

**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
“PADRE ANTONIO BERTA”  
EIN – 002/2020**

**CARRERA: ELECTRICIDAD INDUSTRIAL**



**DISEÑO Y ARMADO DE UN TABLERO DIDÁCTICO APLICADO AL USO  
DEL HMI PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO PADRE ANTONIO BERTA**

Trabajo final para optar al grado académico de Técnico Superior otorgado por el Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta.

**Postulante(s):**

Callisaya Calamani Melanio Joel  
Jora Cayo Javier Alejandro

**Tutor:**

Tec. Sup.: Alvaro Lopez Cardenas

Sumumpaya – Cochabamba

2020

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes entre los que se incluye este. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestros anhelos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar en cada paso que damos, por fortalecer el corazón e iluminar la mente y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido un soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Este proyecto de grado, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte de los autores, damos gracias al Instituto Padre Antonio Berta y tutor del proyecto ya que sin su apoyo y conocimiento no hubiese sido posible su finalización, sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que brindaron su apoyo y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos difíciles.

Agradecer hoy y siempre a nuestras familias por el apoyo y alegría que nos brindan nos dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

# TABLA DE CONTENIDOS

## RESUMEN

## INTRODUCCIÓN

<b>1. TEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. DIAGNÓSTICO Y JUSTIFICACIÓN .....	1
1.1.1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS .....	1
1.1.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	2
1.1.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	2
1.1.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	2
1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO/TECNOLÓGICO .....	3
1.2.1. F.O.D.A.....	4
1.2.2. ÁRBOL DE PROBLEMAS .....	7
1.2.3. ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	7
1.3. OBJETIVOS.....	8
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.3.3. ALCANCE.....	9
1.4. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	10
1.4.1. MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO.....	10
<b>2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....</b>	<b>15</b>
2.1. DIAGRAMA DEL PROCESO .....	15
<b>3. PROPUESTA DE INNOVACIÓN Y SOLUCIÓN AL PROBLEMA .....</b>	<b>22</b>
3.1. IMPACTO SOCIAL COMUNITARIO .....	22
3.2. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	22
3.2.1. CÁLCULO DEL GABINETE .....	22
3.2.2. CÁLCULO DE LA PROTECCION PRINCIPAR DE FUERZA .....	22
3.2.3. CÁLCULO DE LA PROTECCION DE MANDO .....	23
3.2.4. CÁLCULO DEL CONTACTOR.....	23
3.2.5. CÁLCULO DEL RELE TERMICO .....	23
3.2.6. CÁLCULOS DEL CONDUCTOR .....	24

3.3.	ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO .....	24
3.4.	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	26
3.5.	PRESUPUESTO .....	26
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>7.</b>	<b>FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>32</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b>TABLAS Y GRÁFICOS DE SELECCIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>9.</b>	<b>HOJAS DE PROCESO DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>10.</b>	<b>PLANOS Y DIAGRAMAS DE CONEXIÓN.....</b>	<b>43</b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo consiste en un diseño y armado de un tablero didáctico, que consiste en la programación de Controladores Lógicos Programables (PLC's), esto implica contar con equipos didácticos que permitan simular procesos industriales. La versatilidad que tengan estos simuladores permitirá ejemplificar la mayor parte de las funciones que los controladores poseen.

En este trabajo se describe el diseño y construcción de un tablero didáctico basado en el PLC DPV-12SE de la marca DELTA. El equipo construido cuenta con 8 entradas digitales y 4 salidas digitales (transistor), que permiten simular el estado de sensores e igual número de indicadores luminosos que pueden ser empleados para señalar el estado de las salidas de control. Se incluyeron en el equipo un módulo de entradas y salidas analógicas, puertos de comunicación serial RS-485 y Mini USB incorporados y un adaptador Ethernet, elementos que permiten un manejo más profundo de las funciones del PLC.

Para visualizar la utilidad del sistema, el tablero incluye una serie de ejemplos que pueden ser implementados, mismos que involucran, comunicación con otros controladores, así como con sistemas de Interface Hombre Máquina (HMI).

## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto describe el diseño e implementación de un tablero didáctico para realizar simulaciones empleando el protocolo de comunicación MODBUS RTU y el uso del HMI, de esta manera se contribuye a reforzar los conceptos teóricos de las materias de: Automatismos, Control Lógico Programable y Sistemas SCADA, en el Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta Sumumpaya.

Haciendo la implementación de los ejercicios prácticos para los estudiantes y mejorar el aprendizaje de la institución en las áreas ya mencionadas, acompañando así con una guía de uso y ejercicios de prácticas de simulación, para reforzar la enseñanza.

El capítulo 1, pretende describir la necesidad y los rasgos generales como ser: objetivo general y específicos. La justificación y las características de la necesidad antes del proyecto, además, del planteamiento del problema y las características de la necesidad tomando en cuenta la solución hallada.

El capítulo 2, establece toda la teoría respecto a los fundamentos principales de los elementos empleados en el proyecto.

El capítulo 3, trata del análisis de destinatario y los cálculos realizados con respecto a los componentes eléctricos empleados y otros extras, además, del cálculo de costos y presupuestos

# **CAPÍTULO I**

## **1. TEMA**

El tema seleccionado es: DISEÑO Y ARMADO DE UN TABLERO DIDÁCTICO APLICADO AL USO DEL HMI PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO PADRE ANTONIO BERTA, este título surge a partir de la necesidad de tableros didácticos para desarrollar prácticas en las materias como ser automatismos eléctricos y sistemas SCADA.

### **1.1. DIAGNÓSTICO Y JUSTIFICACIÓN**

#### **1.1.1. ANTECEDENTES GENERALES**

El Instituto Padre Antonio Berta con R.M. N.º 091/2012 funciona en Cochabamba, Bolivia cuenta con dos sedes en:

San Benito en el valle alto Cochabamba que opera desde el 2019 que cuenta con las carreras de:

- Mecánica industrial
- Mecánica automotriz.

Sumumpaya norte Colcapirhua que opera desde el 2016 cuenta con las carreras de:

- Electricidad Industrial
- Electrónica.

#### **1.1.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS**

En la materia de Sistemas SCADA de la carrera de Electricidad Industrial, actualmente no se cuenta con los recursos necesarios para el desarrollo de las prácticas, por lo que este aspecto solo se ve en simulación y teoría, de esta forma el aprovechamiento del estudiante no se refleja en la parte práctica.

Actualmente la institución no cuenta con variedad de tableros didácticos para realizar prácticas enfocados a los distintos protocolos de comunicación que al día de hoy se utilizan en los procesos autómatas industriales.

### **1.1.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

La incorporación del tablero didáctico enfocado en los protocolos de comunicación MODBUS RTU ayudará a la mejora de la enseñanza de los nuevos estudiantes para el mejor desarrollo de las materias.

La incorporación de PLC, HMI para el mejor manejo, control, supervisión y desarrollo de las prácticas dentro de las materias de automatismos, control lógico programable, sistemas SCADA

La incorporación de sistemas de protección que ayudará a la prevención de daño de los equipos incorporados.

La implementación de dispositivos como ser: contactores, pulsadores, indicadores pilotos, contribuirá a que los estudiantes puedan contar con un equipo más completo para realizar las prácticas de simulación.

### **1.1.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

La donación de los tableros didácticos contribuirá a que el instituto pueda enfocar sus recursos a otras áreas de mayor importancia como la infraestructura.

También contribuirá a que los estudiantes no tengan que comprar el material para realizar sus prácticas.

### **1.1.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La importancia de la implementación de tableros didácticos en el área de automatización, contribuye a los estudiantes permitiendo que estos realicen prácticas no solo en software y lo implementen en los tableros.

