

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOS MÓDULOS EDUCACIONALES BASADOS EN DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y RELÉ PROGRAMABLE (LOGO)

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTROMECAÁNICA**

PILATAXI ALULEMA GUIDO REMIGIO

guido.pilataxi@epn.edu.ec

CHIMARRO GALARZA CRISTIAN MARCELO

cristian.chimarro@epn.edu.ec

DIRECTOR: ARAUJO VIZUETE GABRIELA FERNANDA

gabriela.araujo@epn.edu.ec

CO-DIRECTOR: VINUEZA RHOR MÓNICA

monica.vinueza@epn.edu.ec

Quito, mayo 2019

DECLARACIÓN

Nosotros, Pilataxi Alulema Guido Remigio y Chimarro Galarza Cristian Marcelo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional, y que 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 Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Pilataxi Alulema Guido

Chimarro Galarza Cristian

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue diseñado e implementado por Guido Remigio Pilataxi Alulema y Cristian Marcelo Chimarro, bajo mi supervisión

Ing. Araujo Vizuite Gabriela

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Vinuesa Rhor Mónica

CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
3.1 Requisitos para el diseño	5
3.2 Selección de equipos y dispositivos a utilizar	9
Controlador Programable (LOGO V8).....	11
Interfaz de comunicación.....	14
Dispositivos de control.....	14
Dispositivos de protección.....	19
Dispositivos de maniobra y señalización.....	22
3.3 Diseño y construcción de los módulos educativos.....	26
Proceso de construcción del módulo	27
Proceso de pulido y acabado.....	31
Corte y perforación de las placas.....	33
Colocación del vinilo de la simbología.....	34
Anclaje de los dispositivos en las placas.....	34
Montaje de las protecciones en la placa	37
3.4 Conexiones de los dispositivos.....	38
3.5. Montaje de los módulos educativos en el laboratorio.....	39
3.6. Programación en el LOGO	41
3.7. Pruebas.....	62
Prueba de voltaje en el módulo.....	62
Prueba de dispositivos de seguridad y protección	63
Prueba de comunicación	64
Prueba de dispositivos de mando.....	67
Prueba de dispositivos de señalización.....	68
Prueba de dispositivos de fuerza.....	69
Verificación de los módulos educativos en funcionamiento.....	71
3.8. Prácticas	73
Práctica N°1 Arranque Y-Delta a transición circuito cerrado	73
Práctica N°2 Un semáforo inteligente mediante lógica programada.....	75
Práctica N°3 Simulación de dos bombas para el llenado de un tanque.....	77
3.9. Resultados	79
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85

4.1 Conclusiones.....	85
4.2 Recomendaciones.....	85
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
6. ANEXOS	89
Anexo A: Datos técnicos del LOGO Soft Comfort V8	90
Anexo B: Planos tridimensionales de construcción de módulos didacticos.....	101
Anexo C: Lista de elementos y costos.....	105
Anexo D: Verificación de funcionamiento de los elementos.....	109
Anexo E: Datos técnicos de bombas comerciales de agua	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama de procedimientos.....	3
Figura 3.1. Estructura LOGO Soft Comfort.....	12
Figura 3.2 Pantalla principal LOGO Soft Comfort.....	13
Figura 3.3 Representación de Interfaz de comunicación.....	14
Figura 3.4 Contactor SIRIUS 3RT2023 AC-3, 1NO+1NC, AC 230V 50/60 HZ.	17
Figura 3.5 Contactos auxiliares para contactores SIRIUS Innovations 1NA+1NC.	18
Figura 3.6 Contactor SIRUIS con bloque auxiliar frontal.	18
Figura 3.7 Breaker 5SL3306-7 de 6AMP.....	19
Figura 3.8 Relé de sobre corriente SIRIUS 3RU2126-1KB0.....	22
Figura 3.9 Siemens 3SB3210-2DA11.	23
Figura 3.10 Pulsador siemens 3SB3203-0AA41.	23
Figura 3.11 Pulsador siemens 3SB3252-6AA20.	24
Figura 3.12 Diseño frontal con medidas del soporte metálico.	26
Figura 3. 13 Placas cortadas para módulos.	27
Figura 3. 14 Nomenclatura AWS para electrodos.	28
Figura 3. 15 Soldadora LINCOLN AC 225.....	30
Figura 3. 16 Materiales para el proceso de soldadura.....	30
Figura 3. 17 Proceso de soldadura de estructura metálica.....	31
Figura 3. 18 Proceso de pulido de la estructura de soporte.....	32
Figura 3. 19 Acabado estructura metálica.	32
Figura 3. 20 Perforación de las placas.	33
Figura 3. 21 Ejemplo vinil simbología.....	34
Figura 3. 22 Módulo LOGO terminado.	35
Figura 3. 23 Modulo selector terminado.	35
Figura 3. 24 Módulo contactor terminado.....	36
Figura 3. 25 Módulo pulsador terminado.	36
Figura 3. 26 Módulo luces piloto terminado.....	37
Figura 3. 27 Módulo breaker terminado.....	37
Figura 3. 28 Módulo guardamotor terminado.....	38
Figura 3.29 Ejemplo conexión cableada y protección de cortocircuitó	38
Figura 3.30 Montaje del módulo educacional por la parte posterior.....	39
Figura 3.31 Conexión y cableado a los dispositivos.	39
Figura 3.32 Mesa de trabajo con el módulo educacional completo.	40
Figura 3.33 Conexión trifásica del tablero a las respectivas mesas de trabajo.	40
Figura 3.34 Prueba de voltaje en las borneras de la alimentación principal.	62
Figura 3.35 Prueba de voltaje en el módulo LOGO.....	63

Figura 3.36	Prueba de cortocircuito con el contactor y un pulsador de maniobra.....	64
Figura 3.37	Prueba de conexión pc-LOGO con cable de red.	65
Figura 3.38	Pantalla de la información de las configuraciones de red.	65
Figura 3.39	Prueba de conexión con la interfaz de comunicación.	66
Figura 3.40	Conexión PC-LOGO completada de manera correcta.....	66
Figura 3.41	Transferencia de información del PC al LOGO.....	67
Figura 3.42	Prueba de continuidad en los dispositivos de mando.	68
Figura 3.43	Prueba de funcionamiento de luces piloto.	69
Figura 3.44	Prueba de activación de bobinas con pulsador.	70
Figura 3.45	Sistema funcional estrella-triángulo.....	71
Figura 3.46	Sistema funcional de semáforo.	72
Figura 3.47	Sistema de cisternas funcional.	72
Figura 3.48	Funcionamiento de circuito de arranque estrella – triángulo.....	79
Figura 3.49	Diagrama de fuerza de arranque de motor Y- Δ en transición cerrada.	80
Figura 3.50	Diagrama I/O al LOGO del sistema de arranque de motor..	81
Figura 3.51	Funcionamiento del circuito de semáforo inteligente.	81
Figura 3.52	Diagrama de I/O para el sistema de semáforo inteligente.	82
Figura 3.53	Funcionamiento del circuito de 2 bombas para una cisterna.	83
Figura 3.54	Diagrama de I/O del sistema de llenado de una cisterna.....	83
Figura 3.55	Diagrama de fuerza sistema de llenado de una cisterna	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1	Características de los módulos educacionales.	5
Tabla 3. 2	Características técnicas de los elementos por mesa de trabajo.	7
Tabla 3. 3	Elementos seleccionados.	9
Tabla 3. 4	Características generales LOGO 230 RC	12
Tabla 3. 5	Motores trifásicos disponibles en el mercado	16
Tabla 3. 6	Contactores SIRIUS disponibles en el mercado	17
Tabla 3. 7	Rango de corrientes nominales de motores comerciales	20
Tabla 3. 8	Rango de corrientes de guardamotor.	21
Tabla 3. 9	Tabla de estructuras metálicas.	25
Tabla 3. 10	Ángulos con medidas según norma INEN	28
Tabla 3. 11	Nomenclatura de los electrodos SMAW	29
Tabla 3. 12	Cables utilizados para la conexión eléctrica.	41
Tabla 3. 13	Descripción de entradas y salidas de arranque estrella delta.	42
Tabla 3. 14	Descripción de la programación de motor trifásico parte uno.	43
Tabla 3. 15	Texto de aviso de arranque de motor trifásico.	44
Tabla 3. 16	Descripción de la programación de un motor trifásico parte dos.	45
Tabla 3. 17	Texto de aviso de motor trifásico.	46
Tabla 3. 18	Descripción de la programación de un motor trifásico parte tres.	47
Tabla 3. 19	Descripción de la programación de un motor trifásico parte cuatro.	48
Tabla 3. 20	Descripción de entradas y salidas de semáforo.	49
Tabla 3. 21	Descripción de la programación para semáforo primera parte	51
Tabla 3. 22	Descripción de la programación para semáforo segunda parte.	52
Tabla 3. 23	Descripción de texto de aviso para semáforo.	53
Tabla 3. 24	Descripción de la programación para semáforo.	54
Tabla 3. 25	Descripción de texto de aviso para semáforo.	55
Tabla 3. 26	Características de las bombas comerciales para agua	56
Tabla 3. 27	Entradas y salidas del llenado de una cisterna con dos bombas.	57
Tabla 3. 28	Funcionamiento del simulador para una cisterna primera parte.	58
Tabla 3. 29	Funcionamiento del simulador para una cisterna segunda parte.	59
Tabla 3. 30	Funcionamiento del simulador para una cisterna tercera parte.	60
Tabla 3. 31	Descripción de textos de avisos.	61
Tabla 3. 32	Resultados pruebas de voltaje.	63
Tabla 3. 33	Resultados de prueba de cortocircuito.	64
Tabla 3. 34	Resultados de conexión LOGO - PC	67
Tabla 3. 35	Tabla de resultados de continuidad.	68

Tabla 3. 36 Resultado de la prueba de luces pilotos.....	69
Tabla 3. 37 Resultado de las pruebas en los contactores.....	70
Tabla 3. 38 Resultados de funcionamiento en prácticas implementadas.....	73

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objeto el diseño e implementación de dos módulos educacionales basados en dispositivos de maniobra y relé programable, los cuales formarán parte del Laboratorio de Control Industrial en la Escuela de Formación de Tecnólogos.

Con los módulos educacionales implementados, el estudiante de la carrera de Tecnología en Electromecánica tendrá la posibilidad de preparar sus prácticas de laboratorio y reforzar los conocimientos de las asignaturas de Control Industrial, Máquinas Eléctricas, Protecciones Eléctricas y Máquinas Térmicas.

Bajo esta premisa, cabe recalcar que en la actualidad los contactores, sensores, pulsadores, guardamotores, temporizadores, variadores de velocidad, controladores, PLCs y otros dispositivos más facultan al ser humano a interactuar con los procesos en diferentes tipos de industria, sin necesidad de asumir riesgos en la planta, ya que facilitan el control y toma de decisiones de manera local y remota.

De manera que, los controladores compactos y relés lógicos programables son ampliamente conocidos por su alta fiabilidad y confiabilidad; además, la simple configuración y operación han hecho que estos sean cada vez más populares y ganen aceptación en la industria, ámbitos educacionales y muchas veces domésticos.

Con el objeto de que los estudiantes conozcan y operen tecnologías vigentes en la automatización, refuercen los conocimientos teóricos e impulsen su creatividad y trabajo en campos pertinentes a su formación y vida laboral se han implementado dos módulos educacionales de control industrial en una estructura física robusta diseñada para su fácil desplazamiento y uso dentro del laboratorio.

Y, además, se han desarrollado tres prácticas de laboratorio: la primera, correspondiente al arranque de un motor trifásico de inducción en composición estrella-delta mediante lógica cableada; la segunda, la implementación de un

semáforo inteligente mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort y la última, la simulación de dos bombas para el llenado de un tanque de reserva mediante lógica programada en el LOGO Soft Comfort.

Finalmente, se incluyen pruebas de funcionamiento, su interpretación y el análisis de resultados que avalan la correcta implementación y funcionamiento de los módulos educativos.

ABSTRACT

The present project has the purpose of designing and implementing two educational modules based on devices of circuit switching and programmable relays, which will be part of the Industrial Control Laboratory at the Training School for Technologists (Escuela de Formación de Tecnólogos).

With these educational models the students in technology of electrical engineering will have the possibility to prepare their laboratory exercises and strengthen their knowledge in the subjects of industrial control, electric machines and electric protections.

Under these circumstances it has to be underlined that due to their possibilities of remote and local control and decision-making, relays, sensors, control buttons, motor protection switches, clocks, speed controllers, controllers, PLCs and other devices, in the present enable human beings to interact with processes in different types of industry without the necessity of exposing themselves to risks inside the production plant.

The fact that compact controllers and logical programmable relays are widely known for their operability and reliability and furthermore for their simple configuration and operation made that those are gaining more and more popularity and acceptance in industry and in educational and often domestic fields.

With the purpose of students being able to learn about and to operate modern automatization technologies and strengthen and impulse their theoretical knowledge, creativity and experience in their fields of study and professional life, two modules with robust physical structure, designed for their easy use and dislocation inside the laboratory were implemented.

In addition, three laboratory exercises were developed: first, a three-phase magnetic induction starting motor in star/delta connection with wired logic; second, the implementation of an intelligent traffic-light programmed via the Logo! Soft Comfort software; third, the simulation of two pumps used for the filling of a water tank, also programmed via the Logo! Soft Comfort software.

Finally, functioning tests and the interpretation and analysis of results to guarantee the correct implementation and functioning of the educational modules are included.

1. INTRODUCCIÓN

Babbage, matemático y científico británico, conocido como el padre de la computación, resaltó que la división del trabajo contribuyó favorablemente al cambio tecnológico, derivado de la automatización en los procesos de trabajo [1].

Es decir, la automatización de procesos, mejora y simplifica los ciclos de trabajo repetitivos, que con base al tiempo de producción se vuelven ineficientes, a la vez que también permite mejorar la productividad en cualquier área de producción, reduciendo residuos, tiempos de trabajo y costos de producción.

El campo de los desarrollos industriales requiere permanentemente el uso de soluciones tecnológicas integrales cada vez más eficientes y complejas, que permitan: optimizar los recursos, aumentar la productividad y la flexibilidad y evolución de los procesos.

Bajo este marco, el proyecto denominado “Diseño e Implementación de Dos Módulos Educativos Basados en Dispositivos de Maniobra y Relé Programable (LOGO)”, se realiza con el objetivo de que los estudiantes de la Escuela de Formación de Tecnólogos puedan implementar distintas prácticas de laboratorio de control industrial, donde ellos se familiaricen con los equipos y la tecnología vigente en la industria.

Los dispositivos de maniobra y relé programable pertenecen a un conjunto de elementos bastante utilizados en el campo de la automatización industrial. De forma que los módulos educativos implementados permiten la primera etapa de aprendizaje en los Sistema de Control Industrial.

Gracias a estos dispositivos e instrumentales fundamentales, el estudiante será introducido en lógicas de automatización, para después embarcarse en la programación más compleja, usando dispositivos más precisos e instrumentos con tecnologías más avanzadas, que facilitarán el desarrollo de aplicaciones más complejas y completas.

Cabe mencionar, que en la industria los controladores y relés lógicos programables son ampliamente reconocidos por su alta fiabilidad y confiabilidad; además, su simple configuración y operación han hecho que los controladores compactos sean cada vez más populares y ganen aceptación en la industria, donde su uso en el área de la automatización lleva un gran desempeño simplificando en gran parte los circuitos de control cableados.

En el presente proyecto, se diseñó e implementó una estructura metálica en forma de rieles, con placas corredizas, donde se puede acoplar el módulo completo a la necesidad del estudiante o según el requerimiento de la práctica a desarrollar. Las prácticas se realizan con ayuda de cables con terminales hechos a diferentes medidas, todo esto es con el objetivo de implementar los circuitos de control y de fuerza de manera eficiente. De esta manera es posible afianzar los conocimientos recibidos en las clases teóricas de las asignaturas de Control Industrial, Máquinas Eléctricas, Protecciones Eléctricas y Máquinas Térmicas, mejorando de manera exponencial el aprendizaje de los estudiantes.

Con el fin de comprobar y certificar el funcionamiento adecuado de los módulos educacionales implementados se realizan tres prácticas, que explotan la mayor cantidad de recursos y el máximo potencial en cada una de las mesas de trabajo.

Las prácticas implementadas incurren en aplicaciones de arranques de motores trifásicos de inducción, inversión de giro, simulaciones de un semáforo inteligente y llenado de un tanque de reserva mediante dos bombas.

Las implementaciones de diferentes tipos de arranques de motores son los tipos de implementación que, más frecuentemente se utilizan en los campos de trabajo de un electromecánico, a su vez el mejoramiento y actualización de los procesos se lo realiza con conocimientos en programación que el estudiante ha desarrollado con las simulaciones de las practicas realizadas, siendo de este modo capaz de afrontar cualquier reto en el campo de su vida laboral.

El presente documento se conforma como se indica a continuación: en la primera sección se desarrolla la introducción. En la segunda sección se detalla la metodología implementada durante la ejecución del proyecto. En la tercera sección se presentan todos los procedimientos técnicos, prácticos y analíticos que se usaron en el desarrollo del proyecto, contando también con los resultados de los circuitos implementados y las simulaciones ejecutadas en las prácticas correspondientes. En la misma sección, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las pruebas realizadas que avalan el correcto funcionamiento de los módulos educacionales. Por último, se describen las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, incluyendo anexos de documentación correspondiente a todo el proyecto.

2. METODOLOGÍA

A continuación, en la figura 2.1 se detalla un diagrama de los procedimientos que se implementarán en la elaboración de los módulos educativos.

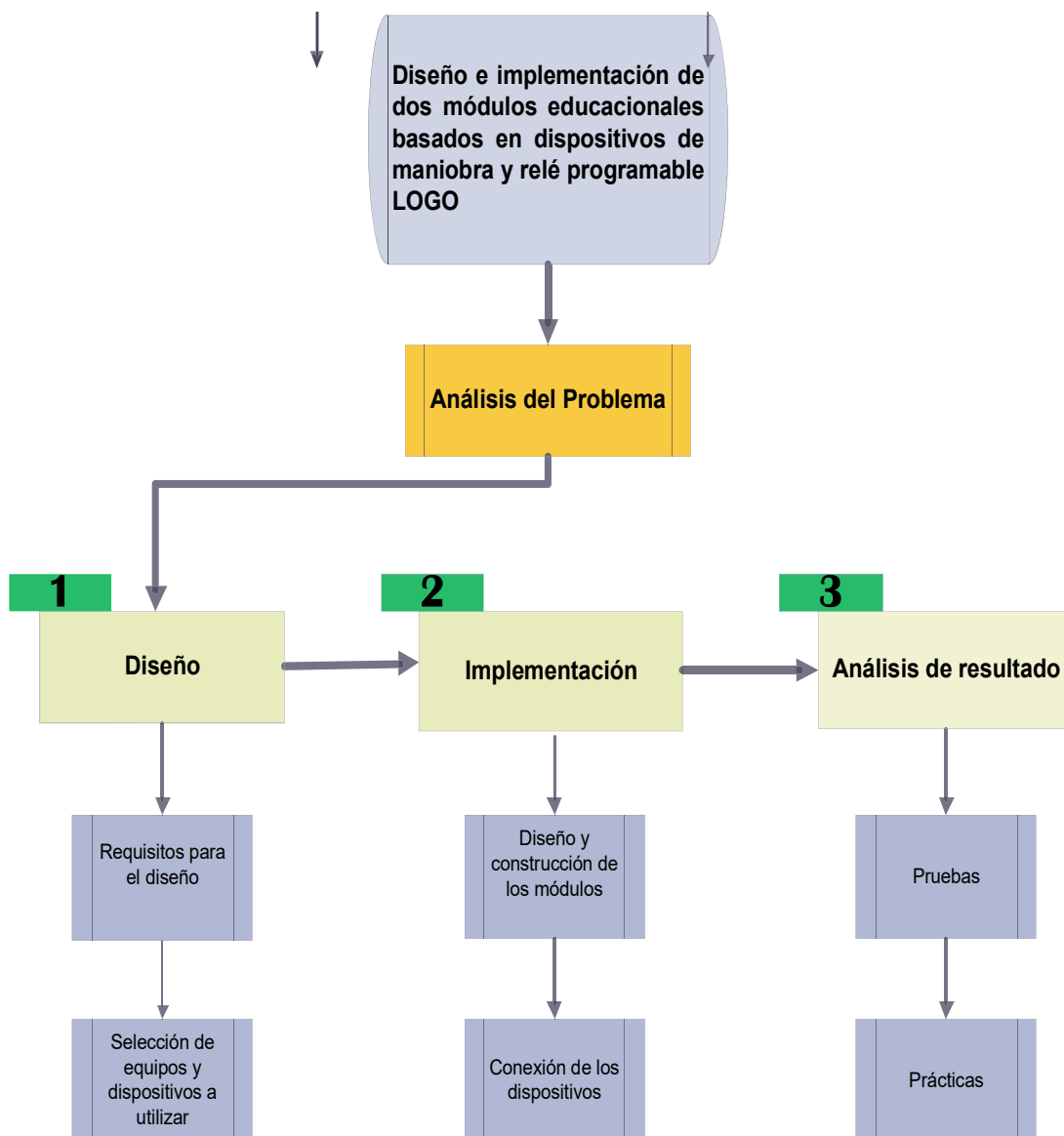


Figura 2. 1. Diagrama de procedimientos.

Para Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados

de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad [2].

En este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas. Se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales. Su motivación va hacia la resolución de los problemas que se plantean en un momento dado [3].

En base a lo mencionado el proyecto contempla una investigación aplicada, buscando solucionar la carencia de un laboratorio de control industrial para los estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la ESFOT.

De manera que, el presente proyecto se desarrolla de manera sistemática y ordenada para lo cual se procede de la siguiente manera: análisis del problema, diseño, implementación y análisis de resultados.

