



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR

Sede – Guayaquil

Facultad de Ingenierías

Carrera de Ingeniería Electrónica

Tesis previa a la obtención del Título de

INGENIERO ELECTRÓNICO

**“Diseño e Implementación de Modulo Didáctico (Tablero Metálico) para
prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e
inversión de giro de motores”**

Presentado por:

Raúl Geovanny Cárdenas Jaime

Jorge Zenón Villacís Macías

Tutor:

Ing. Cesar Cáceres Galán

Guayaquil – Ecuador

Mayo 2015

Declaratoria de responsabilidad

Nosotros, Raúl Geovanny Cárdenas Jaime y Jorge Zenón Villacís Macías declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional, además hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, Mayo 2015

Raúl Cárdenas Jaime

Jorge Villacís Macías

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Raúl y Elvia, que con su amor, esfuerzo, apoyo y sobre todo paciencia me sacaron adelante para ser una persona de bien, siguieron creyendo que algún momento me convertiría en un profesional para bienestar de mi propia familia, por eso este trabajo de titulación va por y para ustedes.

Una dedicatoria especial a mi abuelo Carlos Arturo Cárdenas, fuiste muy querido para mí, ya no estas con nosotros ahora te dedico esta titulación que estaba pendiente, sé que querías que tus nietos sean profesionales y ahora lo estoy logrando.

Raúl Geovanny Cárdenas Jaime

Dedicatoria

Este trabajo de titulación es dedicado especialmente a mis padres Jorge Villacís y Olinda Macías, por ser las personas que me dieron la vida, me apoyaron en todo aspecto, me enseñaron valores, que hay que perseverar y sacrificar lo que sea posible para alcanzar un objetivo trazado, me guiaron durante toda mi vida estudiantil hasta lograr alcanzar el tan anhelado título de educación superior.

Padres míos les prometo que esto recién empieza, gracias a sus consejos sé que esto solo es el comienzo de mi vida como profesional. Y quiero que se sigan sintiendo orgulloso de su hijo primogénito.

Jorge Villacís Macías.

Agradecimiento.

Agradezco primeramente a Dios quien siempre me cuida, protege y da fuerzas para el día a día, sin Él no estuviese dando este importante paso en mi vida.

A mi madre quien siempre me brindó su apoyo incondicional y por su confianza en mis capacidades.

A mi padre que tuvo que salir del país para laborar fuertemente y así brindarnos un mejor futuro a mí y a mí hermana.

A mi esposa e hija por entender los sacrificios que conlleva los días de trabajo en la titulación, hubo fechas en las que no pude estar disfrutando con ellas, pero sepan que este trabajo es para ustedes.

A mis profesores, compañeros y amigos, porque con ustedes obtuve conocimientos que me sirven ahora y servirán para un futuro.

Raúl Geovanny Cárdenas Jaime

Agradecimiento.

Agradezco a Dios por darme la vida y unos padres que nunca me dejaron de apoyar durante todo el trayecto que duró el realizar este trabajo

A mi familia que siempre me apoyo en todo momento y estuvieron pendiente de cada avance que tuve durante la elaboración de nuestro producto terminado.

A mi enamorada Catherine por entenderme, comprenderme y apoyarme cada uno de los días que trabajé para conseguir los resultados previstos.

A mis buenos profesores en especial al Ing. Cesar Cáceres nuestro tutor, gracias a ellos que nos compartieron todos sus conocimientos y consejos logramos poner en práctica lo adquirido y ahora somos colegas.

Jorge Villacís Macías.

Índice General.

Contenido

| | |
|--|------|
| Declaratoria de responsabilidad | I |
| Dedicatoria | II |
| Agradecimiento..... | III |
| Índice General..... | V |
| Índice de cuadros y/o tablas..... | IX |
| Índice de figuras..... | X |
| Resumen Español..... | XII |
| Abstract Ingles | XIII |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Capítulo I: El problema..... | 2 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2 Delimitación..... | 2 |
| 1.2.1 Delimitación Espacial..... | 2 |
| 1.2.2 Delimitación Temporal..... | 2 |
| 1.2.3 Delimitación Académica..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4 Justificación..... | 3 |
| 1.5 Variables e indicadores..... | 4 |
| 1.6 Metodología..... | 4 |
| 1.6.1 Métodos..... | 4 |
| 1.6.2 Técnicas..... | 4 |
| 1.6.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos | 5 |
| 1.7 Población y Muestra..... | 5 |

| | | |
|---|---|----|
| 1.8 | Descripción de la propuesta..... | 5 |
| 1.9 | Beneficiarios..... | 5 |
| 1.10 | . Impacto | 5 |
| Capítulo II: Marco Teórico. | | 6 |
| 2.1 | Generalidades del control de arranque e inversión de giro en motores..... | 6 |
| 2.2 | Motor eléctrico trifásico. | 6 |
| 2.2.1 | Descripción..... | 6 |
| 2.2.2 | Aplicaciones. | 6 |
| 2.2.3 | Partes. | 7 |
| 2.2.4 | Principios de funcionamiento..... | 7 |
| 2.2.5 | Arranque de Motores Trifásicos..... | 8 |
| 2.2.6 | Inversión de giro..... | 11 |
| 2.3 | Contactador..... | 12 |
| 2.4 | Temporizador..... | 12 |
| 2.5 | Mini PLC Logo..... | 13 |
| 2.6 | Transformador. | 13 |
| 2.7 | Protecciones..... | 14 |
| 2.7.1 | Fusible. | 14 |
| 2.7.2 | Breaker o disyuntor. | 14 |
| 2.7.3 | Guardamotor..... | 15 |
| 2.8 | Pulsador. | 16 |
| 2.9 | Luz piloto..... | 16 |
| Capítulo III: Guía de construcción del proyecto. | | 17 |
| 3.1 | Construcción del Módulo Didáctico..... | 17 |
| 3.1.1 | Estructura rodante del Módulo Didáctico. | 18 |
| 3.1.2 | Cuerpo del Tablero..... | 18 |
| 3.1.3 | Láminas Didácticas. | 22 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2 | Diseño de láminas didácticas finales. | 31 |
| 3.2.1 | Lámina de conexiones para Sistema de Distribución Trifásica 240V. | 31 |
| 3.2.2 | Lámina de conexiones para Transformador de control. | 31 |
| 3.2.3 | Lámina de conexiones para Pulsadores. | 32 |
| 3.2.4 | Lámina de conexiones para Luces piloto. | 33 |
| 3.2.5 | Lámina de conexiones para Guardamotor. | 33 |
| 3.2.6 | Lámina de conexiones para Bases porta Fusibles. | 34 |
| 3.2.7 | Lámina de conexiones para Contactores. | 34 |
| 3.2.8 | Lámina de conexiones para Temporizador. | 35 |
| 3.2.9 | Lámina de conexiones para Mini PLC Logo. | 36 |
| 3.2.10 | Lámina de conexiones para Arrancador suave. | 36 |
| 3.2.11 | Lámina de conexiones para Variador de frecuencia. | 37 |
| 3.2.12 | Lámina base para montaje de Motor trifásico. | 38 |
| | Capítulo IV: Prácticas. | 39 |
| 4.1 | Conexión de motor trifásico. | 39 |
| 4.1.1 | Conexión motor trifásico en Estrella usando 1 devanado. | 40 |
| 4.1.2 | Conexión motor trifásico en Triángulo usando 1 devanado. | 40 |
| 4.1.3 | Conexión motor trifásico en Triángulo paralelo usando 2 devanados. | 41 |
| 4.1.4 | Conexión motor trifásico en Devanados parciales. | 41 |
| 4.2 | Práctica 1 | 42 |
| 4.3 | Práctica 2 | 48 |
| 4.4 | Práctica 3 | 54 |
| 4.5 | Práctica 4. | 60 |
| 4.6 | Práctica 5 | 66 |
| 4.7 | Práctica 6 | 72 |
| 4.8 | Práctica 7 | 78 |
| 4.9 | Práctica 8 | 85 |

| | |
|---|-----|
| Conclusiones..... | 92 |
| Recomendaciones..... | 93 |
| Cronograma..... | 94 |
| Presupuesto | 95 |
| Referencias..... | 97 |
| Bibliografía | 97 |
| Anexo 1. Variador de frecuencia G110 de Siemens..... | 99 |
| Anexo 2. Mini PLC LOGO | 103 |
| Anexo 3: Arrancador Suave Siemens Sirius 3RW4026..... | 109 |
| Anexo 4: Fotos de Tomacorrientes trifásicos y Módulo didáctico..... | 112 |

Índice de cuadros y/o tablas.

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Listado de láminas con sus respectivas medidas. | 22 |
| Tabla 2. Placa de motor ABB. | 39 |
| Tabla 3 Cronograma de Actividades..... | 94 |
| Tabla 4. Presupuesto de proyecto..... | 95 |

Índice de figuras.

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Motor trifásico 0,5HP. Internamente contiene 12 terminales..... | 7 |
| Figura 2.2 Conexión directa de un motor trifásico. | 8 |
| Figura 2.3 Conexión estrella- delta en un motor trifásico..... | 9 |
| Figura 2.4 Conexión de devanados parciales en motores con 12 terminales..... | 9 |
| Figura 2.5 Arrancador Suave Siemens. Modelo SIRIUS 3RW44. | 10 |
| Figura 2.6 Variador de frecuencia Siemens. Modelo SINAMICS G110 | 11 |
| Figura 2.7 Contactor trifásico Siemens. Modelo SIRIUS 3RT2023..... | 12 |
| Figura 2.8 Temporizador estrella – delta Siemens. Modelo TPU06..... | 12 |
| Figura 2.9 Mini PLC LOGO. Modelo 230RC | 13 |
| Figura 2.10 Transformador de control. Marca General Electric de 100VA. | 14 |
| Figura 2.11 Fusible de 2A. Tipo cilíndrico. | 14 |
| Figura 2.12 Breaker Trifásico. Modelo C16. | 15 |
| Figura 2.13 Guardamotor Siemens. Modelo SIRIUS 3RV2011-1CA10..... | 15 |
| Figura 2.14 Pulsadores. Tipo rasante y tipo hongo..... | 16 |
| Figura 2.15 Luz piloto marca Camsco. | 16 |
| Figura 3.1 Medidas del módulo didáctico. Dibujado en AutoCAD 2014..... | 17 |
| Figura 3.2 Estructura base del módulo didáctico. | 18 |
| Figura 3.3 Cuerpo principal del Módulo didáctico..... | 19 |
| Figura 3.4 Perfil de aluminio Número 297 de FISA..... | 19 |
| Figura 3.5 Medidas del perfil Número 297..... | 20 |
| Figura 3.6 Acoplamiento del nuevo cuerpo con la estructura rodante..... | 20 |
| Figura 3.7 Acoplamiento del perfil de aluminio a la estructura del Módulo.. | 21 |
| Figura 3.8 Vista frontal del tablero antes del pintado. | 21 |
| Figura 3.9 Plano realizado en AutoCAD 2014. | 22 |
| Figura 3.10 Lámina de acero galvanizado. | 23 |
| Figura 3.11 Planchas de Alucobond..... | 24 |
| Figura 3.12 Corte de Alucobond con estilete de hoja gruesa..... | 24 |
| Figura 3.13 Serigrafía impresa en Vinil adhesivo transparente.. | 25 |
| Figura 3.14 Pegado de vinil en el Alucobond. | 25 |
| Figura 3.15 Láminas con serigrafía pegada antes de las perforaciones. | 26 |
| Figura 3.16 Perforaciones de laminas. | 26 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.17 Realizando perforaciones con taladro de mano. | 27 |
| Figura 3.18 Brocas planas. Diámetro de 1/2 y 3/4 pulgadas..... | 27 |
| Figura 3.19 Pulido de Láminas.. | 28 |
| Figura 3.20 Parte posterior de láminas didácticas..... | 28 |
| Figura 3.21 Ajuste de terminales de ojo a los jacks. | 29 |
| Figura 3.22 Lamina terminada en su parte posterior. | 29 |
| Figura 3.23 Pegado de marcos de aluminio a láminas de Alucobond. | 30 |
| Figura 3.24 Láminas didácticas terminadas. | 30 |
| Figura 3.25 Lámina de distribución. | 31 |
| Figura 3.26 Lámina de transformador de mando General Electric..... | 32 |
| Figura 3.27 Lámina de pulsadores.. | 32 |
| Figura 3.28 Lámina de luces piloto..... | 33 |
| Figura 3.29 Lamina de Guardamotor Siemens familia SIRIUS. | 33 |
| Figura 3.30 Lámina de portafusibles..... | 34 |
| Figura 3.31 Lámina de contactor Siemens. | 34 |
| Figura 3.32 Lámina de contactor con bloque adicional de contactos auxiliares..... | 35 |
| Figura 3.33 Lámina de temporizador Siemens. | 35 |
| Figura 3.34 Lámina de Mini PLC LOGO. | 36 |
| Figura 3.35 Lámina de Arrancador suave. | 37 |
| Figura 3.36 Lámina de Variador de frecuencia..... | 37 |
| Figura 3.37 Lámina de conexiones del motor trifásico ABB de 12 terminales. | 38 |
| Figura 4.1 Bobinados de motor de 12 terminales. | 39 |
| Figura 4.2 Conexionado de terminales para utilizar el motor en estrella..... | 40 |
| Figura 4.3 Conexionado de terminales para utilizar el motor en triángulo..... | 40 |
| Figura 4.4 Conexionado de terminales para utilizar el motor en triángulo..... | 41 |
| Figura 4.5 Conexionado de terminales para utilizar el motor en doble estrella..... | 41 |
| Figura 4.6 Arranque Estrella – Triángulo con Mini PLC LOGO. | 81 |
| Figura 4.7 Variador de frecuencia con Mini PLC LOGO..... | 88 |

Resumen Español

| Año | Alumnos | Director de Tesis | Tema Tesis |
|------|---|-------------------------------------|---|
| 2015 | Raúl Geovanny Cárdenas Jaime Jorge Zenón Villacís Macías | Ing. César Cáceres Galán | “Diseño e Implementación de Modulo Didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores” |

La presente tesis “Diseño e Implementación de Modulo Didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores”, se basa en prácticas específicas para el control manual y automático de motores trifásicos.

El objetivo fue diseñar e implementar un prototipo de Módulo didáctico móvil para el nuevo laboratorio de Controles Industriales, teniendo las facilidades de escoger las prácticas mediante láminas dedicadas a los diferentes dispositivos tanto de protección (fusibles, Breaker, guardamotors), maniobra (pulsadores, interruptores), control (contactores, LOGO) y fuerza (arrancador suave, variador de frecuencia), además brinda la facilidad de expansión mediante la creación de otras laminas como de PLC y comunicaciones con PC para obtener parámetros vía software.

Las prácticas se enfocan en los métodos de arranques de los motores trifásicos, desde los básicos como arranque directo, estrella-delta, devanados parciales hasta los automáticos con mini PLC's, arrancadores y variadores electrónicos.

Este proyecto beneficiara directamente a los estudiantes de la UPS Guayaquil, este módulo de aplicación didáctica optimiza el tiempo de montaje y cableado para la implementación de los métodos de arranque de los motores trifásicos, ayudando a complementar los conocimientos adquiridos en la rama Eléctrica - Electrónica.

PALABRAS CLAVES.

Diseño, Modulo didáctico, prácticas, arranque, Controles Industriales, láminas, motor trifásico, variador

Abstract Ingles

| Year | Students | Thesis Director | Thesis topic |
|------|---|-------------------------------------|---|
| 2015 | Raúl Geovanny Cárdenas Jaime Jorge Zenón Villacís Macías | Ing. César Cáceres Galán | “Design and Implementation of Educational Module (Board Metallic) for practices in laboratory Industrial Controls with application in starting and Reversing motor” |

This thesis "Design and Implementation of Educational Module (Board Metallic) for laboratory practices Industrial Controls with application start and reverse rotation engine" is based on specific practices for manual and automatic control of three-phase motors.

The objective was to design and implement a prototype mobile training module for the new lab Industrial Controls, having the facilities to choose the practices by sheets dedicated to different devices both protection (fuses, breaker, breakers), maneuver (pushbuttons, switches) and control (contactors, LOGO, soft starter, inverter of frequency), also provides ease of expansion can add more sheets as of PLC and PC communications for obtain parameters via software.

The practices focus on methods of starts three-phase motors, from basic as direct start, star-delta, partial winding up through micro PLC's automated, electronic starters and drives.

This project will directly benefit students of UPS Guayaquil, this didactic application module optimizes the time of installation and cabling for the implementation of the methods of starting of three-phase motors, helping to complement the knowledge acquired in Electrical branch – Electronics.

KEYWORDS.

Design, teaching module, practices, boot, Industrial Controls, sheets, three phase motor, inverter.

INTRODUCCIÓN

El proyecto “Diseño e Implementación de Modulo Didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores”, es una herramienta útil para la colectividad estudiantil que permite avanzar de manera progresiva su carrera de Ingeniería Electrónica, dando a conocer los elementos eléctricos y electrónicos del día a día en la industria de una manera didáctica y a la vez real, los dispositivos se encuentran sobrepuestos en las láminas siendo observadas las conexiones de terminales tanto de control como de fuerza a los jacks empotrados, y que sirven para la interconexión entre láminas, esto complementa el estudio realizado en las aulas de clases, cabe aclarar que las láminas son adaptables al módulo teniendo el estilo de ventanas corredizas, donde se pueden empotrar y deslizar a gusto del estudiante o según el requerimiento de la práctica a desarrollar.

Las prácticas se realizan por medio de cables hechos a varias medidas y con terminaciones en Plugs tipo banana, lo cual ahorra tiempo en cortar y retirar aislamiento para realizar conexiones entre terminales de dispositivos y láminas, todo esto con el objetivo de concluir las prácticas en el menor tiempo posible y la posibilidad de repetirla para aclarar dudas por el poco tiempo de montaje del circuito.

Las prácticas se trabajan con un motor de 12 terminales, el cual servirá para abarcar una mayor cantidad de prácticas y despejar dudas de las conexiones disponibles para este tipo de motor, entre las conexiones más destacadas tenemos la típica estrella-delta, Arrancador suave, Variador de frecuencia y también devanados parciales, usando todas las terminales para demostrar el arranque de manera progresiva hasta llegar a su máxima velocidad, siempre tratando de proteger la vida útil del motor.

Este módulo no solo servirá para realizar prácticas en el taller sino también para dar exposiciones en distintos lugares, tiene la ventaja de ser liviano y contar con ruedas para un fácil traslado dándole un plus adicional al proyecto, se espera que sirva de prototipo para la construcción de otros módulos de este tipo y complementar los tiempos de enseñanza.

Capítulo I: El problema

1.1 Planteamiento del problema

El hecho de realizar prácticas en lugares fijos con mesas de trabajo estáticas y con pocas variantes, crea inconformidad de recursos al no obtener el máximo provecho del espacio físico con el que se dispone y no ofrecer alternativas de conexiones de una manera sencilla y útil, razón por la cual se plantea la construcción de un Módulo Didáctico móvil, práctico que permita su traslado a diferentes sitios donde se lo requiera.

1.2 Delimitación.

1.2.1 Delimitación Espacial.

Se realizó el proyecto en la ciudad de Guayaquil en Laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.2.2 Delimitación Temporal.

El proyecto de tesis fue ejecutado en un periodo de 7 meses, influido por el tipo de diseño experimental del tablero y láminas.

1.2.3 Delimitación Académica.

La implementación de este Proyecto tiene como finalidad ser utilizado en el nuevo Laboratorio de Controles Industriales, que beneficiará a estudiantes de la carrera de Electrónica, los mismos serán favorecidos por contar con un equipo de trabajo que permita realizar sus pruebas de una manera práctica e ilustrativa.

El Modulo Didáctico contendrá los equipos necesarios para realizar las prácticas de:

1. Arranque Directo.
2. Arranque a Tensión Reducida por el método Estrella – Triángulo.
3. Arranque Directo con Inversión de Giro.
4. Arranque a Tensión Reducida por el método Devanados Parciales.
5. Arranque a Tensión reducida en devanados parciales con inversión de giro.
6. Arranque Suave mediante Modulo Electrónico.
7. Arranques diversos a Tensión Reducida aplicando el Mini PLC LOGO.
8. Arranque mediante Variador de Velocidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar e Implementar un Módulo Didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Implementar las prácticas didácticas para la operación de motores trifásicos con 12 terminales.
- Controlar el torque y velocidad de los motores mediante la parametrización de variadores de frecuencia.
- Programar LOGO para automatizar los diferentes tipos de arranques a tensión reducida.

1.4 Justificación

Debido a la necesidad de promover y complementar la enseñanza de materias técnicas tales como Controles Industriales, Neumática, Hidráulica, etc., a través de prácticas de laboratorio, tratando siempre de minimizar los riesgos del operario en este caso el estudiante. Además se debe aprovechar al máximo las capacidades técnicas de los equipos e instrumentación de laboratorio, minimizar la cantidad de cable para ahorrar espacio y tiempo de práctica.

Para ello se planteó:

- Análisis de Factibilidad del Proyecto.
- Diseño del Proyecto.
- Implementación del Proyecto.

Todo ello se resume en 1 Modulo Dúplex Didáctico, móvil y versátil para el laboratorio de Controles Industriales, donde se implementará diversidad de prácticas a detallar en el presente proyecto.

En esta propuesta se utiliza recursos y conocimientos de Ingeniería electrónica, electricidad, control y automatización con lo cual el estudiante aprenderá a asociar las especialidades técnicas en un ambiente de índole laboral a futuro.

1.5 Variables e indicadores.

Las variables que intervienen son:

- a. Corriente de Arranque.
- b. Corriente Nominal.
- c. Potencia.
- d. Factor de Potencia.
- e. Torque.
- f. Tensión.
- g. Tiempos de Arranques.
- h. Frecuencia.
- i. Velocidad.

Los indicadores generados son:

- a. Histórico de Iarrq vs. Tiempo.
- b. Histórico de Torque vs. Tiempo.

1.6 Metodología.

1.6.1 Métodos.

1.6.1.1 Método Científico

Durante este ensayo se hará uso del Método Científico, dado que el desarrollo del mismo consta de las siguientes características:

- Observación científica.
- Experimentación.
- Medición.

1.6.2 Técnicas.

1.6.2.1 Técnica de Investigación Experimental

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

1.6.2.2 Técnica Cuantitativa

Debido a las condiciones del módulo se tomó registros de los fenómenos medidos

1.6.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos

Amperímetro de gancho: Corriente de arranque, Corriente Nominal, Potencia.

Voltímetro: Tensión.

Cronometro: Tiempos de Arranques.

Variador: Frecuencia y Velocidad.

Analizador de redes.

1.7 Población y Muestra.

Este proyecto de tesis es especialmente dirigida a los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

1.8 Descripción de la propuesta.

Se creó un tablero móvil Dúplex en el cual van láminas desmontables y corredizas para que el estudiante realice la implementación de diferentes prácticas con un motor trifásico controlado por medio de dispositivos electrónicos y electromecánicos.

1.9 Beneficiarios.

Esta tesis beneficia a una cantidad aproximada de 40 estudiantes que usarán por semestre el Nuevo Laboratorio de Controles Industriales de la carrera Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

1.10 . Impacto

Este módulo didáctico tiene un impacto positivo en el alumnado de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil al obtener más herramientas donde practicar e implementar todo lo que el docente brinda en su cátedra, además se relaciona con el ámbito laboral industrial porque los componentes están visibles pudiendo aprender los conexiones reales de los dispositivos electromecánicos y electrónicos.

Capítulo II: Marco Teórico.

2.1 Generalidades del control de arranque e inversión de giro en motores.

Schneider(2012) dice que en lo referente a control de motores tanto en el arranque como en las inversiones de giro, debemos tener en cuenta que siempre es relacionado a la potencia, velocidad, etc., de las cuales depende el correcto funcionamiento y la vida útil del motor. Controlar un motor es un proceso que implica manipular los parámetros del mismo, para esto se utiliza diversas conexiones en sus terminales, entre las aplicaciones industriales se pueden mencionar ejemplos tales como: mover bandas de transporte, actuadores que necesiten invertir sentido de rotación, entre otras, estos casos son los más comunes en donde se utiliza el control.

2.2 Motor eléctrico trifásico.

2.2.1 Descripción.

El motor eléctrico trifásico es una máquina rotativa, es capaz de convertir la energía suministrada en este caso eléctrica trifásica, en energía mecánica. La energía origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator y esto a su vez provoca que el arranque de los motores no necesite circuito auxiliar, estos motores son más pequeños que los de inducción monofásica de la misma potencia. (Enríquez Harper, 2003)

Los motores trifásicos se fabrican en diferentes potencias, para todas las tensiones y frecuencias (50 y 60Hz), normalmente están equipados para trabajar a dos tensiones nominales de distinto valor. (L. Kosow, 1977)

2.2.2 Aplicaciones.

Son muy usados en la industria por su diversa variedad de potencia y tamaño, casi excluidos en su totalidad de las residencias debido a que en estos sectores no llega la corriente trifásica. En las industrias son empleados para accionar máquinas, herramientas, bombas, montacargas, bandas transportadoras elevadores, etc. (J. Maloney, 2006)



Figura 2.1 Motor trifásico 0,5HP. Internamente contiene 12 terminales.

Fuente: ABB, 2015.

2.2.3 Partes.

Los motores trifásicos constan de 3 partes:

- **El estator:** está constituido por un enchapado de hierro al silicio ranurado, generalmente es introducido a presión dentro de una de la carcasa.
- **El rotor:** el rotor es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.
- **Los escudos:** por lo general están hechos de hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se insertan cojinetes sobre los que descansa el eje del rotor. Los escudos deben siempre estar bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones" que en este caso serían pérdidas. (Mora, 2008)

2.2.4 Principios de funcionamiento.

La corriente atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, se origina un campo magnético en el estator que induce corriente en las barras del rotor, esta corriente origina un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, origina un par motor que termina haciendo girar al rotor. (Cortés Cherta, 1995)

Cuando el rotor tiene la misma velocidad de giro que el campo magnético rotativo, el motor es definido como síncrono, caso contrario si el rotor tiene una velocidad de

giro mayor o menor a dicho campo, el motor es de inducción pero asíncrono. (Mora, Maquinarias Eléctricas, 2008)

2.2.5 Arranque de Motores Trifásicos.

El arranque es el proceso que pone en marcha a un motor eléctrico, la principal característica para que el motor inicie su giro, es que el par de arranque debe ser mayor al par resistente de la carga, durante este proceso se da una gran elevación de corriente, lo que ocasiona una baja de tensión en las líneas de suministro (caída de voltaje) y esto puede afectar a otros equipos conectados en estas líneas. (Leon, 2005)

2.2.5.1 Arrancadores básicos.

2.2.5.1.1 Arranque directo.

Se presenta cuando suministramos directamente al motor su tensión nominal, este tipo de arranque es aplicado para motores de pequeña potencia, cuando se alimenta directo de la red; en este caso las normas de la compañía suministradora establecen el valor límite de la potencia. El arranque directo se efectúa en estrella o en triángulo, según los valores de la tensión de red y las tensiones nominales del motor en cada uno de los diferentes tipos de conexión, estos datos siempre vienen indicados en la placa de características del motor (la tensión mayor corresponde a la conexión estrella y la menor a la conexión triángulo). (Mora, 2008)

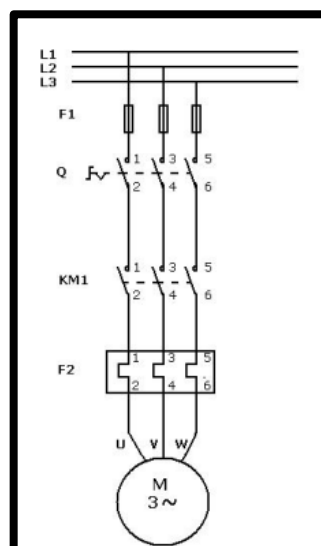


Figura 2.2 Conexión directa de un motor trifásico.

Fuente: Didactic Fluidsim, 2015.

2.2.5.1.2 Arranque por conexión estrella-triángulo.

Es el método con más simplicidad para arrancar a tensión reducida, consiste en conectar en estrella los puntos del estator durante el arranque y en triángulo durante la operación es decir trabajo al 100% cuando alcanza cierta velocidad, con esto se reduce la tensión a un 50% aproximadamente; su principal desventaja es que sólo es aplicable a motores de seis terminales y de pequeña capacidad es decir de (10 a 20 HP). (Enriquez Harper, 2005)

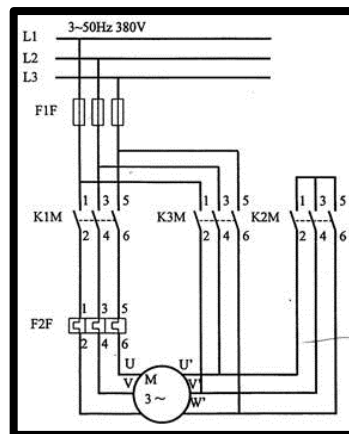


Figura 2.3 Conexión estrella- delta en un motor trifásico.

Fuente: Didactic Fluidsim, 2015.

2.2.5.1.3 Arranque por devanados parciales

El arranque por devanados parciales consiste en que el motor se pone en marcha con la mitad de sus devanados y conectado en estrella, cuando este motor llega a cierta velocidad, se conecta el segundo devanado en paralelo, debido a la baja curva de pronunciamiento par es recomendable que este motor sea arrancado a vacío, es decir sin carga como es el caso de ventiladores, sopladores etc. (L. Kosow, 1977)

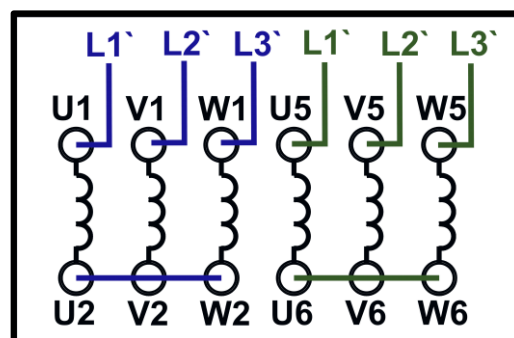


Figura 2.4 Conexión de devanados parciales en motores con 12 terminales.

Fuente: Los autores, 2015.

2.2.5.2 Arrancadores automáticos

2.2.5.2.1 Arrancadores en estado sólido. (Arrancador Suave)

Calloni(2003) Los arrancadores electrónicos constan de la presencia de tiristores y estos han permitido el arranque de motores para corriente alterna con aplicaciones progresivas de la tensión de línea, limitando la corriente y provocando el arranque suave del motor, ausentando golpes y esfuerzos sobre la máquina de inducción (compresor, bomba, etc.), aumentando la vida útil de elementos como los rodamientos, bobinado, etc., además hacen que la parada de masas en movimiento sea más suave.



Figura 2.5 Arrancador Suave Siemens. Modelo SIRIUS 3RW4026-1BB14.

Fuente: Siemens, 2015.

Ventajas del uso de los arrancadores suaves pueden ser:

- 1.- Permite un arranque progresivo del motor.
- 2.- Reducción de la corriente de arranque. Intensidad de arranque (I_a).
- 3.- Aceleración progresiva, sin saltos ni sacudidas.
- 4.- Se adapta fácilmente a las características de la carga o máquina a accionar.
- 5.- Es programable en un ciclo de arranque.
- 6.- Amplia gama de Protecciones.
- 7.- Adaptación a sistemas de programación y procesos.
- 8.- Señalización de efectos.
- 9.- Frenado Contracorrientes.
- 10.-Protección del Motor contra caída de la tensión de la red.

La parte más importante de los arrancadores suaves son los potenciómetros capaces de variar los diferentes parámetros como son el tiempo de encendido y apagado, así como el voltaje de arranque. (Roldán Vilorio, 2004)

2.2.5.2.2 Arrancador por variador de frecuencia.

Martín Castillo & García García(2009), dice que un variador de frecuencia utiliza la electrónica de potencia para modificar la frecuencia de la red a la alimentación del motor, trabajan entre una frecuencia mínima y una máxima, siendo este rango regulable. Los variadores tienen un modo de funcionamiento de supervisión el cual permite observar parámetros y magnitudes eléctricas estando el motor en marcha, tales como: tensión en bornes, velocidad estimada, estado térmico del variador, corriente, tensión de la red de alimentación, etc.



Figura 2.6 Variador de frecuencia Siemens. Modelo SINAMICS G110 que controla dos fases, sin BOP (Basic Operator Panel).

Fuente: Siemens, 2015.

2.2.6 Inversión de giro.

Una de las características principales de los motores trifásicos es que al invertir dos puntas cualesquiera de la línea de alimentación, se logra invertir su sentido de giro. Por lo general el control se lo realiza con contactores, uno para accionar hacia adelante y otro para atrás o reversa. (Leon, 2005)

2.3 Contactor.

El contactor es un dispositivo mecánico de apertura y cierre eléctrico que se activa mediante una energía no manual, su accionamiento puede ser del tipo mecánico, neumático, etc. (Lladonosa Giró, 1993)



Figura 2.7 Contactor trifásico Siemens. Modelo SIRIUS 3RT2023.