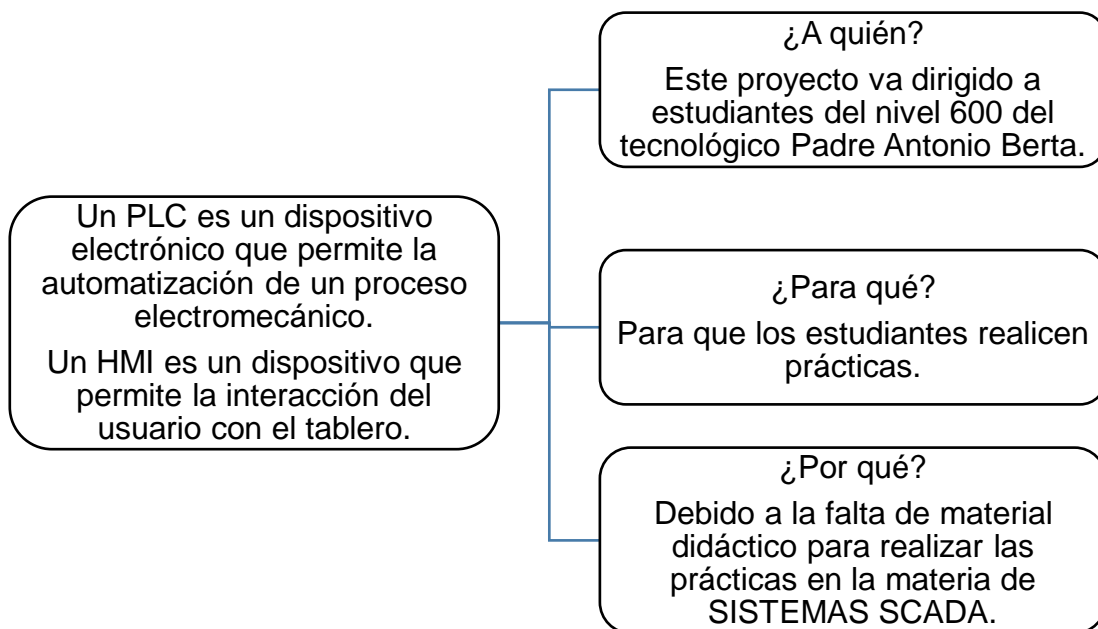
De esta manera ejecutan y simulan los circuitos eléctricos en lenguaje Ladder.

También ayuda a que los docentes enseñen de una manera más óptima y eficaz, siendo así la enseñanza más personalizada.

## 1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO/TECNOLÓGICO

¿Existen tableros didácticos para realizar prácticas de sistemas SCADA, en el instituto Padre Antonio Berta?

El problema que da origen al siguiente proyecto se da a partir de la necesidad para que los estudiantes de nivel 600 realicen prácticas en la materia de SISTEMAS SCADA.



### 1.2.1. F.O.D.A

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tablero didáctico que posibilita la simulación de diferentes procesos industriales.</li><li>- Emplea el protocolo de comunicación MODBUS RTU.</li><li>- Facilita el aprendizaje de un protocolo de comunicación industrial posible sin la necesidad de conexión a internet.</li><li>- Uso del protocolo de comunicación MODBUS RTU capaz de transmitir datos con mayor velocidad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uso de un protocolo limitado en configuración y control a distancia.</li><li>- Costos elevados de la instalación.</li><li>- Este protocolo de comunicación necesita de un cable de comunicación para conectarse con la unidad PC o HMI.</li></ul>

