



**“UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA”
FACULTAD DE SISTEMA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TRABAJO DE TITULACIÓN

previo a la obtención del título de:

INGENIERO/A EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO ELÉCTRICO DE PRUEBAS PARA LA EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN ARRANQUE DE MOTORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS PARA PROCESOS INDUSTRIALES.

AUTORES:

VALERIA YAJAIRA AGUIRRE RAMOS

LUIS GABRIEL GONZALEZ GARCIAS

DOCENTE TUTOR:

ING. DANIEL FLORES T, M.Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María por guiarme y darme las fuerzas para perseverar en todo este proceso académico, que con su bendición me permitieron terminar este proyecto de titulación.

A mis padres, mis hermanos, mi tía y mi prima; en especial a mi madre quien ha sido mi mayor motivo de inspiración, por apoyarme y estar pendiente en todo lo que necesité a lo largo de mi carrera.

A nuestro tutor de tesis, el Ing. Daniel Flores por haberme instruido no solo en la elaboración de este trabajo, si no a lo largo de la carrera universitaria, a su vez brindando su confianza para desenvolverme profesionalmente.

Al Ing. Luis Gonzalez, mi compañero de tesis; por tenerme paciencia y haber confiado en mí, brindándome su apoyo y haciendo posible la elaboración de esta tesis.

A mis amigos espirituales que siempre estuvieron motivándome y recordándome que me tenían presentes en sus oraciones.

A mis amigos de la universidad, por siempre ayudarme cuando los necesito, por estar presente en cada momento de mi vida brindándome su granito de arena para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A todos les quedo inmensamente agradecida y que la gracia de Dios este con ustedes.

Valeria Yajaira Aguirre Ramos

AGRADECIMIENTO

El proceso de formación académica es una etapa dura en la vida de cada persona, pero a la vez una de las mejores porque nos permite obtener conocimientos nuevos que nos ayudan a abrir nuestra mente y desenvolvemos mejor en nuestra vida tanto de manera profesional como personal, por eso agradezco a Dios por no dejarme decaer y darme esa fortaleza extra para seguir avanzando.

Agradezco de manera profunda a mis padres por apoyarme en cada paso y darme su apoyo incondicional, a mi madre quien fue un pilar fundamental y que sin ella gran parte de todo no hubiera sido posible. A toda mi familia por brindarme su apoyo.

A cada uno de mis compañeros que de alguna u otra manera brindaron su aliento y ayudaron en este proceso, al igual que mis docentes que guiaron y formaron parte de este crecimiento académico desde el día uno dentro de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A esas personas que estuvieron a mi lado brindándome todo su apoyo, creyendo en mí y haciendo saber que contaba con ellas de manera incondicional.

Luis Gabriel Gonzalez Garcias

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y a la Virgen María, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento de mi etapa profesional.

A mi madre Isabel Ramos, por su paciencia, comprensión, por sus consejos y su valioso esfuerzo en la vida, haciendo que pueda lograr cada uno de mis objetivos.

A mis hermanos por ser uno de mis motivos de inspiración en seguir adelante para que en un futuro pueda ser un ejemplo para ellos.

A mi prima Karolina González, por acompañarme y animarme en cada experiencia de la vida, tanto profesional como personalmente.

A Gladys, José, Adonis, Ariana y Joel, amigos en Cristo que por la gracia de él se formó y sigue perseverando día a día.

A Thaiz, Anniabel, Belén, Jean, Lenny, Erick, Guillermo, Kevin, Gabriel, quienes me han acompañado en momentos buenos y malos, brindándome su cariño y apoyo en mi formación profesional y personal.

Valeria Yajaira Aguirre Ramos

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a las dos personas que más confiaron en mí, mis padres quienes se esforzaron para que consiga las metas planteadas durante todo este proceso de formación académica. A mi familia por siempre darme ánimos, y a cada persona que influyó y ayudó de manera incondicional depositando en mi todo su esfuerzo y confianza. A Dios por no dejarme desmayar y seguir adelante.

Luis Gabriel Gonzalez Garcias

APROBACIÓN DEL TUTOR

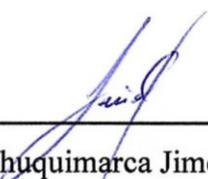
En mi calidad de Tutor de titulación denominado **“Diseño e implementación de un tablero eléctrico de pruebas para la evaluación de parámetros eléctricos en arranque de motores monofásicos y trifásicos para procesos industriales”** elaborado por los egresados **Valeria Yajaira Aguirre Ramos** y **Luis Gabriel Gonzalez Garcias**, de la carrera de Electrónica y Automatización de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, lo apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante para que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, agosto del 2022



Ing. Daniel Gregorio Flores Tomalá, MSc

TRIBUNAL DE GRADO



g. Luis Chuquimarca Jiménez, Mg
DIRECTOR DE CARRERA



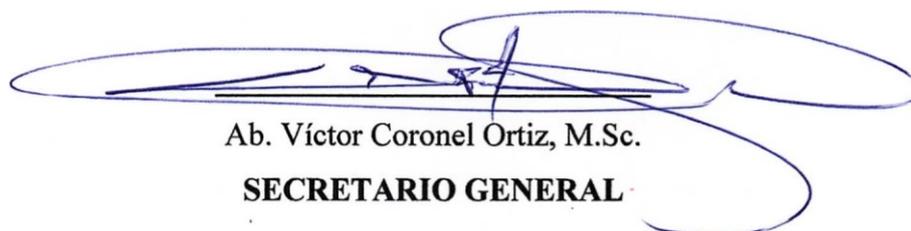
Ing. Roger Idrovo Urgilés
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Daniel Flores Tomalá, M.Sc.
PROFESOR TUTOR



Ing. Alfredo Tumbaco Reyes, Mgti.
PROFESOR DE ÁREA



Ab. Víctor Coronel Ortiz, M.Sc.
SECRETARIO GENERAL

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**“Diseño e implementación de un tablero eléctrico de pruebas para la
evaluación de parámetros eléctricos en arranque de motores monofásicos y
trifásicos para procesos industriales”**

Autores: Valeria Yajaira Aguirre Ramos, Luis Gabriel Gonzalez Garcias.

Director de Tesis: Ing. Daniel Flores Tomalá.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación sirve para prácticas donde se muestran los tipos de arranque básicos utilizados en motores monofásicos y trifásicos en procesos industriales.

El tablero eléctrico está compuesto por una estructura metálica, donde se conseguirá ejecutar los tipos de arranque en motores eléctricos trifásicos y monofásicos que mediante el medidor de parámetros se podrá visualizar el voltaje, corriente, frecuencia y factor de potencia. El tablero consta de equipos de electromecánicos como interruptores termomagnéticos, contactores, relé térmico, relés, temporizadores, entre otros. Equipos de control como selectores, pulsadores, luces de señalización; controladores lógicos programables como Logo y variador de frecuencia.

Finalmente se proporciona una guía didáctica conformado por 11 prácticas, divididas en motor monofásico (5) y motores trifásicos (6).

Palabras Claves: Motores eléctricos, Monofásico, Trifásico, Tipo de arranque, inversión de giro, PLC Logo, VDF, Tablero eléctrico.

ABSTRACT

This degree project serves for practices where the basic types of starting used in single-phase and three-phase motors in industrial processes are shown.

The electric board is composed of a metallic structure, where it will be possible to execute the types of starting in three-phase and single-phase electric motors that by means of the parameter meter will be able to visualize the voltage, current, frequency and power factor. The board consists of electromechanical equipment such as thermomagnetic switches, contactors, thermal relays, relays, timers, among others. Control equipment such as selectors, push buttons, signal lights; programmable logic controllers such as Logo and frequency inverter.

Finally, a didactic guide is provided, consisting of 11 practices, divided into single-phase motor (5) and three-phase motors (6).

Keywords: Electric motors, Single-phase, Three-phase, Starting type, reversing, PLC Logo, VDF, Electric panel.

DECLARACIÓN

El contenido presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.


Valeria Aguirre Ramos
Valeria Aguirre Ramos

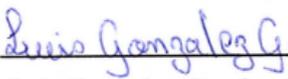

Luis Gonzalez Garcias
Luis Gonzalez Garcias

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	v
APROBACIÓN DEL TUTOR	vi
TRIBUNAL DE GRADO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
DECLARACIÓN	x
TABLA DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. FUNDAMENTACIÓN	2
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO	5
1.6. METODOLOGÍA	7
1.6.1. INVESTIGACIÓN APLICADA	7
1.6.2. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	7
1.6.3. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL	7
CAPÍTULO II	9
2.1. MARCO CONTEXTUAL	9
2.2. MARCO CONCEPTUAL	9
2.2.1. Motores eléctricos	9
2.2.1.1. Introducción a los motores eléctricos monofásicos	9

2.2.1.2.	Introducción a los motores eléctricos trifásicos.	10
2.2.2.	Sistema de control eléctrico	11
2.2.3.	Tipos de arranque	11
2.2.4.	Controlador lógico programable	23
2.2.5.	Lenguaje de programación FUP	23
2.2.6.	Factor de potencia	25
2.3.	NORMAS DE APLICACIÓN	27
2.4.	MARCO TEÓRICO	28
CAPITULO III		31
3.1.	COMPONENTES DE LA PROPUESTA	31
3.2.	DISEÑO DE LA PROPUESTA	49
3.3.	PRESUPESTO DE LA PROPUESTA	60
CAPITULO IV		63
4.1.	NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL TABLERO DE ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS.	63
4.2.	GUIA DE PRÁCTICAS	64
CONCLUSIONES		136
RECOMENDACIONES		136
BIBLIOGRAFÍA		137
ANEXOS		140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama fasorial de un motor de fase partida.....	12
Figura 2: Motor Monofásico - Conexión de Bobinas con el condensador.	13
Figura 3: Curva Característica Torsión vs Velocidad [12].	13
Figura 4: Motor monofásico con inversión de giro.....	14
Figura 5: Conexión de arranque directo de un motor trifásico.	16
Figura 6: Curva corriente vs velocidad en un arranque directo.	17
Figura 7: Conexión de un arranque estrella - triángulo.....	18
Figura 8: Curva corriente vs velocidad en un arranque estrella – delta.	18
Figura 9: Rampa de voltaje vs tiempo.....	19
Figura 10: Conexión del arrancador suave en serie con la red eléctrica.....	20
Figura 11: Conexión del variador de frecuencia al motor.....	21
Figura 12: Controlador Lógico Programable.	23
Figura 13: Triangulo de Potencia.....	26
Figura 14: (a) Interruptor de distribución 110 V, (b) Interruptor de distribución general, (c) Termomagnético Q3, (d) Termomagnético del VDF.	32
Figura 15: Guardamotor CGC - GV2ME08C.....	33
Figura 16: Relé térmico CGC - LR2-D1308.....	34
Figura 17: Selector 3 posiciones CGC - ZB2-BE102C.	35
Figura 18: Pulsadores CGC - ZB2-BE102.....	36
Figura 19: Relé CGC - MK2P-I.	37
Figura 20: Temporizador CGC - AH3-AB-A.	38
Figura 21: PLC Logo Siemens V8.3.	40
Figura 22: Luces piloto CGC - AD16-22Ds.	41
Figura 23: Medidor de parámetros Camsco DM-96-5M.	42
Figura 24: Contactor CHINT - NC1-0910.....	43
Figura 25: Variador de frecuencia Siemens.	44
Figura 26: Arrancador suave.....	45
Figura 27: Motor monofásico Schneider ½ HP.	46
Figura 28: Motor trifásico Siemens 1HP.	47
Figura 33: Estructura base del tablero eléctrico.....	49
Figura 34: Estructura principal del tablero.....	50
Figura 35: Revisión de letras y perforaciones a realizar.	51
Figura 36: Perforaciones finales del tablero.....	51
Figura 37: Impresión en vinil de la lámina de conexiones.....	52
Figura 38: Colocación del vinil plateado.	52
Figura 39: Calado del vinil para colocación de equipos y borneras.	53
Figura 40: Colocación de la lámina de distribución.....	53
Figura 41: Colocación de las láminas de conexiones.....	54
Figura 42: Instalación de borneras de distribución.	54
Figura 43: Colocación de pulsadores y borneras.	55
Figura 44: Instalación de riel din para soporte de equipos.....	55

Figura 45: Instalación de los diferentes equipos en la parte frontal del tablero....	56
Figura 46: Vista frontal del tablero con los equipos instalados.	56
Figura 47: Instalación interna de la fuente de distribución.	57
Figura 48: Instalación interna de los TC's.....	57
Figura 49: Instalación final de TC's y fuente de distribución.	58
Figura 50: Conexión de los contactores.	58
Figura 51: Conexión del arrancador suave.....	59
Figura 52: Conexión de los relés.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de los tipos de arranque en motores monofásicos.	15
Tabla 2: Comparación de los tipos de arranque en motores trifásicos.....	22
Tabla 3: Funciones básicas del lenguaje FUP [21]	24
Tabla 4: Espesor mínimo de la plancha de acero para tableros.	28
Tabla 5: Características técnicas del interruptor termomagnético.	31
Tabla 6: Características del Guardamotor.....	33
Tabla 7: Características técnica del relé térmico.....	34
Tabla 8: Características técnicas del Selector 3 posiciones.	35
Tabla 9: Características técnicas de los pulsadores.....	36
Tabla 10: Características técnicas del relé.	37
Tabla 11: Características técnicas del Temporizador.....	38
Tabla 12: Características técnicas del PLC Logo V8.3.....	39
Tabla 13: Características técnicas de luces piloto.....	40
Tabla 14: Características técnicas del medidor de parámetros.	41
Tabla 15: Características técnicas del contactor.	43
Tabla 16: Características técnicas del variador de frecuencia.	44
Tabla 17: Características técnicas del arrancador suave.....	45
Tabla 18: Características del motor monofásico.....	46
Tabla 19: Características del motor trifásico.	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano de la estructura del tablero eléctrico	140
Anexo 2: Diseño de estructuración de equipos.....	141
Anexo 3: Vista frontal del tablero eléctrico.....	142
Anexo 4: Tabla de simbología eléctrica.	143
Anexo 5: Ficha técnica del arrancador suave	144
Anexo 6: Ficha técnica del contactor CHIN.....	154
Anexo 7: Ficha técnica del medidor de parámetros.....	156
Anexo 8: Ficha técnica del PLC Logo V8.3.....	157

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se basa en el diseño e implementación de un tablero eléctrico de pruebas para la evaluación de parámetros en arranque de motores monofásicos y trifásicos para procesos industriales, el cual busca fortalecer y aportar con la formación de los estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización.

Dando la oportunidad al estudiante de realizar diversas prácticas donde podrán utilizar componentes bases de la automatización tales como: interruptores, contactores, pulsadores, entre otros. Como también en visualizar los parámetros eléctricos de: voltaje, corriente, potencia y factor de potencia, por medio de los diagramas de control y de fuerza, relacionados con la puesta en marcha de los motores eléctricos.

El siguiente trabajo de titulación está conformado por 3 capítulos que se especifican a continuación:

En el capítulo I, contiene los temas que explican la problemática y la descripción del presente proyecto, como también la justificación y el alcance del mismo; en la parte de la descripción hace referencia a la recopilación de información con respecto a los equipos que se va a utilizar en el tablero eléctrico. También se encuentran los objetivos que se desean alcanzar al finalizar el proyecto.

En el capítulo II se presenta el marco contextual, donde se da un preámbulo de la propuesta tecnológica, además contiene el marco conceptual donde se abarcan los conceptos más relevantes tales como sistema de control eléctrico, motores, factor de potencia, lenguaje de programación, entre otros; y en la parte de marco teórico se tomó referencias bibliográficas que fueron usadas como guía para la realización del proyecto.

En el capítulo III se muestran los componentes y el diseño de la propuesta tecnológica, es decir se detallan los componentes físicos y lógicos a implementar dentro del tablero eléctrico. A su vez se da el desarrollo, resultado y presupuesto de la implementación del proyecto.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En los últimos años se ha evidenciado una demanda en aumento del uso de motores eléctricos por parte del sector industrial, debido a que estas máquinas son de vital importancia en procesos de producción. Las características con las que cuentan estas máquinas hacen que cada vez aumenten proyectos en los cuales se contemple en sus diseños la utilización de motores, tomando en cuenta la fuerza motriz la cual es usada para el accionamiento de cargas [1].

A nivel industrial existen compañías dedicadas al área de elaboración de productos eléctricos los cuales proveen sistemas de arranque para motores del uso industrial. El objetivo primordial de la propuesta tecnológica es poner en práctica los conocimientos adquiridos en la rama eléctrica y así proponer un sistema alternativo [1].

En la Universidad Estatal Península de Santa Elena, dado el interés en que la mayoría de sus estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización se relacionen con circunstancias que normalmente se presentan en una industria, en diferentes áreas de trabajo, es indispensable diseñar e implementar un tablero para pruebas de arranque de motores eléctricos para el laboratorio de Electrónica y Automatización, donde dicho tablero conste con los equipos necesarios para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la formación académica cuyas características nos brindarán el uso ideal de los tipos de arranque existentes en motores monofásicos y trifásicos.

El tablero debe tener características que faciliten el aprendizaje y muestre de manera clara lo más importante del tema que se está tratando [2]. A continuación, se describe de forma rápida las características más importantes que un tablero debe tener:

- Visualización. - el lenguaje visual debe ser fácil de comprender con el objetivo en que el usuario tenga las herramientas necesarias para que lo use de manera sencilla y el aprendizaje sea de manera fluida [2].

- Integración teórico-práctico. – el módulo debe tener bases teóricas con el fin de poder guiar al usuario a consolidar los conocimientos y llevarlos a la práctica [2].

La utilización de un tablero para el manejo de motores monofásicos y trifásicos es una manera muy práctica para poder entender y visualizar el comportamiento de estas máquinas en sus diferentes puestas en marcha que se puedan emplear sobre ellas.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se va a presentar consiste en un tablero eléctrico para la revisión de parámetros, así como prácticas relacionadas a los diferentes tipos de arranques de motores eléctricos, el mismo que también será usado para talleres de controles eléctricos industriales usando lógica cableada y lógica programada.

El proyecto que se está desarrollando tiene varias etapas que serán descritas a continuación:

- **Recopilación de información referente a los equipos a usarse en el tablero eléctrico**

En la primera etapa se buscará, cotizará y analizará los elementos necesarios que se requieren para la conformación del tablero, teniendo en cuenta parámetros tales como corriente y voltaje que pueden soportar los equipos.

- **Diseño del proyecto**

En esta etapa se realizará el diseño con los respectivos elementos y se podrán tomar las medidas adecuadas para una correcta distribución de cada uno de ellos dentro del tablero y así obtener un diseño práctico y visualmente entendible para el usuario.

- **Diseño de guías relacionadas a las prácticas a realizarse**

Para obtener resultados favorables es necesaria la implementación de guías donde se detallen algunos cálculos con el fin de obtener datos importantes sobre la práctica, de esta forma el usuario podrá comprender el funcionamiento del motor

ante los diferentes tipos de arranque, cabe recalcar que se indicará el paso a paso de las conexiones a realizar.

- **Pruebas de funcionamiento del tablero eléctrico**

En esta etapa final se podrá evaluar si los objetivos planteados han sido cumplidos tras la comprobación del funcionamiento del proyecto. Además, se puede comprobar la efectividad de las etapas antes mencionadas con el fin de establecer un mejor desempeño en la utilización del módulo.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un tablero eléctrico para la realización de prácticas relacionadas a los diferentes tipos de arranque en motores monofásicos y trifásicos empleados en procesos industriales.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las diferencias técnicas entre cada tipo de arranque en motores eléctricos trifásicos.
- Aplicar las conexiones para el control y ejecución del arranque en motores monofásicos.
- Contrastar los datos teóricos y experimentales obtenidos mediante el desarrollo analítico del arranque en motores eléctricos.
- Seleccionar los sistemas de protecciones esenciales para una correcta implementación del tablero; tales como, cortocircuitos, sobre calentamiento y puesta a tierra.
- Construir un tablero eléctrico para pruebas de laboratorio que validen el funcionamiento y comportamiento de los diferentes parámetros eléctricos en los tipos de arranque para motores monofásicos y trifásicos.
- Elaborar guías demostrativas de los circuitos a implementarse para el fácil desarrollo y comprensión de cada práctica.
- Ejecutar la puesta en marcha del tablero, mediante el uso de las guías prácticas establecidas anteriormente.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El tablero eléctrico para arranque de motores busca favorecer y aportar con la formación académica de los estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización, donde existirá la posibilidad de realizar varias prácticas que aportan a los conocimientos que se adquirió durante el período de clases sobre los diferentes temas de arranque de motores.

Además, dado que en la carrera de electrónica y automatización varias de sus actividades académicas son demandadas a un grado alto de efectividad, es necesario que los estudiantes sean capacitados de manera práctica, para ello se debe constar con un laboratorio y personal capacitado en estos temas.

La integración de dispositivos tecnológicos es fundamental para todas las aplicaciones de automatización que actualmente compiten consecuentemente por innovaciones y beneficios en el desempeño de los trabajos, lo que significa que los estudiantes puedan colocar sus conocimientos en la práctica del tablero, permitiéndole comprobar y resolver problemas eléctricos de manera eficiente, simple, rápido y seguro.

Al mismo tiempo el presente proyecto facilita que los estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena puedan ejecutar prácticas de conexiones de motores eléctricos, utilizando como base elementos para procesos de automatización como: contactores, pulsadores, variador de velocidad, etc., dando un entorno más didáctico para el manejo de los equipos con la ayuda establecida de los docentes que dicten las asignaturas predeterminadas, también con la guía de una serie de pautas o instrucciones que se desarrollaran más adelante, con la finalidad de lograr una mejor comunicación con los estudiantes.

1.5. ALCANCE DEL PROYECTO

La presente propuesta tecnológica tiene como finalidad el desarrollo de un tablero eléctrico enfocado en la realización de prácticas de laboratorio referente a arranque de motores eléctricos, además de poder aplicar prácticas correspondientes a control eléctrico.

El alcance de la propuesta tecnológica dará al estudiante la oportunidad de monitorear y visualizar el cambio de cada una de las variables que intervienen con el funcionamiento de los motores eléctricos monofásicos y trifásicos mediante la implementación en el módulo de medidores de voltaje, corriente, frecuencia, factor de potencia, lo que les permitirá adquirir nuevas técnicas y capacidad en el área industrial [3].

En la parte técnica el tablero tendrá protección contra el acceso de los usuarios a partes electrificadas que se encuentren dentro del módulo [4], y protección contra condiciones ambientales ya sea corrosión, aguas lluvias, escombros, etc. [5].

Para la correcta ejecución de la propuesta tecnológica se dividirá en 4 diferentes etapas, tales como:

- Recopilación de información referente a los equipos a usarse en el tablero eléctrico.
- Diseño del proyecto.
- Diseño de guías relacionadas a las prácticas a realizarse.
- Pruebas de funcionamiento del tablero eléctrico.

El presente proyecto abarcará los equipos necesarios para realizar las prácticas a continuación:

- Monofásico:
 - Arranque directo o de fase partida
 - Arranque directo con inversión de giro
 - Arranque de fase de partida con condensador

- Trifásico:
 - Arranque directo
 - Arranque a tensión reducida por conexión estrella – delta
 - Arranque directo con inversión de giro
 - Arranque mediante variador de frecuencia
 - Arranque por medio de PLC Logo y Variador de frecuencia
 - Arranque mediante un arrancador suave

1.6. METODOLOGÍA

La investigación son métodos de estudio, los cuales tienen la tarea de conocer o seguir un problema de manera más profunda y así generar nuevos conocimientos en el área donde se esté aplicando. El método científico es solo uno, pero dentro de este existe una gran cantidad para identificar su aplicación en la investigación esto lleva a que la investigación se puede clasificar de diferentes formas [6].

1.6.1. INVESTIGACIÓN APLICADA

Para un proyecto de diseño se requiere una investigación aplicada, debido que es un aporte tecnológico por simulación en el cual se aplicarán las capacidades y conocimientos adquiridos durante la formación académica [7]. El estudio busca la generación de conocimientos con aplicación directa a los problemas de la sociedad o del sector productivo, transforma el conocimiento teórico en prototipos y productos que responden a las necesidades tecnológicas de la industria [7]. Mediante esta investigación se buscará aplicar los recursos obtenidos en la formación académica para dar solución a la propuesta planteada y hacer el diseño de un sistema óptimo que cumpla con lo requerido.

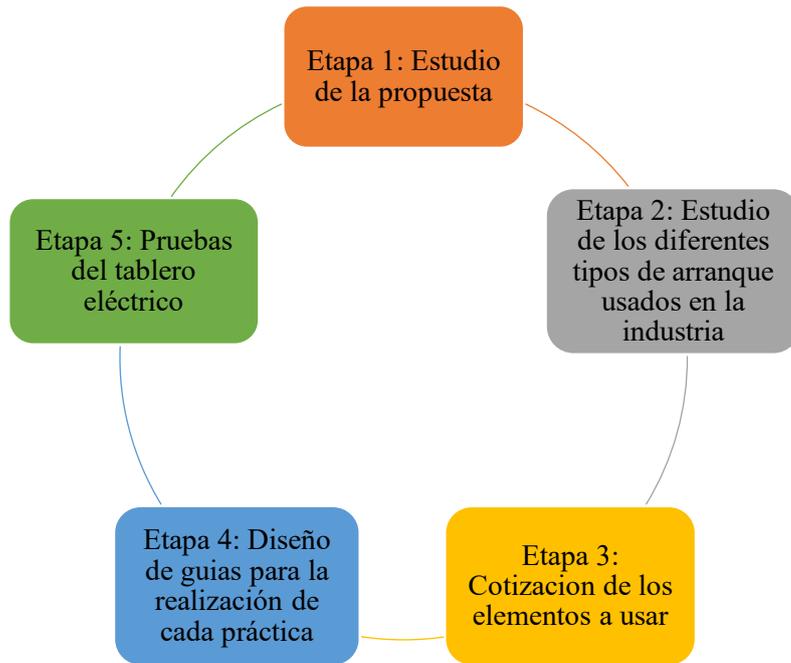
1.6.2. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Debido que es un tema nuevo dentro de la universidad se opta por realizar una investigación exploratoria la cual permite realizar una indagación sobre temas poco estudiados y así obtener una visión general acerca de la propuesta que se plantea [8].

1.6.3. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

En la ejecución de la propuesta se deberá aplicar este tipo de investigación, porque con ella se puede demostrar de forma práctica las teorías planteadas en las guías de instrucciones a implementar [6].

Etapas metodológicas del proyecto



Fuente: Autor

CAPÍTULO II

2.1. MARCO CONTEXTUAL

En la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, Carrera de Electrónica y Automatización de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en la malla académica se imparte materias de maquinarias eléctricas I y II, instalaciones eléctricas industriales, control de procesos industriales y automatización industrial.

Se da la iniciativa para la implementación de este proyecto de titulación basado en la evaluación de parámetros eléctricos en arranque de motores monofásicos y trifásicos, contribuyendo a los estudiantes de automatización, equipos y herramientas que aporten al desarrollo profesional de los futuros egresados.

Dado que dichas materias antes mencionadas requieren de prácticas físicas para verificar y visualizar su funcionamiento de cada sistema de control de arranque, como parte de dichas prácticas de los sistemas de arranque en motores, se emplean componentes electromecánicos como: contactores, relés, disyuntores, etc. Por eso se otorgan guías de entrenamiento donde se pondrá a prueba los conocimientos teóricos dejando más claro el tema de arranque en motores trifásicos y monofásicos.

Por consiguiente, la ejecución de este tablero eléctrico consiste en la visualización de parámetros como: voltaje, corriente, frecuencia, potencia y factor de potencia; mediante la implementación de esquemas de control y de fuerza, relacionados a la puesta en marcha de motores eléctricos. Mediante la visualización se puede obtener el comportamiento que adopta la máquina, tomando en cuenta el tipo de arranque implementado en el proceso.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Motores eléctricos

2.2.1.1. Introducción a los motores eléctricos monofásicos.

Los motores eléctricos compensan una variedad de necesidades de servicios, comenzando por el arranque, aceleración, movimiento o freno, como también

mantener y parar una carga. Dichos motores son fabricados en potencias que varían desde una fracción de caballo de fuerza hasta varios miles de caballos de fuerza y con una amplia gama de velocidades.

En cuanto a los tipos de motores eléctricos genéricamente se distinguen motores monofásicos, que contienen un juego simple de bobinas en el estator y polifásicos que mantienen dos, tres más conjuntos de bobinas dispuestas en círculo.

El rotor del motor eléctrico monofásico es similar al de un motor de inducción trifásico, la diferencia se observa en que el motor monofásico tiene solo una fase distribuida, lo cual le presenta un inconveniente, debido que al existir una sola fase no existirá un campo magnético giratorio, pero si un campo magnético oscilante, es decir, se agranda y se reduce pero manteniendo una sola dirección, a consecuencia de esto el motor monofásico no cuenta con un par de arranque, por ende debe contener un sistema de arranque [9].

Son máquinas eléctricas de uso frecuente, los cuales se pueden aplicar en diferentes sectores tanto comerciales o industriales, así como también en el uso de electrodomésticos y herramientas manuales de uso común. Se emplean sobre todo cuando no se cuenta con un sistema de potencia trifásico [10].

Varias de sus aplicaciones de uso común son: ventiladores, aire acondicionado, sopladores, refrigeradores, lavadoras, aspiradoras, licuadoras, batidoras, máquinas de coser, entre otras [11].

2.2.1.2. Introducción a los motores eléctricos trifásicos.

Son los motores más usados en el sector industrial, debido a su bajo costo, son fáciles de manejar, resistentes y requieren de poco mantenimiento. La potencia en las que se pueden encontrar estos motores depende y varia de la aplicación en la que se use, se fabrican en potencias grandes [9].

Su funcionamiento se basa en el principio de Faraday, el bobinado interno que conforma el estator, al ser energizado generará un campo magnético giratorio que a su vez inducirá una corriente al rotor [9].

Debido a su alto rango de potencia y diversos tamaños, sus aplicaciones varían en diferentes actividades industriales, tales como accionamiento de bombas centrifugas, elevadores, grúas, bandas transportadoras, etc. [10].

2.2.2. Sistema de control eléctrico

El control eléctrico se compone de varios dispositivos lógicos y electromecánicos que emplean la energía eléctrica para controlar distintas funciones mecánicas de los equipos o maquinaria industrial. Consta de tres partes: entrada, lógica y salida [12].
Entrada: consisten en todos los dispositivos que proporcionan parámetros del operador humano y del sistema de información de los circuitos, algunos de los dispositivos de entrada más comunes son interruptores, pulsadores, finales de carrera [12].

Lógica: es aquella parte del circuito que actúa sobre la información recibida y envía órdenes a la sección de salida, los circuitos de esta sección se constituyen por relés, contactores, sensores, selectores [12].

Salida: consiste de los dispositivos que toman las señales de salida de la sección lógica que convierten estas señales en una forma útil, los dispositivos más comunes son: motores, válvulas, luces indicadoras [12].

2.2.3. Tipos de arranque

2.2.3.1. Principales modos de arranque en motores monofásicos

El motor monofásico es una máquina rotativa que convierte energía eléctrica en mecánica, este funciona a través de una fuente de potencia monofásica (fase y neutro), normalmente estos tipos de motores son de un tamaño pequeño y con poco par de arranque, no producen un campo magnético rotatorio por sí solos, estos recurren a un bobinado auxiliar para su arranque, cabe recalcar que estos motores también se encuentran fabricados en potencias desde 1/4 a 10 CV [13].

Posteriormente se detallan los tres tipos de arranque más comunes:

Arranque directo o de fase partida

En la mayoría de los circuitos en motores monofásicos se suele utilizar los mismos componentes de un motor trifásico. Los motores de fase partida tienen dos devanados desfasados a 90° entre sí, aparte que el devanado de trabajo tiene una

mayor reactancia y menor resistencia, a diferencia del devanado de arranque que tiene mayor resistencia y menor reactancia, con esto se llega a tener corrientes que circularan por ambos devanados [14].

Dado que su fase partida máxima es de más o menos 30° tal como en la figura 1, este tendrá un par de arranque muy pequeño y usualmente estas máquinas arrancan en desconexión. Estos tipos de motores para su funcionamiento son fabricados en potencias de 1/20 a 1/30 HP, este tipo de arranque son utilizados para accionar [15]:

- Ventiladores
- Sopladores
- Bombas pequeñas

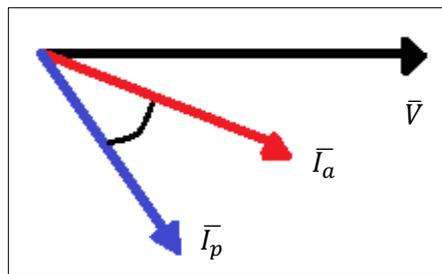


Figura 1: Diagrama fasorial de un motor de fase partida.

Arranque por capacitor

El motor de arranque con capacitor es equivalente al motor de fase partida, con la excepción que el devanado de arranque como el devanado de trabajo tiene casi el mismo número de vueltas, estos son los más fiables dado que son utilizados en diferentes áreas tomando en cuenta su diseño, por ejemplo, en cargas de baja inercia como en ventiladores, lavadoras, bombas, etc. Estos motores son encontrados en su mayoría con potencias desde 1/6 hasta 3/4 HP [11].

Este motor incluye una bobina de trabajo, un interruptor centrífugo, un capacitor y una bobina de arranque, tal como en la figura 2, las fases de los bobinados de trabajo y de arranque se conecta en serie el capacitor y otra de las terminales del bobinado de trabajo y de arranque van a neutro dando el giro del motor en sentido horario [11].

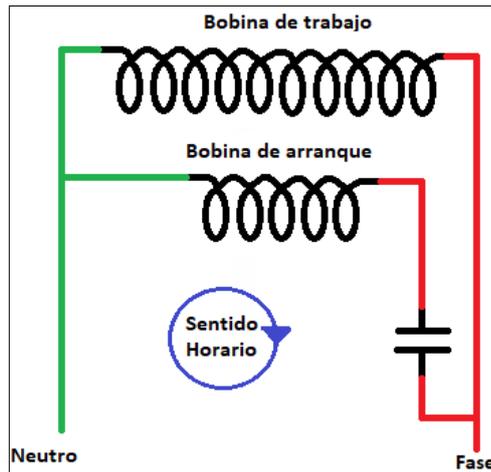


Figura 2: Motor Monofásico - Conexión de Bobinas con el condensador.

Los capacitores son de electrolíticos, muchos más pequeños y más económicos que los de papel, una de sus desventajas es que son utilizados durante un corto periodo de AC. Este capacitor ayuda a que la corriente del bobinado de arranque se adelante 90° con respecto al bobinado de trabajo, como se muestra en la figura 3, entonces durante el funcionamiento el bobinado de arranque con capacitor se calentará con escasez y a su vez este ayudará a que incremente el par de arranque tal como se muestra en su curva característica de la figura 3 [11].

Por consiguiente, como el par de arranque es elevado, este tipo de arranque es proporcional para accionar los siguientes equipos:

- Compresores pequeños
- Bombas de agua
- Mezcladoras de hormigón

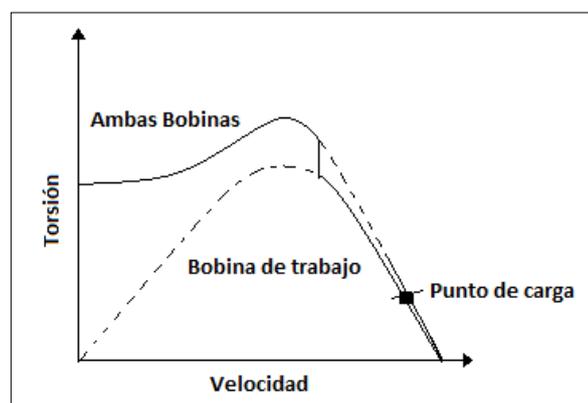


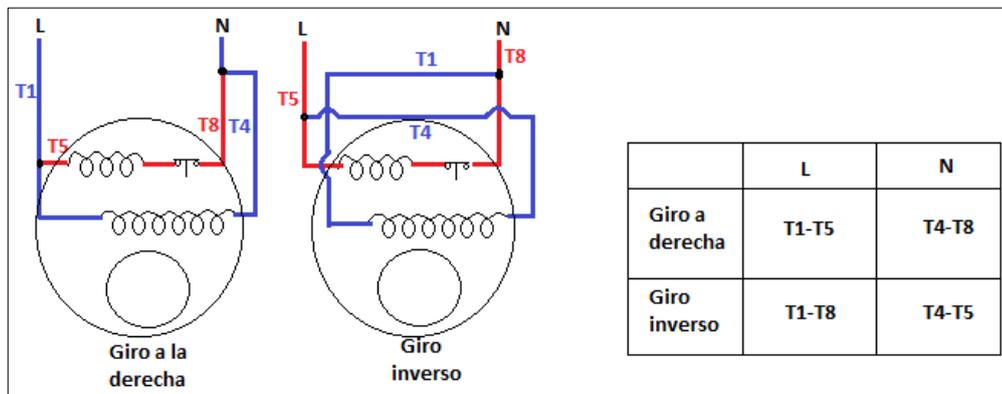
Figura 3: Curva Característica Torsión vs Velocidad [12].

Arranque directo con inversión de giro

En el caso de este tipo de arranque con inversión de giro, dada sus conexiones en las terminales de los devanados en el motor, estas se deben combinar para ejecutar el cambio de rotación. Es decir, para poder invertir el giro del motor, se debe intercambiar la alimentación de los devanados o bobinados tal como se muestra en la figura 4.

Cabe recalcar que existen motores para este tipo de arranque utilizados en procesos específicos como:

- Cortinas
- Cintas de transporte
- Portones
- Moto bombecedores, etc.



*Figura 4: Motor monofásico con inversión de giro.
Diagrama y conexión*

En la tabla 1 se muestra la comparativa técnica de los diferentes métodos de arranque del motor monofásico mostrando el funcionamiento, el desfase de corriente entre bobina, su par de arranque, aplicaciones, ventajas y desventajas.

Tabla 1: Comparación de los tipos de arranque en motores monofásicos.

	Arranque directo	Arranque con condensador	Arranque con inversión de giro
Funcionamiento	Posee un estator con dos bobinados (Principal y Auxiliar) para el arranque	Posee dos bobinados (Principal y Auxiliar), empleando un capacitor durante el arranque conectado en serie con el bobinado auxiliar.	En las terminales de los bobinados del motor se deben invertir para poder ejecutar el cambio de giro en el motor.
Desfase entre corriente de bobinas	20 a 30 grados	80 a 90 grados	+90 grados sentido horario, -90 sentido antihorario
Par de arranque	1.5 a 2 veces el par nominal (plena carga)	3.5 a 4 veces el par nominal (plena carga)	Su par de arranque es mayor a los dos tipos de arranque antes mencionados.
Aplicaciones	Refrigeración, taladradora, ventiladores, sierras eléctricas, etc.	Compresores, bombas de agua, sopladores, lavadoras industriales, pulidoras.	Bandas transportadoras, apertura y cierre de puertas.
Ventajas	Es utilizado en todo lugar como motores pequeños. Se encuentran en instalaciones industriales y en electrodomésticos.	Se diferencia por el condensador que se conecta en el bobinado auxiliar, dando el fácil arranque al motor. Tienen dos devanados en el estator. Aumenta la capacidad del par de arranque.	Permite al motor ejecutar una fuerza mecánica en ambos sentidos.
Desventajas	Solo posee una fase en el devanado del estator. No posee campo magnético rotacional.	La corriente que se produce en el bobinado principal o de trabajo atrasa el voltaje debido a la alta variación de inductancia en el bobinado.	Su arranque no se ejecuta de forma simultánea.

2.2.3.2. Principales modos de arranque en motores trifásicos

En los motores eléctricos trifásicos su puesta en marcha o tipo de arranque está ligado de manera directa a la carga que se vaya a conectar, el torque requerido y la potencia, así como de la red eléctrica a la cual se vaya a conectar. Cuando un motor es conectado a la instalación eléctrica, demanda una corriente de arranque o corriente de conexión "inrush current" la cual puede ser considerablemente elevada respecto a la corriente nominal de motor. Para mitigar y evitar desestabilizaciones dentro del sistema eléctrico se emplean métodos de arranque [16]. A continuación, se describen los más comunes.

Arranque Directo

Este método es el más común y simple, consiste en conectar el motor de manera directa a la red con dispositivos de protección, tal como se observa en la figura 5, se aplica a motores de baja potencia. Al momento de poner en marcha al motor este actúa como un transformador secundario que está en cortocircuito [17]. El arranque directo se ejecuta en conexión estrella o en conexión delta esto según el voltaje que se maneje y de las tensiones nominales del motor en cada tipo de conexión lo cual se indica en la placa característica de cada máquina.

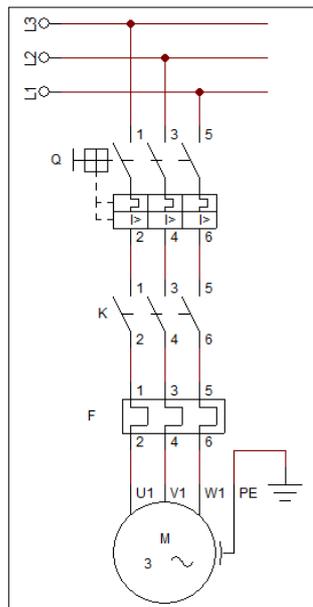


Figura 5: Conexión de arranque directo de un motor trifásico.

Circuito de Fuerza

Cuando el motor arranca se provoca un pico de corriente importante que puede ir de 5 a 8 veces la corriente nominal del motor, siguiendo un curso a medida que aumenta su velocidad [17] como se observa en la figura 6, lo cual puede provocar efectos negativos sobre la red al que se encuentre conectado, por ejemplo, caídas de tensión.

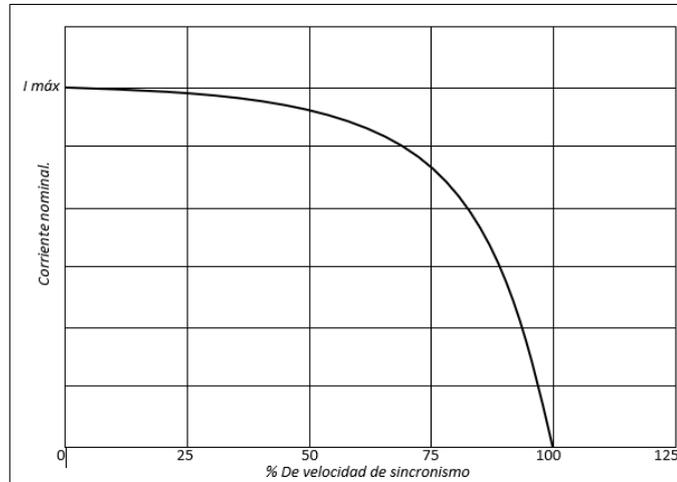


Figura 6: Curva corriente vs velocidad en un arranque directo.