Fuente: Siemens, 2015.

2.4 Temporizador.

Un temporizador es aquel dispositivo con el que podemos regular la conexión ó desconexión de un circuito eléctrico después de haber programado un tiempo. El elemento fundamental que usa un temporizador es un contador binario interno, es el encargado de medir los pulsos suministrados. Se diferencia del relé debido a que los contactos del temporizador no cambian de posición instantáneamente. (Lladonosa Giró, 1993)



Figura 2.8 Temporizador estrella – delta Siemens. Modelo TPU06.

Fuente: Siemens, 2015.

2.5 Mini PLC Logo.

LOGO! es un módulo lógico universal de Siemens que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gastos.

Dentro del grupo de autómatas programables compactos, el modelo más utilizado en las instalaciones domóticas es el conocido relé programable o mini PLC Logo. Son económicos, su instalación es sencilla y su principal ventaja es que pueden ser programados desde su propio panel de configuración (Display). Su principal desventaja es que ofrecen menos posibilidades de automatización, debido a su reducido número de entradas y salidas, además son más lentos que los autómatas convencionales. (Rodríguez Fernández, 2012)



Figura 2.9 Mini PLC LOGO. Modelo 230RC de 8 entradas y 4 salidas, alimentación 220V

Fuente: Siemens, 2015.

2.6 Transformador.

Es un dispositivo que mediante inducción electromagnética transforma niveles de voltajes y corrientes eléctricas alternas siempre a la misma frecuencia. Consta de dos o más bobinas de alambre enrollado alrededor de un núcleo ferromagnético común. Las bobinas no están conectadas en forma directa puesto que la única conexión entre ellas es el flujo magnético común que se encuentra dentro del núcleo. El devanado que se conecta a la fuente de potencia se denomina devanado primario, y el devanado

o los devanados que se conectan las cargas se llaman devanados secundario, terciario, etc. (Chapman, 2000)



Figura 2.10 Transformador de control. Marca General Electric de 100VA.

Fuente: General Electric, 2015.

2.7 Protecciones.

2.7.1 Fusible.

Son dispositivos de seguridad para circuitos eléctricos que ofrecen un punto vulnerable que colapsa ante el aumento de tensión o intensidad de la corriente circulante, para proteger el circuito y los equipos que lo integren. Están conformados por un soporte y un filamento o lámina de metal, capaces de fundirse ante una subida de tensión o un cortocircuito, discontinuando el circuito, lo que evita riesgos de incendio o destrucción de los equipos. (J. Fowler, 1992)



Figura 2.11 Fusible de 2A. Tipo cilíndrico.

Fuente: CamSCO, 2015.

2.7.2 Breaker o disyuntor.

Es esencialmente un mecanismo el cual junta dos placas metálicas para la conducción de la corriente, existen de diferentes amperajes de acuerdo a lo que se necesite, es decir depende de la carga a la que va a ser conectado.

Los Disyuntores combinan varios de los sistemas de protección, en un solo aparato. Poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica. (J. Maloney, 2006)



Figura 2.12 Breaker Trifásico. Modelo C16.

Fuente: Siemens, 2015

2.7.3 Guardamotor.

Son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente los polos de un motor, al mismo tiempo que los protege contra destrucción por fallos del arranque, disminución de la tensión de la red, sobrecarga y averías de un conductor en las redes trifásicas. Estos también pueden ser de cierre automático, con un interruptor térmico de sobrecarga o hasta un disyuntor magnético de corto circuito. (Bastian, 2001)

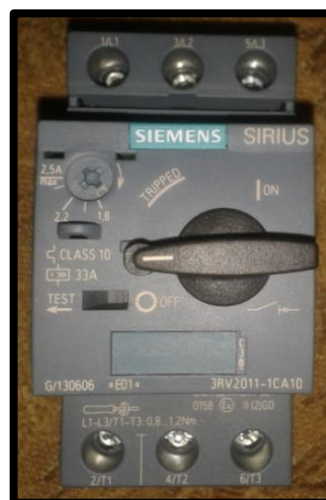


Figura 2.13 Guardamotor Siemens. Modelo SIRIUS 3RV2011-1CA10.

Fuente: Siemens, 2015.

2.8 Pulsador.

Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente de control mientras es accionado, cuando ya no se actúa sobre él, vuelve a su posición de reposo. Pueden ser de contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA. Los pulsadores van de acuerdo a la corriente que vaya a pasar por cada uno de ellos puesto que están diseñados para soportar una cantidad específica de la misma. (L. Kosow, 1977)



Figura 2.14 Pulsadores. Tipo rasante y tipo hongo.

Fuente: Schneider, 2015.

2.9 Luz piloto.

La luz piloto no es más que un indicador de existencia de corriente en algún punto específico del tablero, sirve para indicar a su vez cuando se ha accionado un pulsador o interruptor. (Bastian, 2001)



Figura 2.15 Luz piloto marca Camsco.

Fuente: Camsco, 2015.

Capítulo III: Guía de construcción del proyecto.

A continuación se detalla el proceso y selección de materiales con los que se elaboró el Modulo Didáctico (Tablero Metálico) para prácticas del nuevo laboratorio de Controles Industriales con aplicaciones de diversos arranque e inversión de giro de motores, el mismo que se replanteó tanto en funcionalidad como versatilidad para cumplir con las expectativas propuestas para el aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil.

3.1 Construcción del Módulo Didáctico.

Durante la elaboración del proyecto se utilizaron diferentes materiales básicos para lograr obtener el producto final con una relación calidad-estética. Las dimensiones del módulo didáctico se establecieron de la siguiente manera.

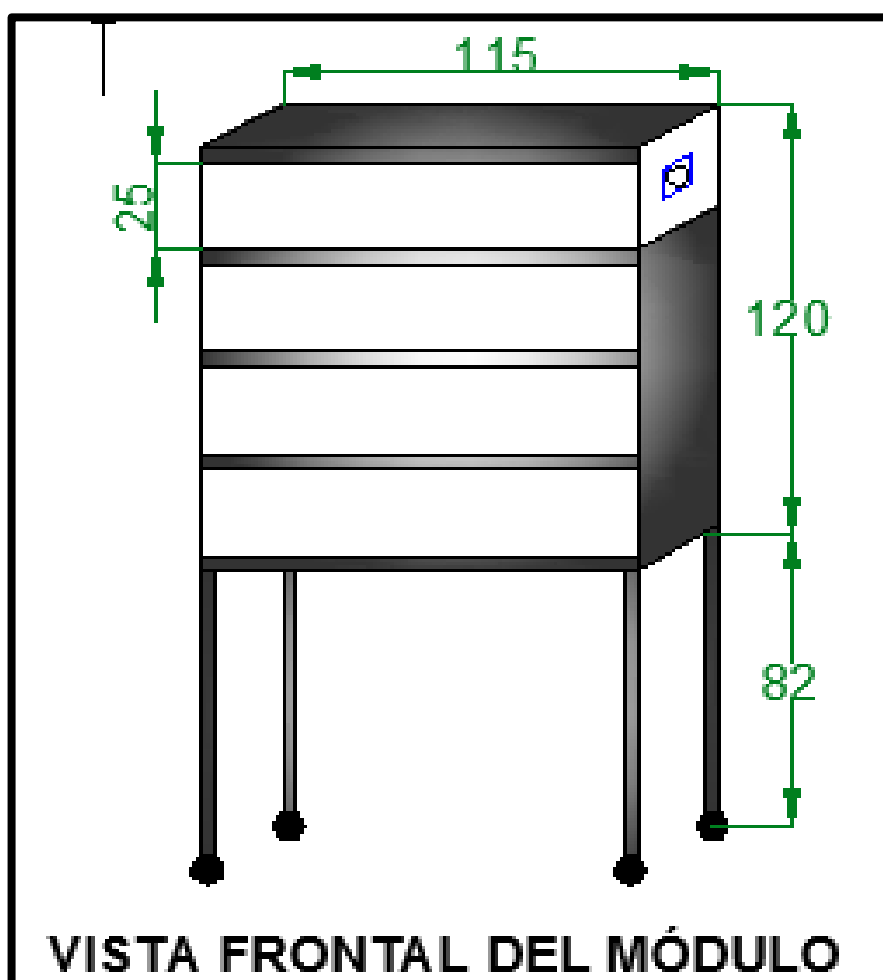


Figura 3.1 Medidas del módulo didáctico. Dibujado en AutoCAD 2014.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.1.1 Estructura rodante del Módulo Didáctico.

Para la construcción del Módulo se tomó en cuenta que el objetivo principal sea móvil, motivo por el cual se decidió implementarle ruedas a la estructura principal donde se iba a colocar las láminas didácticas.



Figura 3.2 Estructura base del módulo didáctico. La implementación de ruedas ayuda a la movilidad del tablero.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.1.2 Cuerpo del Tablero

Para la implementación de la parte principal del tablero se utilizó materiales de acero inoxidable, esto pensado en que nos encontramos en un ambiente salino donde en poco tiempo la corrosión dañaría la maqueta, inicialmente en la estructura principal se implementarían las láminas didácticas de acero galvanizado, las cuales se acoplaban al tablero por medio de tornillos en forma de mariposa.



Figura 3.3 Cuerpo principal del Módulo didáctico. Este cuerpo del Módulo no fue aceptado en primera instancia, debido a que no cumplió la condición de poder colocar y retirar las láminas fácilmente.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.1.2.1 Primer prototipo.

Se rediseñó el cuerpo del tablero para acoplar, a la movilidad del módulo, la fácil inserción y retiro de láminas, para esto sirvió el modelo de los perfiles de ventanas corredizas, por lo cual se consultó el catálogo de ventas de Fundiciones Industriales S.A (FISA)



Figura 3.4 Perfil de aluminio Número 297 de FISA. Este es el perfil que mejor se acomodó a las necesidades.

Fuente: Los Autores, 2015.

En la página web de FISA se encontró las medidas del perfil, esto nos sirvió para buscar el marco de aluminio que iría en cada lámina para arreglar la parte estética.

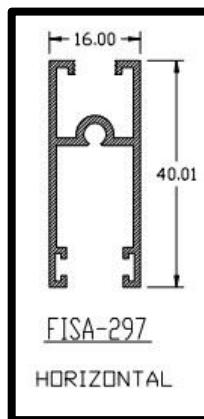


Figura 3.5 Medidas del perfil Número 297. Referenciado en milímetros.

Fuente: Fisa, 2015.

Los perfiles de aluminio solo fueron utilizados para la sujeción de las láminas, el marco del cuerpo sigue siendo de acero galvanizado para mantener rigidez y dureza del Módulo, solo basto con soldar el cuerpo con la estructura rodante.



Figura 3.6 Acoplamiento del nuevo cuerpo con la estructura rodante. El contorno del cuerpo sigue siendo de acero motivo por el cual se unió con soldadura eléctrica.

Fuente: Los Autores, 2015.

Debido a la incompatibilidad de materiales entre el aluminio y el acero, no es posible soldar los perfiles de aluminio horizontales con las planchas de acero galvanizado verticales que están encargadas de sujetarlos, la solución fue unirlos por medio de remaches, esto hizo que quedara pequeñas imperfecciones que fue corregido con masilla antes de pasar al pintado del módulo.



Figura 3.7 Acoplamiento del perfil de aluminio a la estructura lateral del Módulo. Nótese los remaches y corrección de fallas con masilla.

Fuente: Los Autores, 2015.

Terminado de remachar los perfiles al módulo y corregir fallas con la masilla quedaron diferencias de colores entre los metales y las uniones, esto fue corregido con pintura al horno para mayor duración.



Figura 3.8 Vista frontal del tablero antes del pintado.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.1.3 Láminas Didácticas.

Para la construcción de las láminas, fue necesario definir las medidas reales de componentes y cantidad de terminales a utilizar, dejando así 3 modelos determinados todos con las mismas altura.

Tabla 1 Listado de láminas con sus respectivas medidas.

| Altura | Ancho | Láminas por área a utilizar. |
|--------|-------|---|
| 25 | 25 | Transformador, Distribución, Luces piloto, Fusibles, Pulsadores |
| 25 | 27 | Temporizador, Guardamotor (2), Contactores (2), LOGO. |
| 25 | 35 | Contactador con auxiliares, Variador de frecuencia, Arrancador suave. |

Nota: Estas medidas fueron sacadas con los componentes reales.

3.1.3.1 Diseño de Planos.

Los diseños de cada lámina didáctica fueron realizados en el programa AutoCAD versión 2014, con se obtuvo medidas reales de las perforaciones para los conectores hembras (jacks) y ubicación de los dispositivos que conforman cada una de las láminas.

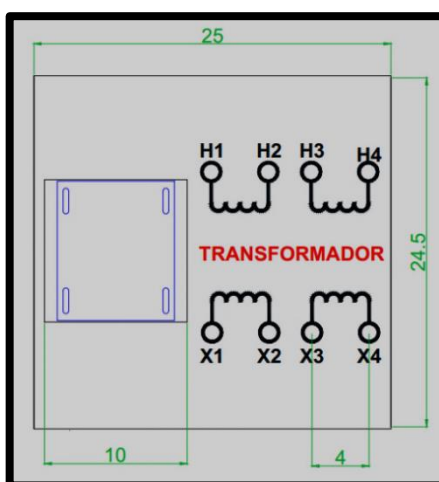


Figura 3.9 Plano realizado en AutoCAD 2014. Se detallan las medidas de la lámina, jacks y dispositivos.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.1.3.2 Primer prototipo de láminas.

Al inicio de la construcción, las láminas fueron de acero galvanizado con las perforaciones para ser prensadas con pernos y tuercas mariposas en el módulo, esto no era muy versátil, por tanto se Rediseño el Módulo Didáctico en su estructura a un Segundo prototipo y por ello estas láminas de acero ya no funcionaban por razones metalmecánicas, la primera el ancho no ingresaba en las ranuras de los perfiles de aluminio y la segunda el peso excesivo de las mismas puede llegar a doblar el perfil de aluminio.

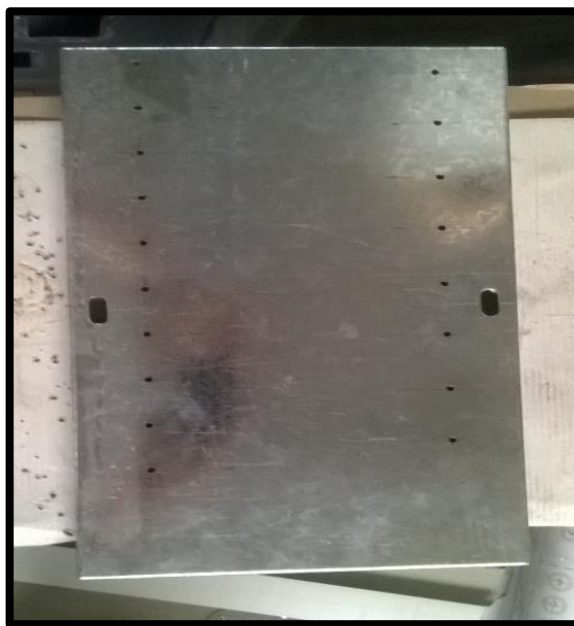


Figura 3.10 Lámina de acero galvanizado. Se observa ya las perforaciones para integrarlos al primer cuerpo del módulo con pernos y tuercas mariposa.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.1.3.3 Segundo Prototipo final de láminas (Alucobond).

Las planchas de Alucobond fueron el material sustitutivo para trabajar como láminas didácticas, las cuales constan de aluminio que recubren un centro de polietileno, esto por motivo de estética y de reducción de peso al tablero. Entre las bondades de este material está el brillo natural de aluminio que no necesita de pintura y la resistencia a la oxidación que es muy común en nuestro medio salino.

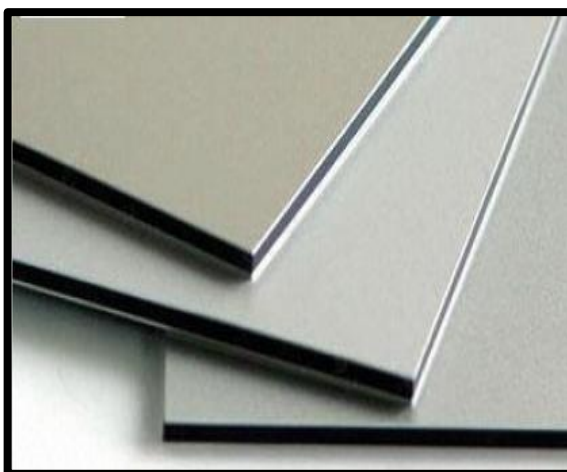


Figura 3.11 Planchas de Alucobond. Nótese el polietileno recubierto de aluminio.

Fuente: Los Autores, 2015.

Al comenzar el proyecto se realizaba los cortes del Alucobond con una cortadora eléctrica pero dejaba muchas imperfecciones que podían hacer daño al operario, preguntando la mejor manera de realizar los cortes a los distribuidores del Alucobond se decidió usar un estilete de hoja gruesa, el corte se simplifico puesto que solo se necesitó de una regla como guía y apretar con un poco de fuerza el estilete para dejar la marca y luego realizar la maniobra parecida al corte del vidrio ósea en un borde hacer presión para partir el elemento.



Figura 3.12 Corte de Alucobond con estilete de hoja gruesa.

Fuente: Los Autores, 2015.

Terminado el diseño de cada lámina en AutoCAD se llevó a imprimir una Gigantografía en Vinil adhesivo transparente, para luego recortar la imagen de cada lámina y pegar en el Alucobond.

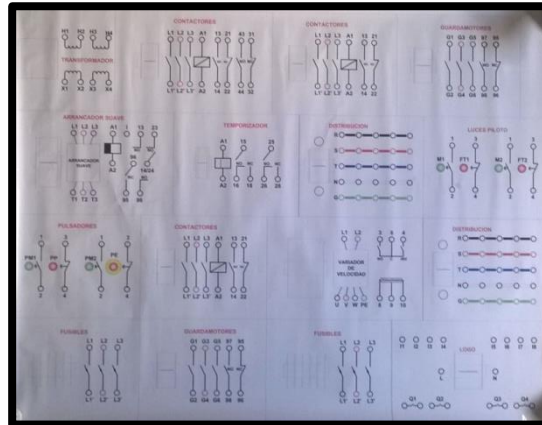


Figura 3.13 Serigrafía impresa en Vinil adhesivo transparente. Medida del vinil 1,30m de ancho x 1,20m de alto.

Fuente: Los Autores, 2015.

Se cortaba el vinil adhesivo según las dimensiones que tenía impreso y se pegaba en el Alucobond correspondiente con la ayuda de agua mezclada con un poco de jabón líquido, esto para dar tiempo a colocar correctamente la serigrafía. El sobrante de agua que quedaba por debajo del Vinil fue retirado con ayuda de una regla y franela haciendo presión contra la lámina



Figura 3.14 Pegado de vinil en el Alucobond. Se utilizó agua mezclado con jabón líquido para dar tiempo de colocar antes que se quede fijo el vinil en la lámina.

Fuente: Los Autores, 2015.

Así quedaban las láminas luego del pegado del vinil adhesivo y el correspondiente retiro del agua que quedaba debajo de la serigrafía, listo para la perforación y pulido de filos.

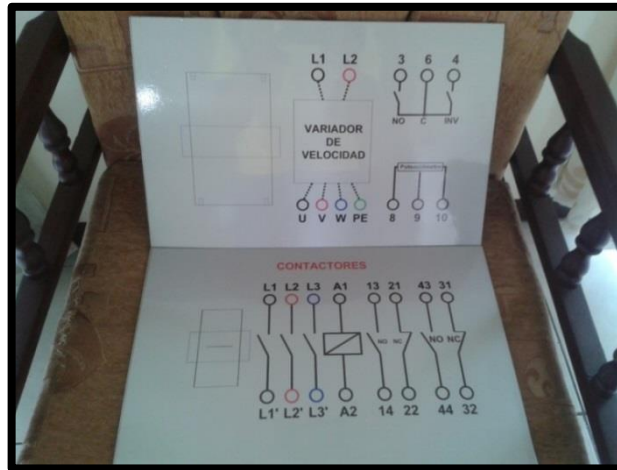


Figura 3.15 Láminas con serigrafía pegada antes de las perforaciones.

Fuente: Los Autores, 2015.

Teniendo las láminas de Alucobond cortadas a la medida y señalizadas con la serigrafía pegada, se procedió a realizar las perforaciones de los jacks y componentes, en un principio esto se lo realizo con broca F12 ajustada en un taladro fijo, esto no tuvo éxito puesto que esta máquina no siempre estaba a disposición.

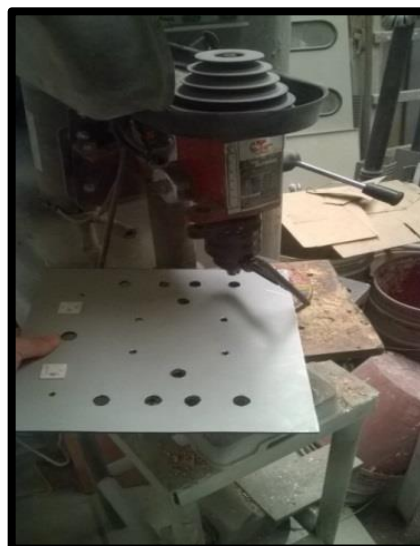


Figura 3.16 Perforaciones de laminas. Obsérvese el taladro fijo con el cual se perforo algunas láminas didácticas, de acuerdo al diseño realizado e impreso anteriormente.

Fuente: Los Autores, 2015.

Luego las perforaciones se realizaron con un taladro de mano con velocidad variable para tener control de la herramienta, con esto ganamos versatilidad porque se pudo realizar las perforaciones en la misma Universidad y no estar trasladando las láminas de un lugar a otro precautelando daños y abolladuras en la superficie del Alucobond.



Figura 3.17 Realizando perforaciones con taladro de mano.

Fuente: Los Autores, 2015.

Se utilizó brocas planas de 1/2 pulgada para los jacks y de 3/4 de pulgada para prensaestopas, indicadores lumínicos y pulsadores, dejando circunferencias definidas y sin alimañas.



Figura 3.18 Brocas planas. Diámetro de 1/2 y 3/4 pulgadas.

Fuente: Los Autores, 2015.

Al realizar los cortes con máquina y estilete quedaban alimañas del aluminio pudiendo ocasionar pequeños cortes en las manos de los operarios, por este motivo y para dar un mejor acabado a las láminas, se utilizó una pulidora.



Figura 3.19 Pulido de Láminas. Nótese como se retira las alimañas de aluminio.

Fuente: Los Autores, 2015.

Se observa en la parte trasera de las láminas los terminales de los jacks listos para ser unidos con los cables provenientes de la parte frontal desde los terminales de los componentes



Figura 3.20 Parte posterior de láminas didácticas.

Fuente: Los Autores, 2015.

El conexionado de los cables a los terminales de jacks se lo realiza por medio de terminales de ojo y se aprieta con las propias tuercas del conector mencionado, evitando así la soldadura con cautín y estaño puesto que esto no soporta mucha presión mecánica llegándose a romper la unión y provocando fallas e incluso algún cortocircuito al toparse con la capa de aluminio de las láminas.



Figura 3.21 Ajuste de terminales de ojo a los jacks. Evitando la soldadura de estaño.

Fuente: Los Autores, 2015.

Se muestra esta lámina terminada en su parte posterior, con todos los cables ajustados en los jacks y organizados en canaletas ranuradas para evitar enredos entre ellos. Además todos los cables están membretados con marquillas numéricas para ubicar los cables en un futuro mantenimiento.



Figura 3.22 Lamina terminada en su parte posterior. Nótese la organización de los cables para una correcta ubicación en un mantenimiento.

Fuente: Los Autores, 2015.

En las láminas se notaba asperezas en los filos y a veces al pulir demasiado por corregir quedaba a la vista partes sin la capa de aluminio quedando desigual los filos, por esta razón se decidió poner marcos felperos de aluminio de 6mm de espesor para rescatar la parte estética de las láminas, estos marcos fueron pegados con silicón industrial con el propósito que tengan bastante tiempo de fijación.



Figura 3.23 Pegado de marcos de aluminio a láminas de Alucobond. Se utilizó silicón industrial para mayor fijación.

Fuente: Los Autores, 2015.

Se realizó 14 láminas por lado de distintas medidas, en total 28, todas con sus marcos y serigrafías para darles un toque estético añadido a su funcionalidad y versatilidad.



Figura 3.24 Láminas didácticas terminadas. Incluidos ya los marcos para mejorar la estética de las mismas.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2 Diseño de láminas didácticas finales.

3.2.1 Lámina de conexiones para Sistema de Distribución Trifásica 240V.

A esta lámina llega el voltaje desde la toma trifásica de 3 Polos + Neutro, la conexión a tierra la obtenemos desde una clavija del marco metálico, el disyuntor SIEMENS es el encargado de abrir y cerrar paso de energía para el resto de láminas, aquí se utilizó 25 jacks y las perforaciones se realizó con broca de 1/2 pulgada. Las prensaestopas sirvieron para organizar los cables y darles rigidez, en este caso las perforaciones fueron hechas con broca plana de 3/4 pulgadas.

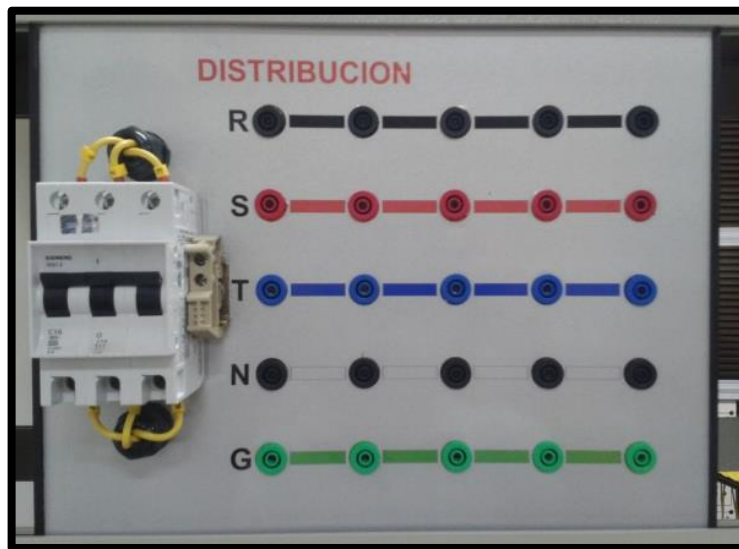


Figura 3.25 Lámina de distribución. Sirve para la alimentación de energía de todo el tablero. Tamaño 25 de altura x 32 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.2 Lámina de conexiones para Transformador de control.

En esta lámina del transformador de control General Electric de 100KVA, se debe hacer un juego de conexiones; en la parte de alta unimos H1 con H3 y H2 con H4 para recibir 240V. En la parte de baja para obtener el voltaje de 120V y alimentar la parte de control debemos unir X1 con X3 y X2 con X4. Se utilizó 8 jacks y 2 prensaestopas N#11.

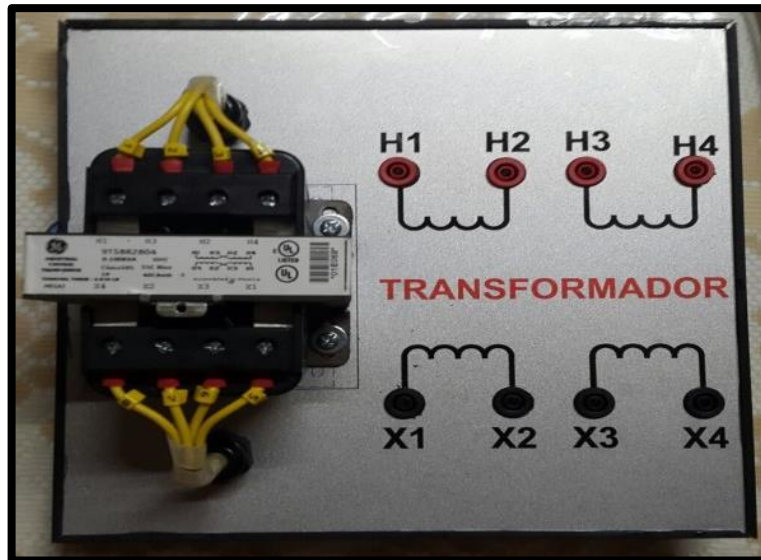


Figura 3.26 Lámina de transformador de mando General Electric capacidad de 100KVA. Tamaño 25 de altura x 25 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.3 Lámina de conexiones para Pulsadores.

En esta lámina se empotran los dispositivos en este caso los pulsadores, estas perforaciones fueron hechas con broca plana 3/4 pulgadas, existen dos pulsadores normalmente abiertos y un pulsador cerrado del tipo rasante además de un pulsador de emergencia normalmente cerrado de tipo hongo. Se instalaron 8 jacks con perforaciones 1/2 pulgada.

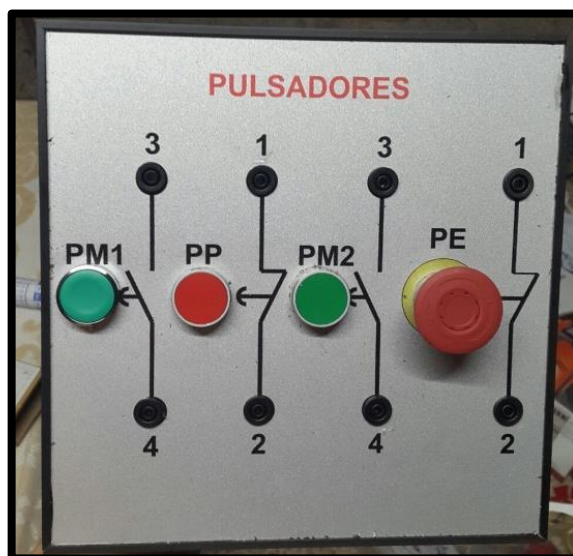


Figura 3.27 Lámina de pulsadores. Tamaño 25 de altura x 25 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.4 Lámina de conexiones para Luces piloto.

La lámina tiene las luces pilotos empotradas, existen 2 luces de color verde destinado para Marchas o encendidos y 2 luces de color rojo para el Paro o fallas térmicas. Se instalaron 8 jacks con perforaciones 1/2 pulgada.

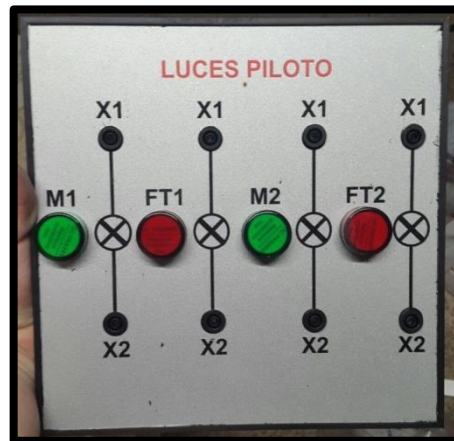


Figura 3.28 Lámina de luces piloto. Tamaño 25 de altura x 25 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.5 Lámina de conexiones para Guardamotor.

La lámina de Guardamotor Siemens familia SIRIUS tiene 10 jacks con perforaciones de 1/2 pulgada destinadas para las 3 líneas de fuerza y 2 contactos auxiliares. Esta lamina la usamos luego de la distribución en la parte de potencia para proteger el circuito aguas debajo. Usamos 2 prensaestopas N#11 y organizador espiral transparente para acomodar los cables en la parte frontal.



Figura 3.29 Lamina de Guardamotor Siemens familia SIRIUS. Tamaño 25 de altura x 27 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.6 Lámina de conexiones para Bases porta Fusibles.

Esta lámina contiene 3 Fusibles cilíndricos de 2Amp. Colocados en sus respectivos Porta fusibles de marca Camsco. Esto sirve para proteger la parte de control y al Mini PLC Logo. Se usa 6 jacks de 1/2 pulgadas y 2 prensaestopas de 3/4 pulgadas de perforación.

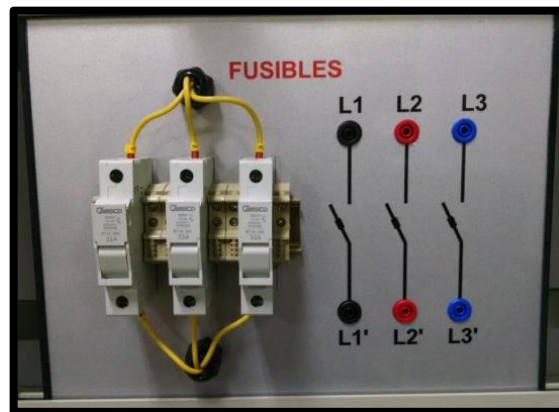


Figura 3.30 Lámina de portafusibles. Tamaño 25 de altura x 25 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.7 Lámina de conexiones para Contactores.

Esta lámina nos sirve como interruptor eléctrico trifásico, está constituido por un Contactor Siemens de 9 Amperios con alimentación a bobinas de 120V, tiene 12 jacks con perforaciones de 1/2 pulgada distribuidas de las siguiente manera; 6 destinadas a líneas de potencia, 2 para la bobina y 4 para los contactos auxiliares incluidos en el contactor.

