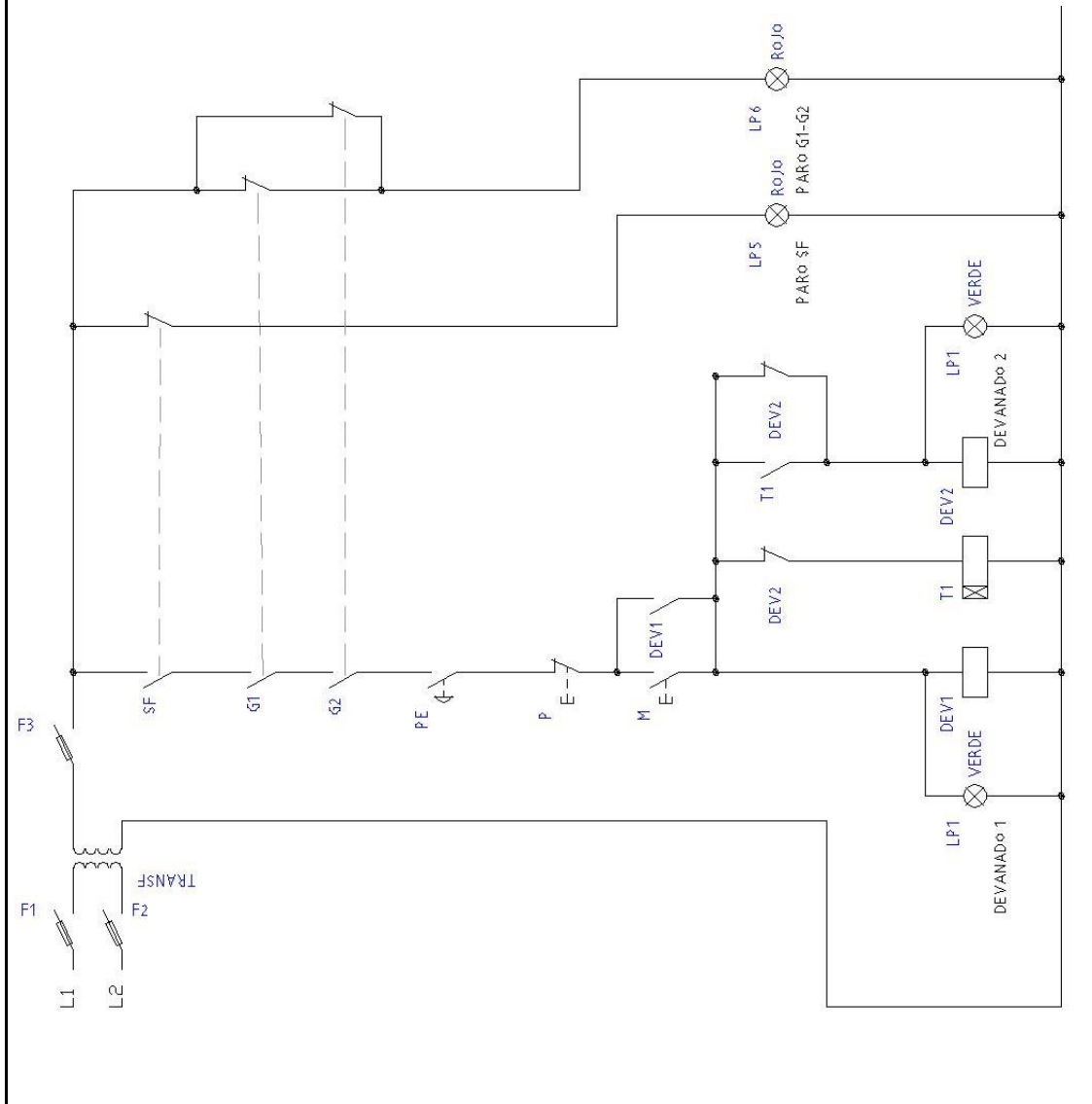
PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
05	Arranque en Devanados Parciales Delta-Delta de un motor trifásico.	2 Horas

FUNDAMENTO
Este tipo de arranque se lo utiliza para disminuir la corriente de arranque en motores trifásicos.

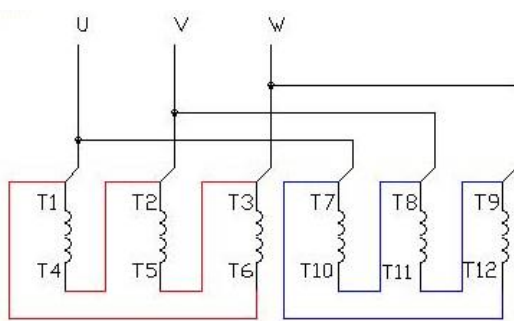
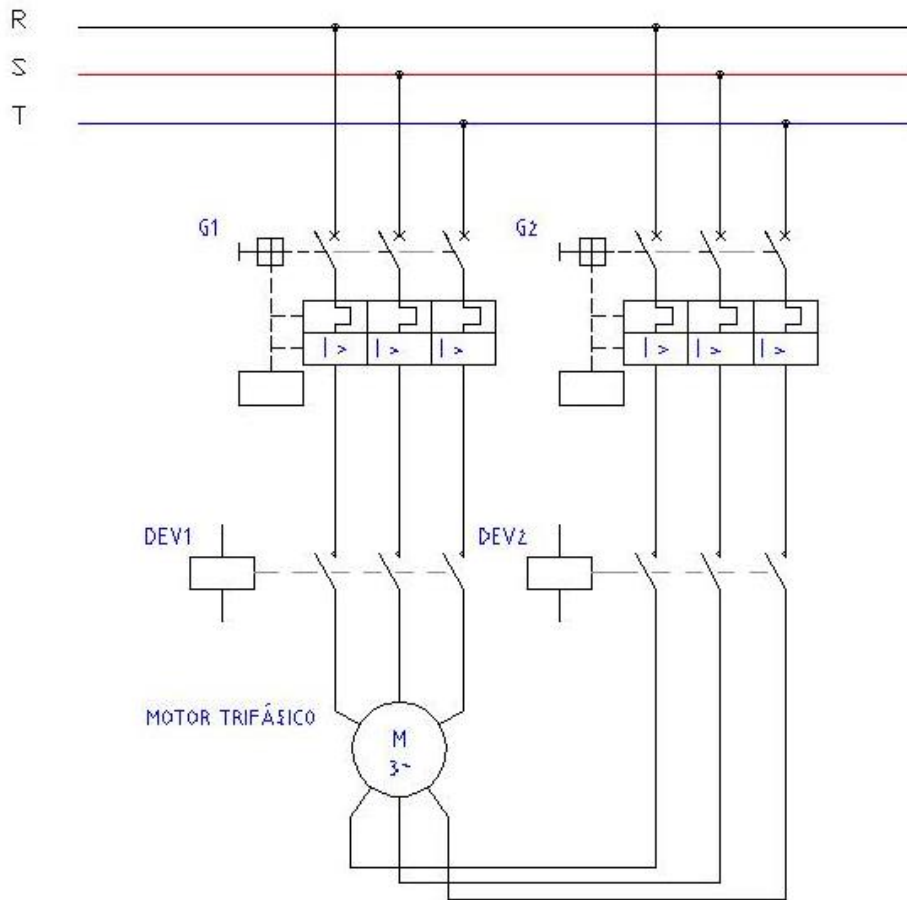
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li> <li>● Implementar el control y fuerza para arrancar un motor en estrella-delta.</li> <li>● Entender el funcionamiento de los equipos.</li> <li>● Tomar las mediciones.</li> </ul>

EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contactor</li> <li>● Pulsantes</li> <li>● Motor</li> <li>● Guardamotor</li> <li>● Conductores</li> <li>● Supervisor de fase</li> <li>● Temporizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amperímetros</li> <li>● Multímetros</li> <li>● Luz Piloto</li> <li>● Fusibles</li> <li>● Breaker</li> <li>● Transformador de control</li> </ul>