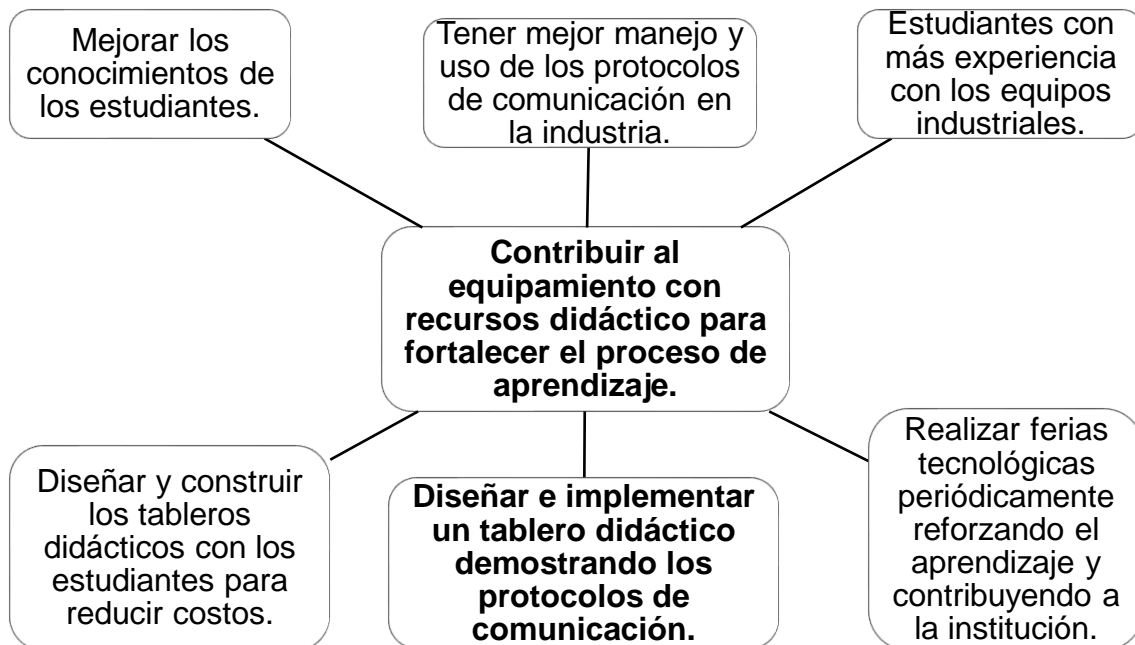
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS- OPORTUNIDADES	DEBILIDADES- OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del protocolo de comunicación MODBUS RTU en máquinas y sistemas automatizados.</li> <li>- Se podrá enseñar de forma didáctica un protocolo de comunicación industrial a los próximos estudiantes de la carrera.</li> <li>- Posibilidad de reconocer cuándo implementar un protocolo de comunicación en máquinas y procesos reales en la industria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un proceso industrial con el protocolo de comunicación MODBUS RTU dentro del tablero didáctico.</li> <li>- Proporcionar una mayor facilidad de aprendizaje a los nuevos estudiantes utilizando el protocolo MODBUS RTU.</li> <li>- Implementar el protocolo de comunicación MODBUS RTU en máquinas y procesos reales en la industria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar máquinas o sistemas automatizados que no requieran control a distancia y cumplan las características del protocolo de comunicación MODBUS RTU.</li> <li>- Simular la instalación de procesos industriales con protocolos de comunicación MODBUS RTU.</li> <li>- Recomendar el uso del protocolo de comunicación MODBUS RTU, en máquinas o procesos reales que permitan su implementación.</li> </ul>

<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En la industria no todos los procesos cuentan con un protocolo de comunicación MODBUS RTU.</li> <li>- Los estudiantes solo logran aprender el protocolo de comunicación MODBUS RTU.</li> <li>- En la industria existen múltiples protocolos de comunicación.</li> <li>-Mal manejo del equipo por parte de los estudiantes puede terminar por dañar el equipo.</li> </ul>	<p><b>FORTALEZAS-AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimizar procesos industriales implementando protocolos de comunicación, para mejorar la automatización.</li> <li>-Evitar el uso de internet en las prácticas y enseñanza del protocolo de comunicación MODBUS RTU.</li> <li>-Realizar el diseño de una comunicación entre dispositivos empleando un protocolo de comunicación existente en la industria.</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES-AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Usar el protocolo de comunicación MODBUS RTU, ya que este ha llegado a ser uno de los más utilizados en aplicaciones industriales, debido a su funcionalidad y bajo costo en el mercado, en comparación con otros protocolos.</li> <li>-Enseñar a los estudiantes el correcto uso de los equipos para que en un futuro no dañen equipos costosos en una fábrica.</li> <li>-Enseñar a los estudiantes como fabricar el cable de comunicación para conectar el equipo a la unidad PC o HMI.</li> </ul>
--	--	---