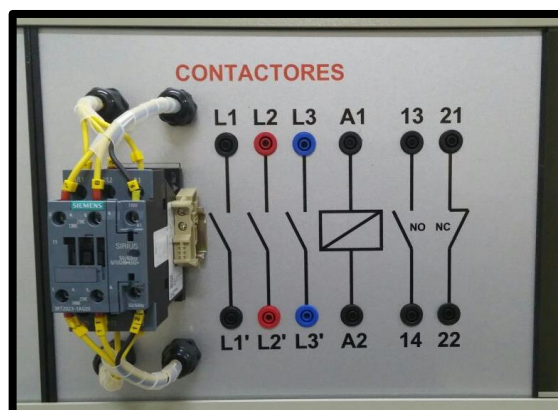


Figura 3.31 Lámina de contactor Siemens. Tamaño 25 de altura x 27 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

También existe otro tipo de lámina de contactor esta usa 16 jacks, el motivo es el aumento de 1 bloque de contactos auxiliares adicionales (1NA+1NC) para aplicaciones que requieran más contactos, el tamaño de la lámina también aumenta en tamaño a 40cm de ancho x 26cm de alto

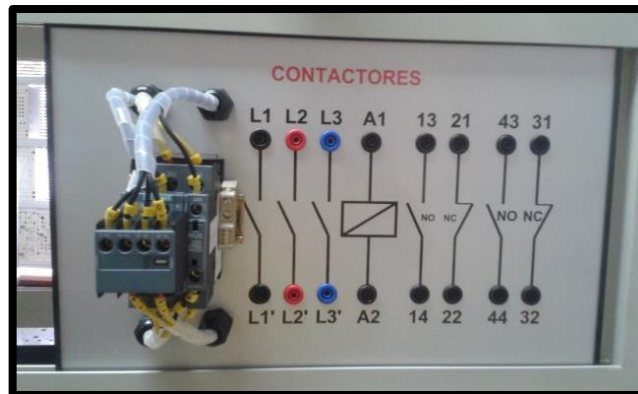


Figura 3.32 Lámina de contactor Siemens con bloque adicional de contactos auxiliares. Tamaño 25 de altura x 35 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.8 Lámina de conexiones para Temporizador.

Esta lámina cuenta con un temporizador Siemens familia Tempo para arranques estrella triángulo (on-delay). Tiene 2 juegos de contactores asociados cada uno a un terminal común. Está compuesto de 8 jacks de 1/2 pulgada; 2 para la bobina y 6 para contactos. Las prensaestopas son N#11 con perforaciones de 3/4 pulgadas y los cables son juntados con organizador espiral transparente.

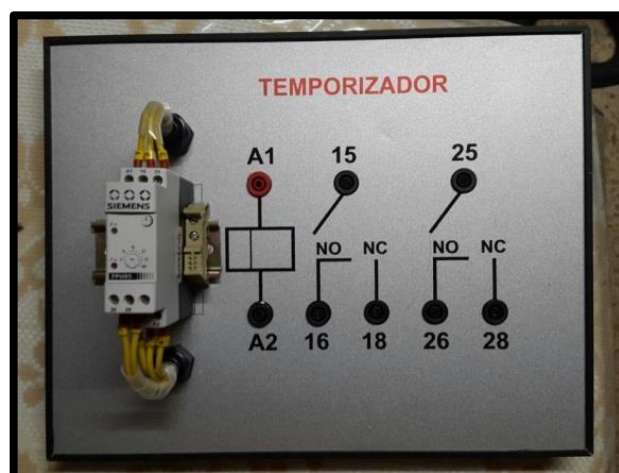


Figura 3.33 Lámina de temporizador Siemens. Tamaño 25 de altura x 25 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.9 Lámina de conexiones para Mini PLC Logo.

La lámina en mención se compone de 1 Mini PLC Logo 230RC que funciona con voltajes de 115VAC a 230VAC, tiene 8 entradas y 4 salidas digitales, la programación es manual en este dispositivo porque no cuenta con módulo de comunicaciones, este dispositivo nos servirá para realizar los arranques a tensión reducida comandando los tiempos de accionamiento, cerrando y aperturando los contactos asociados a las salidas. Cuenta con 18 jacks de 1/2 pulgada de perforación y 4 prensaestopas N#11 con 3/4 de pulgada de perforación.



Figura 3.34 Lámina de Mini PLC LOGO. Solo se puede programar manualmente. Tamaño 25 de altura x 40 de ancho

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.10 Lámina de conexiones para Arrancador suave.

Para esta lámina se incorporó un Arrancador suave Siemens SIRIUS modelo 3RW4026 con alimentación a la bobina de 115VA a 230VAC, cuenta con dos contactos auxiliares incorporados y un terminal de accionamiento. Este dispositivo soporta motores hasta 7HP con una corriente de trabajo desde 10 A hasta una máxima de 25 A. Esta lamina cuenta con 15 jacks de 1/2 pulgada y 4 prensaestopas de 3/4 pulgadas de perforación.



Figura 3.35 Lámina de Arrancador suave. Tamaño 25 de altura x 35 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.11 Lámina de conexiones para Variador de frecuencia.

La lámina utiliza un Variador de frecuencia Siemens Sinamics G110 con entrada monofásica entre 200V a 240V y salida trifásica para alimentar un motor hasta 1 HP puesto que es un modelo básico, cuenta con su panel de operación BOP para la parametrización del dispositivo, pudiendo ser arrancado también externamente por medio de interruptores de mando con la configuración de fábrica. En la lámina colocamos 12 jacks de 1/2 pulgada y 3 prensaestopas N#11 de 3/4 pulgadas de perforación.



Figura 3.36 Lámina de Variador de frecuencia. Tamaño 25de altura x 35 de ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

3.2.12 Lámina base para montaje de Motor trifásico.

Se realizó una pequeña lamina para facilitar las conexiones al motor trifásico ABB de 0.5 HP, mediante 12 jacks de 1/2 pulgada conectadas a cada terminal del motor. Se pueden realizar conexiones estrella – triangulo, devanados parciales, doble triangulo, etc.

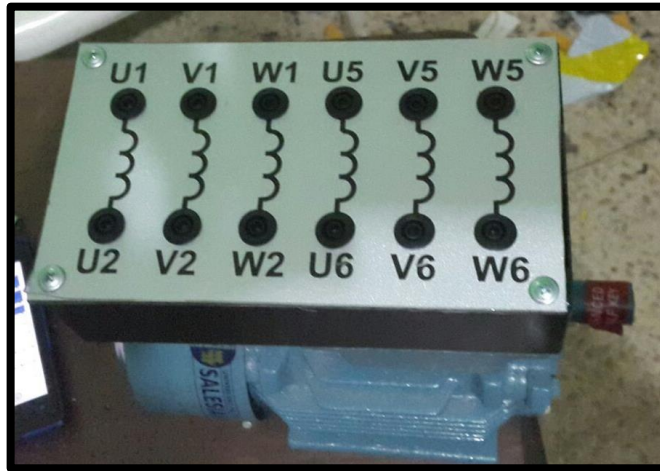


Figura 3.37 Lámina de conexiones del motor trifásico ABB de 12 terminales. Tamaño 11.5 de altura x 20 ancho.

Fuente: Los Autores, 2015.

Capítulo IV: Prácticas.

En este apartado nos introducimos a aplicar los estudios previos sobre conexión de motores trifásicos mediante circuitos de control y potencia, análisis de fórmulas y lectura de placa de un motor trifásico en este caso de 12 terminales.

Tabla 2. Placa de motor ABB.

| | |
|---|-----------------------|
| Voltaje: 220V $\Delta\Delta$, 380V YY, 480V Δ . | Frecuencia: 60 Hz |
| Régimen de giro: 1560 r/min | Potencia: 0.5 HP |
| Cos φ = 0.79 | Corriente Máx.: 1.89A |

Nota: Estos datos nos servirán para ingresarlos en fórmulas o la programación del variador de frecuencia.

4.1 Conexión de motor trifásico.

El motor trifásico ABB de 0.5 HP tiene incorporado una lámina de Alucobond con 12 jacks de 1/2 pulgada conectado a cada terminal para realizar las diferentes conexiones tales como estrella, triángulo, doble estrella y doble triángulo.

Cabe destacar que en los motores fabricados bajo norma NEMA sus cables de conexión son marcados con números desde el 1 al 12 y los fabricados bajo norma IEC tienen una marcación que combina las letras U, V, W y los números desde el 1 hasta el 6. Este motor ABB es fabricado bajo norma IEC y se lo muestra en su serigrafía.

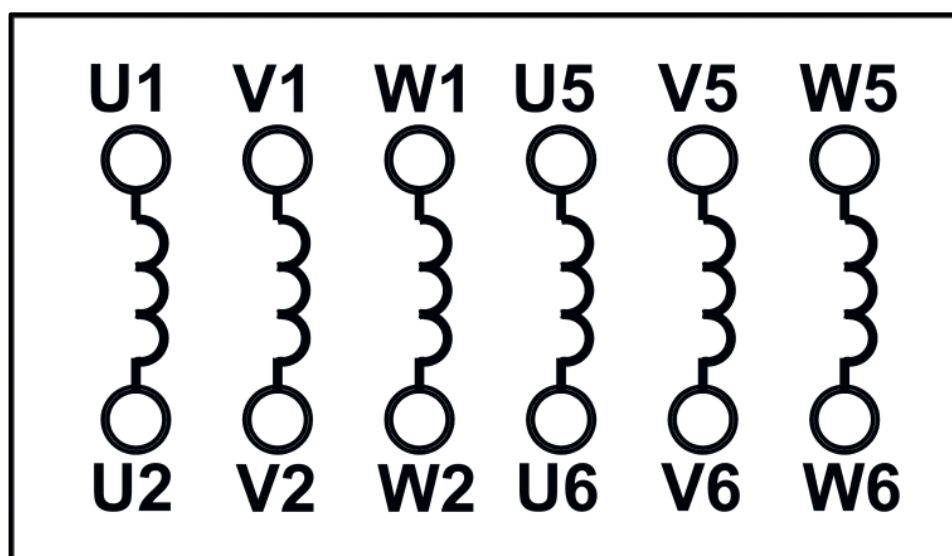


Figura 4.1 Bobinados de motor de 12 terminales.

Fuente: Los Autores, 2015.

4.1.1 Conexión motor trifásico en Estrella usando 1 devanado.

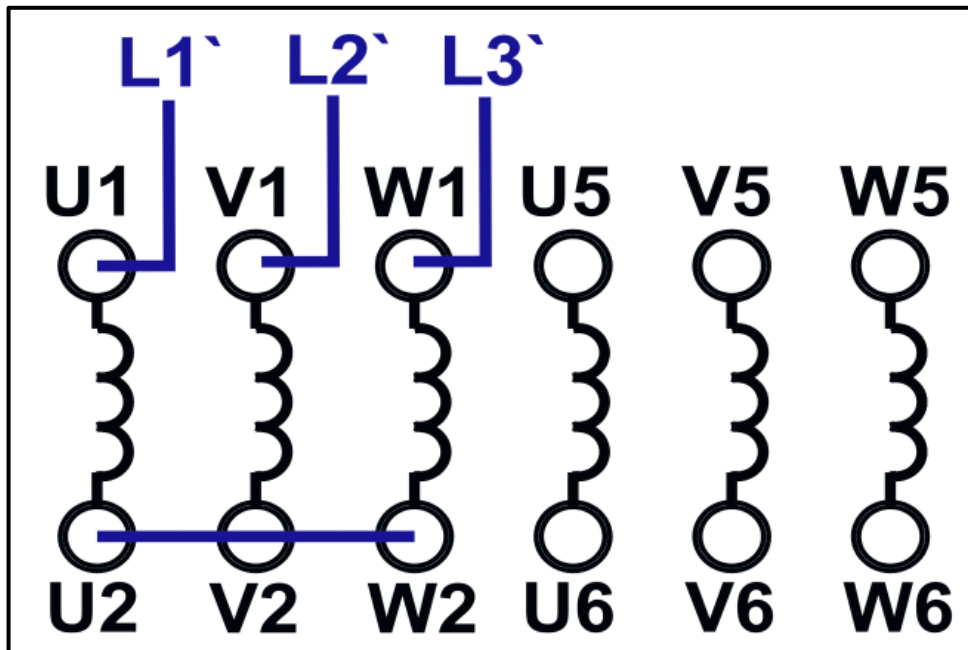


Figura 4.2 Conexionado de terminales para utilizar el motor en estrella.

Fuente: Los Autores, 2015.

4.1.2 Conexión motor trifásico en Triángulo usando 1 devanado.

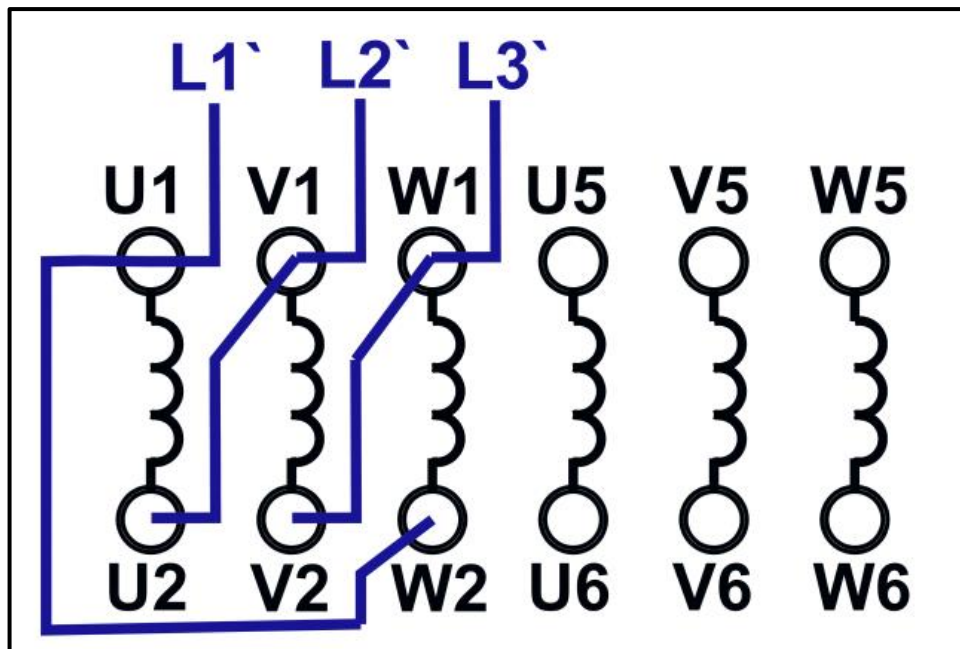


Figura 4.3 Conexionado de terminales para utilizar el motor en triángulo.

Fuente: Los Autores, 2015.

4.1.3 Conexión motor trifásico en Triángulo paralelo usando 2 devanados.

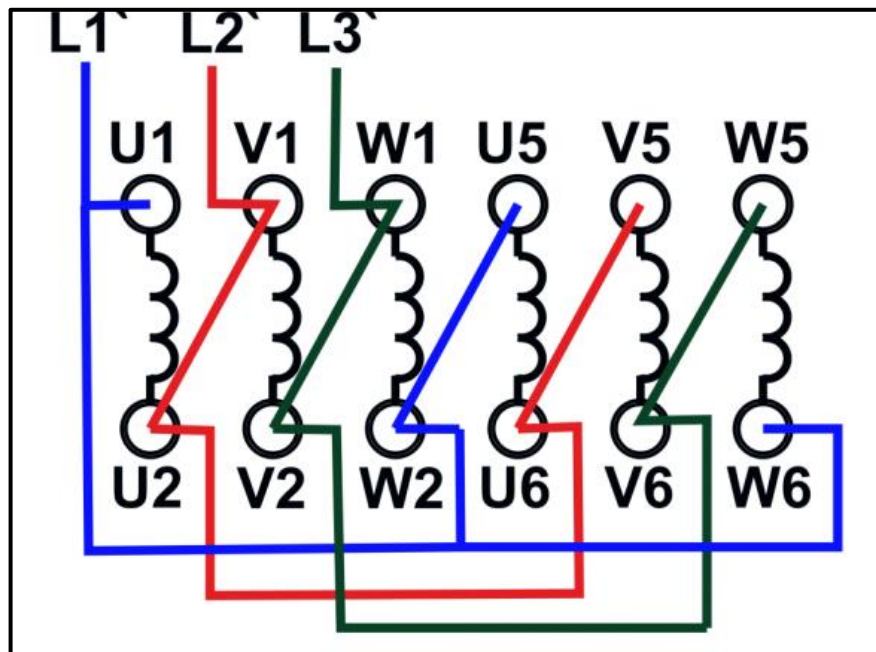


Figura 4.4 Conexionado de terminales para utilizar el motor en triángulo.

Fuente: Los Autores, 2015.

4.1.4 Conexión motor trifásico en Devanados parciales.

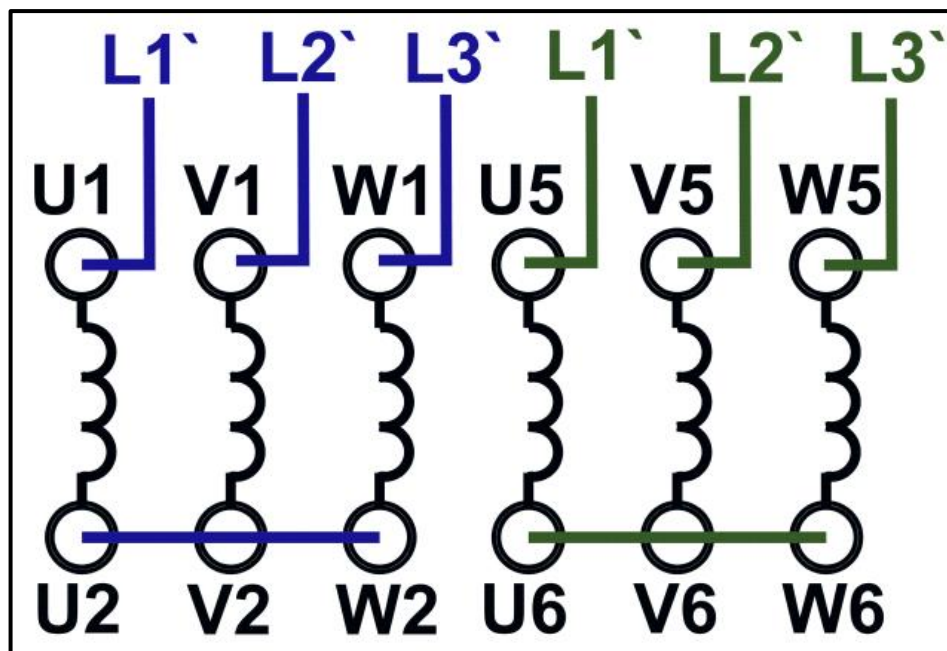


Figura 4.5 Conexionado de terminales para utilizar el motor en doble estrella.

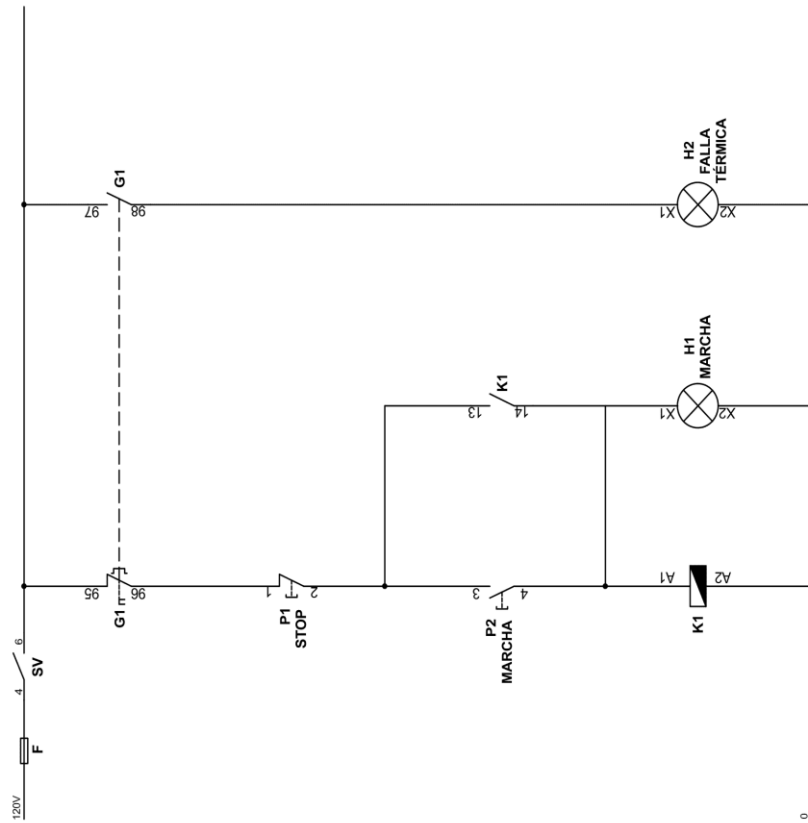
Fuente: Los Autores, 2015.

4.2 Práctica 1

| | |
|---|--|
|  | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS |
|---|--|

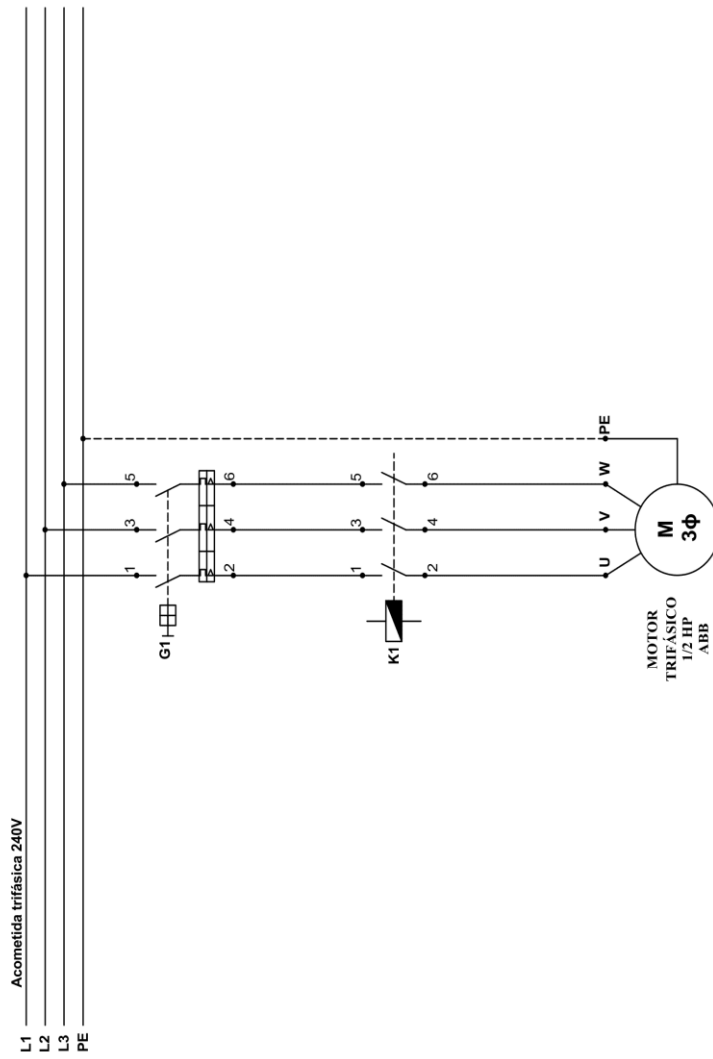
| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|---|---|--|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 01 | Arranque directo de motores trifásicos. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| <p>El arranque directo es aplicar toda la tensión de línea a las bobinas del motor, por medio de dos alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alternativa #1: Disyuntor + Contactor + Relé térmico. • Alternativa #2: Guarda motor + Contactor (la actual en nuestro caso) <p>La corriente que es absorbida por el motor en este arranque es de 6 a 8 veces I_n. Por lo que no es recomendable aplicar este tipo de arranque en motores superiores a 10HP @ 220V.</p> <p>Verificar la tensión de soporte de las bobinas del motor para definir la conexión de las mismas, de ello depende que las bobinas se conecten en Estrella o Delta.</p> | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica. ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica. ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica. | | | |
| LÁMINAS. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de contactor. ✓ Lámina de Pulsantes ✓ Lámina de Guardamotor ✓ Lámina de Luces Piloto | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de Bases Porta Fusibles ✓ Lámina de transformador. ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Juego de Conductores | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de Calidad de Energía. | |

PRÁCTICA 1 DIAGRAMA DE CONTROL



| | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|------------|--------------|--|------------|
| Rev: | 1 | 2 | 3 | Fecha: | 12/02/2015 | Nombre: | Ing. César Cárceles | Fecha: | Febrero/2015 | Facultad: | Ingeniería |
| Rev 1 | Tutor | I.E. | 12/02/2015 | Ing. César Cárceles | Diseño: | R. Cárdenas Jaime | Fecha: | 12/02/2015 | Corrección: | Ing. Electrónica | |
| Rev 2 | Prof. | I.E. | 12/02/2015 | N.N. | Apr.: | J. Villacís Macías | Fecha: | 12/02/2015 | Escuela: | S.E. | |
| Rev 3 | Dir. | I.E. | 12/02/2015 | Ing. Víctor Huilicopi | Apr.: | Ing. César Cárceles | Fecha: | 12/02/2015 | Unidad: | S.U. | |
|  UNIVERSIDAD SALESIANA ECUADOR | | | | | | | | | | PRÁCTICA 1: Diagrama de Control ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES | |
| | | | | | | | | | | Hoja: | #1 |

PRÁCTICA 1 - DIAGRAMA DE FUERZA

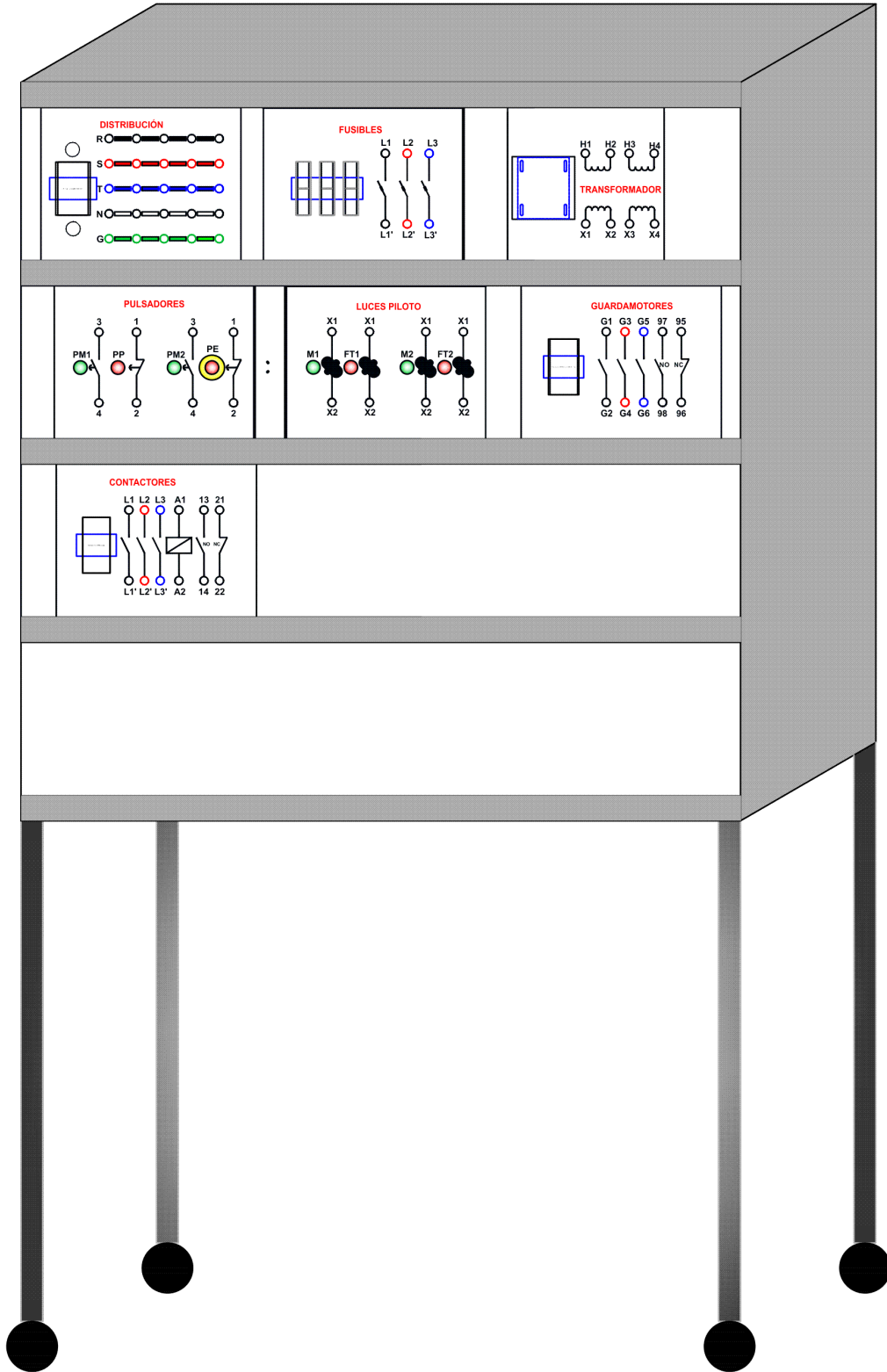


PRÁCTICA 1: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #2 |

| | | | |
|-----------|--------------------------------|------------|---------------------------|
| Lectores: | Nombre: | Fecha: | Fecha: |
| Rev 1 | Tutor I.E. Ing. César Caceres | 12/02/2015 | Febrero/2015 |
| Rev 2 | Prof. I.E. N.N. | 12/02/2015 | Diseño: R. Cárdenas Jaime |
| Rev 3 | Dir. I.E. Ing. Víctor Hualcapí | 12/02/2015 | Apr.: J. Villacís Macías. |

PRÁCTICA DE ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descriptas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Conectar R, S, T de Distribución a L1, L2, L3 de lámina Fusibles, para alimentar con dos fases al primario del transformador.
5. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 110V.
6. Conexión del circuito de control
7. Pruebas del funcionamiento del circuito de control.
8. Conexión del circuito de fuerza.
9. Conexión de bobinas para Arranque directo.
10. Conexión de alimentación a bobinas del motor;
 - K1(L1')-U1;
 - K1(L2')-V1;
 - K1(L3')-W1.

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución.
4. Pulsamos MARCHA, ingresa el Contactor K1, enciende H1 y funciona el motor.
5. Pulsamos PARO, se desconecta el Contactor K1, se apaga H1 y el motor se detiene.
6. Si se desea, podemos realizar test al Guarda motor G1 para encender H2

(falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

$$\text{(Eficiencia)} \eta = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi} = \frac{0.5Hp \cdot 746W}{1.73 \cdot 220V \cdot 1.89A \cdot 0.79} = \frac{373W}{568.3W} = 0.65$$

$$\text{(Potencia Entrada)} Pin = \frac{Pout}{\eta} = \frac{373W}{0.65} = 573.84W$$

$$\text{(Corriente de línea)} Il = \frac{P3\phi}{\sqrt{3} \cdot V \cdot Fp} = \frac{573.84W}{1.73 \cdot 220V \cdot 0.79} = \frac{573.84W}{300.67V} = 1.90A$$

$$\text{(Corriente de fase en Conexión Triángulo)} If = \frac{Il}{\sqrt{3}} = \frac{1.90A}{1.73} = 1.09A$$

$$\text{(Voltaje de fase en Conexión Estrella)} Vf = \frac{Vl}{\sqrt{3}} = \frac{220V}{1.73} = 127.16V$$

CONCLUSIONES

- ✓ Al pulsar marcha, el motor funciona y no se desconecta, porque ha quedado enclavado por el contacto auxiliar N.O. manteniendo encendido K1 que lo alimenta.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectar el Disyuntor que alimenta a la distribución.
- ✓ El Guarda motor nos sirve para protección del motor en caso de cortocircuito o sobrecarga.