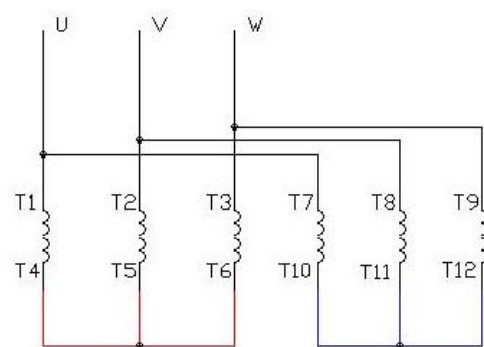
# DIAGRAMA DE CONTROL



# DIAGRAMA DE FUERZA



**DELTA PARALELO**



**ESTRELLA PARALELO**

## **PROCEDIMIENTO**

### **Circuito de Fuerza**

- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor 1, de la salida del guardamotor 1 conectamos las líneas a la entrada del contactor del devanado 1.
- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor 2, de la salida del guardamotor 2 conectamos las líneas a la entrada del contactor del devanado 2.
- De la salida del contactor del devanado 1 llevamos las tres líneas a las estradas U1-V1-W1 del motor.
- De la salida del contactor del devanado 2 llevamos las tres líneas a las estradas U2-V2-W1 del motor.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

## **DATOS Y CÁLCULOS**

### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

Cos $\phi$  = 0.79

### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA PRIMER DEVANADO = 0.6 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA PRIMER DEVANADO = 0.5 A.

I DELTA-DELTA DEVANADO TOTAL = 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA DEVANADO TOTAL = 0.2 A.

VLL = 215 V.

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA PRIMER DEVANADO:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,6 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 176,51 W$$

**Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA PRIMER DEVANADO:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 147,09 \text{ W}$$

**Cálculos potencia DELTA-DELTA DEVANADO TOTAL:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 \text{ W}$$

**Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA DEVANADO TOTAL:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 58,84 \text{ W}$$

**CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque estrella-triángulo, y se comprobó la similitud de los datos teóricos.

Se comprobó que al conectar los devanados en Delta-Delta y arrancar con un solo devanado la corriente es menor y al conectar el segundo devanado la corriente es menor.

Se comprobó que al conectar los devanados en Estrella-Estrella y arrancar con un solo devanado la corriente es mayor y al conectar el segundo devanado la corriente es menor.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

**4.6. PRÁCTICA 6: Arranque en Devanados Parciales Delta-Delta de un Motor Trifásico con Inversión de Giro.**



FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

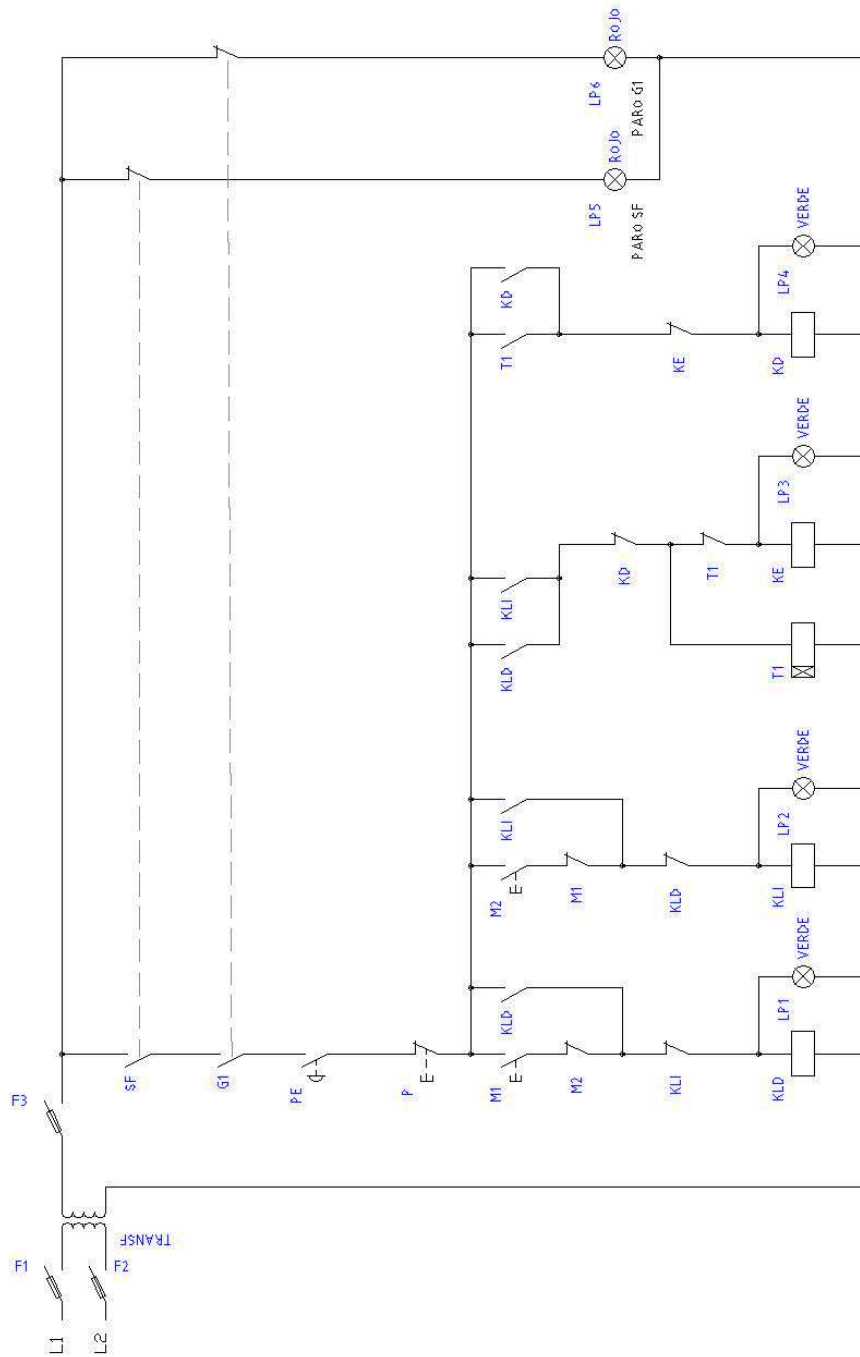
PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
06	Arranque en Devanados Parciales Delta-Delta de un motor trifásico con inversión de giro.	2 Horas

FUNDAMENTO
Este tipo de arranque se lo utiliza para disminuir la corriente de arranque en motores trifásicos.

OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li> <li>● Implementar el control y fuerza para arrancar un motor en estrella-delta.</li> <li>● Entender el funcionamiento de los equipos.</li> <li>● Tomar las mediciones.</li> </ul>