### 1.2.2. ÁRBOL DE PROBLEMAS



### 1.2.3. ÁRBOL DE OBJETIVOS



### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un tablero didáctico para la realización de simulaciones empleando el protocolo de comunicación MODBUS RTU aplicado al Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar sobre la situación actual del equipamiento en la institución.
- Investigar sobre alternativas de solución al problema económico.
- Investigar sobre tableros didácticos para protocolos de comunicación (MODBUS RTU).
- Calcular y seleccionar los componentes eléctricos.
- Diseñar y elaborar el plano del circuito mecánico de instalación.
- Diseñar y elaborar el plano del circuito eléctrico.
- Elaborar el Ladder.
- Implementar y armar.
- Implementar elementos de protección y seguridad.
- Implementar el mantenimiento y cuidados del tablero didáctico.
- Elaborar guías de uso y prácticas para el tablero didáctico.
- Elaborar costos y presupuestos.
- Realizar pruebas de control.

### **1.3.3. ALCANCE**

El tablero es de uso didáctico y contiene componentes de arranque, protección y maniobra, contará con dispositivos como ser: PLC, HMI, para el tema del protocolo de comunicación, también contará con contactores, y equipos de medición para las distintas prácticas a realizarse con su debido sistema de señalización luminosa.

El tablero permitirá realizar simulaciones de arranques, como ser:

- Proceso continuo de amasadora de pan.
- Fábrica de calaminas.
- Proceso de producción de aliento de grano.

Así como también permitirá realizar la comunicación entre PLC y HMI empleando los protocolos de comunicación en específico el MODBUS RTU.

Por otra parte, contribuirá al desarrollo más adecuado de la enseñanza sobre las instalaciones de la industria, siendo así más cercano al método empleado por un gran porcentaje de empresas industriales dentro de los procesos automatizados.

## 1.4. ENFOQUE METODOLÓGICO

### 1.4.1. MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO

Matriz Metodológica					
¿Qué?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	Verificación
Investigar sobre la situación actual del equipamiento en la institución	Instituto Tecnológico Padre Antonio	-Los proyectistas  -Los docentes	- Entrevistas  .	-Conocer el estado de los equipos didácticos con los que cuenta el tecnológico	-Presentar las entrevistas realizadas a los docentes de diferentes materias.
Investigar sobre alternativas de solución al problema económico.	Berta	-Los proyectistas.  -Directorio administrativo.  -Directores de carrera.	- Entrevistas	-Seleccionar la solución más adecuada a nuestro problema.	-Presentar las entrevistas  -Presentar las propuestas sobre las ferias tecnológicas

<p>Investigar sobre tableros didácticos aplicados al uso de protocolos de comunicación (MODBUS RTU)</p>		<p>-Los proyectistas</p>	<p>- Investigando vía navegadores como ser: GOOGLE</p> <p>- Buscar tablero hechos en Cochabamba</p>	<p>-Conocer la variedad de tableros didácticos</p>	<p>-Presentar la investigación realizada en páginas y tiendas físicas.</p>
<p>Calcular y seleccionar los componentes eléctricos .</p>		<p>-Los proyectistas</p> <p>-Docente asignado</p>	<p>-Usando cálculos aprendidos</p> <p>-Usando normativas de instalación</p>	<p>-Evitar daños en los componentes prematuramente.</p>	<p>-Presentar los cálculos adecuados que correspondan para la implementación de los componentes eléctricos a utilizar</p>

Diseñar y elaborar el plano del circuito eléctrico.		-Los proyectistas	-Usando el software de AutoCAD	-Establecer la mejor optimización de uso de los cables.	-Presentar el plano del circuito eléctrico en formato AutoCAD
Elaborar el Ladder		-Los proyectistas	-Usando el software de Automation Studio 5	-Integrar prácticas comprobadas por el tablero	-Integrar el documento con las prácticas del Ladder
Implementar elementos de protección y seguridad		-Los proyectistas	-Según normativa	-Evitar daños en los componentes	-Presentar el artículo de la normativa que avale el adecuado uso de los elementos de protección y seguridad