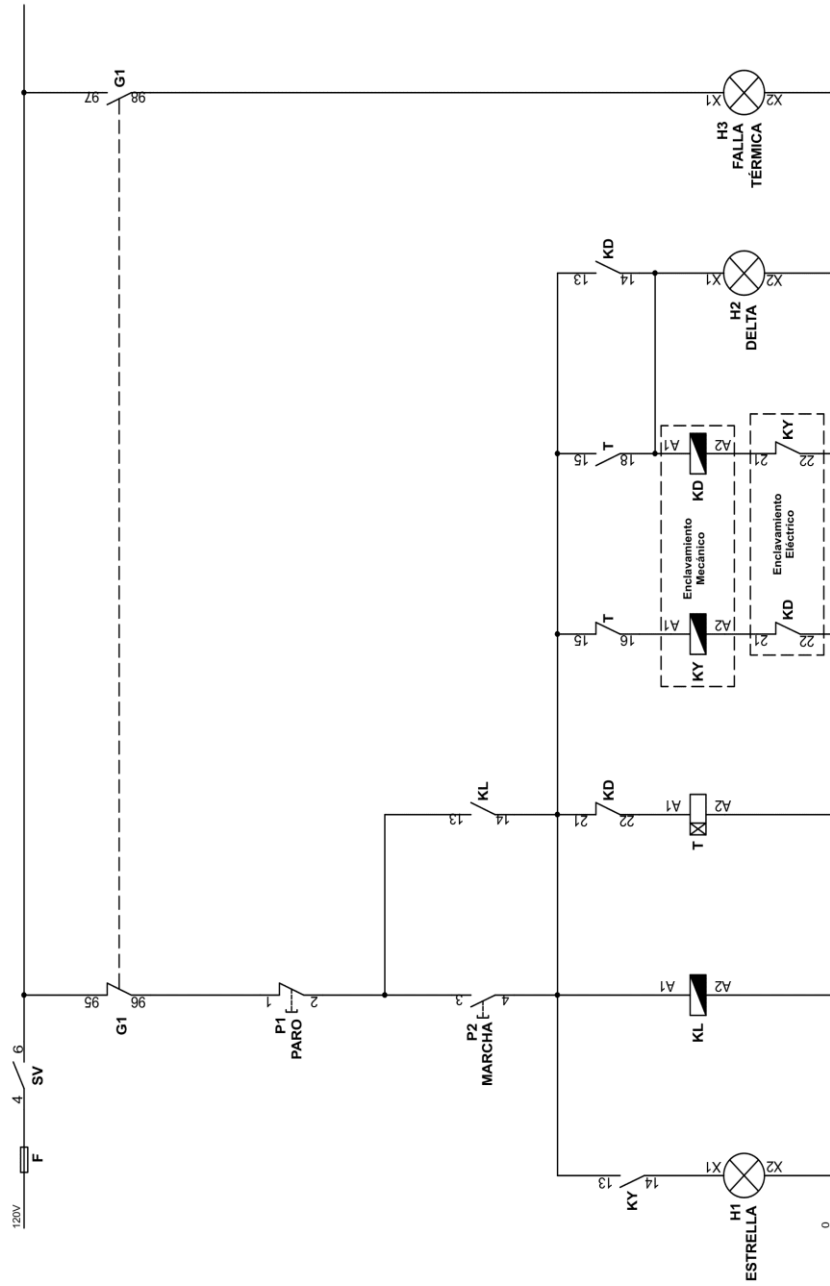
| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.3 Práctica 2



| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|---|--|---|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 02 | Arranque a tensión reducida por el método de estrella triángulo de un motor trifásico. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO. | | | |
| El arranque Estrella-Triángulo reduce la intensidad que absorbe un motor trifásico en el momento del arranque. Este hecho no sólo tiene como consecuencia un ahorro energético, también implica un aumento de la vida útil del motor y de la maquinaria asociada al mismo. | | | |
| OBJETIVOS. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica. ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica. ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica. ✓ Probar el funcionamiento del motor trifásico con método de tensión reducida Estrella – Triángulo. | | | |
| LÁMINAS. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de contactor (3) ✓ Lámina de Pulsantes ✓ Lámina de Guardamotor ✓ Lámina de Luces Piloto | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de bases porta Fusibles ✓ Lámina de transformador. ✓ Lámina de temporizador. ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Juego de Conductores | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de Calidad de Energía. | |

PRÁCTICA 2 - DIAGRAMA DE CONTROL.



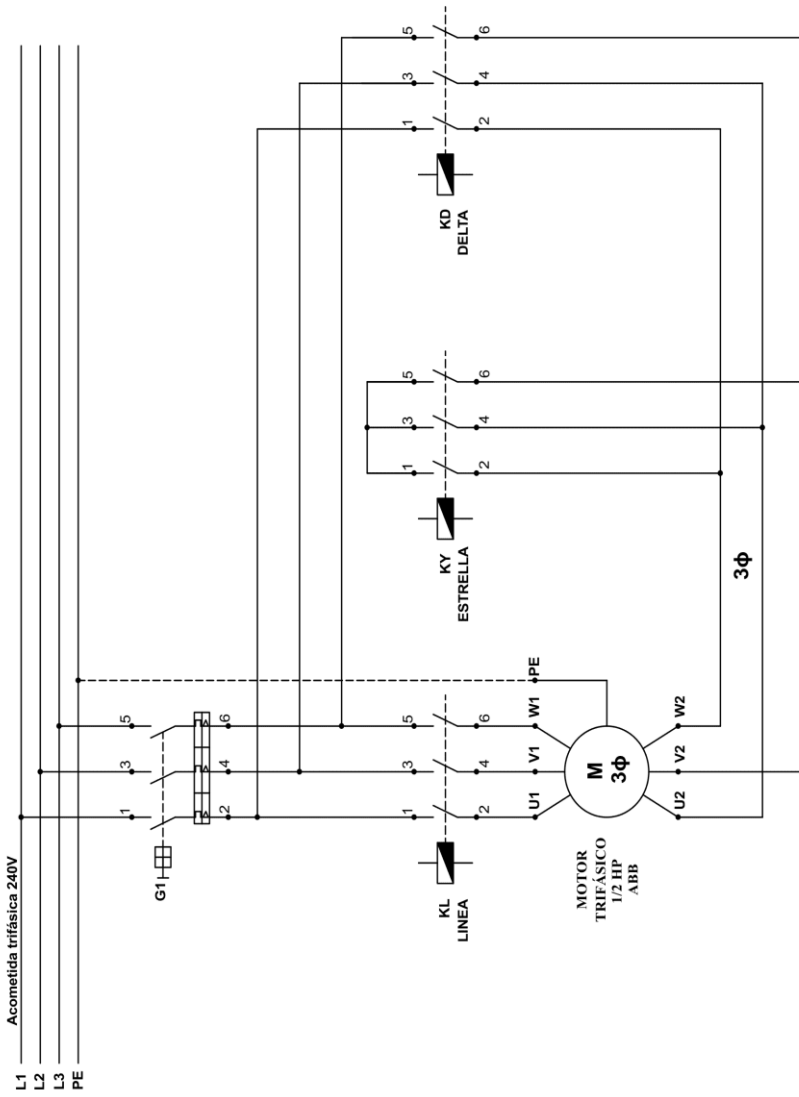
| | | | | |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|-----------|------------------|
| Lectores: | Fecha: | Nombre: | Facultad: | Ingeniería |
| Rev 1 Tutor I.E. 12/02/2015 | 12/02/2015 | Ing. César Caceres | Correa: | Ing. Electrónica |
| Rev 2 Prof. I.E. 12/02/2015 | N.N. | J. Villacís Macías. | Escala: | S.E. |
| Rev 3 Dir. I.E. 12/02/2015 | Ing. Víctor Hualcapi | Apr.: | Unidad: | S.U. |
| | | | Hoja: | #5 |



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

PRÁCTICA 2: Diagrama de Control ARRANQUE A TENSION REDUCIDA POR EL MÉTODO DE ESTRELLA DELTA DE UN MOTOR TRIFÁSICO

PRÁCTICA 2 - DIAGRAMA DE FUERZA



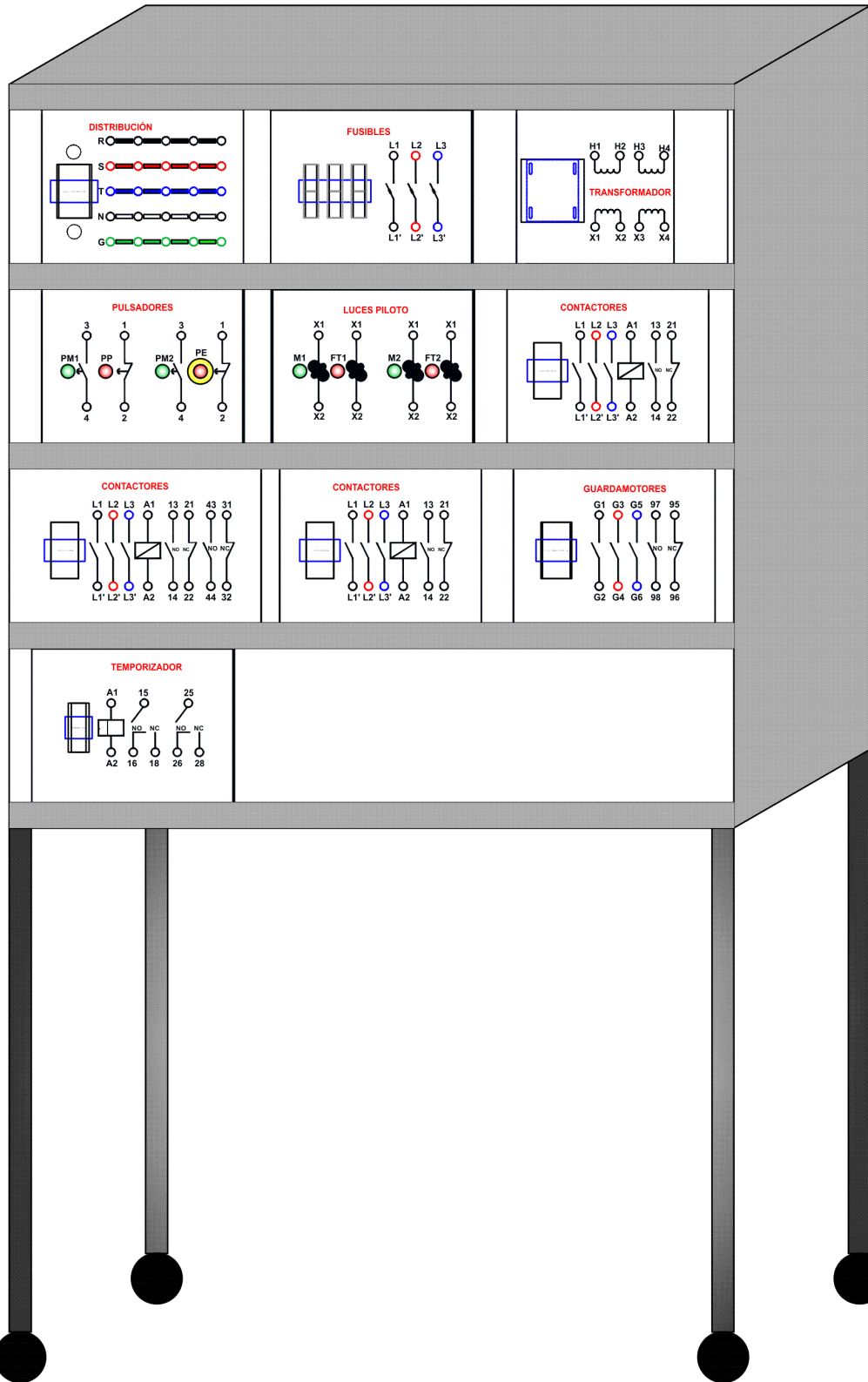
| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #4 |

PRÁCTICA 2: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE A TENSION REDUCIDA POR
EL MÉTODO DE ESTRELLA DELTA
DE UN MOTOR TRIFÁSICO



| | | | |
|-----------|------------------------------|---------|---------------------|
| Lectores: | Nombre: | Fecha: | Febrero/2015 |
| Rev 1 | Tutor I.E. R. Cárdenas Jaime | Diseño: | J. Villacís Macías. |
| Rev 2 | Prof. I.E. N.N. | Apr.: | Ing. César Cáceres |
| Rev 3 | Dir. I.E. Víctor Hualcapi | | |

PRÁCTICA DE ARRANQUE DE MOTORES POR METODO ESTRELLA - TRIÁNGULO



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descritas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Conectar R, S, T de Distribución a L1, L2, L3 de lámina Fusibles, para alimentar con dos fases al primario del transformador.
5. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 110V.
6. Conexión del circuito de control
7. Pruebas del funcionamiento del circuito de control
8. Conexión del circuito de fuerza
9. Conexión de bobinas para Arranque Estrella – Triangulo.
10. Conexión de alimentación a bobinas del motor;
 - KL(L1')-U1;
 - KL(L2')-V1;
 - KL(L3')-W1.
 - KY(L1') – KD(L1') – U2
 - KY(L2') – KD(L2') – V2
 - KY(L3') – KD(L3') – W2

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución.
4. Pulsamos Marcha, ingresa el contactor KL y el temporizador T, enciende H1 y arranca el motor en conexión Estrella.
5. El temporizador T conmuta, se apaga H1, ingresa KD, enciende H2 y el motor queda en conexión triangulo
6. Pulsamos Paro, caen todos los contactores, el temporizador pasa a cero y el motor se para.
7. Si se desea, podemos realizar test al Guardamotor G1 para encender H2 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

- Conexión Estrella;

$$I_f = I_L = 1.90A$$

$$V_f = \frac{V_l}{\sqrt{3}} = \frac{220V}{1.73} = 127.16V$$

- Conexión Triángulo;

$$V_l = V_f = 220V$$

$$I_f = \frac{I_l}{\sqrt{3}} = \frac{1.90A}{1.73} = 1.09A$$

- Potencia;


$$P = \sqrt{3} * V_n * I_n * \text{Cos}\phi$$
$$P = 1.73 * 220V * 1.89A * 0.79$$
$$P = 568.27W$$

CONCLUSIONES

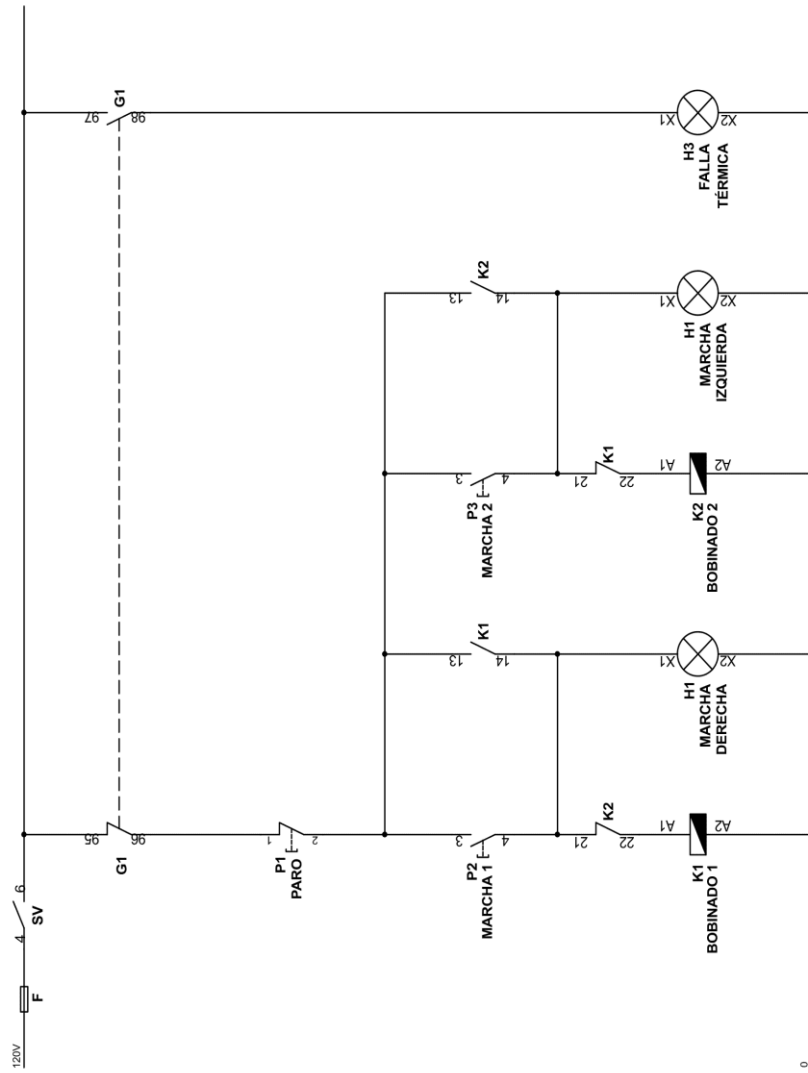
- ✓ Esta práctica demuestra que la conexión Estrella – Triángulo es bastante sencilla y útil a la vez porque la Estrella nos permite arrancar el motor a bajo voltaje hasta conmutar los bobinados a conexión Triángulo y llegar al voltaje nominal girando a una velocidad constante.
- ✓ Es un método de arranque económico de implementar, nos ayudara a preservar la vida útil del motor.
- ✓ Reduce la demanda de corriente en el momento de arranque.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución

| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.4 Práctica 3

| | | | |
|--|---|---|-------------------------|
|  | | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS | |
| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | |
| 03 | Arranque directo con inversión de giro. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| <p>El arranque directo es aplicar toda la tensión de línea a las bobinas del motor.</p> <p>La corriente que es absorbida por el motor en este arranque es de 6 a 8 veces In. Por lo que no es recomendable aplicar este tipo de arranque en motores superiores a 10HP @ 220V.</p> <p>Verificar la tensión de soporte de las bobinas del motor para definir la conexión de las mismas, de ello depende que las bobinas se conecten en Estrella o Delta.</p> <p>Solo requiere la inversión de dos fases de alimentación para cambiar el sentido de giro.</p> | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica. ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica. ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica. ✓ Probar el cambio de sentido de giro de acuerdo a la secuencia de fases R, S, T y R,T, S. | | | |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de Contactor.(2) ✓ Lámina de Pulsantes. ✓ Lámina de Guardamotor. ✓ Lámina de Luces Piloto. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de Bases porta Fusibles. ✓ Lámina de transformador. ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Conductores ✓ | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de Calidad de Energía. | |

PRÁCTICA 3 - DIAGRAMA DE CONTROL.



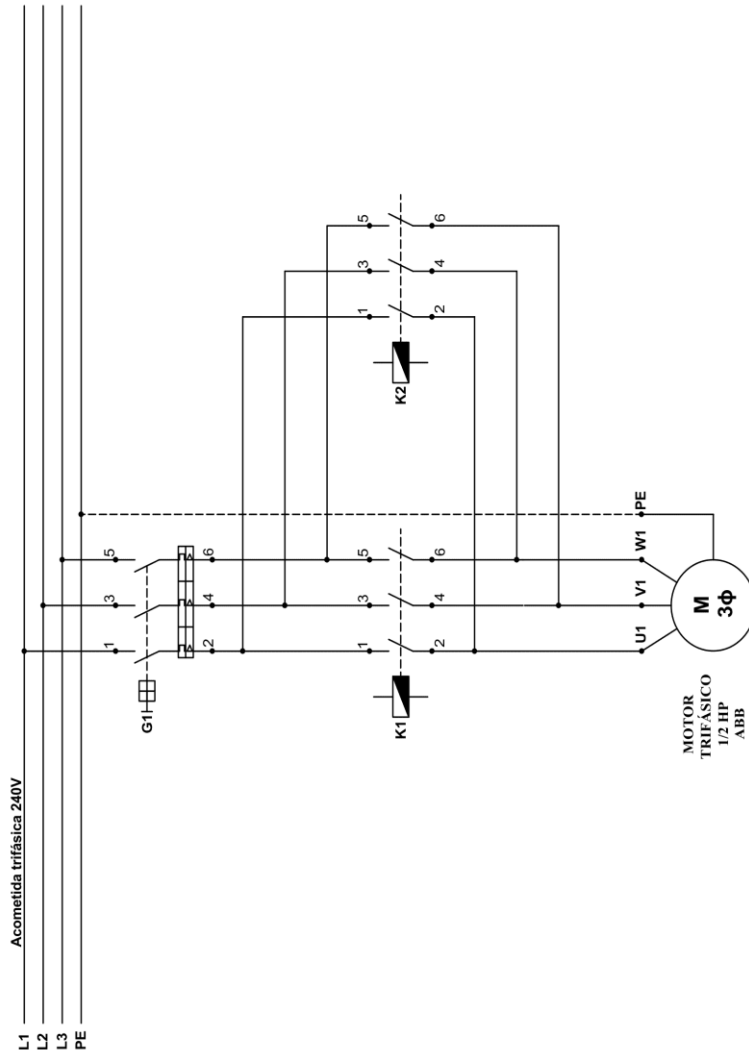
*PRÁCTICA 3: Diagrama de Control
ARRANQUE DIRECTO CON
INVERSIÓN DE GIRO*



| | |
|---------|--------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | Ing. César Cáceres |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Nombre: | Ing. César Cáceres |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Nombre: | Ing. César Cáceres |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Nombre: | Ing. César Cáceres |

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #5 |

PRÁCTICA 3 - DIAGRAMA DE FUERZA.



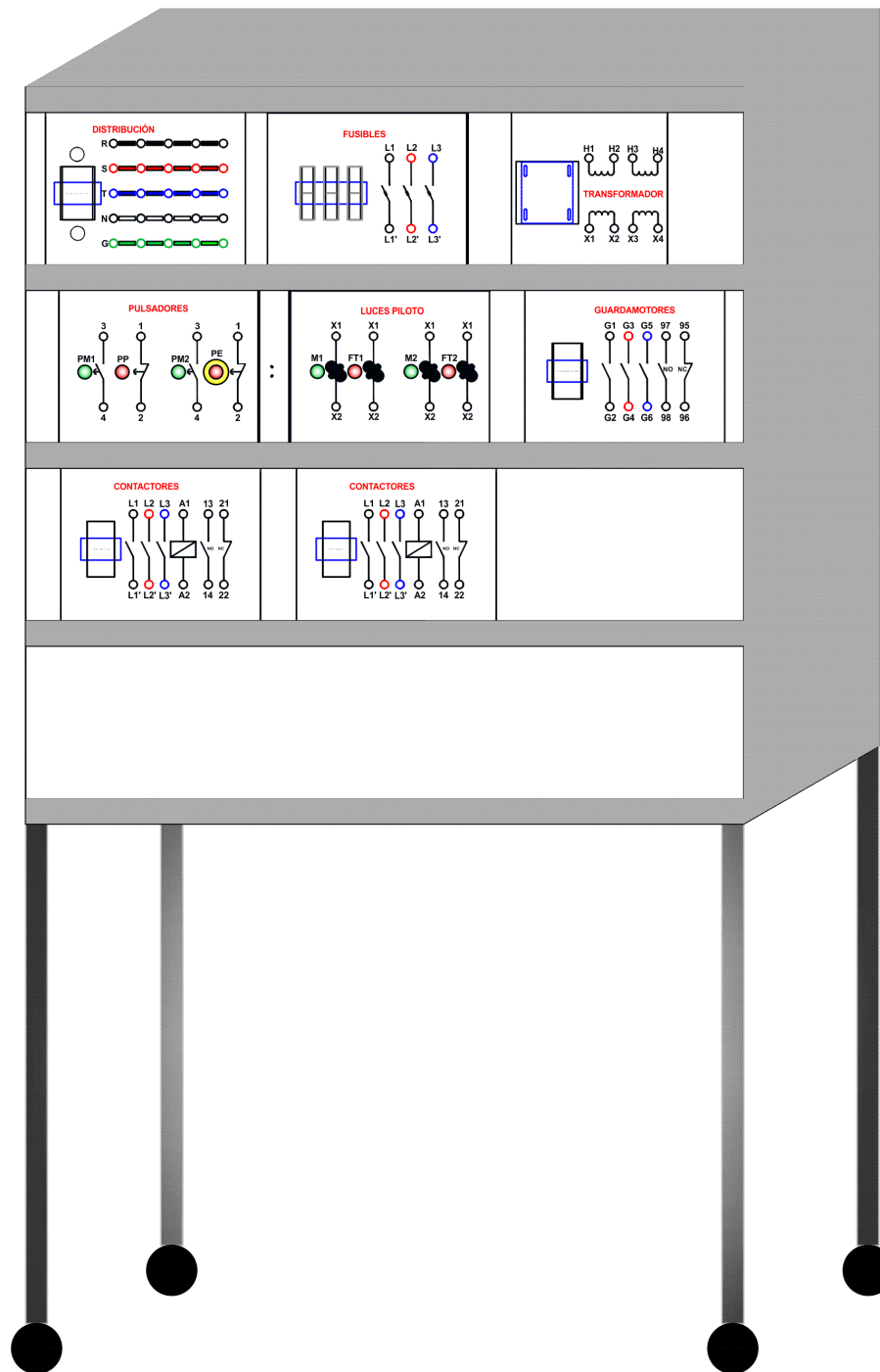
PRÁCTICA 3: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DIRECTO CON
INVERSIÓN DE GIRO



| | |
|----------|----------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | Ing. César Caceres |
| Disefio: | R. Cárdenas Jaime |
| Apr.: | J. Villacís Macías. |
| Dir.: | Ing. Víctor Hualcapí |

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #6 |

PRÁCTICA DE ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES CON INVERSIÓN DE GIRO



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

1. Seleccionamos las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descriptas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Conectar R, S, T de Distribución a L1, L2, L3 de lámina Fusibles, para alimentar con dos fases al primario del transformador.
5. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 110V.
6. Conexión del circuito de control.
7. Pruebas del funcionamiento del circuito de control.
8. Conexión del circuito de fuerza.
9. Conexión de bobinas para Arranque Directo.
10. Conexión de alimentación a bobinas del motor;
 - K1(L1') - K2(L1')-U1;
 - K1(L2') - K2(L3')-W1;
 - K1(L3') - K2(L2')-V1.

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución
4. Pulsamos marcha 1, ingresa el contactor K1, enciende H1 y arranca el motor en sentido horario.
5. Pulsamos paro, se desconecta el contactor K1, se apaga H1 y el motor se detiene.
6. Pulsamos marcha 2, entra el contactor K2, enciende H2, arranca motor en sentido anti-horario.
7. Pulsamos Paro nuevamente y cae el contactor K2, se apaga H2 y el motor se vuelve a detener.
8. Si se desea, podemos realizar test al Guardamotor G1 para encender H3 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

$$\text{(Eficiencia)} \eta = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi} = \frac{0.5Hp \cdot 746W}{1.73 \cdot 220V \cdot 1.89A \cdot 0.79} = \frac{373W}{568.3W} = 0.65$$

$$\text{(Potencia Entrada)} P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{373W}{0.65} = 573.84W$$

$$\text{(Corriente de línea)} I_l = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_l \cdot F_p} = \frac{573.84W}{1.73 \cdot 220V \cdot 0.79} = \frac{573.84W}{300.67V} = 1.90A$$

CONCLUSIONES

- ✓ Se debe restringir el cambio de fases mientras está en funcionamiento el motor por medio de contactos auxiliares N.C. del contactor, caso contrario se ocasiona daños irreparables al motor.
- ✓ Para realizar el cambio de sentido de giro obligadamente se tiene que parar la marcha del motor para no dañarlo.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución

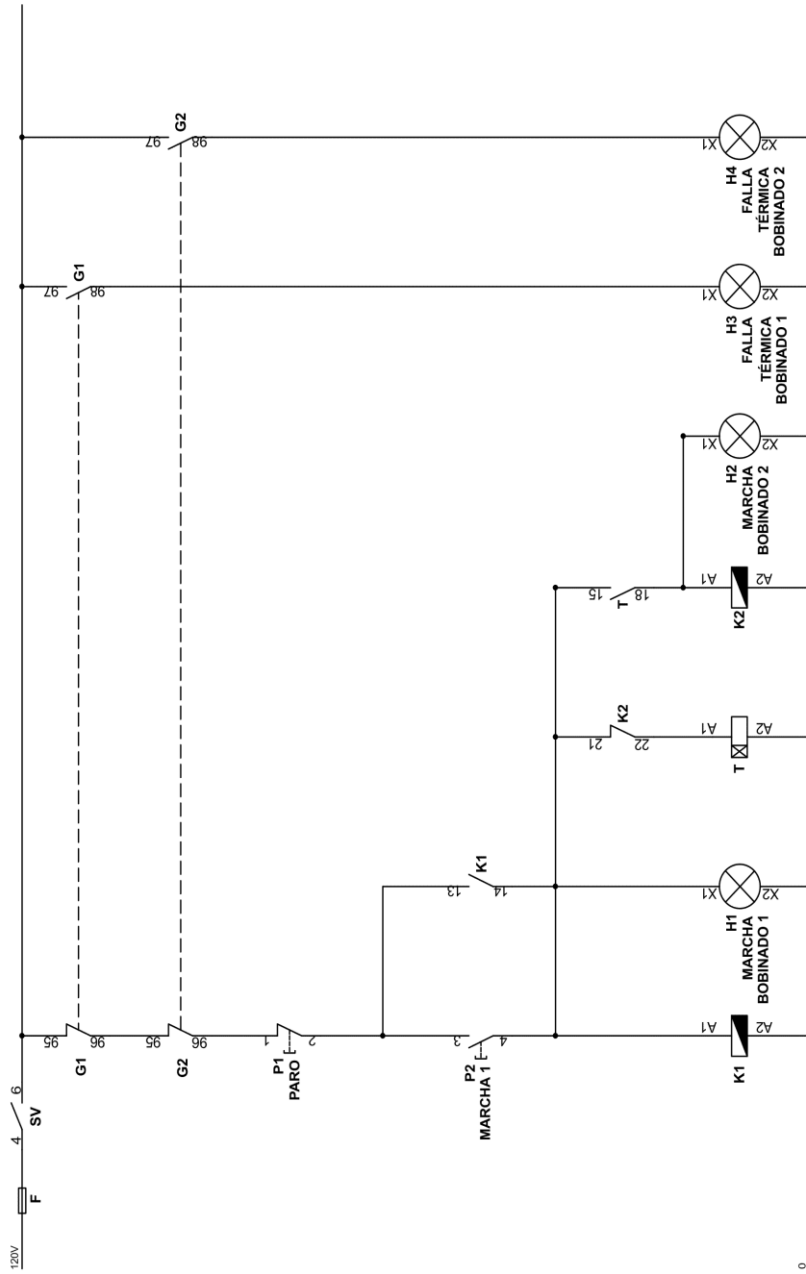
| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.5 Práctica 4.



| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|---|--|--|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 04 | Arranque de un motor trifásico por el método de tensión reducida en devanados parciales. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| El arranque por devanados parciales consiste en poner en marcha el motor con la mitad de sus devanados y conectado en estrella, cuando este motor llega a cierta velocidad, se conecta el segundo devanado en paralelo, requiere que el motor sea arrancado a vacío. | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica. ✓ Diseñar un Arranque a tensión reducida utilizando los 12 terminales del motor. ✓ Constatar que este motor ABB lleva internamente dos medios motores. | | | |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de Contactor.(2) ✓ Lámina de Pulsantes. ✓ Lámina de Guardamotor.(2) ✓ Lámina de Luces Piloto. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de Bases porta Fusibles. ✓ Lámina de transformador. ✓ Lámina de temporizador. ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Juego de Conductores | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de calidad de energía. | |

PRÁCTICA 4 - DIAGRAMA DE CONTROL.



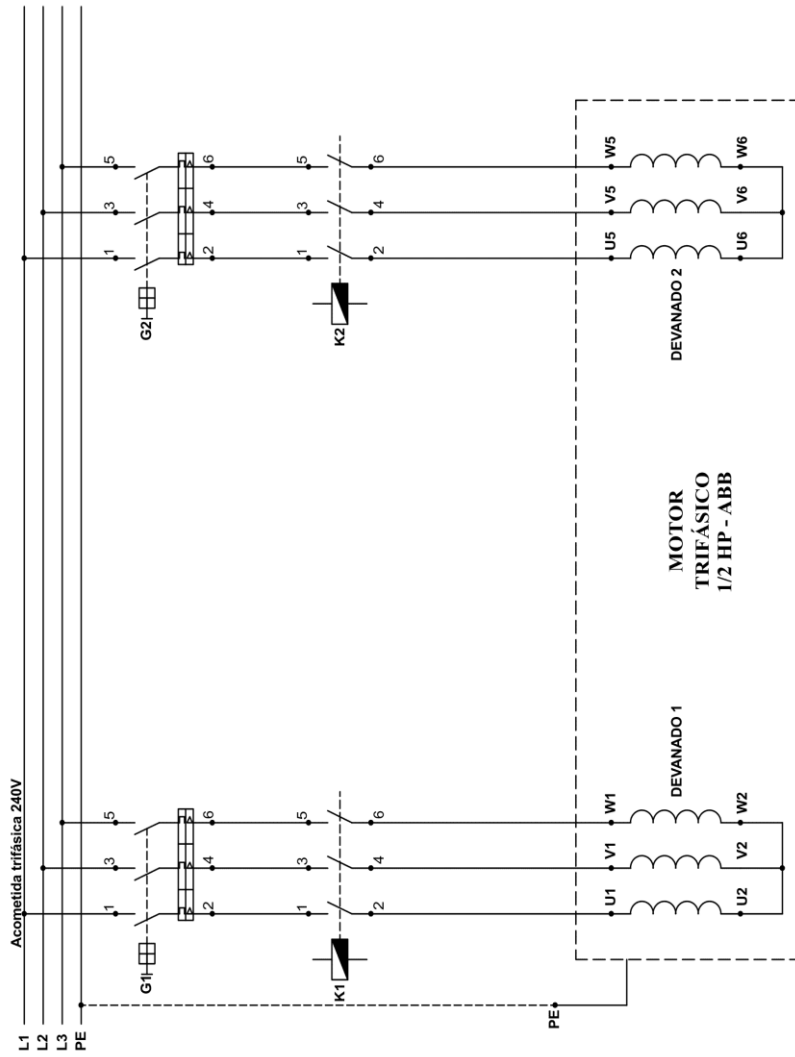
| | | | |
|-------------------------------|------------|----------------------|---------------------------|
| LECTORES: | Fecha: | Nombre: | Fecha: |
| Rev 1 Tutor I.E. 12/02/2015 | 12/02/2015 | Ing. César Caceres | Febrero/2015 |
| Rev 2 Prof. I.E. 12/02/2015 | 12/02/2015 | N.N. | Diseño: R. Cárdenas Jaime |
| Rev 3 Dir. I.E. 12/02/2015 | 12/02/2015 | Ing. Víctor Hualcapi | Apr.: Ing. César Caceres |



PRÁCTICA 4: Diagrama de Control
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR
EL MÉTODO DE TENSION REDUCIDA
EN DEVANADOS PARCIALES

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hojas: | #7 |

PRÁCTICA 4 - DIAGRAMA DE FUERZA.