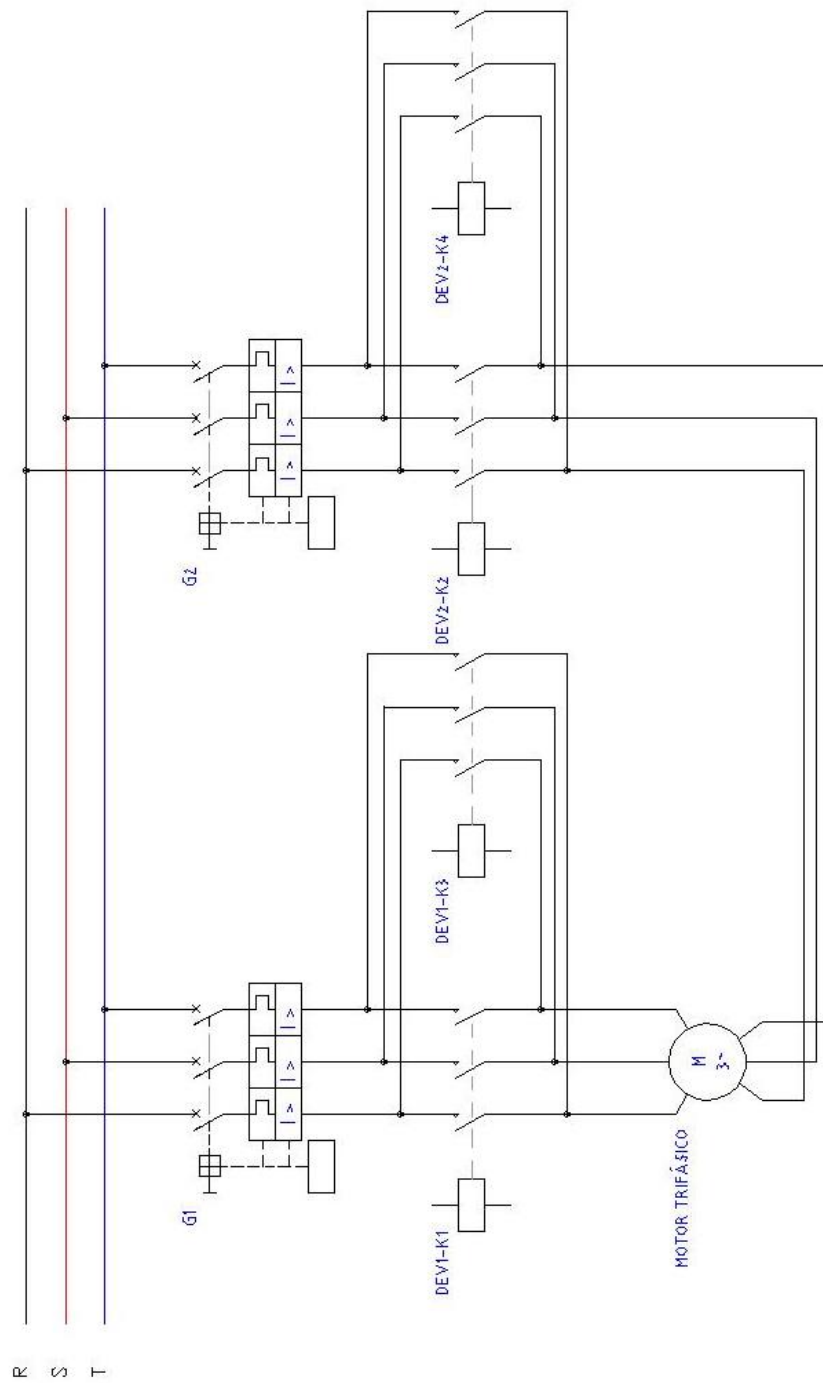
EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contactor</li> <li>● Pulsantes</li> <li>● Motor</li> <li>● Guardamotor</li> <li>● Conductores</li> <li>● Supervisor de fase</li> <li>● Temporizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amperímetros</li> <li>● Multímetros</li> <li>● Luz Piloto</li> <li>● Fusibles</li> <li>● Breaker</li> <li>● Transformador de control</li> </ul>

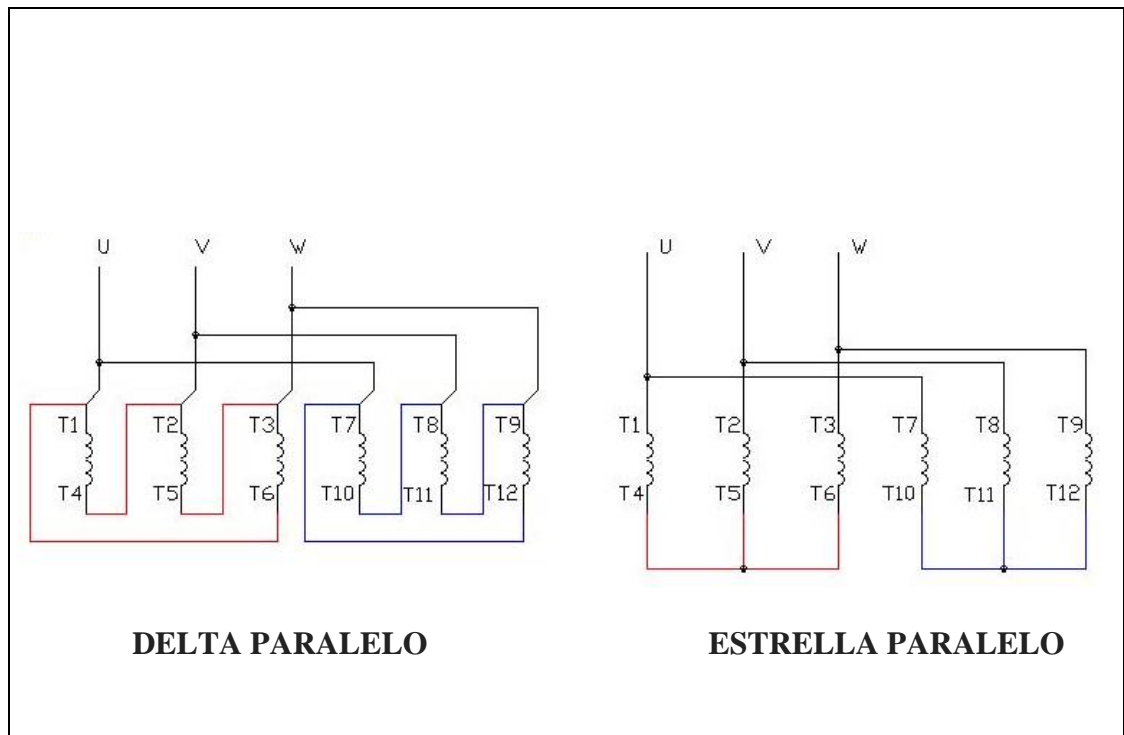
# DIAGRAMA DE CONTROL





# DIAGRAMA DE FUERZA





## **PROCEDIMIENTO**

### **Circuito de Fuerza**

- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor 1, de la salida del guardamotor 1 conectamos las líneas a la entrada del contactor del devanado 1.
- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor 2, de la salida del guardamotor 2 conectamos las líneas a la entrada del contactor del devanado 2.
- De la salida del contactor del devanado 1 llevamos las tres líneas a las estradas U1-V1-W1 del motor.
- De la salida del contactor del devanado 2 llevamos las tres líneas a las estradas U2-V2-W1 del motor.
- Se cablea el contactor para la inversión de giro del devanado 1 y devanado 2.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

## **DATOS Y CÁLCULOS**

### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

Cos $\phi$  = 0.79

### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA PRIMER DEVANADO = 0.6 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA PRIMER DEVANADO = 0.5 A.

I DELTA-DELTA DEVANADO TOTAL = 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA DEVANADO TOTAL = 0.2 A.

VLL = 215 V.

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA PRIMER DEVANADO:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,6 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 176,51 \text{ W}$$

### **Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA PRIMER DEVANADO:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 147,09 \text{ W}$$

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA DEVANADO TOTAL:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 \text{ W}$$

### **Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA DEVANADO TOTAL:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 58,84 \text{ W}$$

## **CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque estrella-triangulo, y se comprobó la similitud de los datos teóricos.

Se comprobó que al conectar los devanados en Delta-Delta y arrancar con un solo devanado la corriente es menor y al conectar el segundo devanado la corriente es menor.

Se comprobó que al conectar los devanados en Estrella-Estrella y arrancar con un solo devanado la corriente es mayor y al conectar el segundo devanado la corriente es menor.

Para poder realizar el cambio de giro primero se debe parar completamente el motor.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

**4.7. PRÁCTICA 7: Arranque Estrella-Delta de un Motor Trifásico mediante mini PLC LOGO.**

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍAS</b>
---	--

FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Generar alternativas de Diseño tanto de Control como de Fuerza para el arranque de motores trifásicos.