Análisis del problema: Los estudiantes de la Escuela de Formación de Tecnólogos no podían implementar circuitos y diseños de control industrial, asignatura base para la formación de Tecnólogos en Electromecánica. Por lo tanto, no reforzaban los conocimientos teóricos de manera adecuada, ya que no contaban con un espacio y los equipos indispensables que permitieran la realización de las prácticas pertinentes. Consecuentemente, en conjunto con las autoridades, profesores y alumnos se decide implementar un laboratorio que permita la formación adecuada de los alumnos.

Diseño: Se realizó un análisis de las todas las prácticas indispensables en la materia de Control Industrial I expuestas en el Programa de Control Industrial I. Dicho estudio de requerimientos permitió determinar el número y tipo de equipamiento suficiente y necesario que se colocará en cada uno de los módulos de trabajo, así como también su distribución eficiente.

Implementación: Una vez determinados los requisitos mínimos que deben cumplirse para llevar a cabo las prácticas de control industrial, se seleccionaron los equipos, cables y demás materiales que se utilizaron en la construcción tanto estructural modular como eléctrica y electromecánica de las mesas de trabajo. Luego se procedió al montaje de cada una de las partes mencionadas.

Análisis de resultados: Con los equipos adquiridos y montados se realizaron distintas pruebas de sobrecargas, cortocircuito voltaje, corriente y el funcionamiento de cada uno de los elementos y del sistema en conjunto. Todo el procedimiento permite determinar el correcto y seguro funcionamiento de cada estación de trabajo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Requisitos para el diseño

Las necesidades específicas que deben ser cubiertas por los módulos educacionales para un procedimiento adecuado y una correcta funcionalidad, se determinan analizando los requerimientos descritos para las prácticas de Control Industrial I. En la Tabla 3.1 se describen las características que deben cumplir las estaciones de trabajo para cumplir con su labor dentro del Laboratorio de Control Industrial.

Tabla 3. 1 Características de los módulos educacionales.

Características	Justificación	Observación
Modular	Poseer la capacidad de modificar el esquema principal de los módulos educacionales en conveniencia de cada una de las prácticas a realizar.	Debido a los requerimientos de seguridad solamente los módulos de protección y botón de paro de emergencia no son removibles.
Adaptable	Cada una de las prácticas a realizar en el ciclo de Control Industrial I tiene sus propias características de implementación, por lo que es necesario que el módulo educacional tenga la capacidad de adaptarse a los distintos requerimientos.	La cantidad de módulos que pueden ser colocados en la estructura es la necesaria para cubrir la demanda de uso en el laboratorio de Control Industrial I.

Características	Justificación	Observación
Confiable y seguro	<p>Las prácticas realizadas en el ciclo de Control Industrial I, son el primer contacto de los estudiantes con la automatización industrial. Esto implica que los equipos e instalaciones deben ser capaces de soportar muchos errores inherentes en el proceso de aprendizaje. Por tal motivo, cada mesa y módulo educacional tiene sus respectivas protecciones para evitar percances</p>	<p>La fuente de poder de cada mesa de trabajo se suministrada desde un tablero de distribución que cuenta con protecciones adicionales, las mismas que pueden incluso desenergizar todo el laboratorio.</p>
Robusto	<p>La estructura en la cual se encuentran montados los dispositivos está elaborada con materiales robustos y calidad que brindan el soporte y durabilidad requerida.</p> <p>Además, los distintos dispositivos de control industrial seleccionadas inherentemente cuentan con la robustez para soportar distintos tipos de fallas eléctricas, mecánicas y por supuesto humanas.</p>	<p>La estructura debe contar con cierta flexibilidad, de tal manera que permita la adición de varios módulos</p>
Capacidad y espacio de trabajo	<p>Los módulos educacionales están diseñados para un trabajo conjunto de 2 personas por mesa de trabajo.</p> <p>Esto facilita a que cada uno de los integrantes interactúe en la implementación de los circuitos de control y potencia y que por tanto aprovechen de mejor manera las horas de práctica en los módulos educacionales.</p>	<p>La cantidad de estudiantes adecuada para el uso de los módulos será un máximo de 3.</p> <p>En cada mesa de trabajo se encuentra un módulo educacional.</p>

Para cumplir con los requerimientos antes mencionados y tener la capacidad de implementar los diferentes circuitos correspondientes a las prácticas de Control Industrial I se requieren los dispositivos que se describen en la Tabla 3.2.

Tabla 3. 2 Características técnicas de los elementos por mesa de trabajo.

Ítem	Número	Tipo	Características	Descripción
Controlador programable	1	Dispositivo de Control LOGO! 230 RC	Voltaje:115-240V AC/DC. Entradas: 8 digitales. Salidas: 4 relés (10AMP).	Su carácter programable le confiere una gran flexibilidad de uso, adaptándose a los cambios de métodos, medios de producción, e incluso a los cambios de productos. Y dado que los lenguajes de programación de los autómatas son mucho más sencillos que los lenguajes informáticos convencionales, su empleo está al alcance de muchos técnicos [4].
Contactador	6	Electromecánico	Voltaje de bobina: 220V. Voltaje de operación: 380V. Contactos: 2NA+2NC.	Estos dispositivos permiten manipular de forma segura la potencia suministrada a la carga dada, siendo la comunicación segura entre el circuito de control y de fuerza.

Ítem	Número	Tipo	Características	Descripción
Breaker	1	Electromecánico	Protección a LOGO Soft Comfort. I nominal: 6AMP. Voltaje: 250-440V.	Los aparatos de protección son dispositivos que emplean señales proporcionales a las tensiones y/o las corrientes y mandan una o más acciones de apertura y/o cierre a los aparatos de maniobra [5].
Guardamotor	1	Electromecánico	Protección al motor trifásico de inducción. Rango ajustable de corriente: 9-12.5AAMP. Valor de voltaje max: 690 AC/DC. Contactores: 1NA+1NC.	
Pulsador	2	Mecánico-Maniobra	Voltaje max: 5-500V. Corriente max: 10AMP. Contactos: 2.	Es necesario el uso de equipos que permitan el accionamiento, parada, control de parámetros y secuencia de funciones que actúan sobre los circuitos de potencia.
Selector	2	Mecánico-Maniobra	Voltaje max: 5-400V. Corriente max: 10AMP. Contactos: 2.	

Ítem	Número	Tipo	Características	Descripción
Lámpara de señalización	4	Eléctrico	Voltaje max: 110-220V. Corriente max: 10AMP.	Dispositivos que permiten una visualización de los distintos procesos que pueden estar sucediendo en el proceso del circuito.

3.2 Selección de equipos y dispositivos a utilizar

Para seleccionar adecuadamente cada equipo y dispositivo requerido es necesario conocer las necesidades y capacidades que los módulos didácticos requieren cubrir con su implementación.

Consecuentemente para garantizar homogeneidad, seguridad, confiabilidad y robustez requeridas se decide utilizar equipos y dispositivos de una sola marca, en este caso Siemens, los cuales son productos mundialmente conocidos por sus altos estándares de calidad. La información técnica de cada uno de los elementos está determinada por el fabricante, cual proporciona conocimiento sobre las especificaciones y seguridades que se deben tomar en cuenta para su selección y uso adecuado. Los materiales seleccionados se los puede apreciar en la Tabla 3.3 que se presenta a continuación.

Tabla 3. 3 Elementos seleccionados.

Ítem	Descripción	Marca y Código	Cantidad
Controlador programable	LOGO! Basic 230RC, 115/230 VAC/DC, 8DI/4DO Relé 10 AMP, reloj.	Siemens 6ED1052-1FB00-0BA6	1
Software	LOGO! Soft Comfort V8 (¡software para programar un LOGO! V0 a V8).	Siemens 6ED1058-0BA08-0YA1	1

Ítem	Descripción	Marca y Código	Cantidad
Dispositivos de control	Contactador SIRIUS Innovations 9AMP / 400V 50Hz, 4kW, S0, bob.220VAC 50/60Hz, 1NA+1NC (RESORTE).	Siemens Contactador SIRIUS 3RT2023-1AN20	6
	Contactos auxiliares para contactores SIRIUS Innovations S0 y S00 1NA+1NC (RESORTE).	Siemens 3RH2911-1LA11	6
Dispositivos de protección	Interruptor termo magnético automático de protección.	Siemens Breaker 5SL3306-7	1
	Relés de sobrecarga térmicos SIRIUS Innovations S0, Regulación: 9-12,5AMP, 1NA+1NC (RESORTE).	Siemens SIRIUS 3RU2126-1KB0	1
Dispositivos de mando	Pulsador rasante completo, plástico, rojo, verde.	Siemens 3SB3203-0AA21 3SB3202-0AA41	2
	Perilla conmutadora completa, plástica, IP54, 1NA-1NA, NEGRA, 3 posiciones, con retención.	Siemens 3SB3210-2DA11	2
Visualización	Lámpara de señalización completa c/LED, plástica, IP66, 230VAC, ROJA, AMARILLA, VERDE	Siemens 3SB3252-6AA20 3SB3252-6AA30 3SB3252-6AA30 3SB3252-6AA40	4

- **Controlador Programable (LOGO V8)**

Se seleccionó el relé programable LOGO 230RC V8, por sus características generales; como resistencia, voltaje de trabajo, cantidad de entradas y salidas. Además, por su programación cómodo fácil y adaptable a cualquier aplicación. Con este instrumento se pueden resolver tareas de instalaciones eléctricas, máquinas y aparatos como, por ejemplo; controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua.

LOGO es un módulo lógico, es decir, un controlador programable el cual permite que sin intervención humana las máquinas hagan su trabajo para llevar a cabo un determinado proceso doméstico o industrial.

Básicamente funciona de la siguiente manera, al LOGO se le da como datos de entrada una serie de señales las cuales van a ser procesadas por el programa, y el LOGO va a enviar unos datos de salida. Dicho en el mundo real se traduce en unos pulsadores, sensores etc. (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO y una activación o no de salidas de relé (datos de salida). La estructura completa del LOGO Se la puede observar en la Figura 3.1.

Dónde:

1. Alimentación de tensión
2. Entradas
3. Salidas
4. Receptáculo para módulo con tapa
5. Panel de Mando
6. Pantalla LCD
7. Indicador de estado RUN/STOP
8. Interfaz de amplificación
9. Codificación Mecánica (Clavija)
10. Codificación Mecánica (Conectores)
11. Guía deslizante

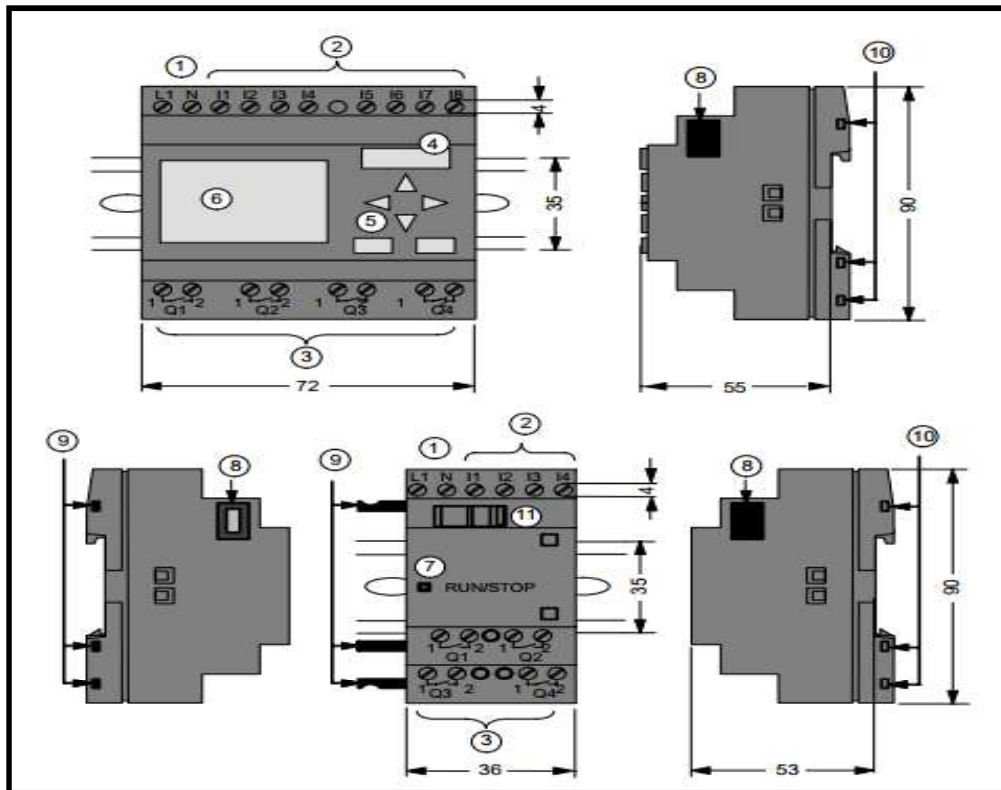


Figura 3.1. Estructura LOGO Soft Comfort [10].

En la Tabla 3.4 se presenta información principal de las características del LOGO, agregando en el anexo A la información completa del LOGO Software.

Tabla 3. 4 Características generales LOGO 230 RC [6].

LOGO 230 RC	
Entradas	8
Voltaje de entrada	115 a 230V AC
Rangos permitidos	85V AC a 26V AC 100V DC a 253V DC
Salidas	4 relés
Protección cortocircuito	Requiere protección externa
Memoria máxima de programación	400 bloques

El programa LOGO Soft Comfort está disponible para la exclusiva programación en PC, este software tiene a disposición del programador las siguientes funciones:

- Creación grafica de su programa offline (no conectado a internet), como diagramas de escalones (esquema de contactos) o como diagrama de bloques de funciones lógicas FBD (esquema de funciones).
- Simulación del programa en el ordenador en tiempo real.
- Transferencia del programa
 - I. Desde LOGO a PC
 - II. De PC a LOGO
- Generación e impresión de un esquema general del programa.
- Parametrización cómoda de bloques.
- Lectura del contador de horas de funcionamiento.
- Ajuste de hora.
- Prueba online: Indicación de estados y valores actuales de LOGO en modo RUN:

Estados de entrada y salidas digitales

Valores de todas las entradas y salidas analógicas y marcas

Resultados de todos los bloques

Valores actuales (incluidos tiempos) de bloques seleccionados

- Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP).

El menú principal del sistema de programación para LOGO se lo puede apreciar en la Figura 3.2.

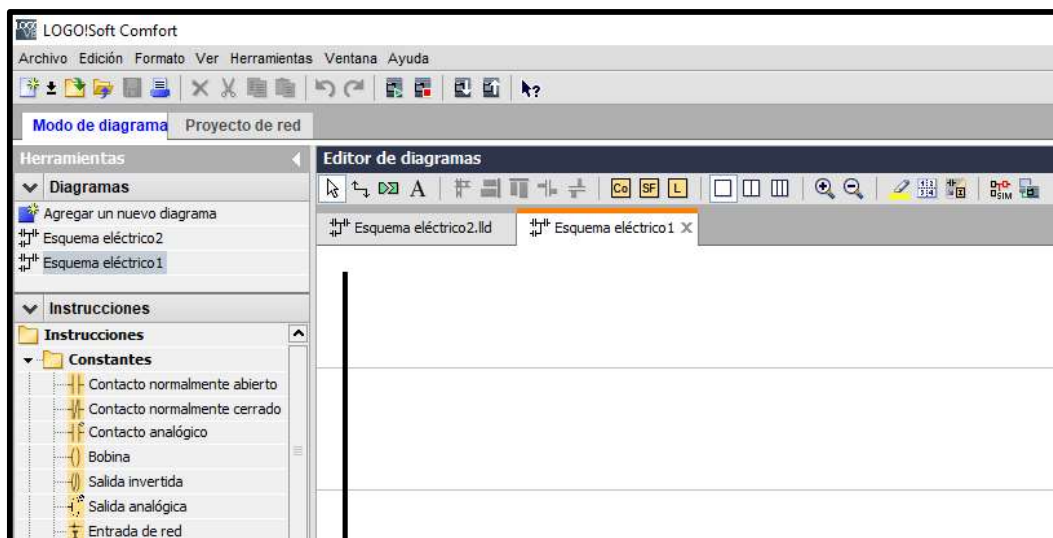


Figura 3.2 Pantalla principal LOGO Soft Comfort

- **Interfaz de comunicación.**

El relé programable LOGO 230RC tiene incorporada la función de conexión a PC en base a conexión Ethernet que se la realiza con un cable de red (RJ45), dicha conexión permite una comunicación directa con el relé y la interfaz de usuario en el LOGO Soft Comfort. La configuración para la conexión se la realiza de forma manual dando a cada dispositivo una dirección IP distinta de tal forma que no se tenga direcciones duplicadas que compliquen la conexión, como se observa en la Figura 3.3.

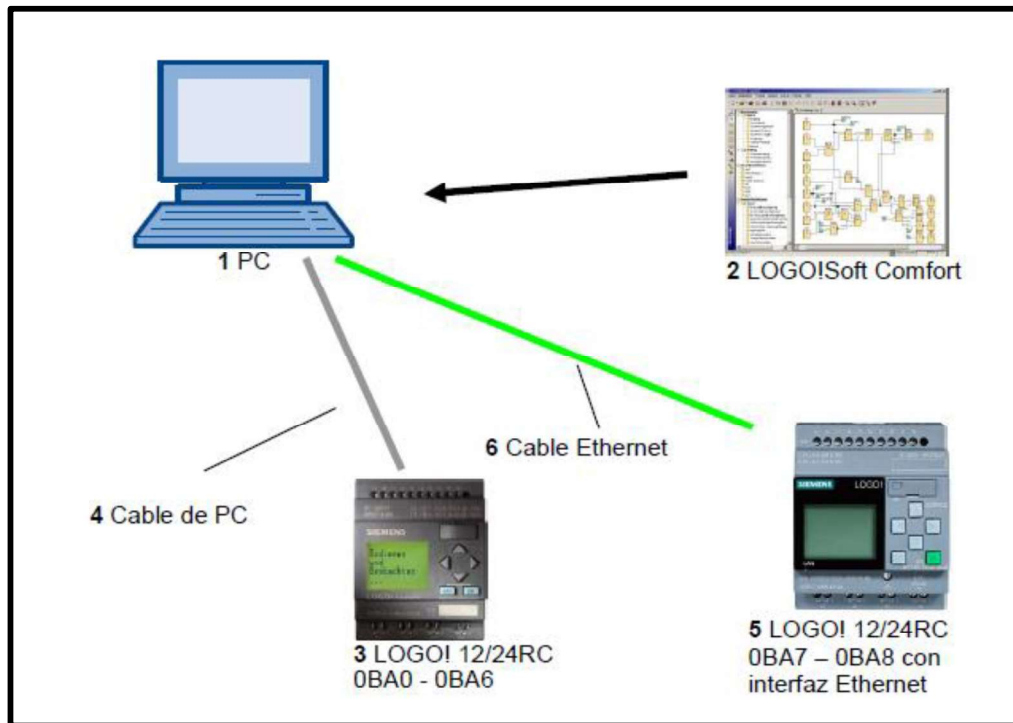


Figura 3.3 Representación de Interfaz de comunicación.

- **Dispositivos de control**

Contactador

Este aparato de maniobra, clasificado como interruptor cuyo accionamiento se debe a la fuerza de atracción de un electroimán es utilizado en múltiples aplicaciones en las variantes de pequeña, mediana y gran potencia. La sencillez de construcción, unida a su robustez, su reducido volumen y mantenimiento prácticamente nulo, lo hacen insustituible [7].

Para poder dimensionar y seleccionar estos dispositivos, se debe tomar en cuenta dos aspectos fundamentales que son:

Tipo de carga que se va a utilizar (aplicación)

Sus principales aplicaciones están en el arranque y control de motores eléctricos, la energización de cargas resistivas, banco de capacitores, sistemas de iluminación, e inclusive brindar alimentación a un variador de velocidad, entre otras. Se puede determinar la aplicación final con la ayuda de las categorías de utilización de contactores, en donde se encuentran clasificados acuerdo con aplicación, o a la carga que va a controlar el dispositivo.

Categorías de empleo para contactores según la norma IEC 60947-4-1

Dependen: i) de la naturaleza del receptor controlado: motor de jaula de ardilla o de anillos, resistencias, otros; y ii) de las condiciones en las que se realizan los cierres y las aperturas.

Empleo en corriente alterna:

AC1: Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ($\cos \varphi \geq 0,95$) [8].

AC2: Se refiere al arranque, el frenado a contracorriente y la marcha a sacudidas de los motores de anillos. En el cierre el contactor, establece la corriente de arranque, aproximadamente 2,5 veces la corriente nominal del motor. En la apertura deberá cortar la corriente de arranque, con una tensión igual a la tensión de la red [8].

AC3: Para control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito), el cierre y corte es a velocidad máxima. En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. En la apertura, el contactor corta la corriente nominal absorbida por el motor; en ese momento, la tensión en los bornes de sus polos se acerca al 20% de la tensión de la red. El corte resulta sencillo. Ejemplo de utilización: todos los motores de jaula habituales, ascensores, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, elevadores de cangilones, compresores, bombas, trituradoras, climatizadores [8].

AC4: En esta categoría se aplica a las aplicaciones de frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente "sacudidas" de los motores de jaula o de anillos, al cierre se producen corrientes de cortocircuito con intensidades a 5 o más veces la I_n del motor. En el corte la tensión puede llegar a ser igual que la tensión de la red. El corte resulta

brusco. Ejemplos de utilización: máquinas de impresión, elevadores, equipos de la industria metalúrgica [9].

Potencia de la carga.

El análisis de las necesidades de las diferentes prácticas permite determinar las características con las que debe contar el contactor, se toma en cuenta el número de contactos necesarios para las prácticas, así como también la capacidad de soportar sobre corrientes que puedan presentarse durante la implementación de los distintos circuitos.

Para escoger el contactor es indispensable tomar en cuenta, el motor con el que es posible trabajar en el laboratorio, lo cual se puede observar en la Tabla 3.5 teniendo como disponibles los siguientes motores en el mercado.