A pesar de ser un tipo de arranque sencillo, tener un bajo costo de aplicación y un elevado par de arranque, se recomienda aplicarlo solo en los siguientes casos:

- En procesos que involucren motores de baja potencia en relación a la red eléctrica, con el fin de limitar las perturbaciones que provoca la corriente de arranque.
- En procesos donde no se requiera que la velocidad del motor varíe.
- Debe haber un par de arranque elevado.

Arranque a tensión reducida o estrella-triángulo

Consiste en poner en marcha al motor conectando sus devanados en configuración estrella a la red eléctrica, lo que significa que el voltaje se dividirá entre raíz de 3 de tal manera que el voltaje de fase que reciben las bobinas del motor es inferior en comparación al voltaje entre líneas, disminuyendo así la corriente de arranque [17]. Cuando se estabiliza la velocidad del motor llegando a un 75% u 80% de la velocidad del motor, las bobinas se acoplan en conexión delta o triángulo y funciona con sus características normales, el voltaje que reciben las bobinas es igual al voltaje

de línea entregado por la red [17]. En la figura 7 se muestra las conexiones del circuito de fuerza para un arranque estrella triángulo aplicado a un motor trifásico.

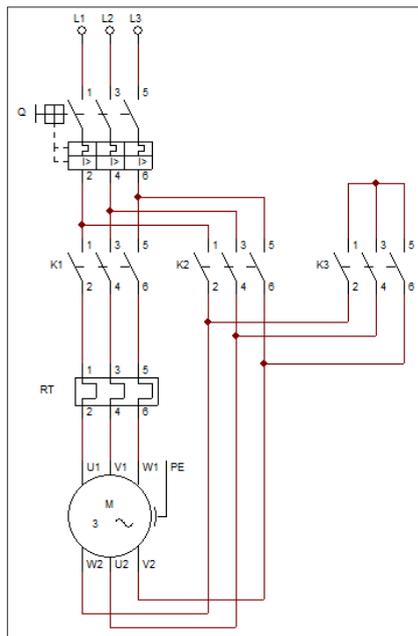


Figura 7: Conexión de un arranque estrella - triángulo.

Circuito de fuerza

Debido que al momento de arrancar el motor las bobinas reciben un menor voltaje, esto disminuirá su par de arranque, así como se muestra en la figura 8, por ende, este tipo de arranque es apropiado cuando la máquina tiene un par resistente débil o arranca en vacío.

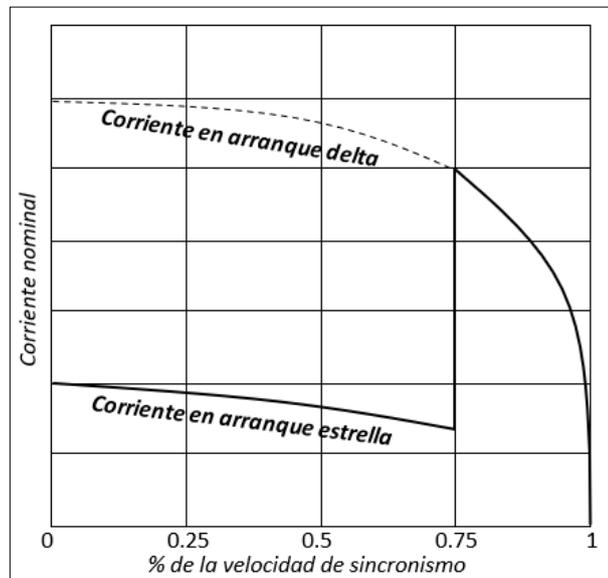


Figura 8: Curva corriente vs velocidad en un arranque estrella – delta.

Arranque electrónico (Soft Starter)

Mediante este tipo de arranque se proporciona al motor una tensión inicial que va aumentando hasta la tensión nominal, respecto al tiempo en forma de una rampa continua como muestra la figura 9, sin conmutaciones como los anteriores métodos de arranque, y consiguiendo atenuar los picos de corriente al momento de que la máquina arranca [18].

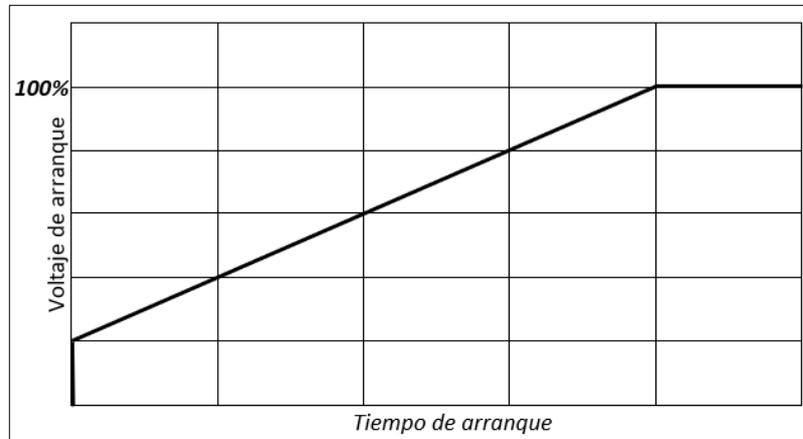


Figura 9: Rampa de voltaje vs tiempo.

Usando el método Soft Starter se atenúa la corriente de arranque en relación a un arranque directo, así también se reducen las caídas de tensión en la red eléctrica. El mayor beneficio que expone este método se presenta en la parte mecánica debido que al permitir ajustar el torque al mínimo necesario no existirá mayor estrés mecánico en las transmisiones, esfuerzos en ejes, correas que patinan, etc. lo que genera menores costos de mantenimiento [18].

Además, permiten realizar paradas controladas, lo cual es útil en procesos que conllevan bombas, eliminando así el golpe de ariete y sobrepresiones en cañerías.

Por lo tanto, este método es aplicable en mayores casos como:

- Turbomáquinas o bombas centrífugas
- Procesos donde se requiera un aumento progresivo del par en la máquina.
- Aplicaciones donde se requiera un aumento progresivo o reducción de la corriente.

El equipo se conecta en serie con la alimentación hacia el motor eléctrico, tal como se indica en la figura 10.

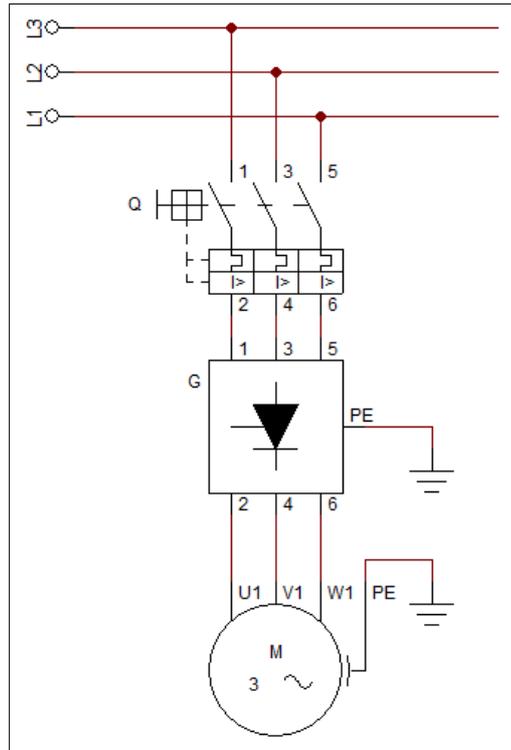


Figura 10: Conexión del arrancador suave en serie con la red eléctrica.

Arranque por variador de frecuencia

Tienen la capacidad de variar la frecuencia de la tensión que se aplica al motor, además de contar con funciones que limitan la corriente y evitar los picos de corriente dentro del sistema eléctrico. Cuando se pone en marcha al motor, el variador incrementa la frecuencia de 0 hasta la frecuencia de trabajo de la red, 60 Hz en nuestro país. Si se analiza cada frecuencia instantánea que el variador entrega al motor, esta gira a la velocidad nominal que corresponde a dicha frecuencia, lo que significa que el par del motor estará disponible aun con el motor en reposo y arrancará a corriente nominal [18]. En la figura 11 se muestra la conexión del variador de frecuencia y el motor conectado en serie a la red eléctrica.

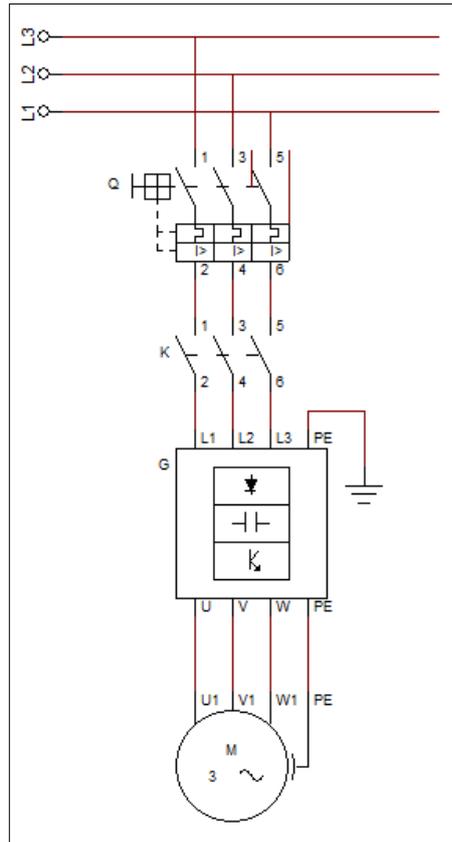


Figura 11: Conexión del variador de frecuencia al motor.

El variador genera una señal senoidal a partir de una señal continua la cual se obtiene mediante un proceso de rectificación mediante dispositivos SCR, por ende, se incorporan armónicos a la red eléctrica y se debe añadir filtros para mitigar estos problemas [18]. Este tipo de arranque se aplica cuando en procesos donde se necesita arrancar la máquina de manera suave y controlando la velocidad, por ejemplo, bandas transportadoras.

En la tabla 2 se muestra la comparativa técnica de los diferentes métodos de arranque del motor trifásico indicando la corriente de arranque, tiempo medio de arranque, caída de tensión, aplicaciones, ventajas y desventajas.

Tabla 2: Comparación de los tipos de arranque en motores trifásicos.

	Arranque directo	Arranque estrella – delta	Arranque por variador de frecuencia	Arranque suave o soft stater
Corriente de arranque	5 a 8 In	3 In	In	2 a 5 In
Tiempo medio de arranque	2 a 3 s	2 a 7 s	Ajustable, dependiendo del proceso	Ajustable, dependiendo del proceso
Aplicaciones industriales	Máquinas pequeñas, y donde se requiera un elevado par de arranque	Compresores para grupos de climatización, o máquinas que arranquen en vacío o con un bajo par de arranque	Bandas transportadoras, en extrusoras para controlar la velocidad del tornillo, en bombas de extracción para adecuar la velocidad de acuerdo a las necesidades.	Bombas y ventiladores centrífugos para el control del caudal, laminadoras, en elevadores para obtener una parada y un arranque suave
Caída de tensión	Alta	Alta al momento de realizar la conmutación	Baja	Baja
Ventajas	Económico, mayor torque y velocidad inicial	Corriente inicial de 1/3 menor	Arranca a corriente nominal	Disminuye el estrés mecánico en la máquina
Desventajas	Mayor estrés mecánico en la máquina	Arranca con un torque débil.	Derivación de ruidos a la red eléctrica, podrían afectar a equipos electrónicos cercanos.	Par reducido en el arranque

2.2.4. Controlador lógico programable

Es aquel que realiza funciones lógicas, combinacionales y secuenciales, mediante la programación adecuada introducida a través de las teclas que dispone el equipo en su frontal o con la ayuda de un computador personal (PC). Se clasifican en dos partes: controlador lógico con funciones lógicas definidas en el equipo y controlador lógico con diagramas de contacto [19].

Los controladores se utilizan como elementos básicos y de control, para realizar automatizaciones de una complejidad media en: Domótica, máquinas y equipos industriales, invernaderos industriales. Una de sus ventajas que ofrece es su economía, tiene una complejidad sencilla, disponen de salida a un relé con gran capacidad de corte, el mantenimiento es nulo, etc. [19].

El controlador lógico está conformado por, figura 12:

- Fuente de alimentación
- Unidad de operación y visualización
- Entradas y salidas
- CPU
- Interfaz para la conexión a PC y módulos de programa

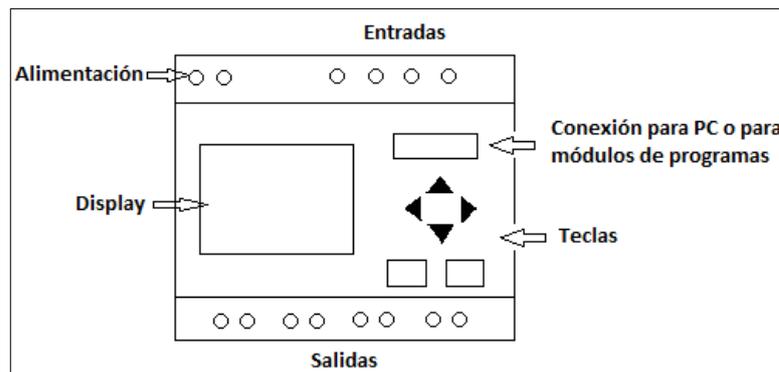


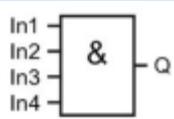
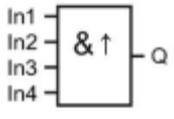
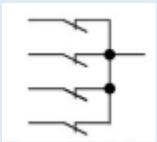
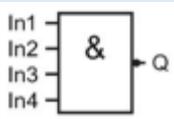
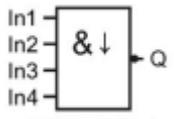
Figura 12: Controlador Lógico Programable.

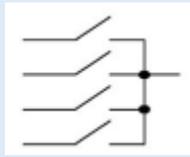
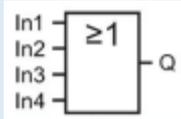
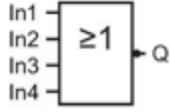
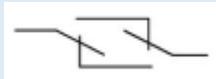
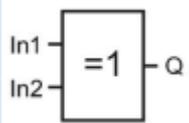
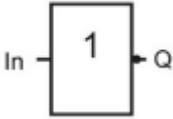
2.2.5. Lenguaje de programación FUP

La programación en lenguaje FUP (Diagrama de funciones) es un lenguaje gráfico que usa los símbolos de la álgebra booleana para mostrar la lógica de programación. Se puede emplear funciones más complejas usando cuadros lógicos como funciones matemáticas [20].

Es un lenguaje apropiado en aplicaciones donde existen datos o flujos de información entre los componentes de control, las ventajas que presenta la programación en FUP es la visualización de las lógicas empleadas en bloques diferentes y si existe una gran cantidad de lógica booleana, la programación se torna sencilla debido a que el segmento entero se visualiza de manera más clara [20]. A continuación, se detallará en la tabla 3, la lista de funciones básicas de elementos comunes del algebra booleana.

Tabla 3: Funciones básicas del lenguaje FUP [21]

Visualización en el esquema de conexiones	Visualización en LOGO!	Función
 <p>Conexión en serie con contacto NA</p>	 <p>AND</p>	La salida de la función AND solo será 1 cuando todas las entradas sean 1, es decir, si están cerrados todos los contactos.
	 <p>AND con evaluación de flancos.</p>	La salida de la función AND activada por flancos solo es 1 si todas las entradas son 1 y por lo menos una de ellas tenía el estado "low" en el ciclo anterior.
 <p>Conexión en paralelo con contactos NC</p>	 <p>NAND (AND negada)</p>	La salida de la función NAND solo es 0 si todas las entradas tienen el estado 1, es decir, si los contactos están cerrados.
	 <p>NAND con evaluación de flancos.</p>	La salida de la función NAND activada por flancos solo adopta el estado 1 si por lo menos una entrada tiene el estado 0 y, en el ciclo anterior todas las entradas tenían el estado 1.

 <p>Conexión en paralelo con contactos NA</p>	 <p>OR</p>	<p>La salida de la función OR solo es 1 si por lo menos en una entrada tiene el estado 1, es decir, si por lo menos uno de los contactos está cerrado.</p>
 <p>Conexión en serie con contactos NC</p>	 <p>NOR (OR negada)</p>	<p>La salida de la función NOR solo es 1 si todas las entradas tienen el estado 0, es decir, si están desactivadas. La salida de NOR se pone a 0 tan pronto como se activa una de las entradas (estado lógico 1).</p>
 <p>Contacto inversor doble</p>	 <p>XOR (OR exclusiva)</p>	<p>La salida de la función XOR solo es 1 si las entradas tienen diferentes estados.</p>
 <p>Contacto NC</p>	 <p>NOT (negación, inversor)</p>	<p>La salida de la función NOT solo es 1 si la entrada es 0. El bloque NOT invierte el estado de la entrada.</p>

2.2.6. Factor de potencia

El factor de potencia (FP) es la relación existente entre la potencia útil de un sistema o potencia activa medida en Kilovatios (KW) y la potencia total que es la suma entre la potencia activa y reactiva medida en kilovoltios amperios (KVA), tal como se muestra en la figura 13, el valor para el factor de potencia puede cambiar entre el 1% y el 100%, donde el 100% indica un sistema que entrega toda su capacidad como potencia activa, mientras que un valor de 0% denota que toda la potencia es suministrada como potencia reactiva.

La empresa encargada de distribuir el servicio eléctrico suministra la potencia en KVA o potencia aparente, debido a que el cliente logra trabajar de manera útil desde la parte de la potencia en KW o potencia activa, es aconsejable que en un sistema eléctrico el factor de potencia sea alto o lo más próximo a la unidad [22].

- **Potencia Activa**

Es la potencia que aprovecha de manera útil el consumidor final, su unidad es el vatio W y su símbolo es P [23].

- **Potencia Reactiva**

Es la potencia usada por equipos como motores, transformadores, unidades de soldadura y que agregan una carga adicional a los generadores, líneas de transmisión, transformadores y cables. Esta puede generar pérdidas de energía a través de disipación de calor. Su unidad es Volt - Amper - reactivo (VAR) y su símbolo Q [22].

- **Potencia Aparente**

Es la potencia entregada por el sistema eléctrico, y se obtiene a partir de la suma geométrica entre la potencia activa y reactiva. Su unidad es Volt - Amper y su símbolo S [23].

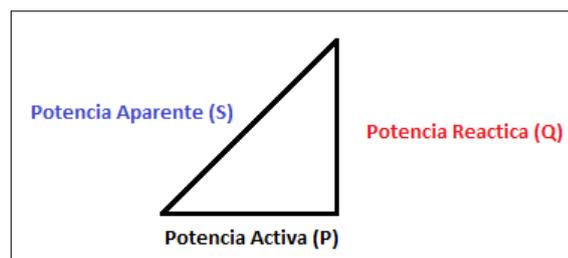


Figura 13: Triangulo de Potencia.

2.2.6.1. Corrección del factor de potencia

El proceso de corregir el factor de potencia se basa en suministrar a la red eléctrica con la energía reactiva que esta esté demandando mediante un elemento externo a ella [23]. Para lo cual se toma dos posibles soluciones, una es mediante la utilización de capacitores y otra es la aplicación motores síncronos funcionando en vacío.

Como se observa en la figura 13, entre más grande sea la potencia reactiva Q, el ángulo aumentara, lo que ocasiona un bajo factor de potencia, las consecuencias que esto origina en un sistema eléctrico industrial pueden verse evidenciadas en un

alto consumo de corrientes reactivas lo que ocasionaría pérdidas excesivas y sobrecargas en los equipos eléctricos, líneas de distribución y transmisión. Además de afectar el factor económico de la empresa debido a las penalizaciones mensuales que pondría la compañía distribuidora de energía por causa de un bajo factor de potencia. [24].

Al corregir el factor de potencia la corriente requerida por el sistema en general reducirá, la tensión en la línea mejorará de manera especial cuando el sistema esté operando a su capacidad máxima y las pérdidas en las líneas de transmisión reducirían de manera proporcional a la corriente, debido que ambas están relacionadas directamente. Los motores aumentarían su eficiencia al trabajar con un factor de potencia lo más cercano posible a la unidad [22].

2.2.7. Puesta a tierra

Se le denomina así a la conexión entre los equipos y elementos de una instalación a un electrodo enterrado a la tierra a una determinada profundidad, el fin de la puesta a tierra es equiparar el potencial eléctrico de los elementos conectados al electrodo con el terreno, este actúa como conductor ante una fuga de corriente producida por algún fallo en el sistema eléctrico, por ende, el electrodo debe tener una baja resistencia eléctrica de esta manera la fuga de corriente se irá por la varilla aterrizada y no afectará la integridad de las personas que puedan estar en contacto con alguna parte metálica o equipo [25].

2.3. NORMAS DE APLICACIÓN

Norma ecuatoriana de construcción (NEC), capítulo 15 – Instalaciones electromecánicas.

En el apartado de especificaciones de construcción de tableros se describen ciertos aspectos a considerar para el diseño y construcción de los mismos, los cuales serán tomados en cuenta para la elaboración del proyecto.

- El material usado para la construcción de la estructura de los tableros deben ser resistentes al fuego, a la corrosión o debidamente protegidos contra ellas.
- Los gabinetes metálicos podrán ser contruidos por láminas de acero, la cual brindará mayor rigidez a la estructura.

- La plancha de acero deberá cumplir con los espesores mínimos, indicados en la tabla 4 mostrada a continuación:

Tabla 4: Espesor mínimo de la plancha de acero para tableros.

Superficie (m^2)	Espesor de la plancha (mm)
0.25	1.2
0.75	1.5
1	1.8
Sobre 1	2.0

- Las diferentes derivaciones eléctricas dentro del tablero deberán realizarse a partir de la barra de distribución, no es recomendable realizar conexiones de dispositivo a dispositivo.

Normas IEC 61439

Indica varias pautas para tableros eléctricos, tomando en cuenta las características técnicas de cada uno de ellos para su uso y construcción de los mismos.

Para la conexión del conductor de puesta a tierra se debe considerar:

- El conductor debe estar conectado al chasis o la estructura principal que conforma el tablero, y disponer de una borna para la conexión del conductor
- Los dispositivos o equipo fijados en partes conductoras deben estar conectados de manera directa al conductor de tierra, si disponen de un borne para esta finalidad.

2.4. MARCO TEÓRICO

La utilización de un tablero para el manejo de motores monofásicos y trifásicos es una manera muy práctica para poder entender y visualizar el comportamiento de estas máquinas en sus diferentes puestas en marcha que se puedan emplear sobre ellas. A continuación, se muestra proyectos de titulación relacionados con la presente propuesta, con el objetivo de mostrar la información proporcionada para la realización de la propuesta tecnológica.

En el año 2015 en la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, Cárdenas y Villacís, realizaron el “Diseño e implementación de un módulo para prácticas de laboratorio con aplicaciones de arranque e inversión de giro de motores”. Describe un diseño e implementación de un tablero enfocado al control automático y manual

de motores trifásicos basado en controles industriales, el objetivo fue crear un prototipo de tablero móvil el cual brinde las posibilidades de elegir prácticas mediante láminas las cuales contenían los diferentes elementos electromecánicos tales como un PLC logo, contactores, reles, temporizadores así como también elementos de mando como pulsadores, interruptores, y componentes de fuerza como lo es un variador de frecuencia

Los resultados fueron favorables debido a la rapidez en que se arman los circuitos y que los alumnos aplican su parte investigativa para desarrollar más prácticas siendo así una herramienta importante para el aprendizaje y el entendimiento del tema que se esté tratando [26].

De forma parecida se evidencia en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, el alumno de la carrera de Ingeniería Eléctrico Mecánico, Vallas A. Realizó el “Estudio, diseño y creación de un banco de pruebas de arranque de motores trifásicos con PLC para el laboratorio de máquinas eléctricas”.

Se realizó la investigación respecto a la utilización del PLC S7 – 1200 y así agregarlo e implementarlo en el laboratorio de máquinas eléctricas. Tras la realización del proyecto se pudo observar un avance educativo para la comunidad universitaria de la facultad, se contó con pre - guías para la implementación de cada práctica. Los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios debido al fácil entendimiento que presentó el banco de pruebas, esto permitió enriquecer los conocimientos relacionados a automatización industrial y a los componentes que forman parte del banco de pruebas [27].

Zapata M. Luis, de la Universidad Católica de Santa María en Arequipa – Perú, desarrolló el trabajo de titulación “Diseño e implementación de un módulo didáctico para el arranque electrónico de motores eléctricos de inducción por controlador lógico programable (PLC)” trabajo publicado en el año 2019. Tiene la finalidad de dar a conocer el comportamiento de los controladores lógicos y su aplicación en diferentes procesos, además de demostrar funcionalidades como arranque electrónico y control de motores trifásicos mediante la programación básica del PLC y un variador de frecuencia. El módulo fabricado cuenta con un analizador de redes para obtener los diferentes parámetros eléctricos y de esta manera realizar la comparación de estos al momento de realizar diferentes tipos de

arranque, tales como arranque directo, arranque estrella - delta y arranque electrónico. La contribución del proyecto aporato a la actualización de nuevas tecnologías usadas en el entorno industrial el mismo al que los alumnos se verán involucrados y a beneficiar el medio ambiente, esto mediante la eficiencia energética de los equipos usados [28]

CAPITULO III

3.1. COMPONENTES DE LA PROPUESTA

3.1.1. COMPONENTES FÍSICOS

3.1.1.1. Elementos de protección

Son equipos diseñados para la protección tanto de equipos como de personas, estos deben aislar la sección donde se produzca la falla eléctrica con el fin de que el sistema eléctrico se perturbe lo menos posible, reduciendo el peligro y deterioro de los equipos. Las características de los dispositivos de protección usados en la implementación del proyecto se detallan a continuación:

Interruptores termomagnéticos

Es un dispositivo de protección contra sobre corrientes de tipo térmico y contra cortocircuitos, internamente cuenta con un resorte el cual actúa cuando por el dispositivo circula una corriente mayor a la que fue diseñado y de esta manera desconecta la energía suministrada a alguna carga, ver figura 14 [17].

A continuación, se mostrarán las características técnicas de los interruptores termomagnéticos marca CGC, ver la tabla 5.

Tabla 5: Características técnicas del interruptor termomagnético.

Características Técnicas				
Interruptores termomagnéticos	Distribución 110 V (a)	Distribución general (b)	Termomagnético Q3 (c)	Termomagnético para el VDF
Marca	CGC	CGC DZ47-63	CGC	CGC DZ47-63
Voltaje	240/415 V	240/415 V	240/415 V	240/415 V
Corriente	10 A	20 A	6 A	10 A
Corriente máxima de circuito	6000 A	6000 A	6000 A	6000 A
Frecuencia asignada	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Norma	IEC/EN 60898-1	IEC 60898-1	IEC/EN 60898-1	IEC/EN 60898-1



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 14: (a) Interruptor de distribución 110 V, (b) Interruptor de distribución general, (c) Termomagnético Q3, (d) Termomagnético del VDF.

Guardamotor

Este dispositivo posee características similares a los interruptores termomagnéticos, de la misma forma otorga protección contra sobre cargas, fallos de fase y cortocircuitos, pero su uso se ve en la protección de motores eléctricos. Cuenta con características especiales tales como curvas de disparo típicas en motores.

Aseguran una reacción casi inmediata ante una falla en el motor debido que desconecta la máquina de la red eléctrica en milésimas de segundos.

Seguidamente para la realización del proyecto se usará un guardamotor de marca CGC modelo GV2ME08C (Figura 15), los detalles de este equipo se muestran en la tabla 6 a continuación.

Tabla 6: Características del Guardamotor.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	GV2ME08C
Voltaje	120 VAC
Rango de corriente	2.5 - 4 A
Corriente de corte	100 kA
Número de polos	3
Frecuencia asignada	50/60 Hz
Norma	IEC 60947.2 – 60947.4.1



Figura 15: Guardamotor CGC - GV2ME08C.

Fuente: Los Autores

Relé térmico

Es un dispositivo de protección que se acciona a sobre corrientes ocasionadas por sobrecarga, se usa para la protección de motores eléctricos y se ajustan para que no dispare con la corriente de arranque de un motor. Para ajustar esta corriente se considera la potencia del motor, el factor de potencia y factor de servicio o nivel de

sobrecarga que soporta la máquina. Su funcionamiento se basa en la unión de dos metales con diferente conductividad térmica, siendo uno más sensible que el otro. Cuando existe una corriente mayor a la nominal del motor la lámina no puede disipar el calor generado por esta corriente y los metales se dilatan de manera desigual y curvarse hasta entrar en contacto con un elemento que corresponde al circuito de maniobra del relé lo que ocasiona que se cierren o abran los contactos auxiliares [17].

A continuación, se mostrarán las características técnicas del relé térmico (tabla 7) marca CGC modelo LR2-D1308, ver figura 16.

Tabla 7: Características técnica del relé térmico.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	LR2-D1308
Número de polos	3
Voltaje máximo	600 VAC/50-60 Hz
Rango de corriente	2.5 - 4 A
Bloque de contacto	NA,NC
Norma	IEC 60947



Figura 16: Relé térmico CGC - LR2-D1308.

Fuente: Los Autores

3.1.1.2. Elementos de control y señalización

Los equipos y componentes de control cumplen con la función de permitirnos maniobrar el circuito, ya sea abriendo o cerrándolo de manera manual o realizando alguna configuración para accionarlos mediante una condición para permitir o no el paso de corriente hacia los elementos de fuerza. Entre los elementos de control y señalización dentro de la presente propuesta se tienen los siguientes.

Selector de tres posiciones

Son componentes de accionamiento manual, su estructura de funcionamiento a diferencia de los pulsadores, este dispositivo cuando lo accionamos mantiene una sola posición hasta que se vuelva a actuar sobre ello, es decir, cambiemos manualmente a su posición principal [29].

Su simbología es clara y dada su configuración el circuito abre y cierra otro simultáneamente.

Posteriormente, se mostrarán las características técnicas del selector de 3 posiciones (tabla 8) marca CGC modelo ZB2-BE102C (Figura 17), a utilizarse para la implementación del tablero eléctrico.

Tabla 8: Características técnicas del Selector 3 posiciones.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	ZB2-BE102C
Posición	3
Bloque de contacto	NO, NC
Norma	IEC 60947-5-1



Figura 17: Selector 3 posiciones CGC - ZB2-BE102C.

Fuente: Los Autores

Pulsador

Son elementos de control accionados de manera manual, como el nombre lo indica, se activan pulsándolo, su estructura de funcionamiento no contiene enclavamientos, por lo que al accionar el pulsador este volverá a su posición inicial después de dejar de pulsar. Dichos pulsadores mantienen un código de aplicación como: el rojo es de emergencia, el verde es de marcha o normal y el amarillo es de averías o fallas [29].

Existen dos posibles configuraciones, dado que su simbología es clara:

NA: Normalmente abierto. – el circuito está abierto en estado de reposo del pulsador y los números de la unidad a su derecha indican que el pulsador es NA o NC, en este caso el NA es 1 y 2 [29].

NC: Normalmente cerrado. – el circuito está cerrado en estado de reposo del pulsador y los números de la unidad a su derecha indican que el pulsador es NA o NC, en este caso el NC es 3 y 4 [29].

A continuación, se detallarán en la tabla 9 las características técnicas de los pulsadores NO, NC marca CGC ZB2-BE102 utilizar en el proyecto (ver figura 18).

Tabla 9: Características técnicas de los pulsadores.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	ZB2-BE102
Bloque de contacto	NO, NC
Norma	IEC 60947-5-1



Figura 18: Pulsadores CGC - ZB2-BE102.

Fuente: Los Autores

Relés

Un relé es un interruptor utilizado en dispositivos que cumplen varias funciones tales como para protección en sobre tensión y corriente, también regula la temperatura, tiempo, etc. Su función se asemeja a los contactores, pero estos llegan a controlar corrientes menores y conservan un mayor número de contactos, posee una bobina que al ser excitada produce un campo magnético ocasionando un movimiento mecánico para hacer abrir o cerrar contactos los cuales ya están determinados en el circuito eléctrico [29].

Posteriormente, se mostrarán (ver tabla 10) las características técnicas del relé marca CGC modelo MK2P-I (Figura 19), a utilizarse para la implementación del tablero eléctrico.

Tabla 10: Características técnicas del relé.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	MK2P-I
Voltaje de bobina	110 V AC
Capacidad de contacto	250 VAC/28 VDC 250 VAC/7A
Número de pines	8 pines
Corriente	10 A (N.O) 5 A (N.C)
FP	0.4



Figura 19: Relé CGC - MK2P-I.

Fuente: Los Autores

Temporizador

El temporizador es un elemento que nos permite controlar tiempos y a su vez ejecutar en el circuito acciones de entrar, salir, contabilizar, etc. [30].

Existen diferentes tipos de temporizadores, en este caso se usará el temporizador a la conexión, el cual nos permite ver cuando el aparato temporizado entra después de cierto tiempo de haberse conectado en el relé temporizador [30].

Posteriormente, se mostrarán (ver tabla 11) las características técnicas del temporizador marcan CGC modelo AH3-AB-A (Figura 20), a utilizarse para la implementación del tablero eléctrico.

Tabla 11: Características técnicas del Temporizador.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	AH3-AB-A
Voltaje	AC 120-240 V
Tiempo	1s/10s/1m/10m
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente	10 A



Figura 20: Temporizador CGC - AH3-AB-A.

Fuente: Los Autores

PLC Logo Siemens

Es un equipo de la marca Siemens considerado como un módulo lógico universal o módulo lógico inteligente, este dispositivo es usado para proyectos de automatización con aplicaciones domésticas y de ingeniería como en tableros de distribución, sistemas de control, climatización, bombas, etc. El objetivo de su creación fue sustituir la antigua lógica de control conformada por bobinas de contactores y relés. En su interior cuenta con un registro de funciones para ser implementadas en numerosas soluciones de proyectos automatizados básicos o especiales PLC Logo [31].

El Logo soporta varias integraciones mencionadas a continuación:

- Un determinado número de entradas y salidas
- Fuente de alimentación
- Temporizadores
- Adaptación de módulos de ampliación
- Unidad de operación y visualización

A continuación, en la tabla 12 se detallan las características técnicas del PLC Logo V8.3, indicada en la figura 21.

Tabla 12: Características técnicas del PLC Logo V8.3.

Características Técnicas	
Marca	Siemens
Modelo	6ED1052-1FB08-0BA1
Voltaje	115-240 AC/DC
Corriente	Carga resistiva 10 A Carga inductiva 3 A
Entradas digitales	8
Salidas digitales	4 tipo relé



Figura 21: PLC Logo Siemens V8.3.

Fuente: Los Autores

Luz piloto

Es uno de los elementos primordiales que se agrega a los circuitos eléctricos, dado que indica y permite al usuario visualizar el funcionamiento del sistema. Las luces pilotos mantienen un código de aplicación como: el rojo es de emergencia, el verde es de marcha y el amarillo es de averías o fallas en el sistema [32].

A continuación, se detallarán varias de sus características técnicas de las luces piloto (ver tabla 13) marca CGC modelo AD16-22Ds (Figura 22), a utilizar en el proyecto.

Tabla 13: Características técnicas de luces piloto.

Características Técnicas	
Marca	CGC
Modelo	AD16-22Ds
Voltaje	AC DC 110 V
Corriente	$\leq 18 \text{ mA}$
Funciones	Elemento visual utilizado para la iluminación de controles automáticos.
Norma	ISO 9001 IEC 947-5-1



Figura 22: Luces piloto CGC - AD16-22Ds.

Fuente: Los Autores

Medidor de parámetros DM-96-5M

Para la visualización de los parámetros eléctricos se instala en el tablero un medidor de parámetros, este equipo permite obtener la medición de la tensión y corriente que circula por los conductores. Mediante la obtención de estos parámetros se logra tener los valores del factor de potencia y potencia.

Para la realización de la presente propuesta se usa un Medidor de panel digital marca Camsco *DM-96-5M* (Figura23), los detalles de este equipo se muestran a continuación en la tabla 14.

Tabla 14: Características técnicas del medidor de parámetros.

Características Técnicas	
Marca	Camsco
Modelo	DM-96-5M
Dimensiones	96 mm x 96 mm x 81 mm
Precisión	$\pm 5\% \pm 2 \text{ Digitos}$
Voltaje	AC 110 / 220 v 50 / 60 Hz
Funciones	Voltímetro, amperímetro, Vatímetro, medidor de factor de potencia, frecuencímetro.
Rango de medición de voltaje	50 Vac / 600 Vac
Rango de medición de corriente	Medición directa de corriente hasta 5 A

Nota: Para corrientes superiores a 5 A, se debe utilizar transformadores de corriente.



Figura 23: Medidor de parámetros Camisco DM-96-5M.

Fuente: Los Autores

3.1.1.3. Elementos de fuerza

Son los elementos encargados de recibir una potencia superior a la de los elementos de control suministrando energía a los componentes de recepción como motores.

Contactador

Se trata de un interruptor el cual se activa por la acción de su bobina la cual se alimenta a un voltaje de bajo valor o también llamado voltaje de control, este es independiente al voltaje al que trabaja la carga conectada. Al aplicar el voltaje de control hacia la bobina, circula una corriente la cual genera un campo electro magnético y hace que los contactos se cierren. Estos dispositivos constan de dos tipos de contactos, auxiliares y de fuerza [29].

Posteriormente, se mostrarán las características técnicas del contactor (ver tabla 15) marca CHINT modelo NC1-0910 (Figura 24).

Tabla 15: Características técnicas del contactor.

Características Técnicas	
Marca	CHINT
Modelo	NC1-0910
Número de polos	3
Voltaje Bobina	110 V AC/60 Hz
Corriente	9 A
Norma	IEC 60947-4-1



Figura 24: Contactor CHINT - NC1-0910.

Fuente: Los Autores

Variador de frecuencia

Es un dispositivo diseñado para el control de velocidad en motores de inducción sin que afecte las características nominales del motor. Este se divide en diferentes etapas como la de conversión, bus de corriente continua, etapa inversora y salida.

El variador Sinamics G110 es el variador más pequeño y compacto dentro de la gama de Siemens con una funcionalidad base para la ejecución de diferentes aplicaciones en el sector industrial. Para la ejecución del proyecto este variador tiene las prestaciones necesarias para el control del motor que se usará.

En la tabla 16 se detallan las características técnicas del variador de frecuencia, marca Siemens modelo Sinamics G110 (ver la figura 21).

Tabla 16: Características técnicas del variador de frecuencia.

Características Técnicas	
Marca	Siemens
Modelo	Sinamics G110
Voltaje de alimentación	1AC 220 v – 240 v
Corriente de entrada	10 A
Voltaje de salida	3AC 0 - 230v
Corriente de salida	3.9 A
Rango de frecuencia	0 – 650 Hz
Potencia	0.75 kW



Figura 25: Variador de frecuencia Siemens.

Fuente: Los Autores

Arrancador suave

Es un dispositivo electrónico compuesto por SRC, donde se puede controlar el voltaje del motor de manera que este incremente durante su puesta en marcha,

logrando reducir la corriente de arranque en la máquina, es decir el motor tendrá un arranque gradualmente, reduciendo los esfuerzos mecánicos y eléctricos [33].

Una de sus limitaciones de este dispositivo es en aplicaciones de accionamiento que demandan de un par elevado máximo en el motor, por eso el arrancador suave es más útil en motores que arranquen de forma más fácil como por ejemplo motores de bombas, ventiladores, ascensores, etc. [33].

Posteriormente, se detallarán varias de sus características técnicas del arrancador suave (ver tabla 17) marca Allen-Bradley modelo 150 – C3NBD a utilizar en el proyecto, tal como se muestra en la figura 26.

Tabla 17: Características técnicas del arrancador suave.

Características Técnicas	
Marca	Allen-Bradley
Modelo	150 – C3NBD
Voltaje de línea	200 - 480 V
Voltaje de control	100 – 240 V
Corriente	5.2 A (delta) 3.0 A (3 cable)
Rango de frecuencia	50/60 Hz
Norma	IEC/EN 60947-4-2



Figura 26: Arrancador suave.

Fuente: Los Autores

Motor monofásico

El motor monofásico a utilizarse es de la marca Schneider modelo 963901 tiene las siguientes características (ver tabla 18, figura 27):

Tabla 18: Características del motor monofásico.

Características Técnicas	
Marca	Schneider
Voltaje	110 v / 220 v
Corriente	8.1 A / 4.1 A
Rango de frecuencia	50/60 Hz
Potencia	½ HP



Figura 27: Motor monofásico Schneider ½ HP.

Fuente: Los Autores

Motor trifásico.

El motor trifásico a utilizarse es de la marca Siemens modelo 0CV1083B teniendo las siguientes características (ver tabla 19, figura 28):

Tabla 19: Características del motor trifásico.

Características Técnicas	
Marca	Siemens
Modelo	0CV1083B
Voltaje de alimentación	220/380 DD/YY
Corriente	3.30 A / 1.91 A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	1 HP
Norma	IEC60034



Figura 28: Motor trifásico Siemens 1HP.

Fuente: Los Autores

3.1.2. COMPONENTES LÓGICOS

3.1.2.1. Logo Soft Confort V8.3

Logo Soft Confort facilita 2 tipos de lenguaje de programación sencillos y fácil de usar:

- Diagrama escalera (LAD)
- Diagrama de bloques de funciones (FBD)

En este caso se utilizó el simulador Logo Soft Confort V8.3 con un lenguaje de programación FBD dado que su estructura es fácil de manejar y entender [34].

3.1.2.2. Cade Simu

CADe-Simu es un programa de simulación de esquemas eléctricos de uso sencillo, en donde podemos encontrar equipos eléctricos de control o protección, a su vez tiene la disponibilidad de motores AC y DC, dentro de los dispositivos se pueden encontrar arrancadores y variadores de velocidad, este programa tiene como finalidad basarse en la enseñanza de prácticas reales de circuitos eléctricos que se quieren poner en práctica.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el simulador CADe SIMU el cual demuestra el funcionamiento del circuito de fuerza y mando de modo local [35].

3.1.2.3. EPLAN Electric

EPLAN es una herramienta típica de CAE. Es decir, es una base de datos que contiene todos los elementos físicos de un proyecto, tales como: contactores, relés, terminales, cables, etc. Además, la base de datos contiene los enlaces funcionales y eléctricos entre los elementos de diseño antes mencionados. El editor gráfico es sólo una herramienta, una interfaz a través de la cual se accede a la base de datos [36].

3.1.2.4. Autodesk Inventor

Es un software especializado en la creación de piezas mecánicas, planos de despiece y de conjunto además de ofrecer la opción de simular movimientos, montaje y desmontaje de los mismos. Mediante Autodesk Inventor se puede realizar un análisis de fuerza en la estructura diseñada con el fin de obtener el coeficiente de seguridad y algunos parámetros del diseño creado donde se puede determinar los puntos débiles y de posibles fracturas en la estructura, con ello se puede realizar las respectivas correcciones y obtener un diseño más óptimo para la aplicación que se requiera [37].