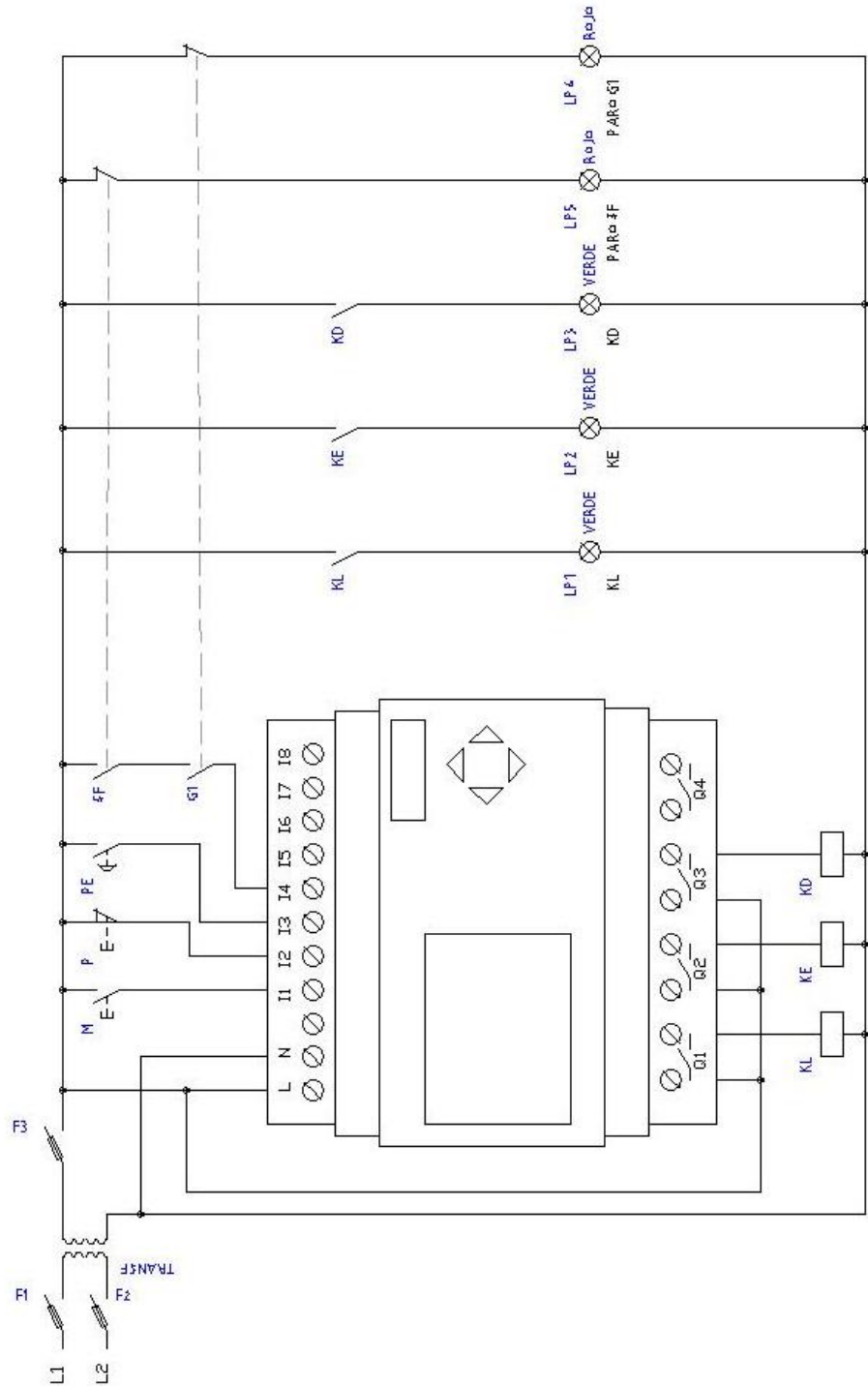
PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
07	Arranque Estrella-Delta de un motor trifásico mediante mini PLC LOGO	2 Horas

FUNDAMENTO
Este tipo de arranque se lo puede realizar en motores que están preparados para funcionar en delta. El arranque estrella-delta es el procedimiento más empleado para el arranque el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple, su precio es reducido y tiene una buena confiabilidad.

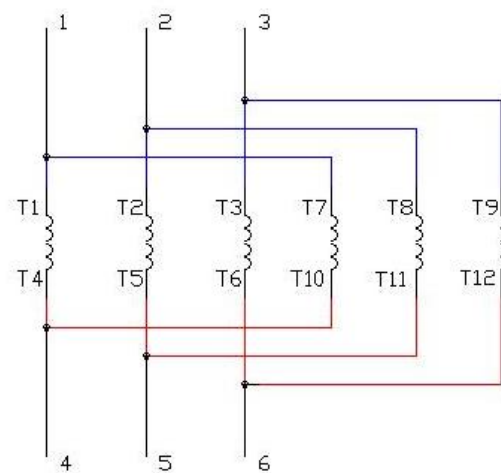
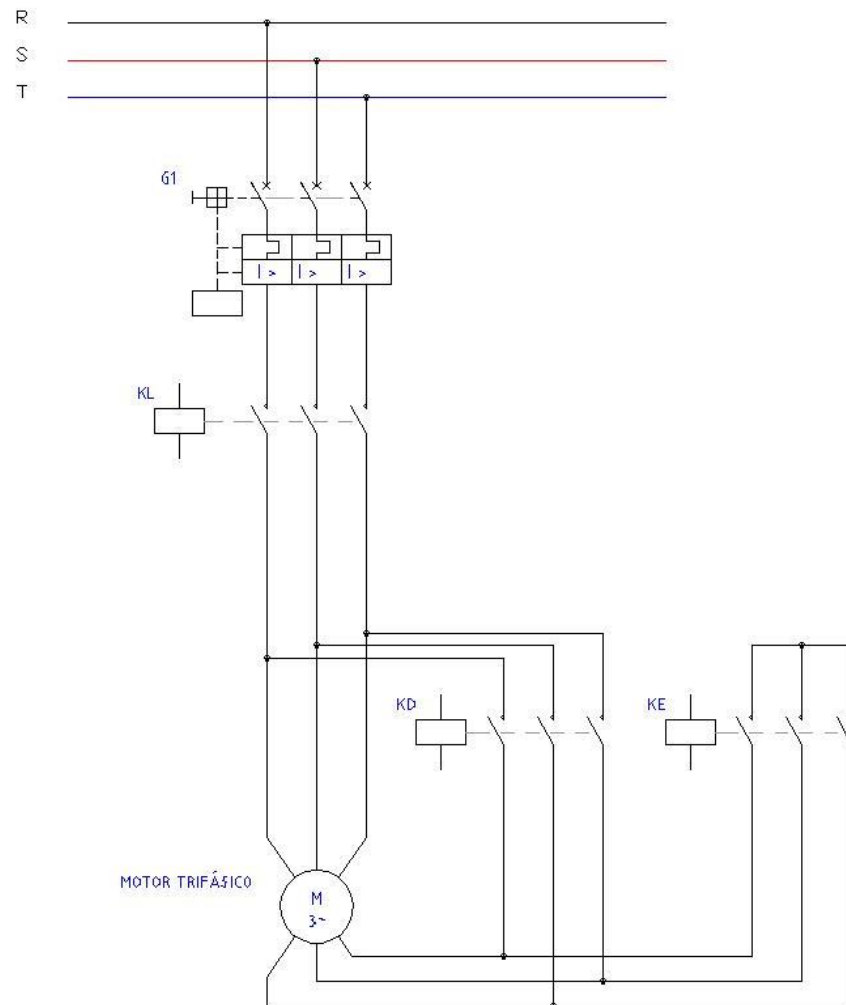
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Familiarizarse con los diferentes equipos que se encuentran en la maleta.</li> <li>● Implementar el control y fuerza para arrancar un motor en estrella-delta.</li> <li>● Entender el funcionamiento de los equipos.</li> <li>● Tomar las mediciones.</li> </ul>

EQUIPOS Y MATERIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contactor</li> <li>● Pulsantes</li> <li>● Motor</li> <li>● Guardamotor</li> <li>● Conductores</li> <li>● Supervisor de fase</li> <li>● Temporizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amperímetros</li> <li>● Multímetros</li> <li>● Luz Piloto</li> <li>● Fusibles</li> <li>● Breaker</li> <li>● Transformador de control</li> <li>● Mini LOGO PLC</li> </ul>

# DIAGRAMA DE CONTROL



## DIAGRAMA DE FUERZA



CONEXIÓN MOTOR 6 PUNTAS

## **PROCEDIMIENTO**

### **Circuito de Fuerza**

- Se debe conectar el motor de tal forma que solo queden 6 puntas.
- De la alimentación trifásica ubicada en el panel llevamos las tres líneas a la entrada del guardamotor, de la salida del guardamotor conectamos las líneas a la entrada del contactor de Línea.
- De la salida del contactor de línea llevamos las tres líneas a las estradas 1-2-3 del motor.
- Se realiza la conexión del contactor de delta.
- Se realiza la conexión del contactor de estrella.
- Se conecta las salidas de contactor de delta y de estrella a las entradas 4-5-6 del motor.