Tabla 3. 5 Motores trifásicos disponibles en el mercado [10].

Potencia CP	Tipo	Catálogo Spiridon	Velocidad nominal RPM	Corriente nominal Amp		Corriente de arranque en % de la corriente nominal	Par nominal Nm	Par de arranque en % del par nominal	Par máx en % del par nominal	Factor de servicio	Peso neto aprox. Kg	Long. L mm
2 polos, base rígida, brida C y flecha roscada (bomba)												
0.25	1RA32522YK34	1RA32522YK34	3 440	1.0	0.5	450	0.52	230	550	1.5	6.8	284
0.33	1RA32532YK34	1RA32532YK34	3 425	1.4	0.7	470	0.69	250	500	1.35	7.0	284
0.50	1RA32542YK34	1RA32542YK34	3 410	1.9	0.9	480	1.04	290	430	1.25	7.4	284
0.75	1RA32552YK34	1RA32552YK34	3 470	2.5	1.3	540	1.54	190	420	1.25	7.9	284
1.0	1RA92562YK34	1RA92562YK34	3 460	3.0	1.5	730	2.06	280	560	1.25	8.9	304
1.5	1RA92572YK34	1RA92572YK34	3 475	4.2	2.1	880	3.07	360	510	1.15	11.5	326
2	1RA92582YK34	1RA92582YK34	3 465	5.6	2.8	880	4.11	380	500	1.15	12.0	326
3	1RA92592YK34	A7B1000001.2050	3 465	8.0	4.0	825	6.17	400	490	1.15	15.2	346
2 polos, base rígida (uso general)												
0.25	1RA30522YK31	1RA30522YK31	3 440	1.0	0.5	450	0.52	230	550	1.5	6.8	278
0.33	1RA30532YK31	1RA30532YK31	3 425	1.4	0.7	470	0.69	250	500	1.35	7.0	278
0.50	1RA30542YK31	1RA30542YK31	3 410	1.9	0.9	480	1.04	290	430	1.25	7.4	278
0.75	1RA30552YK31	1RA30552YK31	3 470	2.5	1.3	540	1.54	190	420	1.25	7.9	278
1.0	1RA90562YK31	1RA90562YK31	3 460	3.0	1.5	730	2.06	280	560	1.25	8.9	291
1.5	1RA90572YK31	1RA90572YK31	3 475	4.2	2.1	880	3.07	360	510	1.15	11.5	313
2.0	1RA90582YK31	1RA90582YK31	3 465	5.6	2.8	880	4.11	380	500	1.15	12.0	313
4 polos, base rígida (uso general)												
0.25	1RA30524YK31	1RA30524YK31	1 740	1.4	0.7	360	1.02	220	340	1.35	6.3	261
0.33	1RA30534YK31	1RA30534YK31	1 750	1.6	0.8	410	1.36	200	345	1.35	7.7	278
0.50	1RA30544YK31	1RA30544YK31	1 730	2.1	1.1	415	2.06	195	320	1.25	7.9	278
0.75	1RA30554YK31	1RA30554YK31	1 730	3.0	1.5	440	3.1	195	285	1.25	8.6	298
1.0	1RA90564YK31	1RA90564YK31	1 730	3.2	1.6	730	4.11	300	360	1.15	12.0	291
1.5	1RA90574YK31	1RA90574YK31	1 720	4.8	2.4	730	6.2	360	465	1.15	14.0	313
2.0	1RA90584YK31	1RA90584YK31	1 725	6.4	3.2	760	8.26	430	525	1.15	14.8	334

Dando un rango de utilización en el cual el contactor debe trabajar normalmente sin problemas y sin sobre esforzarse de 2,5 a 6,4 AMP, contando la corriente de arranque con un 25% más de corriente fluyendo por el contactor, se detalla a continuación:

$$\text{Corriente de arranque} = \text{corriente nominal} * 125 \%$$

$$C.A = 2,5 A * 125\% = 3,125 \text{ AMP}$$

C.A= 6,4 A * 125% = 8 AMP

Dando los rangos máximos de utilización que son 3,125 AMP 8 AMP se escoge entre los contactores uno que sea el más apropiado para esa carga de trabajo entre los cuales se puede observar en Tabla 3.6, se escoge el señalado.

Tabla 3. 6 Contactores SIRIUS disponibles en el mercado [10].

N° Almacén	Descripción del producto	Código
Contactor SIRIUS Innovations p / motor 9A / 400V 50Hz, 4kW Tamaño 50 (RESORTE)		
100277794	Contactor SIRIUS Innovations 9A / 400V 50Hz, 4kW, SO, bob.24VAC 50/60Hz, 1NA+1NC (RESORTE)	3RT2023-2AB00
100277795	Contactor SIRIUS Innovations 9A / 400V 50Hz, 4kW, SO, bob.110VAC 50/60Hz, 1NA+1NC (RESORTE)	3RT2023-2AF00
100277796	Contactor SIRIUS Innovations 9A / 400V 50Hz, 4kW, SO, bob.220VAC 50/60Hz, 1NA+1NC (RESORTE)	3RT2023-2AP00
100277797	Contactor SIRIUS Innovations 9A / 400V 50Hz, 4kW, SO, bob.400VAC 50Hz, 1NA+1NC (RESORTE)	3RT2023-2AV00
100277798	Contactor SIRIUS Innovations 9A / 400V 50Hz, 4kW, SO, bob.24VDC, 1NA+1NC (RESORTE)	3RT2023-2BB40
100277799	Contactor SIRIUS Innovations 9A / 400V 50Hz, 4kW, SO, bob.24VDC, 1NA+1NC (COMUNICABLE) (RESORTE)	3RT2023-2BB40-0CC0

Una vez que se han analizado los anteriores criterios de selección se optó por adquirir contactores de la categoría AC3 para corriente alterna, el cual se puede observar en la Figura 3.4.



Figura 3.4 Contactor SIRIUS 3RT2023 AC-3, 4KW/400V, 1NO+1NC, AC 230V 50/60 HZ.

Por la demanda de contactos con los cuales se trabaja en las diferentes implementaciones de circuitos de control se adquiere un bloque auxiliar frontal de contactos adicional de composición 1NA + 1NC, que fueron incorporados al contactor para terminar teniendo un total de 3 contactos principales (1, 2; 3, 4; 5, 6) y 4 contactos auxiliares (13, 14; 21, 22; 73,74; 81, 82).



Figura 3.5 Contactos auxiliares para contactores SIRIUS Innovations 1NA+1NC.

Con los dos elementos seleccionados se procede a acoplar el contactor con su bloque frontal auxiliar, esto se puede observar en el Figura 3.6, el cual debe quedar armado para después sujetarse en las placas.

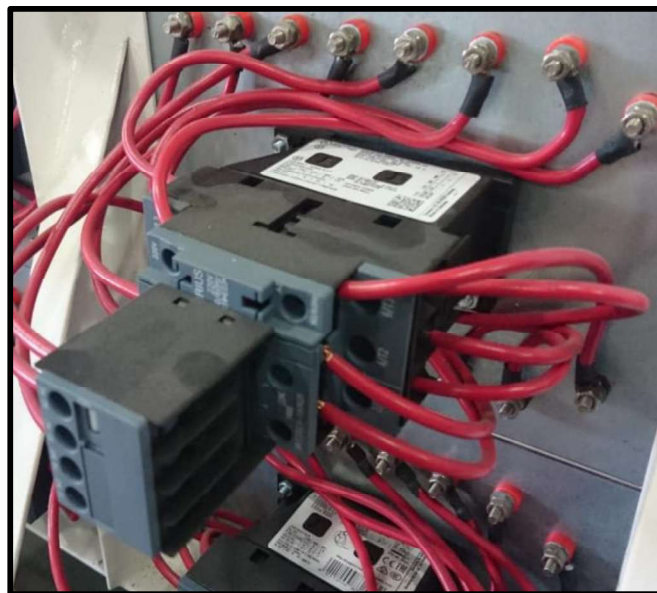


Figura 3.6 Contactor SIRUIS con bloque auxiliar frontal.

- **Dispositivos de protección.**

Protección automática de cortocircuito para relé programable LOGO.

Basándose en las características técnicas del LOGO, se recomienda la utilización de una protección máxima de cortocircuito de 16AMP, por el tipo de trabajo que se va a realizar en los módulos educacionales y tomando en cuenta que en las prácticas siempre se encuentra comprometido el LOGO se optó por adquirir una protección de 6AMP., que es mucho más baja para tener mayor seguridad, dicho modelo se puede observar en el Figura 3.7.



Figura 3.7 Breaker 5SL3306-7 de 6AMP [10].

Protección de sobrecarga

Guardamotor

Es un dispositivo que abastece una óptima protección a los motores eléctricos, tiene varias funciones de protección del motor que es contra sobrecargas, pérdida de fase y cortocircuito, al mismo tiempo que los protege contra destrucción por fallos del arranque,

disminución de la tensión de la red. Estos también pueden ser de cierre automático con un interruptor térmico de sobrecarga o hasta un disyuntor magnético de cortocircuito y garantiza una reacción rápida desactivando al motor en milisegundos

Para la selección del guardamotor se utilizará los rangos de amperajes con los cuales trabajan los motores trifásicos comerciales los cuales se pueden visualizar en la Tabla 3.7.

Tabla 3. 7 Rango de corrientes nominales de motores comerciales [11].

HP	Polos	Tipo	Velocidad nominal	Tensión nominal	Corriente Nominal
			RPM	V	AMP
0,25	2	ILAS 843-2YK30	3470	220/440	1,1/0,55
	4	ILAS 843-4YK30	1720	220/440	1,2/0,60
0,33	2	ILAS 844-2YK30	3480	220/440	1,3/0,65
	4	ILAS 844-4YK30	1720	220/440	1,6/0,80
0,50	2	ILAS 845-2YK30	3485	220/440	1,8/0,90
	4	ILAS 845-4YK30	1715	220/440	2,0/1,0
0,75	2	ILAS 846-2YK30	3450	220/440	2,3/1,15
	4	ILAS 846-4YK30	1710	220/440	3,0/1,5

1-1,5	2	ILAS 847-2YK30	3440	220/440	2,8/1,40
	4	ILAS 848-4YK30	3415	220/440	4,2/2,10

Tomando en cuenta que la corriente por sobrecarga es aproximadamente 6 veces la corriente nominal, quedando establecido el rango en la Tabla 3.8 de la siguiente manera.

Tabla 3. 8 Rango de corrientes de guardamotor.

HP	Corriente nominal (AMP)	Corriente de sobrecarga (AMP)
0,25	1,1	6,6
0,50	1,8	10,8
1,0	2,8	16,8
1,5	4,2	25,6

Se selecciona el relé de sobrecarga de 9AMP a 12,5AMP tomando en cuenta que en el laboratorio se estimaba una utilización de motores en un rango de 0,5HP a 2HP cubriendo las necesidades de protección de dicho rango de motores.

Dicho guardamotor se puede visualizar en la Figura 3.8.



Figura 3.8 Relé de sobre corriente SIRIUS 3RU2126-1KB0 [11].

- **Dispositivos de maniobra y señalización.**

Selectores

Son dispositivos de maniobra, que son conmutadores con dos o más posiciones estables en las que permanece después de su accionamiento, los selectores son capaces de contener varios contactos de estado NC o NA, dependiendo del tipo y del número de conexiones que se ameriten a usar con un solo selector.

Seleccionado este selector de 3 posiciones gracias a su amplio rango de soporte como es trabajar tanto con corriente alterna como con corriente continua, soportando voltajes desde 5V a 400V y corrientes de hasta 10AMP. Este dispositivo se lo puede apreciar en la Figura 3.9.



Figura 3.9 Siemens 3SB3210-2DA11 [12].

Tomando en cuenta que al ser como un dispositivo de maniobra trabajará directamente con el LOGO lo que significa que no tendrá una carga muy alta para soportar.

Pulsadores

Es un operador eléctrico que permite el paso de la corriente eléctrica mientras es accionado y hay una interrupción de corriente cuando se deja de oprimir, cuando no se actúa sobre él, vuelve a su posición de reposo u original. Hay dos tipos de contactos que son normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA, observándolo de mejor manera en el Figura 3.10.



Figura 3.10 Pulsador siemens 3SB3203-0AA41 [12].

De esta manera se determina el uso de este dispositivo, que por la necesidad de las prácticas y el amplio uso que se le da a este, es indispensable que soporte un rango alto

tanto de voltaje como de corriente se determina dando un rango de hasta 500V y 10AMP como máximo.

Lámpara de señalización led

Es un dispositivo de señalización no es más que un indicador de existencia de corriente y tiene un amplio rango de tensión que es de 110V- 220V, Utilizado en su totalidad para dar a entender los diversos tipos de procesos y funciones que aportan en la implementación de los circuitos de control. Este dispositivo de señalización se lo puede apreciar en la Figura 3.11.

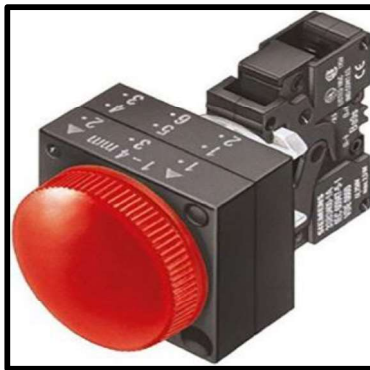


Figura 3.11 Pulsador siemens 3SB3252-6AA20 [12].

Materiales de infraestructura.

Por la necesidad de una estructura robusta y que permita un ensamblaje rápido y eficaz, se utilizarán materiales de hierro para la figura principal que será el soporte y anclaje de la estructura en su totalidad. Por la forma en la cual se planea el anclaje de cada uno de los dispositivos en los paneles se utilizarán materiales de acero inoxidable como presentación y material de acero galvanizado para ajustar los dispositivos

Materiales de hierro.

Los materiales de hierro son utilizados en la construcción de estructuras de soporte tanto en la industria de la construcción por su capacidad de soportar grandes pesos sin perder o deformar su forma original, y brindando una estabilidad en estructuras soldadas por las distintas variedades de formas, medidas y espesores que se puede encontrar en el mercado.

Las aleaciones de acero con níquel y/o cromo aportan la capacidad de soportar de mejor manera la exposición al oxígeno y los daños que este le puede ocasionar al acero, con lo cual no necesitan que se le aplique coberturas como pinturas, ni chapeados que lo cubran de forma superficial para mejorar su resistencia a la oxidación. El empleo de este tipo de materiales es dependiente de las características oxidantes del ambiente en el cual va a trabajar.

Teniendo diferentes niveles de oxidación, existen gran diferencia entre la resistencia a la corrosión de una familia a otra, en el grupo cromo níquel los tipos 310 y 316 son más resistentes que los tipos 301 y 302 y en el grupo al cromo los 430 y 442 son más resistentes que los 405 y 410 [12].

En la Tabla 3.9 se detalla los trabajos en material metálico que se realiza.

Tabla 3. 9 Tabla de estructuras metálicas.

Estructura	Tipo de material	Tipo de soldadura	Tipo de pintura
Soporte modular	Ángulo de 90° de 1½" x 4mm de hierro.	Suelda de arco eléctrico	Base de laca anticorrosiva y laca automotriz blanco mate.
Placa para anclaje de dispositivos	Acero galvanizado de 2mm.	No requiere	No requiere
Estructura	Tipo de material	Tipo de soldadura	Tipo de pintura
Placa para presentación de dispositivos	Acero anti oxidable de 2 mm	No requiere	No requiere

Materiales de suelda

Para el proceso de soldadura, debe considerar dos componentes:

Material base: Pieza que se van a soldar.

Material de aporte: es el que se funde junto con los bordes de las piezas a unir para formar un cordón de soldadura, es decir, la unión soldada entre piezas. La composición del material de aportación debe ser similar al del material base [13].

Como se puede observar en la Tabla 3.9, la estructura para el soporte modular requiere suelda de arco eléctrico con electrodo de revestimiento de hierro.

3.3 Diseño y construcción de los módulos educativos.

Analizando las diferentes opciones de diseño que se podían implementar, para la estructura metálica de soporte se determinó el siguiente diseño el cual se ajusta a las necesidades de uso en el laboratorio, este se lo puede ver en detalle en la Figura 3.12.

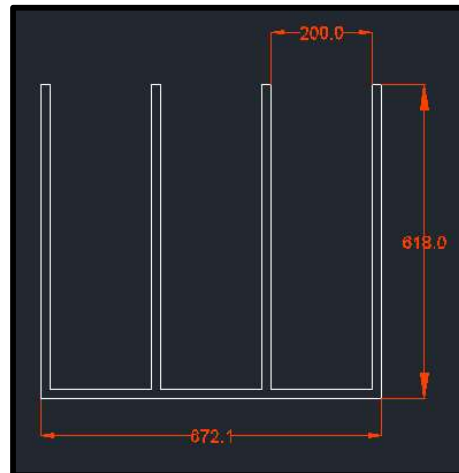


Figura 3.12 Diseño frontal con medidas (mm). del soporte metálico.

En el proceso del diseño y construcción de los módulos, se utiliza como referencia diseños similares implementados en los laboratorios de control industrial de ingeniería eléctrica, y además se toma en cuenta las experiencias dentro de dichos laboratorios para de esta manera obtener un trabajo garantizado y mejorado.

Para determinar las medidas de la estructura, se realizaron las mediciones de los dispositivos a ser colocados dando un rango de utilización de los módulos de [45mm * 85 mm – 72mm * 80mm], con lo cual el diseño de las placas modulares en las cuales los dispositivos estarán sujetos tendrá una medida de 210mm * 150mm como se lo puede apreciar en la Figura 3.13 dando el espacio suficiente para; colocar los respectivos conectores de cada dispositivo, cableado y la maquetación de cada módulo de trabajo.

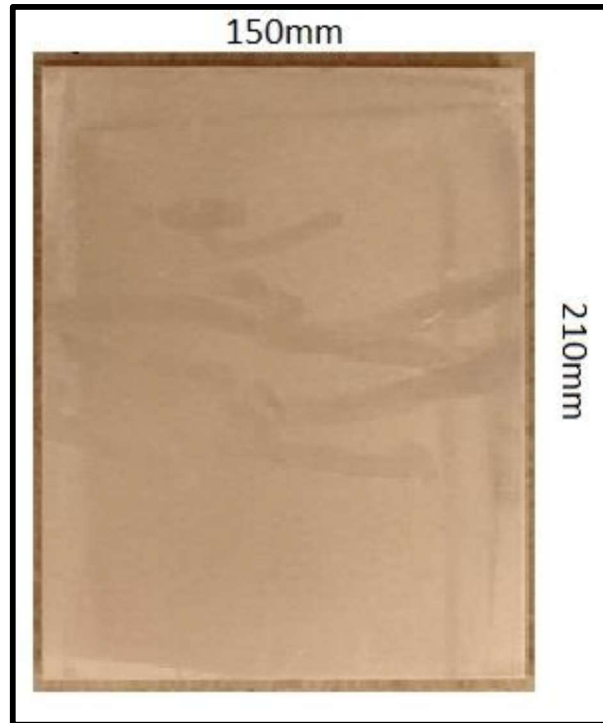


Figura 3. 13 Placas cortadas para módulos.

- **Proceso de construcción del módulo**

Con las medidas específicas de cada módulo se procedió a la distribución del espacio de trabajo. Tomando en cuenta el dimensionamiento de la estructura y optimización del espacio disponible en las mesas donde la estructura fue anclada.

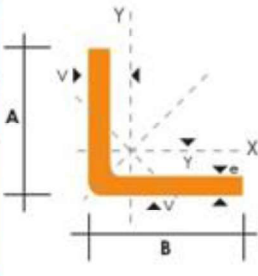
Debido al diseño frontal que se debe implementar para el soporte de los módulos educativos se concluyó usar un material angular de hierro que soporte el peso de los equipos y a más de eso que cuenten con las medidas adecuadas que faciliten dejar un juego de movimiento que les permita a los estudiantes colocar los módulos según la conveniencia.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado la elección del material de hierro se estableció según las dimensiones de ángulos disponibles en el mercado.

De esta manera se detallan las dimensiones de los ángulos de acuerdo con la Tabla 3.10.

Tabla 3. 10 Ángulos con medidas según norma INEN [14].

DIMENSIONES			PESOS		
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²
25	25	2	4.38	0.73	0.93
25	25	3	6.36	1.06	1.35
30	30	2	5.34	0.89	1.13
30	30	3	7.80	1.30	1.65
30	30	4	10.08	1.68	2.14
40	40	2	7.20	1.20	1.53
40	40	3	10.62	1.77	2.25
40	40	4	13.86	2.31	2.94
40	40	5	19.62	2.82	3.59
50	50	2	9.12	1.52	1.93
50	50	3	13.44	2.24	2.85
50	50	4	17.64	2.94	3.74



Eligiendo así un ángulo de hierro de dimensiones 40mm * 40mm y 2mm de espesor, prestando las características idóneas de soporte y espesor que le dará rigidez a la estructura.

Para la elaboración de la estructura metálica el proceso de soldadura implica el uso de electrodos que sean apropiados para el trabajo que se va a realizar, sabiendo que es una base metálica de hierro, se toma en cuenta la nomenclatura AWS (American Welding Society) para poder elegirlo, en la Figura 3.14 se puede observar en detalle.

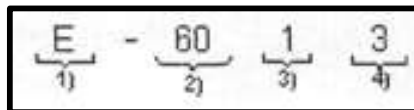


Figura 3. 14 Nomenclatura AWS para electrodos.

1. Determina que el electrodo trabaja en base de arco eléctrico, por lo que son para soldadura eléctrica.
2. Es el valor de resistencia mínima a la tracción que tiene la soldadura.
3. Este número indica la posición en la cual el electrodo puede trabajar, marcado como significa que ese electrodo puede trabajar en cualquier posición.
4. Este último número determina ciertas características propias de ciertos electrodos que determina el que se usará como se muestra en la Tabla 3.11.