3.2. DISEÑO DE LA PROPUESTA

En esta sección se detalla el proceso de diseño y fabricación del tablero eléctrico de pruebas para la evaluación de parámetros en arranque de motores monofásicos y trifásicos para procesos industriales, como también la distribución de los equipos y su conexión eléctrica dentro del tablero, tomando en cuenta el respectivo dimensionamiento de las protecciones a utilizarse, ver Anexo 1.

3.2.1. Diseño de la estructura base de la mesa y del tablero

Para la construcción de la estructura base del tablero eléctrico se utilizó tubo cuadrado de hierro negro de 1 pulgada x 2mm de espesor, se colocó unas ruedas con frenos para mayor estabilidad y movilidad de la estructura tal como se muestra en la figura 33. Para la estructura del tablero se ubicó tubo cuadrado de hierro negro de $\frac{3}{4}$ pulgadas x 1.5mm, a su vez se implementó una plancha galvanizada ajustada al tablero, ver la figura 34.



Figura 29: Estructura base del tablero eléctrico.

Fuente: Los Autores



Figura 30: Estructura principal del tablero.

Fuente: Los Autores

3.2.2. Diseño y montaje del cuadro de conexiones

Primero se procedió a elaborar el diseño para la distribución de los equipos a utilizarse en el software Autodesk Inventor, como en la figura 35, luego este fue llevado a imprimirse a una escala 1:1 para verificar el dimensionamiento de letras y números, además sirvió como guía para la realización de las perforaciones con los dibujos formados en el diseño (ver figura 36).



Figura 31: Revisión de letras y perforaciones a realizar.

Fuente: Los Autores

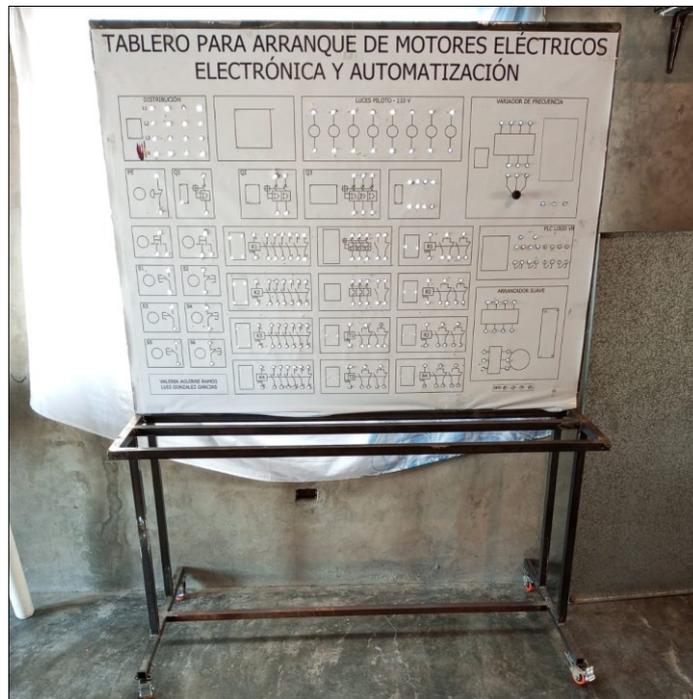


Figura 32: Perforaciones finales del tablero.

Fuente: Los Autores

3.2.3. Impresión y montaje de la lámina de conexiones

Después de la elaboración del diseño final se procedió a imprimir en vinil transparente para luego ser colocado sobre el tablero (ver figura 37 y 38).



Figura 33: Impresión en vinil de la lámina de conexiones.

Fuente: Los Autores



Figura 34: Colocación del vinil plateado.

Fuente: Los Autores

Luego de ser ubicado en vinil plateado se procedió a realizar el calado de los respectivos orificios para la colocación de los distintos equipos (ver figura 39).



Figura 35: Calado del vinil para colocación de equipos y borneras.

Fuente: Los Autores

Con el calado de los orificios se procedió con la colocación de las laminas correspondiente en cada sección del tablero, empezando por la lámina de distribución principal y demás laminas, ver figura 40 y 41.



Figura 36: Colocación de la lámina de distribución.

Fuente: Los Autores



Figura 37: Colocación de las láminas de conexiones.

Fuente: Los Autores

3.2.4. Instalación de los equipos en el tablero eléctrico

Luego de realizar el calado del vinil, se empezó con el montaje de los componentes en el tablero, primero se procedió a colocar las borneras tomando en cuenta el color asignado para cada conexión, ver figura 42 y 43.



Figura 38: Instalación de borneras de distribución.

Fuente: Los Autores



Figura 39: Colocación de pulsadores y borneras.

Fuente: Los Autores

Para la instalación de los diferentes equipos electromecánicos, se colocó como base el riel din para el respectivo soporte de los mismos, ver figura 44 y 45.



Figura 40: Instalación de riel din para soporte de equipos.

Fuente: Los Autores



Figura 41: Instalación de los diferentes equipos en la parte frontal del tablero.

Fuente: Los Autores

Una vez instalados todas las láminas de distribución, equipos y borneras, se tiene finalizada la parte frontal del tablero, como se muestra en la figura 46.

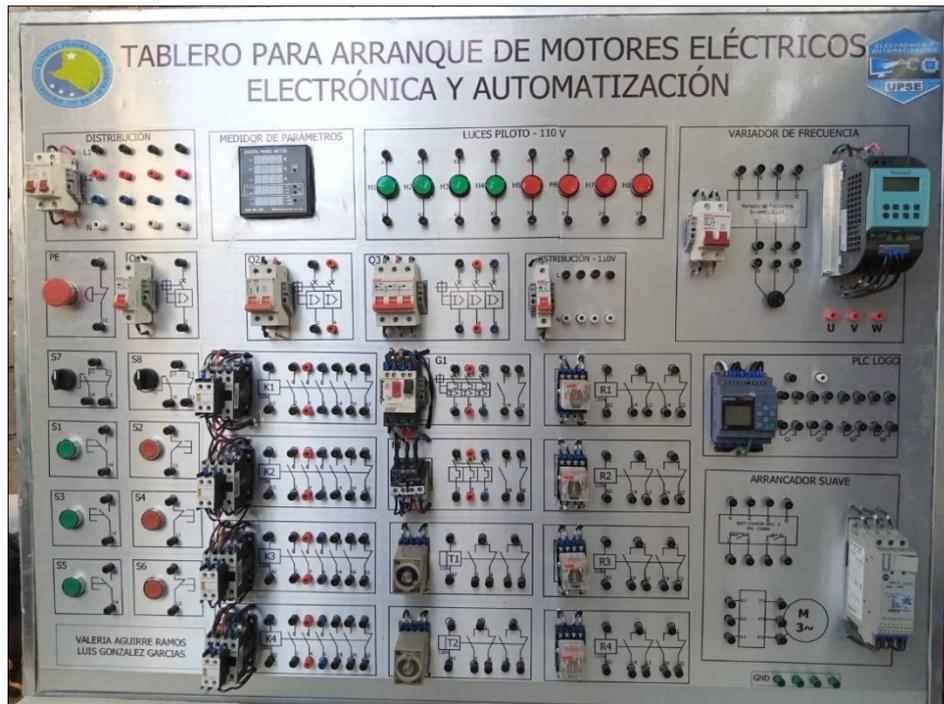


Figura 42: Vista frontal del tablero con los equipos instalados.

Fuente: Los Autores

Se procedió a instalar el distribuidor de fase junto con los transformadores de corriente, tal como se muestra en la figura 47, 48, 49.



Figura 43: Instalación interna de la fuente de distribución.

Fuente: Los Autores



Figura 44: Instalación interna de los TC's.

Fuente: Los Autores



Figura 45: Instalación final de TC's y fuente de distribución.

Fuente: Los Autores

3.2.5. Cableado y conexión interna de los equipos eléctricos

Una vez instalado los equipos en la parte frontal del tablero, se procedió a realizar el cableado para las conexiones de los mismos, tal como se muestra en la figura 50 y 51.

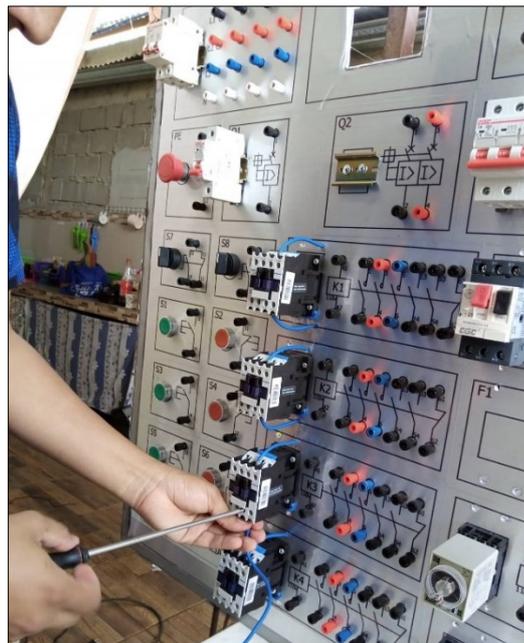


Figura 46: Conexión de los contactores.

Fuente: Los Autores



Figura 47: Conexión del arrancador suave.

Fuente: Los Autores

Se hizo el cableado desde la base de los relés hasta las borneras, ver figura 52.

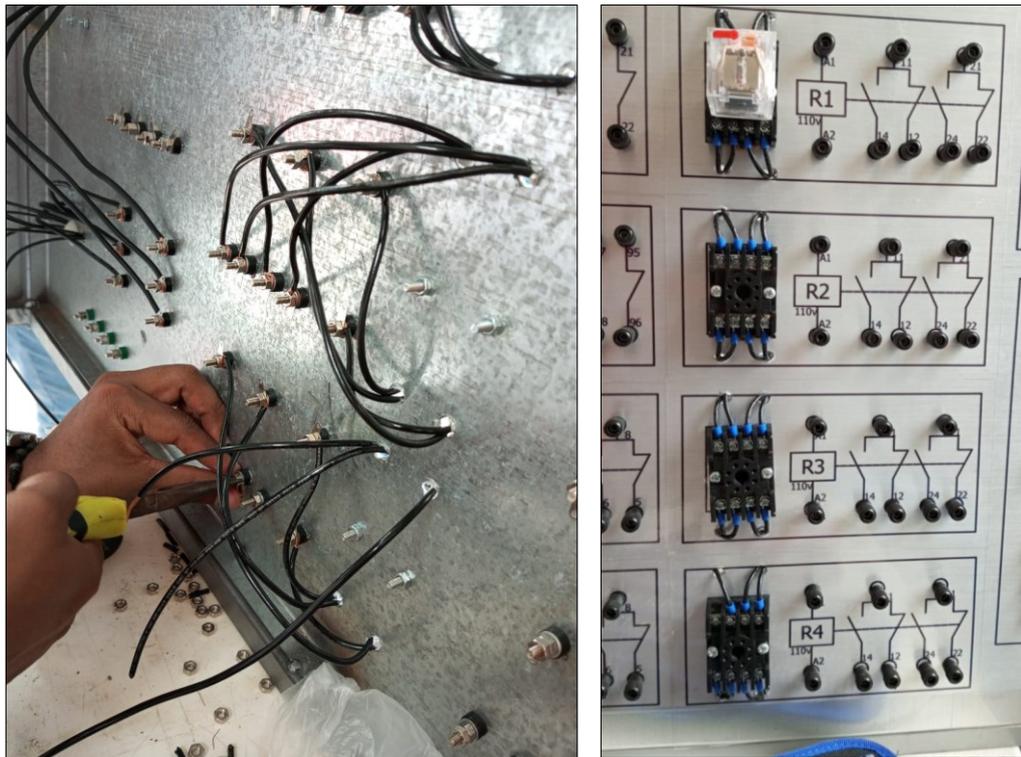


Figura 48: Conexión de los relés.

Fuente: Los Autores

3.3. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA

A continuación, se especifican los gastos realizados para la elaboración del tablero eléctrico. El costo del proyecto fue autofinanciado por los autores.

- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CONTACTOR CHINT 9 A	4	\$15	\$60
RELE TERMICO DE SOBRECARGA 2.5 – 4 A	1	\$20	\$20
TEMPORIZADOR ON DELAY	2	\$25	\$50
LUZ PILOTO 22 MM LED VERDE	4	\$2.30	\$9.20
LUZ PILOTO 22 MM LED ROJA	4	\$2.30	\$9.20
PULSADOR VERDE 22 MM	3	\$3	\$9
PULSADOR ROJO 22 MM	3	\$3	\$9
PULSADOR HONGO METALICO 22MM	1	\$3.5	\$3.5
RELAY ENCAPSULADO 8 PINES	4	\$7	\$28
BASE RIEL DIN 8 PINES	6	\$2	\$12
DISTRIBUIDOR DE CARGAR 4 POLOS	1	\$25	\$25
MEDIDOR DE PARAMETROS DM-96 5M	1	\$110	\$110
SELECTOR 22 MM 3 POSICIONES	2	\$4	\$8
GUARDAMOTOR 3P 220V 2.5 – 4 A	1	\$35	\$35
RIEL DIN ACERO PERFORADO	3	\$3	\$9
BLOQUE AUXILIAR FRONTAL PARA CONTACTOR	4	\$4	\$16
BLOQUE AUXILIAR PARA GUARDAMOTOR	1	\$7.50	\$7.50
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 30:5	3	\$11	\$33

TERMINAL PUNTERA 12	1	\$6	\$6
TERMINAL PUNTERA 14	4	\$5	\$5
VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS SINAMICS G110	1	\$150	\$150
ARRANCADOR SUAVE ALLEN BRADLEY SMC 3	1	\$220	\$220
PLC LOGO SIEMENS	1	\$180	\$190
MOTOR MONOFÁSICO SCHNEIDER ½ HP	1	\$80	\$80
POTENCIÓMETRO 10 KΩ	1	\$1	\$1
TOPE PARA BORNERAS	24	\$0.35	\$8.40
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3P – 6A	1	\$12	\$12
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 2P – 6A	1	\$5	\$5
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 2P – 20A	1	\$15	\$15
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1P – 10A	2	\$5	\$10
BORNERAS TIPO BANANA HEMBRA	270	\$0.20	\$54
BORNERAS TIPO BANANA MACHO	100	\$0.15	\$15
ROLLO DE CABLE #12 AWG		\$50	\$50
CABLE #14 AWG – 30 METROS		\$0.50	\$15
TOTAL			\$1289.80

- ESTRUCTURA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SOLDADURA 6011 3/32''	5	\$2.40	\$12
PLANCHA GALVANIZADA 2 mm 122X244 CM	1	\$67.43	\$67.43

TUBO CUADRADO 1X1.50 NEGRO	2	\$13.35	\$26.70
TUBO CUADRADO 3/4X1.50 NEGRO	2	\$10.70	\$21.40
JUEGO DE RUEDAS	1	\$15	\$15
PINTURA	1	\$10	\$10
PERNOS, BROCAS, TORNILLOS, ANILLOS PLANOS (VARIAS MEDIDAS)		\$30	\$30
MANO DE OBRA			\$80
TOTAL			\$242.53

- **DISEÑO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO FINAL
IMPRESIÓN EN LONA DEL DISEÑO DE LA PARTE FRONTAL DEL TABLERO	2	\$8	\$16
VINIL ADHESIVO METALIZADO COLOR PLATA	2	\$7.20	\$14.40
IMPRESIÓN DE VINIL TRANSPARENTE CON DISEÑO FINAL DE LA PARTE FRONTAL DEL TABLERO	1	\$15	\$15
TOTAL			\$45.40

- **COSTO FINAL DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.**

DETALLE	COSTO
COSTO DE EQUIPOS	\$1289.80
COSTO DE LA ESTRUCTURA	\$242.53
COSTO DEL DISEÑO	\$45.40
TRANSPORTE	\$100
TOTAL	\$1677.73

CAPITULO IV

GUIA DE PRÁCTICAS

4.1. NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL TABLERO DE ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS.

Para un mejor manejo, seguridad de los estudiantes y evitar daños en los equipos que conforman el tablero eléctrico se ponen en consideración las siguientes recomendaciones.

1. Si se tiene alguna duda o inquietud concerniente a la conexión u operación de algún equipo se debe realizar la respectiva consulta al docente encargado.
2. No se debe realizar cambios internos en las conexiones de los equipos instalados hacia las borneras del tablero, debido que los terminales de todos los elementos se encuentran accesibles en la parte frontal mediante las borneras.
3. Solo se puede realizar operaciones del tablero, tales como conexiones o desconexiones en su parte frontal.
4. Inspeccionar el estado de cada uno de los conductores verificando que no existan desconexiones o conductores descubiertos haciendo contacto con alguna parte metálica del tablero.
5. Para la ejecución de cada práctica se debe en primer lugar realizar y verificar el esquema de control y fuerza para proceder con las conexiones respectivas en el tablero eléctrico.
6. Realizar una verificación de las conexiones de cada práctica a ejecutarse antes de energizar el circuito, y de encontrar alguna conexión incorrecta realizar la respectiva corrección.
7. Si se requiere realizar alguna modificación en las conexiones de la práctica ejecutada en el tablero eléctrico, se deberá desenergizar el circuito conectado.
8. En el caso de presentarse una falla se deberá inspeccionar las causas que la provocaron y despejarla antes de volver a energizar el tablero eléctrico.

4.2. GUIA DE PRÁCTICAS

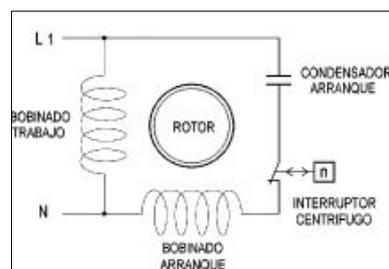
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
1	Arranque con inversión de giro en motor monofásico por condensador	2 horas

1. OBJETIVOS

- Realizar el diagrama eléctrico de un motor monofásico por condensador con inversión de giro por medio de dos pulsadores.
- Implementar las conexiones de los sistemas de control y fuerza en el tablero eléctrico.
- Verificar los parámetros eléctricos de la práctica con los datos teóricos obtenidos.
- Visualizar el comportamiento del motor monofásico con condensador y su inversión de giro.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La inversión de giro manual por dos pulsadores en un motor monofásico permite ejercer una fuerza mecánica en ambos sentidos, dicho motor posee dos bobinados, uno principal y otro auxiliar para el arranque del mismo. Por ejemplo, estos motores son utilizados para subir plataforma para vehículos, en este caso se puede invertir el giro para parar dicha plataforma, la encontramos en bandas transportadoras de baja carga, en cortinas, moto bombas o apertura y cierre de puertas.



Para el cálculo de potencia eléctrica en sistemas monofásicos, su ecuación esta denotada por:

$$P = I \cdot V \cdot \cos(\varphi)$$

Luego para obtener su potencia de salida, se realiza la conversión de HP a W o KW, sabemos que $1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$, por lo tanto, la fórmula sería: $P_{out} = 746 \cdot \#HP$ y su potencia de entrada es dividida por la eficiencia % del motor, entonces $P_{int} = \frac{P_{out}}{\eta}$

Y para calcular la intensidad nominal del motor, se despeja de la siguiente manera la ecuación anterior: $I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$, a su vez la corriente de arranque es denotado del despeje de la fórmula de potencia aparente $S = V \cdot I$ despejando

Designación de letra	KVA/HP*
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4.0
D	4.0 – 4.5
E	4.5 – 5.0
F	5.0 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	5.6 – 6.3

$I_{rr} = \frac{S}{V}$. Donde S es la potencia aparente de arranque multiplicada por el código de letras de la norma nema de los motores.

$S = HP \cdot (\text{Factor de letra del motor})$.

Para el cálculo de capacidad del condensador de arranque en motor monofásico es dado

por la siguiente fórmula: $C = \frac{3.18 \cdot P \cdot 10^6}{V^2 \cdot \cos(\varphi)}$

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Panel de distribución L1, L2 y N
- ✓ Interruptor termomagnético Q2
- ✓ Contactores K1, K2 y K3
- ✓ Relé térmico trifásico F1
- ✓ Motor monofásico
- ✓ Interruptor termomagnético Q1
- ✓ Pulsador de emergencia PE,

✓ Pulsador de marcha S1 y S3

✓ Pulsador de paro S2

✓ Luces piloto H1, H2, H5

Material de apoyo

✓ Manual de práctica

✓ Cables de conexión

✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

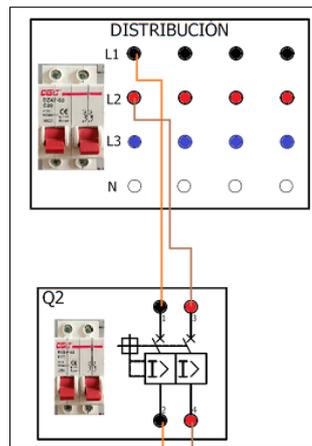
PASO 1: Identificar los componentes físicos en el tablero mencionados anteriormente en punto 3.

PASO 2: Analizar la descripción de funcionamiento de los diagramas de fuerza y control para la respectiva práctica de arranque inversión de giro de forma manual (ver el punto 5. Diagrama eléctrico)

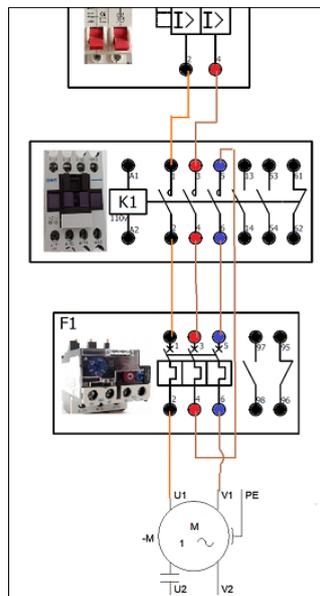
- Al activar el pulsador S1, se activan los contactores K1 y K2, donde K2 queda enclavado y pone en marcha al motor en sentido horario.
- Para cambiar el sentido de giro del motor, se debe detener el proceso anterior activando S2 (pulsador de paro) este desenclava el contactor, por ende, se apaga el motor.
- En caso de una emergencia se debe activar el pulsador PE tipo hongo, el cual corta la alimentación del circuito de control.
- Para activar el cambio de giro del motor, se debe activar el otro pulsador S3, donde se activarán los contactores K1 y K3 quedando enclavado K3 y poniendo en marcha al motor en sentido antihorario.
- Para las señalizaciones del arranque, se ubica una luz piloto color verde para sentido horario y otra en sentido antihorario, a su vez una luz piloto color rojo que indicara el paro del arranque.

PASO 3: Implementación de las conexiones del diagrama de potencia en el tablero.

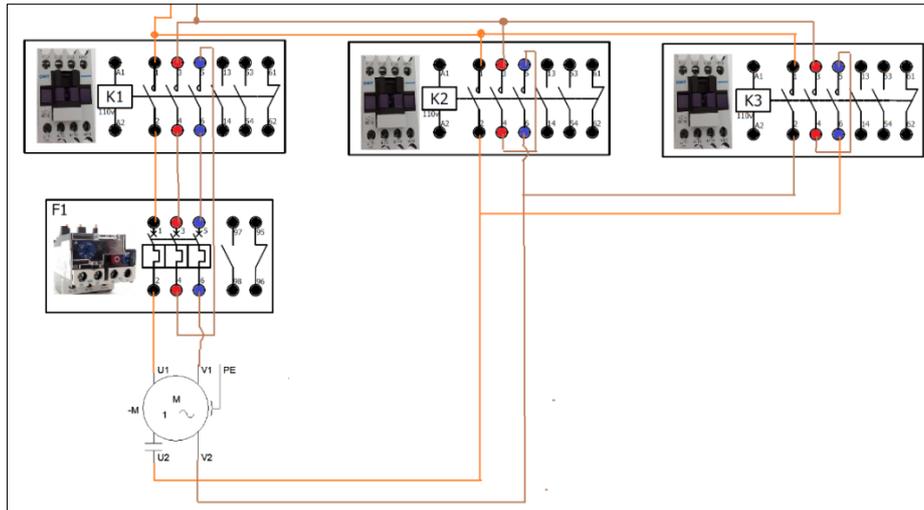
- Para empezar a implementar el esquema de Fuerza, llevar las líneas L1 y L2 de distribución hacia las entradas 1-3 del breaker de 2 polos (Q2), tal como se observa en la imagen.



- Luego las salidas 2-4 del breaker (Q2) se conecta a la entrada 1-3 del contactor K1, sus salidas 2-4-6 se conecta a la entrada 1-3-5 del relé térmico (F1), tal como se observa en la imagen. Las salidas 2-6 de (F1) van conectadas a la entrada (U1-V1) del motor monofásico, mientras que la salida 4 de F1 se conecta a la entrada 5 del contactor K1 y la salida de este va conectado a la entrada 5 del relé térmico, observa la siguiente figura.

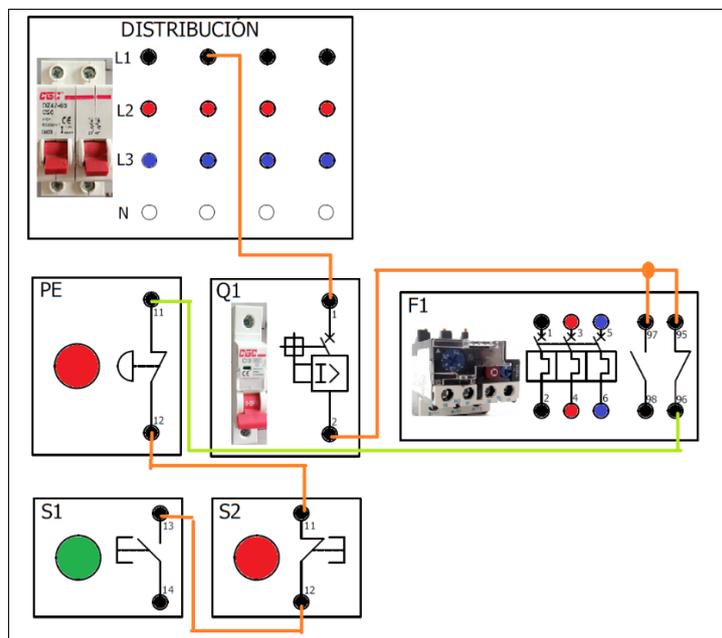


- Posteriormente, se conecta la parte de inversión de giro, en este caso la entrada 1 del contactor K2 se conecta a la entrada 1 del contactor K1; las salidas 2-6 de K2, una va conectada al capacitor (U2) del motor y la otra a V2, lo mismo se aplica para el contactor K3, solo que se invierten sus salidas, es decir la salida 2 va con V2 y la salida 6 con U2, tal como se muestra en la figura.

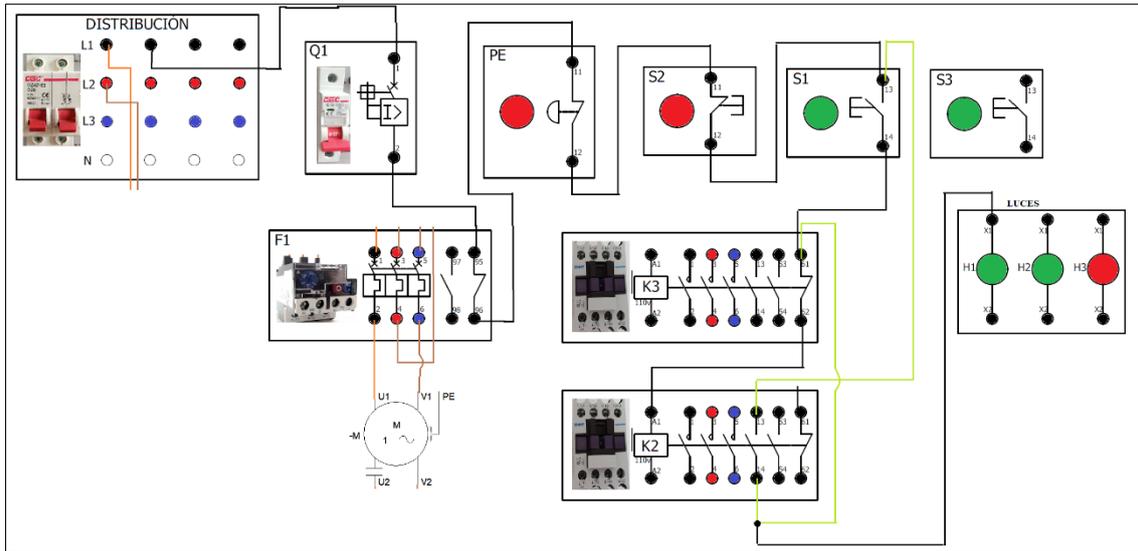


PASO 4: Implementación de las conexiones del diagrama de control en el tablero.

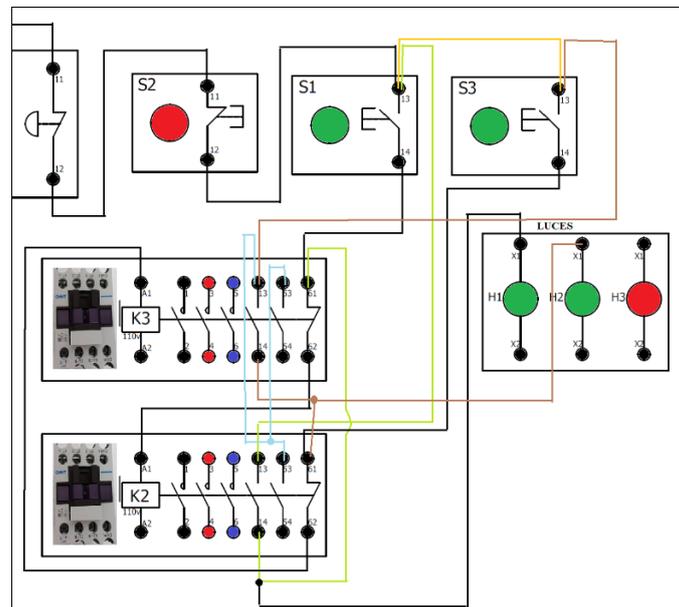
- Conectar la línea L1 hacia la entrada 1 del breaker de 1 polo (Q1) y su salida Q1 llevarla hacia la entrada 95 NC de F1, la salida 96 de F1 va hacia la entrada 11 del pulsador de emergencia NC (PE), tal como se observa en la imagen.
La salida 12 del pulsador PE se conecta a la entrada 11 del pulsador S2-NC y su salida 12 se lleva a la entrada 13 del pulsador S1-NA



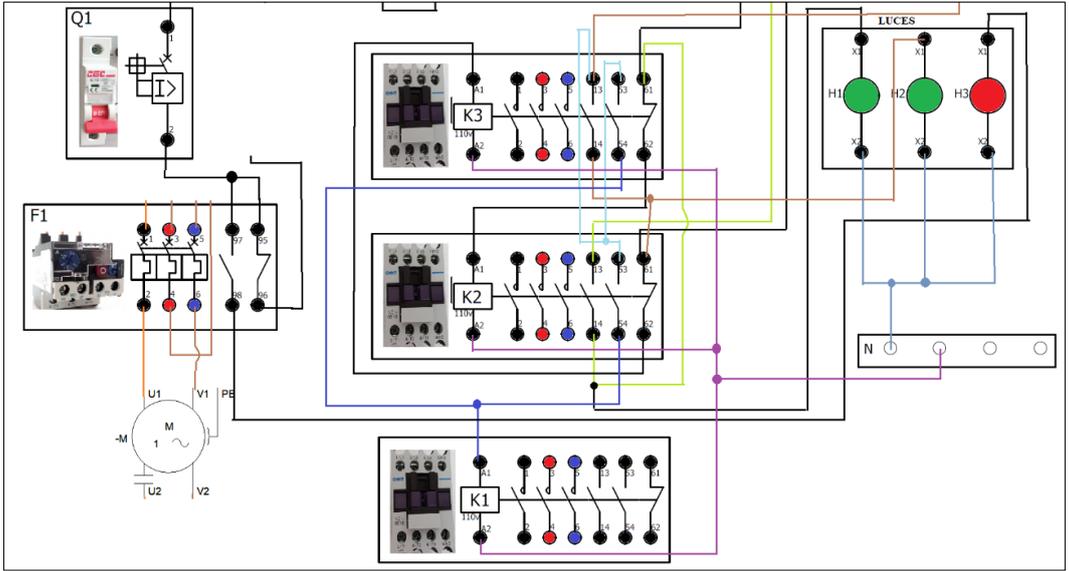
- La salida de S1 se conecta a la entrada 61 NC del contactor K3, la salida 62 de K3 es conectada a la bobina A1 de K2.
La entrada 13 del K2 es conectada a la entrada 13 del pulsador S1, mientras que su salida 14 del K2 se conecta a la entrada 61 del K3 y X1 de la luz piloto H1.



- Luego la entrada 13 del pulsador S3-NA se lleva hacia la entrada de S1, su salida 14 es conectada a la entrada 61 de K2 y su salida 62 se conecta a la bobina A1 de K3. La entrada 13 del K3 es conectada a la entrada 13 del pulsador S3, mientras que su salida 14 del K3 se conecta a la entrada 61 del K2 y X1 de la luz piloto H2.



- Por último, la entrada 53-NA de K2 y K3 va hacia la entrada 13 de K3, la salida 54 de K2 y K3 se conecta a la bobina A1 del contacto K1, adicional se coloca una luz piloto roja para fallas su entrada X1 va hacia la salida 98 del contacto de F1 y su entrada 97 hacia la salida 2 de Q1, finalmente se lleva a la línea N las salidas A2 de las bobinas de los tres contactores más las salidas X2 de las luces.



5. DIAGRAMA ELÉCTRICO

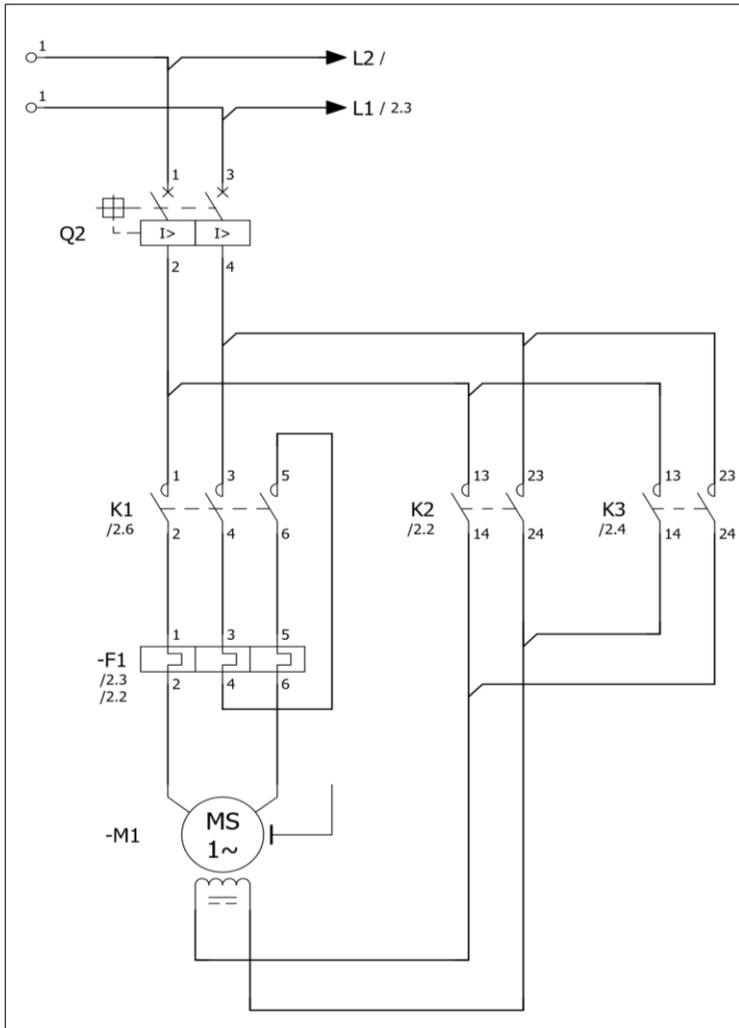


Diagrama de potencia

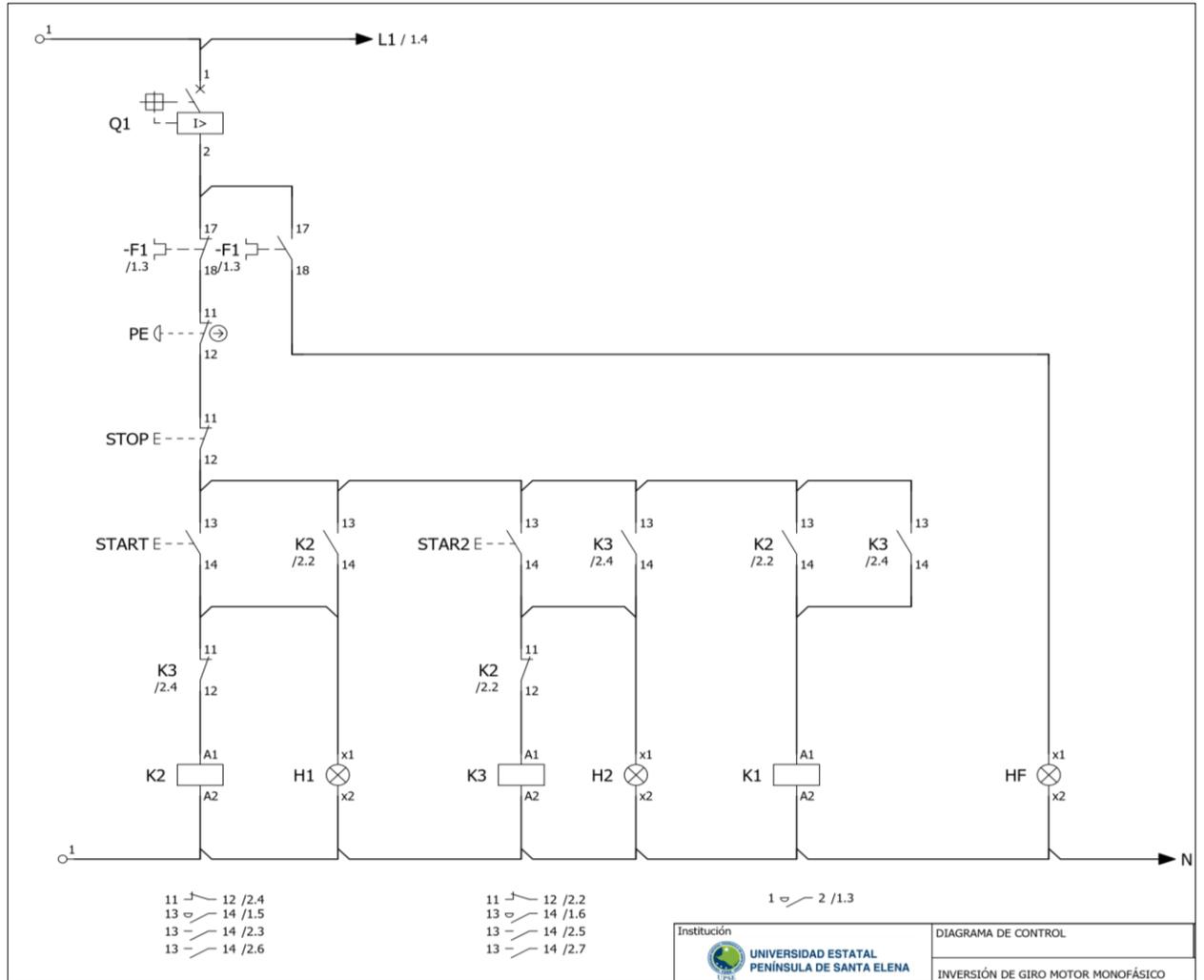


Diagrama de control

Institución UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA	DIAGRAMA DE CONTROL
	INVERSIÓN DE GIRO MOTOR MONOFÁSICO

6. CÁLCULOS

Datos de placa del motor

voltaje: 110 v / 220 v

corriente: 8.1 A / 4.1 A

velocidad: 3450 rpm

potencia: ½ HP

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	$I_n = 4.238 A$	
Corriente de arranque	$I_{rr} = 7.159 A$	
Potencia de salida (KW)	373 W	

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

--

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
2	Arranque inversión de giro con temporizador en motor monofásico por condensador	2 horas

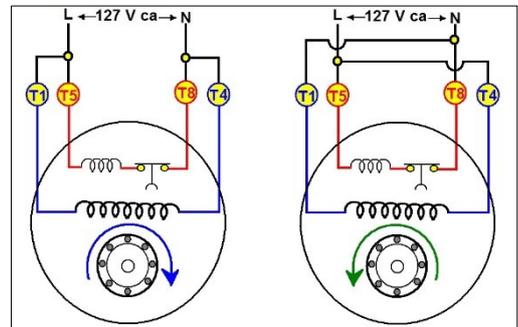
1. OBJETIVOS

- Realizar el diagrama eléctrico de un motor monofásico por condensador con inversión de giro por medio de un temporizador.
- Implementar las conexiones de los sistemas de control y fuerza en el tablero eléctrico.
- Verificar los parámetros eléctricos de la práctica con los datos teóricos obtenidos.
- Visualizar el comportamiento del motor monofásico con condensador y su inversión de giro.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La inversión de giro automáticamente o por temporizador en un motor monofásico permite ejercer una fuerza en ambos sentidos, dicho motor posee dos bobinados, uno principal y otro auxiliar conectado en serie una de las terminales de ambos bobinados con un capacitor para el arranque del mismo, ocasionando que el campo magnético debido al bobinado auxiliar se adelante con respecto al bobinado principal.

Su par de arranque aumenta de 3 a 4 veces el par nominal de giro, estos motores suelen trabajar a mayores cargas de trabajo. Varias de sus otras aplicaciones la encontramos en compresores, lavadoras industriales, ventiladores y sopladores, unidades de refrigeración.