### **Circuito de Control**

- Se conecta las tres líneas al supervisor de fase.
- Se conecta el transformador de control con 220 V, antes de conectar el transformador las líneas deben pasar por sus respectivos fusibles.
- La salida del transformador la llevamos a las borneras para la distribución de 120 V, antes de conectar la salida en las borneras de distribución la línea debe pasar por su respectivo fusible.
- Se procede a realizar las conexiones requeridas por el diseño de control.
- Cabe indicar que el LOGO, las luces piloto y las bobinas de los contactores son a 120V.

## **DATOS Y CÁLCULOS**

### **Datos de placa:**

VLL DELTA-DELTA= 220 VAC

VLL ESTRELLA'ESTRELLA= 380VAC

I nominal = 1.89 A

Potencia motor = 0.5 HP = 373 W

Cos $\phi$  = 0.79

### **Mediciones en vacío:**

I DELTA-DELTA= 0.9 A.

I ESTRELLA-ESTRELLA= 0.2 A.

VLL = 215 V.

### **Cálculos potencia DELTA-DELTA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,9 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 264,77 \text{ W}$$



**Cálculos potencia ESTRELLA-ESTRELLA:**

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\theta$$

$$P = 215V * I * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 215 * 0,2 * \sqrt{3} * 0.79$$

$$P = 58,84 \text{ W}$$

**CONCLUSIONES**

Al realizar la práctica se pudo comprender el funcionamiento de los equipos utilizados para un arranque estrella-triángulo, y se comprobó la similitud de los datos teóricos.

Se comprobó que el amperaje tomado en el motor conectado en Estrella-Estrella es menor al Delta-Delta, ya que el voltaje que necesita la conexión en estrella paralelo es mayor por lo tanto el motor trabajo con un nivel bajo de voltaje, y la potencia que utilizo fue baja.

Con el uso del mini PLC LOGO se logró ahorrar elementos como temporizador, contactos, etc.

<b>AUTORES</b> Byron Hermenegildo Andrés Orellana	<b>REVISOR</b> Ing. César Cáceres	<b>APROBACIÓN</b>	<b>AUTORIZACIÓN</b>
<b>TESISTAS</b>	<b>TUTOR</b>		

## CONCLUSIONES

Los Módulos didácticos elaborados en este proyecto tienen como finalidad colaborar en el aprendizaje de los estudiantes que cursan las diferentes asignaturas tanto en las Carreras de Ingeniería Electrónica, Eléctrica e Industrial, ya que de manera teórica los conocimientos adquiridos podrán llevarse a la práctica mediante el proyecto de Tesis implementado, todo ello con el funcionamiento de motores eléctricos trifásicos mediante los diferentes tipos de arranques convencionales utilizados, sea de manera manual o automática.

Con la implementación de este Proyecto de Tesis se logró obtener resultados positivos con las pruebas realizadas utilizando los Módulos Didácticos en el Seminario Técnico de Instalaciones Industriales, implementando 6 prácticas diferentes en el arranque de un motor trifásico de 12 terminales, confirmando los conocimientos teóricos en las diferentes Curvas de Arranque de Motores con la aplicación de diferentes conexiones de las bobinas del mismo.

Mediante las diferentes conexiones del bobinado del motor trifásico se logró obtener diferentes lecturas de corriente con el amperímetro de gancho, confirmando que tipo de arranque es más conveniente que otro dependiendo del tipo de carga, todo ello complementado con el estado de funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman el Modulo Didáctico, importante mencionar que las lecturas tomadas tanto de Corriente, Tensión y Potencia en el motor trifásico durante las prácticas ayudaron a los estudiantes a comparar los resultados prácticos obtenidos con los teóricos determinados.

Además es importante destacar la operación de los diferentes equipos de protección que poseen los Módulos Didácticos implementados, siendo estos el Supervisor de fases, Guarda motores, fusibles, etc., que los estudiantes aplicaron para verificar la confiabilidad del Sistema de Control elaborado.

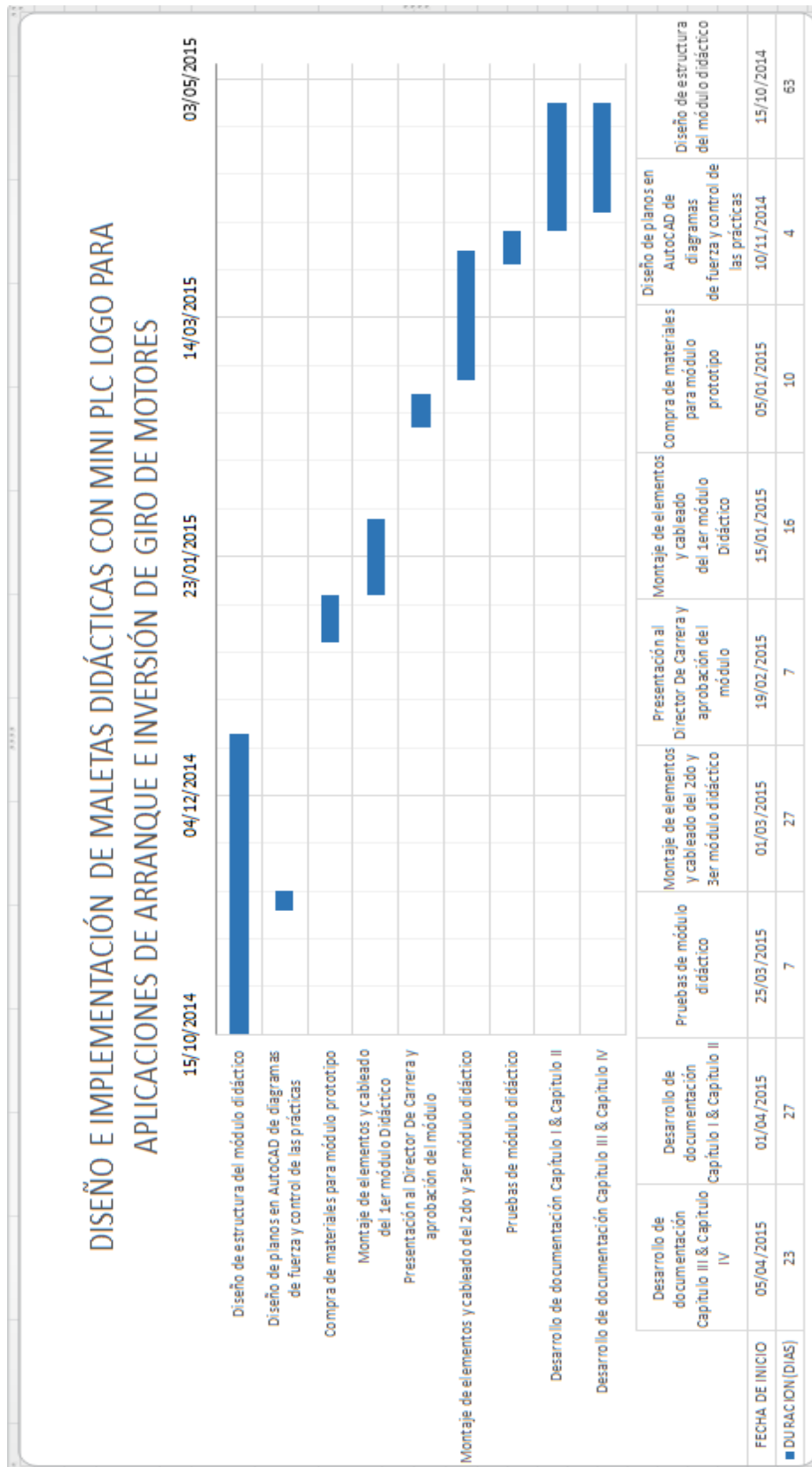
Finalmente el que la Carrera de Ingeniería Electrónica cuente con estos Módulos Didácticos totalmente móviles y sobre todo flexibles permitirá su traslado y funcionalidad a cualquier área de aplicación de nuestra Institución ya sea demostrativa o práctica, contribuyendo con el aprendizaje a nuestros estudiantes.