Tabla 3. 11 Nomenclatura de los electrodos SMAW [13].

<i>Tipo</i>	<i>Clase</i>	<i>Tipo de corriente</i>	<i>Posición para soldar</i>	<i>Soldadura resultante</i>	<i>Grupo del electrodo</i>
Acero dulce	E6010	Directa	Todas	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración profunda • Cordones planos 	Enfriamiento rápido
Acero dulce	E6011	Alterna	Todas	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración profunda • Cordones planos 	Enfriamiento rápido
Acero dulce	E6013	Alterna	Todas	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración poco profunda • Buen contorno del cordón • Poca salpicadura • Buena para uniones que no embonen perfectamente 	Enfriamiento ligeramente rápido
Polvo de hierro	E7024	• Directa • Alterna	Plana	<ul style="list-style-type: none"> • Mucha acumulación • Buena para pasadas múltiples 	Llenado rápido
Bajo hidrógeno	E7018	• Directa • Alterna	Todas	<ul style="list-style-type: none"> • Para soldar aceros al carbón 	Llenado rápido

Por la maquinaria disponible y el material a soldar se escogió el electrodo E6011, donde se obtiene cordones profundos para lograr una suelda más homogénea con uniones más sólidas de acuerdo. En la Figura 3.15 se puede visualizar la soldadora utilizada, la misma que puede proveer diferentes tipos de amperajes y trabajar tanto en 110V y 220V.



Figura 3. 15 Soldadora LINCOLN AC 225.

La suelda de los materiales dando una forma de riel corrediza que permita colocar los módulos con los dispositivos, según la conveniencia de las prácticas que se realizarán en las mesas de trabajo. En las Figuras 3.16 Y 3.17 se observa el material para el proceso de soldadura y el proceso de soldadura llevado a cabo.



Figura 3. 16 Materiales para el proceso de soldadura.



Figura 3. 17 Proceso de soldadura de estructura metálica.

- **Proceso de pulido y acabado**

Concluido el proceso de soldadura se pasó a pulir las estructuras realizadas con el fin de tener un acabado liso que permita trabajar de una manera adecuada. Se utilizó una pulidora manual con discos de desbaste y discos de cepillo de alambre trenzado. Esto permite eliminar todo tipo de escorias e impurezas que pudieron haber quedado en las superficies de las estructuras como se puede apreciar en la Figura 3.18.

Terminado el proceso de pulido se continúa en el trabajo de mejorar la presentación de las estructuras, utilizando la técnica de masillado con resina poliéster para un acabado continuo.

Para conseguir un acabado estético y además darle una resistencia antioxidante a la estructura se realiza un recubrimiento con material antioxidante que luego se tiene un acabado final en color blanco mate como se muestra en la Figura 3.19.



Figura 3. 18 Proceso de pulido de la estructura de soporte.



Figura3. 19 Acabado estructura metálica.

- **Corte y perforación de las placas.**

Los cortes de las placas de acero galvanizado y acero inoxidable se realizaron con una cizalla neumática con las medidas dadas que era de 210mm * 150mm dejando así un corte perfecto el cual sería homogéneo al momento del anclaje de los dispositivos de cada módulo. Teniendo las placas cortadas con medidas requeridas, se tomó en cuenta las medidas específicas de cada dispositivo para contar con una distribución correcta en cada una de las placas, sin olvidar que existen dispositivos que deben estar expuestos en la parte frontal de cada módulo.

Se realizaron las perforaciones para los jacks, pulsadores, interruptores y contactores, utilizando brocas de diámetros inicialmente pequeños y terminar con los diámetros requeridos. Esto se realizó para cada una de las placas de acero galvanizado y acero inoxidable como se muestra en la Figura 3.20.



Figura3. 20 Perforación de las placas.

- **Colocación del vinilo de la simbología.**

La representación gráfica de circuitos eléctricos es una importante ayuda para analizarlos y estudiar los problemas que se puedan presentar a la hora de hacer los cálculos necesarios. Cada dispositivo eléctrico que existe tiene su propia simbología, la cual, es fundamental para la representación y análisis de un circuito o partes de este [15].

Para este proceso se realizó el diseño de todas las simbologías representativas de cada uno de los dispositivos, esto se realiza antes de los anclajes para cubrir los agujeros y que tenga un acabado; estético en brillantes gracias al vinil y práctico gracias a los diseños de circuitería que se puede observar en la Figura 3.21.

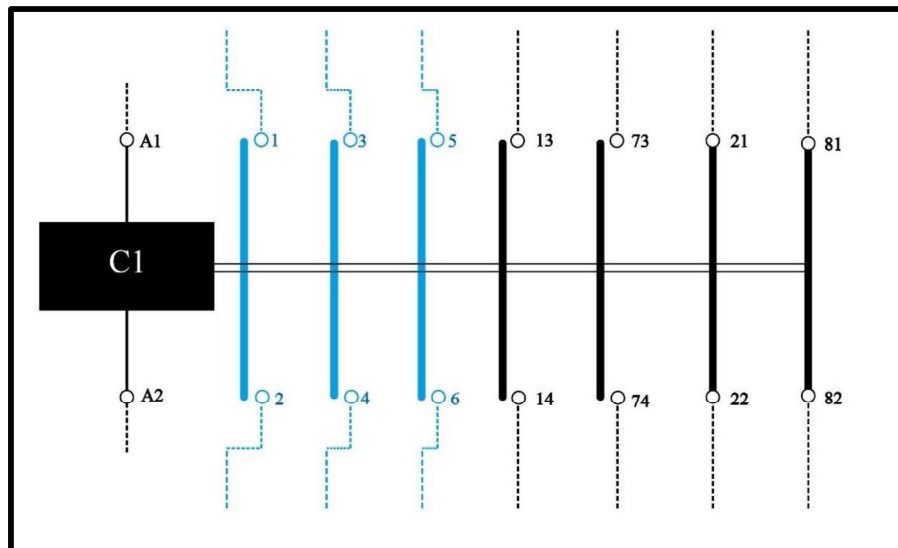


Figura 3. 21 Ejemplo vinil simbología.

- **Anclaje de los dispositivos en las placas.**

Para el anclaje de los dispositivos se utilizaron pernos que fueron anticipadamente colocados en las placas de galvanizado y cada uno de los dispositivos fueron colocados con tuercas externamente, con el fin de tener un acceso rápido y poder cambiar dichos dispositivos cuando sea necesario.

Completando las placas se colocarán los conectores en las placas dependiendo del número de terminales que sean necesarios para cada uno de los paneles del módulo educativo. En la Figura 3.22 se puede observar la colocación de los dispositivos en el módulo.



Figura 3. 22 Módulo LOGO terminado.

Placa del selector

Se colocan dos selectores a la placa que tiene dos contactos normalmente abiertos cada una con sus respectivas simbologías de los contactos (13 ,14 y 21 ,22) como se puede observar en la Figura 3.23.

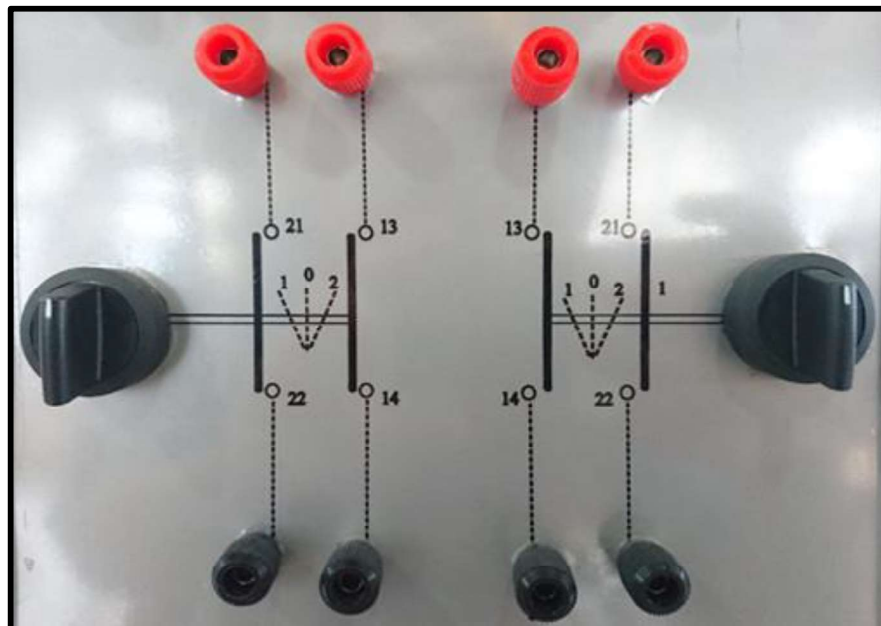


Figura 3. 23 Modulo selector terminado.

Placa del contactor

Como se puede observar en la Figura 3.24 se encuentra anclada el contactor a la placa con su respectiva bobina (A1-A2) y contactos normalmente abiertos NA (1-2, 3-4, 5-6 y 13-14, 73-74) contactos normalmente cerrados NC (21-22, 81-82).

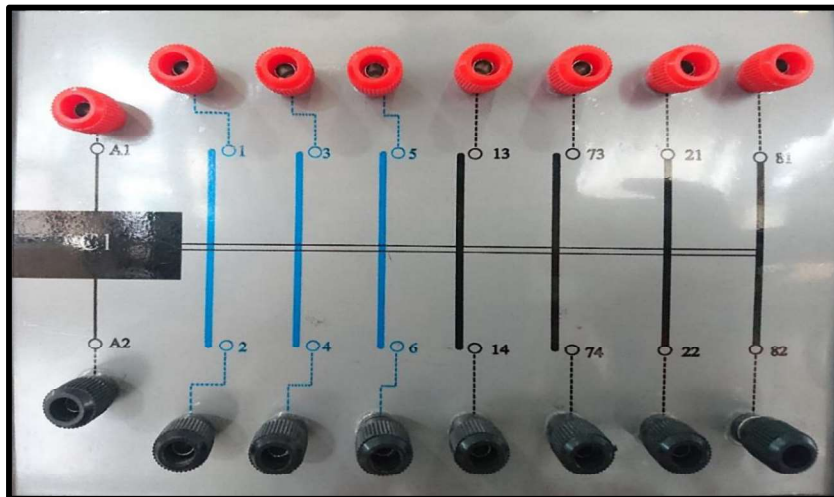


Figura 3. 24 Módulo contactor terminado.

Placa de los contactos de pulsador

Se encuentran anclados dos pulsadores que cada uno tiene un contacto normalmente abierto NA (13 ,14) y un contacto normalmente cerrado NC (21 ,22) que se encuentran conectados a los jacks con su respectiva simbología de los contactos como se muestra en la Figura 3.25.

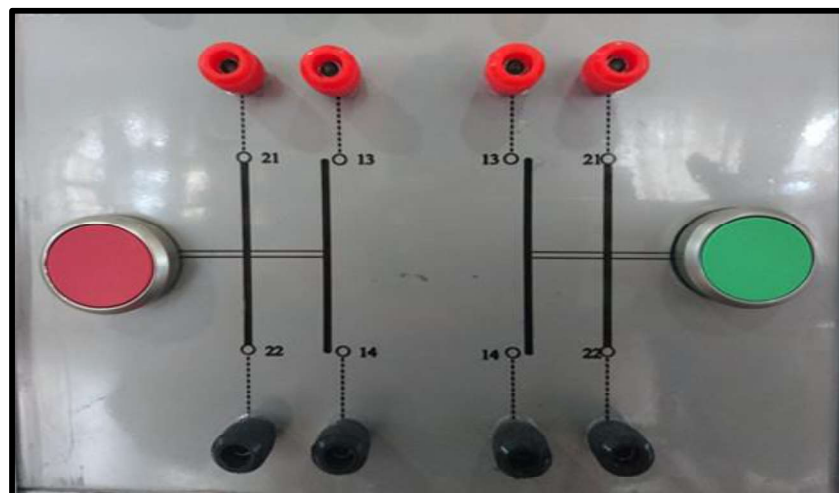


Figura 3. 25 Módulo pulsador terminado.

Placa de las luces piloto.

En la placa de acero inoxidable se encuentra ancladas cuatro luces piloto de diferentes colores, con sus respectivos terminales anclados a los jacks que funcionan a 120V y 220V como se observa en la Figura 3.26.



Figura 3. 26 Módulo luces piloto terminado.

- **Montaje de las protecciones en la placa**

Como se observa se encuentra anclada el breaker a la placa de acero inoxidable donde se encuentran con cuatro terminales que N es el neutro y R, S, T trifásico o monofásico según sea el caso, como indica la Figura 3. 27.

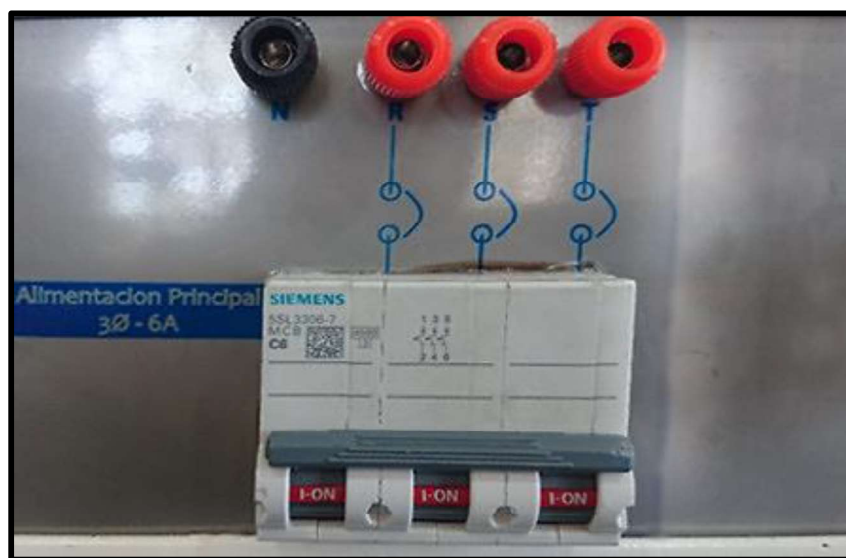


Figura 3. 27 Módulo breaker terminado.

Placa del contactor con guardamotor

Se encuentra anclado el contactor y el guardamotor en la placa de acero inoxidable, como se puede observar en la Figura 3.28 la bobina (A1-A2) y los contactos normalmente abiertos y cerrados, donde el contacto principal del guardamotor es (1 ,2; 3 ,4; 5 ,6) y contactos auxiliares (13 ,14; 73 ,74; 21 ,2; 8 1 ,82).

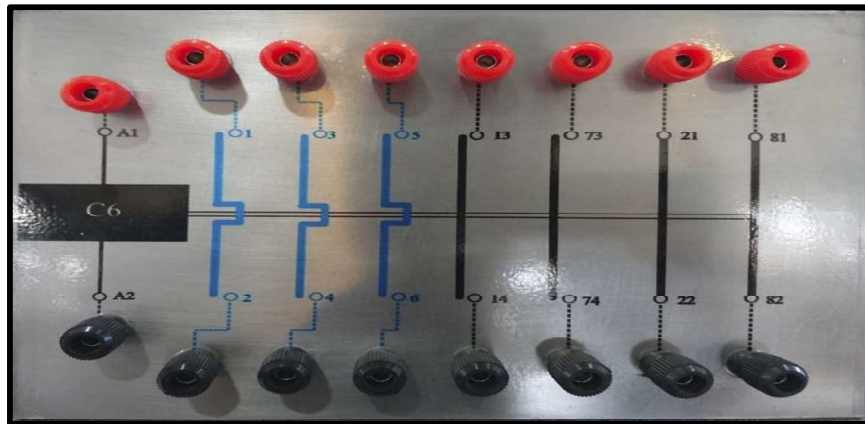


Figura 3. 28 Módulo guardamotor terminado.

3.4 Conexiones de los dispositivos.

Basándose en la manipulación que se le va a dar a los módulos y la seguridad que deben brindar al mover los módulos en los rieles de la estructura, se realizaron las conexiones de los respectivos dispositivos con sus terminales con soldadura de estaño y recubrimiento de tubo térmico para evitar la corrosión y posibles cortocircuitos, como se puede observar en la Figura 3.29.

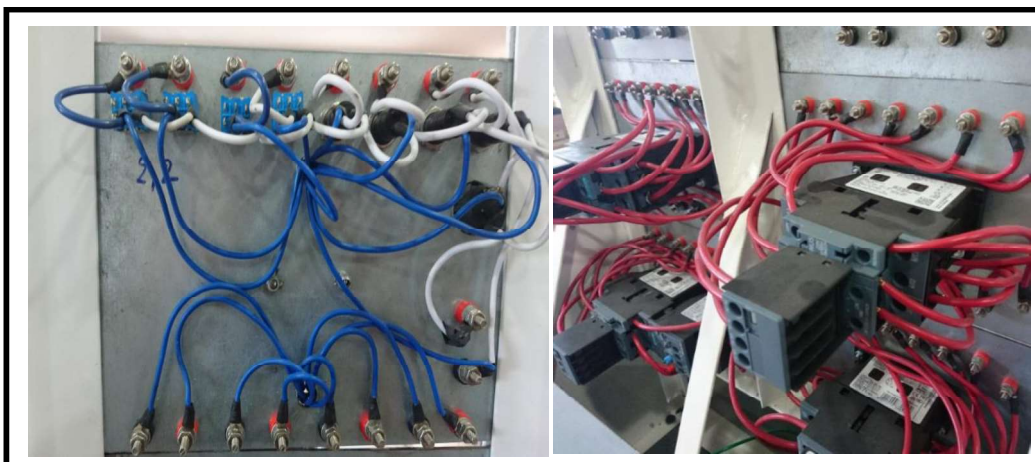


Figura 3.29 Ejemplo conexión cableada y protección de cortocircuitó con tubo térmico.

3.5. Montaje de los módulos educativos en el laboratorio

De acuerdo con las medidas y características estructurales se procede con el montaje de dos módulos educativos en cada una de las mesas, obteniendo un acabado posterior que se observa en la Figura 3.30



Figura 3.30 Montaje del módulo educativo por la parte posterior.

Con los dispositivos y elementos colocados en la placa didáctica se procede a realizar la conexión y cableado según la Figura 3.31.



Figura 3.31 Conexión y cableado a los dispositivos.

Luego, se proceden a realizar los montajes de cada elemento y dispositivos en cada uno de los módulos educativos, donde se indican las ubicaciones de cada placa didáctica en la estructura principal según la Figura 3.32.



Figura 3.32 Mesa de trabajo con el módulo educativo completo.

De esta manera se realizan las conexiones eléctricas al módulo educativo en cada una de las mesas, como se puede observar en la Figura 3.33 y de acuerdo con la Tabla 3.12, se realiza la conexión a la distribución trifásica 220V que llega voltaje por medio de tres fases R.S.T y neutro desde el tablero principal.

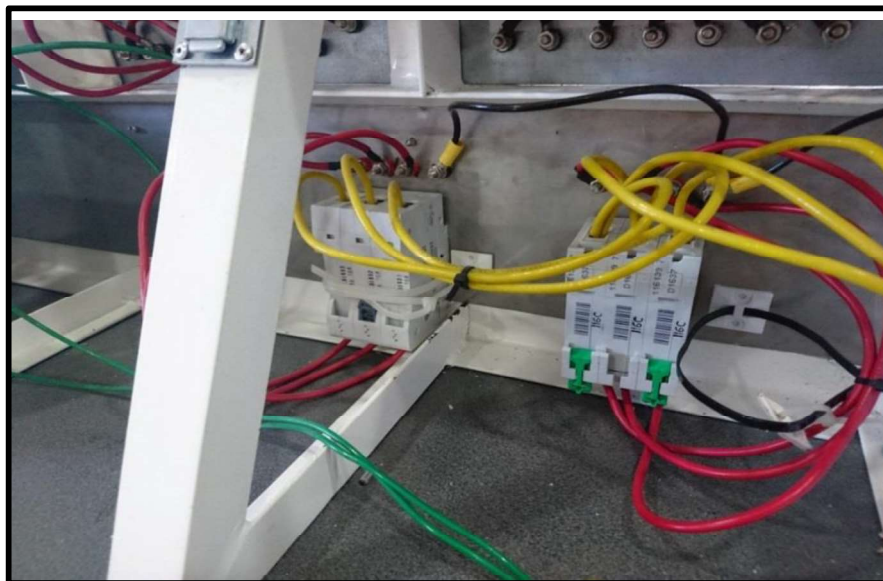


Figura 3.33 Conexión trifásica del tablero a las respectivas mesas de trabajo.

Tabla 3. 12 Cables utilizados para la conexión eléctrica.

Color del cable	Calibre AWG	Corriente máxima (AMP)	Detalle de conexión
Rojo, Amarillo	12	25	Conexión a la alimentación trifásica 220V.
Azul, Blanco	16	13	Conexión a la alimentación LOGO.
Verde	14	15	Conexión al paro de emergencia.
Rojo	12	25	Conexión a los contactores y guardamotores.

3.6. Programación en el LOGO

- **Arranque de un motor trifásico de inducción en composición estrella-delta mediante lógica cableada, este tipo de arranque es muy utilizado en la industria como protección de la vida útil de motores.**

El arranque estrella – triángulo continúa siendo uno de los más utilizados en el arranque de motores de mediana potencia, dada su simplicidad, bajo costo y la gran reducción de corriente de arranque que se logra. Sus principales limitaciones son el bajo torque de arranque que produce y la corriente pico que se origina durante la transición.

Este tipo de arranque es muy utilizado en la industria como protección de la vida útil de motores.

Para realizar el arranque cableado Y-D se requiere realizar las siguientes consideraciones:

- Mediante un selector se escoge el sentido de giro del motor trifásico de inducción horario u antihorario.
- Una vez seleccionado el sentido de giro, mediante un pulsador de marcha, el motor arranca por tres segundos en conexión estrella- delta, cambiando a delta sin desconectar ninguno de los bornes del motor en ningún momento, operación conocida como transición de circuito cerrado.
- Luego de 10 segundos de funcionamiento en estado estable, el motor se desconecta.