Para el cálculo de potencia eléctrica en sistemas monofásicos, su ecuación esta denotada por:

$$P = I \cdot V \cdot \cos(\varphi)$$

Luego para obtener su potencia de salida, se realiza la conversión de HP a W o KW, sabemos que $1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$, por lo tanto, la fórmula sería: $P_{out} = 746 \cdot \#HP$ y su potencia de entrada es dividida por la eficiencia % del motor, entonces $P_{int} = \frac{P_{out}}{\eta}$

Y para calcular la intensidad nominal del motor, se despeja de la siguiente manera la ecuación anterior: $I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$, a su vez la corriente de arranque es denotado del despeje de la fórmula de potencia aparente $S = V \cdot I$ despejando $I_{rr} = \frac{S}{V}$. Donde S es la potencia aparente de arranque multiplicada por el código de letras de la norma nema de los motores.

$$S = HP \cdot (\text{Factor de letra del motor}).$$

Designación de letra	KVA/HP*
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4.0
D	4.0 – 4.5
E	4.5 – 5.0
F	5.0 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	5.6 – 6.3

Para el cálculo de capacidad del condensador de arranque en motor monofásico es dado por la siguiente fórmula: $c = \frac{3.18 \cdot P \cdot x 10^6}{V^2 \cdot \cos(\varphi)}$

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Panel de distribución L1, L2 y N
- ✓ Interruptor termomagnético Q2
- ✓ Contactores K1, K2 y K3
- ✓ Relé térmico trifásico F1
- ✓ Motor monofásico
- ✓ Interruptor termomagnético Q1
- ✓ Pulsador de emergencia PE,

- ✓ Pulsador de marcha S1
- ✓ Pulsador de paro S2
- ✓ Temporizador T1
- ✓ Luces piloto H1, H2, H5

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

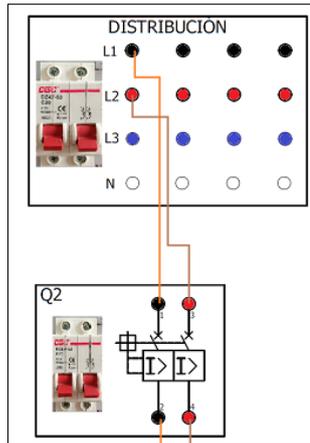
PASO 1: Identificar los componentes físicos en el tablero mencionados anteriormente en punto 3.

PASO 2: Analizar la descripción de funcionamiento de los diagramas de fuerza y control para la respectiva práctica de arranque inversión de giro de forma manual (ver el punto 5. Diagrama eléctrico)

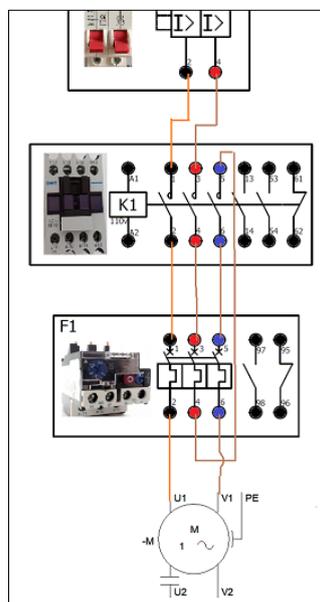
- Al activar el pulsador S1, se activan los contactores K1 y K2, donde K2 queda enclavado y pone en marcha al motor en sentido horario.
- Para cambiar el sentido de arranque del motor, el temporizador se activará cuando se ejecute el primer arranque, luego este tendrá un tiempo determinado, pasado este tiempo se desactiva tanto el temporizador como el primer arranque, dando paso a activarse los contactores K1 y K3 quedando enclavado K3 poniendo en marcha al motor en sentido antihorario.
- En caso de una emergencia se debe activar el pulsador PE tipo hongo, el cual corta la alimentación del circuito de control.
- Al pulsar S2 este desenclava al contactor, por ende, se apaga el motor.
- Para las señalizaciones del arranque, se ubica una luz piloto color verde para sentido horario y otra en sentido antihorario, a su vez una luz piloto color rojo que indicara el paro del arranque.

PASO 3: Implementación de las conexiones del diagrama de potencia en el tablero.

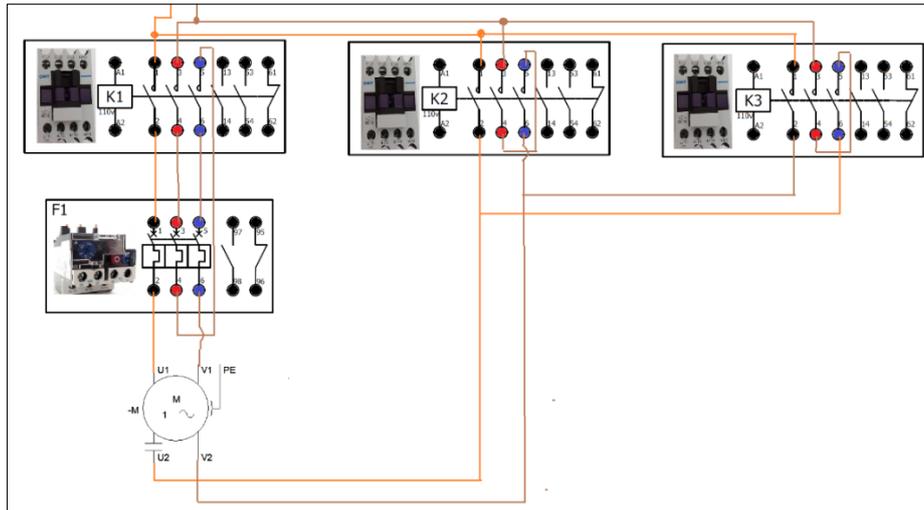
- Para empezar a implementar el esquema de Fuerza, llevar las líneas L1 y L2 de distribución hacia las entradas 1-3 del breaker de 2 polos (Q2), tal como se observa en la imagen.



- Luego las salidas 2-4 del breaker (Q2) se conecta a la entrada 1-3 del contactor K1, sus salidas 2-4-6 se conecta a la entrada 1-3-5 del relé térmico (F1), tal como se observa en la imagen. Las salidas 2-6 de (F1) van conectadas a la entrada (U1-V1) del motor monofásico, mientras que la salida 4 de F1 se conecta a la entrada 5 del contactor K1 y la salida de este va conectado a la entrada 5 del relé térmico, observa la siguiente figura.

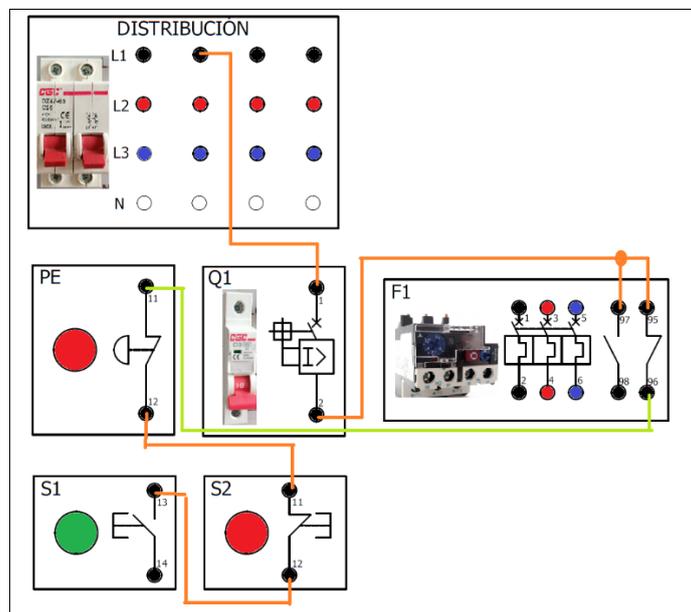


- Posteriormente, se conecta la parte de inversión de giro, en este caso la entrada 1 del contactor K2 se conecta a la entrada 1 del contactor K1; las salidas 2-6 de K2, una va conectada al capacitor (U2) del motor y la otra a V2, lo mismo se aplica para el contactor K3, solo que se invierten sus salidas, es decir la salida 2 va con V2 y la salida 6 con U2, tal como se muestra en la figura.

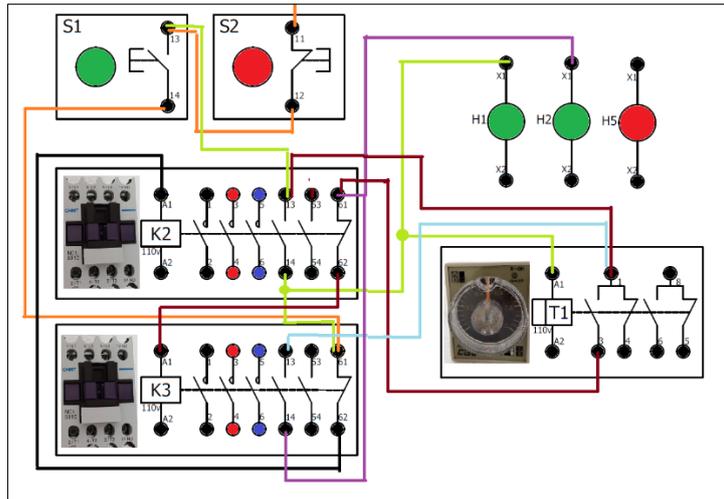


PASO 4: Implementación de las conexiones del diagrama de control en el tablero.

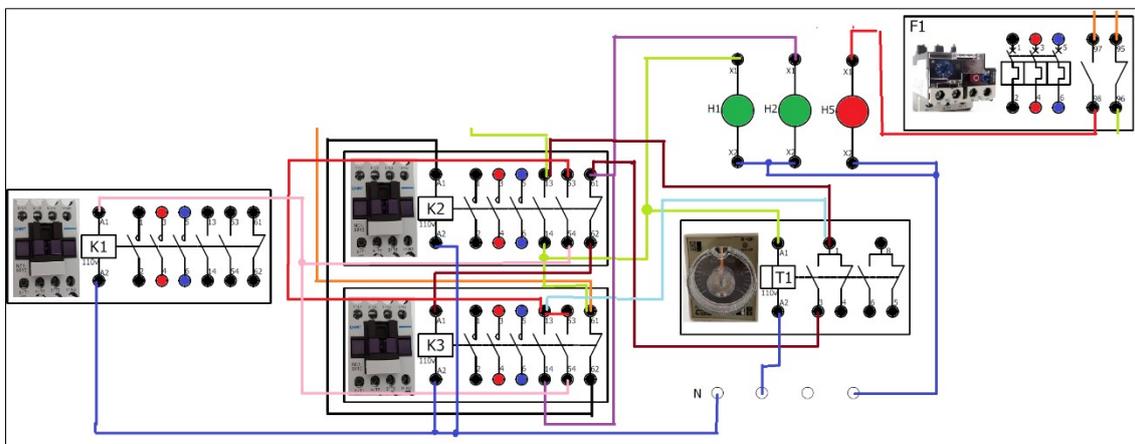
- Conectar la línea L1 hacia la entrada 1 del breaker de 1 polo (Q1) y su salida Q1 llevarla hacia la entrada 95 NC de F1, la salida 96 de F1 va hacia la entrada 11 del pulsador de emergencia NC (PE), tal como se observa en la imagen.
 La salida 12 del pulsador PE se conecta a la entrada 11 del pulsador S2-NC y su salida 12 se lleva a la entrada 13 del pulsador S1-NA.



- La salida e S1 se conecta a la entrada 61 NC del contactor K3, la salida 62 de K3 es conectada a la bobina A1 de K2.
 La entrada 13 del K2 es conectada a la entrada 13 del pulsador S1, mientras que su salida 14 del K2 se conecta a la entrada 61 del K3, X1 de la luz piloto H1 y a la bobina A1 del temporizador.
 Luego la entrada 1 del temporizador (T1) se lleva hacia la entrada 13 de K2, la salida 3 de T1 es conectada a la entrada 61 de K2 y su salida 62 se conecta a la bobina A1 de K3.
 La entrada 13 de K3 es conectada a la entrada 1 de T1, mientras que la salida 14 de K3 se conecta a la entrada 61 del K2 y X1 de la luz piloto H2.



- Por último, la entrada 53-NA de K2 y K3 va hacia la entrada 13 de K3, la salida 54 de K2 y K3 se conecta a la bobina A1 del contacto K1, adicional se coloca una luz piloto roja para fallas su entrada X1 va hacia la salida 98 del contacto de F1 y su entrada 97 hacia la salida 2 de Q1, finalmente se lleva a la línea N las salidas A2 de las bobinas de los tres contactores más las salidas X2 de las luces.



5. CÁLCULOS

Datos de placa del motor

voltaje: 110 v / 220 v

corriente: 8.1 A / 4.1 A

velocidad: 3450 rpm

potencia: ½ HP

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	$I_n = 4.238 A$	
Corriente de arranque	$I_{rr} = 7.159 A$	
Potencia de salida (KW)	373 W	

6. DIAGRAMA ELÉCTRICO

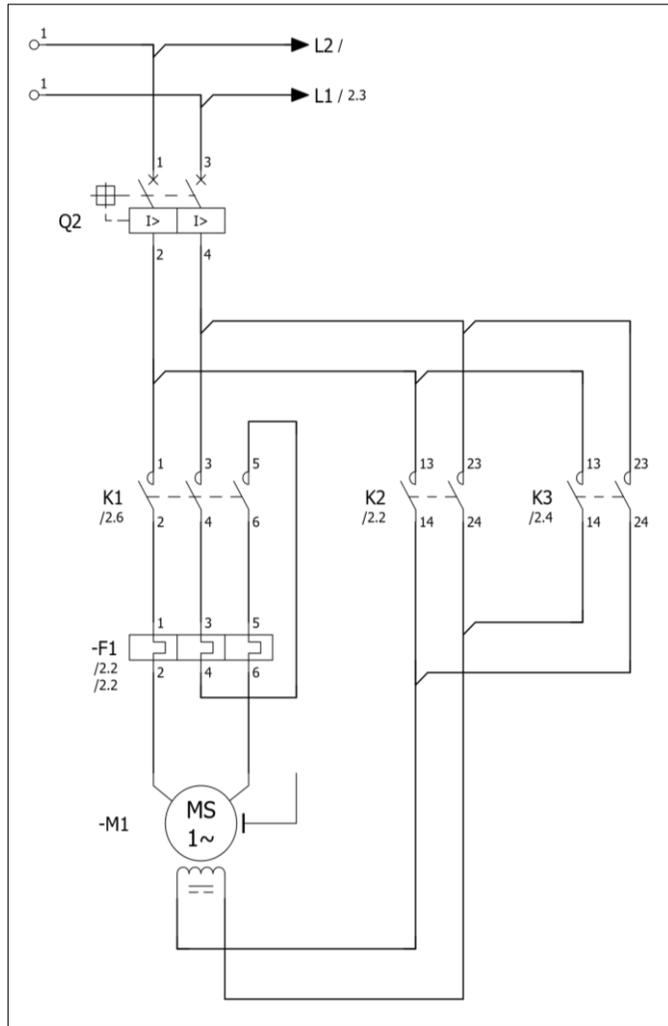


Diagrama de potencia

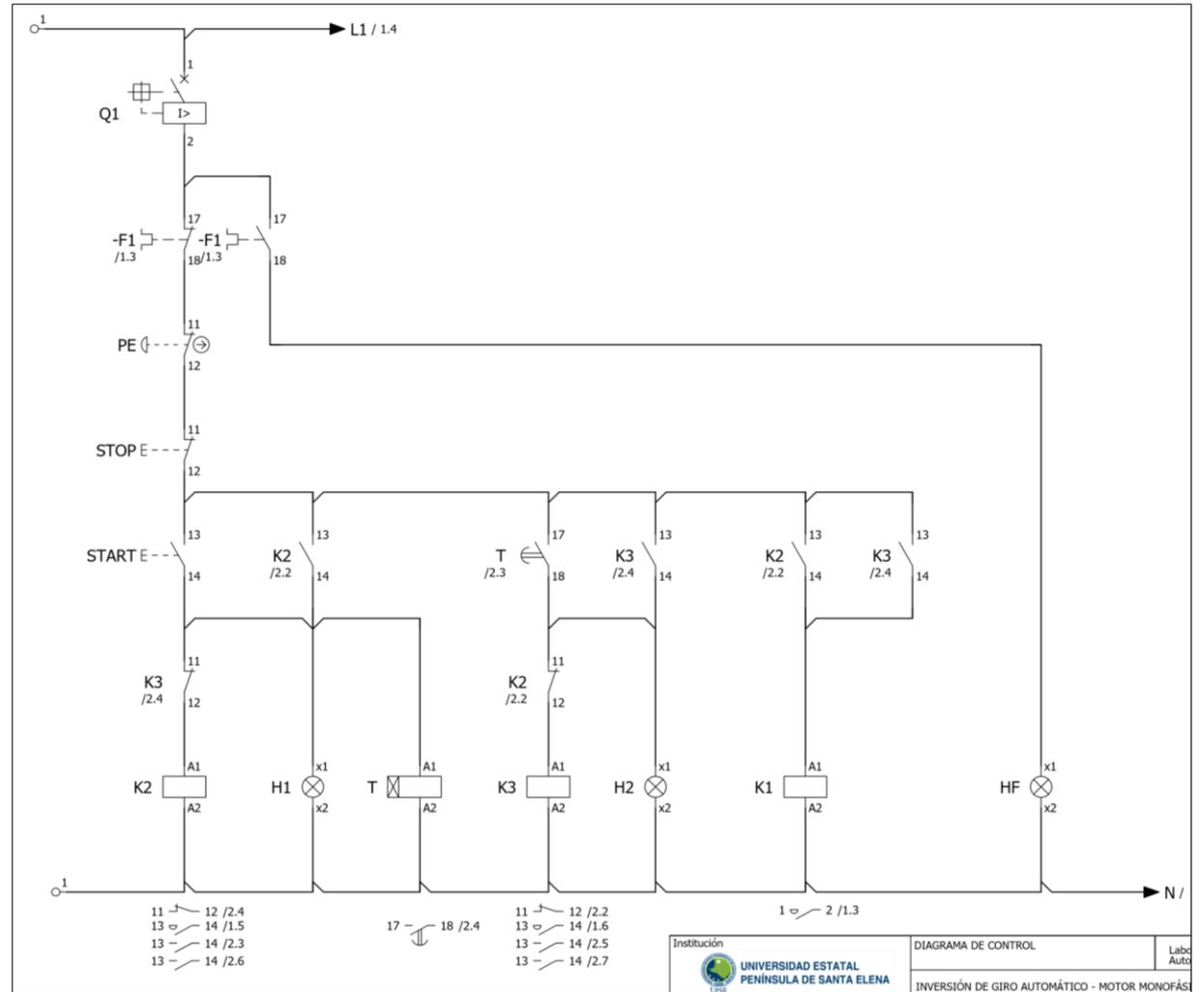


Diagrama de control

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

--

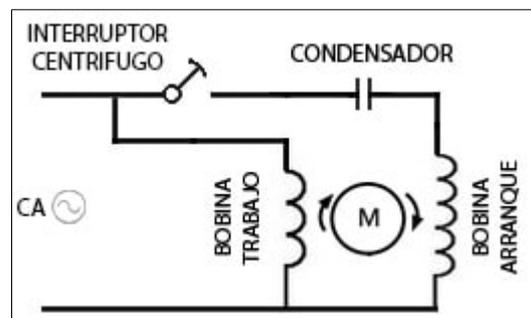
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
3	Arranque motor monofásico por condensador	2 horas

1. OBJETIVOS

- Realizar el diagrama eléctrico de un motor monofásico por condensador.
- Implementar las conexiones de los sistemas de control y fuerza en el tablero eléctrico.
- Verificar los parámetros eléctricos de la práctica con los datos teóricos obtenidos.
- Visualizar el comportamiento del motor monofásico con condensador y su inversión de giro.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

El motor monofásico por condensador si este se acopla en serie al bobinado auxiliar de arranque causa que la corriente se adelante en este bobinado para producir el voltaje, mientras que la corriente en el bobinado principal atrasa el voltaje debido a la alta inductancia del devanado, es decir el par de arranque del motor por capacitor es muy alto de 3 a 4 veces el par nominal, tiene un desfase entre corrientes de bobinas de 80 a 90°. Varias de sus aplicaciones lo encontramos en compresores pequeños, lavadoras grandes, sopladores.



Para el cálculo de potencia eléctrica en sistemas monofásicos, su ecuación esta denotada por:

$$P = I \cdot V \cdot \cos(\varphi)$$

Luego para obtener su potencia de salida, se realiza la conversión de HP a W o KW, sabemos que $1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$, por lo tanto, la fórmula seria: $P_{out} = 746 \cdot \#HP$ y su potencia de entrada es dividida por la eficiencia % del motor, entonces $P_{int} = \frac{P_{out}}{\eta}$

Y para calcular la intensidad nominal del motor, se despeja de la siguiente manera la ecuación anterior: $I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$, a su vez la corriente de arranque es denotado del despeje de la fórmula de potencia aparente $S = V \cdot I$ despejando $I_{rr} = \frac{S}{V}$. Donde S es la potencia aparente de arranque multiplicada por el código de letras de la norma nema de los motores.

$$S = HP \cdot (\text{Factor de letra del motor}).$$

Para el cálculo de capacidad del condensador de arranque en motor monofásico es dado por la siguiente fórmula: $c = \frac{3.18 \cdot P \cdot x 10^6}{V^2 \cdot \cos(\varphi)}$

Designación de letra	KVA/HP*
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4.0
D	4.0 – 4.5
E	4.5 – 5.0
F	5.0 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	5.6 – 6.3

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Panel de distribución L1, L2 y N
- ✓ Interruptor termomagnético Q2
- ✓ Contactores K1
- ✓ Relé térmico trifásico F1
- ✓ Motor monofásico
- ✓ Interruptor termomagnético Q1
- ✓ Pulsador de emergencia PE,

- ✓ Pulsador de marcha S1
- ✓ Pulsador de paro S2
- ✓ Luces piloto H1, H5

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

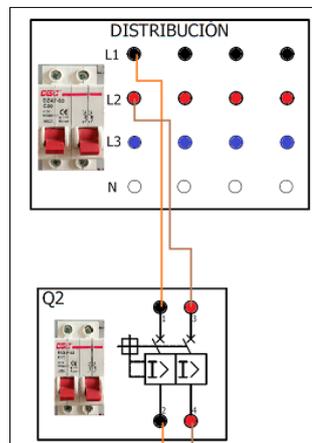
PASO 1: Identificar los componentes físicos en el tablero mencionados anteriormente en punto 3.

PASO 2: Analizar la descripción de funcionamiento de los diagramas de fuerza y control para la respectiva práctica de arranque inversión de giro de forma manual (ver el punto 5. Diagrama eléctrico).

- Al activar el pulsador S1, se activa el contactor K1, donde K1 queda enclavado y pone en marcha al motor.
- En caso de una emergencia se debe activar el pulsador PE tipo hongo (color rojo) el cual corta la alimentación del circuito de control.
- Al pulsar S2 (paro) desenclava al contactor, por ende, se apaga el motor.
- Para las señalizaciones del arranque, se ubica luces piloto.

PASO 3: Implementación de las conexiones del diagrama de potencia en el tablero.

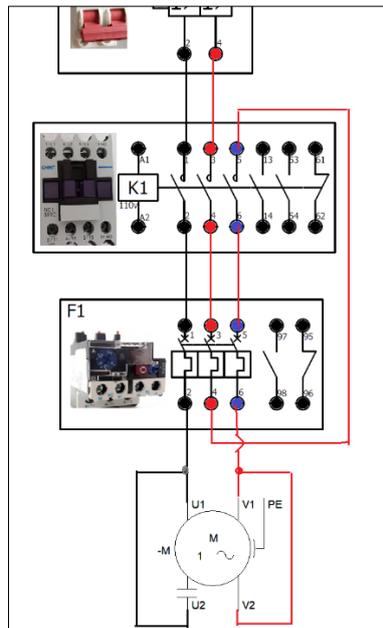
- Para empezar a implementar el esquema de Fuerza, llevar las líneas L1 y L2 de distribución hacia las entradas 1-3 del breaker de 2 polos (Q2), tal como se observa en la imagen.



- Luego las salidas 2-4 del interruptor termomagnético (Q2) se conecta a la entrada 1-3 del contactor K1, sus salidas 2-4-6 se conecta a la entrada 1-3-5 del relé térmico (F1), tal como se observa en la imagen.

Las salidas 2-6 de (F1) van conectadas a la entrada (U1-V1) del motor monofásico, mientras que la salida 4 de F1 se conecta a la entrada 5 del contactor K1 y la salida de este va conectado a la entrada 5 del relé térmico, observa la siguiente figura.

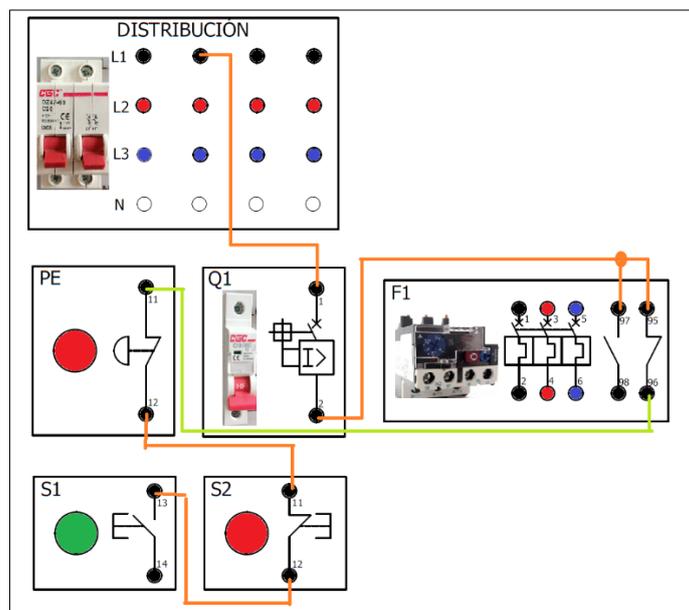
Las salidas del motor U2 va conectada a la salida 2 de F1 y V2 hacia la salida 6 de F1.



PASO 4: Implementación de las conexiones del diagrama de control en el tablero.

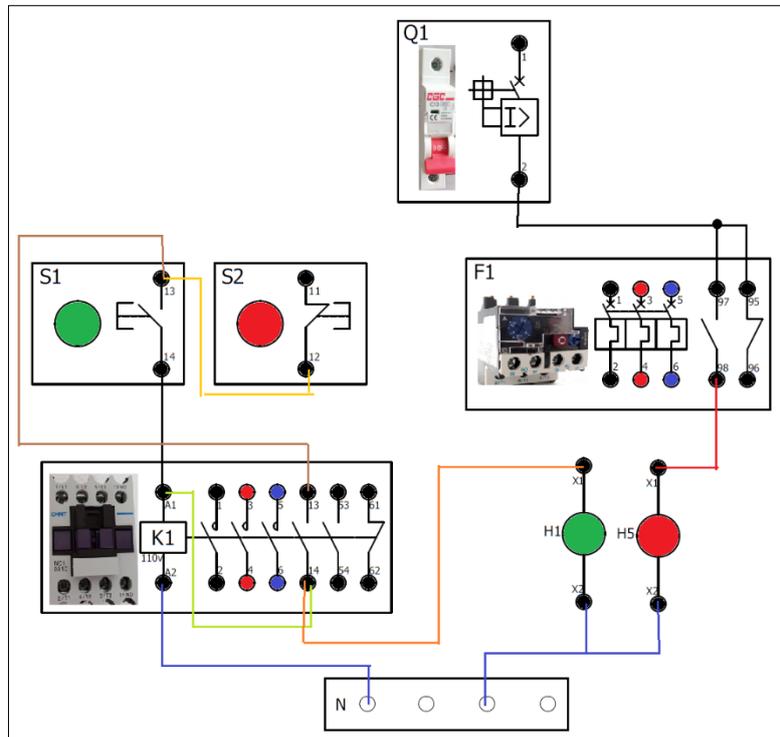
- Conectar la línea L1 hacia la entrada 1 del breaker de 1 polo (Q1) y su salida Q1 llevarla hacia la entrada 95 NC de F1, la salida 96 de F1 va hacia la entrada 11 del pulsador de emergencia NC (PE), tal como se observa en la imagen.

La salida 12 del pulsador PE se conecta a la entrada 11 del pulsador S2-NC y su salida 12 se lleva a la entrada 13 del pulsador S1-NA.



- La salida de S1 se conecta a la bobina A1 de K1, luego la entrada 13 del K1 es conectada a la entrada 13 del pulsador S1, mientras que su salida 14 del K1 se conecta a la bobina A1 del K1 y X1 de la luz piloto H1.

Por último, se coloca una luz piloto roja para fallas, la entrada X1 va hacia la salida 98 del contacto de F1 y su entrada 97 hacia la salida 2 de Q1, finalmente se lleva a la línea N (neutro) las salidas A2 del contactor K1 más las salidas X2 de la luz piloto.



5. CÁLCULOS

Datos de placa del motor

voltaje: 110 v / 220 v

corriente: 8.1 A / 4.1 A

velocidad: 3450 rpm

potencia: ½ HP

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	$I_n = 4.238 A$	
Corriente de arranque	$I_{rr} = 7.159 A$	
Potencia de salida (KW)	373 W	

6. DIAGRAMA ELÉCTRICO

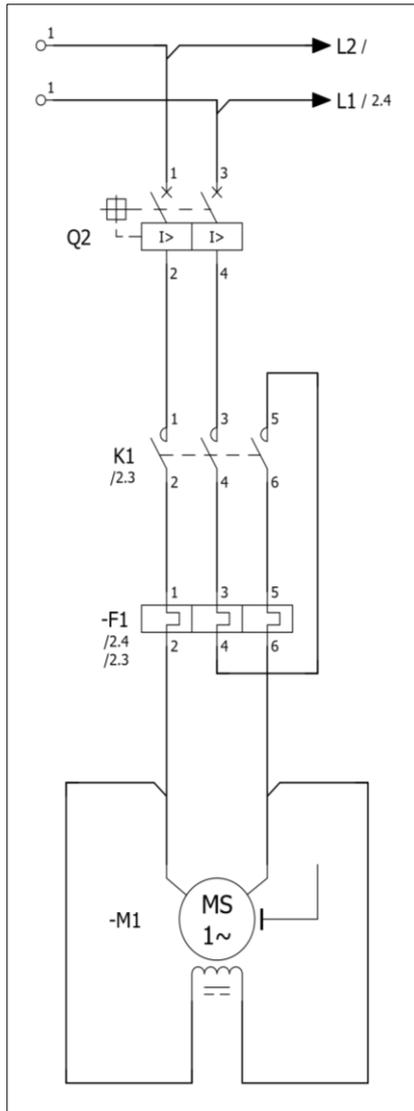


Diagrama de potencia

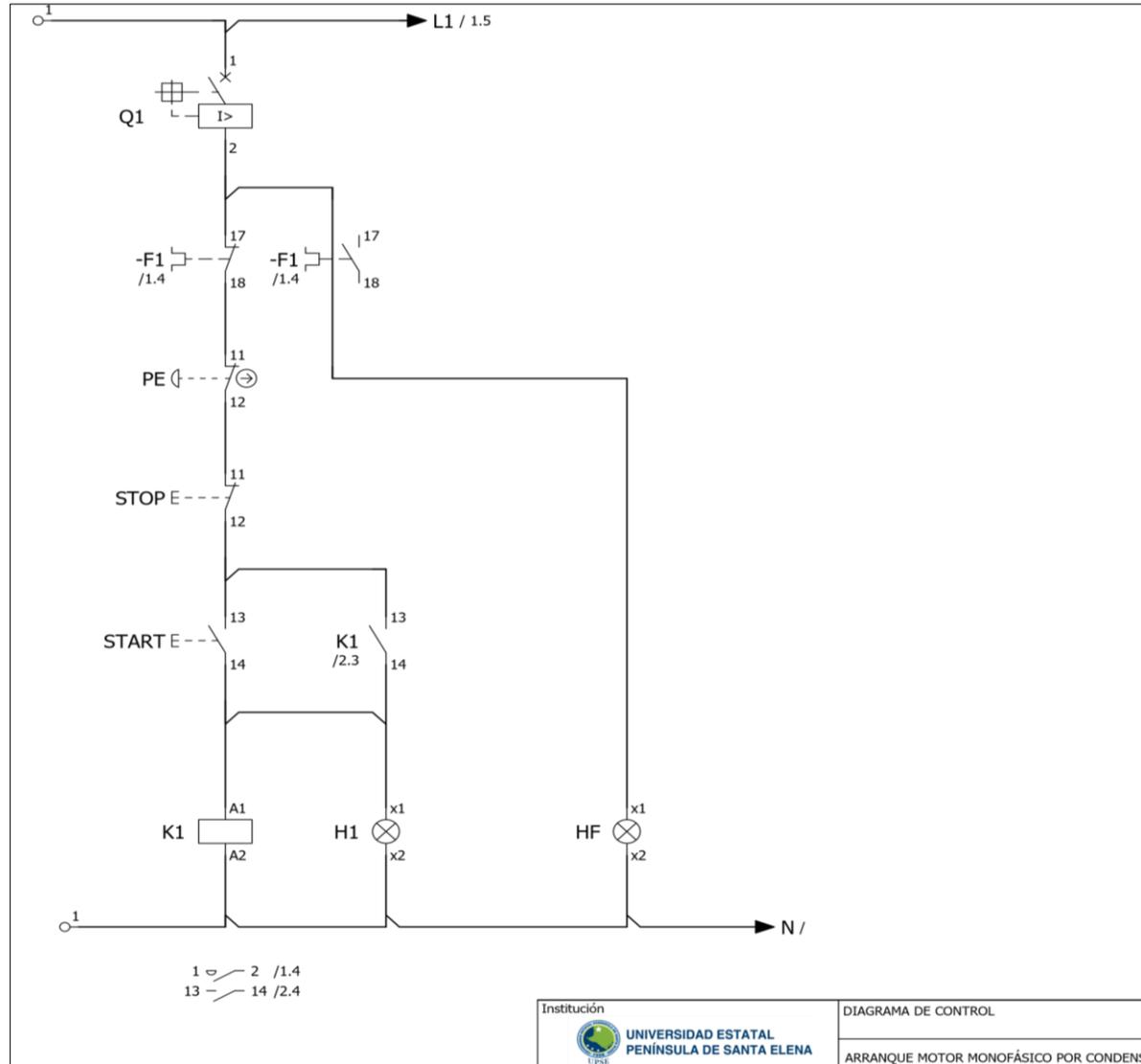
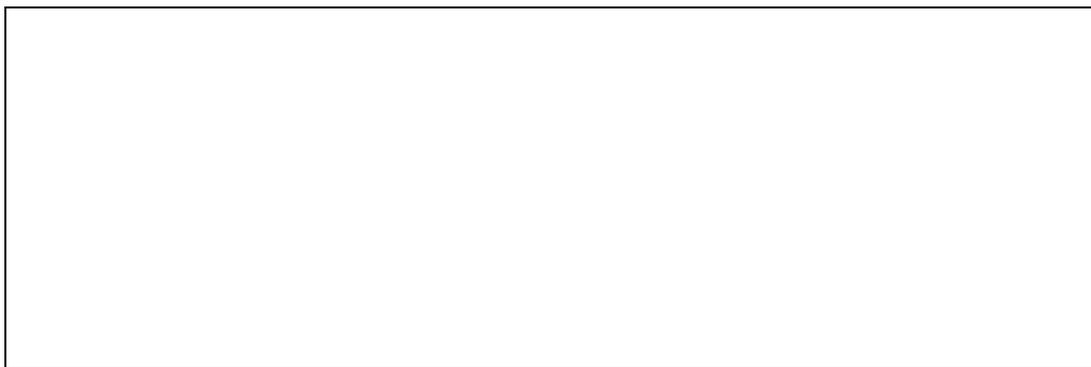


Diagrama de control

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
4	Arranque directo de un motor monofásico usando PLC Logo	2 horas

1. OBJETIVOS

- Realizar el diagrama eléctrico de un motor monofásico por condensador usando PLC Logo.
- Implementar las conexiones de los sistemas de control y fuerza en el tablero eléctrico.
- Verificar los parámetros eléctricos de la práctica con los datos teóricos obtenidos.
- Visualizar el comportamiento del motor monofásico con condensador y su inversión de giro.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

El motor monofásico por condensador en arranque directo si este se acopla en serie al bobinado auxiliar de arranque causa que la corriente se adelante en este bobinado para producir el voltaje, mientras que la corriente en el bobinado principal atrasa el voltaje debido a la alta inductancia del devanado, es decir el par de arranque del motor por capacitor es muy alto de 3 a 4 veces el par nominal, tiene un desfase entre corrientes de bobinas de 80 a 90°. Varias de sus aplicaciones lo encontramos en compresores pequeños, lavadoras grandes, sopladores.

Para el cálculo de potencia eléctrica en sistemas monofásicos, su ecuación esta denotada por:

$$P = I \cdot V \cdot \cos(\varphi)$$

Luego para obtener su potencia de salida, se realiza la conversión de HP a W o KW, sabemos que $1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$, por lo tanto, la fórmula sería: $P_{out} = 746 \cdot \#HP$ y su potencia de entrada es dividida por la eficiencia % del motor, entonces $P_{int} = \frac{P_{out}}{\eta}$

Y para calcular la intensidad nominal del motor, se despeja de la siguiente manera la ecuación anterior: $I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$, a su vez la corriente de arranque es denotado del despeje de la fórmula de potencia aparente $S = V \cdot I$ despejando $I_{rr} = \frac{S}{V}$. Donde S es la potencia aparente de arranque multiplicada por el código de letras de la norma nema de los motores.

$$S = HP \cdot (\text{Factor de letra del motor}).$$

Para el cálculo de capacidad del condensador de arranque en motor monofásico es dado por la siguiente fórmula: $C = \frac{3.18 \cdot P \cdot 10^6}{V^2 \cdot \cos(\varphi)}$

Designación de letra	KVA/HP*
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4.0
D	4.0 – 4.5
E	4.5 – 5.0
F	5.0 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	5.6 – 6.3

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Panel de distribución L1, L2 y N
- ✓ Interruptor termomagnético Q2
- ✓ Contactores K1
- ✓ Relé térmico trifásico F1
- ✓ Motor monofásico
- ✓ Interruptor termomagnético Q1

- ✓ PLC Logo
- ✓ Pulsador de marcha S1
- ✓ Pulsador de paro S2

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

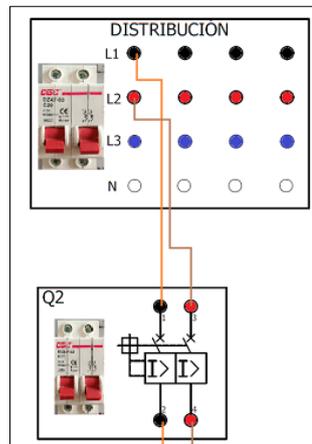
PASO 1: Identificar los componentes físicos en el tablero mencionados anteriormente en punto 3.

PASO 2: Analizar la descripción de funcionamiento de los diagramas de fuerza y control para la respectiva práctica del arranque directo (ver el punto 5. Diagrama eléctrico).

- Al activar el pulsador NA - S1 conectado a la entrada I1 del PLC Logo, activará el contactor K1, donde K1 queda enclavado haciendo activar en el logo la salida Q1 a su vez pone en marcha al motor.
- En caso de una emergencia se debe activar el pulsador PE tipo hongo (color rojo) el cual corta la alimentación del circuito de control.
- Al pulsar S2 (paro) se desenclava el contactor, por ende, se apaga el motor.

PASO 3: Implementación de las conexiones del diagrama de potencia en el tablero.

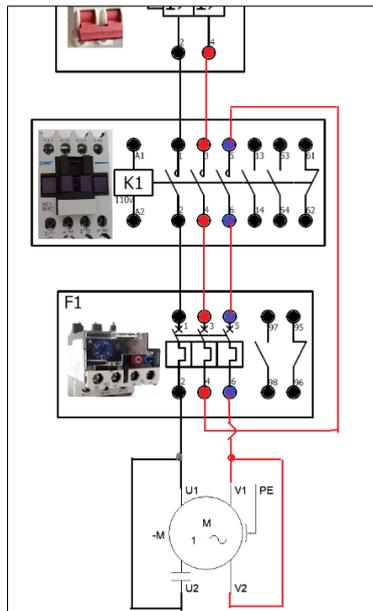
- Para empezar a implementar el esquema de Fuerza, llevar las líneas L1 y L2 de distribución hacia las entradas 1-3 del breaker de 2 polos (Q2), tal como se observa en la imagen.



- Luego las salidas 2-4 del interruptor termomagnético (Q2) se conecta a la entrada 1-3 del contactor K1, sus salidas 2-4-6 se conecta a la entrada 1-3-5 del relé térmico (F1), tal como se observa en la imagen.

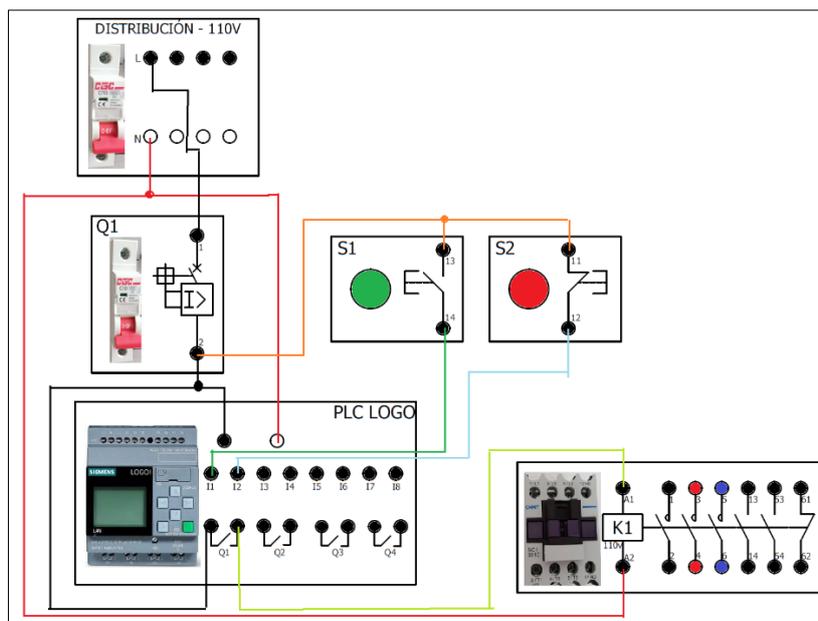
Las salidas 2-6 de (F1) van conectadas a la entrada (U1-V1) del motor monofásico, mientras que la salida 4 de F1 se conecta a la entrada 5 del contactor K1 y la salida de este va conectado a la entrada 5 del relé térmico, observa la siguiente figura.

Las salidas del motor U2 va conectada a la salida 2 de F1 y V2 hacia la salida 6 de F1.

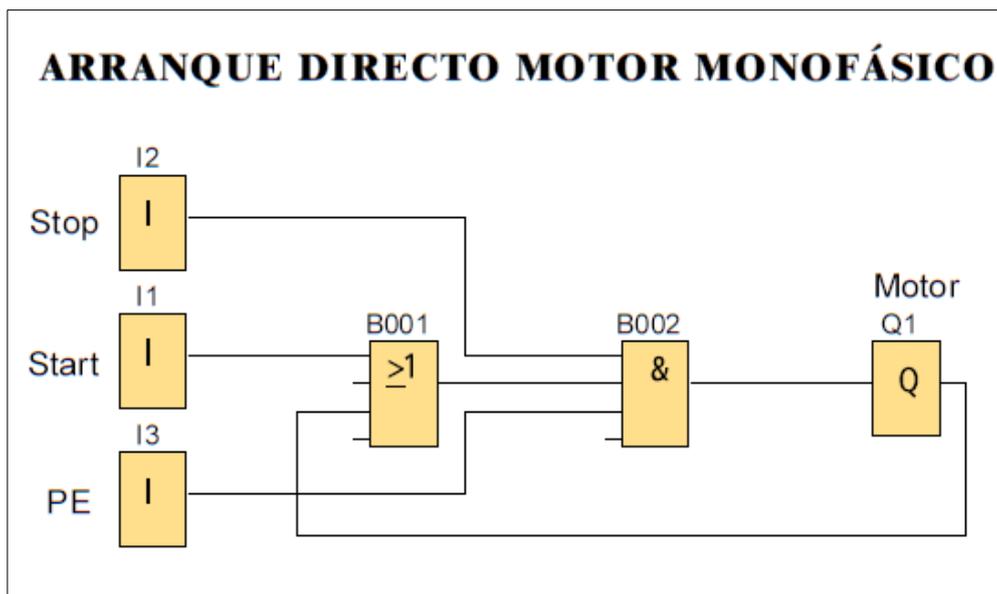


PASO 4: Implementación de las conexiones del diagrama de control en el tablero.