## **RECOMENDACIONES**

Para el buen uso y funcionamiento adecuado de los Módulos Didácticos es importante mencionar las siguientes recomendaciones:

- Entender el funcionamiento teórico de cada elemento antes de usarlo en la práctica.
- Verificar el voltaje al que trabajan los diferentes equipos.
- Verificar el diagrama de conexión antes de proceder a la instalación del cableado en las maletas didácticas
- Verificar con la ayuda del supervisor de fase que las líneas no se encuentren invertidas
- Realizar las conexiones del cableado con el mayor orden para no tener confusiones en el momento de la revisión.
- Realizar la toma de lectura de los parámetros solicitados por el Motor Trifásico mediante el uso de un amperímetro de gancho tipo multímetro, para verificar el adecuado funcionamiento del motor.
- Se debe verificar periódicamente el estado de las conexiones dentro de la maleta didáctica.
- Si se detecta que un elemento se encuentra en mal estado se debe informar al Docente de la asignatura para que a su vez informe de ello al Laboratorista para su respectiva revisión y puesta en marcha.
- Remitirse al Manual de Prácticas de Laboratorio elaborado para conseguir un correcto funcionamiento del sistema a implementar.

# CRONOGRAMA



## PRESUPUESTO

En este presupuesto se detalla todos los equipos y materiales que se necesitó para ejecutar su construcción.

Este presupuesto fue asumido en su totalidad por los autores del proyecto.

<b>PRESUPUESTO GRUPO HERMENEGILDO - ORELLANA</b>				
<b>DETALLE DE LOS GASTOS 3 MALETAS DIDACTICAS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
1	LUZ PILOTO VERDE 22mm 110VAC	12	9,36	112,32
2	LUZ PILOTO ROJA 22mm 110VAC	6	9,36	56,16
3	PULSADOR VERDE 22mm	6	11,44	68,64
4	PULSADOR ROJO 22mm	6	11,44	68,64
5	PULSADOR DE EMERGENCIA 22mm	3	15,10	45,30
6	SUPERVISOR DE FASE SHNEIDER TRIFASICO	3	252,80	758,40
7	TRANSFORMADOR 240/120 VAC	3	67,66	202,98
8	TEMPORIZADOR 1S/10S/60S/10M	6	21,02	126,12
9	GUARDAMOTOR 1.8-2.5 AMP SIRIUS INN	6	56,62	339,72
10	LOGO PLC 230RCE ETHERNET SIEMENS	3	300,00	900,00
11	MOTOR TRIFASICO 12 TERMINALES	3	139,00	417,00
12	CONTACTOR CON BOBINA A 120V	12	28,94	347,28
13	JUEGO DE CONTACTOS	6	12,79	76,74
14	BREACKER 3P-20A	3	27,40	82,20
15	CAJA GALVANIZADA 57X34 CM	3	220,00	660,00
16	BORNERAS	570	0,90	513,00

17	PLUG TIPO BANANA	450	0,90	405,00
18	ANILLO MARCADOR 18-12	60	1,78	106,80
19	TERMINAL TIPO PIN #22-18	3	5,76	17,28
20	TERMINAL TIPO OJO #22-18	3	5,22	15,66
21	TERMINAL TIPO OJO #12-14	3	5,22	15,66
22	TERMINAL TIPO PIN #12-14	3	5,76	17,28
23	AMARRA PLASTICA 10CMX 2,5CM	8	0,80	6,40
24	CINTA ESPIRAL 19MM	3	9,34	28,02
25	CANALETA RANURADA 33X60	5	5,34	26,70
26	CABLE FLEX #18	6	20,00	120,00
27	CABLE FLEX #16	6	22,00	132,00
28	CABLE CONCENTRICO 4X16	30	2,00	60,00
29	PLACA LOGO TIPO UNIVERSIDAD	3	25,00	75,00
30	TOMA TIPO CLAVIJA SOBREPUESTO	6	20,00	120,00
31	CONECTOR TIPO CLAVIJA	6	20,00	120,00
32	GASTOS VARIOS	3	200,00	600,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>6640,30</b>
<b>IVA</b>				<b>796,84</b>
<b>TOTAL</b>				<b>7437,14</b>

## REFERENCIAS.

- Área Tecnología. (26 de Marzo de 2015). *Potenciómetro*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electronica/potenciometro.html>
- Bastian, P., Eichler, W., Huber, F., Jaufmann, N., Manderla, J., Spielvogel, O., . . . Tkotz, K. (2000). *Electrotécnica*. Madrid: Akal.
- BRICOLAJE CASERO. (2015). *DISYUNTOR*. Obtenido de <http://www.bricolajecasero.com/electricidad/concepto-de-disyuntor-y-sus-aplicaciones.php>
- Bricolaje Casero.com. (2010). *Concepto de Fusibles y sus Aplicaciones*. Obtenido de <http://www.bricolajecasero.com/electricidad/concepto-de-fusibles-y-sus-aplicaciones.php>
- BRICOS. (2012). *TEMPORIZADORES*. Obtenido de <http://bricos.com/2012/11/temporizadores-clases-y-funcionamiento/>
- Bricos. (8 de Noviembre de 2012). *Temporizadores: Clases y funcionamiento*. Obtenido de <http://bricos.com/2012/11/temporizadores-clases-y-funcionamiento/>
- CASTILLO, J. C. (2006). *REVISTA DE ELECTRICIDAD, ELECTRONICA Y AUTOMATICA*. Obtenido de LOGO!: <http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/logo/logo.htm>
- ECURED. (2013). *MOTOR ELECTRICO TRIFASICO*. Obtenido de [http://www.ecured.cu/index.php/Motor\\_el%C3%A9ctrico\\_trif%C3%A1sico](http://www.ecured.cu/index.php/Motor_el%C3%A9ctrico_trif%C3%A1sico)
- Electricidad y Automatismo. (s.f.). *El Contactor*. Obtenido de <http://www.nichese.com/contactor.html>
- Endesa Educa. (2010). *Funcionamiento de los Transformadores*. Obtenido de [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores)
- Garcia, L. (9 de Abril de 2015). *Definiciones en Control Automático*. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Pulsadores-Elctricos/39335812.html>
- ICM Controls. (s.f.). ICM 408. *Supervisor Trifásico*. USA.
- LOVATO ELECTRIC. (2015). *BASE PORTAFUSIBLE*. Obtenido de [http://www.lovatoelectric.com/Download/PD67E01\\_11.pdf](http://www.lovatoelectric.com/Download/PD67E01_11.pdf)

MEPREM ELECTRICA. (2015). *TRANSFORMADOR ELECTRICO*. Obtenido de <http://www.meprem.com.ec/index.php/transformador-electrico>

MicroStrategy. (12 de Marzo de 2013). *Definición de un Selector*. Obtenido de [http://www2.microstrategy.com/producthelp/9.3.1/WebUser/WebHelp/Lang\\_3082/Defining\\_a\\_selector.htm](http://www2.microstrategy.com/producthelp/9.3.1/WebUser/WebHelp/Lang_3082/Defining_a_selector.htm)

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. (1984). *DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGENCIA*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_086.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_086.pdf)

OMRON. (2015). *Definiciones en Control Automático*. Obtenido de [http://www.webddigital.com/fabricantes%5Comron%5Cpdf%5Cpulsadores%5CA16\\_Brochure\\_Esp.pdf](http://www.webddigital.com/fabricantes%5Comron%5Cpdf%5Cpulsadores%5CA16_Brochure_Esp.pdf)

Páez Rivera, O. (9 de Abril de 2015). *Definiciones en Control Automático*. Obtenido de [www.automaticausach.cl/asignaturas/.../304\\_Definiciones\\_en\\_Control.pd...](http://www.automaticausach.cl/asignaturas/.../304_Definiciones_en_Control.pd...)