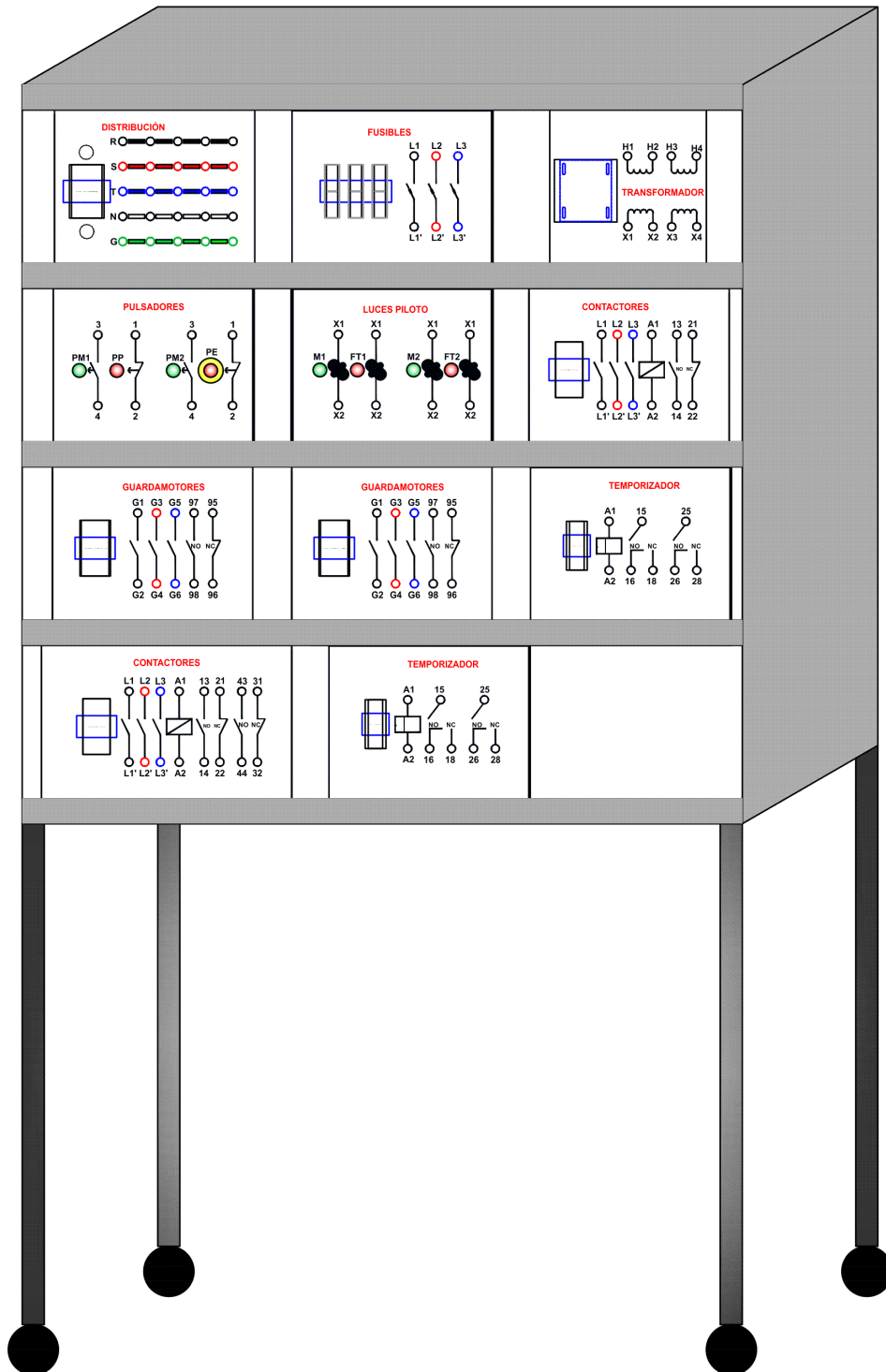
| | | | |
|-------------------------------|------------|----------------------|---------------------------|
| Lectores: | Fecha: | Nombre: | Fecha: |
| Rev 1 Tutor I.E. 12/02/2015 | 12/02/2015 | Ing. César Caceres | Febrero/2015 |
| Rev 2 Prof. I.E. 12/02/2015 | | N.N. | Diseño: R. Cárdenas Jaime |
| Rev 3 Dir. I.E. 12/02/2015 | | Ing. Víctor Hualcapi | Apr.: Ing. César Caceres |



*PRÁCTICA 4: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR
EL METODO DE TENSION REDUCIDA
EN DEVANADOS PARCIALES*

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #6 |

PRÁCTICA DE ARRANQUE DE MOTORES POR DEVANADOS PARCIALES



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descritas en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Conectar R, S, T de Distribución a L1, L2, L3 de lámina Fusibles, para alimentar con dos fases al primario del transformador.
5. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 110V.
6. Conexión del circuito de control.
7. Pruebas del funcionamiento del circuito de control.
8. Conexión del circuito de fuerza.
9. Conexión de bobinas para Arranque de Devanados parciales.
10. Conexión de alimentación al primer devanado del motor;
 - KL(L1)- U1;
 - KL(L2)- V1;
 - KL (L3)- W1.
 - Unimos U2, V2, W2
11. Conexión de alimentación al segundo devanado del motor;
 - K2(L1)-U5;
 - K2(L2)-V5;
 - K2(L3)-W5.
 - Unimos U6, V6, W6.

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución.
4. Pulsamos Marcha 1, ingresa el contactor K1 y el temporizador T1, enciende H1 y arranca el motor a baja velocidad
5. El temporizador T1 conmuta, ingresa K2, enciende H2 y arranca el segundo devanado haciendo girar a mayor velocidad al motor.
6. Si pulsamos Paro, se apagan todos los contactores, el temporizador pasa a cero y el motor se para.

7. Si se desea, podemos realizar test a los Guardamotores G1 y G2 para encender H3 y H4 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

- Conexión Estrella por cada devanado;

$$I_f = I_L = 1.90A$$

$$V_f = \frac{V_l}{\sqrt{3}} = \frac{220V}{1.73} = 127.16V$$

CONCLUSIONES

- ✓ Este tipo de motor es bastante didáctico pues al tener doble devanado, permite todo tipo de arranque por tensión reducida.
- ✓ En este circuito requerimos de un Guardamotor por cada devanado así protegemos integralmente al motor.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución

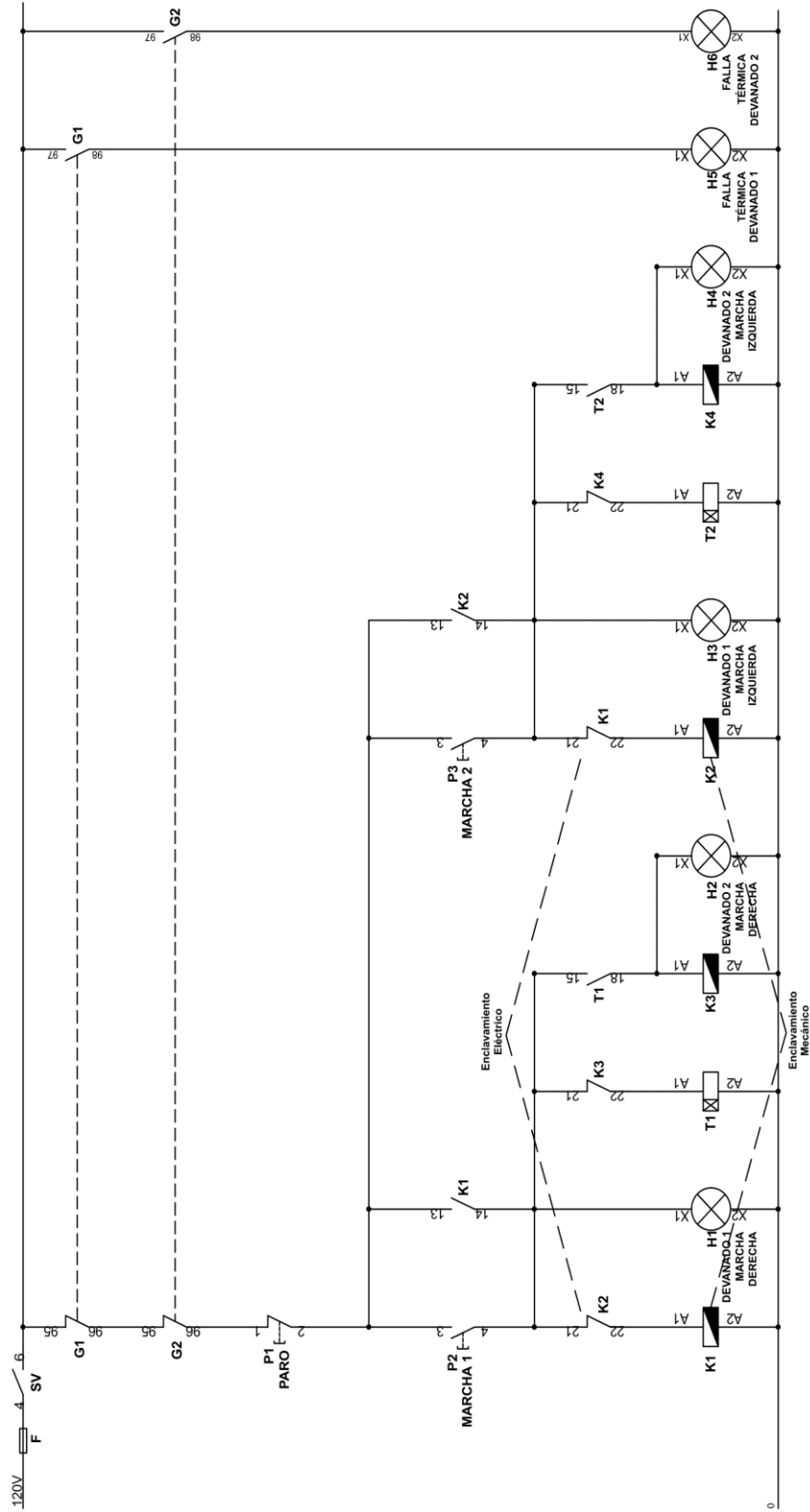
| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.6 Práctica 5



| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|--|--|--|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 05 | Arranque de un motor trifásico por el método de tensión reducida en devanados parciales con inversión de giro. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| El arranque por devanados parciales consiste en poner en marcha el motor con la mitad de sus devanados y conectado en estrella, cuando este motor llega a cierta velocidad, se conecta el segundo devanado en paralelo, requiere que el motor sea arrancado a vacío. | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica. ✓ Realizar un circuito que posibilite el giro del motor en ambas direcciones. ✓ Constatar que este motor ABB lleva internamente dos medios motores. | | | |
| LÁMINAS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de Contactor.(4) ✓ Lámina de Pulsantes. ✓ Lámina de Guardamotor.(2) ✓ Lámina de Luces Piloto.(2) | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de Bases porta Fusibles. ✓ Lámina de transformador. ✓ Lámina de temporizador. (2) ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Juego de Conductores | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de Calidad de energía. | |

PRÁCTICA 5 - DIAGRAMA DE CONTROL.



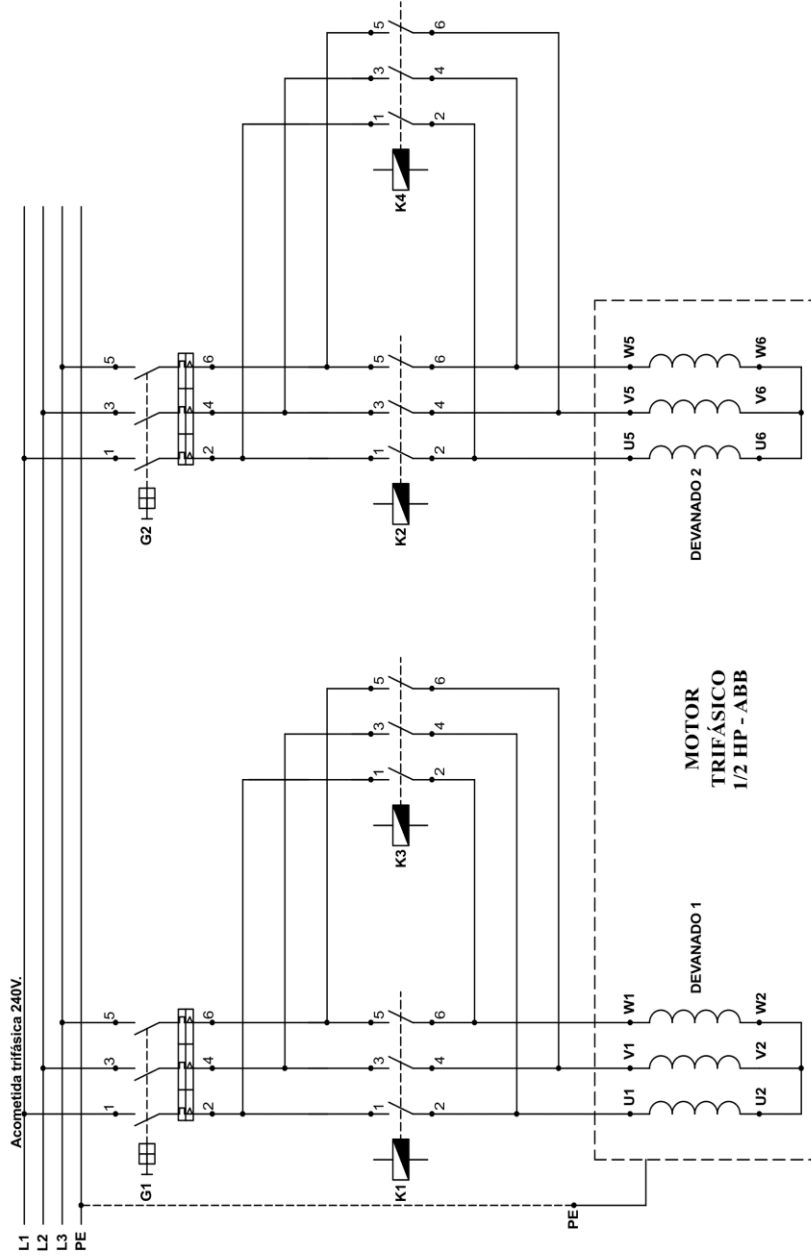
| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #9 |

**PRÁCTICA 5: Diagrama de Control
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR EL
MÉTODO DE TENSION REDUCIDA EN DEVANADOS
PARCIALES CON INVERSIÓN DE GIRO**



| | |
|---------|--------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | Ing. César Córceas |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Diseño: | R. Cárdenas Jaime |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| N.N.: | J. Villacís Macías |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Apr.: | Ing. César Córceas |

PRÁCTICA 5 - DIAGRAMA DE FUERZA.



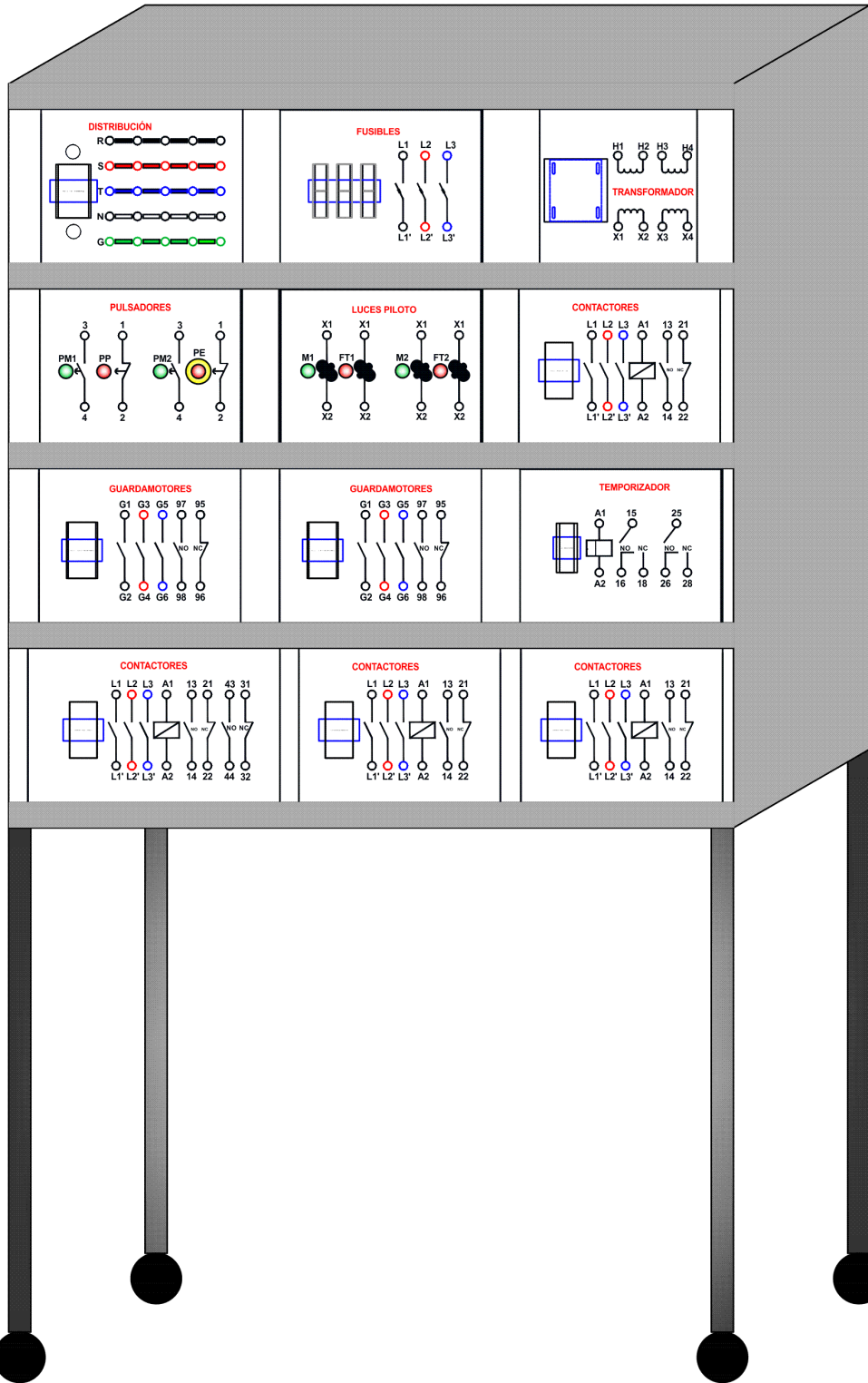
| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #10 |

*PRÁCTICA 5: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR EL
MÉTODO DE TENSION REDUCIDA MEDIANTE
DEVANADOS PARCIALES CON INVERSIÓN DE GIRO*



| | |
|----------------------------------|----------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | |
| Dir. 1 Tutor I.E. 12/02/2015 | Ing. César Caceres |
| Dir. 2 Prof. I.E. 12/02/2015 | N.N. |
| Dir. 3 Dir. I.E. 12/02/2015 | Ing. Víctor Hualcapí |
| Apr.: | Ing. César Caceres |

PRÁCTICA DE ARRANQUE DE MOTORES POR DEVANADOS PARCIALES CON INVERSIÓN DE GIRO



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descritas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Conectar R, S, T de Distribución a L1, L2, L3 de lámina Fusibles, para alimentar con dos fases al primario del transformador.
5. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 110V.
6. Conexión del circuito de control.
7. Pruebas del funcionamiento del circuito de control
8. Conexión del circuito de fuerza
9. Conexión de bobinas para Arranque por devanados parciales.
10. Conexión de alimentación a primer devanado del motor;
 - K1(L1')- K3(L3')- U1;
 - K1(L2')- K3(L2')- V1;
 - K1(L3')- K3(L1')- W1;
 - Unimos U2, V2, W2.
11. Conexión de alimentación a segundo devanado del motor;
 - K2(L1')- K4(L3')- U5;
 - K2(L2')- K4(L2')- V5;
 - K2(L3')- K4(L1')- W5;
 - Unimos U6, V6, W6.

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución
4. Pulsamos Marcha 1; ingresa el contactor K1 y el temporizador T1, enciende H1, arranca el motor abaja velocidad en sentido horario.
5. El temporizador T1 conmuta; ingresa el contactor K3, enciende H2 y el motor comienza a girar a mayor velocidad.
6. Pulsamos Paro, se desconectan los contactores, el temporizador T1 pasa a cero y el motor se detiene.
7. Pulsamos Marcha 2; ingresa el contacto K2 y el temporizador T2, enciende

H3 y arranca el motor a baja velocidad en sentido anti horario.

8. El temporizador T2 conmuta; ingresa el contactor K4, se enciende H4 y el motor comienza a girar a mayor velocidad.
9. cierra T2(15-18) y entra K4
10. Pulsamos Paro, se desconectan los contactores, el temporizador T2 pasa a cero y el motor se detiene.
11. Si se desea, podemos realizar test a los Guardamotors G1 y G2 para encender H3 y H4 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

- Conexión Estrella por cada devanado;

$$I_f = I_L = 1.90A$$

$$V_f = \frac{V_l}{\sqrt{3}} = \frac{220V}{1.73} = 127.16V$$

CONCLUSIONES

- ✓ En esta práctica usamos casi todas las láminas del tablero, pero de igual manera es rápida su implementación por las conexiones con jacks y Plugs.
- ✓ En este circuito requerimos de un Guardamotor por cada devanado así protegemos integralmente al motor.
- ✓ Aumentando un contactor a la circuitería de la práctica 4 conseguimos la inversión de giro.
- ✓ Debe existir cuidado al realizar la inversión de giro, primero parando la marcha de motor para no averiarlo.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución

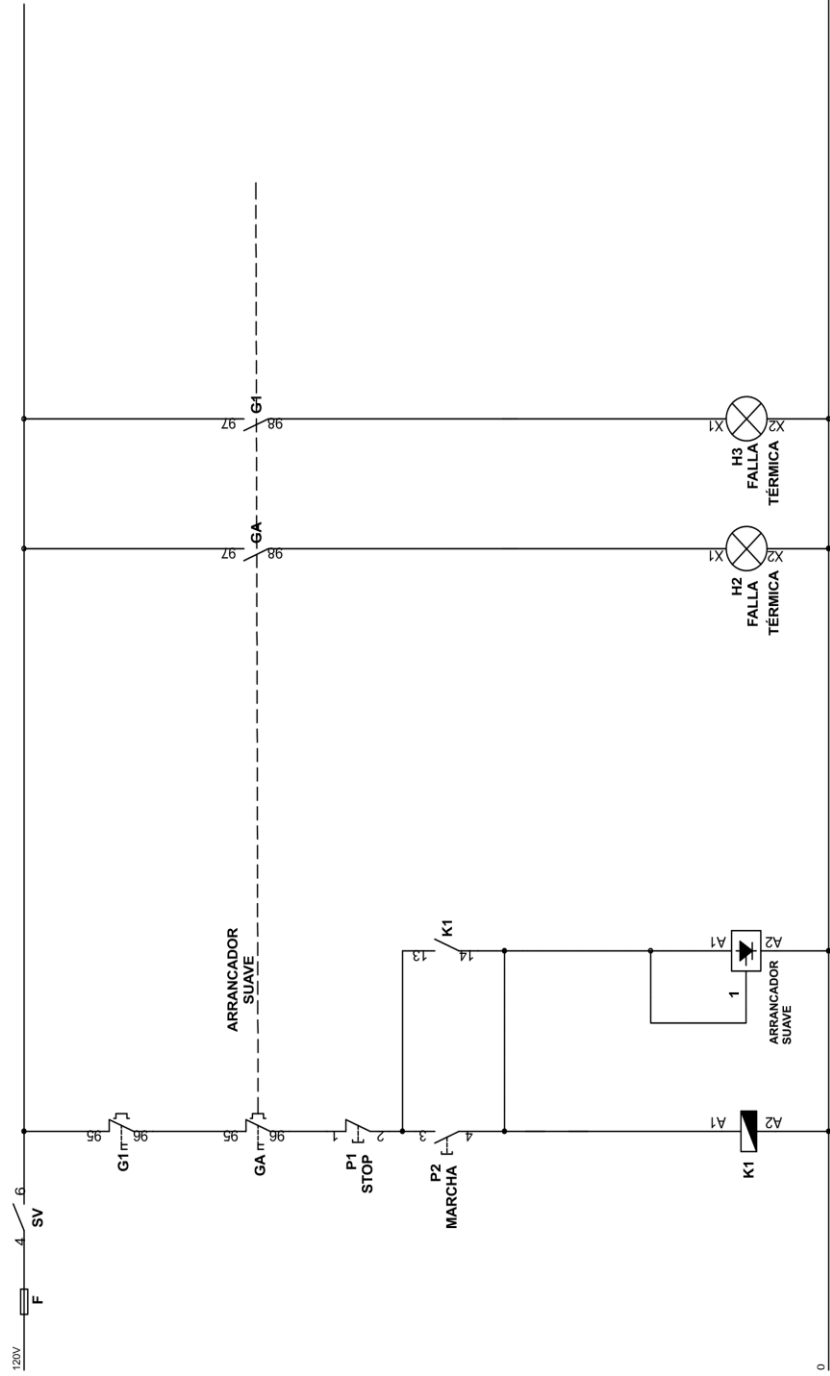
| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.7 Práctica 6



| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|--|--|--|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 06 | Arranque de un motor trifásico mediante un Arrancador Suave. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| Los arrancadores electrónicos han permitido el arranque de motores AC con aplicaciones progresivas de la tensión de línea, limitando la corriente y provocando el arranque suave del motor, ausentando golpes y esfuerzos sobre la máquina de inducción, así mismo aumenta la vida útil del motor. | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica ✓ Elegir la mejor configuración para el arranque progresivo y parada suave. | | | |
| LAMINAS. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de Contactor.(3) ✓ Lámina de Pulsantes. ✓ Lámina de Guardamotor. ✓ Lámina de Luces Piloto. ✓ Lámina de bases Porta Fusibles. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de Arrancador suave. ✓ Lámina de transformador. ✓ Lámina de temporizador. ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Juego de Conductores | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de Calidad de Energía. | |

PRÁCTICA 6 - DIAGRAMA DE CONTROL.

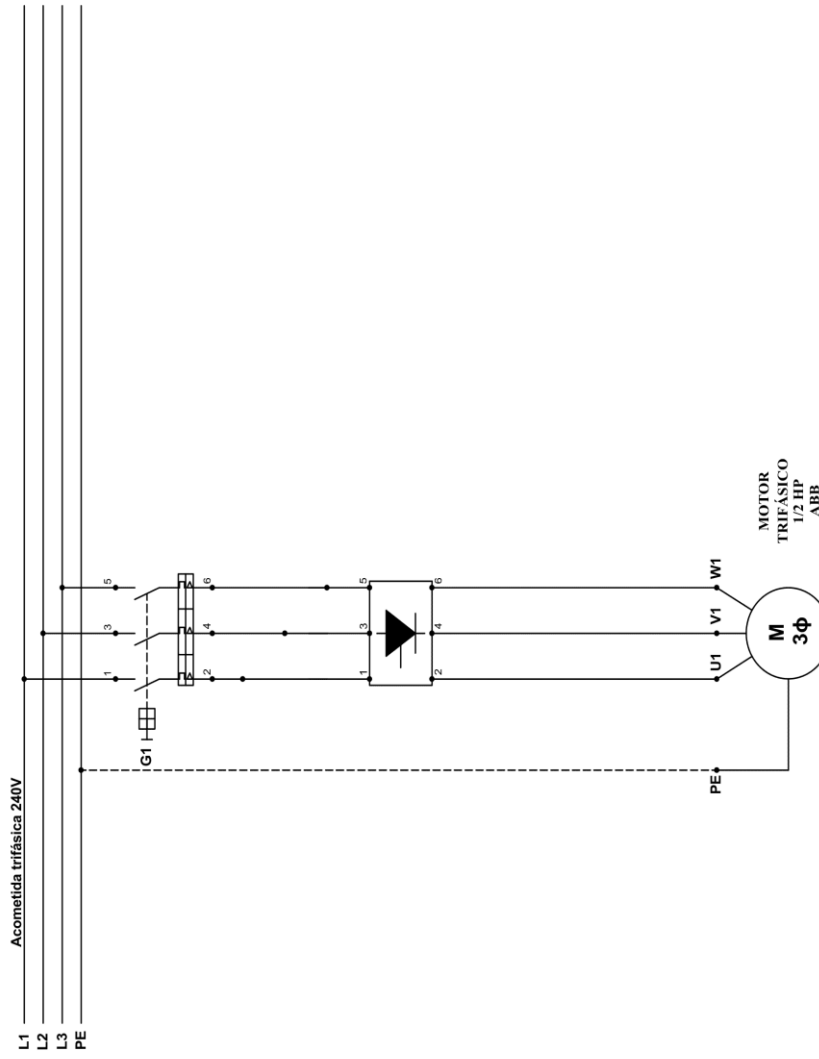


*PRÁCTICA 6: Diagrama de Control
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO
MEDIANTE UN ARRANCADOR SUAVE*

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #11 |

| | |
|---------|----------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Nombre: | Ing. César Córceles |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Nombre: | Ing. Víctor Hualcapi |
| Fecha: | 12/02/2015 |
| Nombre: | Ing. César Córceles |

PRÁCTICA 6 - DIAGRAMA DE FUERZA.



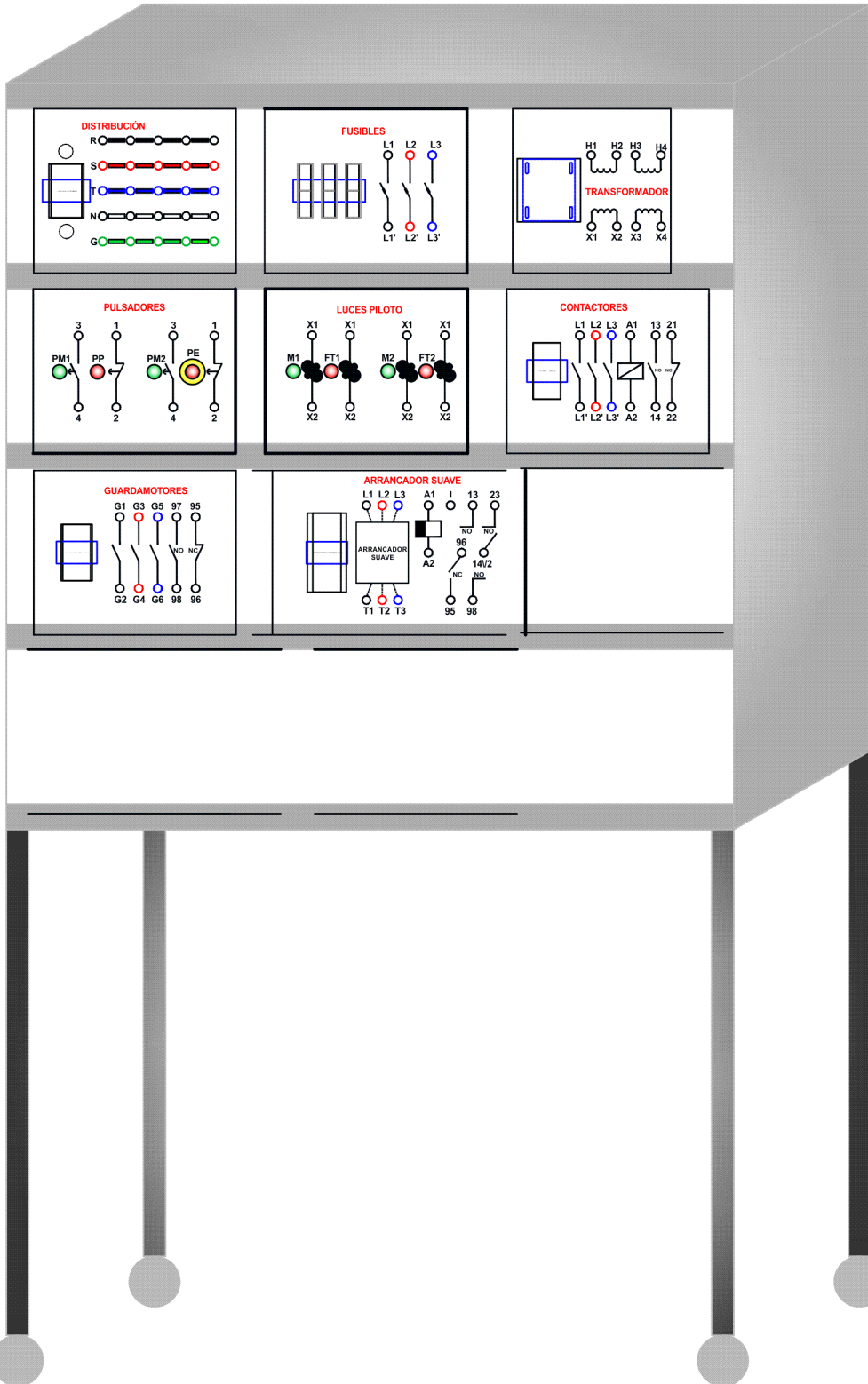
*PRÁCTICA 6: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO
MEDIANTE UN ARRANCADOR SUAVE*



| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #12 |

| | | |
|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| Lectores: | Nombre: | Fecha: |
| Rev 1 | Tutor I.E. Ing. César Caceres | Febrero/2015 |
| Rev 2 | Prof. I.E. N.N. | Diseño: R. Cárdenas Jaime |
| Rev 3 | Dir. I.E. Ing. Victor Hualcapi | Apr.: J. Villacís Macías. |

PRÁCTICA DE ARRANQUE DE MOTORES MEDIANTE ARRANCADOR SUAVE



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descriptas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Conectar R, S, T de Distribución a L1, L2, L3 de lámina Fusibles, para alimentar con dos fases al primario del transformador.
5. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 120V.
6. Conexión del circuito de control.
7. Pruebas del funcionamiento del circuito de control.
8. Conexión del circuito de fuerza.
9. Conexión de bobinas para Arranque directo en Delta.
10. Conexión de alimentación a bobinas del motor;
 - K1(L1')- K2(L1')- U1;
 - K1(L2')- K2(L2')- V1;
 - K1(L3')- K2(L3')- W1.