- Conectar la línea L1 hacia la entrada 1 del interruptor termomagnético de 1 polo (Q1) y su salida Q1 llevarla hacia la entrada L1 del PLC Logo, la entrada N (neutro) se lleva a línea N de distribución.
- Luego se conecta el pulsador S1, su entrada 13 va hacia la salida 2 de Q1 y su salida 14 hacia la entrada I1 del Logo, lo mismo se hará con el pulsador S2, solo que su salida va conectada a la entrada I2 del Logo.
- La salida Q1 del PLC Logo, en el puerto 1 se lleva a la salida 2 de Q1 y el puerto 2 se conecta la bobina A1 del contactor K1 y la salida de este se conecta a la línea neutro (N).



PASO 5: Cargar la siguiente programación del software confort al controlador PLC Logo.



- ✓ Luego de terminar la programación anterior, se procede a transferir los datos al logo de la siguiente manera:
 - Abrir mediante ctrl+D la interfaz de transferencia.
 - Seleccionar la dirección IP establecido en el logo.
 - Dar click en el botón Probar para su respectiva conexión, una vez comprobado debe salir un visto arriba, finalmente seleccionar Aceptar, y debe aparecer un mensaje mostrando que la carga fue finalizada correctamente.

5. CÁLCULOS

Datos de placa del motor

voltaje: 110 v / 220 v

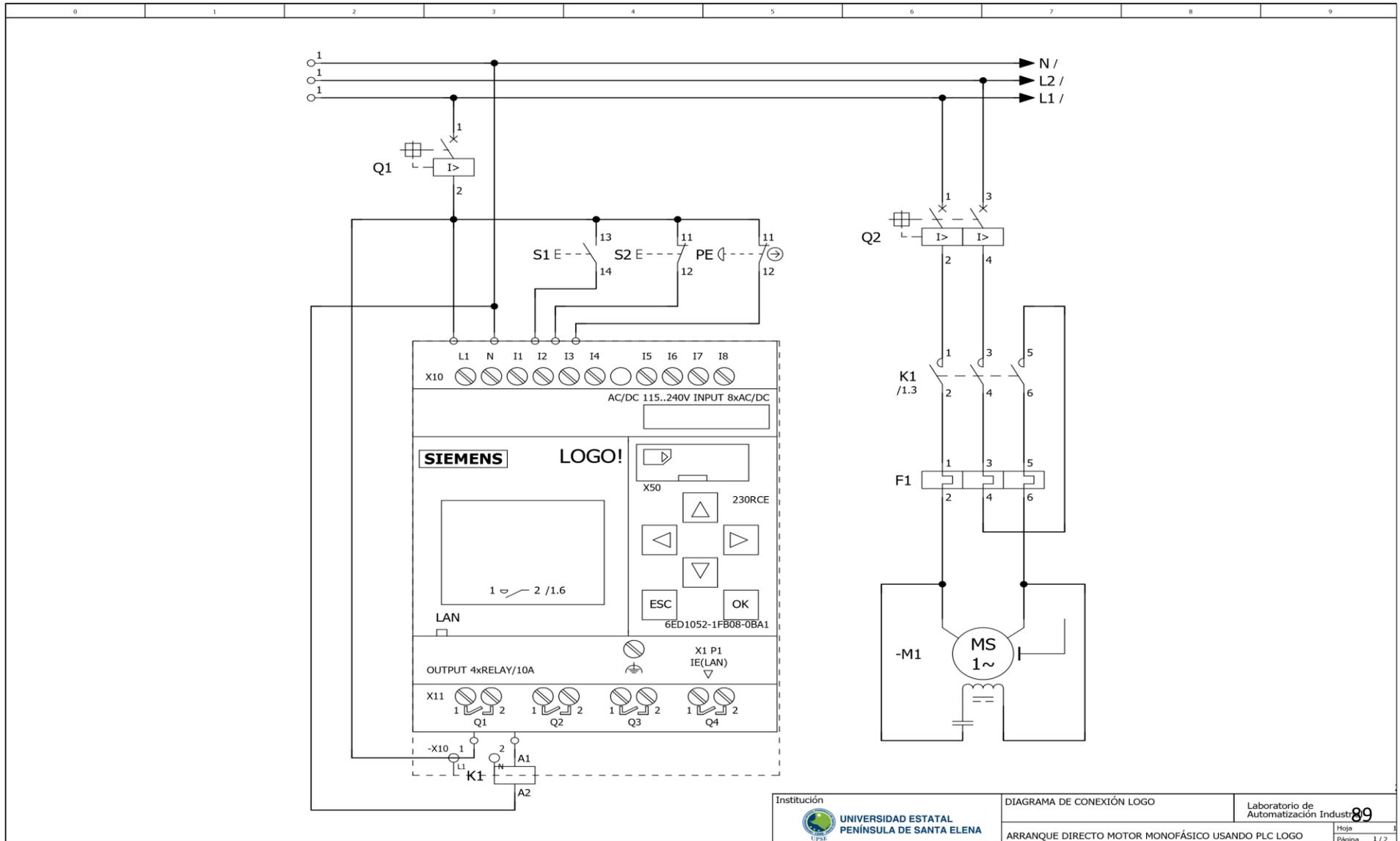
corriente: 8.1 A / 4.1 A

velocidad: 3450 rpm

potencia: ½ HP

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	$I_n = 4.238 A$	
Corriente de arranque	$I_{rr} = 7.159 A$	
Potencia de salida (KW)	373 W	

6. DIAGRAMA ELÉCTRICO



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
5	Arranque e inversión de giro de un motor monofásico usando PLC Logo	2 horas

1. OBJETIVOS

- Realizar el diagrama eléctrico de inversión de giro un motor monofásico por condensador.
- Implementar las conexiones de los sistemas de control y fuerza en el tablero eléctrico.
- Verificar los parámetros eléctricos de la práctica con los datos teóricos obtenidos.
- Visualizar el comportamiento del motor monofásico con condensador y su inversión de giro.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La inversión de giro por PLC Logo en un motor monofásico permite ejercer una fuerza mecánica en ambos sentidos, dicho motor posee dos bobinados, uno principal y otro auxiliar para el arranque del mismo, su par de arranque es mayor a los demás arranques. Varias de sus otras aplicaciones la encontramos en bandas transportadores de baja carga, en cortinas, moto bombeadores o apertura y cierre de puertas

Para el cálculo de potencia eléctrica en sistemas monofásicos, su ecuación esta denotada por:

$$P = I \cdot V \cdot \cos(\varphi)$$

Luego para obtener su potencia de salida, se realiza la conversión de HP a W o KW, sabemos que $1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$, por lo tanto, la fórmula seria: $P_{out} = 746 \cdot \#HP$ y su potencia de entrada es dividida por la eficiencia % del motor, entonces $P_{int} = \frac{P_{out}}{\eta}$

Y para calcular la intensidad nominal del motor, se despeja de la siguiente manera la ecuación anterior: $I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$, a su vez la corriente de arranque es denotado del despeje de la fórmula de potencia aparente $S = V \cdot I$ despejando $I_{rr} = \frac{S}{V}$. Donde S es la potencia aparente de arranque multiplicada por el código de letras de la norma nema de los motores.

$$S = HP \cdot (\text{Factor de letra del motor}).$$

Para el cálculo de capacidad del condensador de arranque en motor monofásico es dado por la siguiente fórmula: $c = \frac{3.18 \cdot P \cdot x 10^6}{V^2 \cdot \cos(\varphi)}$

Designación de letra	KVA/HP*
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4.0
D	4.0 – 4.5
E	4.5 – 5.0
F	5.0 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	5.6 – 6.3

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| ✓ Panel de distribución L1, L2 y N | ✓ Relé térmico trifásico F1 |
| ✓ Interruptor termomagnético Q2 | ✓ Motor monofásico |
| ✓ Contactores K1, K2, K3 | ✓ Interruptor termomagnético Q1 |
| | ✓ PLC Logo |

- ✓ Pulsador de marcha S1, S3
- ✓ Pulsador de paro S2
- ✓ Pulsador de emergencia PE

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

Material de apoyo

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

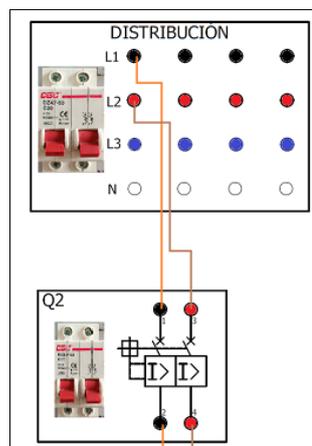
PASO 1: Identificar los componentes físicos en el tablero mencionados anteriormente en punto 3.

PASO 2: Analizar la descripción de funcionamiento de los diagramas de fuerza y control para la respectiva práctica de arranque inversión de giro por medio del controlador PLC Logo (ver el punto 5. Diagrama eléctrico)

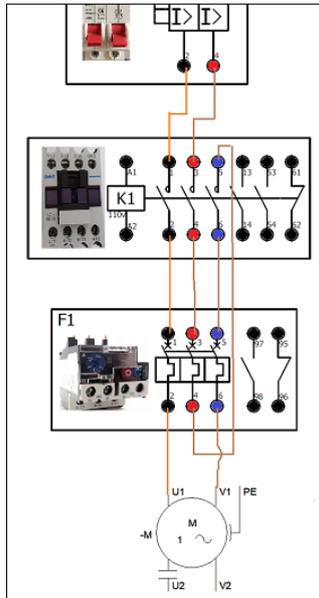
- Al activar el pulsador S1, este está conectado a la entrada I1 del PLC Logo, activará el contactor K1 y K2, donde K2 queda enclavado haciendo activar en el logo la salida Q1 Y Q2 a su vez pone en marcha al motor en sentido horario.
- Para cambiar el sentido de giro del motor, se debe parar el proceso anterior, es decir se debe pulsar S2 (paro) para desenclavar el contactor, por ende, se apaga el motor.
- Para activar el cambio de giro del motor, se pulsa S3, donde se activarán los contactores K1 y K3 quedando enclavado K3 y poniendo en marcha al motor en sentido antihorario.
- En caso de una emergencia se debe activar el pulsador PE tipo hongo (color rojo) el cual corta la alimentación del circuito de control.

PASO 3: Implementación de las conexiones del diagrama de potencia en el tablero.

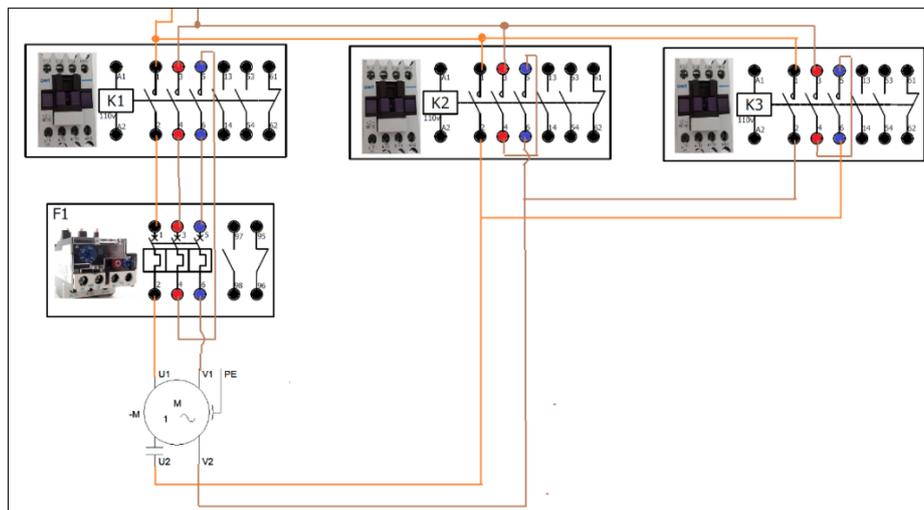
- Para empezar a implementar el esquema de Fuerza, llevar las líneas L1 y L2 de distribución hacia las entradas 1-3 del breaker de 2 polos (Q2), tal como se observa en la imagen.



- Luego las salidas 2-4 del breaker (Q2) se conecta a la entrada 1-3 del contactor K1, sus salidas 2-4-6 se conecta a la entrada 1-3-5 del relé térmico (F1), tal como se observa en la imagen. Las salidas 2-6 de (F1) van conectadas a la entrada (U1-V1) del motor monofásico, mientras que la salida 4 de F1 se conecta a la entrada 5 del contactor K1 y la salida de este va conectado a la entrada 5 del relé térmico, observa la siguiente figura.



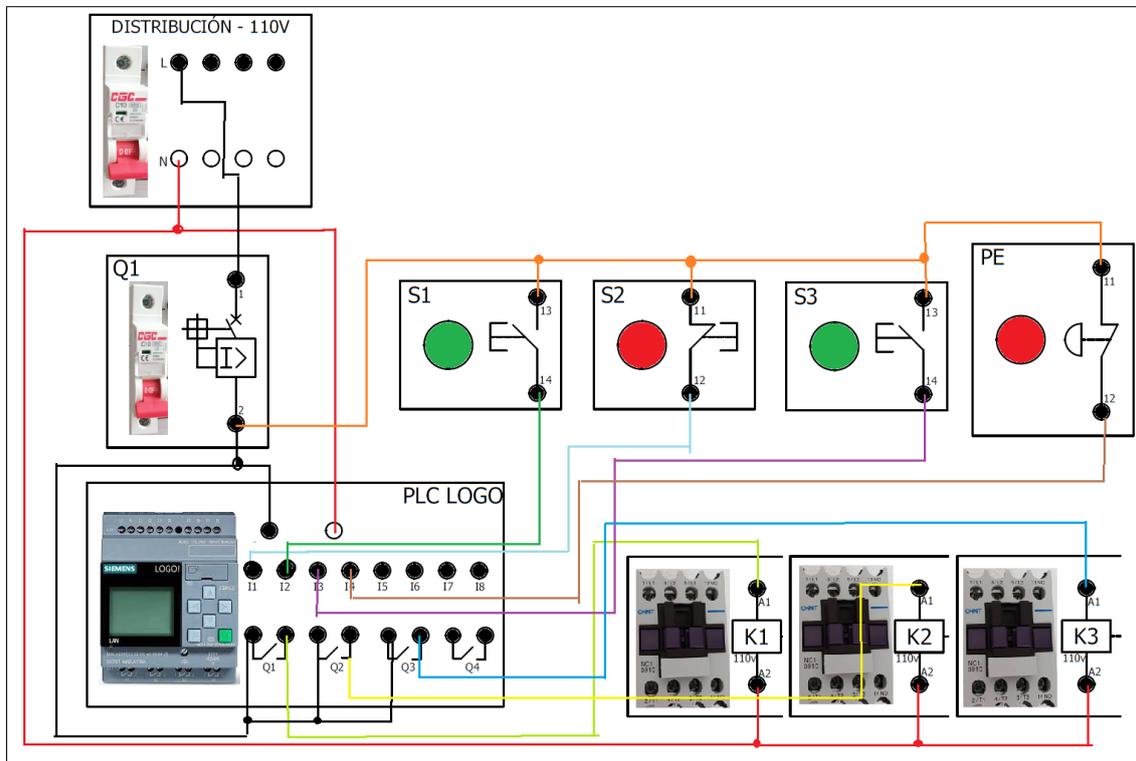
- Posteriormente, se conecta la parte de inversión de giro, en este caso la entrada 1 del contactor K2 se conecta a la entrada 1 del contactor K1; las salidas 2-6 de K2, una va conectada al capacitor (U2) del motor y la otra a V2, lo mismo se aplica para el contactor K3, solo que se invierten sus salidas, es decir la salida 2 va con V2 y la salida 6 con U2, tal como se muestra en la figura.



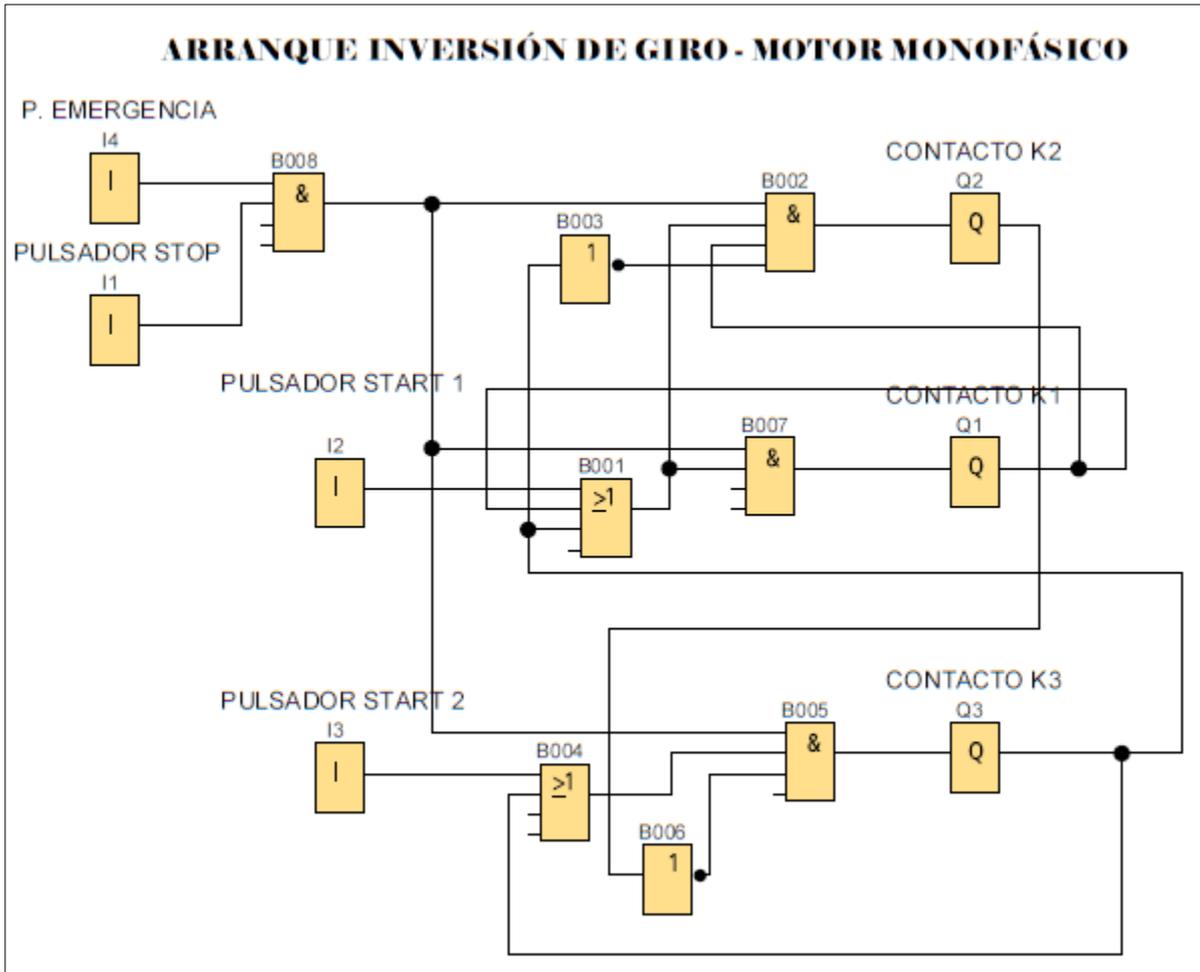
PASO 4: Implementación de las conexiones del diagrama de control en el tablero.

- Conectar la línea L1 hacia la entrada 1 del interruptor termomagnético de 1 polo (Q1) y su salida Q1 llevarla hacia la entrada L1 del PLC Logo, la entrada N (neutro) se lleva a línea N de distribución.
Luego se conecta el pulsador S1, su entrada 13 va hacia la salida 2 de Q1 y su salida 14 hacia la entrada I2 del Logo, lo mismo se hará con el pulsador S2, solo que su salida va conectada a la entrada I1 del Logo.
Posteriormente el pulsador S3, su entrada 13 va hacia la salida 2 de Q1 y su salida 14 hacia la entrada I3 del Logo, lo mismo se hará con el pulsador de emergencia PE, solo que su salida va conectada a la entrada I4 del Logo.

- La salida Q1 del PLC Logo, el puerto 1 se lleva a la salida 2 de Q1 y el puerto 2 se conecta la bobina A1 del contactor K1 y la salida de este se conecta a la línea neutro (N).
 La salida Q2 del PLC Logo, el puerto 1 se lleva a la salida 2 de Q1 y el puerto 2 se conecta la bobina A1 del contactor K2 y la salida de este se conecta a la línea neutro (N).
 La salida Q3 del PLC Logo, el puerto 1 se lleva a la salida 2 de Q1 y el puerto 2 se conecta la bobina A1 del contactor K3 y la salida de este se conecta a la línea neutro (N).



PASO 5: Cargar la siguiente programación del software confort al controlador PLC Logo.



- ✓ Luego de terminar la programación anterior, se procede a transferir los datos al logo de la siguiente manera:
 - Abrir mediante ctrl+D la interfaz de transferencia.
 - Seleccionar la dirección IP establecido en el logo.
 - Dar click en el botón Probar para su respectiva conexión, una vez comprobado debe salir un visto arriba, finalmente seleccionar Aceptar, y debe aparecer un mensaje mostrando que la carga fue finalizada correctamente.

5. CÁLCULOS

Datos de placa del motor

voltaje: 110 v / 220 v

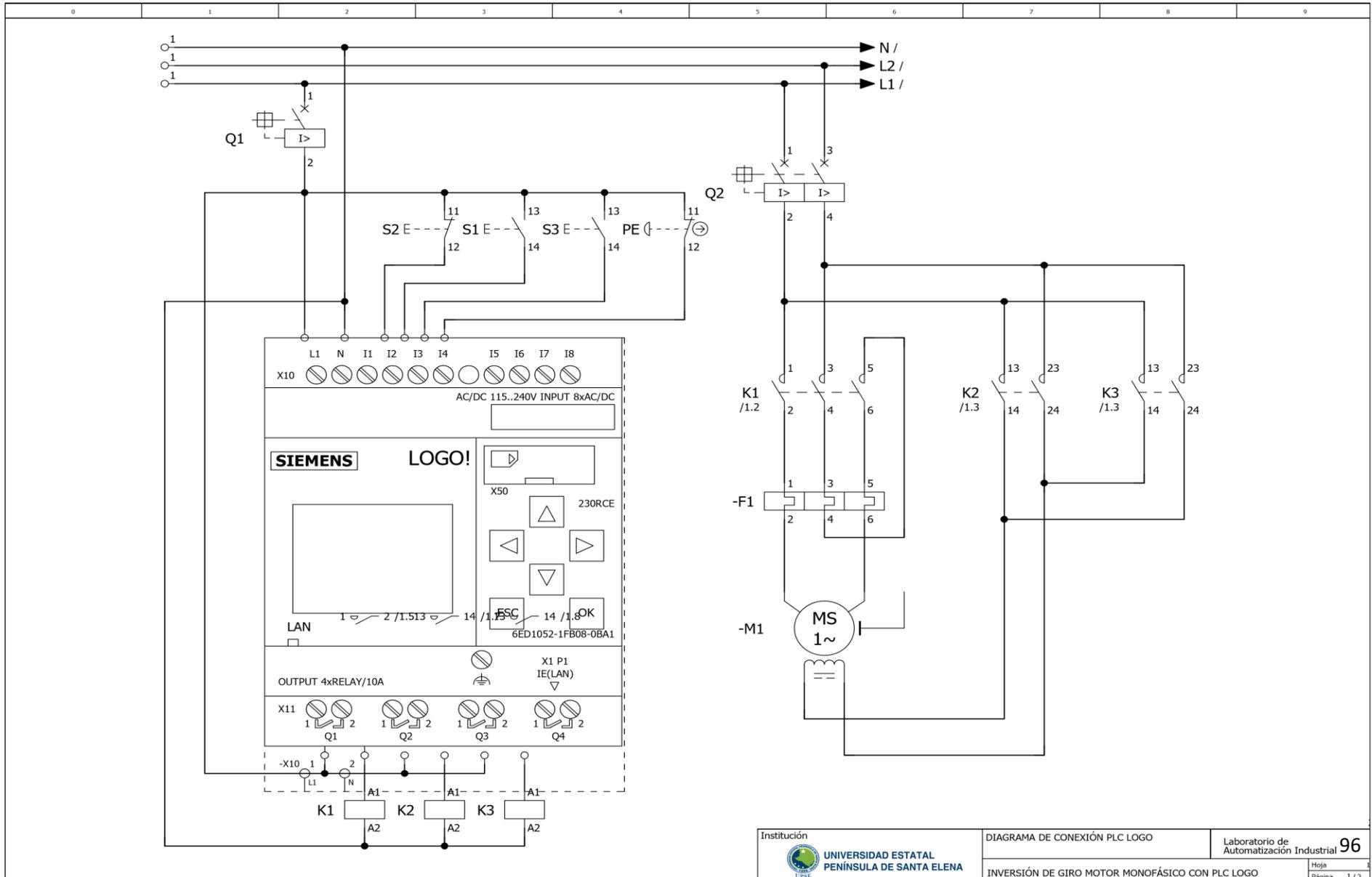
corriente: 8.1 A / 4.1 A

velocidad: 3450 rpm

potencia: ½ HP

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	$I_n = 4.238 A$	
Corriente de arranque	$I_{rr} = 7.159 A$	
Potencia de salida (KW)	373 W	

6. DIAGRAMA ELÉCTRICO



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

--

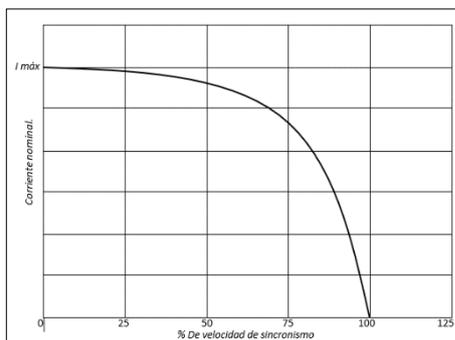
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
6	Arranque directo de un motor trifásico	2 horas

1. OBJETIVOS

- Diseñar los esquemas de control y fuerza para la puesta en marcha de un motor trifásico mediante un arranque directo.
- Implementar el diseño en el tablero eléctrico y comprobar el funcionamiento de la práctica
- Verificar los parámetros eléctricos que obtiene el motor durante la práctica y compararlos con los resultados teóricos.
- Comprender el comportamiento y funcionamiento del arranque directo en un motor trifásico, observando la corriente inicial que toma un motor eléctrico al ser conectado de manera directa a la red.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

El arranque directo consiste en conectar el motor de manera directa a la red usando dispositivos de control y de protección, se ejecuta en conexión estrella o en conexión delta esto según el voltaje que se maneje y de las tensiones nominales del motor en cada tipo de conexión. El pico de corriente que alcanza el motor al realizar este tipo de arranque puede ir entre 5 a 8 veces la corriente nominal del motor, la siguiente imagen muestra la gráfica de corriente / velocidad donde se observa como la corriente inicialmente es elevada y va disminuyendo a medida que la velocidad del motor aumenta.



Para el cálculo de potencia en un sistema trifásico se toma la ecuación de potencia en sistemas monofásicos. $P_{1\theta} = Vf \times If \times \text{Cos}\varphi$. Además, se considera que en una conexión en delta $Il = \sqrt{3} * If$ y $Vl = Vf$, y en una conexión en estrella $Vl = \sqrt{3} * Vf$ y $Il = If$, Con ello se toma que la potencia trifásica es 3 veces el valor de la potencia

monofásica. $P_{3\theta} = 3P_{1\theta}$; Por ende, la potencia trifásica es igual a $P_{3\theta} = 3 Vf \times If \times \text{Cos}\varphi$, se desea trabajar con valores de línea por ende se reemplaza Vf e If quedando lo siguiente, $P_{3\theta} = 3 \frac{Vl}{\sqrt{3}} * Il * \text{Cos}\varphi$, resolviendo la ecuación se obtiene:

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} * Vl * Il * \text{Cos}\varphi$$

A partir de aquí se puede despejar la corriente de línea del motor trifásico.

Designación de letra	KVA / HP
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4
D	4 – 4.5
E	4.5 – 5
F	5 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	6.3 – 7.1

Para calcular la corriente de arranque se usa la tabla mostrada a continuación

La designación de letra viene en el dato de placa de cada motor, con ello se puede saber el factor multiplicador para encontrar la corriente de arranque de un motor trifásico, usando la siguiente ecuación.

$$I_{arr} = I_l * \text{Designación de letra del motor}$$

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Breaker de tres polos Q3
- ✓ Contactor trifásico
- ✓ Relé térmico F1
- ✓ Motor trifásico 1 HP.
- ✓ Breaker de un polo
- ✓ Pulsador hongo de emergencia

- ✓ Pulsadores
- ✓ Luces piloto

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

PASO1. Identificar en el tablero eléctrico los equipos necesarios antes mencionados para usarse en esta práctica.

PASO 2. Interpretar el funcionamiento del diagrama de control y fuerza efectuados para la práctica.

- Al pulsar S1 se energiza el contactor K1 y queda enclavado, se enciende la luz piloto H1 indicando que el motor ha sido puesto en marcha.
- Mediante S2 se realiza el paro del motor, al pulsarlo se desenclava al contactor K1, se desactiva la luz piloto H1 indicando que el motor a sido detenido.
- En caso de existir una falla por sobre carga en el motor, se activa el relé térmico, su contacto NC se abrirá cortando la energía al circuito de control haciendo que el motor se detenga. El contacto NA del relé térmico se cerrará y hará encender la luz piloto H2 indicando que hubo una falla por sobrecarga en el motor.
- En caso de emergencia se pulsa el botón de paro de emergencia PE, este corta la energía a todo el circuito, para volver a dar start el pulsador PE debe volver a su posición inicial.

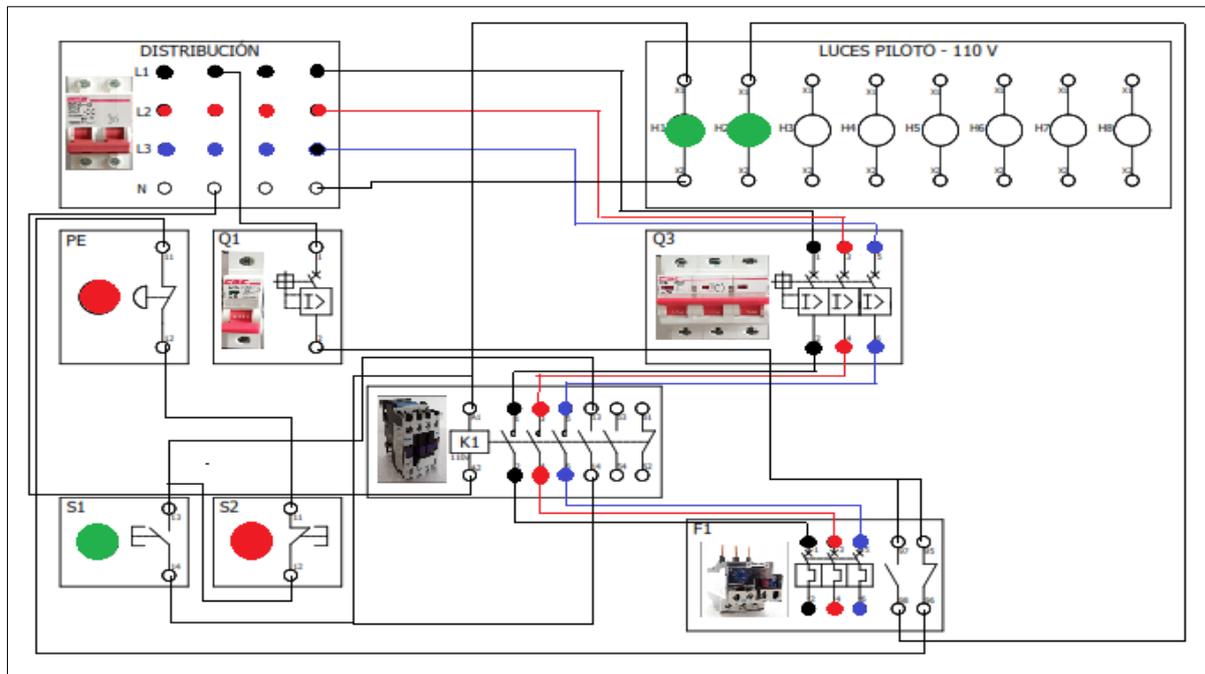
PASO 3. Implementar el diagrama de fuerza en el tablero eléctrico.

- Desde la distribución llevar las líneas L1, L2 y L3 hacia el breaker de 3 polos (Q3) y conectarlas a la entrada de este.
- Luego las salidas del breaker de 3 polos (Q3) llevarlas hacia el contactor K1 y conectarlas en sus contactos de potencia, contactos 1, 3 y 5 respectivamente, y sus salidas, contactos 2, 4 y 6 llevarlas hacia el relé térmico (F1) y conectarlas a la entrada de este mediante los contactos 1, 3 y 5 del relé térmico.
- A la salida del relé térmico, sus contactos 2, 4 y 6 conectar el motor trifásico de 1 HP

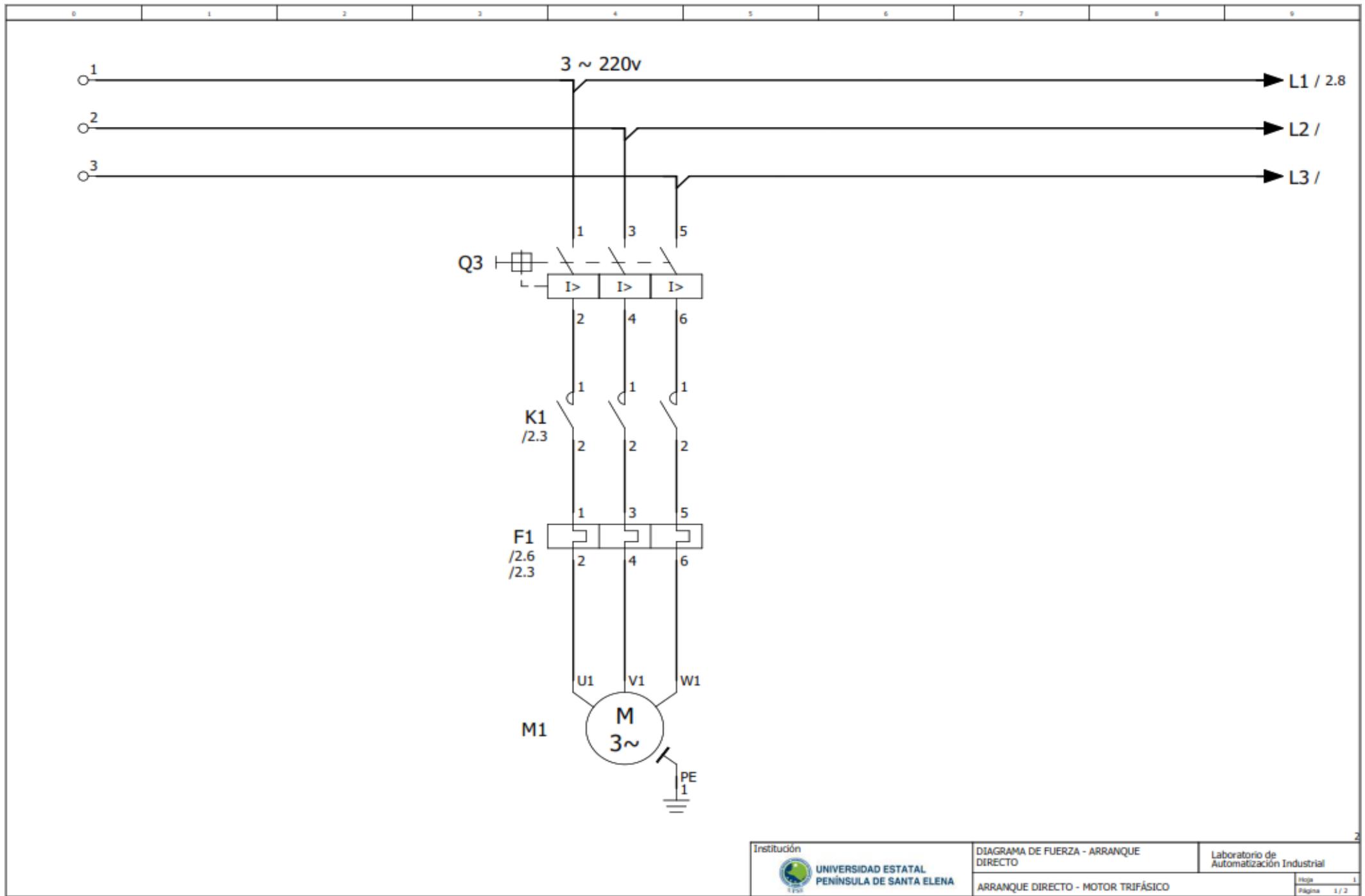
PASO 4. Implementar el diagrama de control en el tablero eléctrico.

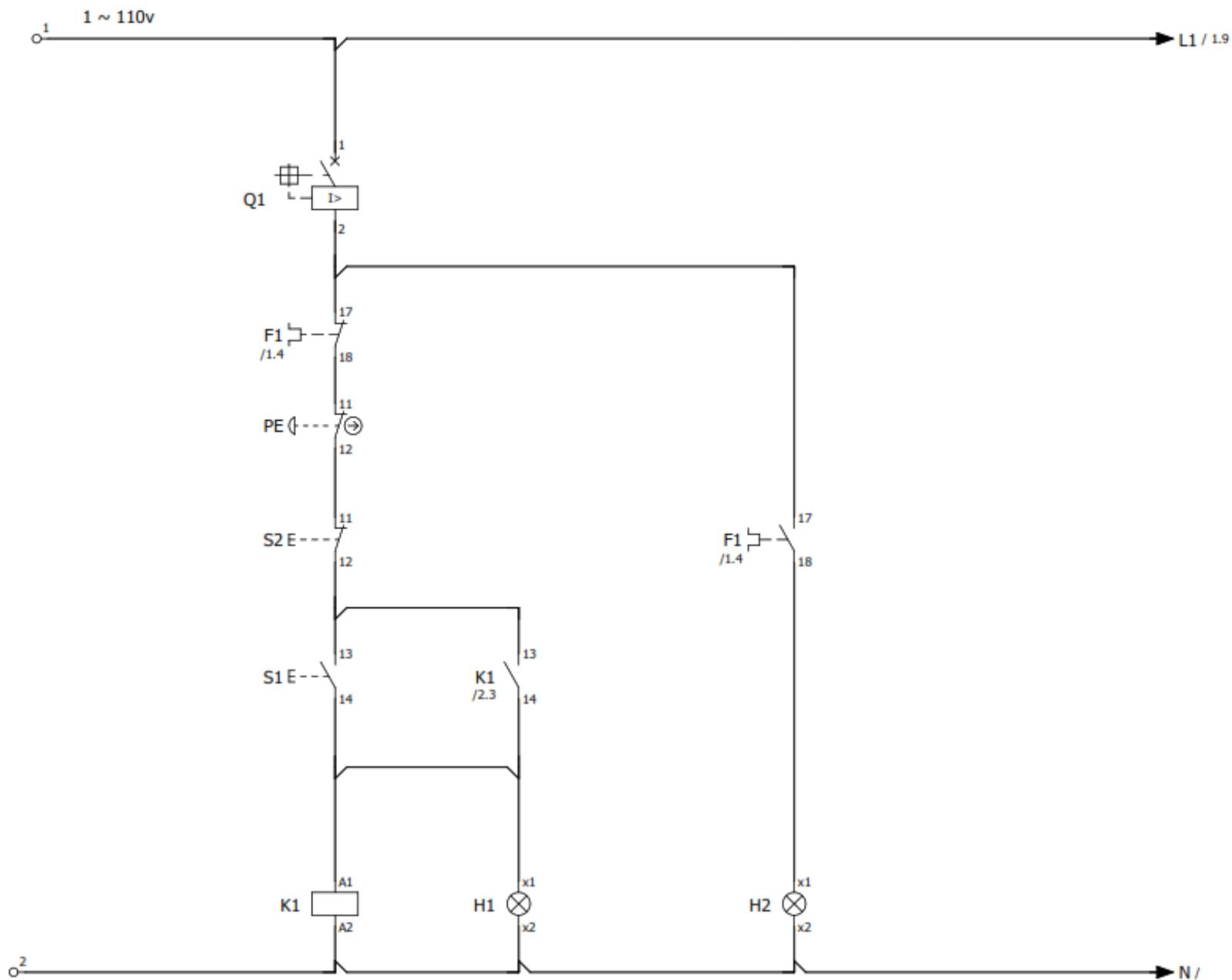
- Desde la distribución llevar la línea 1 (L1) hacia la entrada del breaker de un polo (Q1), a la salida del breaker Q1 se conecta el contacto NC del relé térmico, de manera paralela se conecta el contacto NA del relé térmico y en serie a este se conecta la luz piloto H2.

- A la salida del contacto NC del relé térmico se conecta la entrada del pulsador de emergencia (PE) y en serie a este se conecta el pulsador S2.
- En la salida de S2 se conecta la entrada del pulsador S1 y la entrada del contacto NA, contacto 13, del contactor K1.
- La salida del pulsador S1 se conecta a A1 de la bobina del contactor K1 junto con la salida del contacto NA, contacto 14, del contacto K1.
- A2 de la bobina del contactor K1 se conecta a neutro (N) de la distribución.