Siemens. (2007). *Arrancadore Suaves SIRIUS*. Obtenido de [www.siemens.com/lowvoltage/technical-assistance](http://www.siemens.com/lowvoltage/technical-assistance)

SIEMENS. (2015). *GUARDAMOTOR*. Obtenido de <http://www.siemens.com.mx/cms/mam/industry/automatizacion/ce/ep/pages/guardamotors.aspx>

*Stop de Emergencia 3SB3000-1AA20*. (2006). Obtenido de Siemens: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/3SB3000-1AA20>

TESPA. (2015). *SUPERVISOR DE VOLTAJE PARA MOTORES*. Obtenido de <https://www.tepsa.biz/index.php/controles/226-controles-de-proteccion-de-motores>

Tuningpedia. (25 de Mayo de 2008). *Portafusibles*. Obtenido de <http://www.tuningpedia.org/general/portafusibles>

Universidad del País Vasco. (9 de Noviembre de 2004). *Autómatas Programables*. Obtenido de El PLC: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>



VALDES, C. C. (2015). *CONTACTORES ELECTRICOS*. Obtenido de <http://controleselectricos.weebly.com/contactores.html>

Wikipedia. (29 de Diciembre de 2014). *Variadores de Frecuencia*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)

Wikipedia. (12 de Marzo de 2015). *Botón (Dispositivo)*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%B3n\\_%28dispositivo%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%B3n_%28dispositivo%29)

WIKIPEDIA. (2015). *CONTACTOR*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

Wikipedia. (19 de Marzo de 2015). *Disyuntor*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

WIKIPEDIA. (2015). *DISYUNTOR*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

Wikipedia. (2 de Marzo de 2015). *Motor Eléctrico*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico)

Wikipedia. (11 de Marzo de 2015). *Relé*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9#Ventajas\\_del\\_uso\\_de\\_rel.C3.A9s](http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9#Ventajas_del_uso_de_rel.C3.A9s)

## ANEXOS

### ANEXO 1 Imágenes Pruebas de Funcionamiento

- **Voltaje de Línea – Línea VLL=215,3 V**



**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Pruebas de funcionamiento Supervisor de Voltaje**
  - ✓ Al detectar la falta de una línea el supervisor de voltaje se desactiva para detener el control.
  - ✓ Cuando el Voltaje de entrada está por debajo o por arriba de los límites establecidos en el supervisor, este elemento detiene el control.
  - ✓ Cuando el voltaje se normaliza el supervisor censa este voltaje durante el tiempo establecido, luego de eso este elemento se acriba permitiendo el funcionamiento de control.



**Fuente:** Los autores, 2015.

- Pruebas de funcionamiento guardamotor
  - ✓ Para que el guardamotor cumpla su función se debe colocar la perilla de selección debe estar en ON.
  - ✓ Cuando el guardamotor detecta una corriente elevada, causada por alguna falla, este tripea la perilla de selección.
  - ✓ Uno de los beneficios del guardamotor es que si ocurre un problema este se tripea y obliga al operador a volverlo activar manualmente para que pueda funcionar nuevamente.



**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Indicadores de funcionamiento o falla**
  - En el panel didáctico se colocó cuatro luces piloto de color verde para indicar el funcionamiento del circuito de control, los cuales seos pueden utilizar par mostrar los siguientes controles:
    - Sentido de Giro
    - Arranque Estrella – Delta
    - Devanados del motor



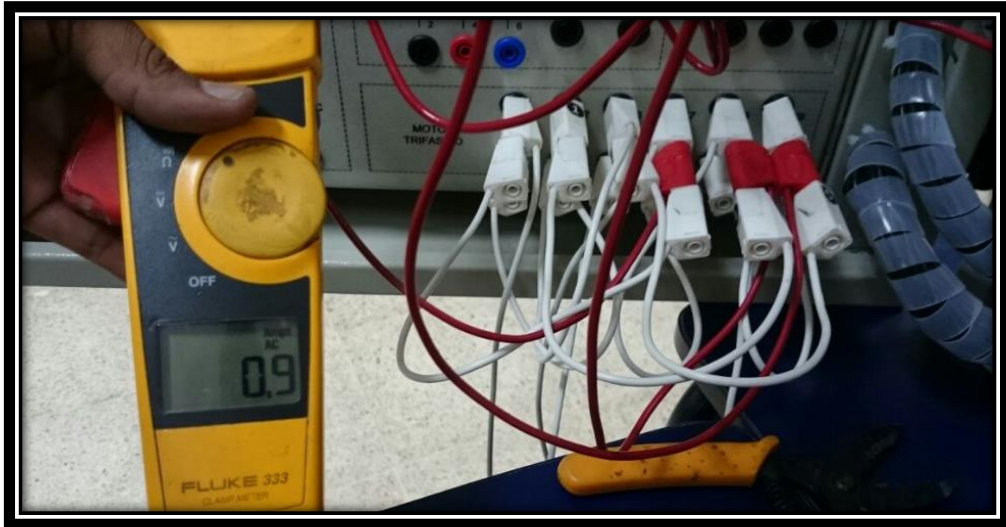
**Fuente:** Los autores, 2015.

- En el panel didáctico se colocó dos luces de color rojo para poder indicar las fallas que se pueden dar en un control como por ejemplo:
  - ✓ Pérdida de Línea
  - ✓ Desactivación por el guardamotor



**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Corriente de un Motor Trifásico “Bobinas conectadas en Delta Paralelo”**



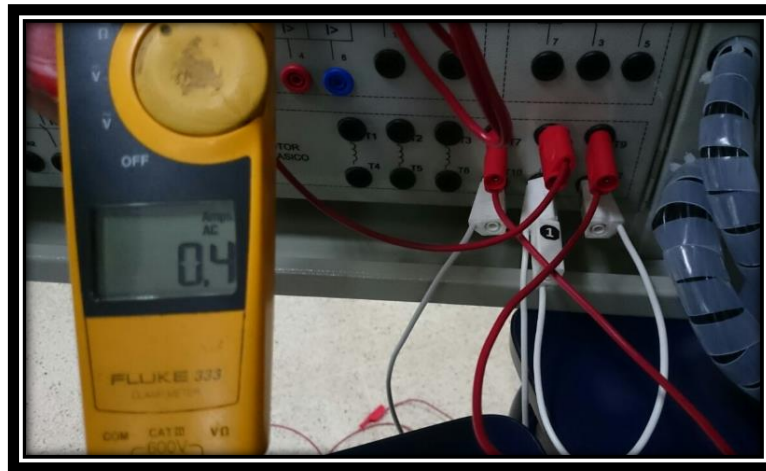
**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Corriente de un Motor Trifásico “Bobinas conectadas en Estrella Paralelo”**



**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Corriente de un Motor Trifásico Devanado parcial “Bobinas conectadas en Estrella”**