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución
4. Pulsamos Marcha; ingresan los contactor K1 y K3, enciende el temporizador T1 y funciona el arrancador suave haciendo girar el motor a baja velocidad hasta llegar a su máxima velocidad. ;
5. El temporizador T1 conmuta.;, apaga el contactor K1 y enciende el contactor K2 realizando la transferencia de conexión directa.
6. Se enciende H1 de transferencia,
7. Si pulsamos Paro, caen todos los contactores y el motor se detiene.
8. Si se desea, podemos realizar test a los Guardamotors G1 y al Arrancador suave GA para encender H2 y H3 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

- Conexión Triángulo;

$$Vl = Vf = 220V$$

$$If = \frac{Il}{\sqrt{3}} = \frac{1.90A}{1.73} = 1.09A$$

- Potencia;

$$P = \sqrt{3} * Vn * In * Cos\phi$$
$$P = 1.73 * 220V * 1.89A * 0.79$$
$$P = 568.27W$$

CONCLUSIONES

- ✓ Podemos conectar un contactor en paralelo y uno en serie al Guardamotor para realizar transferencia directa a los 220V una vez que el motor alcance su velocidad nominal.
- ✓ En este circuito parece existir protección redundante al usar un Guardamotor aguas arriba del arrancador suave, pero al realizar la transferencia se ve la real necesidad de la protección.
- ✓ El arrancador suave no sirve para controlar la velocidad del motor, solo su pico de corriente.
- ✓ Este dispositivo solo funciona con el motor conectado en triángulo.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución

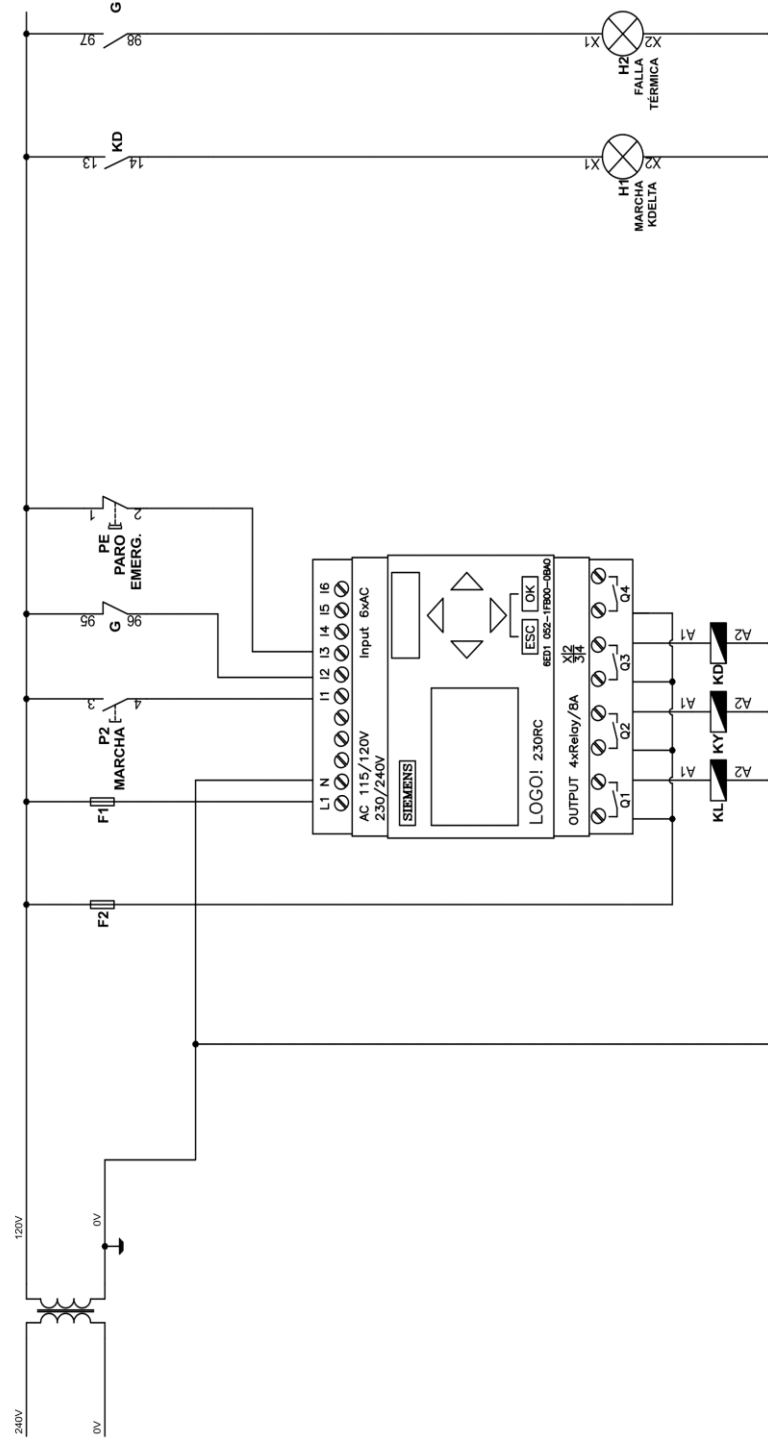
| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.8 Práctica 7



| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|--|--|--|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 07 | Arranque a tensión reducida con MicroPLC LOGO por el método de estrella delta de un motor trifásico. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| El arranque Estrella-Triángulo reduce la intensidad que absorbe un motor trifásico en el momento del arranque. Este hecho no sólo tiene como consecuencia un ahorro energético, también implica un aumento de la vida útil del motor y de la maquinaria asociada al mismo. | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cumplir las condiciones de funcionamiento de la práctica ✓ Realizar pequeños programas en el LOGO para minimizar la circuitería de control. ✓ Ajustar los tiempos de cambio del arranque en Estrella a Triángulo | | | |
| LÁMINAS. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de Contactor.(3) ✓ Lámina de Pulsantes. ✓ Lámina de Guardamotor. ✓ Lámina de Luces Piloto. ✓ Lámina de Bases porta Fusibles. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de transformador. ✓ Lámina de LOGO ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Conductores ✓ Amperímetro de gancho. ✓ Multímetro. | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de Calidad de Energía. | |

PRÁCTICA 7 - DIAGRAMA DE CONTROL.



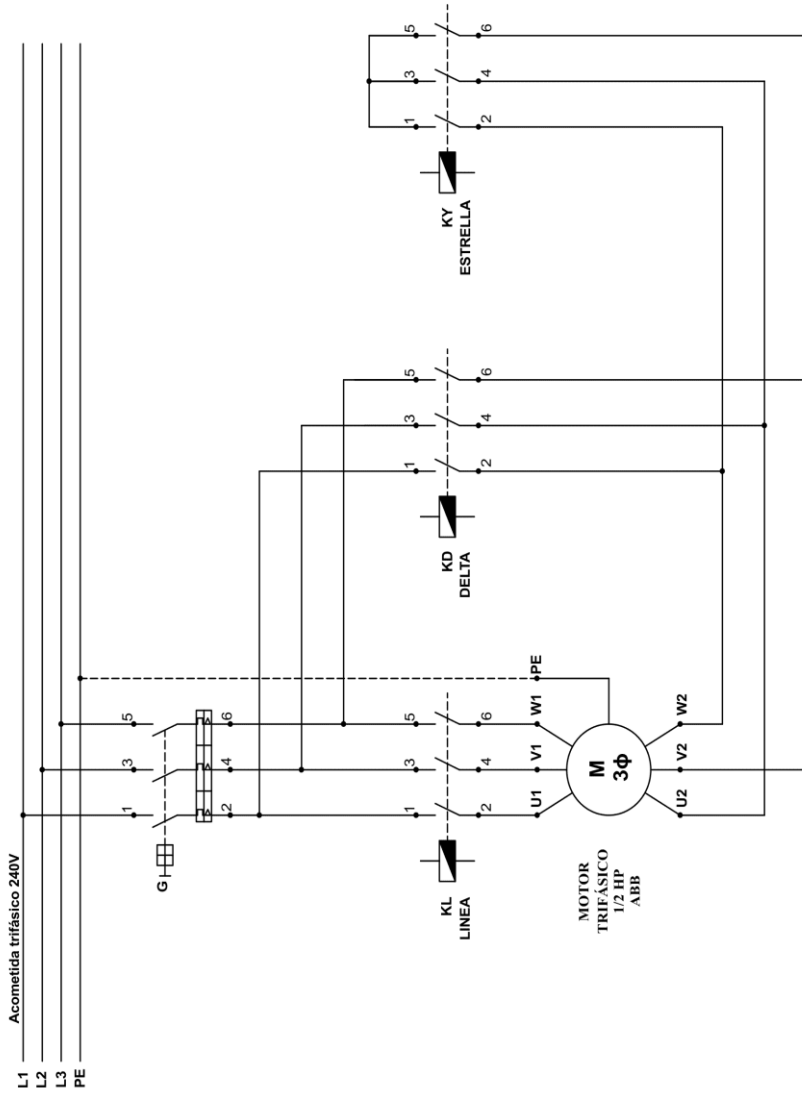
| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #13 |

PRÁCTICA 7: Diagrama de Control
ARRANQUE DE MOTORES POR ESTRELLA
DELTA MEDIANTE USO DE LOGO



| | |
|-------------|----------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | Ing. César Córceles |
| Director: | Ing. Víctor Hualcapí |
| Asesor: | Ing. Víctor Hualcapí |
| Revisión 1: | 12/02/2015 |
| Revisión 2: | 12/02/2015 |
| Revisión 3: | 12/02/2015 |

PRÁCTICA 7 - DIAGRAMA DE FUERZA.



| | | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Lectores: Rev 1 Tutor I.E. 12/02/2015 Ing. César Córceas Rev 2 Prof. I.E. 12/02/2015 N.N. Rev 3 Dir. I.E. 12/02/2015 Ing. Víctor Hualcapi | Nombre: Ing. César Córceas | Fecha: 12/02/2015 | Fecha: Febrero/2015 |
| Diseño: J. Villacís Macías. | | Apr.: Ing. César Córceas | |



PRÁCTICA 7: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DE MOTORES POR ESTRELLA DELTA MEDIANTE USO DE LOGO

| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escala: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #14 |

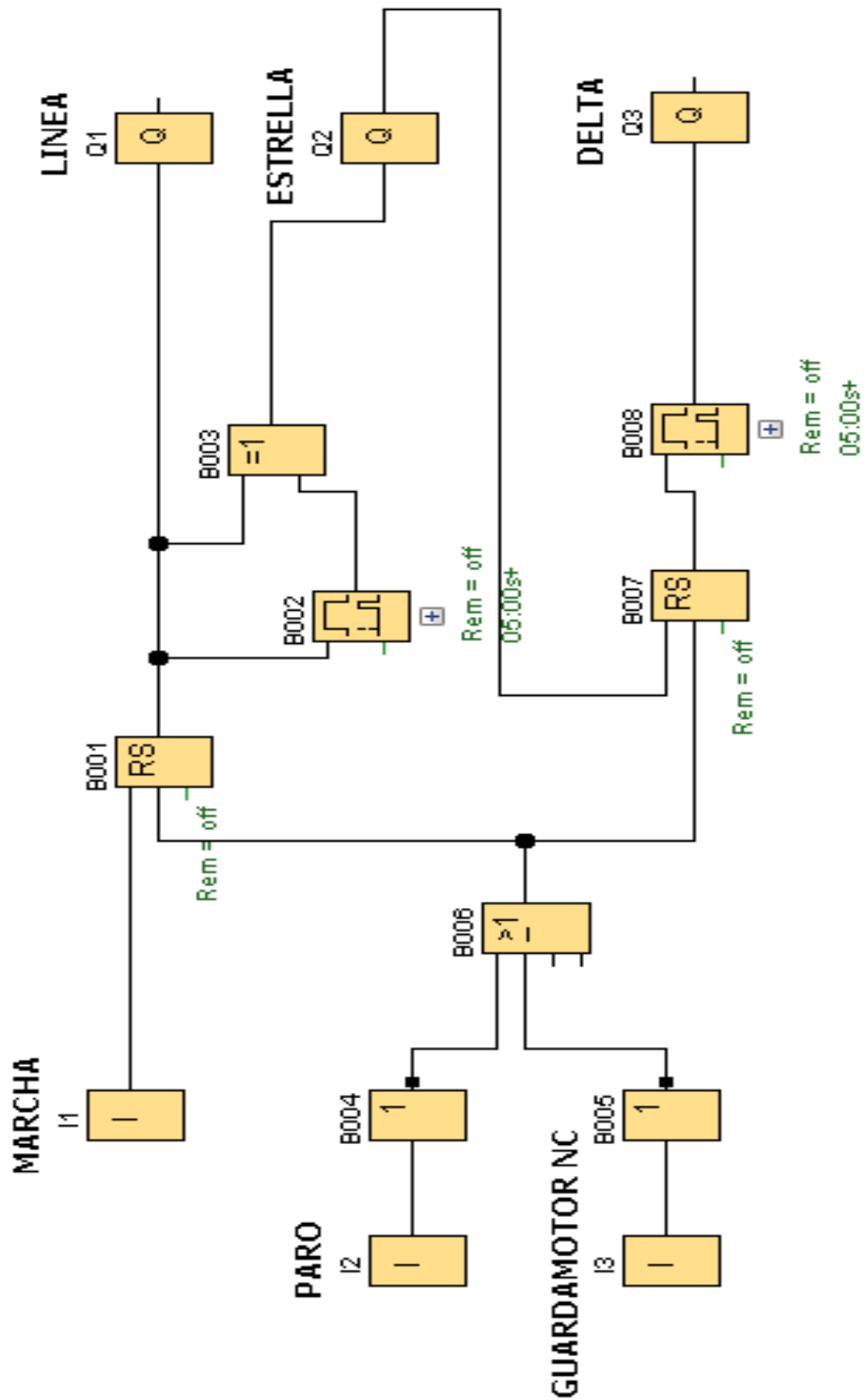
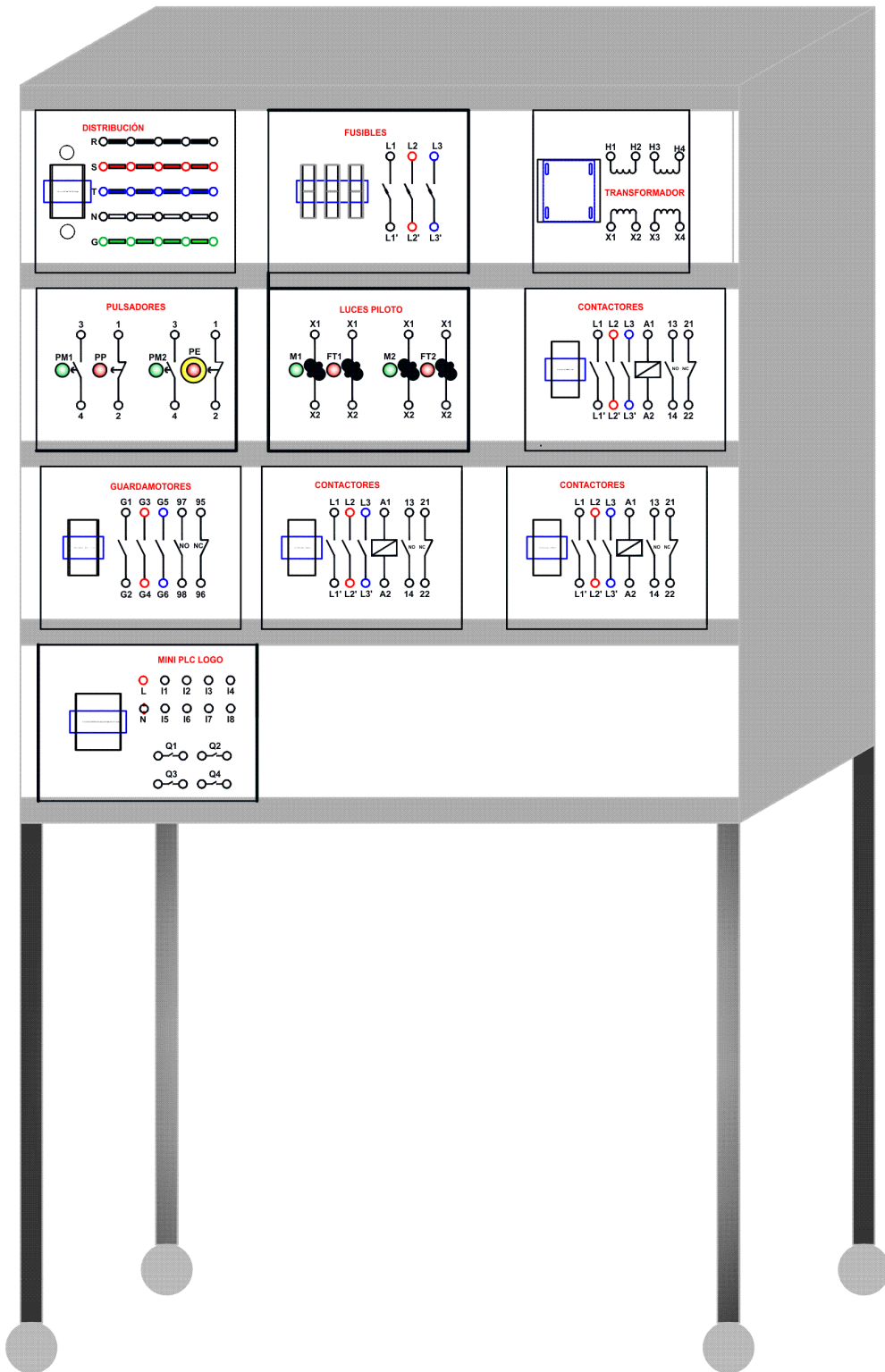


Figura 4.6 Diagrama de circuito a programar en el MicroPLC LOGO para arranque Estrella – Triángulo. Se debe programar de forma manual en el dispositivo.

Elaborado por: Los Autores, 2015

PRÁCTICA DE ARRANQUE DE MOTORES POR ESTRELLA - TRIÁNGULO MEDIANTE USO DE LOGO



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descritas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 120V.
5. Debemos proteger al Mini PLC LOGO, por tanto los fusibles deben estar entre la lámina de transformador y la alimentación del dispositivo.
6. Conexión del circuito de control:
7. Programación del Mini PLC LOGO
8. Pruebas del funcionamiento del circuito de control.
9. Conexión del circuito de fuerza.
10. Conexión de bobinas para Arranque Estrella – Triángulo
11. Conexión de alimentación a bobinas del motor;
 - KL(L1´)-U1;
 - KL(L2´)-V1;
 - KL(L3´)-W1.
 - KY(L1´) - KD(L1´)-U2;
 - KY(L2´) - KD(L2´)-V2;
 - KY(L3´) - KD(L3´)-W2;

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución
4. Pulsamos Marcha; ingresa el contactor KL y el contactor KY, entra el temporizador interno del LOGO y arranca el motor en estrella.
5. El temporizador T conmuta; se desconecta contactor KY e ingresa contactor KD, enciende H1 y el motor queda en conexión triángulo.
6. Si pulsamos PE, caen todos los contactores, el temporizador pasa a cero y el motor se detiene.
7. Si se desea, podemos realizar test al Guardamotor G1 para encender H2 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

- Conexión Estrella;

$$I_f = I_L = 1.90A$$

$$V_f = \frac{V_l}{\sqrt{3}} = \frac{220V}{1.73} = 127.16V$$

- Conexión Triángulo;

$$V_l = V_f = 220V$$

$$I_f = \frac{I_l}{\sqrt{3}} = \frac{1.90A}{1.73} = 1.09A$$

- Potencia;

$$P = \sqrt{3} * V_n * I_n * \text{Cos}\phi$$
$$P = 1.73 * 220V * 1.89A * 0.79$$
$$P = 568.27W$$

CONCLUSIONES

- ✓ Con el Mini PLC LOGO se pueden simplificar la circuitería de control en todos los arranques anteriormente realizados.
- ✓ Se necesita conocer programación básica de este dispositivo.
- ✓ Aún se necesita utilizar contactores para el circuito de fuerza, puesto que el Mini PLC no maneja grandes cantidades de corriente.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución.

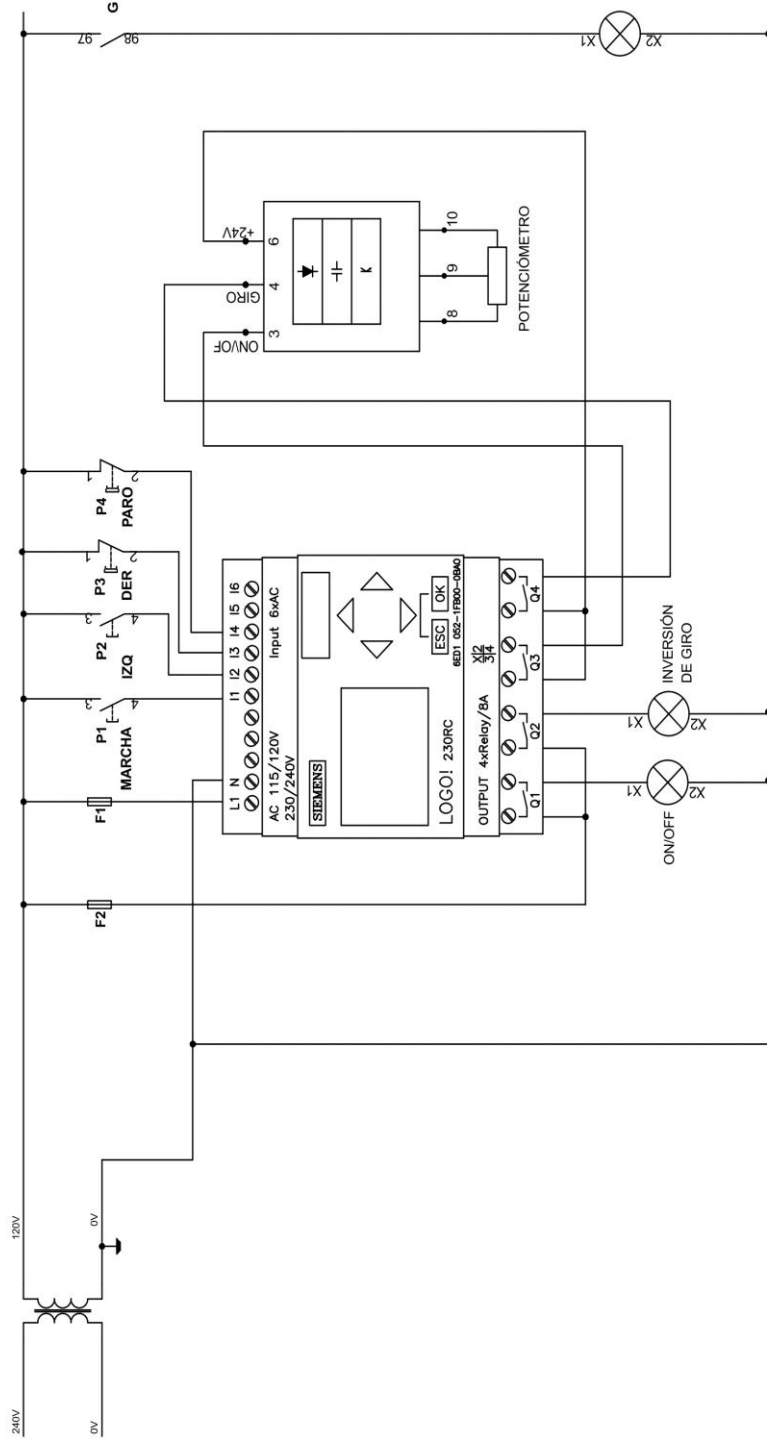
| | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | REVISÓ Ing. César Cáceres | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| TESISTAS | TUTOR | | |

4.9 Práctica 8



| FACULTAD | CARRERA | TEMA DE APRENDIZAJE | |
|--|---|---|------------------|
| Ingenierías | Electrónica | Control de motores trifásicos. | |
| PRÁCTICA | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | | DURACIÓN (HORAS) |
| No. | | | |
| 08 | Arranque de un motor trifásico mediante Variador de frecuencia. | | 1 Hora |
| FUNDAMENTO | | | |
| El arranque por variador de frecuencia utiliza la electrónica de potencia, con esto modifica la frecuencia de la red a la alimentación del motor, trabajan entre una frecuencia mínima y una máxima, siendo este rango regulable. Tiene protecciones para sí mismo y el motor que gobierna. | | | |
| OBJETIVOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar el sistema de control de la práctica ✓ Diseñar el sistema de fuerza de la práctica ✓ Probar el funcionamiento del sistema de control de la practica ✓ Programar las opciones básicas para un arranque suave por control de frecuencia. ✓ Controlar el Variador con elementos externos por medio del ajuste de fábrica. | | | |
| EQUIPOS Y MATERIALES | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de distribución. ✓ Lámina de Pulsantes. ✓ Lámina de Guardamotor. ✓ Lámina de Luces Piloto. ✓ Lámina de Bases Porta Fusibles. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lámina de transformador. ✓ Lámina de Variador de frecuencia. ✓ Motor trifásico ABB 0.5 HP ✓ Juego de Conductores | |
| EQUIPOS DE MEDICIÓN. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Amperímetro de gancho tipo multímetro. | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizador de calidad de Energía. | |

PRÁCTICA 8 - DIAGRAMA DE CONTROL.



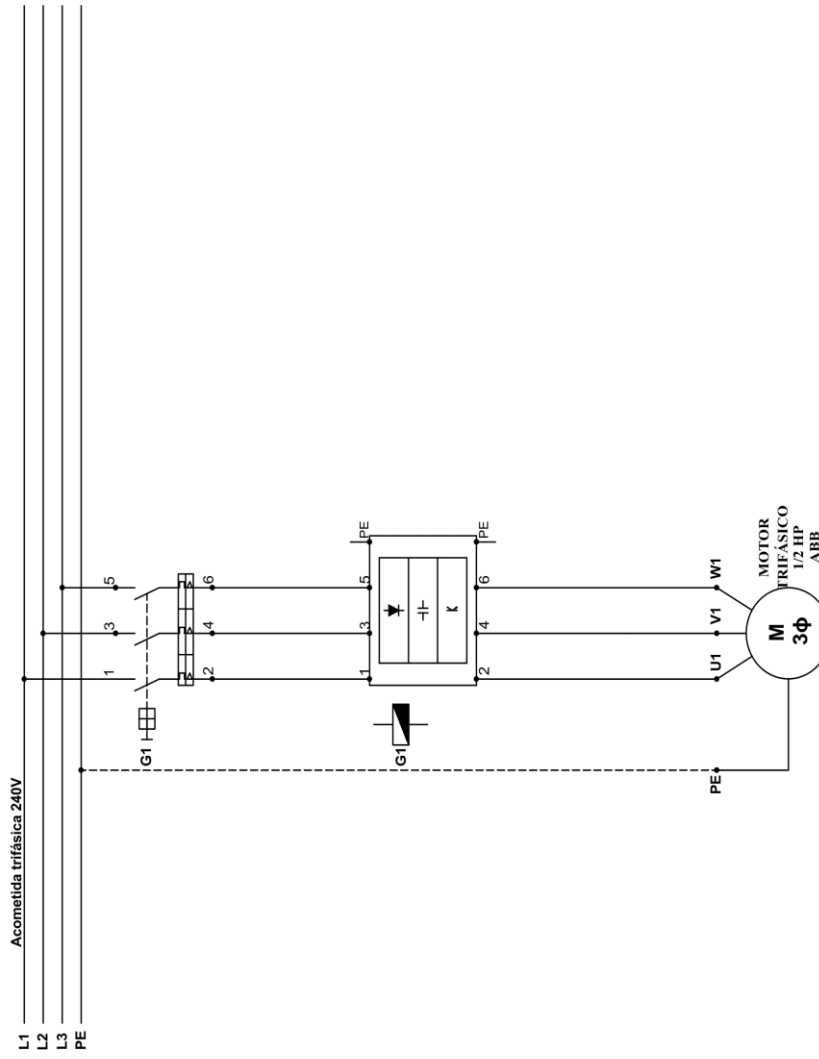
| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #15 |

**PRÁCTICA 8: Diagrama de Control
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO
MEDIANTE UN VARIADOR DE FRECUENCIA**



| | |
|-------------|----------------------|
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Nombre: | |
| Dir. I.E.: | Ing. César Cárceles |
| Prof. I.E.: | Ing. Víctor Huilcapí |
| Apr.: | |
| Disefio: | Ing. César Cárceles |
| Fecha: | Febrero/2015 |
| Disefio: | R. Cárdenas Jaime |
| Apr.: | J. Villacís Macías |
| Dir. I.E.: | Ing. César Cárceles |
| Prof. I.E.: | Ing. Víctor Huilcapí |
| Apr.: | |

PRÁCTICA 8 - DIAGRAMA DE FUERZA.