- El motor de detiene en cualquier momento presionando el pulsador de paro o activación del relé de sobrecarga.
- Mediante un interruptor general se puede activar o desactivar el circuito de control.

A continuación, se muestra la Tabla 3.13 de las entradas y salidas de arranque Estrella-Delta para realizar la lógica cableada.

Tabla 3. 13 Descripción de entradas y salidas de arranque estrella delta.

Disposición de entradas		
Entradas	Descripción	Nombre de entrada
I1	Activación del relé de sobrecarga	Sobrecarga
I2	Selector (ON) horario (OFF) antihorario	Sentido de giro
I3	Interruptor general	Sg
I4	Pulsador de marcha en conexión estrella	P. marcha
Disposición de salidas		
Salida	Descripción	Nombre de salida
Q1	contactor sentido horario	CH
Q2	contactor sentido antihorario	CAH
Q3	contactor conexión estrella	CY
Q4	contactor conexión resistencia	CR
Q5	contactor conexión delta	CDELTA

La función de estos elementos se explica en cada sección del programa que se indica a continuación:

Tabla 3. 14 Descripción de la programación de motor trifásico parte 1.

<p>Descripción</p> <p>Mediante un interruptor general (I3) se puede activar o desactivar el circuito de control, con el pulsador (I1), el motor se detiene por la activación de relé de sobrecarga y mediante el selector (I2) se escoge el sentido del motor, donde la bobina Q1 (CH) indica el sentido horario y la bobina Q2 (CAH) muestra como gira en sentido antihorario.</p>	<p>Circuito de control</p>
--	-----------------------------------

Tabla 3. 15 Texto de aviso de arranque de motor trifásico.

Descripción	Texto de aviso
<p>Se puede observar en la pantalla, según la selección del sentido de giro del motor mediante un contacto normalmente abierto y cerrado que es el selector (I2).</p>	 <p>The image contains two side-by-side screenshots of a control panel display. Each screenshot shows a 6x6 grid of green cells. Above the grid is a control bar with a digital display showing '0123456', a 'Display de LOGO!' label, and a 'Detalles' button with a magnifying glass icon. In the left screenshot, the text 'SELECCIÓN' is in the first row, 'DE' in the second row, 'SENTIDO' in the third row, and 'ANTIHORARIO' in the fourth row. In the right screenshot, the text 'SELECCIÓN' is in the first row, 'DE' in the second row, 'SENTIDO' in the third row, and 'HORARIO' in the fourth row.</p>

Tabla 3. 16 Descripción de la programación de un motor trifásico parte 2.

<p>Descripción</p> <p>Una vez seleccionado el sentido, mediante un pulsador de marcha (I4) contacto normalmente abierto, se activa la bobina Q3 por 3 segundos en conexión estrella, luego se energiza la bobina Q4 que es la bobina de resistencia por un segundo y se desactiva la bobina Q3, Pero sigue activado la bobina Q4 hasta que se active la bobina Q5 que es la conexión delta por un tiempo de 10 segundos.</p>	<p style="text-align: center;">Circuito de control</p>
---	---

Tabla 3. 17 Texto de aviso de motor trifásico.

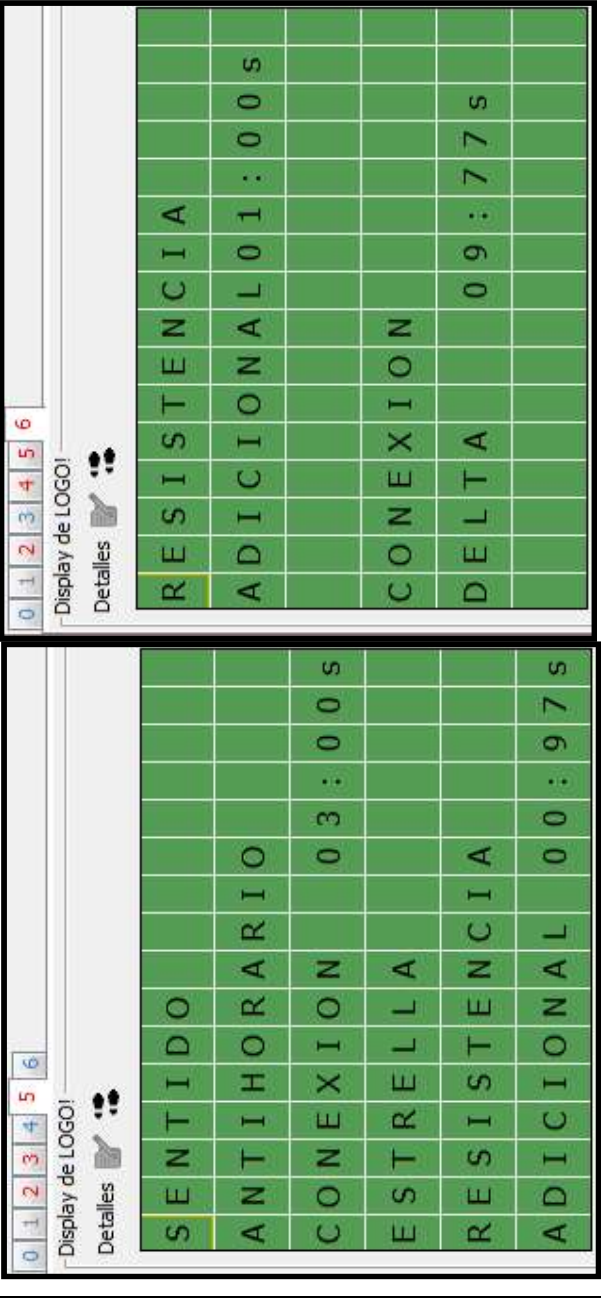
Descripción	Texto de aviso
<p>Se puede observar el sentido y el tiempo de cada una de las bobinas cuando se activan en conexión estrella-delta.</p>	 <p>The image shows two screenshots of a motor control interface. Each screenshot features a digital display with a numeric keypad (0-6) and a 'Display de LOGO!' button. Below the display is a 'Detalles' button with a magnifying glass icon. The left screenshot shows the text 'SENTIDO ANTIHORARIO CONEXION ESTRELLA RESISTENCIA ADICIONAL 00:97s'. The right screenshot shows the text 'RESISTENCIA ADICIONAL 01:00s CONEXION DELTA 09:77s'.</p>

Tabla 3. 18 Descripción de la programación de un motor trifásico parte 3.

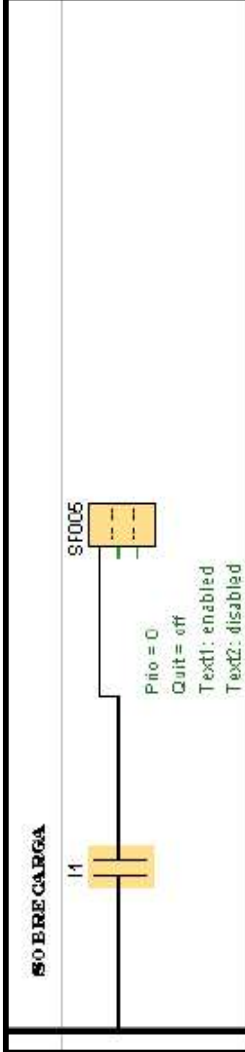
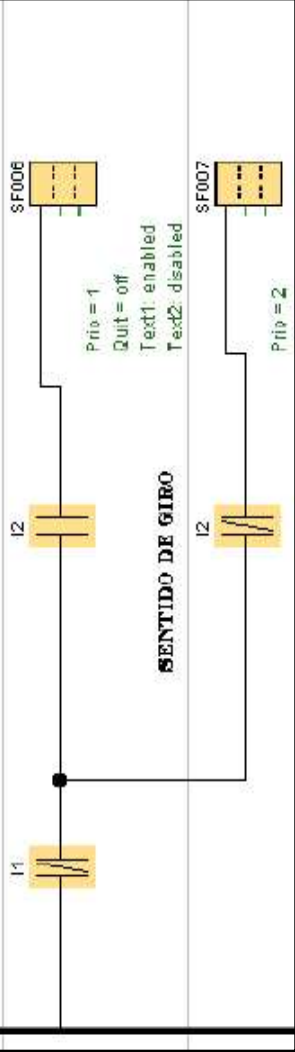
Descripción	Circuito de control
<p>Para poder visualizar en la pantalla se realizó el siguiente circuito de control.</p> <p>Mediante el pulsador (I1) se puede observar que existe una sobrecarga.</p>	
<p>Mediante un interruptor (I2) se puede seleccionar el sentido de giro del motor.</p>	

Tabla 3. 19 Descripción de la programación de un motor trifásico parte 4.

<p>Descripción</p> <p>Se realizó el circuito de control específicamente para poder observar en la pantalla el texto de aviso, la conexión estrella-delta con sus respectivos tiempos de funcionamiento.</p>	<p>Circuito de control</p> <p>The diagram illustrates the control circuit for a motor, divided into three main sections: CAH (Cableado Estrella), CDELTA (Cableado Delta), and CY (Cableado Y). Each section is controlled by a specific contact (Q2, Q5, Q3) and a normally closed contact (Q1, Q4). The SF010 and SF011 contacts are interlocked, and the SF008 contact is also interlocked with SF010 and SF011. The diagram includes parameters for priority (Prio), quit status (Quit), and text display (Text1, Text2) for each branch.</p>
--	--

- **Implementación de un semáforo inteligente mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort.**

Para innovar las señalizaciones de tránsito, es importante el aporte de la tecnología para el control programado de estos; logrando más seguridad, exactitud y precisión en sus cambios, para lo cual se tienen las siguientes consideraciones.

- Mediante un interruptor (I4) se activa o se desactiva el circuito.
- Mediante un selector se escoge el modo de funcionamiento, modo cambio de tiempo y modo nocturno
- En modo de funcionamiento semáforo funcionara con luz verde, luz amarilla y luz roja para cruce de dos vías.
- La luz verde de la vía dos funcionará un tiempo de 10s y las luces amarillas como de la vía 1 y vía 2 será de dos segundos.
- Para calibrar el tiempo de la luz verde vía 1, se debe poner en modo nocturno para aumentar o disminuir el tiempo.

A continuación, se muestra la Tabla 3.20 las entradas y salidas de LOGO con las que se va a realizar la automatización del semáforo.

Tabla 3. 20 Descripción de entradas y salidas de semáforo.

Nombre	Entradas	Salidas	Descripción
Interruptor general	I1	NC	Interrupción general al circuito
Selector	I2	NC	Posición 2 del selector para que el semáforo funcione en modo nocturno
Interruptor	I3	NC	Para el funcionamiento en modo nocturno y la activación del contador para el cambio de tiempo de luz verde 1

Nombre	Entradas	Salidas	Descripción
Interruptor	I4	NC	Permite realizar el aumento o disminución del tiempo de luz verde 1
Pulsador	I5	NC	Pulsador que permite el cambio de tiempo de la luz verde 1
Luz verde 1	NC	Q1	Activación de la bobina que me indica el encendido de la luz verde 1
Luz amarillo 1	NC	Q2	Activación de la bobina que me indica el encendido de la luz amarillo 1
Luz verde 2	NC	Q3	Activación de la bobina que me indica el encendido de la luz verde 2
Luz amarilla 2	NC	Q4	Activación de la bobina que me indica el encendido de la luz amarillo 2
Luz rojo 1	NC	M1	Activación de la bobina auxiliar que me indica el encendido de la luz rojo 1
Luz rojo 2	NC	M1	Activación de la bobina auxiliar que me indica el encendido de la luz rojo 2

La función de estos elementos se explica en cada sección del programa que se indica a continuación.

Funcionamiento del semáforo

Tabla 3. 21 Descripción de la programación para semáforo (1).

<p>Descripción</p> <p>Mediante un interruptor general (I1) se activa o desactiva el circuito y mediante un selector (I2) se puede seleccionar en modo nocturno y normal</p>	<p>Circuito de control</p>
---	----------------------------

Tabla 3. 22 Descripción de la programación para semáforo (2).

<p>Descripción</p> <p>Para poder modificar el tiempo de luz verde de la vía 1, mediante el selector I2 se cambia a modo nocturno y mediante el pulsador (I5) se aumenta o se disminuye los tiempos de luz verde 1 donde mediante las bobinas Q2 y Q4 se encuentra encendidas de forma intermitente las luces amarillas de las dos vías.</p>	<p>Circuito de control</p>
---	----------------------------

Tabla 3. 23 Descripción de texto de aviso para semáforo.

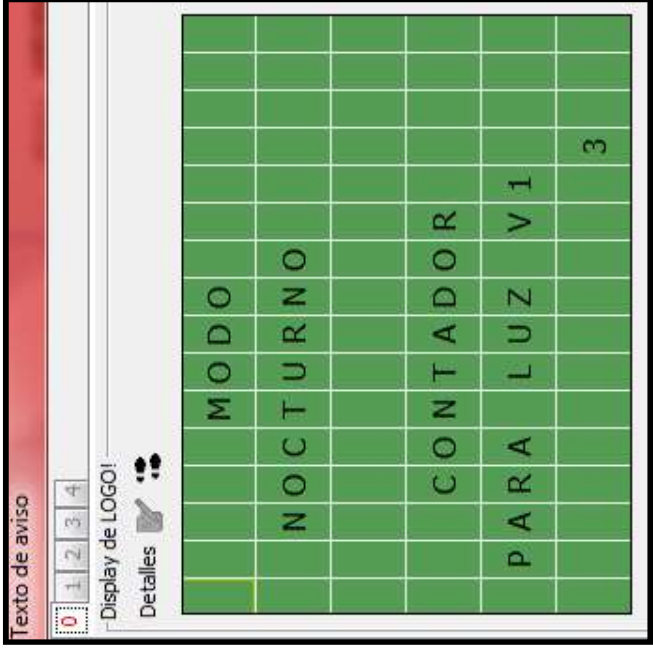
<p>Descripción</p> <p>En esta pantalla me permite indicar el texto de aviso, cuando se realiza el cambio de los tiempos de la luz verde 1 mediante el pulsador (I5).</p>	<p>Texto de aviso</p>
	

Tabla 3. 24 Descripción de la programación para semáforo.

<p>Descripción</p> <p>Mediante un contacto normalmente abierto (I2) se identifica como un selector en funcionamiento en modo normal, los semáforos funcionarán automáticamente donde se encienden la luz verde 2 que es la bobina (Q4) y luz roja 1 (M1), el tiempo es la suma de luz verde 2 más la luz amarilla 2, el tiempo de la luz verde 2 es de 10 segundos y las luces amarillas siempre funcionaran dos segundos.</p>	<p>Circuito de control</p>
---	-----------------------------------

Tabla 3. 25 Descripción de texto de aviso para semáforo.

Descripción	Texto de aviso
<p>En la pantalla se puede visualizar el encendido de luz verde 2 que es tiempo de 10s, al mismo tiempo la luz roja 1 y cuando se apaga la luz verde 2 se enciende la luz amarilla 2 por un tiempo de 2 segundos.</p>	 <p>The figure consists of three screenshots of a traffic light control interface. Each screenshot shows a grid with text and a timer. The first screenshot shows 'ENCENDIDO LUZ V 2' and 'ENCENDIDO LUZ R 1' with a timer '10:00s'. The second screenshot shows 'ENCENDIDO LUZ R 1' and 'ENCENDIDO LUZ A 2'. The third screenshot shows 'ENCENDIDO LUZ V 2' and 'ENCENDIDO LUZ R 1' with a timer '09:90s'. Each screenshot also has a 'Display de LOGO!' header and a 'Detalles' button.</p>

- **Simulación de dos bombas para el llenado de un tanque de reserva mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort.**

El uso de sistemas autosustentables que permitan a las empresas una autonomía en el funcionamiento de procesos complejos, como por ejemplo el abastecimiento de agua necesario para la producción de una empresa hace necesario introducir a los estudiantes en este tipo de implementaciones más allegadas a la vida empresarial e incluso domestica (edificios, conjuntos o urbanizaciones e incluso existencia de largas distancia).

A continuación, se detallan aspectos básicos de las bombas que pueden utilizarse en el laboratorio de Control Industrial.

La bomba de agua comercial más común es la centrífuga [17], la potencia de la bomba se determinaría bajo el parámetro de la cantidad de caudal y la altura necesaria de transporte del líquido, con lo cual es necesario conocer cuál es la necesidad específica del proyecto a implementar. La tabla 3.26 expone características de bombas que podrían ser útiles en el laboratorio y en el presente proyecto

Tabla 3. 26 Características de las bombas comerciales para agua [18].

Tipo	Caudal (l/h)	Altura manométrica(m)	Temperatura máx. (°C)
Biturbina Laton	37000-700	20-98	80
Biturbina plastico	12600-300	20-50	45
Biturbina bronce	20000-900	17-53	80
Gran caudal	56000-1500	3-28	80

Con estos datos y conociendo las características del espacio de trabajo se selecciona la bomba más adecuada para el proyecto.

Para realizar la simulación de dos bombas para llenar una cisterna en necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mediante un selector se escoge cuál de las dos bombas va a trabajar como la bomba principal, dado el caso de que la bomba principal tenga alguna falla inmediatamente es sustituida por la bomba secundaria.

- Una vez escogida la bomba principal, el sistema funciona con ayuda de 3 sensores; el primer sensor detecta si el nivel de la cisterna no está a tope, el segundo sensor cuando la bomba se encuentra más bajo de la mitad y el ultimo sensor cuando la cisterna está vacía, estos sensores activan los modos de funcionamiento de las bombas y las respectivas señalizaciones de nivel.
- El funcionamiento de la simulación debe realizarse para que la bomba 1 actúe como principal o secundaria.

En la Tabla 3.27, se puede observar las entradas y salidas para un simulador de llenado de una cisterna usando dos bombas.

Tabla 3. 27 Entradas y salidas del llenado de una cisterna con dos bombas.

Dispositivos de entradas		
Entradas	Descripción	Nombre de entrada
I1	Selector de bomba 1 como principal	S1
I2	Selector de bomba 2 como principal	S2
I3	Interruptor general	Paro de emergencia
I5	Sensor de nivel crítico de agua	F5
I6	Sensor de nivel medio de agua	F6
I7	Sensor de uso de la cisterna	F7
Dispositivos de salidas		
Salida	Descripción	Nombre de salida
Q1	contactor bomba 1	B1
Q2	contactor bomba 2	B2

El funcionamiento de estos elementos se explica a continuación en cada tabla sección de programación.

Tabla 3. 28 Descripción del funcionamiento del simulador de dos bombas para el llenado de una cisterna (1).

<p>Descripción</p> <p>Por medio del interruptor general (I4) se puede activar o desactivar el funcionamiento total del circuito de control y en casos de emergencia se cuenta con un paro de emergencia (I3), con el selector se escoge en la posición 1(I1) como bomba principal la B1 (Q1), la cual se activa bajo efectos de los sensores F6 (I6) nivel crítico de agua y F7 (I7) nivel normal de agua y el respectivo reemplazo de funciones cuando actué la protección de la B1 TERM B1(I23).</p>	<p>Circuito control</p>
---	--------------------------------

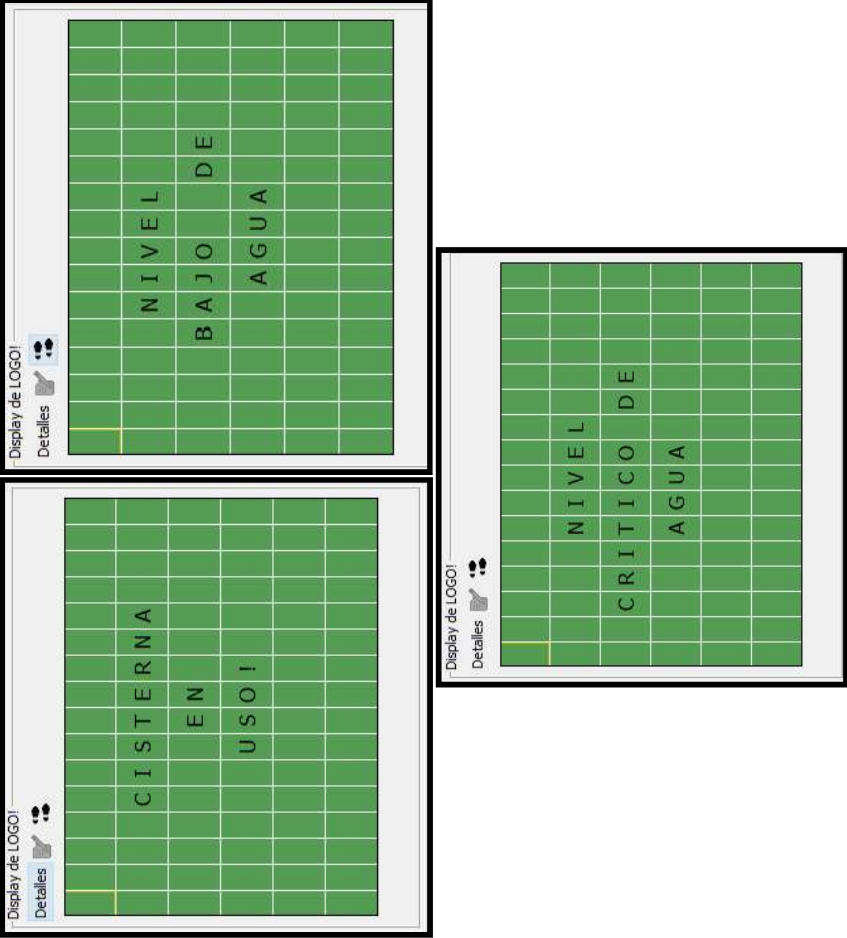
Tabla 3. 29 Descripción del funcionamiento del simulador de dos bombas para el llenado de una cisterna (2).