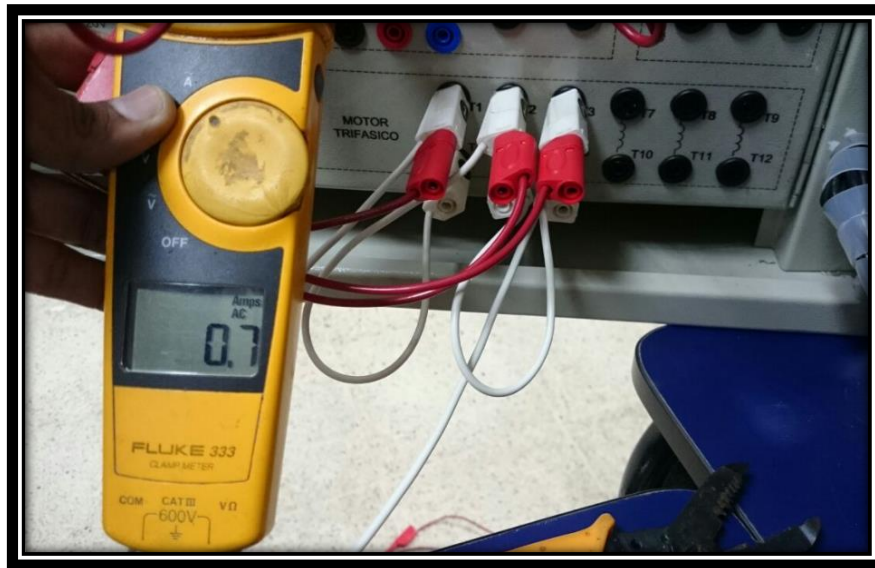
**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Corriente de un Motor Trifásico Devanado total “Bobinas conectadas en Estrella”**



**Fuente:** Los autores, 2015.

- **Corriente de un Motor Trifásico Devanado parcial “Bobinas conectadas en Delta”**



**Fuente:** Los autores, 2015.

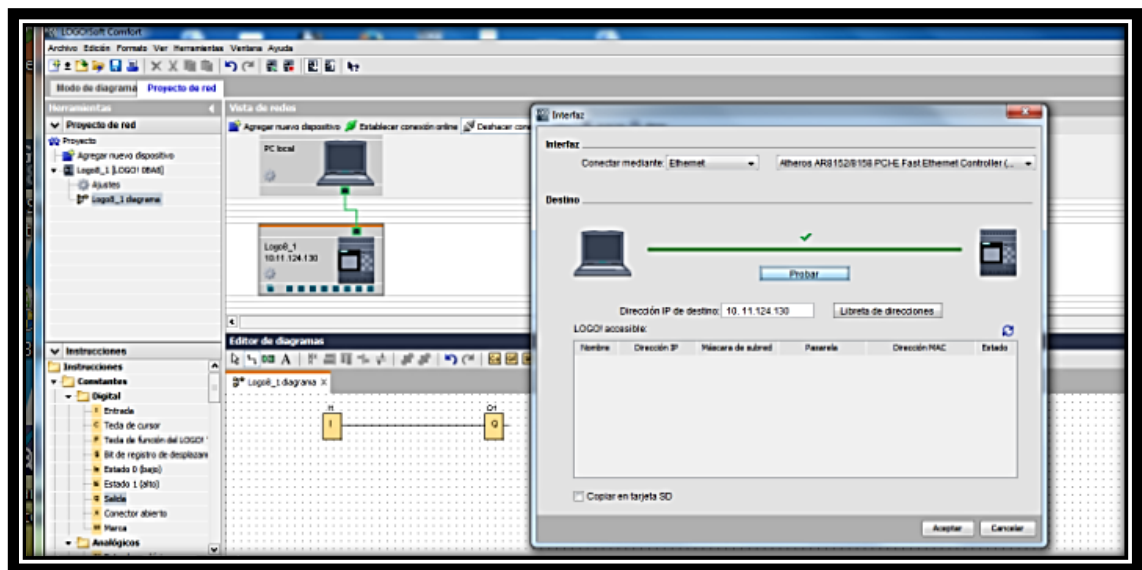
- **Corriente de un Motor Trifásico Devanado total “Bobinas conectadas en Delta”**



**Fuente:** Los autores, 2015.



- **Pruebas de funcionamiento PC-LOGO**



**Fuente:** Los autores, 2015.

## ANEXO 2 Datos Técnicos Guardamotor Siemens



Fuente: Siemens, 2015.

Datos técnicos generales:		
Nombre comercial del producto		SIRIUS
Designación del producto		interruptores automáticos
Tamaño constructivo del interruptor		S0
Clase de disparo		CLASS 10
Grado de contaminación		3
Altitud de instalación / en alturas sobre el nivel del mar / máxima	m	2.000
Clase de protección IP / frontal		IP20
Temperatura ambiente		
• durante el almacenamiento	°C	-50 ... 80
• durante el funcionamiento	°C	-20 ... 70
• durante el transporte	°C	80 ... -50
Resistencia a choques		25g / 11 ms
Tensión de aislamiento / valor asignado	V	690
Resistencia a tensión de choque / valor asignado	V	6.000
Potencia activa disipada / total / típica	W	7
Número de referencia del material		
• según DIN 40719 y ampliado con la norma IEC 204-2 / según IEC 750		Q
• según DIN EN 61346-2		Q

3RV1021-4AA10  
Page 1/5

06.09.2011

subject to modifications  
© Copyright Siemens AG 2011

Fuente: Siemens, 2015

Circuito de corriente principal:		
Cantidad de polo / para circuito principal		3
Tipo de tensión		AC/DC
Tensión de servicio / AC-3 / valor asignado / máxima	V	690
Corriente de servicio / AC-3 / a 400 V / valor asignado	A	16
Potencia en servicio / AC-3 • a 400 V / valor asignado	kW	7,5
Frecuencia de maniobra / AC-3 / según IEC 60947-6-2 / máxima	1/h	15
Disposición conexión eléctrica / para circuito principal		frontal
Valor de respuesta ajustable para corriente • del disparador instantáneo de cortocircuitos	A	208 ... 208
Valor de respuesta ajustable para corriente • del disparador de sobrecarga dependiente de la corriente	A	11 ... 16
Corriente persistente / valor asignado	A	16
Ampliación del producto / interruptor auxiliar		Sí
Circuito de corriente secundario:		
Número de contactos NC / para contactos auxiliares / conmutación instantánea		0
Número de contactos NA / para contactos auxiliares / conmutación instantánea		0
Número de conmutadores / para contactos auxiliares		0
Entradas/ Salidas:		
Número de entradas digitales		0
Cortocircuito:		
Poder de corte límite en cortocircuito (Icu) • a 400 V / valor asignado	kA	50
3RV1021-4AA10 Page 2/5		06.09.2011
		subject to modifications © Copyright Siemens AG 2011

Fuente: Siemens, 2015

## ANEXO 3 Datos Técnicos Supervisor de Voltaje Schneider Electric

**Ficha de producto**  
Características

**RM4TR31**  
relé de control de red trifásico RM4-T - rango  
160 -220 V

PVR\*: 191.52 EUR

---



**Principal**

Estatus comercial	Comercializado
Gama de producto	Zelio Control
Tipo de producto o componente	Relés de medición y control industriales
Tipo de relé	Reles de control
Aplicación específica producto	P/ alimentación trifásica
Nombre de relé	RM4-T
Parámetros monitorizados del relé	Detección de sobretensión y subtensión Detección fallo de fase Secuencia de fase
Retardo temporizado	Ajustable 0.1...10 s
Rango de medida	160...300 V
Tipo de contactos y composición	2 C/O
Número de polos	3P

**Fuente:** Schneider Electric, 2015

**ANEXO 4** Datos Técnicos Mini LOGO PLC 230RCE

LOGO! 12/24 RCE	LOGO! 230 RCE
8	8
4 (0 a 10 V)	-
12/24 V DC	115/240 V AC/DC
10,8 V ... 28,8 V DC máx. 5 V DC mín. 8,5 V DC 1,5 mA (I3 ... I6) 0,1 mA (I1, I2, I7, I8)	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC máx. 40 V AC/30 V DC mín. 79 V AC/79 V DC, 0,08 mA
4 relés	4 relés
10 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	10 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva
Protección externa necesaria	Protección externa necesaria
2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva
< 0,1 ms/función	< 0,1 ms/función
sí/típ. 480 h; sin pila	sí/típ. 480 h; sin pila

**Fuente:** Siemens, 2015