5. DIAGRAMA ELÉCTRICO.





1 2 /1.4
 1 2 /1.4
 1 2 /1.4
 13 14 /2.4

6. CÁLCULOS

<u>Datos de placa del motor.</u>	
1 HP	Corriente: 3.30 A / 1.91 A
60 HZ	N %: 77%
Voltaje: 220 v/ 380 v	
Cosφ: 0.77	1720 RPM
Código H	

$$P_{out} = 1 \text{ hp} = 0.746 \text{ Kw}$$

$$P_{int} = P_{out} / \eta$$

$$P_{int} = 0.746 \text{ kW} / 0.77$$

$$P_{int} = 0.969 \text{ kW}$$

Corriente de línea

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_l \times F_p}$$

$$I_l = \frac{0.969 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ v} \times 0.77}$$

$$I_l = 3.30 \text{ A}$$

Corriente de Arranque

$$I_{arr} = I_l \times \text{Valor según el código del motor}$$

$$I_{arr} = 3.3 \text{ A} \times 6.3$$

$$I_{arr} = 20.79 \text{ A}$$

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	3.30 A	
Potencia de salida (KW)	0.746 W	
Corriente de arranque	20.79 A	

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
7	Arranque de un motor trifásico por conexión estrella – delta	2 horas

1. OBJETIVOS

- Diseñar los esquemas de control y fuerza para la puesta en marcha de un motor trifásico mediante el arranque estrella – delta
- Implementar el diseño en el tablero eléctrico y comprobar el funcionamiento de la práctica
- Verificar los parámetros eléctricos que toma el motor al arrancar a tensión reducida mediante conexión estrella – delta
- Comprender cual es la diferencia en arrancar un motor trifásico en estrella y en delta.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

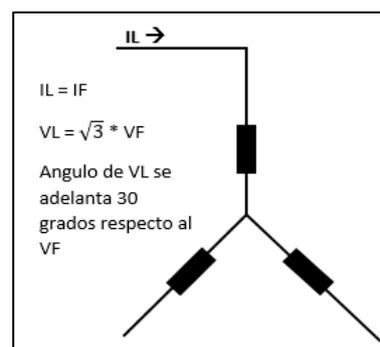
Consiste en poner en marcha al motor conectando sus devanados en configuración estrella a la red eléctrica, por ende, el voltaje de fase que llega a las bobinas es inferior en comparación al voltaje de línea, lo que conlleva a que disminuya la corriente de arranque en el motor. Además de que aumente la vida útil de la máquina.

Conexión en estrella.

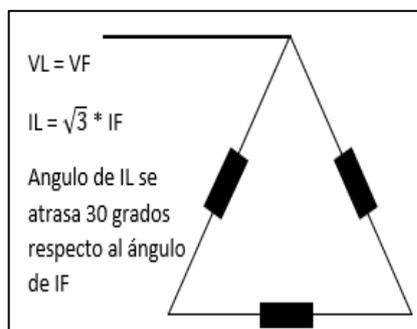
En esta conexión las 3 fases de las bobinas del motor se encuentran conectadas en un punto común, por lo tanto, el voltaje que se divide en cada bobina es inferior al voltaje entregado por la red eléctrica. Para el cálculo de potencia en un sistema trifásico se toma la ecuación de potencia en sistemas monofásicos. $P_{1\theta} = Vf \times If \times \cos\phi$. Con ello se toma que la potencia trifásica es 3 veces el valor de la potencia monofásica. $P_{3\theta} = 3P_{1\theta}$; Por ende, la potencia trifásica es igual a $P_{3\theta} = 3 Vf \times If \times \cos\phi$. Tomando las consideraciones de la imagen se reemplaza y se obtiene que $P_{3\theta} = 3 \frac{Vl}{\sqrt{3}} * Il * \cos\phi$

Resolviendo la ecuación se obtiene la ecuación de potencia trifásica.

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} * Vl * Il * \cos\phi$$



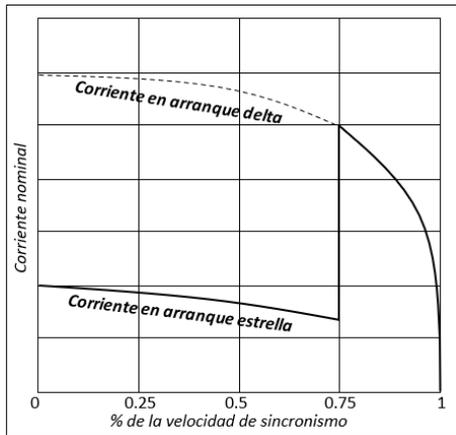
Conexión en Delta.



Para esta conexión las 3 bobinas del motor se encuentran conectadas en cortocircuito, y en cada bobina cae una tensión igual a la de la red eléctrica.

Para encontrar la potencia también se parte de la fórmula de potencia monofásica $P_{1\theta} = Vf \times If \times \cos\phi$, y por ende, $P_{3\theta} = 3 Vf \times If \times \cos\phi$.

Reemplazando los valores de VF y IF con las consideraciones mostradas en la imagen, tenemos:



conexión delta.

$$P_{3\theta} = 3Vl * \frac{Il}{\sqrt{3}} * \text{Cos}\varphi$$

Resolviendo la ecuación se obtiene.

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} * Vl * Il * \text{Cos}\varphi$$

En conclusión, la potencia en un motor trifásico es igual en ambas conexiones.

En la siguiente imagen se observa como la corriente de arranque disminuye en comparación a un arranque directo cuando es conectada en triángulo, una vez alcanzado el 75 u 80% de la velocidad nominal del motor se realiza la conmutación y el motor queda trabajando con sus características normales en

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Breaker de tres polos Q3
- ✓ Contactores trifásicos
- ✓ Relé térmico F1
- ✓ Motor trifásico 1 HP.
- ✓ Breaker de un polo
- ✓ Pulsador hongo de emergencia
- ✓ Pulsadores

- ✓ Luces piloto
- ✓ Temporizador on delay

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

PASO1. Identificar en el tablero eléctrico los equipos necesarios antes mencionados para usarse en esta práctica.

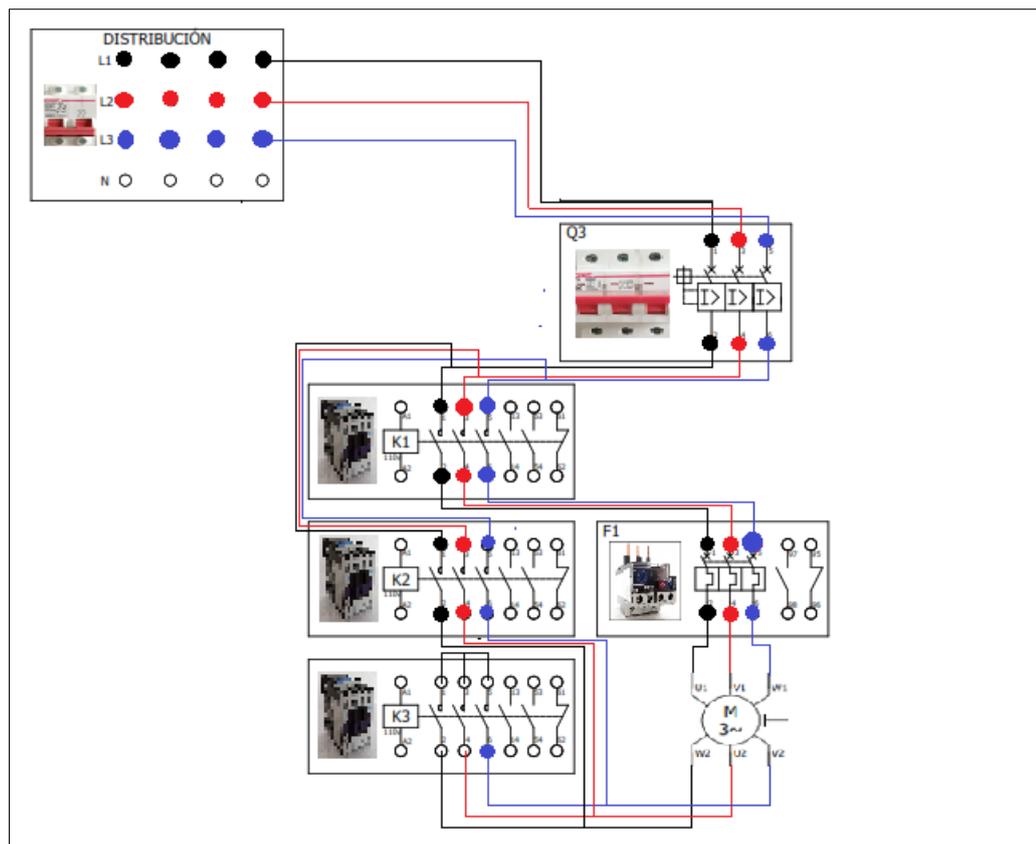
PASO 2. Interpretar el funcionamiento del diagrama de control y fuerza efectuados para la práctica.

- Al pulsar S1 se energiza el contactor K1, a la vez que el contactor K3 el cual realiza la conexión en estrella, se enciende la luz piloto H1 indicando la conexión en estrella.
- Al transcurrir el tiempo seteado en el temporizador, se desconectará el contactor K3, se apagará la luz piloto H1 indicando que se desconectó la configuración en estrella. A la vez se energizará el contactor K2 y se enciende la luz piloto H2 indicando que entro en funcionamiento la conexión en delta.
- Para parar el funcionamiento del motor se pulsa S2 el cual desenergiza los contactores y todo el circuito de control, y el motor se detiene.
- En caso de existir una falla por sobre carga en el motor, se activa el relé térmico, su contacto NC se abrirá cortando la energía al circuito de control haciendo que el motor se detenga. El contacto NA del relé térmico se cerrará y hará encender la luz piloto H3 indicando que hubo una falla por sobrecarga en el motor.
- En caso de emergencia se pulsa el botón de paro de emergencia PE, este corta la energía a todo el circuito, para volver a dar start el pulsador PE debe volver a su posición inicial.

PASO 3. Implementar el diagrama de fuerza en el tablero eléctrico.

- Desde la distribución llevar las líneas L1, L2 y L3 hacia el breaker de 3 polos (Q3) y conectarlas a la entrada de este.

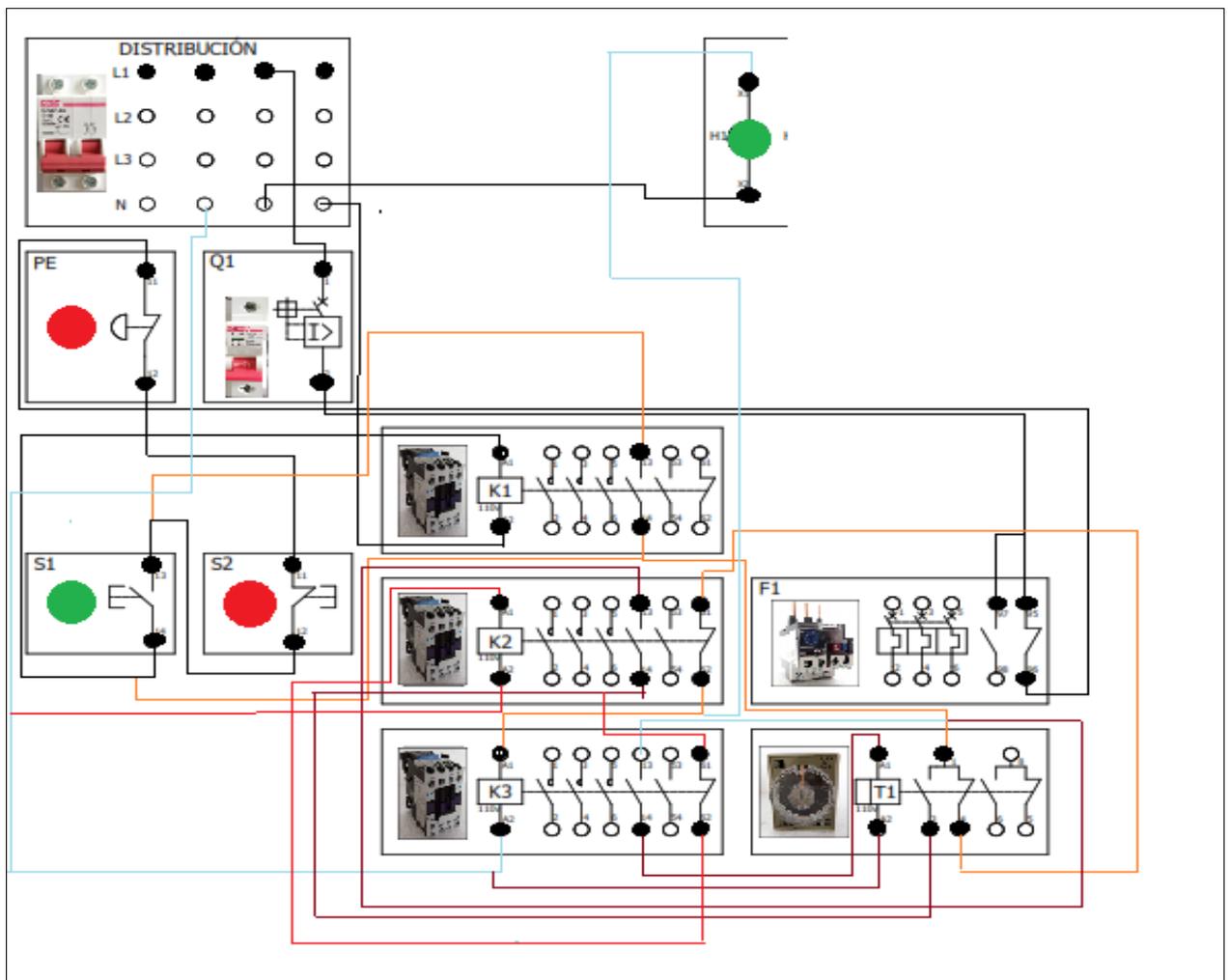
- Luego las salidas del breaker de 3 polos (Q3) llevarlas hacia el contactor K1 y conectarlas en sus contactos de potencia, contactos 1, 3 y 5 respectivamente, y sus salidas, contactos 2, 4 y 6 llevarlas hacia el relé térmico (F1) y conectarlas a la entrada de este mediante los contactos 1, 3 y 5 del relé térmico.
- A la salida del relé térmico, sus contactos 2, 4 y 6 conectar los terminales U1, V1 y W1 del motor trifásico de 1 HP
- A las salidas del breaker de 3 polos (Q3) conectar las terminales de potencia 1, 3 y 5 del contactor K2 y las salidas de las terminales de potencia 2, 4 y 6 conectarlas a las terminales W2, U2 y V2 respectivamente del motor trifásico de 1 HP.
- Cortocircuitar las terminales de potencia 1, 3 y 5 del contactor K3 y las salidas 2, 4 y 6 conectarlas a las terminales W2, U2 y V2 respectivamente del motor trifásico de 1 HP.



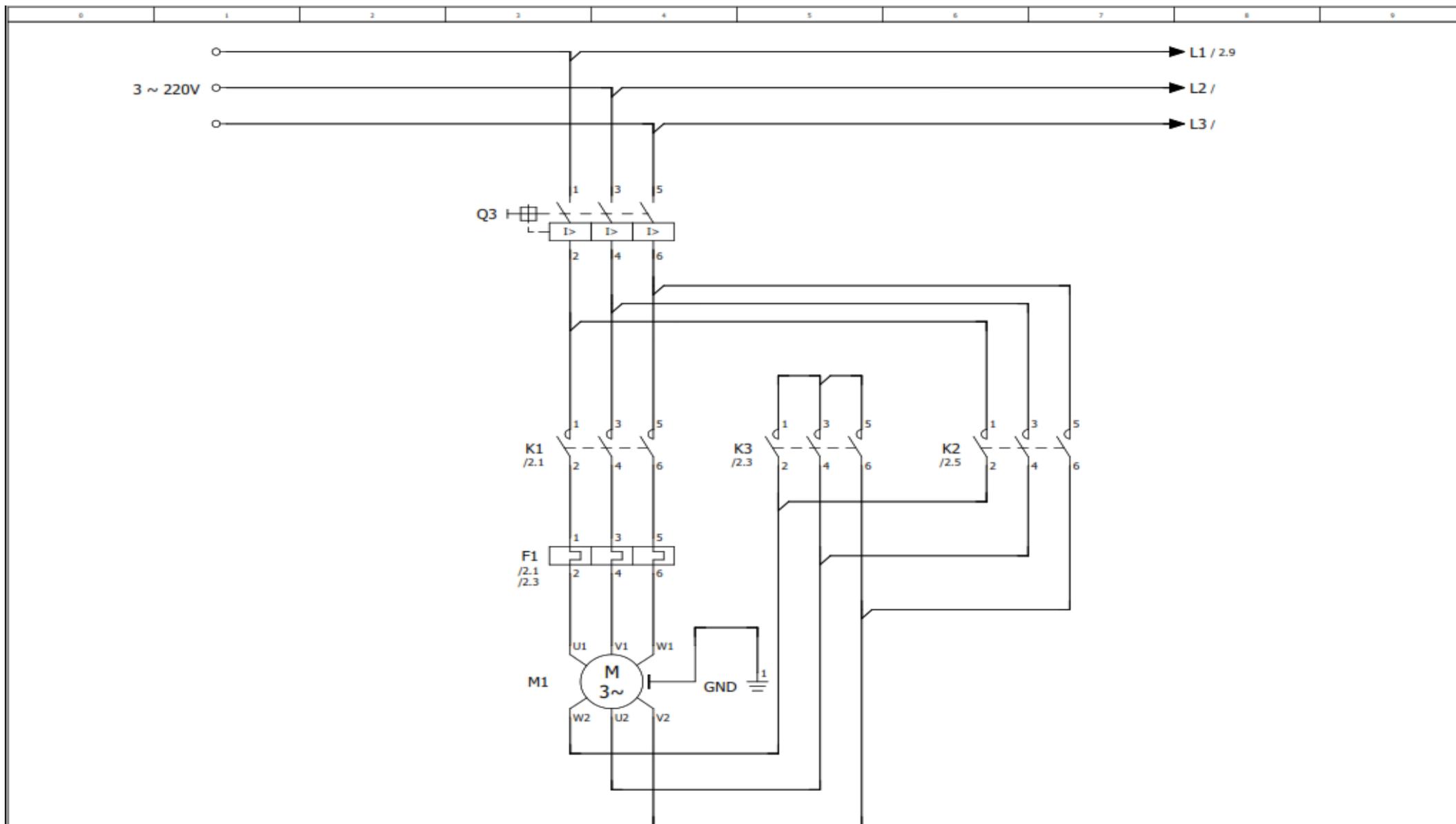
PASO 4. Implementar el diagrama de control en el tablero eléctrico.

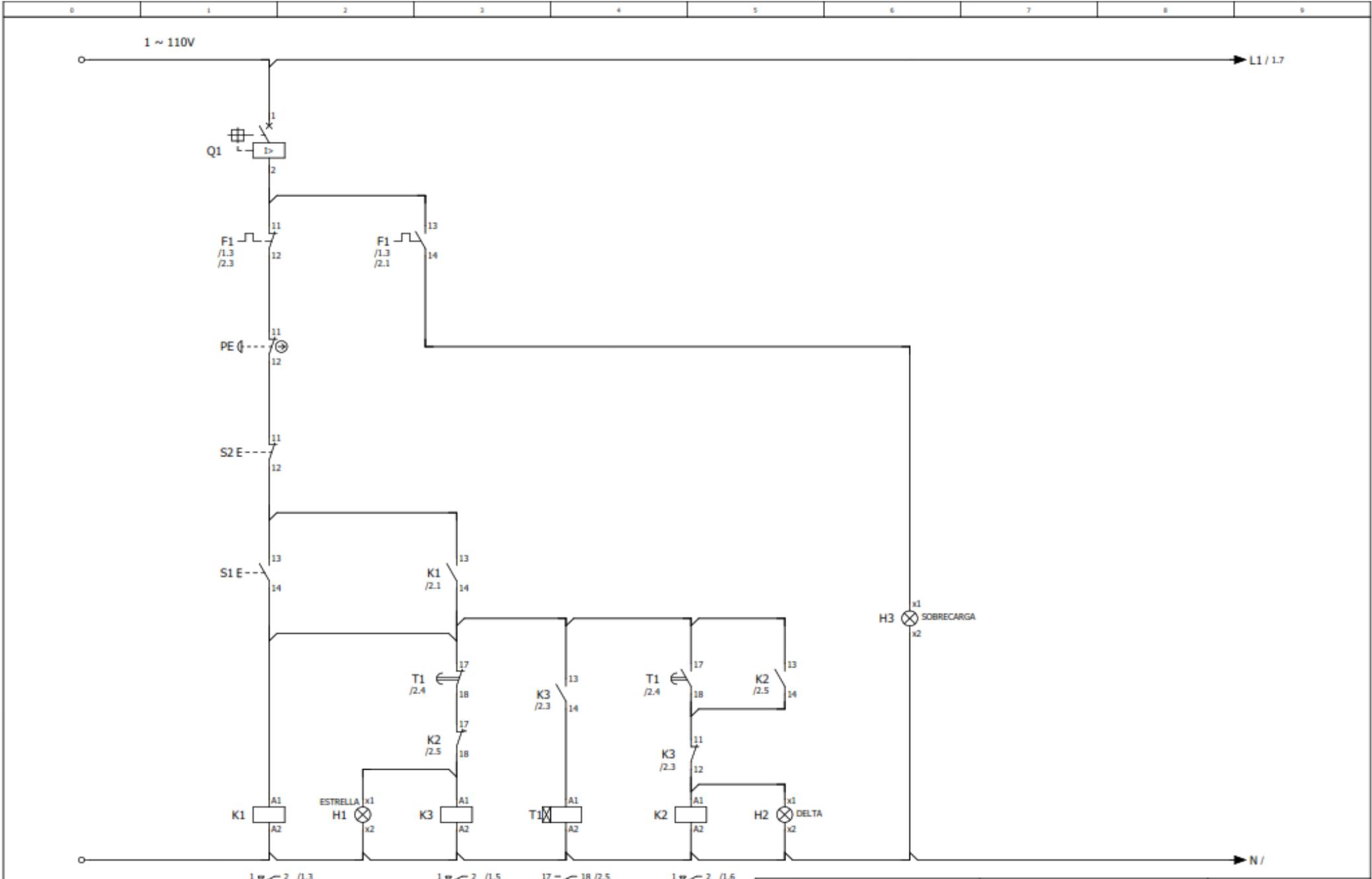
- Desde la distribución llevar la línea 1 (L1) hacia la entrada del breaker de un polo (Q1), a la salida del breaker Q1 se conecta el contacto NC del relé térmico, de manera paralela se conecta el contacto NA del relé térmico y en serie a este se conecta la luz piloto H3.
- A la salida del contacto NC del relé térmico se conecta la entrada del pulsador de emergencia (PE) y en serie a este se conecta el pulsador S2.
- En la salida de S2 se conecta la entrada del pulsador S1 y la entrada del contacto NA, contacto 13, del contactor K1.
- La salida del pulsador S1 se conecta a A1 de la bobina del contactor K1 junto con la salida del contacto NA, contacto 14, del contactor K1. A2 de la bobina del contactor K1 se conecta a neutro (N) de la distribución.

- A la salida del contacto NA del contactor K1 se conecta en serie un contacto NC del temporizador T1 y un contacto NC correspondiente al contactor K2.
- A la salida del contactor NC del contactor K2 se conecta A1 de la bobina del contactor K3 y de manera paralela se conecta X1 de la luz piloto H1
- X2 de la luz piloto H2 y A2 de la bobina del contactor K3 se conectan a N (neutro).
- A la salida del contacto NA del contactor K1 se conecta la entrada de un contacto normalmente abierto (NA) del contactor K3 y en serie se conecta A1 de la bobina del temporizador T1, A2 del temporizador T1 se conecta a N (neutro).
- A la entrada del contacto normalmente abierto del contactor K3 se conecta un contacto normalmente abierto correspondiente al temporizador T1 y en paralelo a este se conecta un contacto normalmente abierto del contactor K2.
- A la salida de esta conexión se conecta un contacto normalmente cerrado del contactor K3 y en serie se conecta A1 del contactor K2 junto con X1 de la luz piloto H2.
- X2 y A2 de la bobina del contactor K2 se conectan a N (neutro).



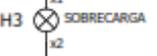
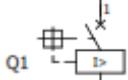
5. DIAGRAMA ELÉCTRICO



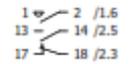
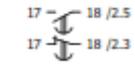
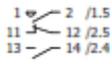
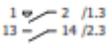


1 ~ 110V

L1 / L7



N /



6. CÁLCULOS

Datos de placa del motor.

1 HP Corriente: 3.30 A / 1.91 A

60 HZ N %: 77%

Voltaje: 220 v / 380 v

Cosφ: 0.77 1720 RPM

Código H

CONEXIÓN EN TRIANGULO

$$Vl = Vf = 220v$$

$$If = \frac{Il}{\sqrt{3}} = \frac{3.30A}{\sqrt{3}}$$

$$If = 1.90 A$$

CONEXIÓN EN ESTRELLA

$$If = Il = 3.30 A$$

$$Vf = \frac{Vl}{\sqrt{3}} = \frac{220v}{\sqrt{3}}$$

$$Vf = 127 v$$

En cada bobina caerá 127 v

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente de campo	1.90 A	
Potencia de salida (KW)	0.746 W	
Corriente de arranque	12 A	

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
8	Arranque de un motor trifásico mediante variador de frecuencia	2 horas

1. OBJETIVOS

- Diseñar el esquema de conexión para la ejecución del arranque del motor trifásico usando variador de frecuencia.
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito diseñado
- Realizar la implementación del circuito en el tablero eléctrico y observar los parámetros eléctricos que toma el motor al aumentar de manera progresiva su frecuencia.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

El variador de frecuencia es un equipo que tiene la capacidad de variar la frecuencia de la tensión que se aplica al motor, además de limitar la corriente y evitar los picos de corriente dentro del sistema eléctrico. Cuando se pone en marcha al motor, el variador incrementa la frecuencia de 0 hasta la frecuencia de trabajo de la red, lo que logra evitar una elevada corriente de arranque en el motor. Este tipo de arranque se aplica cuando en procesos donde se necesita arrancar la máquina de manera suave y controlando la velocidad, por ejemplo, bandas transportadoras.

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes físicos.

- ✓ Breaker de 2 polos Q2
- ✓ Variador de frecuencia Sinamics G110
- ✓ Motor trifásico 1 HP

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

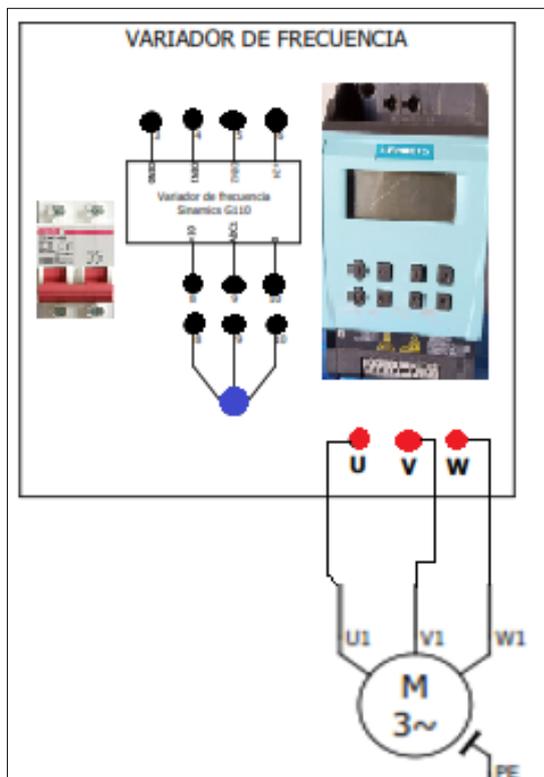
PASO 1. Identificar en el tablero eléctrico los equipos necesarios antes mencionados para usarse en esta práctica.

PASO 2. Interpretar el funcionamiento del diagrama de conexiones efectuado para la práctica.

- Al poner en posición ON el interruptor termomagnético se energiza el variador de frecuencia.
- Al darle INICIO en el panel del variador de frecuencia se encenderá el motor funcionando a la frecuencia mínima seteada en la programación del variador.
- Mediante los botones de desplazamiento se aumenta de manera progresiva la frecuencia hasta llegar a 60 Hz.
- Conforme aumenta la frecuencia la velocidad del motor también aumentará.
- Si se pulsa PARO en el panel del variador de frecuencia el motor se irá deteniendo progresivamente.

PASO 3. Implementar el diagrama de conexiones en el tablero eléctrico.

- Las conexiones eléctricas del variador de frecuencia se encuentran realizadas de manera interna en el tablero.
- A las salidas U, V y W del variador de frecuencia conectar el motor trifásico de 1 HP.



Nota: El motor debe estar configurado en conexión delta.

PASO 4. Ejecutar la programación del variador de frecuencia.

Pulsar **P** para acceder a parámetros.

r 0000

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0010

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba y se coloca en 1 (Configuración para marcha rápida del motor).

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0100.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba y se coloca en 1 (Configurado para un motor de 60 Hz y visualizar su potencia en HP)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0304.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 220 V el cual corresponde al voltaje del motor.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0305.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 3.30 el cual corresponde a la corriente del motor.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0307.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1, el cual corresponde a la potencia del motor en HP.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0310.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 60 correspondiente a la frecuencia del motor.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0311.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1720 correspondiente a la velocidad del motor en RPM.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0700.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se selecciona la opción 1 (Indicando que se va a controlar el motor mediante el panel del variador de frecuencia)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1000.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se selecciona el valor de 1.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1080.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 10 indicando que será la frecuencia mínima para el arranque. (No se aconseja escoger una frecuencia mínima menor a 5 Hz)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1082

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 60 indicando que será la frecuencia máxima para usarse.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1120

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura un tiempo, el cual será el tiempo que tome el motor en llegar de 0 hasta la frecuencia mínima configurada.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1121.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura un tiempo, el cual será el tiempo que tome el motor en desacelerar hasta detenerse cuando se le dé stop.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P3900.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se selecciona la opción 1 indicando que se finalizó la configuración

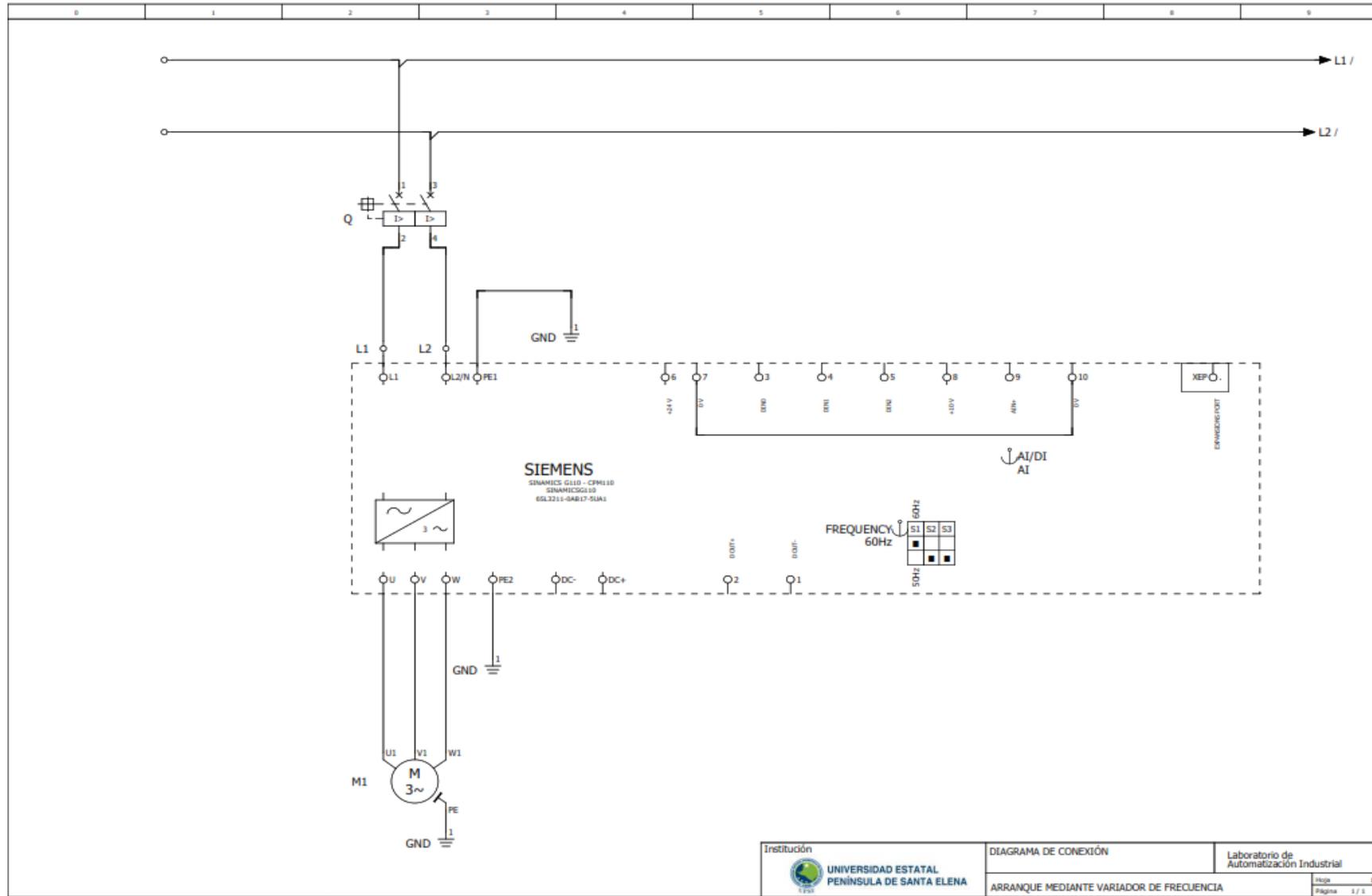
Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- SALE EL MENSAJE “BUSY”
- Se pulsa el botón FN

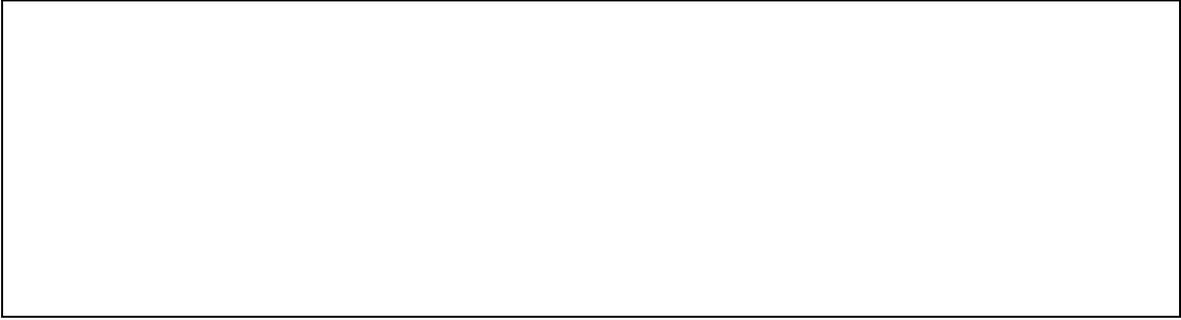


- Presionar P
- Presionar el botón verde de INICIO.

5. DIAGRAMA ELÉCTRICO.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
9	Arranque de un motor trifásico mediante Arrancador Suave	2 horas

1. OBJETIVOS

- Diseñar el esquema de conexión para la ejecución del arranque del motor trifásico usando un arrancador suave.
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito diseñado
- Observar la variación de parámetros eléctricos en el motor trifásico al arrancarlo de manera suave con el Soft Starter.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Mediante este tipo de arranque se proporciona al motor una tensión inicial que va aumentando hasta la tensión nominal, respecto al tiempo en forma de una rampa continua, consiguiendo atenuar los picos de corriente al momento de que la máquina arranque.

Usando el método Soft Starter se atenúa la corriente de arranque en relación con un arranque directo, así también se reducen las caídas de tensión en la red eléctrica.

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes físicos.

- ✓ Breaker de 1 polo Q1
- ✓ Breaker de 3 polos Q3
- ✓ Arrancador Suave Allen Bradley SMC 3
- ✓ Motor trifásico 1 HP

- ✓ Pulsadores
- ✓ Pulsador hongo de emergencia

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

PASO 1. Identificar en el tablero eléctrico los equipos necesarios antes mencionados para usarse en esta práctica.

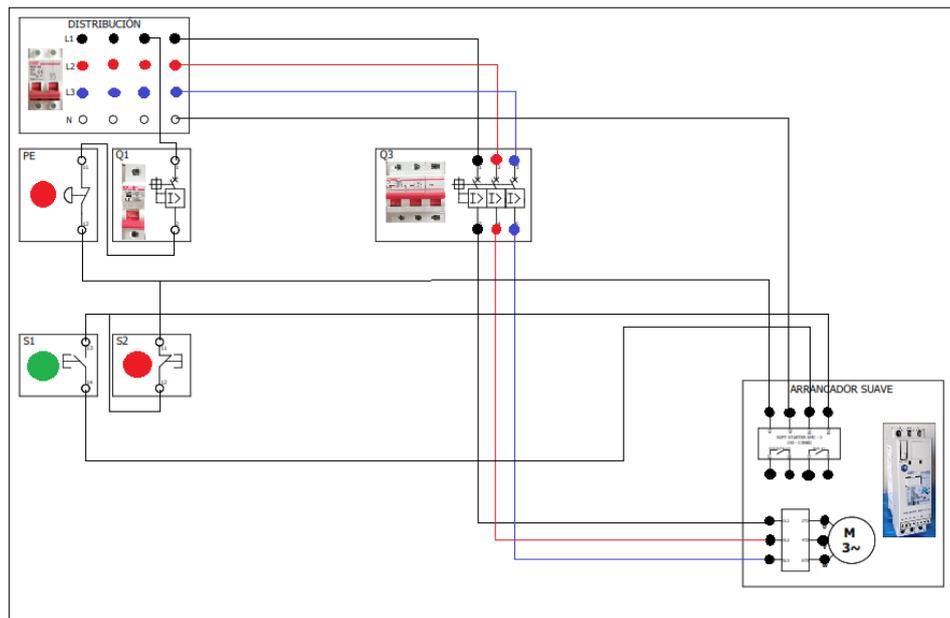
PASO 2. Interpretar el funcionamiento del diagrama de conexiones efectuado para la práctica.

- Al pulsar S1 se envía la señal de control hacia el arrancador suave para que ponga en marcha al motor.
- Si se pulsa S2 se desactiva la señal y el arrancador suave envía a apagar el motor
- En caso de emergencia se pulsa el pulsador tipo hongo.

PASO 3. Implementar el diagrama de conexiones en el tablero eléctrico.

- Desde la distribución llevar las líneas L1, L2 y L3 hacia el breaker de 3 polos (Q3) y conectarlas a la entrada de este.

- Las salidas del breaker de 3 polos conectarlas a las entradas de potencia 1/L1, 3/L2 y 5/L3 del arrancador suave.
- A las salidas de potencia 2/T1, 4/T2 y 6/T3 conectar el motor trifásico de 1 HP.
- Desde la distribución llevar L1 hacia el breaker de 1 polo Q1 y conectarlo a la entrada de este, a su salida conectar el pulsador de emergencia PE y llevar la salida de este a la entrada A1 de las terminales de control del arrancador suave.
- Desde la distribución llevar N (neutro) hacia A2 de las terminales de control del arrancador suave.
- A la salida del pulsador tipo hongo PE conectar el pulsador S2 y en serie conectar el pulsador S1 y la salida de S1 conectar a la terminal IN1 de las terminales de control del arrancador suave.
- A la entrada de S1 conectar un extremo del cable de conexión y el otro extremo conectarlo en IN2 de las terminales de control del arrancador suave.



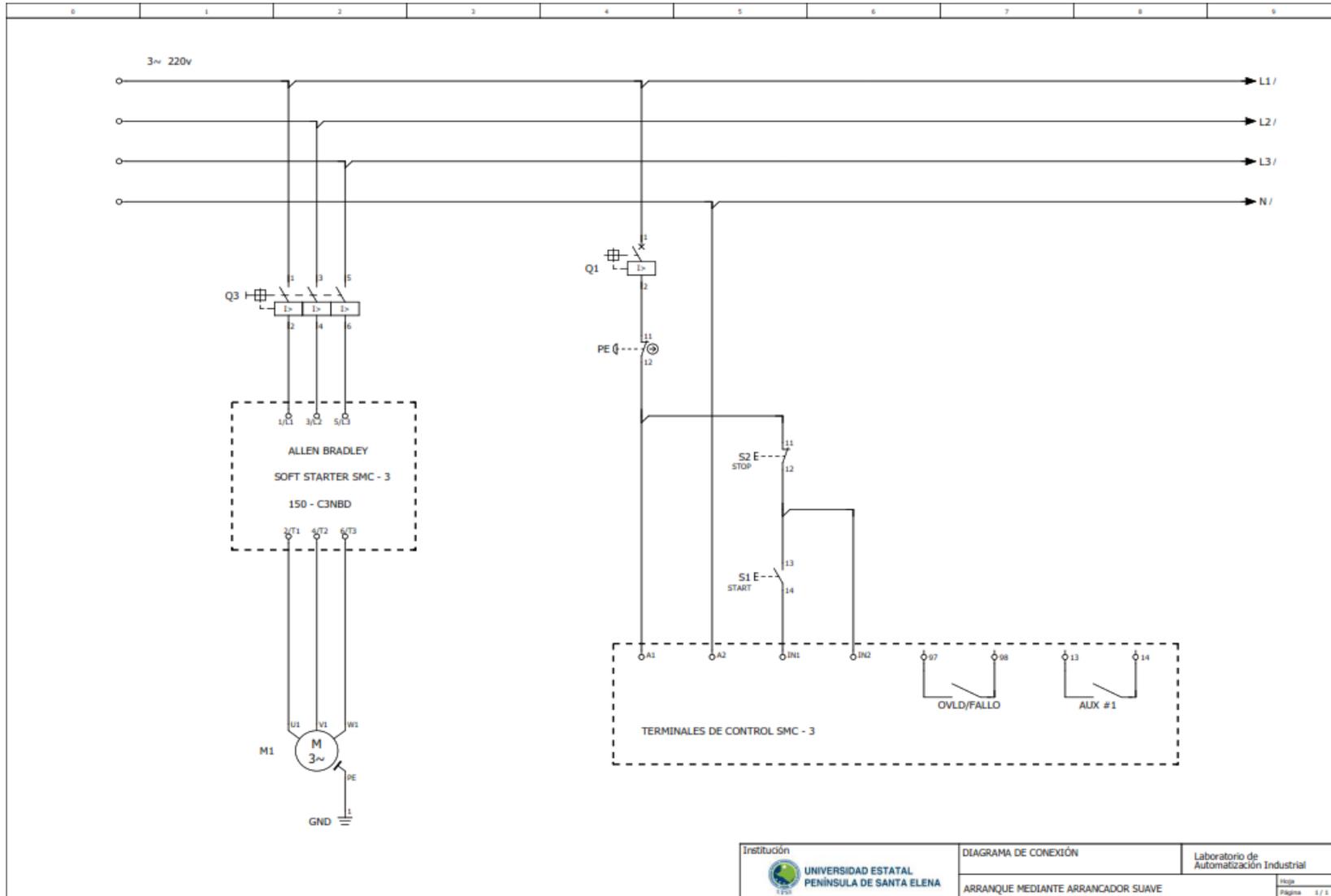
PASO 4. Ejecutar la configuración del arrancador suave.