<p>Descripción</p> <p>En el caso de que el selector se encuentra en posición 2 (I2), el circuito trabajara con la B2 (Q2) como bomba principal y está ahora actuara bajo los efectos los sensores F6 y F7 en los mismos parámetros con los que trabajaría la bomba1 en condiciones normales y también cuando la protección TERM B2 (I24) se accione y la reemplace la B1.</p>	<p>Circuito control</p>
---	-------------------------

Tabla 3. 30 Descripción del funcionamiento del simulador de dos bombas para el llenado de una cisterna (3).

Descripción	Circuito control
<p>Para cada uno de los casos que se puede encontrar en los niveles de agua de la cisterna se cuenta con activadores en la visualización de textos de aviso, que mantendrán informado al operador de cada una de las situaciones en la cuales se encuentra la cisterna.</p>	

Tabla 3. 31 Descripción de textos de avisos.

Descripción	Texto de aviso
<p>Se puede observar los textos de aviso que se utilizan en los niveles determinados por los sensores como indica el uso y nivel de agua que se le da a la cisterna.</p>	 <p>The figure displays three screenshots of a 'Display de LOGO!' interface, each showing a green grid background with text. The first screenshot shows the text 'CISTERNA EN USO!' arranged in three lines. The second screenshot shows 'NIVEL BAJO DE AGUA' arranged in three lines. The third screenshot shows 'NIVEL CRITICO DE AGUA' arranged in three lines. Each screenshot includes a 'Display de LOGO!' title bar and a 'Detalles' button with a magnifying glass icon.</p>

3.7. Pruebas

Para certificar que los módulos se encuentren 100% funcionales, es necesario realizar pruebas de funcionamiento, conexión y comunicación de los distintos módulos y también entre ellos.

Pruebas a realizar:

- Pruebas de voltajes.
- Pruebas de funcionamiento.
- Pruebas de comunicación.
- Pruebas de funcionamiento total de la mesa en prácticas.

En el Anexo D se adjunta lista de comprobación realizado para la verificación del funcionamiento de los módulos y sus componentes.

- **Prueba de voltaje en el módulo**

En esta prueba se realizan las mediciones de todos los puntos disponibles de voltaje, que tienen las mesas, para realizar conexiones tanto en la parte de control como en la parte de potencia como se muestra en la Figura 3.34.

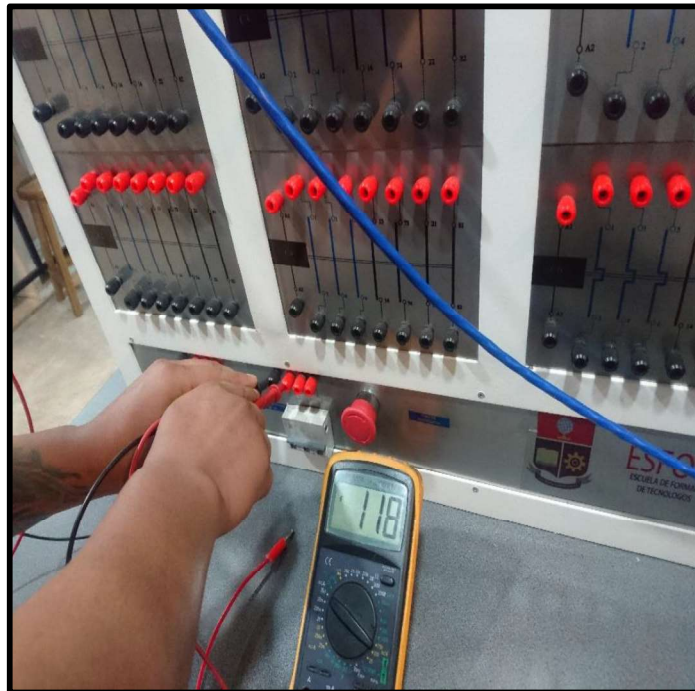


Figura 3.34 Prueba de voltaje en las borneras de la alimentación principal.

Se realizaron conexiones para comprobar que la alimentación llegue de forma adecuada al módulo del dispositivo principal que en este caso es el LOGO y comprobar la funcionalidad de la fuente como se muestra en la Figura 3.35.

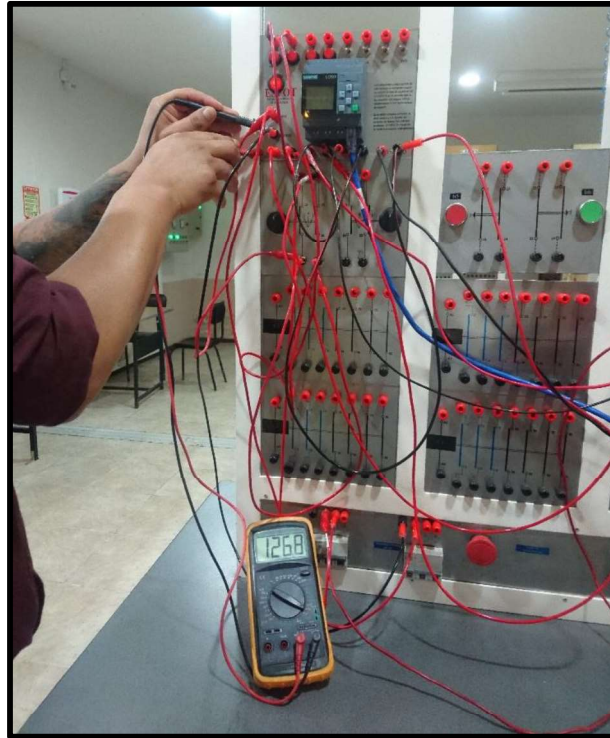


Figura 3.35 Prueba de voltaje en el módulo LOGO.

Los resultados de las pruebas se realizaron reflejan en la Tabla 3.32.

Tabla 3. 32 Resultados pruebas de voltaje.

Pruebas	Voltajes (V)
Pruebas de voltaje en las borneras principales	118
Pruebas de voltaje en el módulo LOGO	126,8

- **Prueba de dispositivos de seguridad y protección**

Se realiza pruebas de cortocircuito con la alimentación de la fuente principal y la conexión; a los dispositivos de mando pulsadores y selectores, y dispositivo de control contactor, de esta manera se comprobó el funcionamiento de las protecciones

seleccionadas con el cumplimiento del bloqueo en casos de cortocircuito como se muestra en el Figura 3.36.

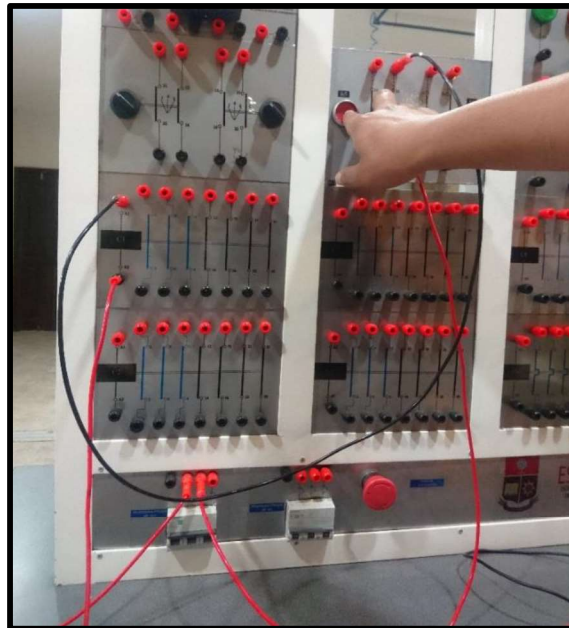


Figura 3.36 Prueba de cortocircuito con el contactor y un pulsador de maniobra.

Los resultados de la prueba de cortocircuito con diferentes dispositivos de maniobra se representan en la Tabla 3.33.

Tabla 3. 33 Resultados de prueba de cortocircuito.

Pruebas	Reacción en la prueba	Daño en dispositivos de maniobra
Prueba de reacción con pulsador	OK	Ninguno
Prueba de reacción con selector	OK	Ninguno

- **Prueba de comunicación**

En esta prueba se realiza la conexión del módulo LOGO con la PC que se designa específicamente a cada mesa de trabajo, dicha conexión se la realiza con un cable de red con terminales rj45 como se muestra en la Figura 3.37.



Figura 3.37 Prueba de conexión pc-LOGO con cable de red.

Antes de realizar la interfaz de conexión es indispensable tener el conocimiento de la dirección IP con la que se está trabajando la PC, para ello se usó la consola de la PC con el comando ipconfig como se muestra en la Figura 3.38.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.17134.523]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\CMCDARK>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Ethernet:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::6d96:e9c0:ad2c:ed18%3
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.24
    Máscara de subred. . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada. . . . . : 192.168.0.100

Adaptador de Ethernet Conexión de red Bluetooth:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