*PRÁCTICA 8: Diagrama de Fuerza.
ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO
MEDIANTE UN VARIADOR DE FRECUENCIA*



| | |
|-----------|------------------|
| Facultad: | Ingeniería |
| Carrera: | Ing. Electrónica |
| Escuela: | S.E. |
| Unidad: | S.U. |
| Hoja: | #16 |

| | | |
|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| Lectores: | Nombre: | Fecha: |
| Rev 1 | Tutor I.E. Ing. César Caceres | Febrero/2015 |
| Rev 2 | Prof. I.E. N.N. | Diseño: R. Cárdenas Jaime |
| Rev 3 | Dir. I.E. Ing. Víctor Hualcapí | Apr.: J. Villacís Macías. |

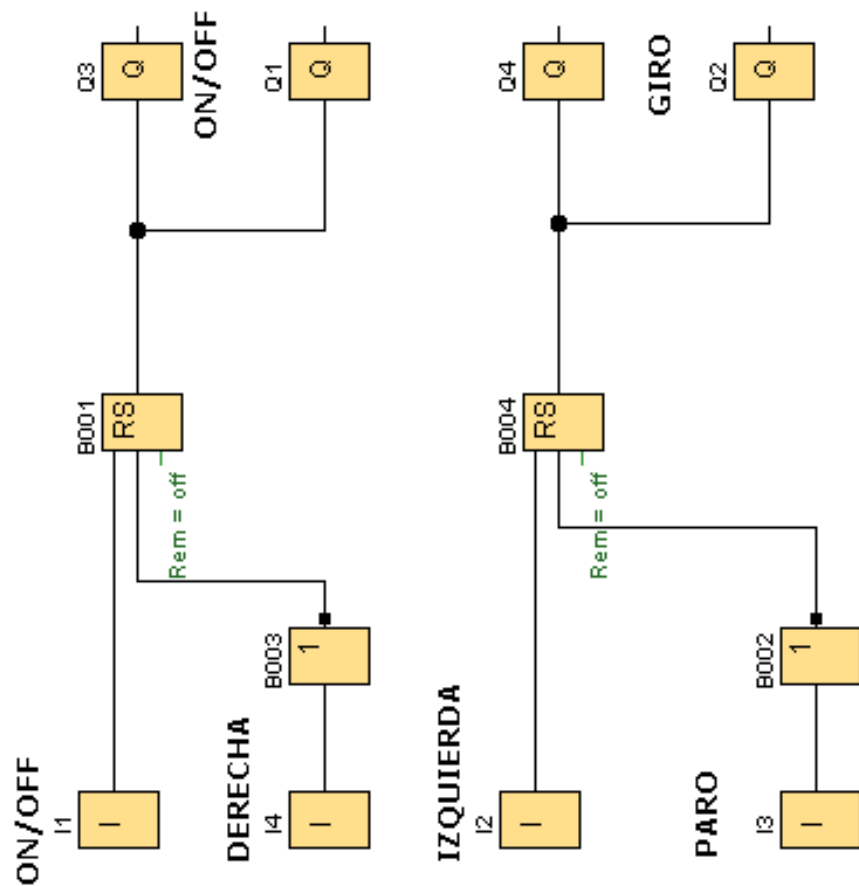
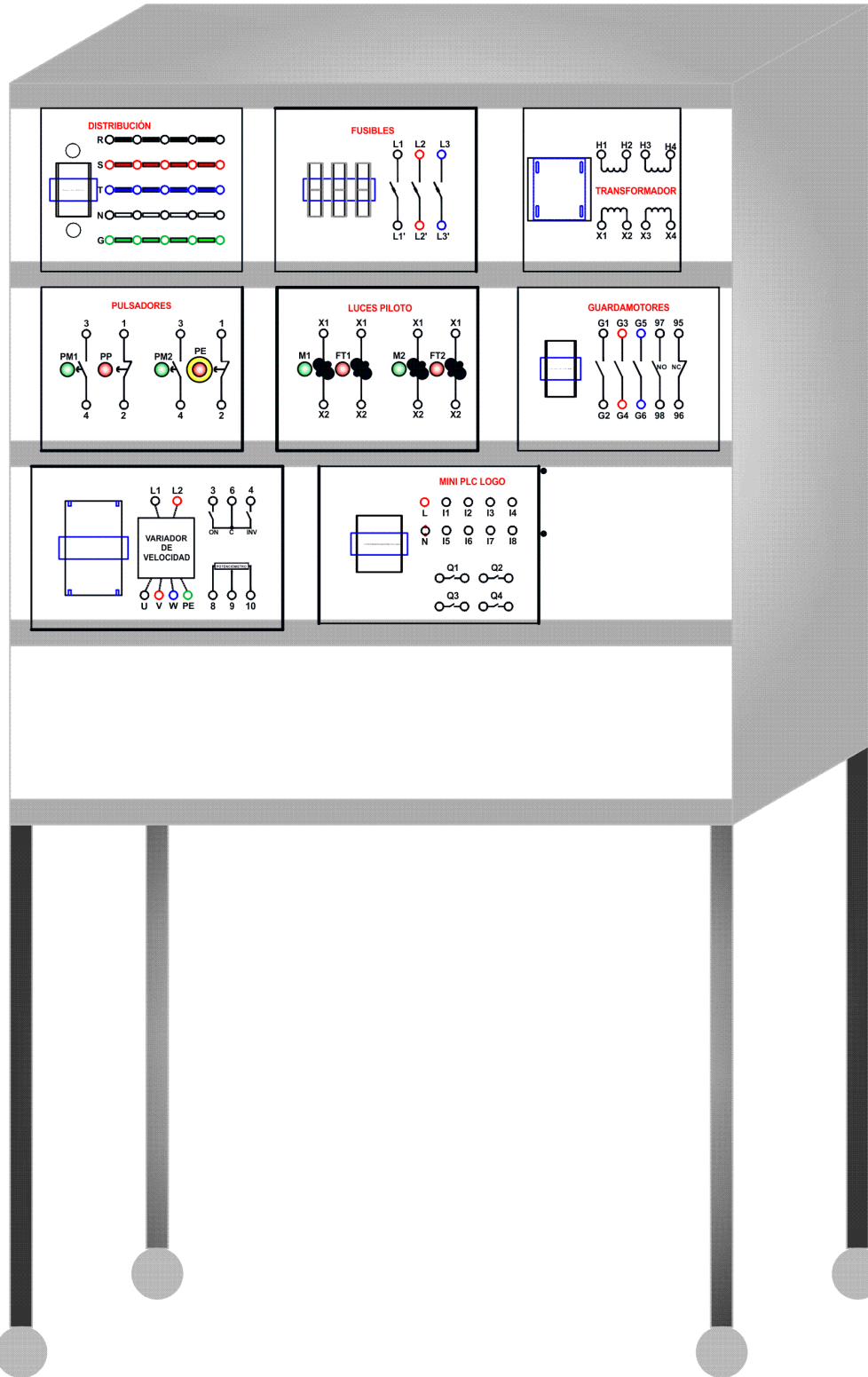


Figura 4.7 Diagrama de circuito a programar en el MicroPLC LOGO para que los pulsadores funcionen como interruptores en el arranque del variador de frecuencia con ajuste de fábrica. Se debe programar de forma manual en el dispositivo.

Elaborado por: Los Autores, 2015

PRÁCTICA DE ARRANQUE DE MOTORES MEDIANTE VARIADOR DE VELOCIDAD



PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

1. Seleccionar las láminas para esta práctica.
2. Conectar enchufe de torsión a lámina de Distribución antes de suministrar energía trifásica al módulo.
3. Montar las láminas descriptas anteriormente en las ranuras de los perfiles de aluminio.
4. Unir en el primario del transformador H1-H3 y H2- H4 para funcionamiento a 220V, en el secundario unir X1-X3 y X2-X4 para suministrar al circuito de control 120V.
5. Debemos proteger al Mini PLC LOGO, por tanto los fusibles deben ir entre la lámina de transformador y la alimentación del dispositivo.
6. Conexión del circuito de control.
7. Conexión del circuito de fuerza.
8. Conexión de bobinas para Arranque directo.
9. Conectamos terminales de salida del Variador al motor;
- Variador (2, 4, 6)- U1, V1 y W1 respectivamente.

FUNCIONAMIENTO.

1. Suministramos energía trifásica al módulo mediante la conexión de la extensión al sistema de energía del Laboratorio.
2. Ubicamos en posición ON el Disyuntor de la distribución.
3. Verificamos el nivel de tensión en la distribución
4. Pulsamos Marcha, enciende H1, arranca motor lentamente hasta alcanzar velocidad nominal con giro horario.
5. Pulsamos Giro, disminuye la velocidad del motor hasta apagarse y nuevamente comienza a girar pero en sentido anti horario, enciende H2.
6. Si pulsamos nuevamente Giro, disminuye la velocidad del motor hasta apagarse y nuevamente comienza a girar pero en sentido horario, enciende H1.
7. Pulsamos paro, el motor se detiene.
8. Si se desea, podemos realizar test al Guardamotor G1 para encender H3 (falla térmica).

DATOS Y CÁLCULOS

- Conexión Triángulo;

$$V_l = V_f = 220V$$

$$I_f = \frac{Il}{\sqrt{3}} = \frac{1.90A}{1.73} = 1.09A$$

- Potencia;

$$P = \sqrt{3} * V_n * I_n * \cos\phi$$

$$P = 1.73 * 220V * 1.89A * 0.79$$

$$P = 568.27W$$

CONCLUSIONES

- ✓ El variador de frecuencia convierte la alimentación de la red a otra frecuencia basándose en la rectificación y posterior conmutación a alta frecuencia.
- ✓ Se puede manejar este dispositivo por medio de su PANEL auxiliar o mediante interruptores usando la configuración de fábrica.
- ✓ Este dispositivo controla la aceleración y el frenado progresivo.
- ✓ Para que el motor se apague se debe presionar paro o desconectando el Disyuntor que alimenta a la distribución.

| | | | |
|--|--------------------|---------------|-----------------|
| FORMULÓ | REVISÓ | APROBÓ | AUTORIZÓ |
| Raúl Cárdenas Jaime. Jorge Villacís Macías. | Ing. César Cáceres | | |
| TESISTAS | TUTOR | | |

Conclusiones.

Después de haber terminado el diseño e implementación del Módulo Didáctico y las láminas de dispositivos quedan algunas conclusiones:

- Este proyecto es movible porque debido a su gran tamaño y peso se necesitarían de mucho personal para trasladarlo de sitio sea por limpieza o mantenimiento del mismo.
- Al momento de realizar prácticas, los estudiantes saldrán beneficiados por la rapidez con la que podrá armar los circuitos, pudiendo ser realizarlas de forma individual por cada estudiante administrando bien el tiempo de clases.
- Se espera que los estudiantes apliquen su parte investigativa para desarrollar más prácticas, pues se les deja un módulo que es expansible donde podrán también añadir más elementos mediante láminas corredizas.
- El proyecto se elaboró con elementos un poco sobredimensionados a la capacidad real del motor de prácticas de 0.5 HP, esto para que en un futuro se pueda trabajar con motores de potencia hasta 2HP.
- La lámina de Arrancador suave es la única que puede soportar un motor trifásico de capacidad mayor a 2 HP puesto que su funcionamiento requiere de corrientes elevadas, caso contrario muestra errores y detiene al motor en apenas segundos desde su arranque.

Recomendaciones.

Como recomendaciones importantes:

- Es necesario leer el manual de cada práctica, esto con el fin de evitar accidentes de riesgo eléctrico al conectar el módulo a la energía trifásica.
- Dar mantenimiento a las láminas al menos cada 15 días, en lo referente al ajuste de terminales de ojo en los jacks de láminas y también a los terminales de pin que puedan estar flojos en los dispositivos.
- El hecho de tener los dispositivos sobrepuestos en las láminas lo hace vulnerable a sustracciones de los mismos, por lo que se pide al ayudante de Laboratorio tener un inventario en cada uso del mismo.
- Se recomienda primero realizar y probar el circuito de control antes de conectar el circuito de fuerza, esto para evitar daños al motor por doble conexionado a sus devanados.
- Leer la placa de datos del motor, esto para realizar correctamente los circuitos de fuerza, puesto que algunas prácticas solo necesitan un devanado para funcionar adecuadamente.

Cronograma.

Tabla 3 Cronograma de Actividades

| TAREAS | MESES | | | | | | | | |
|--|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------|
| | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL |
| Conceptualización y denuncia | ■ | ■ | | | | | | | |
| Adquisición de componentes. | | | ■ | ■ | ■ | | ■ | | |
| Importación de Plugs y jacks. | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Elaboración de circuitos a implementar | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Construcción de módulo didáctico general. | | | | ■ | ■ | | | | |
| Corrección de módulo didáctico general | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Elaboración de láminas didácticas (AutoCAD). | | | | ■ | ■ | | | | |
| Construcción de láminas didácticas | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Corrección de láminas didácticas. | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Elaboración teoría Tesis | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Pruebas de módulos individuales | | | | | | | | ■ | ■ |
| Prueba de circuitos en modulo general | | | | | | | | ■ | ■ |
| Revisión de borrador de documento | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Implementación de correcciones | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Revisión Final | | | | | | | | ■ | ■ |
| Entrega de Documento Final | | | | | | | | ■ | ■ |

Nota: Se realizó correcciones de orden estético, se esperó la llegada de importación de Plugs y jacks para la culminación del proyecto.

Presupuesto

En la presente tabla de presupuesto se detalla cada uno de los elementos utilizados en la elaboración del módulo didáctico.

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

Tabla 4. Presupuesto de proyecto.

| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|------|---|----------|-----------------|--------------|
| 1 | GUARDAMOTOR 3RV20-1CA10 (1,8-2,5A) S00 | 4 | 36,30 | 145,20 |
| 2 | CONTACTO AUXILIAR P 3RV101 | 4 | 6,08 | 24,32 |
| 3 | MINI CONTACTO AUXILIAR (1NC+1NO) FRONTAL | 4 | 15,75 | 63,00 |
| 4 | CONTACTOR 3RT2023 9A 1NA+1NC SIEMENS | 6 | 38,09 | 228,54 |
| 5 | BLOQUE DE CONTACTO 1NC 1NA | 2 | 6,30 | 12,60 |
| 6 | TRANSFORMADOR DE VOLTAJE GE 100VA 240/120V | 2 | 54,12 | 108,24 |
| 7 | BASE FUSIBLE CAMSCO 10X38 32A 1P | 6 | 2,60 | 15,60 |
| 8 | FUSIBLE CILINDRICO CSC 10X38 2A | 6 | 0,60 | 3,60 |
| 9 | LUZ PILOTO LED 22MM CSC VERDE 110V | 4 | 6,40 | 25,60 |
| 10 | LUZ PILOTO LED 22MM CSC ROJA 110V | 4 | 3,20 | 12,80 |
| 11 | PULSADOR ROJO RASANTE 22MM | 2 | 8,00 | 16,00 |
| 12 | PULSADOR VERDE RASANTE 22MM | 4 | 8,00 | 32,00 |
| 13 | PULSADOR HONGO GIRAR/DESENCLAVAR 22MM | 2 | 19,08 | 38,16 |
| 14 | LOGO 230RC 120/240V 8DI/4DO SIEMENS | 2 | 119,00 | 238,00 |
| 15 | TEMPORIZADOR ELECT. Y-D 220VAC | 2 | 34,93 | 69,86 |
| 16 | VARIADOR SINAMICS 1HP 1-2F 240V SIEMENS | 2 | 177,84 | 355,68 |
| 17 | PANEL DE PROGRAMACION BASICA P/SINAMICS | 2 | 30,24 | 60,48 |
| 18 | BREAKER 3 POLOS 16 AMP 120/240V SIEMENS | 2 | 19,18 | 38,36 |
| 19 | ARRANQUE SUAVE 25AMP 9/18HP 220/440V | 2 | 227,11 | 454,22 |
| 20 | TOMA SEMIEMPOTRADO IP44 3P+T 16A 415V | 2 | 13,14 | 26,28 |
| 21 | ENCHUFE CLAVIJA TRIFASICO IP44 3P+T 16A 415V | 4 | 12,36 | 49,44 |
| 22 | TOMACORRIENTE EMPOTRADA 3P+T | 2 | 14,60 | 29,20 |
| 23 | TAPA CUBIERTA TOMACORRIENTE 3P+T | 2 | 2,10 | 4,20 |
| 24 | ENCHUFE EXTENSION DE TORSION | 2 | 20,50 | 41,00 |
| 25 | PLANCHA DE ALUCOBOND DE 3MM (240X120) | 2 | 48,75 | 97,50 |
| 26 | CORTE DE PLANCHA ALUCOBOND | 30 | 1,00 | 30,00 |
| 27 | PERFIL ALUMINIO CEDAL MODELO 2233 (6MTS) | 3 | 15,00 | 45,00 |
| 28 | PERFIL ALUMINIO FISA MODELO 297 (6MTS) | 2 | 15,00 | 30,00 |
| 29 | PERFIL ALUMINIO FELPERO PARA ENMARCAR LAMINAS | 5 | 4,95 | 24,75 |
| 30 | ENMARCAR LAMINAS | 30 | 3,00 | 90,00 |

| | | | | |
|----|---|-----|--------|---------|
| 31 | IMPRESIÓN GIGANTOGRAFIA VINIL PARA SERIGRAFIA | 2 | 30,00 | 60,00 |
| 32 | PELICULA TRANSPARENTE PROTECCION SERIGRAFIA | 4 | 6,00 | 24,00 |
| 33 | JACKS Y PLUGS | 1 | 480,00 | 480,00 |
| 34 | TERMINALES TIPO PUNTA #16 (FUNDA) | 4 | 2,22 | 8,88 |
| 35 | TERMINALES TIPO PUNTA #18 (FUNDA) | 2 | 2,26 | 4,52 |
| 36 | TERMINALES TIPO OJO #16 (FUNDA) | 3 | 10,00 | 30,00 |
| 37 | ANILLO MARCADOR 18-12 #0-9 | 20 | 1,78 | 35,60 |
| 38 | RIEL DIN PERFORADO | 6 | 3,20 | 19,20 |
| 39 | PRENSA ESTOPA 13MM (FUNDA) | 1 | 24,00 | 24,00 |
| 40 | PRENSA ESTOPA 11MM (FUNDA) | 1 | 21,00 | 21,00 |
| 41 | CABLE AWG 18 (ROLLO) | 1 | 28,00 | 28,00 |
| 42 | CABLE AWG 16 (ROLLO) | 2 | 35,00 | 70,00 |
| 43 | CABLE CONCENTRICO 4P #14 | 10 | 2,35 | 23,50 |
| 44 | CANALETA RANURADA PLASTICA | 10 | 4,90 | 49,00 |
| 45 | VARIOS TERNOS, TUERCAS, ANILLOS PLANOS, BROCAS PLANAS, SILICON, SIERRA. | 1 | 100,00 | 100,00 |
| 46 | MOTOR 0,5HP 4P 220/440V ABB | 1 | 91,70 | 91,70 |
| 47 | TABLERO METALICO DUPLEX | 1 | 565,00 | 565,00 |
| 48 | DISEÑO, DESARROLLO, CORRECCIONES Y PRUEBA (DIAS) | 120 | 15,00 | 1800,00 |

| | | |
|----------|---------|----------------|
| SUBTOTAL | 2385,63 | 5844,03 |
| IVA 12% | | 701,28 |
| TOTAL | | 6545,31 |

Nota: Este presupuesto es el final luego de una serie de correcciones de orden estético.

Referencias.

Bibliografía

Alvarez Pulido, M. (2009). *Transformadores*. Barcelona: Marcombo.

Autores. (2015). Guayaquil.

Bastian, P. (2001). *Electrotécnia*. Madrid: Akal.

Calloni, J. C. (2003). *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. Buenos Aires- Argentina: Nobuko.

Chapman, S. J. (2000). *Máquinas Eléctricas 3a. ed.* McGRAW-HILL.

Cortés Cherta, M. (1995). *Máquinas de Corriente Alterna Asíncrona*. Barcelona: Reverté.

Domingo Peña, J., Gámiz Caro, J., Grau i Saldes, A., & Martínez García, H. (2003). *Introducción a los Automatas Programables*. Catalunya: UOC.

Enriquez Harper, G. (2005). *Guías para el Diseño de instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales*. Mexico: Limusa.

Enriquez Harper, G. (2005). *Guías para el Diseño de instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales*. Mexico: Limusa.

Hernandez, R. (2005). arrancadores de Estado Solido. *Electro Industria*, 50-61.

J. Fowler, R. (1992). *Electricidad, Principios y Aplicaciones*. Barcelona: Reverté.

J. Maloney, T. (2006). *Electrónica Industrial Moderna*. Madrid: Pearson.

L. Kosow, I. (1977). *Control de Máquinas Eléctricas*. Barcelona: Reverté.

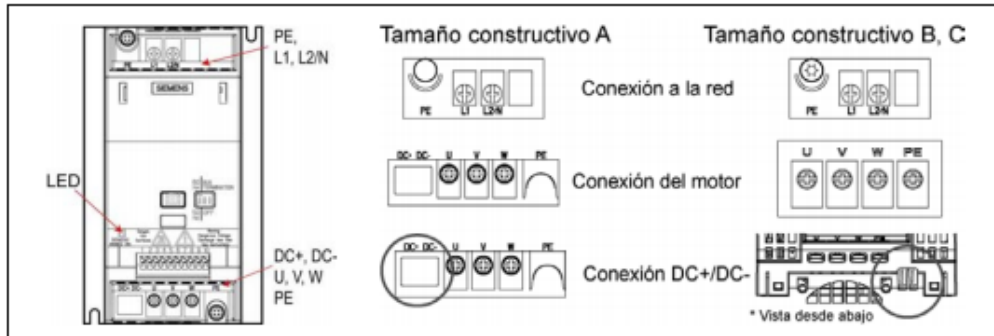
Leon, M. A. (05 de Noviembre de 2005). *Scrib*. Recuperado el 12 de febrero 2015 de 2015 de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/245574489/PRACTICAPOT2-1#scribd>

- Leon, M. A. (05 de Noviembre de 2005). *Scrib*. Recuperado el 12 de febrero 2015 de 2015 de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/245574489/PRACTICAPOT2-1#scribd>
- Lladonosa Giró, V. (1993). *Circuito Básico de Contactores y Temporizadores*. Barcelona: Marcombo.
- Martín Castillo, J. C., & García García, M. P. (2009). *Automatismos industriales*. Editex.
- Mora, J. F. (2008). *Maquinarias Eléctricas*. España: S.A. MCGRAW-HILL.
- Mora, J. F. (2008). *Maquinarias Eléctricas*. España: S.A. MCGRAW-HILL .
- Rodríguez Fernández, J. (2012). *Instalaciones Domóticas En Edificios*. Madrid: Paraninfo.
- Roldán Vilorio, J. (2004). *Automatismos y Cuadros Eléctricos*. Madrid: Paraninfo.
- Schneider. (2012). *Schneider Electric E learning*. Recuperado el diciembre de 2014, de Schneider Electric E learning: <http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/customers/contractors/training/training.page>

Anexo 1. Variador de frecuencia G110 de Siemens.

El siguiente anexo muestra las conexiones del Variador de frecuencia, programación y ajustes básicos, además de mensajes de alerta a revisar en funcionamiento.


Conexiones de red y del motor



Bornes de red y del motor

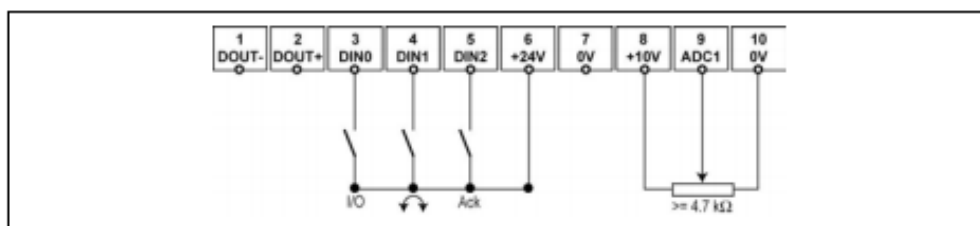
Bornes

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



Ajustes de fábrica específicos para la variante analógica

| Entrada / Salida | Bornes | Parámetro | Ajuste por defecto | Activo |
|---------------------|---------|------------|----------------------|--------|
| Fuente de órdenes | 3, 4, 5 | P0700 = 2 | Entrada digital | Sí |
| Fuente de consignas | 9 | P1000 = 2 | Entrada analógica | Sí |
| Entrada digital 0 | 3 | P0701 = 1 | ON / OFF1 (I/O) | Sí |
| Entrada digital 1 | 4 | P0702 = 12 | Inversión (↕) | Sí |
| Entrada digital 2 | 5 | P0703 = 9 | Acuse de fallo (Ack) | Sí |



Conexiones de la variante analógica

BOP (Opción)

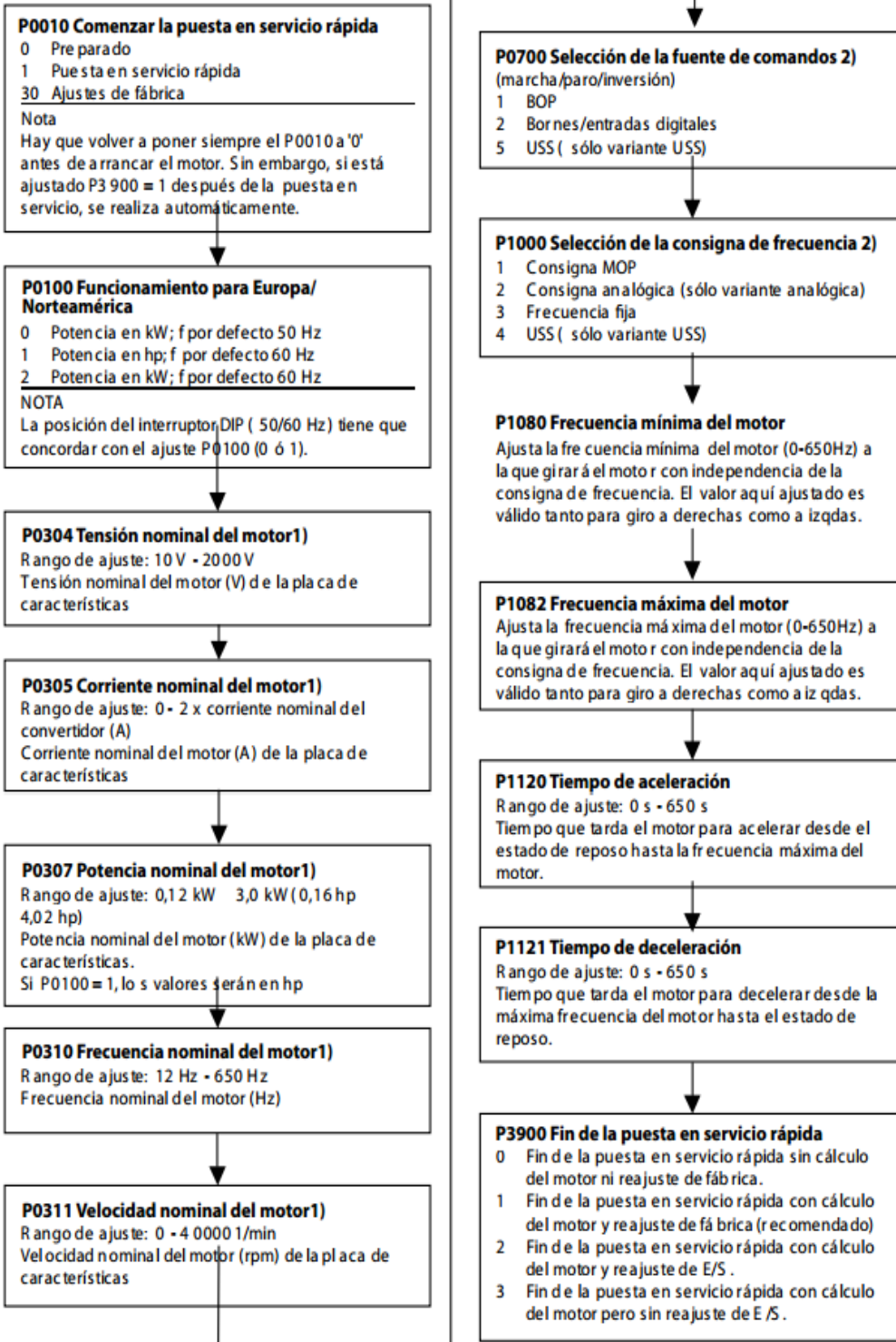
Botones y sus funciones en los paneles



| Panel/ Botón | Función | Efectos |
|-----------------|----------------------|---|
| | Indicación de estado | La pantalla de cristal líquido muestra los ajustes actuales del convertidor. |
| | Marcha | Al pulsar este botón se arranca el convertidor. Por defecto está bloqueado. Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15 |
| | Parada | OFF1 Pulsando este botón se para el motor siguiendo la rampa de deceleración seleccionada. Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15 OFF2 Pulsando el botón dos veces (o una vez prolongada) el motor se para de forma natural (inercia hasta parada). Esta función está constantemente activada. |
| | Invertir sentido | Pulsar este botón para cambiar el sentido de giro del motor. El inverso se indica mediante un signo negativo (-) o un punto decimal intermitente. Por defecto está bloqueado. Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15. |
| | Jog motor | Pulsando este botón en estado "listo" el motor arranca y gira a la frecuencia Jog preseleccionada. Pulsando este botón mientras el convertidor no tiene salida hace que el motor arranque y gire a la frecuencia Jog preseleccionada. El motor se detiene cuando se suelta el botón. Pulsar este botón cuando el motor está funcionando carece de efecto. |

| | | |
|--|----------------------|---|
| | Función | Este botón sirve para visualizar información adicional. Funciona pulsándolo y manteniéndolo apretado. Muestra lo siguiente comenzando por cualquier parámetro durante la operación: <ol style="list-style-type: none"> 1. Tensión en circuito intermedio (indicado mediante d - unidades en V). 2. Frecuencia de salida (Hz) 3. Tensión de salida (o - unidades en V). 4. El valor seleccionado en P0005. (Si P0005 se ha configurado de tal forma que se muestra uno de los datos indicados arriba (1 - 3), no aparece el valor correspondiente de nuevo). Cualquier pulsación adicional hace que vuelva a visualizarse la sucesión indicada anteriormente. Función de salto Pulsando brevemente el botón Fn es posible saltar desde cualquier parámetro (rxxx o Pxxx) a r0000, lo que permite, si se desea, modificar otro parámetro. Una vez retornado a r0000, si pulsa el botón Fn irá de nuevo a su punto inicial. Acusar Cuando aparecen mensajes de alarma y error, se pueden acusar, pulsando el botón Fn. |
| | Acceder a parámetros | Pulsando este botón es posible acceder a los parámetros. |
| | Subir valor | Pulsando este botón se sube el valor visualizado. |
| | Bajar valor | Pulsando este botón se baja el valor visualizado. |

Diagrama de flujo para puesta en servicio rápida (nivel de acceso 1 - P0003=1)




1) Parámetros relacionados con el motor. Consulte la placa de características del motor.

2) Son parámetros que contienen una lista más detallada de posibles ajustes para su uso en aplicaciones específicas. Consulte la Lista de parámetros.

Visualizaciones y mensajes

Indicadores de estado LED

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

Fallos y alarmas

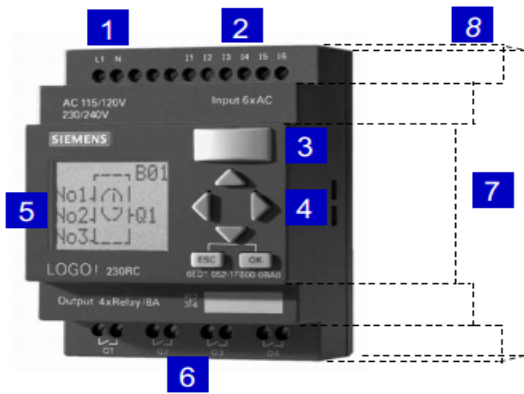
| Fallo | Significado |
|-------|---|
| F0001 | Sobrecorriente |
| F0002 | Sobretensión |
| F0003 | Subtensión |
| F0004 | Sobretemperatura convertidor |
| F0005 | Convertidor I ² T |
| F0011 | Sobretemperatura I ² T del motor |
| F0051 | Fallo parámetro EEPROM |
| F0052 | Fallo pila de energía |
| F0060 | Timeout del ASIC |
| F0072 | USS (enlace COMM) fallo consigna |
| F0085 | Fallo externo |

| Alarma | Significado |
|--------|---|
| A0501 | Límite corriente |
| A0502 | Límite por sobretensión |
| A0503 | Límite de mínima tensión |
| A0505 | I ² T del convertidor |
| A0511 | Sobretemperatura I ² t |
| A0910 | Regulador Vdc-max desconectado |
| A0911 | Regulador Vdc-max activo |
| A0920 | Los parámetros del ADC no están ajustados adecuadamente |
| A0923 | Señales JOG a derechas y JOG a izquierdas activas |

Anexo 2. Mini PLC LOGO

Pequeña guía de cableado, funciones especiales y programación básica.