Mediante la siguiente configuración del arrancador suave se tendrá un arranque suave y una parada de 10 segundos.

PIN	POSICIÓN
1	ON
2	OFF
3	ON
4	OFF
5	ON
6	OFF
7	ON
8	OFF
9	OFF
10	ON
11	OFF

12	OFF
13	ON
14	OFF
15	OFF
16	ON

5. DIAGRAMA ELÉCTRICO



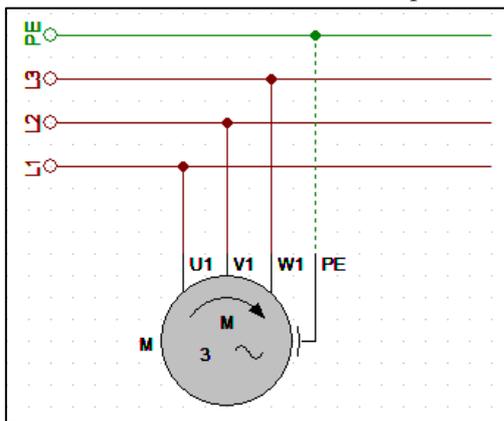
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
10	Arranque directo de un motor trifásico con inversión de giro	2 horas

1. OBJETIVOS

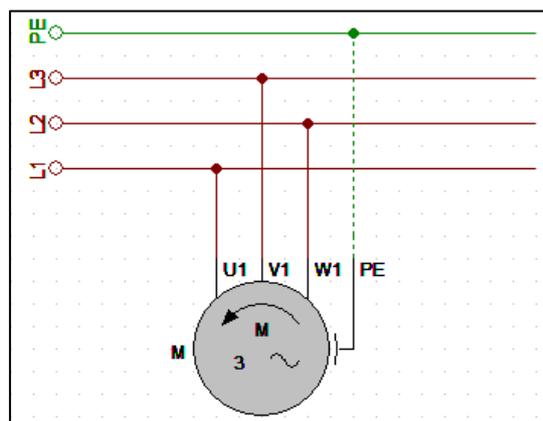
- Diseñar los esquemas de control y fuerza para la ejecución de un arranque directo con inversión de giro en un motor trifásico.
- Implementar el diseño en el tablero eléctrico y comprobar el funcionamiento de la práctica
- Verificar si se cumple el cambio de giro en el motor trifásico al realizar el intercambio de 2 de sus líneas de alimentación tal como se dispone de manera teórica.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Para lograr cambiar el sentido de giro en un motor trifásico se debe invertir el sentido de los campos magnéticos generado por las bobinas del estator, con esto el rotor tendera a seguir este campo magnético y girara en sentido contrario. Para lograr este efecto se debe intercambiar el orden de conexión de dos de las tres líneas que alimentan al motor como se muestra a continuación.



Conexión para giro en sentido horario.



Conexión para giro en sentido antihorario.

Para el cálculo de potencia en un sistema trifásico se toma la ecuación de potencia en sistemas monofásicos. $P_{1\theta} = Vf \times If \times \text{Cos}\varphi$. Además, se considera que en una conexión en delta $Il = \sqrt{3} * If$ y $Vl = Vf$, y en una conexión en estrella $Vl = \sqrt{3} * Vf$ y $Il = If$, Con ello se toma que la potencia trifásica es 3 veces el valor de la potencia monofásica. $P_{3\theta} = 3P_{1\theta}$; Por ende, la potencia trifásica es igual a $P_{3\theta} = 3 Vf \times If \times \text{Cos}\varphi$, se desea trabajar con valores de línea por ende se reemplaza Vf e If quedando lo siguiente, $P_{3\theta} = 3 \frac{Vl}{\sqrt{3}} * Il * \text{Cos}\varphi$, resolviendo la ecuación se obtiene:

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} * Vl * Il * \text{Cos}\varphi$$

A partir de aquí se puede despejar la corriente de línea del motor trifásico.

Para calcular la corriente de arranque se usa la tabla mostrada a continuación.

La designación de letra viene en el dato de placa de cada motor, con ello se puede saber el factor multiplicador para encontrar la corriente de arranque de un motor trifásico, usando la siguiente ecuación.

$$I_{arr} = I_l * \text{Designación de letra del motor}$$

Designación de letra	KVA / HP
A	0 – 3.15
B	3.15 – 3.55
C	3.55 – 4
D	4 – 4.5
E	4.5 – 5
F	5 – 5.6
G	5.6 – 6.3
H	6.4 – 7.1

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes de físicos

- ✓ Breaker de tres polos Q3
- ✓ Contactor trifásico
- ✓ Relé térmico F1
- ✓ Motor trifásico 1 HP.
- ✓ Breaker de un polo
- ✓ Pulsador hongo de emergencia

- ✓ Pulsadores
- ✓ Luces piloto

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

PASO1. Identificar en el tablero eléctrico los equipos necesarios antes mencionados para usarse en esta práctica.

PASO 2. Interpretar el funcionamiento del diagrama de control y fuerza efectuados para la práctica.

- Al pulsar S1 se energiza el contactor K1 y queda enclavado, se enciende la luz piloto H1 indicando que el motor ha sido puesto en marcha en sentido horario.
- Mediante S2 se realiza el paro del motor, al pulsarlo se desenclava al contactor K1, se desactiva la luz piloto H1 indicando que el motor ha sido detenido.
- Para dar marcha al motor en sentido antihorario se pulsa S4, se energiza el contactor K2 y este queda enclavado, se enciende la luz piloto H2 indicando que el motor a sido puesto en marcha en sentido antihorario.
- Si el motor está encendido en cualquiera de los dos sentidos de giro, no se podrá dar marcha al otro sentido, debido a los contactos normalmente cerrados colocados antes de cada bobina como método de protección.
- Para dar marcha a otro sentido de giro se debe para la marcha actual del motor y activar el pulsador correspondiente.

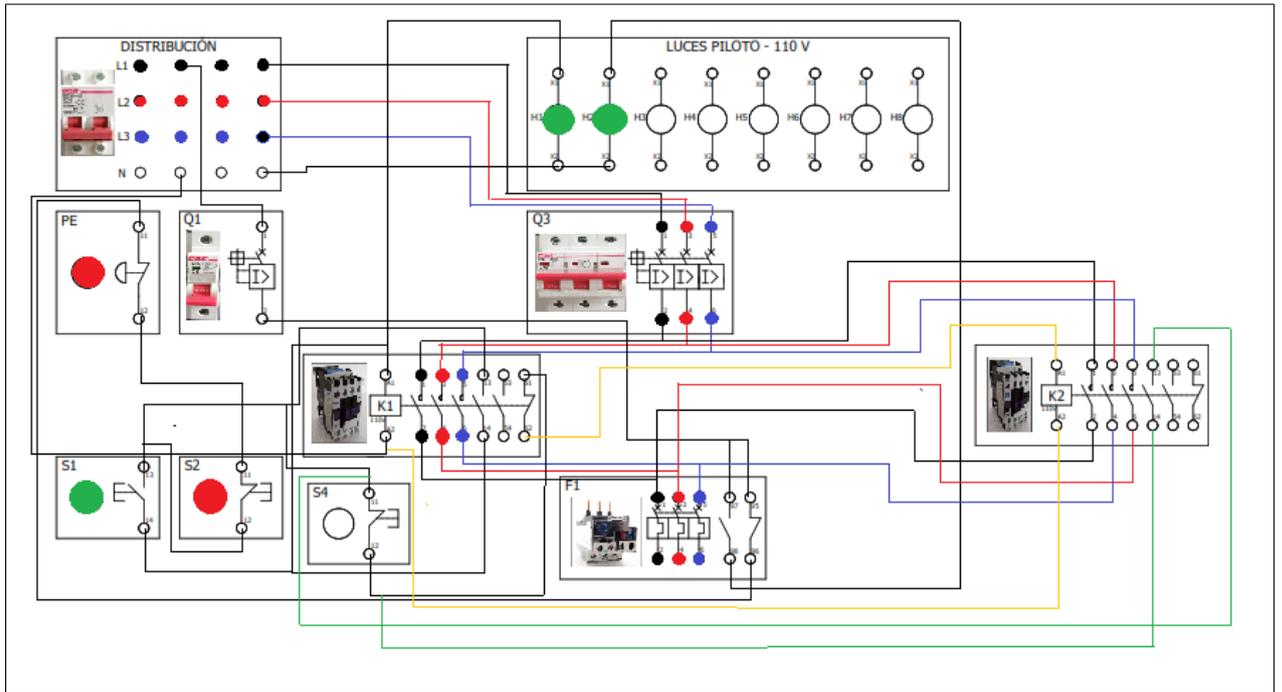
- En caso de existir una falla por sobre carga en el motor, se activa el relé térmico, su contacto NC se abrirá cortando la energía al circuito de control haciendo que el motor se detenga. El contacto NA del relé térmico se cerrará y hará encender la luz piloto H2 indicando que hubo una falla por sobrecarga en el motor.
- En caso de emergencia se pulsa el botón de paro de emergencia PE, este corta la energía a todo el circuito, para volver a dar marcha el pulsador PE debe volver a su posición inicial.

PASO 3. Implementar el diagrama de fuerza en el tablero eléctrico.

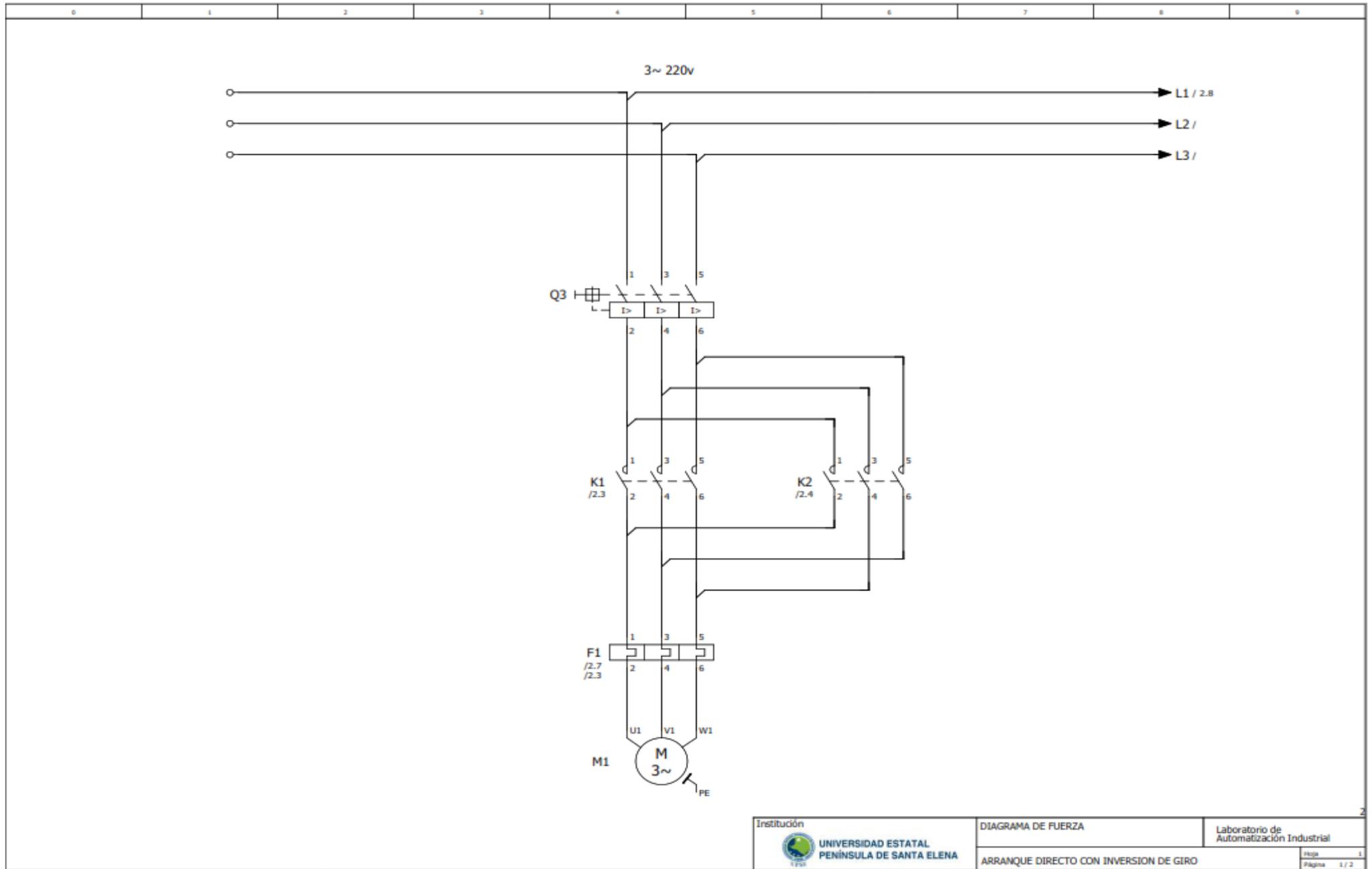
- Desde la distribución llevar las líneas L1, L2 y L3 hacia el breaker de 3 polos (Q3) y conectarlas a la entrada de este.
- Luego las salidas del breaker de 3 polos (Q3) llevarlas hacia el contactor K1 y conectarlas en sus contactos de potencia, contactos 1, 3 y 5 respectivamente, y sus salidas, contactos 2, 4 y 6 llevarlas hacia el relé térmico (F1) y conectarlas a la entrada de este mediante los contactos 1, 3 y 5 del relé térmico.
- A la salida del relé térmico, sus contactos 2, 4 y 6 conectar el motor trifásico de 1 HP
- En las salidas del breaker de 3 polos (Q3) conectar los contactos de potencia del contactor K2, contactos 1, 3 y 5 respectivamente, y sus salidas, contactos 2, 4 y 6 llevarlas hacia el relé térmico conectando el contacto de potencia 2 del contactor con la entrada 1 del relé térmico, el contacto 4 del contactor con la entrada 5 del relé térmico, y el contacto 6 del contactor con la entrada 3 del relé térmico.

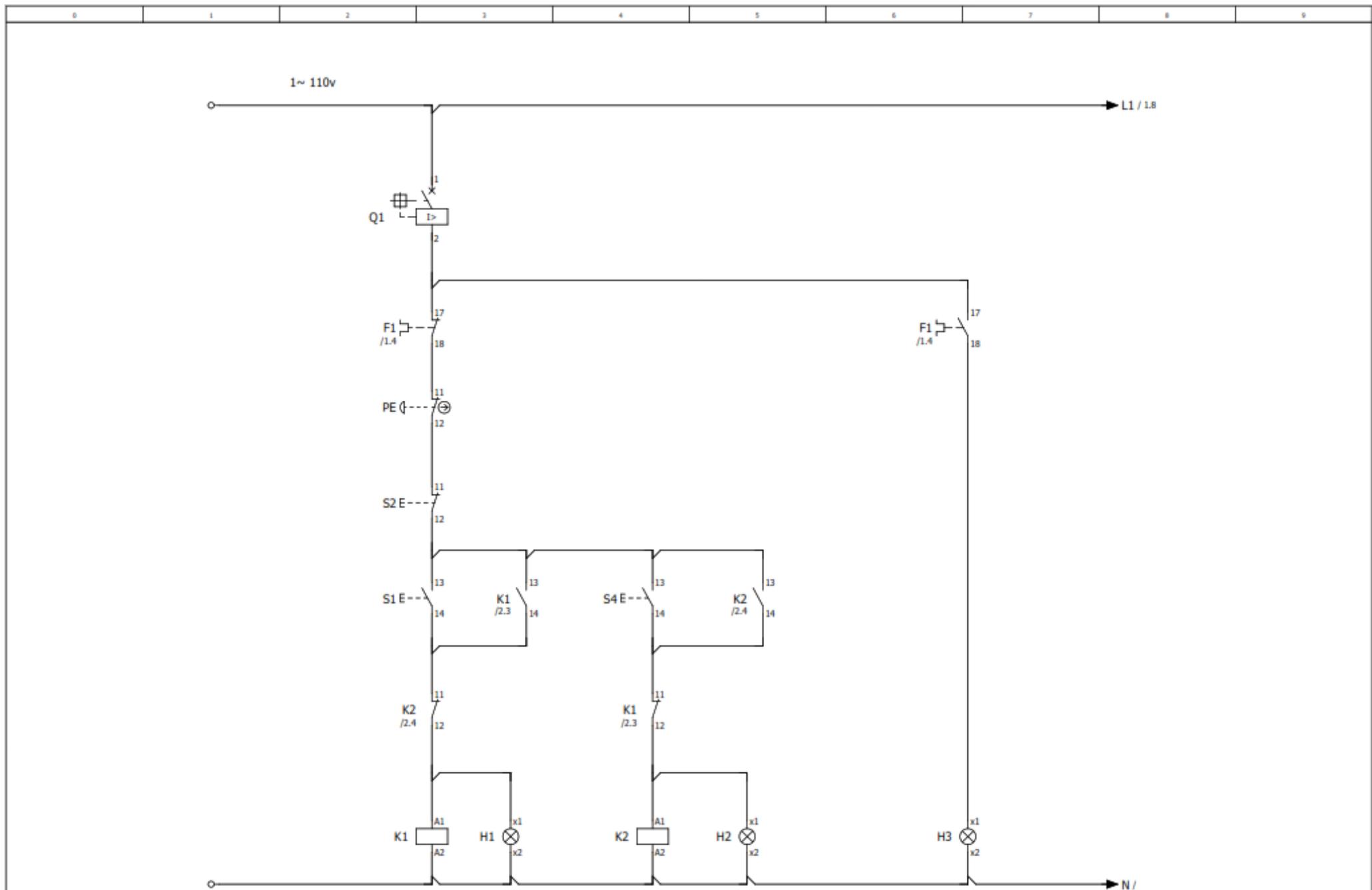
PASO 4. Implementar el diagrama de control en el tablero eléctrico.

- Desde la distribución llevar la línea 1 (L1) hacia la entrada del breaker de un polo (Q1), a la salida del breaker Q1 se conecta el contacto NC del relé térmico, de manera paralela se conecta el contacto NA del relé térmico y en serie a este se conecta la luz piloto H3.
- A la salida del contacto NC del relé térmico se conecta la entrada del pulsador de emergencia (PE) y en serie a este se conecta el pulsador S2.
- En la salida de S2 se conecta la entrada del pulsador S1 y la entrada del contacto NA, contacto 13, del contactor K1.
- La salida del pulsador S1 se conecta un contacto normalmente abierto correspondiente al contactor K2 y en serie se conecta A1 de la bobina del contactor K1 junto con la salida del contacto NA, contacto 14, del contactor K1.
- De forma paralela a la bobina del contactor K1 se conecta la luz piloto H1
- A2 de la bobina del contactor K1 se conecta a neutro (N) de la distribución.
- A la salida de S2 se conecta S4 de manera paralela con un contacto normalmente abierto del contactor K2.
- En la salida de S4 se conecta un contacto normalmente cerrado correspondiente al contactor K1 y en serie se coloca A1 de la bobina del contactor K2, A2 de esta misma bobina se conecta a N (neutro)
- De forma paralela a la bobina del contactor K2 se conecta la luz piloto H2



5. DIAGRAMA ELÉCTRICO





1 2 /1.4
 11 12 /2.4
 13 14 /2.3

1 2 /1.6
 11 12 /2.3
 13 14 /2.5

6. CÁLCULOS

<u>Datos de placa del motor.</u>	
1 HP	Corriente: 3.30 A / 1.91 A
60 HZ	N %: 77%
Voltaje: 220 v / 380 v	
Cosφ: 0.77	1720 RPM
Código H	

$$P_{out} = 1 \text{ hp} = 0.746 \text{ Kw}$$

$$P_{int} = P_{out} / N$$

$$P_{int} = 0.746 \text{ kW} / 0.77$$

$$P_{int} = 0.969 \text{ kW}$$

Corriente de línea

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_l \times F_p}$$

$$I_l = \frac{0.969 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ v} \times 0.77}$$

$$I_l = 3.30 \text{ A}$$

Corriente de Arranque

$$I_{arr} = I_l \times \text{Valor según el código del motor}$$

$$I_{arr} = 3.3 \text{ A} \times 6.3$$

$$I_{arr} = 20.79 \text{ A}$$

Cálculo	Resultado teórico	Resultado práctico
Corriente nominal	3.30 A	
Potencia de salida (KW)	0.746 W	
Corriente de arranque	20.79 A	

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
PRÁCTICA No.	TEMA DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN
11	Arranque por medio de PLC Logo y Variador de frecuencia	2 horas

1. OBJETIVOS

- Diseñar el esquema de conexión para la ejecución del arranque del motor trifásico usando el PLC logo y el variador de frecuencia.
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito diseñado
- Realizar la implementación del circuito en el tablero eléctrico y observar los parámetros eléctricos que toma el motor al aumentar de manera progresiva su frecuencia.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Este equipo tiene la capacidad de variar la frecuencia de la tensión que se aplica al motor, además de limitar la corriente y evitar los picos de corriente dentro del sistema eléctrico. Cuando se pone en marcha al motor, el variador incrementa la frecuencia de 0 hasta la frecuencia de trabajo de la red. Usando un PLC logo se puede controlar el variador de frecuencia de manera remota a partir de la programación realizada en controlador lógico.

3. EQUIPOS NECESARIOS

Componentes físicos

- ✓ Interruptor termomagnético 2P
- ✓ Interruptor termomagnético 1P
- ✓ Variador de frecuencia Sinamics G110
- ✓ Motor trifásico 1 HP
- ✓ PLC LOGO
- ✓ Potenciómetro

- ✓ Pulsadores
- ✓ Selector

Material de apoyo

- ✓ Manual de práctica
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Computador

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

PASO1. Identificar en el tablero eléctrico los equipos necesarios antes mencionados para usarse en esta práctica.

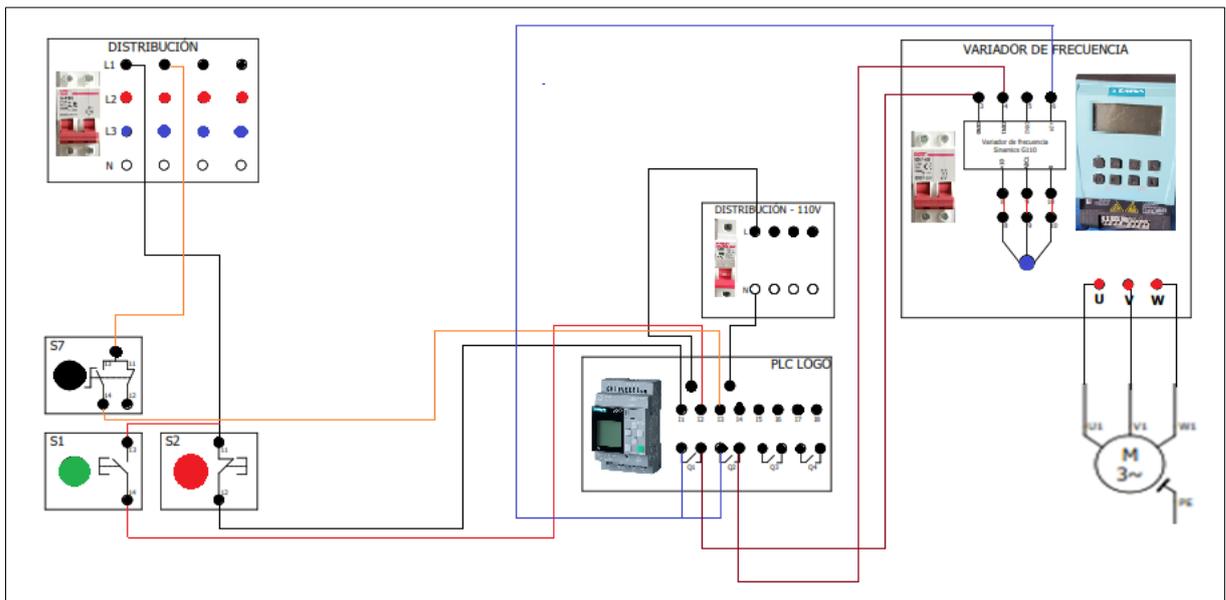
PASO 2. Interpretar el funcionamiento del diagrama de conexiones efectuado para la práctica.

- Al pulsar S1 se pone en 1 la entrada digital I2 del PLC logo el cual manda a activar la salida Q1 del autómeta.
- Q1 envía la señal de activación hacia el variador de frecuencia haciendo que el motor se encienda.
- Al activar S7 se pone en 1 la entrada digital I3 del PLC logo y se activa la salida Q2 del autómeta.

- Q2 envía la señal hacia la entrada 4 del variador indicando que se activo la inversión de giro. El motor se ira deteniendo de manera progresiva según el tiempo programado, una vez detenido en su totalidad procede a girar en sentido contrario.
- La entrada 4 del variador de frecuencia solo puede ser activada si la entrada 3 esta activada, indicando que el motor esta en marcha.
- Para detener al motor se pulsa S2 este deshace la señal de activación y el motor se detiene de manera progresiva hasta apagarse.

PASO 3. Implementar el diagrama de conexión en el tablero eléctrico.

- Desde la distribución de 110v energizar al PLC logo con L (línea) y N (neutro) respectivamente,
- Conectar la entrada de S2 a L (línea) y su salida a la entrada I1 del PLC logo.
- Conectar la entrada de S1 a L (línea) y su salida a la entrada I2 del PLC logo.
- Conectar la entrada de S7 a L (línea) y su salida a la entrada I3 del PLC logo.
- Desde la fuente de 24v (entrada 6) del variador de frecuencia conectar en el pin 1 de las salidas Q1 y Q2 del PLC logo.
- El pin 2 de la salida Q1 conectar a la entrada 3 del variador de frecuencia.
- El pin 2 de la salida Q2 conectar a la entrada 4 del variador de frecuencia.
- Conectar el potenciómetro a las entradas 8, 9 y 10 del variador de frecuencia.
- A la salía U, V y W del variador de frecuencia, conectar el motor trifásico de 1 HP.



PASO 4. Cargar el programa realizado en LOGO SOFT CONFORT al PLC logo mediante el cable Ethernet

PASO 5. Realizar la parametrización del variador de frecuencia Sinamics G110

Pulsar **P** para acceder a parámetros.



- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0010

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba y se coloca en 30
Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0970.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba y se coloca en 1 (Se borra las configuraciones antes dispuestas y queda con configuración de fabrica)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0003.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0010.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0100.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0304.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 220 V el cual corresponde al voltaje del motor.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0305.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 3.30 el cual corresponde a la corriente del motor.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0307.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1, el cual corresponde a la potencia del motor en HP.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0310.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 60 correspondiente a la frecuencia del motor.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0311.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 1720 correspondiente a la velocidad del motor en RPM.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P0700.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se selecciona la opción 2 (Indicando que se va a controlar el motor mediante los pines digitales que tiene el variador.)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1000.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se selecciona el valor de 2 (Indicando que la velocidad se controlara mediante las entradas analógicas del variador, usando el potenciómetro)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1080.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 10 indicando que será la frecuencia mínima para el arranque. (No se aconseja escoger una frecuencia mínima menor a 5 Hz)

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1082

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura el valor de 60 indicando que será la frecuencia máxima para usarse.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1120

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura un tiempo, el cual será el tiempo que tome el motor en llegar de 0 hasta la frecuencia mínima configurada.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P1121.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

- Se configura un tiempo, el cual será el tiempo que tome el motor en desacelerar hasta detenerse cuando se le dé stop.

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- Pulsar la tecla de navegación hacia arriba hasta que aparezca al parámetro P3900.

Pulsar **P** hasta acceder al valor de parámetro.

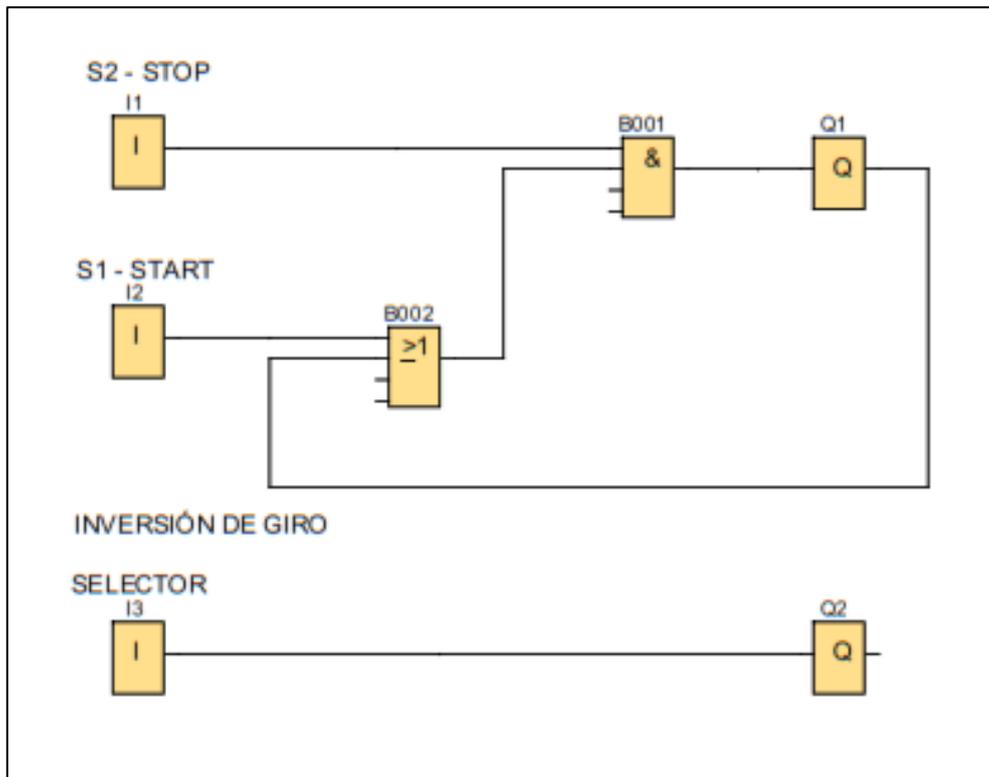
- Se configura el valor de 2

Pulsar **P** para confirmar y almacenar el valor.

- SALE EL MENSAJE “BUSY”
- Se pulsa el botón FN
- Presionar P
- El variador a sido configurado.

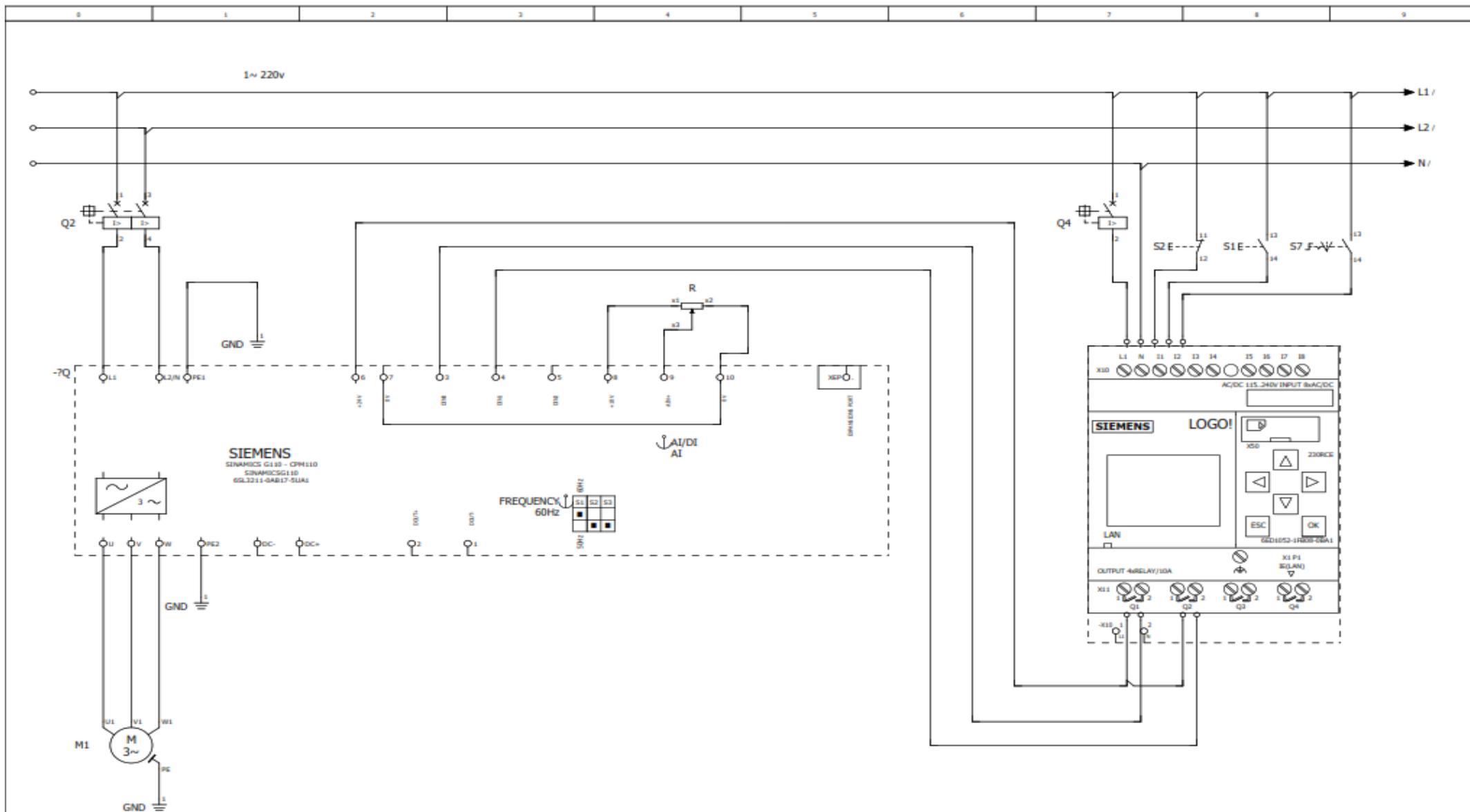
r0000

PASO 6. Realizar la siguiente programación en Logo soft confort

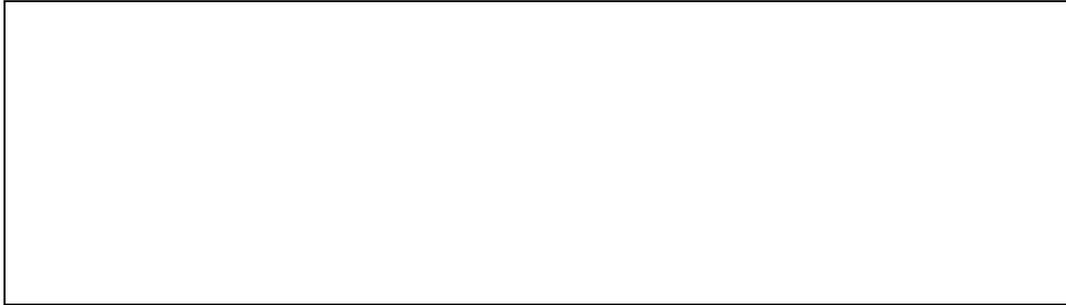


- ✓ Luego de terminar la programación anterior, se procede a transferir los datos al logo de la siguiente manera:
 - Abrir mediante ctrl+D la interfaz de transferencia.
 - Seleccionar la dirección IP establecido en el logo.
 - Dar click en el botón Probar para su respectiva conexión, una vez comprobado debe salir un visto arriba, finalmente seleccionar Aceptar, y debe aparecer un mensaje mostrando que la carga fue finalizada correctamente.

5. DIAGRAMA ELÉCTRICO



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



CONCLUSIONES

Luego de haber finalizado el diseño e implementación del tablero eléctrico quedaron las siguientes conclusiones:

1. Se logró evidenciar el comportamiento de los parámetros eléctricos en el motor monofásico, ya sea trabajando a voltaje alto o bajo dependiendo de su distinto método de conexión para su puesta en marcha.
2. Se evidenció que al poner en marcha el motor, conectando sus devanados en estrella existe una menor caída de tensión sobre ellos, por ende, se disminuye la corriente pico al arrancar el motor.
3. Los motores de AC son comúnmente usados en el sector industrial debido a que tienen la capacidad de entregar mayor potencia y son más económicos a los motores de DC.
4. Se usaron protecciones eléctricas tales como: interruptores termomagnéticos, guardamotor y relé térmico, con ellos se puede evitar o mitigar algún fallo que exista al momento de ejecutar alguna práctica en el tablero eléctrico.
5. Con el manual de instrucciones se pudo ejecutar las prácticas de una manera más eficiente e intuitiva debido a que se observó el proceso de conexión paso a paso.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones y para mantener un correcto uso del tablero eléctrico se detalla lo siguiente:

1. Se recomienda realizar mantenimiento al tablero, en lo concerniente a las terminales de tipo banana, las terminales de tipo ojo y los terminales que puedan aflojarse en cada equipo.
2. Realizar una inspección de las conexiones de los circuitos antes de energizar la distribución esto con el fin de evitar daños en los equipos, para ello se recomienda leer la guía de cada práctica.
3. El uso del tablero eléctrico debe ser únicamente con la autorización del profesor encargado del curso, el cual se recomienda esté presente en cada

práctica que el alumno realiza para así poder despejar cualquier duda que se presente.

4. Se recomienda que para tener resultados más favorables en el uso del tablero eléctrico los alumnos que van a trabajar sobre el deberían cursar materias o tener el conocimiento sobre el funcionamiento de los elementos que se encuentran en el tablero.

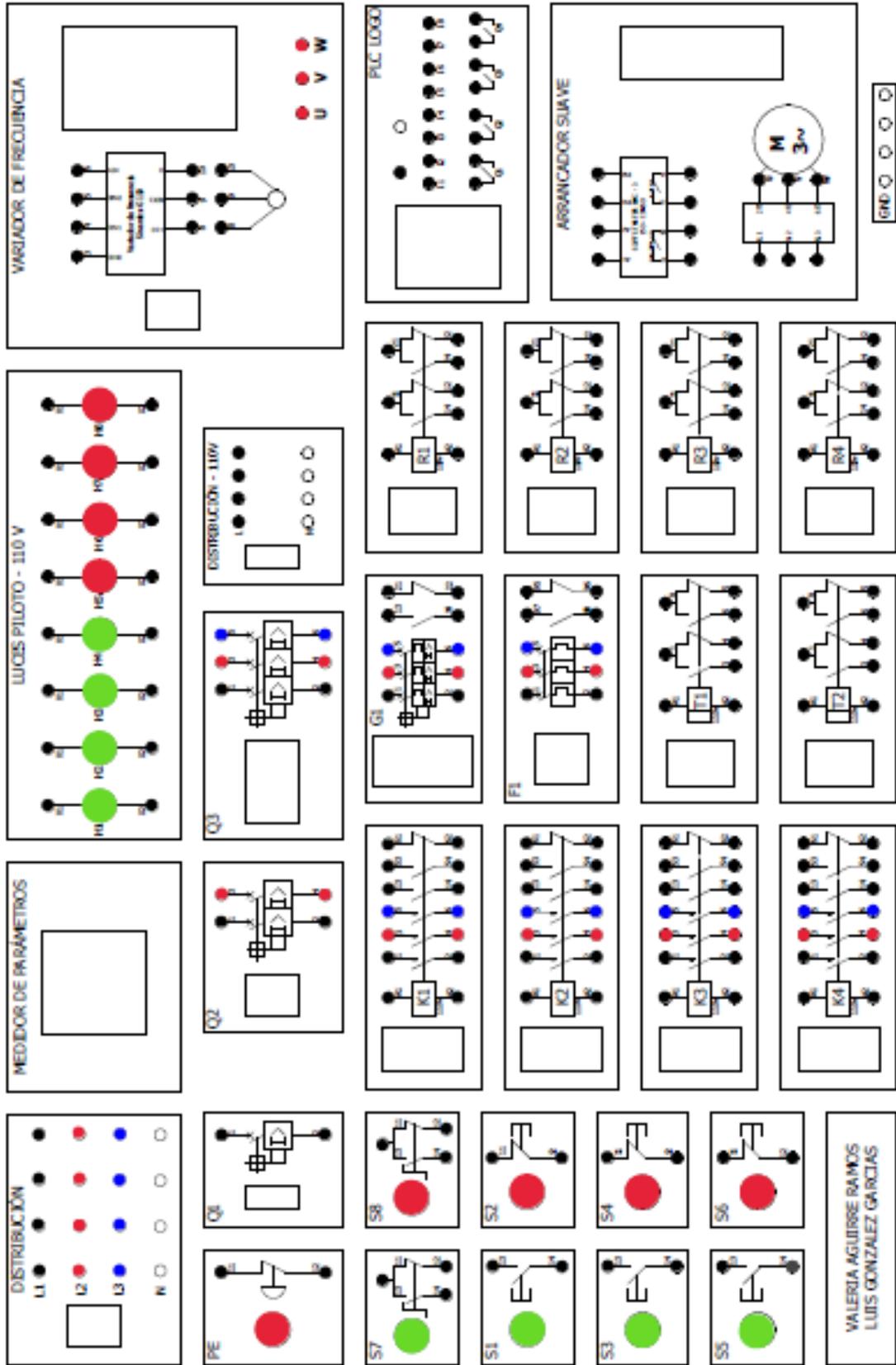
BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Sedano, *Diseño de un sistema de arranque electrónico para la puesta en marcha de motores síncronos*, Lima, 2016.
- [2] A. Soria, *Módulo didáctico para el manejo de un motor trifásico de inducción*, Quito, 2006.
- [3] J. Ruiz, *Diseño e implementación de un prototipo de módulo didáctico de caudal para medir su influencia en el aprendizaje de la instrumentación y control industrial*, Lima, 2019.
- [4] C. E. Internacional, *Clasificación de los grados de protección proporcionados por los contenedores que resguardan los materiales eléctricos (IEC 60529)*, 2018.
- [5] N. E. M. Association, *Cajas para equipos eléctricos (NEMA 250-2018)*, 2018.
- [6] H. M. Ruiz, *Metodología de la investigación*, México: Cengage Learning, 2012.
- [7] J. Lozada, «Investigación Aplicada,» *CIENCIAMÉRICA*, vol. III, nº 1, pp. 47-50, 2014.
- [8] A. E. Maldonado G, J. A. Bonin y N. Martins do Rosário, *Metodologías de investigación en comunicación*, Quito - Ecuador: "Quipus", CIESPAL, 2013.
- [9] S. J. Chapman, *Máquinas Eléctricas*, México D.F: Mc Graw Hill, 2012.
- [10] T. Wildi, *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*, Sexta ed., México: Pearson Educación, 2007.
- [11] E. A. Cornejo Ponce y J. O. Tinajero Guerra, *Diseño y construcción de un banco didáctico para pruebas de motores monofásicos*, Guayaquil - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, 2015.