C:\Users\CMCDARK>
```

Figura 3.38 Pantalla de la información de las configuraciones de red.

Para completar la conexión del módulo LOGO al PC se utilizó la interfaz de conexión en la que se coloca la dirección IP en la cual el módulo LOGO va a trabajar, tomando en cuenta que las dos direcciones no deben coincidir, esto se puede observar en la Figura 3.39.

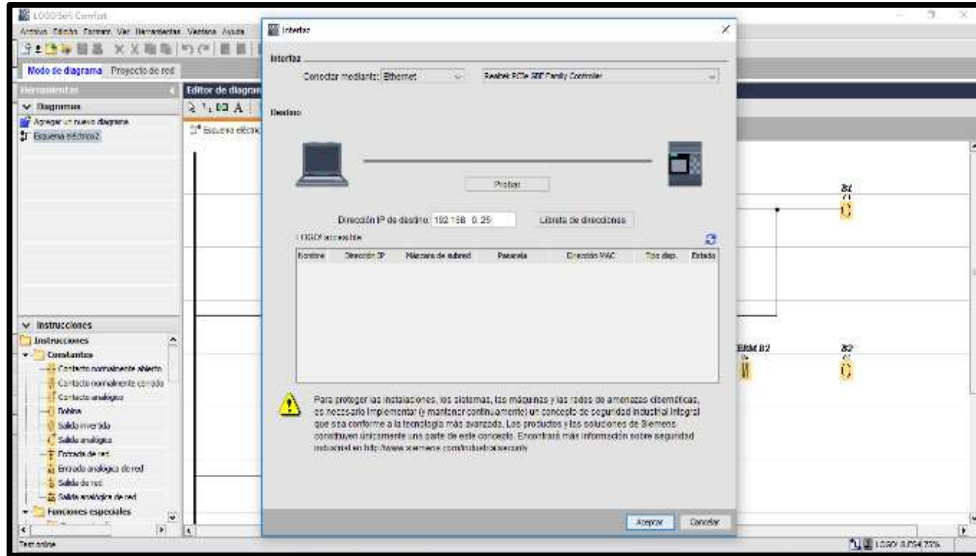


Figura 3.39 Prueba de conexión con la interfaz de comunicación.

En la Figura 3.40 se observa que la comunicación entre el módulo LOGO y la PC se ha realizado de manera adecuada con cual está establecida la conexión.

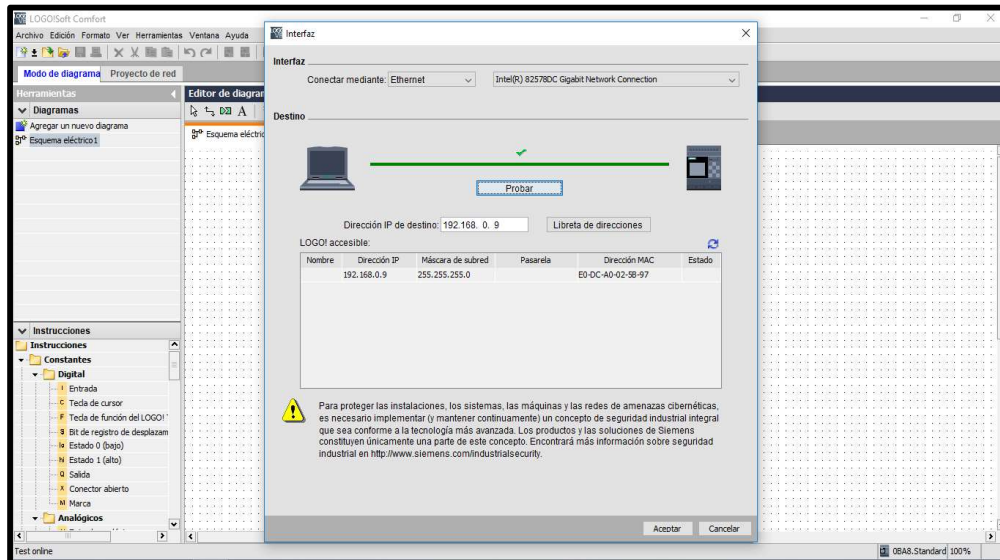


Figura 3.40 Conexión PC-LOGO completada de manera correcta.

Para completar la prueba de conexión se realiza una transferencia de información del PC hacia el módulo LOGO verificando la funcionalidad completa esto se lo puede visualizar en la Figura 3.41.



Figura 3.41 Transferencia de información del PC al LOGO.

Los resultados de la conexión entre el LOGO y la PC se los muestra en la Tabla 3.34.

Tabla 3. 34 Resultados de conexión LOGO - PC

Pruebas	Resultado
Pruebas de conexión entre LOGO y PC	OK
Prueba de transferencia de información	OK

- **Prueba de dispositivos de mando.**

Para esta prueba se usan todos los terminales que se instalaron en los módulos de la mesa de trabajo, los cuales serán utilizados en el desarrollo de las diferentes prácticas que se van a realizar en el Laboratorio de Control Industrial, de esta manera se comprueba que los dispositivos funcionan de una manera adecuada, en la Figura 3.42 se observa el proceso de comprobación con un multímetro para verificar su continuidad en el funcionamiento.

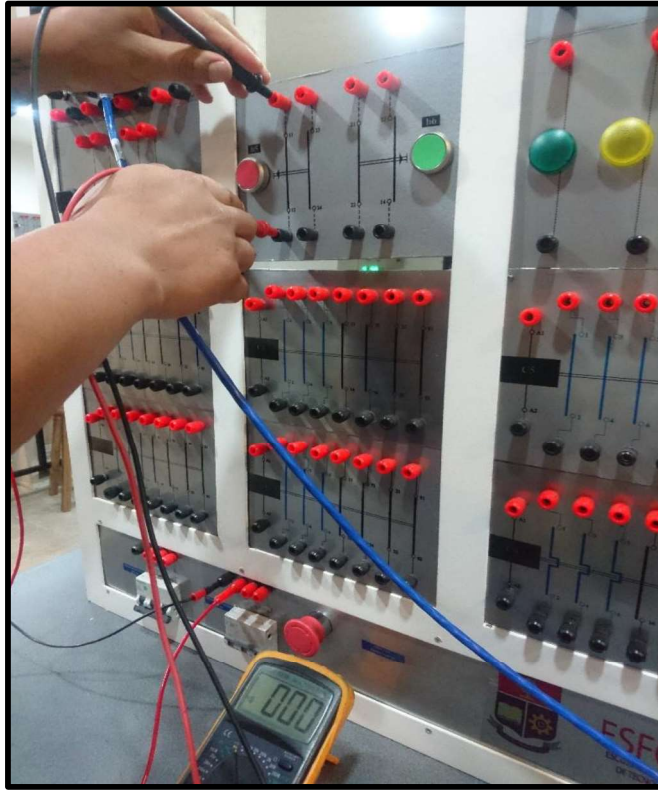


Figura 3.42 Prueba de continuidad en los dispositivos de mando.

Los resultados de la prueba se los representa en la Tabla 3.35.

Tabla 3. 35 Tabla de resultados de continuidad.

Pruebas	Resultado
Prueba de continuidad contactos LOGO	OK
Prueba de continuidad contactos contactores	OK
Prueba de continuidad contactos pulsadores	OK
Prueba de continuidad contactos selectores	OK

- **Prueba de dispositivos de señalización.**

En la Figura 3.43 se observa el funcionamiento de las luces pilotos con una conexión simple entre un pulsador y las respectivas luces de prueba comprobando de esta manera su funcionamiento adecuado.

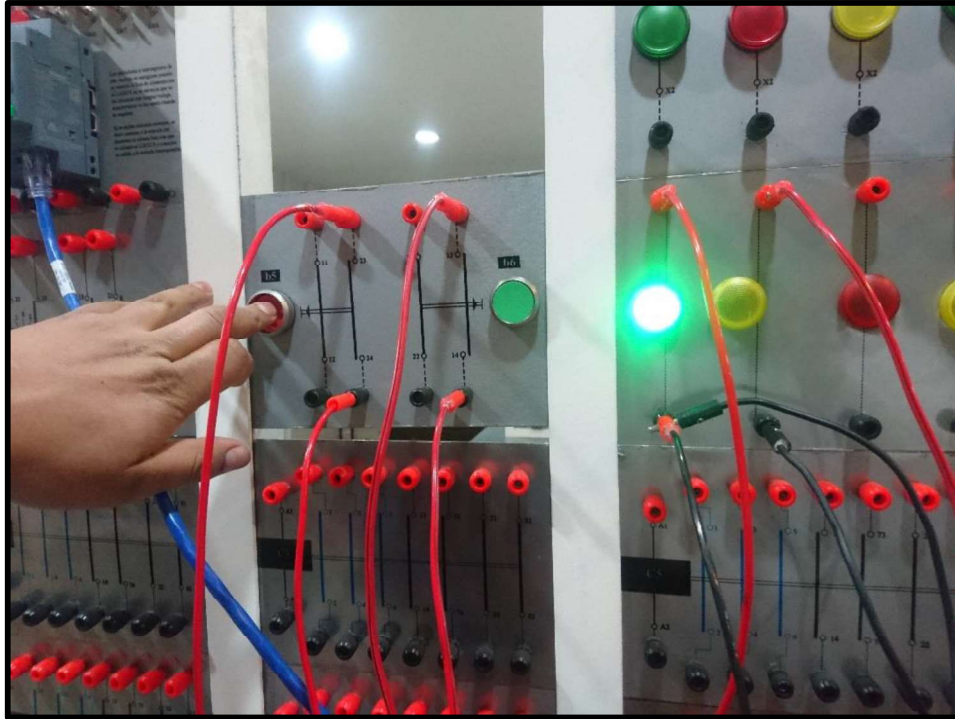


Figura 3.43 Prueba de funcionamiento de luces piloto.

La Tabla 3.36 indica los resultados de las pruebas a las luces pilotos.

Tabla 3. 36 Resultado de la prueba de luces pilotos.

Pruebas	Resultado
Prueba de funcionamiento luz piloto roja	OK
Prueba de funcionamiento luz piloto verde	OK
Prueba de funcionamiento luz piloto amarilla	OK

- **Prueba de dispositivos de fuerza.**

Se muestra en la Figura 3.44 se realiza la prueba de funcionamiento de dispositivos de fuerza, que para el caso de control industrial 1 el más comúnmente usado es el contactor, conectando un pulsador con la bobina del contactor para cerrar el circuito y que los contactos se activen de esta manera se puede revisar la continuidad con un multímetro.

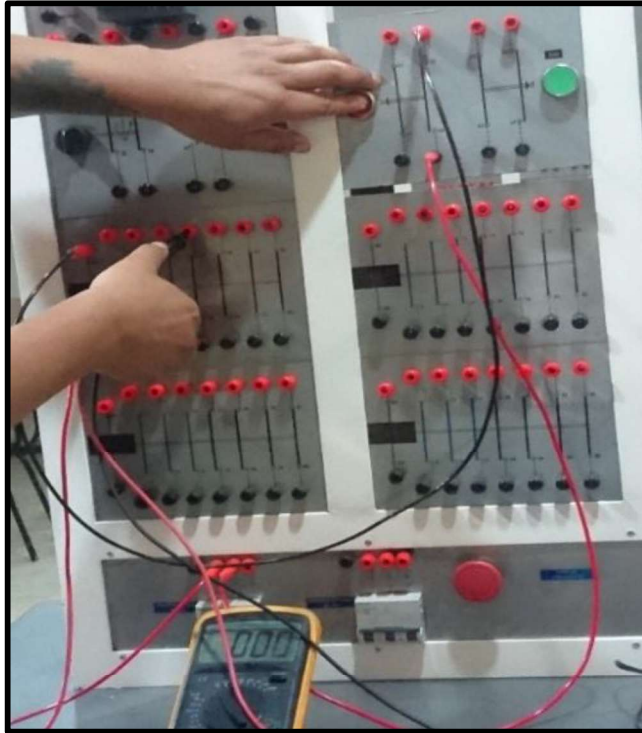


Figura 3.44 Prueba de activación de bobinas con pulsador.

En la Tabla 3.37 se puede evidenciar los resultados a la prueba realizada.

Tabla 3. 37 Resultado de las pruebas en los contactores.

Pruebas	Resultado
Prueba de funcionamiento bobina del contactor 1	OK
Prueba de funcionamiento bobina del contactor 2	OK
Prueba de funcionamiento bobina del contactor 3	OK
Prueba de funcionamiento bobina del contactor 4	OK
Prueba de funcionamiento bobina del contactor 5	OK
Prueba de funcionamiento bobina del contactor 6	OK

- **Verificación de los módulos educativos en funcionamiento.**

Al realizar esta prueba se utiliza todos los módulos que conforman la mesa de trabajo incluyendo dispositivos externos como motores que son necesarios en las implementaciones de los circuitos en el laboratorio.

Para comprobar; el funcionamiento completo de los dispositivos en acción, los algoritmos de control de cada una de las aplicaciones y el correcto funcionamiento de los circuitos con las especificaciones acordadas.

En la Figura 3.45 se puede observar el funcionamiento del sistema de arranque estrella-triángulo.

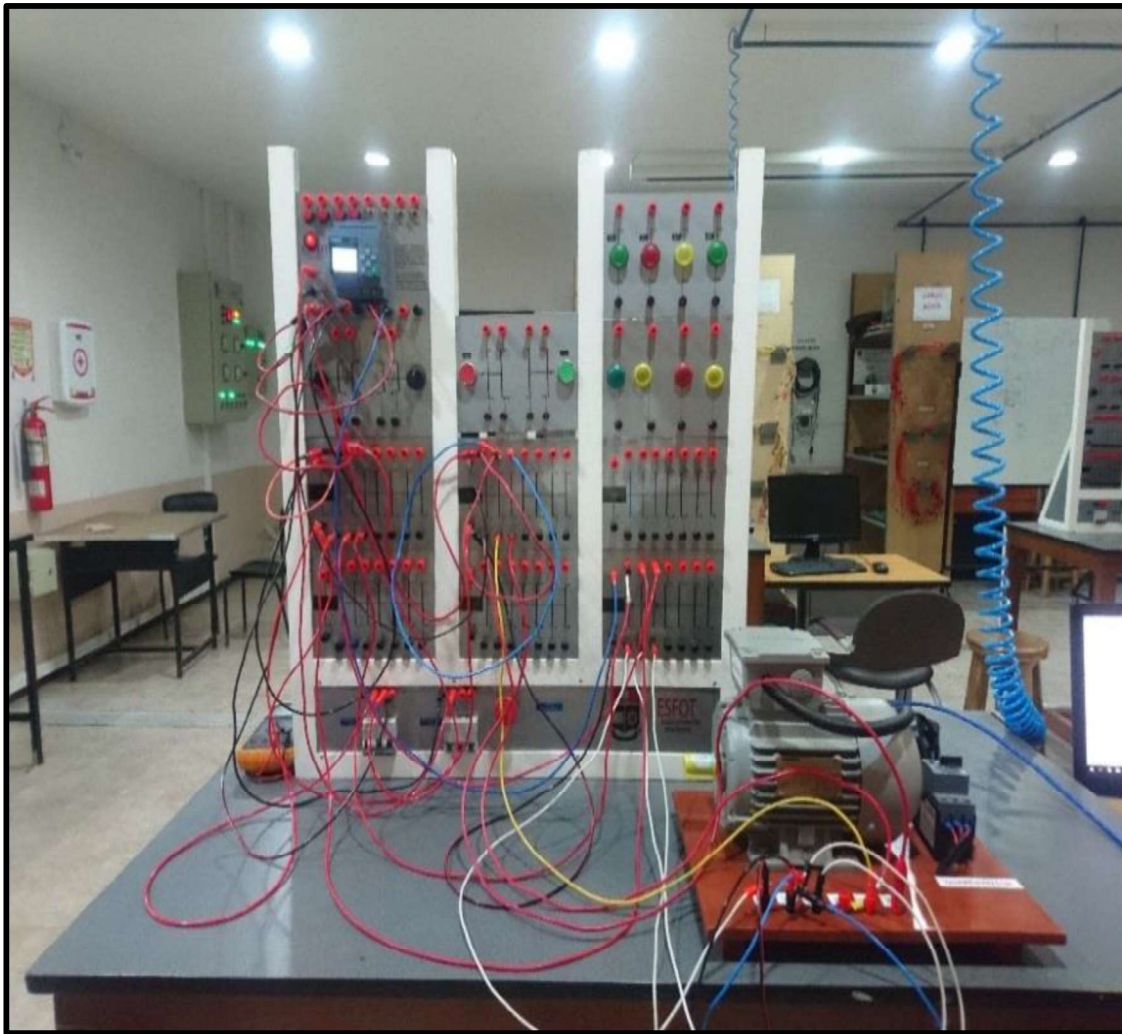


Figura 3.45 Sistema funcional estrella-triángulo.

El funcionamiento del sistema de semaforización, se observa en la Figura 3.46.

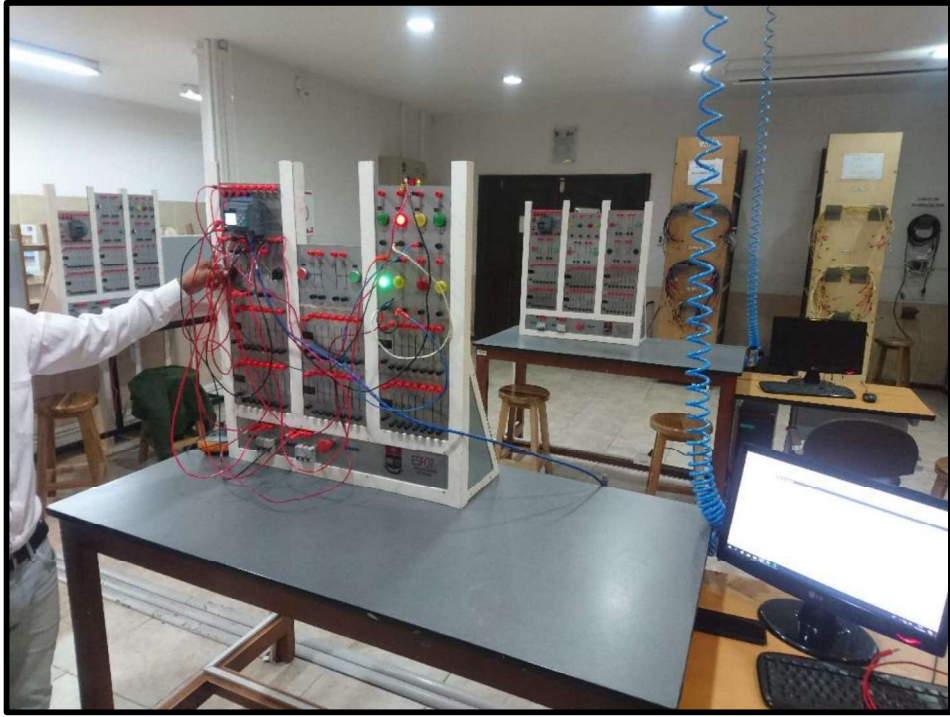


Figura 3.46 Sistema funcional de semáforo.

El funcionamiento del sistema de bombas se visualiza en la Figura.3.47.



Figura 3.47 Sistema de cisternas funcional.

Después de realizadas las implementaciones de cada una de las prácticas propuestas, se analizó el resultado en cada ocasión, culminando de esta manera las pruebas en su totalidad de los equipos y funcionalidades, esos resultados se los puede observar en la Tabla 3.38.

Tabla 3. 38 Resultados de funcionamiento en prácticas implementadas.

Pruebas	Resultado
Prueba de funcionamiento arranque estrella delta a transición circuito cerrado	OK
Prueba de funcionamiento semáforo inteligente mediante lógica programada	OK
Prueba de funcionamiento simulación de dos bombas que vacían un pozo séptico mediante lógica programada	OK

3.8. Prácticas

- **Práctica N°1**

Tema: Arranque Y-Delta a transición circuito cerrado

Objetivos: Aplicar la lógica cableada y los criterios de diseño hasta ahora aprendidos, al accionamiento de motores eléctricos, tomando como ejemplo el arrancador Y – Delta con transición a circuito cerrado

Equipos y materiales:

- Motor trifásico de inducción con 6 terminales accesibles disponible en el laboratorio
- Módulo educacional con elementos electromecánicos.
- Cables de conexión

Información:

Con independencia del arranque directo, el arrancador estrella- triángulo es el sistema de arranque más utilizado en los motores asíncronos de inducción

Durante el arranque el voltaje aplicado al motor se reduce al 58% del voltaje nominal.

El contactor de alimentación y el que realiza la conexión triángulo, se dimensionan para la potencia o corriente del motor dividida por la raíz cuadrada de tres.

El contactor de la conexión estrella se dimensiona para la potencia o corriente del motor dividida por tres. Se recomienda que el contactor de la estrella cierre antes que el contactor de alimentación. Se detalla a continuación las características del arranque Y-D.

- Usado en motores que disponen de sus 6 terminales.
- Se debe utilizar un motor que esté preparado para funcionar a la tensión inferior conectado en triángulo. Así, por ejemplo, un motor de 220 (Y)/380(Δ) podrá ser arrancado en una red de 220 V.
- Durante el arranque el voltaje aplicado al motor se reduce al 58% del voltaje nominal.
- La corriente de arranque se reduce a 1/3 respecto a la corriente en el arranque directo.
- Arranque relativamente simple y económico.
- Torque de arranque bajo y fijo.
- Corriente transitoria elevada en el momento de la conmutación estrella – triángulo.

Transición entre Y – Δ se produce entre 30 a 60 milisegundos (ms).

Trabajo preparatorio:

- Diseñar el circuito de fuerza para que un motor trifásico de inducción rotor jaula de ardilla, con seis terminales accesibles, pueda funcionar en los dos sentidos de giro por medio de un arranque estrella – triángulo.
- Incluir protecciones eléctricas contra sobrecargas y cortocircuitos. Utilizar la siguiente nomenclatura: CH y CAH para los contactores del sentido de giro; CY y CDELTA para los contactores estrella y triángulo respectivamente.
- Mediante un interruptor se escoge el sentido de giro: HORARIO (ON) – ANTIHORARIO (OFF).

- Una vez seleccionado el sentido de giro, mediante un pulsador de marcha, el motor arranca en el sentido seleccionado conectado 3 segundos en conexión estrella, cambiando a delta sin desconectar ningún de los bornes del motor en ningún momento, operación conocida como transición en circuito cerrado
- Luego de 10 segundos de funcionamiento en estado estable, el motor se desconecta y luego se puede escoger nuevamente el sentido giro y funciona normalmente
- El motor se detiene en cualquier momento presionando un pulsante de paro o por activación del relé de sobrecarga.

Actividades por desarrollar:

- Justificación teórica del tipo de arranque y un esquema, dibujo, fotografía que ilustre el problema propuesto.
- Diagrama de fuerza con todas las protecciones

Diseño del circuito de control en el LOGO que se simule el funcionamiento para verificar su correcta operación

- **Práctica N°2**

Tema: Un semáforo inteligente mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort

Objetivos:

- Familiarizar al estudiante con las tecnologías de control programable, para la solución de problemas de automatización y control de pequeña escala
- Desarrollar mayores habilidades en el estudiante para el diseño de circuitos de control con temporizadores y contadores, mediante el módulo programable LOGO.

Equipos y materiales:

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio
- Relé programable LOGO disponible en el laboratorio

Información:

El módulo programable LOGO dispone de funciones de temporización, en las cuales es posible variar los parámetros de tiempo, a partir de otras funciones de control, como de un contador, por ejemplo.

Trabajo preparatorio:

Mediante LOGO SOFT COMFORT, diseñe el programa de control de un semáforo ubicado en el cruce de dos vías, de acuerdo a las siguientes condiciones:

- a. Mediante un interruptor general S1 se activa o se desactiva el circuito de control en el LOGO
- b. Mediante un selector de tres posiciones se escoge el modo de operación FUNCIONAMIENTO, modo cambio de tiempo y en OFF del selector modo Nocturno.
- c. En el modo funcionamiento el semáforo funcionara con luz verde –luz amarillo-luz roja, tanto para la vía 1 como para la vía 2.
- d. La luz verde de la vía 2 funcionara 10 segundos y las luces amarillas funcionaran dos segundos siempre.
- e. Para calibrar el tiempo de la luz verde de la vía 1, un operador debe colocar el selector en el modo cambios y utilizando pulsadores podrá aumentar o disminuir los segundos.
- f. Mientras el operador se halle trabajando en el cambio de tiempos, las luces amarillas lados se encenderán en forma intermitente.
- g. En el modo nocturno se encenderá las luces amarillas de ambas vías de mañanera intermitente.
- h. Programar las salidas de las siguientes formas: Q1 (luz verde); Q2 (luz amarilla); Q3 (luz verde 2); Q4 (luz amarilla 4), las luces rojas resultan de la conexión en paralelo las luz verde y amarillo del lado contrario y se sugiere activarlas como marcas, esto es M1 (rojo1) = verde 2 +amarillo 2 y M2 (rojo 2) = verde 1 + amarillo1
- i. Mediante un interruptor el operador podrá consultar tanto el tiempo establecido para la luz verde 1 como el transcurso de este. Para el efecto, utilizar textos de aviso sin olvidar de conectar los contactos de los textos a los terminales X1; X2, etc. para permitir la descarga correcta al relé LOGO. Mediante un interruptor el

operador podrá consultar tanto el tiempo establecido para la luz verde 1 como el transcurso del mismo. Para el efecto, utilizar textos de aviso sin olvidar de conectar los contactos de los textos a los terminales X1, X2, etc. para permitir la descarga correcta al relé LOGO.

Para facilitar la conexión al relé LOGO del laboratorio se sugiere utilizar las siguientes entradas: I1 e I2 entradas para los modos del selector; I4 entrada para interruptor general; I5 entrada para interruptor que autoriza cambio aumentar o disminuir tiempos; I6 entrada para consultar textos de aviso I3, I7 e I8 entradas para los pulsantes que cambian tiempo de verde.

Actividades por desarrollar:

- Dibujar el diagrama de tiempos que ilustre el encendido de las luces de los dos lados del semáforo cuando están operando normalmente.
- Realizar el diagrama de entradas y salidas.

Diseño del circuito de control en el LOGO que se simule el funcionamiento para verificar su correcta operación

- **Práctica N°3**

Tema: Simulación de dos bombas para el llenado de un tanque de reserva mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort.

Objetivos:

- Familiarizar al estudiante con el control relé lógico programable LOGO.
- Desarrollar mayores habilidades en el estudiante para diseños de control