Ejecución y Montaje



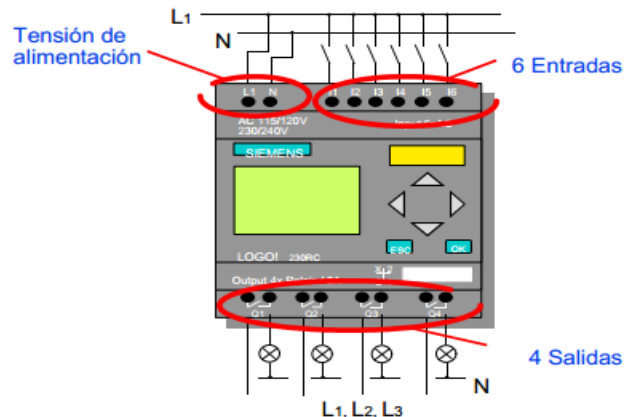
Anchura: 72 mm (4WM) ó 126 mm (7WM)
 Altura: 90 mm 90 mm
 Profund: 55 mm 55 mm

- 1 Terminales de alimentación
- 2 Terminales de entrada
- 3 Conector PC/Módulo
- 4 Teclado de servicio
- 5 Pantalla de Visualización
- 6 Terminales de salida
- 7 Montaje sobre perfil DIN de 35 mm. mediante un simple "click"
- 8 AS-Interface opcional para los modelos "Largos"

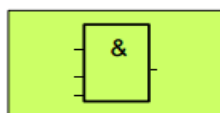
Cableado del LOGO!: Modelos Básicos

Ejemplo: LOGO! 230RC

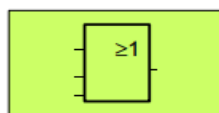
- **Tensión alimentación L1, N**
 AC 115 / 230 V
 50 / 60 Hz
 L1 = 85 ... 264 V AC
- **Entradas**
 Entrada I1...I6
 Estado señal 1 con > 79 V AC
 Estado señal 0 con < 40 V AC
- **Salidas**
 Salidas Q1 ..Q4
 L1, L2, L3 (115 / 230 V AC)



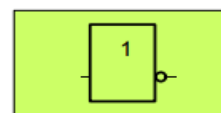
6 Funciones Generales Integradas (GF)



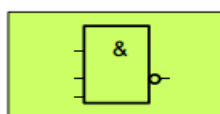
AND



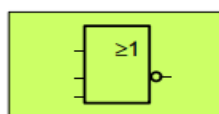
OR



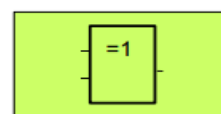
NOT



NAND

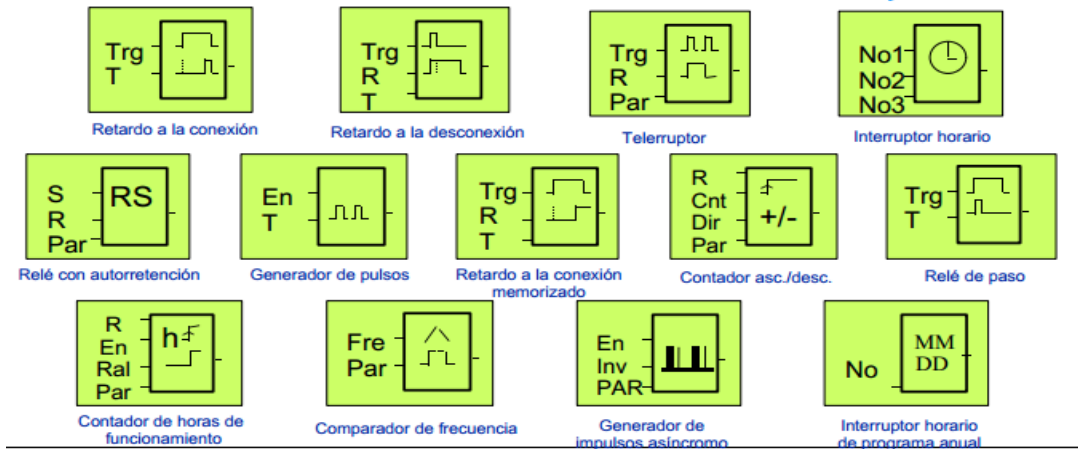
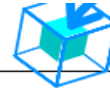


NOR

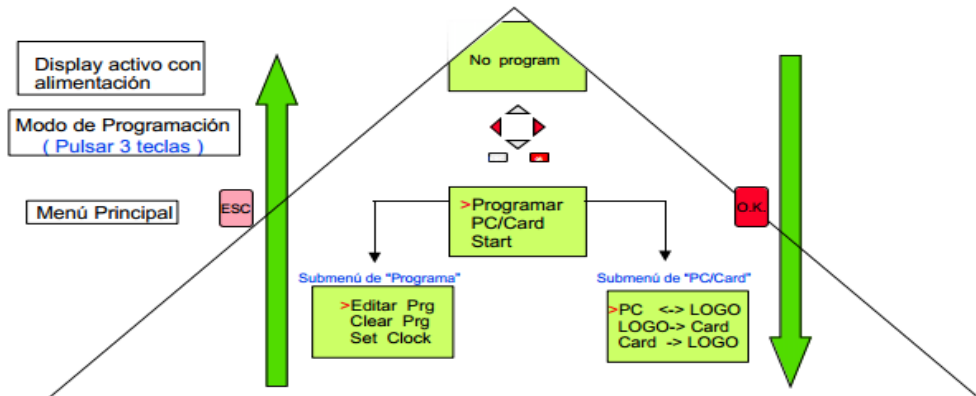


XOR

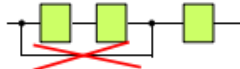
13 Funciones Especiales Integradas (SF)

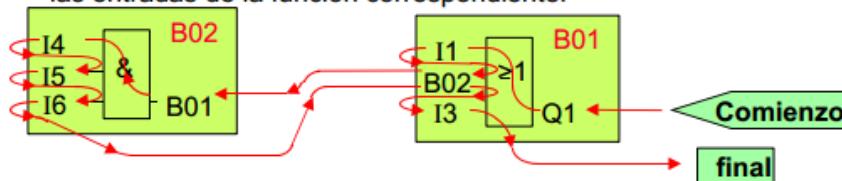


Procedimiento de manejo con LOGO!



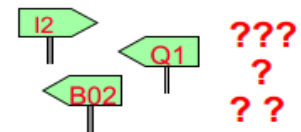
Peculiaridades de la programación

- Se programa siempre de la salida a la entrada
- Siempre en modo "insertar" (en caso necesario borrar explícitamente p.e. con conector x)
- No se permite realizar realimentaciones 
- Si se quiere programar la función o concatenación representada, tal y como aparece en este ejemplo, ha de comenzarse por la salida Q1 y continuar con las entradas de la función correspondiente.

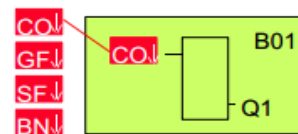


Filosofía de programación

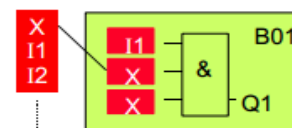
1. "¿Quiero introducir o cambiar algo?"
Desplazar el cursor "_" hasta ese lugar
+ Pulsar **ok**



2. "¿Qué quiero introducir o cambiar?"
Seleccionar si se necesita una función básica, una función especial, un conector o un bloque ya existente
+ Pulsar **ok**



3. ¿Qué función, conector o bloque quiero?
De todos los existentes, seleccionar la función o bien la borna que se necesita
+ Pulsar **ok**



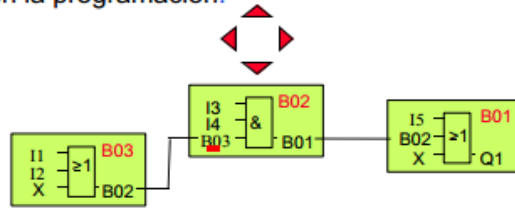
El Cursor

- El cursor tiene dos funciones en la programación:

1. Cuando el **cursor** aparece

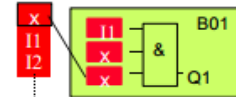
subrayado,

→ usted puede usar las 4 teclas para moverse a cualquier punto que desee del programa.



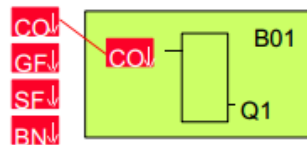
2. Cuando aparece **intermitente** (■ vídeo inverso),

→ usted puede usarlo para **seleccionar los menús**, p.e., un bloque de funciones o una conexión a una entrada.



"Cablear" con LOGO!

- El "cableado" de componentes en LOGO! es:



- Conectores

Co para conectores
p.e. para entradas / salidas

- Bloques

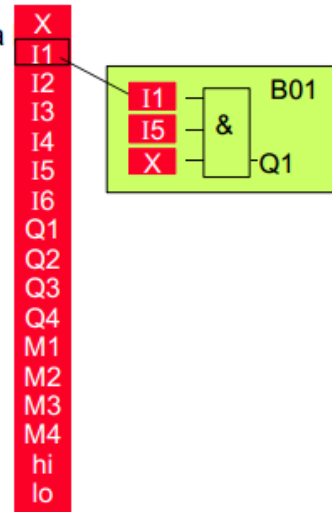
GF para funciones generales, p.e. AND, OR,...
SF para funciones especiales, p.e. Interruptor horario,...
BN para bloques ya existentes

Conectores (Co)

Por medio de los conectores se pueden conectar a bloques terminales las verdaderas entradas y salidas, o bien, diferentes tensiones.

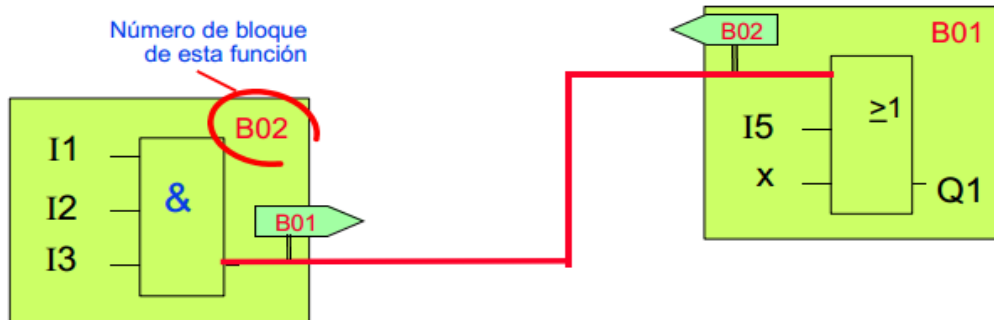
Esto significa:

| | |
|------------------|---|
| I1 ... I6 | Entradas I1 ... I6 ó I1... I12 (Modelos L) |
| Q1 ... Q4 | Salidas Q1 ... Q4 ó Q1 ... Q8 (Modelos L) |
| M1 ... M4 | Marcas M1 ... M4 |
| hi lo | Estado señal hi = "1" ; Estado señal lo = "0" |
| X | sin conectar, es decir, entrada no utilizada |



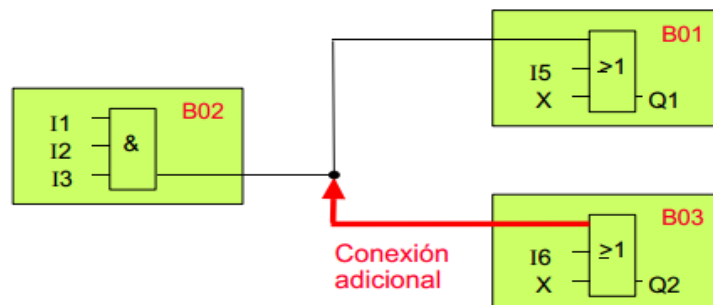
Número de bloque

- El número de bloque es asignado automáticamente por el LOGO!
- El número de bloque del bloque actual está situado en la parte superior derecha de la pantalla. Este tiene la función de indicación del camino.

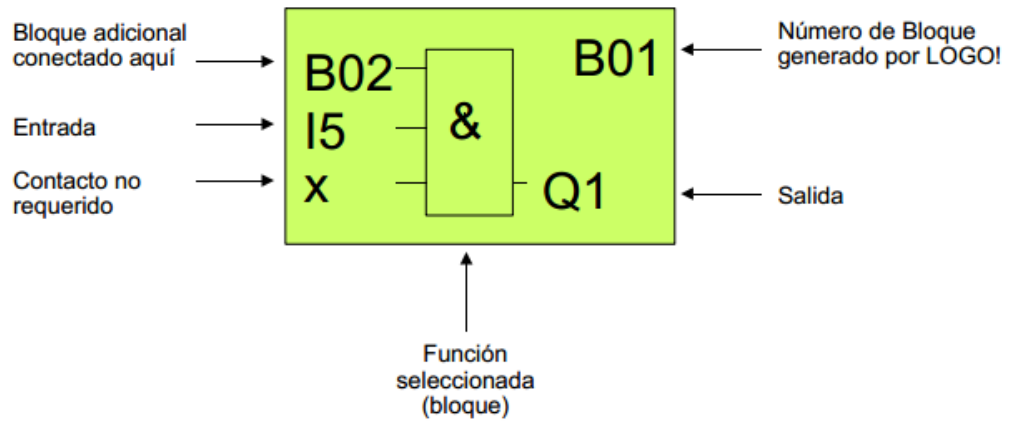


Bloques (BN)

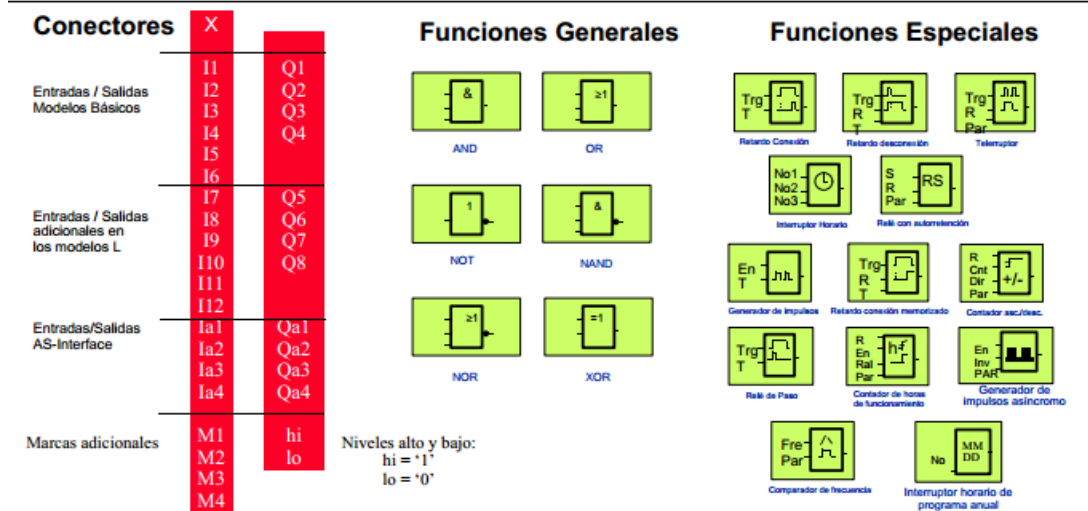
- Con la función **BN** se puede asociar un bloque ya generado a otros bloques.



Ejemplo de presentación del Display de LOGO!



Visión General: Conectores, Funciones Generales y Especiales




Anexo 3: Arrancador Suave Siemens Sirius 3RW4026.


Instructivo de instalación, operación y mantenimiento del Arrancador Suave 3RW4026-1bb14

Arrancador suave 3RW402, 3RW403, 3RW404

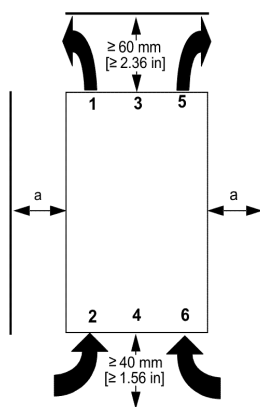
Español

Leer y comprender este instructivo antes de la instalación, operación o mantenimiento del equipo.

| | PELIGRO | PRECAUCIÓN | NOTA |
|---|--|---|--|
|  | <p>Tensión peligrosa. Puede causar la muerte o lesiones graves. Desconectar la alimentación eléctrica antes de trabajar en el equipo.</p> | <p>El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.</p> | <p>Este es un producto para ambientes clase A. Usado en un entorno doméstico puede causar perturbaciones radioeléctricas indeseadas. En este caso, el usuario podrá verse obligado a tomar las medidas necesarias para evitar dichas perturbaciones.</p> |

| | PELIGRO |
|---|--|
|  | <p>Tensión peligrosa. Puede causar la muerte o lesiones graves. Para evitar todo riesgo de electrocución o de quemaduras, no tocar los bornes de la unidad de control del motor mientras estén bajo tensión. Los bornes de salida están bajo tensión aunque la unidad de control del motor esté desconectada.</p> |

Distancias de montaje para instalación simple (para instalación junto a otros aparatos, ver manual arrancadores suaves)



ATENCIÓN

Al instalar el equipo, obsérvese las distancias mínimas indicadas para garantizar la circulación del aire necesario para la refrigeración. La ventilación del equipo se realiza desde abajo hacia arriba.

PRECAUCIÓN

¡Peligro de daños materiales!

Preste atención de que no pueda ingresar líquido, polvo o algún objeto conductor al interno del arrancador suave.

a) 3RW402: 15 mm [0.59 in]
3RW403; 3RW404: 30 mm [1.18 in]

Valores de ajuste de la corriente del motor

Valores de ajuste admisibles de la corriente del motor en función del tipo CLASS a temperaturas ambiente de 40 °C

| | I_e [A] | I_{min} [A] | I_{max} [A] CLASS 10 | I_{max} [A] CLASS 15 | I_{max} [A] CLASS 20 |
|-------------|-----------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 3RW4024-... | 12,5 | 5 | 12,5 | 11 | 10 |
| 3RW4026-... | 25,3 | 10,3 | 25,3 | 23 | 21 |
| 3RW4027-... | 32,2 | 17,2 | 32,2 | 30 | 27 |
| 3RW4028-... | 38 | 23 | 38 | 34 | 31 |
| 3RW4036-... | 45 | 22,5 | 45 | 42 | 38 |
| 3RW4037-... | 63 | 25,5 | 63 | 50 | 46 |
| 3RW4038-... | 72 | 34,5 | 72 | 56 | 50 |
| 3RW4046-... | 80 | 42,5 | 80 | 70 | 64 |
| 3RW4047-... | 106 | 46 | 106 | 84 | 77 |

Programación de la salida ON/RUN 13/14 (ajuste de fábrica: ON) (parte de gráficas, figura 3)

- Iniciar programación** (Al usar el equipo 3RW402, retire primero la tapa como demostrado en la figura 2.) Mantenga pulsada la tecla "RESET MODE" (2) durante más de 2 s, hasta que el LED "DEVICE" (5) parpadee en verde. Mantenga pulsada la tecla "RESET MODE" (2), pulsando al mismo tiempo la tecla "RESET/TEST" (1) durante más de 1 s, hasta que el LED "DEVICE" (5) del equipo se ilumine rojo.
- Indicar modo:** el LED "STATE/BYPASSED/FAILURE" (6) destella verde: modo ON. El LED "STATE/BYPASSED/FAILURE" (6) parpadea en verde: modo RUN.
- Cambiar modo:** pulse la tecla "RESET MODE" (2).
- Terminar programación y guardar ajustes:** mantenga pulsada la tecla "RESET/TEST" (1) durante más de 1 s, hasta que el LED "DEVICE" (5) se ilumine verde.

Instrucciones para la puesta en servicio rápida

Entrada de termistor (sólo 3RW40.-TB0.)

- Conexión Thermoclick según figura 6.3 (quitar ligadura de alambre)
- Conexión PTC de tipo A según figura 6.4 (quitar ligadura de alambre)

PRECAUCIÓN

¡Peligro de daños materiales!

No está admitida la conexión con bornes no ocupados.

| Aplicación | Parámetros de arranque | | | Parámetros de parada |
|--------------------------|------------------------|----------------------|--|----------------------|
| | Tensión de arranque % | Tiempo de arranque s | Valor límite de corriente $\times I_e$ | Tiempo de parada |
| Cinta transportadora | 70 | 10 | $5 \times I_e$ | 5 |
| Transportador a rodillos | 60 | 10 | $5 \times I_e$ | 5 |
| Compresor | 50 | 10 | $4 \times I_e$ | 0 |
| Ventilador pequeño | 40 | 10 | $4 \times I_e$ | 0 |
| Bomba | 40 | 10 | $4 \times I_e$ | 10 |
| Bomba hidráulica | 40 | 10 | $4 \times I_e$ | 0 |
| Mezcladora | 40 | 20 | $4 \times I_e$ | 0 |
| Máquina fresadora | 40 | 20 | $4 \times I_e$ | 0 |

Puesta en servicio rápida
3RW40 SIRIUS
Arrancador suave

1. Control del cableado
- parte de control y
- parte de potencia

2. Parametrizar el equipo
Protección del motor
- Ajustar la corriente nominal del motor mediante el ajustador le
- Seleccionar la clase de disparo mediante el selector CLASS
Función de arranque suave
- Valor límite de corriente ($x I_e$)
- Tiempo de arranque (s)
- Tensión de arranque (%)
- Tiempo de parada (s)
ajustar los valores deseados (ver tabla Parámetros recomendados).

3. Controlar y aplicar tensiones en el circuito de mando y en el principal.
Determinar y eliminar la causa del fallo mediante el indicador LED y la tabla de estado. (ver Página 13)

LED "DEVICE"
luz verde permanente,
¿están apagados los demás LEDs?

4. Activar el arrancador suave (IN 0 -> 1)

LEDs:
"DEVICE" luz verde permanente,
"STATE/BYPASSED" ¿destella en verde?

¿arranca el motor suavemente?

¿El motor alcanza rápidamente, dentro del tiempo deseado, su velocidad nominal?

LEDs:
¿"DEVICE" luz verde permanente, "STATE/BYPASSED" luz verde permanente?

Desactivar el arrancador suave (IN 1 -> 0)

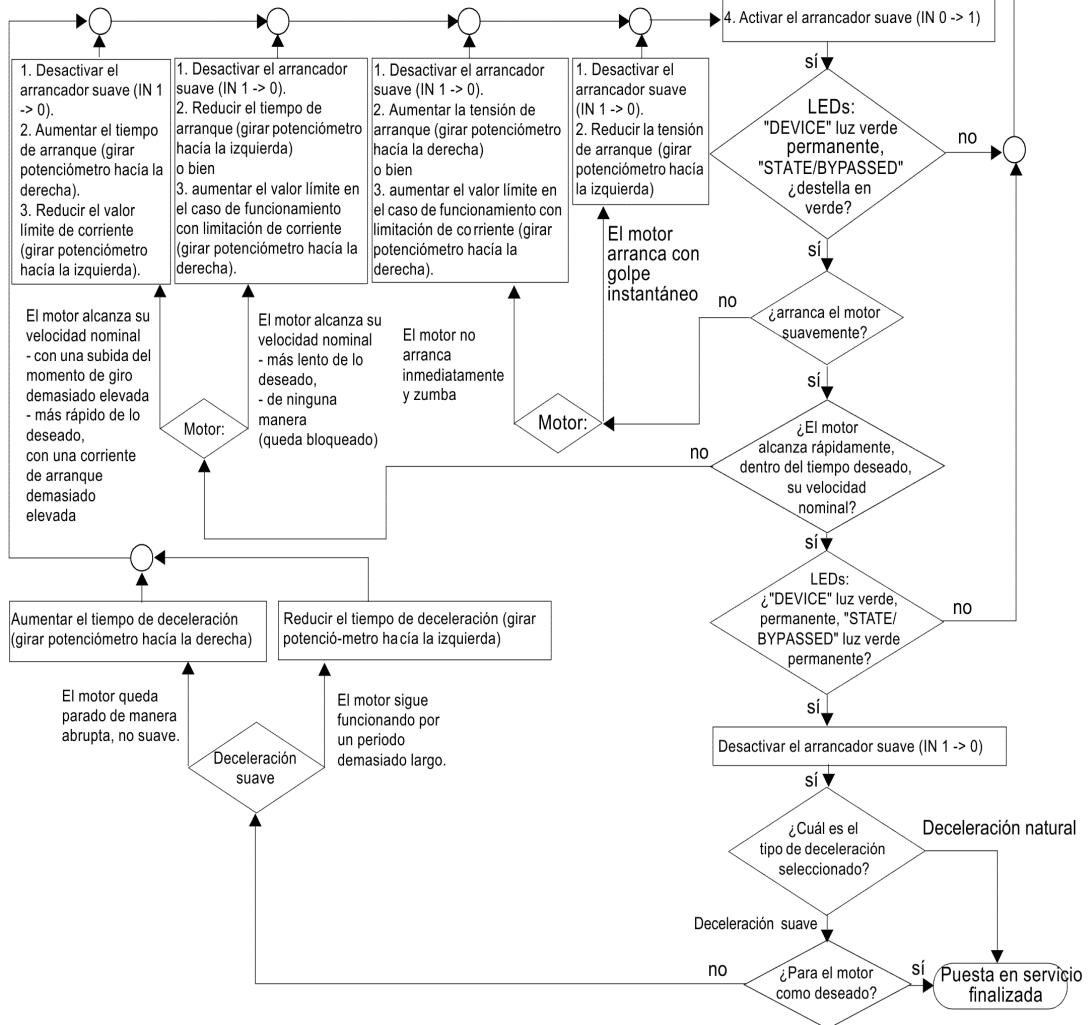
¿Cuál es el tipo de deceleración seleccionado?

Deceleración suave

Deceleración natural

¿Para el motor como deseado?

Puesta en servicio finalizada



Resumen de las indicaciones

| | | Indicadores LED 3RW40 | | | | Contactos auxiliares | | | | |
|---|----|--|---|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------------|----------|
| | | Arrancador suave | | Protección del motor | | 13 14 | | 24 23 | | 96 95 98 |
| 3RW40 | | DEVICE (rd/gn/ylw / FAILURE (gn/rd)) | STATE / BYPASSED / FAILURE (gn/rd)) | OVERLOAD (rd) | RESET MODE (ylw/gn) | 13 14 (ON) | 13 14 (RUN) | 24 23 (BYPASSED) | 96 95 98 FAILURE / OVERLOAD | |
| $U_s = 0$ | | ● | ● | ● | ● | | | | | |
| Estado operativo | IN | | | | | | | | | |
| Desconectado | 0 | | ● | ● | ● | | | | | |
| Arranque | 1 | | | ● | ● | | | | | |
| Bypassed | 1 | | | ● | ● | | | | | |
| Deceleración | 0 | | | ● | ● | | | | | |
| Alarma | | | | | | | | | | |
| Ajuste J_{Class} inadmisibile | | | | | ● | | | | | |
| Arranque bloqueado, sobrecalentamiento del | | | ● | ● | ● | | | | | |
| Fallo | | | | | | | | | | |
| Tensión de alimentación de la electrónica ina | | ● | | ● | ● | | | | | |
| Ajuste J_{Class} inadmisibile e IN (0 -> 1) | | | | | ● | | | | | |
| Desconexión protección del motor Relé de sobrecarga / termistor | | | ● | | ● | | | | | |
| Protección del motor del termistor Rotura de cable / cortocircuito | | | ● | | ● | | | | | |
| Sobrecarga térmica del equipo | | | | ● | ● | | | | | |
| - Falta tensión de carga - Corte de fase, falta carga | | | | ● | ● | | | | | |
| Fallo del equipo | | | | ● | ● | | | | | |
| Función de prueba | | | | | | | | | | |
| ¹⁾ Pulsar TEST t > 5 s | | | ● | | ● | | | | | |
| RESET MODE (pulsar para cambiar) | | | | | | | | | | |
| Reset manual | | ● | ● | ● | ● | | | | | |
| Reset automático | | ● | ● | ● | | | | | | |
| Reset remoto ver figura 6.2 | | ● | ● | ● | | | | | | |

| Indicación de los LEDs | | | | | | | ¹⁾ Test desconexión protección motor |
|------------------------|-----------|--------------|--------------|-------|----------|------|---|
| | | | | gn = | ylw = | rd = | |
| Apagado | Encendido | Intermitente | Centelleante | verde | amarillo | rojo | |

⚠ ADVERTENCIA

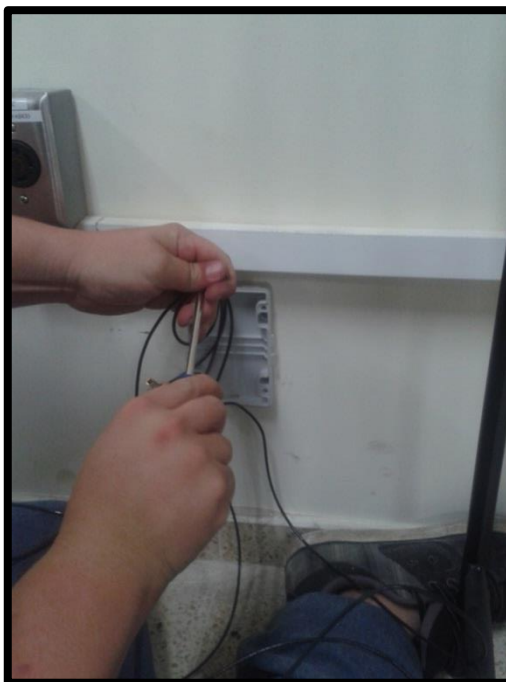
Rearranque automático.
Puede causar la muerte, lesiones graves o daños materiales.

No está permitido utilizar el modo automático de Reset (RESET MODE) en aplicaciones en las cuales el rearmado imprevisto después del tiempo de recuperación pueda provocar lesiones físicas o daños materiales. La orden de marcha (p. ej. por medio de la PLC) deberá anularse antes de una orden de rearme; en efecto, la presencia de la orden de marcha después de la orden de rearme provoca un rearmado automático. Esto es especialmente válido para el disparo de protección del motor. Por razones de seguridad se recomienda integrar la salida de señalización de fallo agrupado (bornes 95 y 96) en la unidad de control.

3ZX1012-0RW40-2DA1

Anexo 4: Fotos de Tomacorrientes trifásicos y Módulo didáctico.

En este Anexo se adjunta fotos de Tomacorrientes trifásicos instalados en el laboratorio para la alimentación y puesta en ejecución del tablero didáctico, así mismo el Módulo terminado.



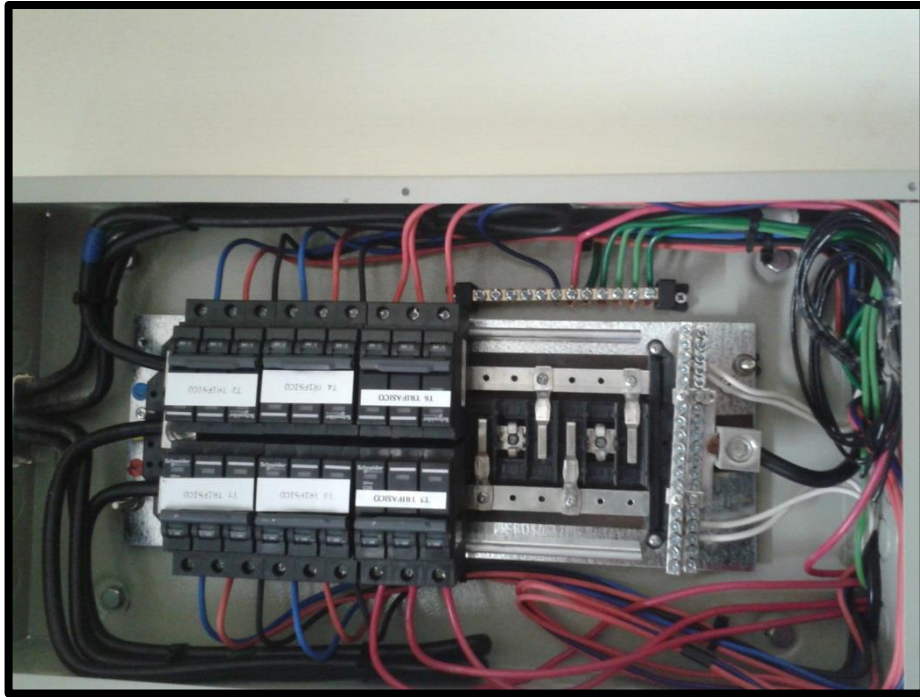
Anexo 4 1 Construcción de tomacorrientes trifásicos en el laboratorio

Fuente: Los Autores, 2015.



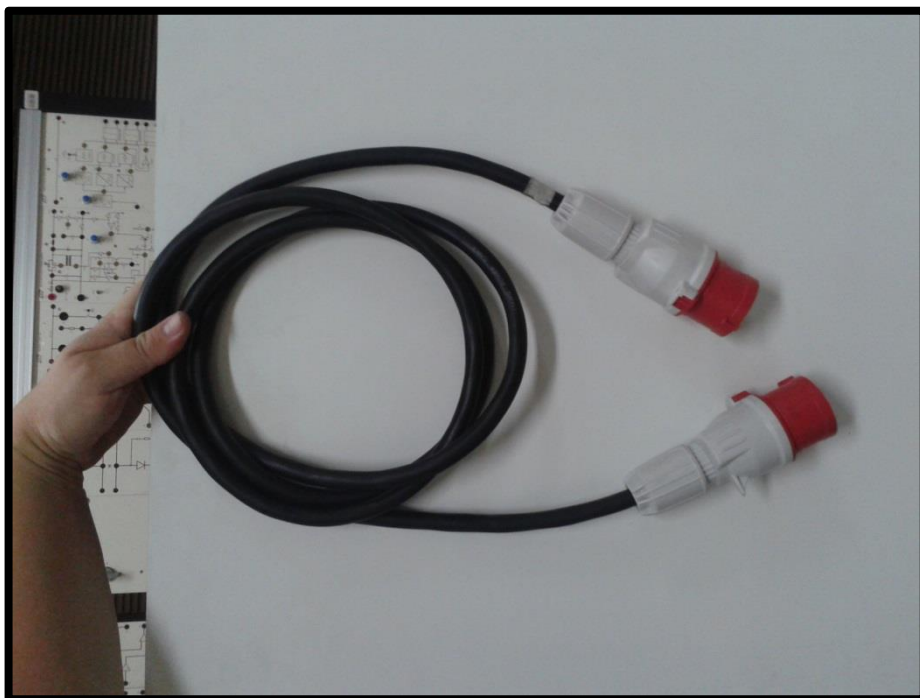
Anexo 4 2 Tomacorrientes trifásicos de 3 Polos + 1 Neutro terminados.

Fuente: Los Autores, 2015.



Anexo 4 3 Ubicación de Breaker trifásico de 20 Amperios destinado a proteger los dos tomacorrientes trifásicos instalados en el laboratorio.

Fuente: Los Autores, 2015.



Anexo 4 4 Extensión trifásica para alimentación del Módulo Didáctico.

Fuente: Los Autores, 2015.



Anexo 4 5 Modulo Didáctico terminado y funcionando. En foto los integrantes del proyecto, Tutor y Docente revisor.

Fuente: Los Autores, 2015.