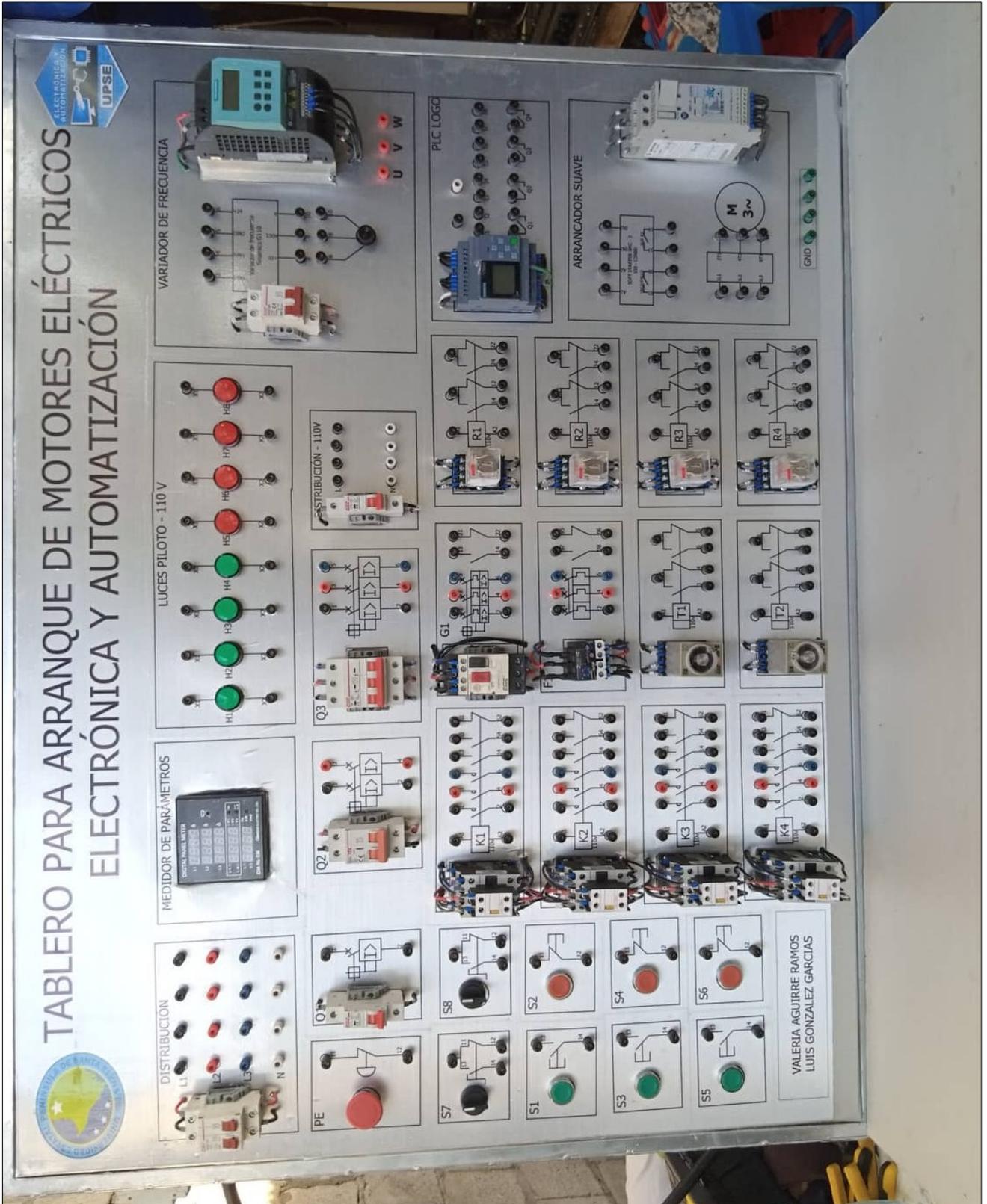
- [12] T. J. Maloney, *Electrónica industrial moderna*, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2006.
- [13] R. 401, *Motor monofásico: cómo se realiza la inversión de giro.*, Loctite Teroson, 2018.
- [14] M. A. R. Pozueta, *Motores monofásicos de inducción*, España: Universidad de Cantabria, 2015.
- [15] J. A. R. B. José Mario Julio Iribe Tapia, *Módulo III Mantenimiento de cámaras frigoríficas con capacidad hasta 20 HP*, 1 ed., Library, 2007, pp. 77-80.
- [16] A. L. Farina, *Motores eléctricos trifásicos: Características constructivas y tipos de arranque*, Artículo técnico.
- [17] R. Domínguez, *Control de motores eléctricos*, 2020.
- [18] R. Caputo, «Motores, conceptos básicos y métodos de arranque,» *Revista Ingeniería Eléctrica*, vol. 2, nº 297, 2015.
- [19] M. Á. Pulido, *Controladores Lógicos*, Marcombo, 2004.
- [20] J. F. Martínez León, *Elaboración de material docente para el control de procesos discretos*, Jaén: Universidad de Jaén, 2017.
- [21] SIEMENS, *LOGO!*, NÜRNBERG-ALEMANIA: SIEMENS, 2017.
- [22] R. A. P. León, *Corrección del factor de potencia en circuitos monofásicos y trifásicos*, Universidad Politécnica Salesiana.
- [23] I. H. V. Espinoza, *Implementación de un banco de condensadores para aumentar el factor de potencia en la empresa fibraforte año 2015*, Lima-Perú: Universidad privada del norte, 2017.
- [24] W. B. Saldaña, *Corrección del factor de potencia en sistemas industriales*, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 1981.
- [25] J. M. d. I. C. Gómez, J. G. Calvo y T. d. Campo, *Instalaciones de puesta a tierra y protección de sistemas eléctricos*, Barcelona : Ediciones Experiencia, 2015.
- [26] V. R. Cárdenas. J, *Diseño e implementación de un módulo didáctico para prácticas de laboratorio de controles industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, 2015.

- [27] A. R. Mero Vallas, *Estudio, diseño y creación de un banco de pruebas de arranques de motores trifásicos con PLC para el laboratorio de máquinas eléctricas de la Facultad Técnica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.*, Guayaquil, 2014.
- [28] L. A. Z. Mamani, *Diseño e implementación de un módulo didáctico para el arranque electrónico de motores eléctricos de inducción por controlador lógico programable (PLC)*, Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2019.
- [29] M. N. Sobrevila y A. L. Farina, *Instalaciones Eléctricas*, Buenos Aires: Alsina, 2014.
- [30] J. R. Vilorio, *Automatismos Industriales*, Primera ed., España: Paraninfo, SA, 2011.
- [31] A. Perera, «AutomatismosMundo,» 2 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://automatismosmundo.com/logo-de-siemens-que-es-es-realmente-un-plc/>. [Último acceso: 13 Junio 2022].
- [32] R. García, *Electricidad (II). Elementos de Control y Maniobra*, Ingeniero marino, 2019.
- [33] S. Kling, «Arranque suave,» *ABB Control AB*, p. 58, 2002.
- [34] M. M. Oo, *Assessing the Conditions of Personal Protective Equipment Utilization in Building Construction Workplaces*, Myitkyina: EDITORIAL BOARD, 2019.
- [35] R. M. Aguila, *Simulación de circuitos de mando y control de motores eléctricos*, Santa Clara: UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS, 2017.
- [36] Z. Stojković, *Computer - Aided desing in power engineering*, Belgrado: University Of Belgrade, 2012.
- [37] C. S. Blanes, *Diseño mecánico con Autodesk Inventor paso a paso*, San Vicente - Alicante: Club Universitario , 2010.
- [38] F. C. Moreno, *Banco didáctico para prueba de motores eléctricos bifásicos y trifásicos en laboratorio de electrónica de la Universidad Católica de Colombia*, Bogotá D:C, 2019.
- [39] J. W. C. Pastrana, *Aplicaciones de Software Matlab/Simulink en modelado de sistemas básicos de telecomunicaciones*, Quito: Escuela Politécnica Nacional , 2015.

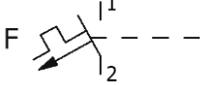
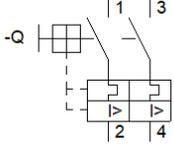
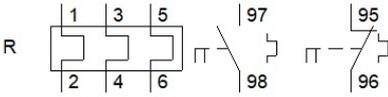
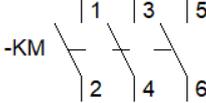
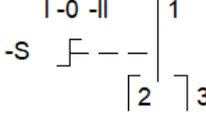
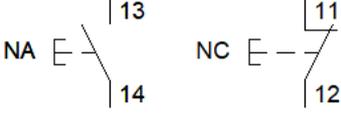
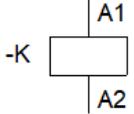
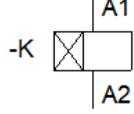
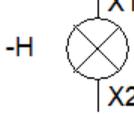
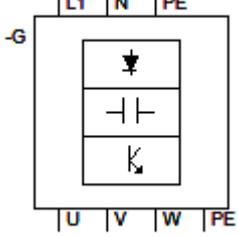
TABLERO PARA ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

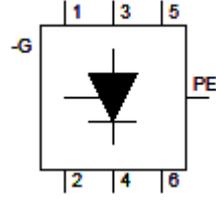
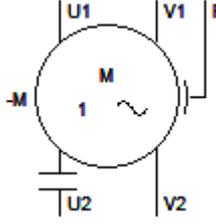
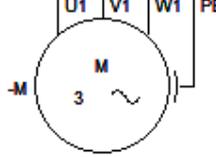


Anexo 3: Vista frontal del tablero eléctrico.



Anexo 4: Tabla de simbología eléctrica.

ELEMENTOS	SIMBOLOGÍA
PROTECCIONES	
Interruptor termomagnético	
Guardamotor	
Relé térmico	
CONTROL Y SEÑALIZACIÓN	
Contactador	
Selector 3 posiciones	
Pulsador	
Relés	
Temporizador	
Luz piloto	
FUERZA	
Variador de frecuencia	

Arrancador suave	
Motor monofásico	
Motor trifásico	

Anexo 5: Ficha técnica del arrancador suave

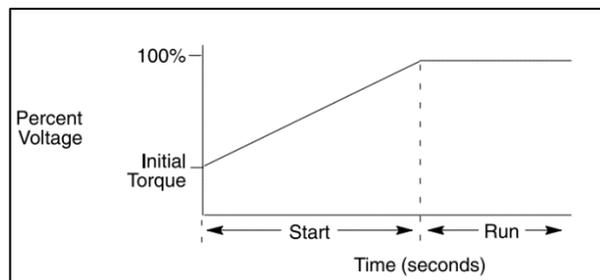
ARRANCADOR SUAVE SMC – 3

150 – C3NBD

- **Modos de Operación**

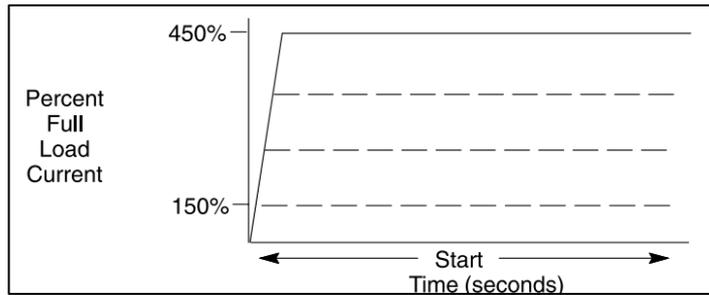
➤ **Arranque suave**

En este modo el motor se eleva desde un torque inicial al voltaje completo. El torque inicial se puede ajustar a 15%, 25%, 35% o 65% del par de rotor bloqueado. El voltaje aumenta de forma progresiva en forma de rampa, que puede ajustarse a un tiempo de 2, 5, 10, 15 segundos.



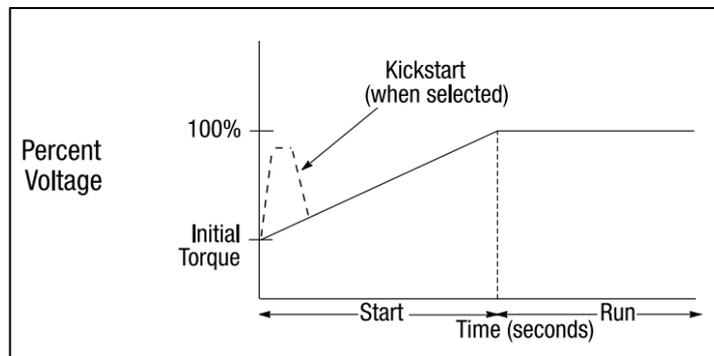
➤ **Arranque con límite de corriente**

Se usa para ajustar el límite máximo de la corriente de arranque en un motor, se puede ajustar al 150%, 250%, 350% o 450% de la corriente total de la carga. Así como su tiempo de inicio los cuales se pueden ajustar entre 2, 5, 10, 15 segundos.



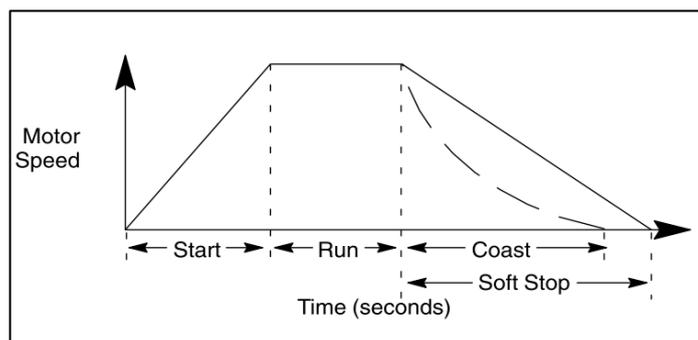
➤ **Kickstart Seleccionable**

Un kickstart, o impulso al inicio está destinado para proporcionar un pulso de corriente del 450% de la corriente a plena carga. Lo cual permite que el motor desarrolle torque adicional al momento de arrancar.



➤ **Parada suave**

Esta función se usa para aplicaciones que necesiten un tiempo de parada extendido, el tiempo de disminución de la rampa de voltaje se puede ajustar a 1,2 o 3 veces el tiempo de inicio. El motor se detiene cuando el voltaje del motor disminuye hasta que el par de carga es mayor al par del motor.



- **Descripción del terminal de control**

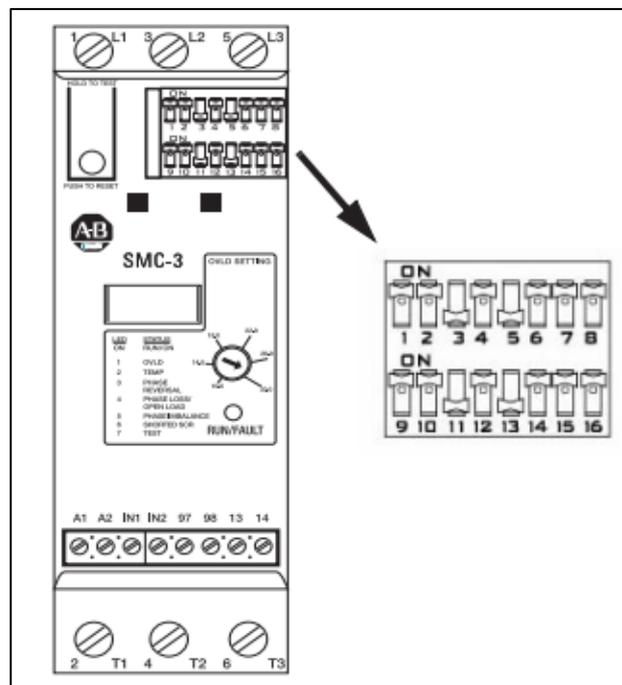
El arrancador suave SMC – 3 serie 150 C3 NDB tiene en su parte frontal 8 terminales de control, los cuales se detallan a continuación.

Tabla 1: Descripción de los terminales de control.

Numero de terminal	Descripción
A1	Entrada de alimentación de control
A2	Común de potencia de control
IN 1	Entrada de inicio
IN 2	Detener la entrada
97	Relé N.O auxiliar. Contacto para indicación de avería
98	Relé N.O auxiliar. Contacto para indicación de avería
13	Relé auxiliar N.O #1 (normal / hasta velocidad)
14	Relé auxiliar N.O #1 (normal / hasta velocidad)

CONFIGURACIÓN DEL INTERRUPTOR DIP

SOFT STATER SMC - 3



Numero de posición	Descripción
1	Tiempo de inicio
2	Tiempo de inicio
3	Modo de inicio (límite de corriente o inicio suave)
4	Configuración de inicio de límite de corriente (cuando se selecciona) o configuración de par inicial de arranque suave (cuando se selecciona)
5	Configuración de inicio de límite de corriente (cuando se selecciona) o configuración de par inicial de arranque suave (cuando se selecciona)
6	Parada suave
7	Parada suave
8	No utilizado
9	Impulso al inicio
10	Impulso al inicio
11	Selección de clase de sobrecarga
12	Selección de clase de sobrecarga
13	Reinicio de sobrecarga
14	Relé auxiliar N#1 (normal o hasta la velocidad)
15	Relé auxiliar opcional N#2 (normal o hasta la velocidad)
16	Comprobación de rotación de fases

Las siguientes tablas describen los detalles de programación del interruptor DIP SMC-3.

Tabla 1: Tiempo de inicio

Número de interruptor DIP		Tiempo (Segundos)
1	2	
OFF	OFF	2
ON	OFF	5
OFF	ON	10
ON	ON	15

Tabla 2: Modo de inicio (Límite de corriente o arranque suave)

Número de interruptor DIP 3	Configuración
OFF	Límite de corriente
ON	Arranque suave

Tabla 3: Configuración de inicio de límite de corriente (Cuando se selecciona)

Número de interruptor DIP		Límite de corriente %
4	5	

OFF	OFF	150%
ON	OFF	250%
OFF	ON	350%
ON	ON	450%

Tabla 5: Configuración de par inicial de arranque suave (Cuando se selecciona)

Número de interruptor DIP		Par inicial % LRT (par de rotor bloqueado)
4	5	
OFF	OFF	15%
ON	OFF	25%
OFF	ON	35%
ON	ON	65%

Tabla 6: Parada suave

Número de interruptor DIP		Configuración
6	7	
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	100% del tiempo de inicio
OFF	ON	200% del tiempo de inicio
ON	ON	300% del tiempo de inicio

Tabla 7: Impulso al inicio

Número de interruptor DIP		Tiempo (Segundos)
9	10	
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	0.5
OFF	ON	1.0
ON	ON	1.5

Tabla 8: Selección de clase de sobrecarga

Número de interruptor DIP		Trip Class (Tiempo máximo para que ocurra un disparo de sobrecarga)
11	12	
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	10
OFF	ON	15
ON	ON	20

Tabla 9: Reinicio de sobrecarga

Número de interruptor DIP 13	Configuración
OFF	Manual
ON	Automático

Tabla 10: Relé auxiliar #1

Número de interruptor DIP 14	Configuración
OFF	Normal
ON	Hasta la velocidad

Tabla 11: Relé auxiliar opcional #2

Número de interruptor DIP 15	Configuración
OFF	Normal
ON	Hasta la velocidad

Tabla 12: Comprobación de rotación de fases

Número de interruptor DIP 16	Configuración
OFF	Habilitar
ON	Deshabilitar

Controladores tipo abierto - Para uso con motores conectados en delta

Voltaje nominal [VCA]	Corriente de motor [A]*	Máx. kW, 50 Hz	Máx. Hp, 60 Hz	Alimentación eléctrica de control	Tipo abierto
					N.º de cat.
200/208	1.7...3.1	-	1	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C3NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C3NBR
	3.1...16	-	1.5...3	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C9NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C9NBR
	9.1...27.6	-	3...7.5	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C16NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C16NBR
	10.9...32.8	-	3...10	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C19NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C19NBR
	14.3...43	-	3...10	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C25NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C25NBR
	17.3...52	-	5...10	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C30NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C30NBR
	21...64	-	7.5...20	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C37NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C37NBR
	25...74	-	7.5...20	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C43NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C43NBR
	34.6...104	-	15...30	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C60NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C60NBR
	50...147	-	15...40	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C85NBD
		-		24 VCA/VCC	150-C85NBR
47...167	-	20...60	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C108NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C108NBR	
59...234	-	20...75	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C135NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C135NBR	
116...348	-	75...100	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C201NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C201NBR	
145...435	-	100...150	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C251NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C251NBR	
183...549	-	100...200	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C317NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C317NBR	
208...625	-	125...200	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C381NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C381NBR	
277...831	-	200...300	100...240 VCA, 50/60 Hz	150-C480NBD	
	-		24 VCA/VCCΔ	150-C480NBR	

* Para que la unidad funcione correctamente, la clasificación de amperes a carga plena (FLA) debe estar dentro del rango de corriente especificado.

Δ Se necesita alimentación monofásica independiente de 120 V o 240 V para que funcione el ventilador.

CONEXIONES TÍPICAS.

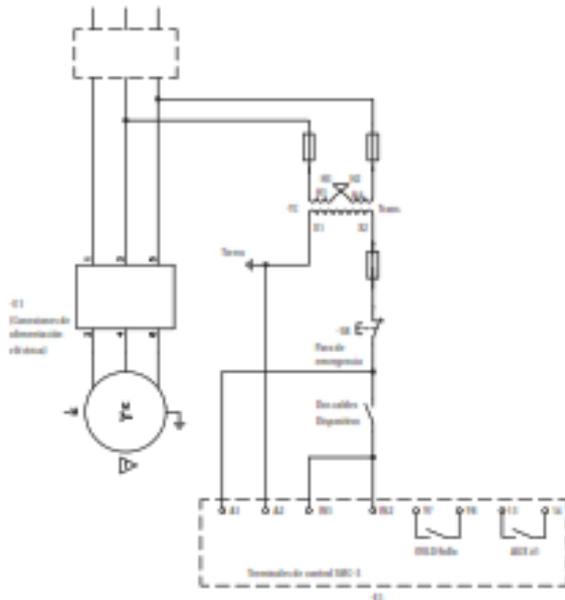
Boletín 150

Controladores inteligentes de motores SMC™-3

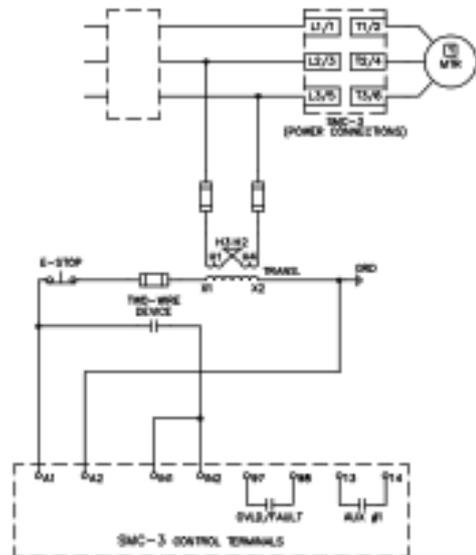
Diagramas de cableado típicos

Configuración de dos cables

IEC

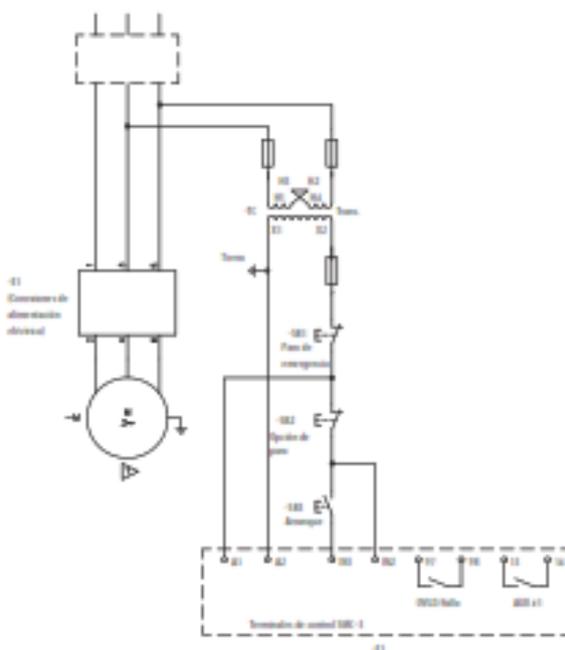


NEMA

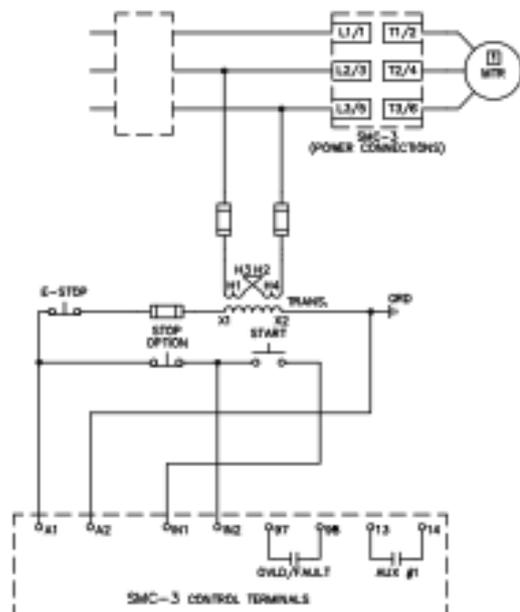


Configuración de tres cables

IEC

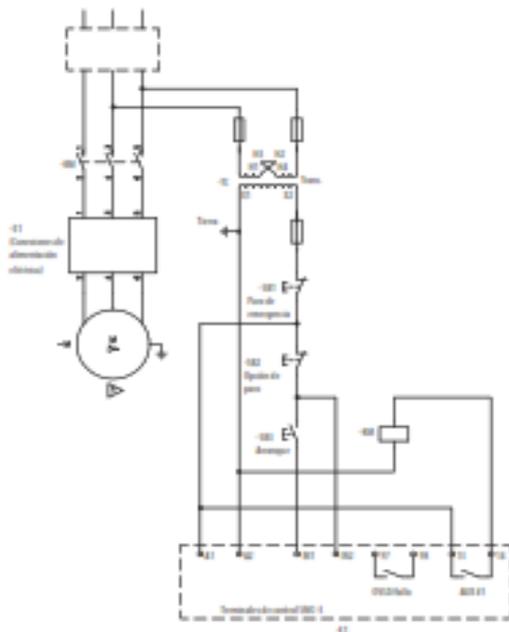


NEMA

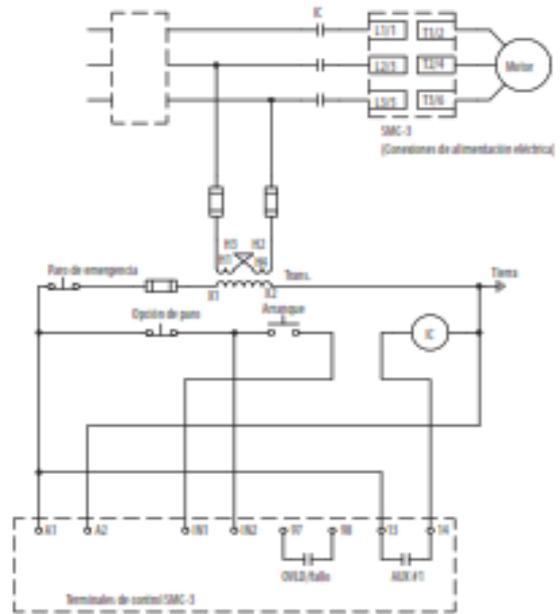


Configuración de contactor de aislamiento

IEC



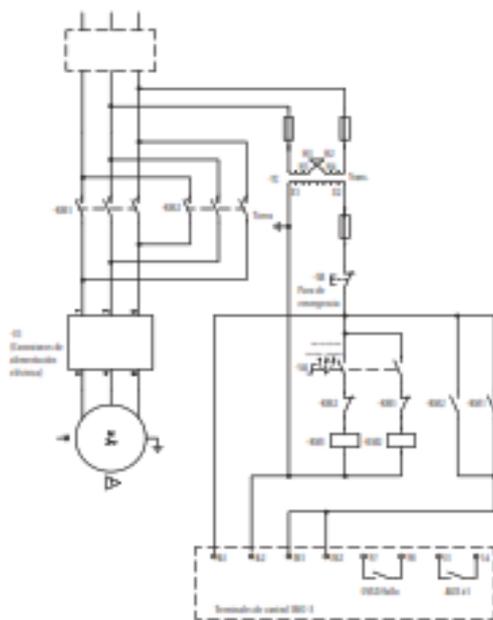
NEMA



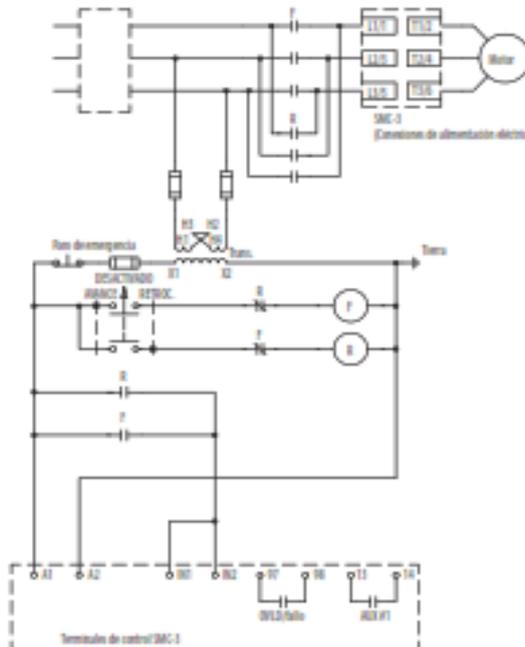
Configuración de inversión

Nota: Tiempo de desactivación mínimo igual a 1.0 s.

IEC

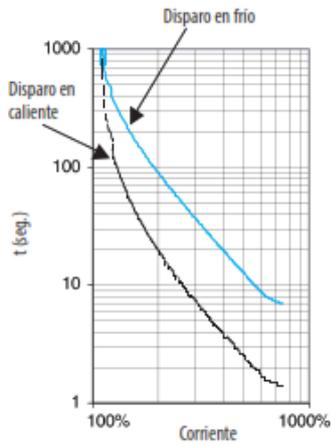


NEMA

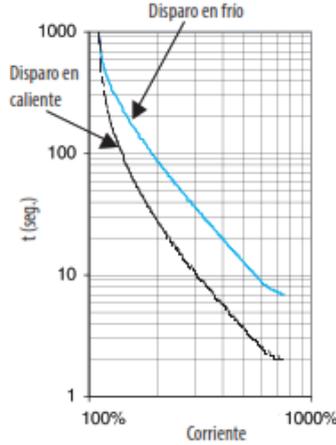


Curvas de disparo por sobrevoltaje de SMC-3

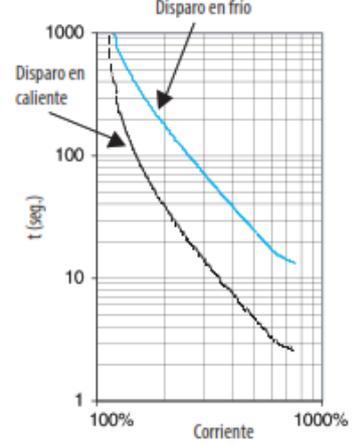
Curva de disparo 10



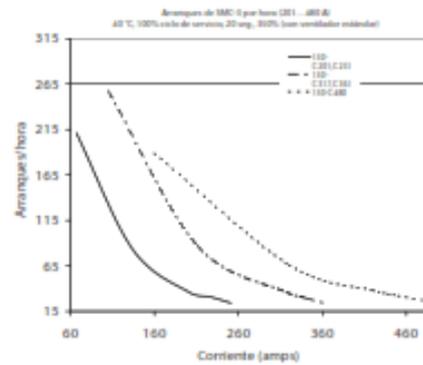
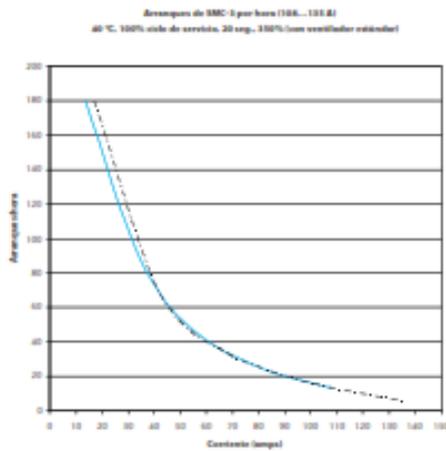
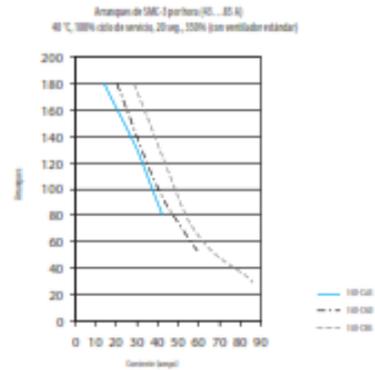
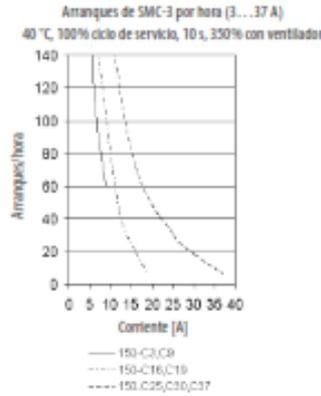
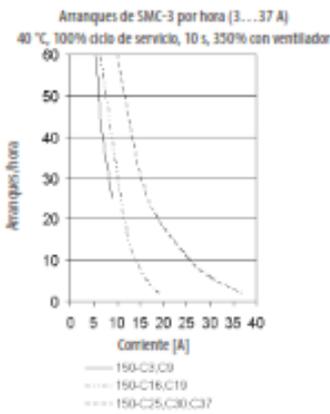
Curva de disparo 15



Curva de disparo 20



Curvas de arranques por hora



4. Main Parameters & Technical Performance

4.1 Main parameters and technical performance indexes of contactor is shown in Table 1.

Table 1

Model			NC1-09	NC1-12	NC1-18	NC1-25	NC1-32	NC1-40	NC1-50	NC1-65	NC1-80	NC1-95										
			(Z)	(Z)	(Z)	(Z)	(Z)	(Z)	(Z)	(Z)	(Z)	(Z)										
Rated working current A	220/230V	AC-3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95										
	380/400V	AC-3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95										
		AC-4	3.5	5	7.7	8.5	12	18.5	24	28	37	44										
	660/690V	AC-3	6.6	8.9	12	18	21	34	39	42	49	49										
AC-4		1.5	2	3.8	4.4	7.5	9	12	14	17.3	21.3											
Conventional free air heating current A			25	25	32	40	50	60	80	80	110	110										
Rated insulation voltage V			690																			
Power of Controllable three-phase squirrel-cage motor (AC-3) kW	220/230V		2.2	3	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	25										
	380/400V		4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45										
		660/690V		5.5	7.5	10	15	18.5	30	37	45	45										
Operation frequency Times/h	Electrical life	AC-3	1200					600														
		AC-4	300																			
Mechanical life			3600																			
Electrical life 10 thousand times	AC-3		100				80		60													
	AC-4		20					15			10											
Mechanical life (10 thousand times)			1000					800					600									
Matching fuse model			RT16-20				RT16-32		RT16-40		RT16-50		RT16-63		RT16-80		RT16-100		RT16-125			
Nterminal	Non-prefabricated terminal flexible cord	Piece	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
		mm ²	1/25	1/25	1/25	1/25	1/54	1/54	1/54	1/54	2.5/6	2.5/6	6/25	4/10	6/25	4/10	6/25	4/10	10/35	6/16	10/35	6/16
		Prefabricated terminal flexible cord	1/4	1/25	1/4	1/25	1.5/6	1.5/4	1.5/10	1.5/6	2.5/10	2.5/6	6/25	4/10	6/25	4/10	6/25	4/10	10/35	6/16	10/35	6/16
Non-prefabricated terminal flexible cord			1/4	1/4	1/4	1/4	1.5/6	1.5/6	5/6	1.5/6	2.5/10	2.5/6	6/25	4/10	6/25	4/10	6/25	4/10	10/35	6/16	10/35	6/16
Tightening moment of terminal (N · m)			0.8		0.8		0.8		1.2		1.2		4.0		4.0		4.0		⊕ 6.0 ⊙ 10.0			
Power of AC coil	50Hz	Making VA	70	70	70	110	110	200	200	200	200	200										
		Keeping VA	9	9	9.5	14	14	57	57	57	57	57										
Power of DC coil	Power W		1.8~2.7	1.8~2.7	3~4	3~4	3~4	6~10	6~10	6~10	6~10	6~10										
			9	9	11	11	11	20	20	20	20	20										
Acting range			Making voltage: (85% - 110%) Us Release voltage: (20% - 75%) Us DC voltage: (10% - 75%) Us																			
Auxiliary contacts	Basic parameter		AC - 15: 360 VA					DC - 13: 33W					Ith: 10A									
	Combination condition		2 sets of F4					4 sets of F4														
			F4-20	F4-11	F4-02	F4-40	F4-31	F4-22	F4-13	F4-04												
	Combination condition		F5-T					F5-D														
		F5-T0	F5-T2	F5-T4	F5-D0	F5-D2	F5-D4															
Combination condition		NCF1-11C																				

4.2 Rated control power voltage of AC coil U_s is shown in Table 2.

Table 2.

Coil Voltage U_s (V)	24	36	42	48	110	127	220	230	240	380	400	415	440	480	500	600	660
50Hz	B5	C5	D5	E5	F5	G5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	T5	S5	X5	Y5
60Hz	B6	C6	D6	E6	F6	G6	M6	P6	U6	Q6	V6	N6	R6	T6	S6	X6	Y6
50/60Hz	B7	C7	D7	E7	F7	G7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	T7	S7	X7	Y7

4.3 Rated control power voltage of DC coil U_s is shown in Table 2.

Table 3.

Coil Voltage U_s (V)	24	36	48	60	72	110	125	220	250	440	600
Code	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD	XD

5 Profile & Installation Dimension

Profile and installation dimension of contactor are respectively shown in Fig 1, Fig 2, Fig 3, Fig 4, Fig 5, Fig 6 and Table 4.

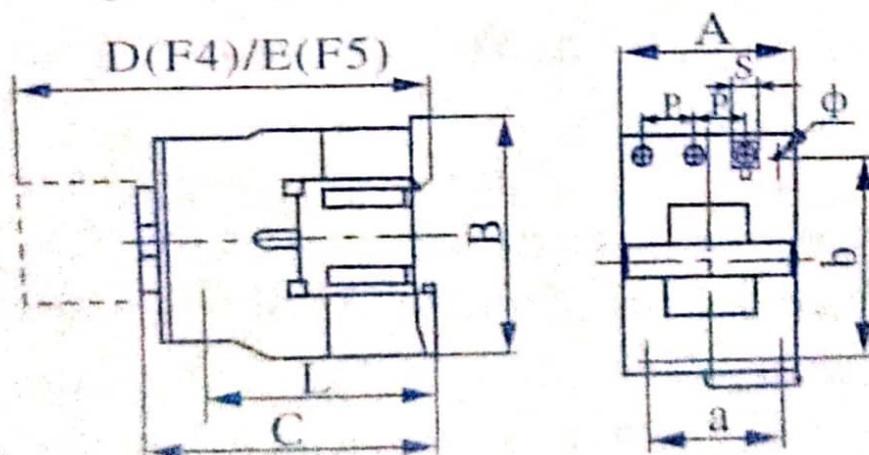


Fig 1 Profile and installation dimension of NC1-09~32 Contactor

DM15P10

DM-96-5M

OPERATION INSTRUCTIONS

DISPLAY: 4 DIGITS LED MAX. 9999

ACCURACY: $\pm 0.5\% \pm 2$ DIGIT

OPERATING CONDITION: $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ (20% to 90%RH non-condensed)

DIELECTRIC STRENGTH: AC 2KV/1min

AUX. POWER: AC 110V/220V 50/60HZ

FUNCTION & DESCRIPTION

- Function: Voltmeter + Ammeter + Wattmeter + Power factor meter + Frequency meter
- System: 3 phase 4 wires
- Display 3 phase current and 1 phase voltage and HZ or KW or $\text{COS}\phi$ simultaneously.

Press key "VS" to select V1 or V2 or V3 display.

Press key "L-N" to select voltage L-L or L-N.

Press key "HZ-KW-COS ϕ " to select HZ or KW or $\text{COS}\phi$ display.

0.39 Inch LED display (5 windows)

- Measurement range:

Voltmeter: \curvearrowright 50V-600V

Ammeter:

*Direct measurement current: AC 5A

*For current above 5A, current transformer (C.T.) must be used.

*Press key " \curvearrowright " to select desirable C.T. ratio.

*The following are the available C.T. ratios:

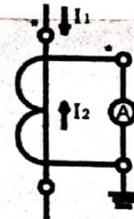
10A/5A, 15A/5A, 20A/5A, 25A/5A, 30A/5A, 40A/5A, 50A/5A, 60A/5A, 70A/5A,
75A/5A, 80A/5A, 100A/5A, 120A/5A, 150A/5A, 160A/5A, 200A/5A, 250A/5A,
300A/5A, 400A/5A, 500A/5A, 600A/5A, 700A/5A, 750A/5A, 800A/5A, 1000A/5A,
1200A/5A, 1500A/5A, 1600A/5A, 2000A/5A, 2500A/5A, 3000A/5A, 4000A/5A,
5000A/5A, 6000A/5A, 7000A/5A, 7500A/5A, 8000A/5A.

Frequency meter: 1-99.99HZ

Wattmeter: 3 phase (unbalanced line) Max. 9999KW

Power factor meter: 3 phase (balanced line) L:LAG

C:LEAD



Anexo 8: Ficha técnica del PLC Logo V8.3

Hoja de datos

6ED1052-1FB08-0BA1



Figura similar

LOGO! 230RCE, módulo lógico, display FA/E/S: 115V/230V/relé, 8 DI/4 DO, mem. 400 bloques, posibilidad de ampliación modular, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, páginas web personalizadas, tarjeta microSD estándar para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.3, proyectos anteriores ejecutables conexión a la nube en todos los aparatos base LOGO! 8.3

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	Sí
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V DC • 230 V DC 	Sí; 240 V DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	100 V
Rango admisible, límite superior (DC)	253 V
Valor nominal (AC)	Sí
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 230 V AC 	Sí; 240 V AC
Frecuencia de red	
<ul style="list-style-type: none"> • Rango admisible, límite inferior • Rango admisible, límite superior 	47 Hz 63 Hz
Hora	
Programadores horario	
<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad • Reserva de marcha 	400; Máx. 400, según la función 480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	

— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A

CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase Límite B
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí

6ED10521FB080BA1

16.03.2021

Sujeto a cambios

Página 1/2

© Copyright Siemens

Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0631	Sí
Homologaciones navales	Sí

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C

Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C

Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmín ... Tmáx a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)

Dimensiones

Ancho	71,5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	60 mm

Última modificación: 18/12/2020 

6ED10521FB080BA1

Sujeto a cambios

Página 2/2

© Copyright Siemens