- Aplicar la lógica de control programada y los criterios de diseños aprendidos, a los accionamientos de motores y bombas

Equipos y materiales:

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponibles en el laboratorio
- Relé lógico programable LOGO Soft Comfort V8.
- Cables banana, banana y horquilla.

Información: El accionamiento de bombas, ya sea para trabajos de llenado o vaciado de agua en tanque cisternas o pozos sépticos, requieren de circuitos de control adecuados para su correcto funcionamiento y su fácil mantenimiento.

Debido al trabajo que realizan las bombas cuando el sistema es medianamente complejo, se recomienda utilizar dos bombas para que trabajen alternadamente o las dos en forma simultánea; lo que permite mejorar las condiciones de servicio, facilitar el mantenimiento y prolongar la vida útil de las mismas.

Además, todo sistema de control adecuado debe prever el fallo de las bombas o de los elementos de detección de nivel de agua, con el fin de evitar paralizaciones totales y prolongadas, con los inconvenientes que esto causa.

Trabajo preparatorio

- El sistema de bombeo funciona controlado por un selector de tres posiciones modo B1; OFF; modo B2.
- Se conecta la bomba cuando el agua cae por debajo de F7 y la desconecta cuando supera la altura F7, un flotador F6 activa la demanda pico conectando las dos bombas simultáneamente.
- Cada bomba funciona abasteciendo la demanda base establecida por el flotador F7 o abasteciendo la demanda pico establecida por el flotador F6, El cambio de funcionamiento se realiza utilizando el selector esto es: modo B1 la bomba B1 como base; modo B2 la bomba B2 como base.
- Si se presenta una sobrecarga en la bomba que está trabajando como base esta se desconecta y la otra toma su lugar. En el caso de que la sobrecarga ocurra cuando la bomba se halla funcionando en la demanda pico, solo se desconecta la bomba cuyo motor se sobrecargó.
- Las bombas dejan de funcionar con el selector en posición OFF.
- Para las tres etapas de la cisterna se requiere texto de aviso para cada escenario de nivel de agua.

Actividades por desarrollar:

- Diagrama de fuerza con todas las protecciones.
- Diagrama de entradas y salidas al módulo programable.
- Tabla con la lista de todas las variables y funciones.
- Circuito de control impreso utilizando la opción de guardar en formato PDF.
- El programa grabado en una memoria Flash para verificar el funcionamiento.

3.9. Resultados

Luego de terminar las pruebas de funcionamiento en cada uno de los casos se concluye los siguientes resultados:

- **Funcionamiento del sistema de arranque de un motor trifásico de inducción estrella-triángulo.**

Como se observa en la Figura 3.48 el funcionamiento del arranque de un motor trifásico de inducción en composición estrella-delta en transición de circuito cerrado, es necesario realizar las conexiones necesarias y transferir el circuito de control al LOGO, de esta manera se aprecia el funcionamiento de los circuitos tanto de control como de fuerza funcionando de manera adecuada con las condiciones requeridas y a su vez se observará el sentido de giro del eje del motor.

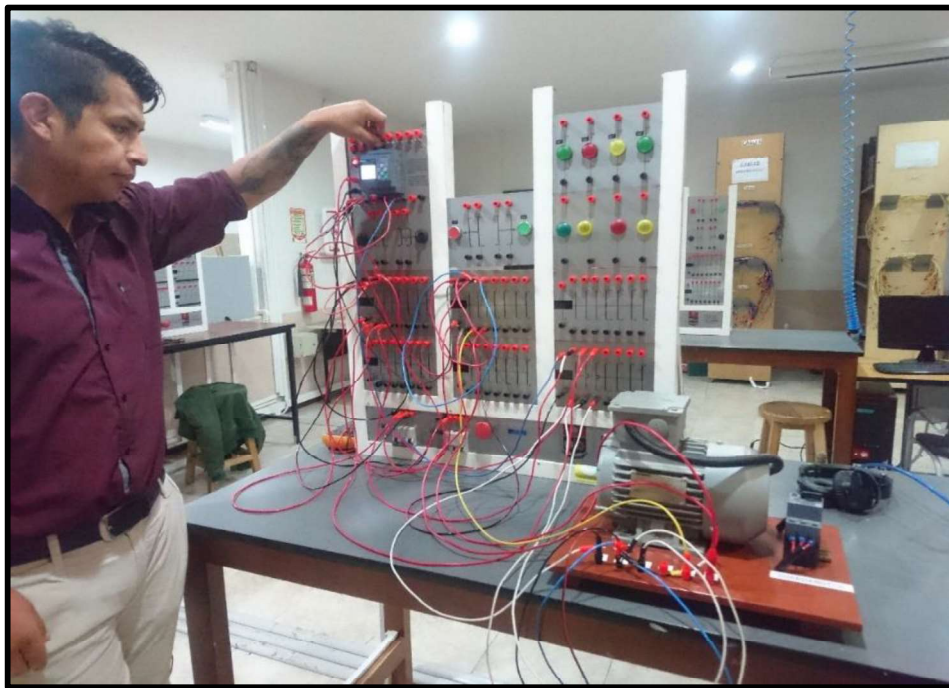


Figura 3.48 Funcionamiento de circuito de arranque estrella – triángulo.

Además, el funcionamiento del sistema incluye un cambio manual de sentido de giro del motor, comandado por un selector que activa un contactor proporcionando el cambio de giro deseado como se muestra en la Figura 3.49.

El diagrama de entradas y salidas del sistema se detalla en la Figura 3.50.

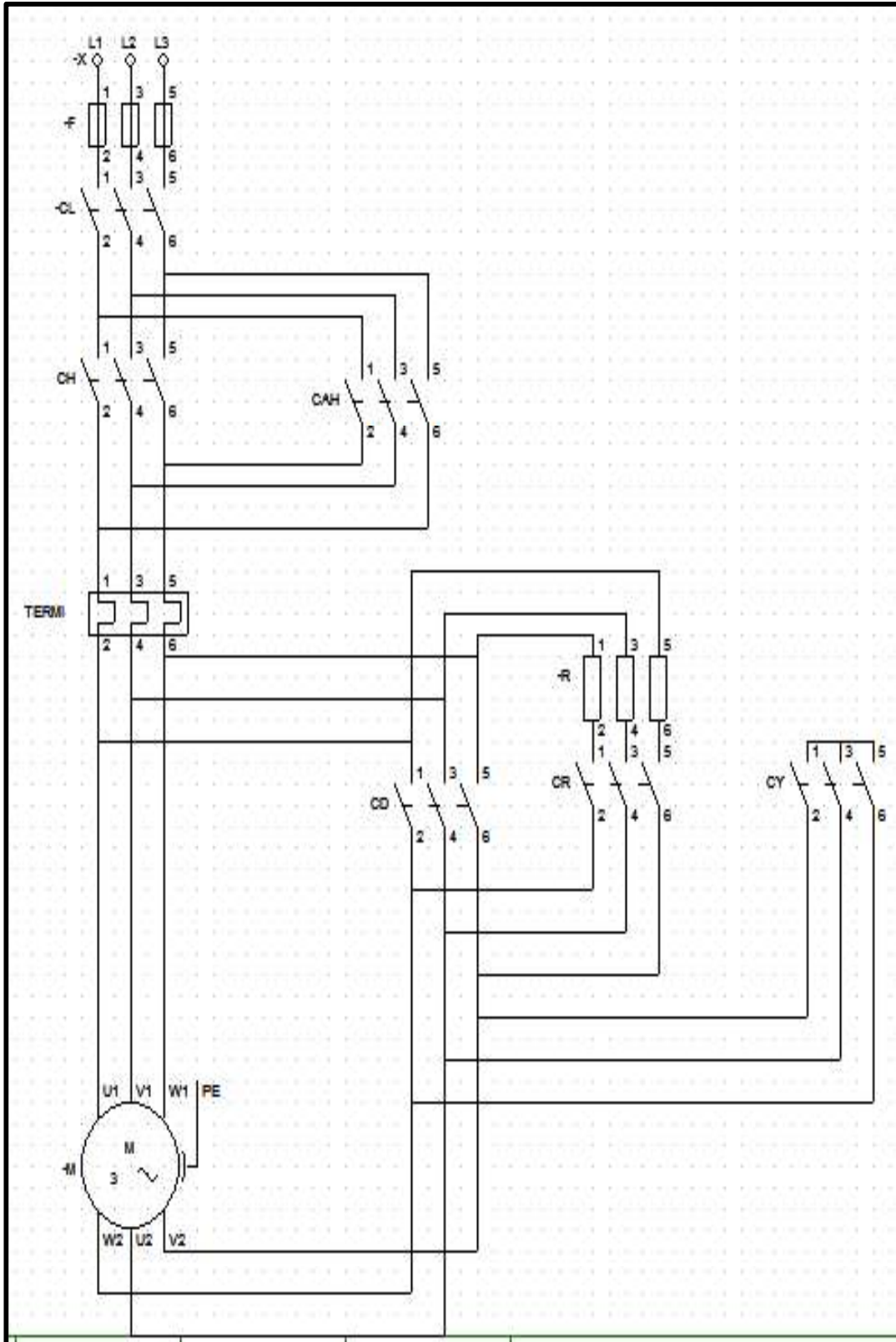


Figura 3.49 Diagrama de fuerza de arranque de motor Y- Δ en transición cerrada.

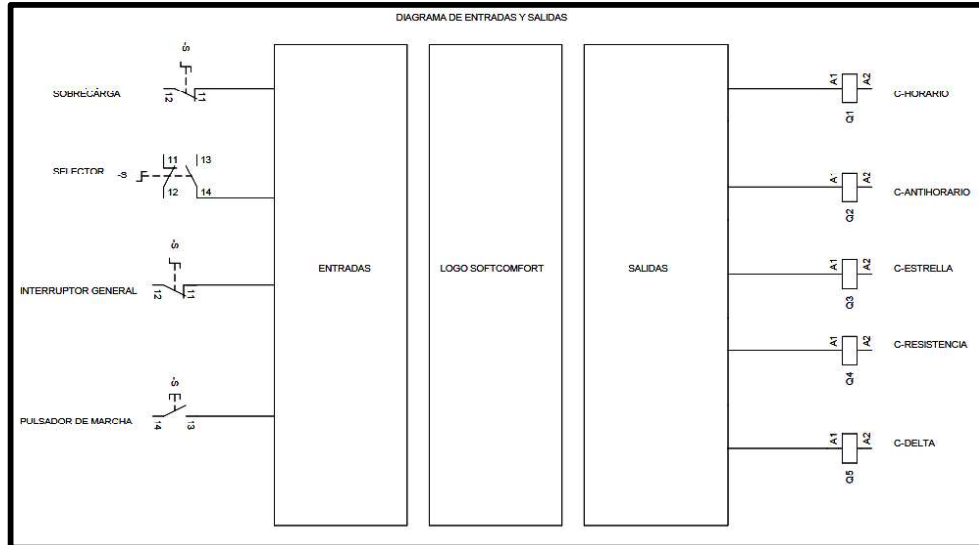


Figura 3.50 Diagrama I/O al LOGO del sistema de arranque de motor.

- **Funcionamiento del sistema de un semáforo inteligente mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort.**

El resultado de la implementación de un sistema para un semáforo inteligente se lo puede apreciar en la Figura 3.51, para esta implementación se realiza las conexiones necesarias de los dispositivos externos al LOGO, como son las luces de aviso como representación de los semáforos, el selector el cual da la opción de la selección del modo de trabajo y por supuesto en la conexión entre el LOGO Y el PC para la transferencia de la programación antes mencionada.

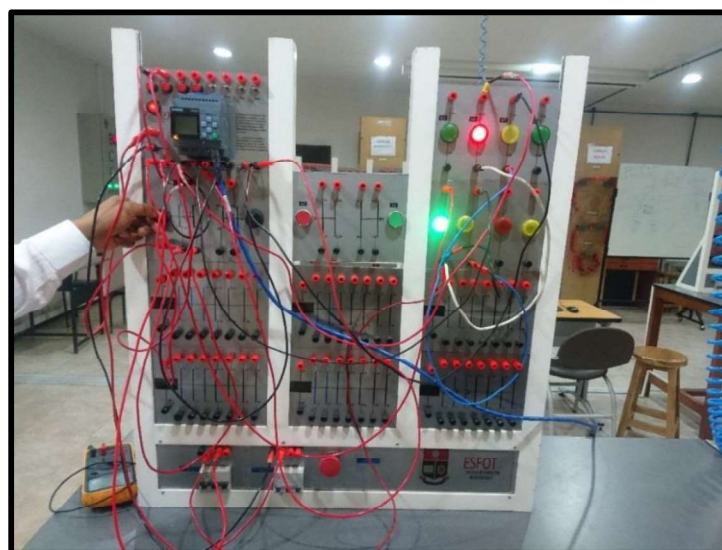


Figura 3.51 Funcionamiento del circuito de semáforo inteligente.

Los resultados se los puede observar tanto en las luces de aviso, como en el sistema LOGO Soft Confort, ya que la cantidad de salidas disponibles del LOGO es limitada para la cantidad de luces necesarias.

A continuación, se detalla el diagrama de entradas y salidas en la Figura 3.52.

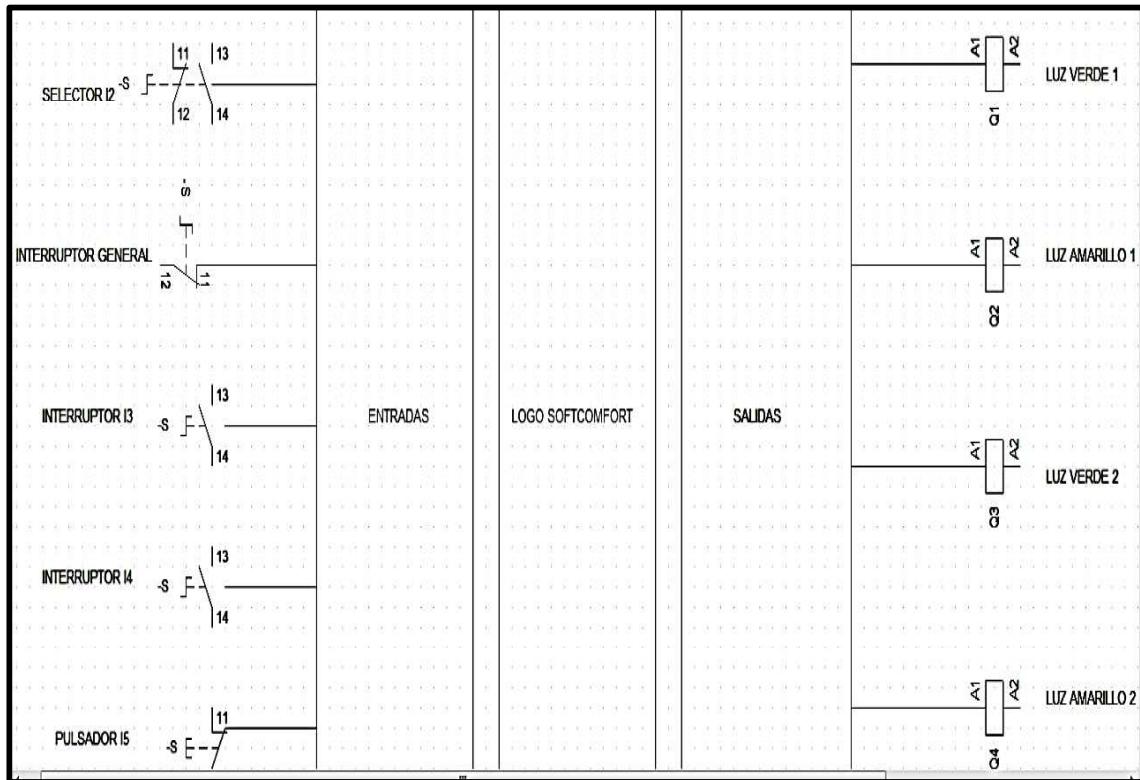


Figura 3.52 Diagrama de I/O para el sistema de semáforo inteligente.

- **Funcionamiento de la simulación de dos bombas para el llenado de un tanque de reserva mediante lógica programada en LOGO Soft Comfort.**

Para esta implementación el uso de dos motores serán la representación de las bombas, a continuación de eso es necesario la conexión de los dispositivos como contactores que son los dispositivos que darán la apertura a las bombas en su funcionamiento, un selector el cual ofrece la opción de selección de cuál es la bomba principal, es necesario la conexión del LOGO con la PC para la transferencia de la programación que le presento con anterioridad, los textos de aviso se lo podrá visualizar en la pantalla del LOGO El funcionamiento de este circuito se lo puede observar en la Figura 3.53.

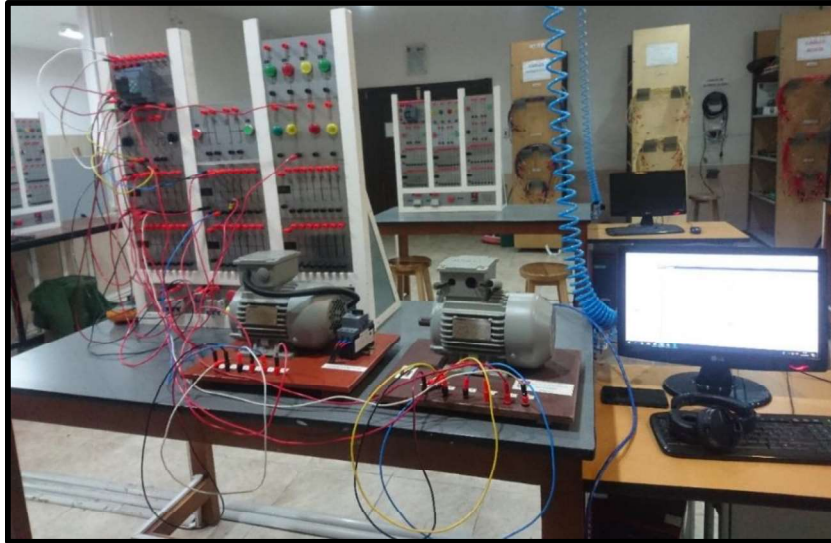


Figura 3.53 Funcionamiento del circuito de 2 bombas para una cisterna.

El resultado es visible en esta implementación gracias a la ayuda de los motores que funcionaron como representación de las bombas.

Tanto el diagrama de entradas y salidas como el de fuerza se pueden apreciar en las Figura 3.54 y 3.55.

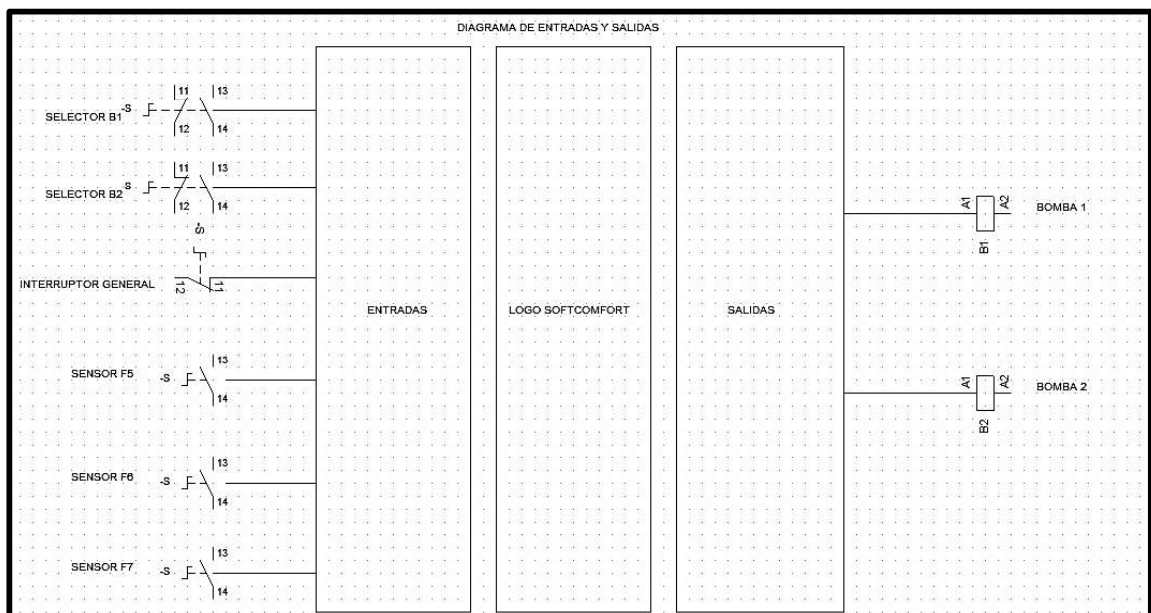


Figura 3.54 Diagrama de I/O del sistema de llenado de una cisterna con dos bombas.

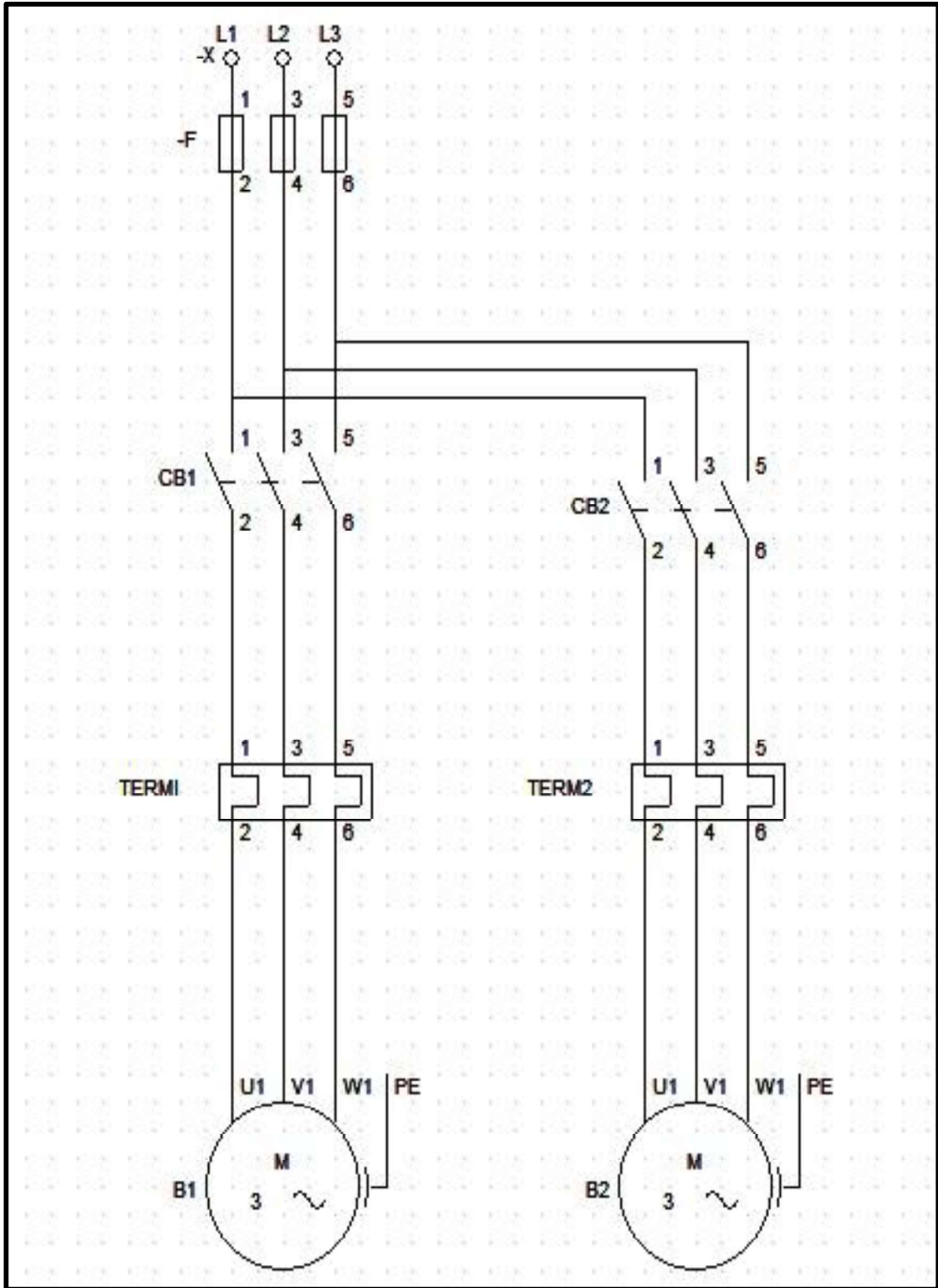


Figura 3.55 Diagrama de fuerza sistema de llenado de una cisterna con 2 bombas.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se implementaron dos módulos educativos basados en dispositivos de maniobra y relé programable para realizar arranques de motores trifásicos de inducción en composición estrella- delta y la simulación de dos bombas para el llenado de un tanque de reserva y un semáforo inteligente, prácticas que permiten verificar el funcionamiento de circuitos implementados mediante lógica cableada y lógica de programación para la simulación de varios procesos industrial, de tal forma que se comprueba el funcionamiento adecuado de los módulos educativos.
- El proyecto ha permitido diseñar, instalar, construir los módulos educativos en base a los diagramas esquemáticos presentes en la ingeniería de detalle, implementar los circuitos de control y de fuerza propuestos como prácticas correspondientes, en el cual cumple con todos los requisitos necesarios para que los estudiantes puedan realizar las prácticas en las asignaturas relacionadas.
- Con las pruebas eléctricas se pudo verificar que cada dispositivo, elemento electromecánico y la alimentación implementada operan de forma apropiada, permitiendo así un funcionamiento correcto, cumpliendo con la caída de tensión máxima aceptable y con las normas de instalación eléctrica que procuran la seguridad de las personas y las instalaciones en general.
- Para la selección adecuada de cada equipo y dispositivos fue necesario conocer las necesidades y capacidades de amperaje y voltaje de la carga a soportar por cada módulo didáctico, con el fin de garantizar la homogeneidad, seguridad y confiabilidad.
- Los dispositivos de protección que forman parte de los módulos educativos esta dimensionados de 6 AMP para el LOGO Soft Comfort y de 16 AMP para los dispositivos electromecánicos frente a la sobrecarga y cortocircuito que se presente, de esta forma permitirán garantizar la seguridad de los equipos y de los distintos usuarios.

4.2 Recomendaciones

- Es recomendable conseguir acoplamiento para el LOGO, para expandir la capacidad de entradas y salidas disponibles. Si se llega a contemplar las expansiones disponibles para el LOGO, se podría llevar a cabo una actualización

de las prácticas que se realizan en el laboratorio de control industrial, mejorando de esta manera la experiencia de los estudiantes:

- Dentro de la construcción se debe tomar en cuenta la rigidez de la estructura metálica, para que pueda soportar el peso de los módulos y esto termine deformando el diseño original o la mesa de trabajo, esto llega a ser un limitante para cualquier implementación posterior en lo que respecta número de módulos y peso de soporte.
- Es importante tener en cuenta que, para la implementación de circuitos, es preciso realizar la conexión de circuito de fuerza y luego el circuito de control para garantizar el funcionamiento adecuado.
- Antes de energizar se debe verificar la conexión correcta en cada dispositivo, para evitar cortocircuitos y así evitar daños a los equipos.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos para así garantizar la vida útil de los equipos y elementos de los módulos educacionales.
- Es importante tener en cuenta el espacio en los módulos educacionales para una buena adaptación de las placas en los rieles ya que esto depende el correcto funcionamiento, como también la vida útil.
- Sería de gran utilidad poder contar con motores y bombas, para pasar de una emulación a una práctica más real de las implementaciones realizadas en los laboratorios.
- Para las implementaciones que se requiera una cantidad adicional de luces de aviso es necesario que se considere la adquisición de módulos adicionales, que aporte una visualización más completa de las implementaciones.
- Sería de gran ayuda realizar maquetas con sensores de nivel para las implementaciones que los requieran, de esta manera la práctica de laboratorio tomaría una perspectiva más real en comparación a las simulaciones que se desarrollan en este trabajo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Tunal, Automatización de los procesos de trabajo, Venezuela: ISSN, 2005.
- [2] V. Cordero. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>. [Último acceso: 27 04 2019].
- [3] «lifeder,» [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>. [Último acceso: 27 03 2019].
- [4] M. Badia, Autómatas programables, Barcelona-España: Marcombo, 1988.
- [5] J. M. A. y. F. M. J. Conejo, Instalaciones Eléctricas, España: McGrawHill, 2007.
- [6] SIEMENS, «Catálogo general de productos,» Mayo 2015. [En línea]. Available: www.industry.siemens.com/home/aan/es/argentina/Documents/CatalogoProductosSiemens_MAY2015.pdf. [Último acceso: 20 febrero 2019].
- [7] P. Angulo, «Clases de Control Industrial,» 6 abril 2015. [En línea]. Available: <http://pabloangulo.blog.epn.edu.ec/wp-content/uploads/sites/174/2015/04/CLASES-DE-CONTROL-INDUSTRIAL-6-8-13-Y-15-DE-ABRIL.pdf>. [Último acceso: 7 mayo 2019].
- [8] C. Fabara, «Control Industrial I apuntes de clases,» Quito, 2017.
- [9] P. Angulo, «Diagramas de Control Industrial EPN,» Quito, 1990.
- [10] SIEMENS, «Manual SIEMENS,» 2017. [En línea]. Available: <https://es.rs-online.com/webdocs/00c8/0900766b800c80fa.pdf>. [Último acceso: 23 Enero 2019].
- [11] SIEMENS, «Catalogo SIEMENS,» 2017. [En línea]. Available: http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf. [Último acceso: 15 02 2019].
- [12] SIEMENS, «Datos tecnicos LOGO,» [En línea]. Available: https://media.automation24.com/datasheet/en/6ED10521FB000BA8_en.pdf. [Último acceso: 29 Enero 2019].
- [13] M. Alberti, «Introducción en acero inoxidable,» 19 09 2014. [En línea]. Available: <http://www.inoxidable.com/infoutil.htm>. [Último acceso: 01 04 2019].
- [14] C. PINA, Manual de soldadura por arco electrico, Ceysa, 2012.
- [15] DIPAC, «Catálogo de acero,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.slideshare.net/robertomorenoleon9/catalogo-acero-dipac-104845997>. [Último acceso: 23 febrero 2019].

- [16] G. Perez, Electrotecnia (UF0149), Málaga: IC, 2011.
- [17] «TU&CO,»[Enlínea]. Available: <https://www.tuandco.com/aprendeymejora/como-escooger-una-bomba-de-agua/>. [Último acceso: 19 07 2019].
- [18] HASA, «Catalogo general,» Barcelona, 2018.