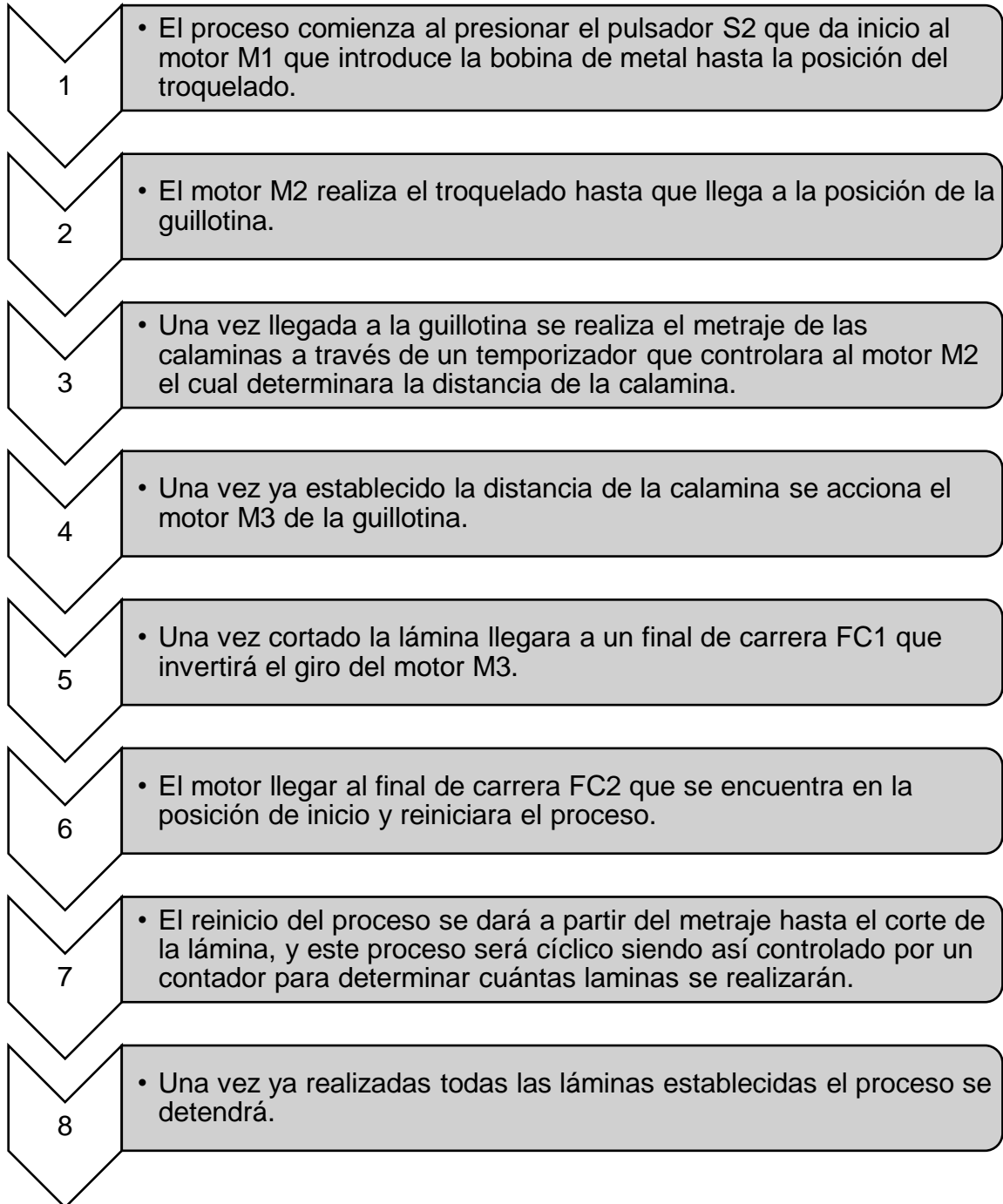
<p>Implementar el mantenimiento y cuidados del tablero didáctico.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Los proyectistas</li> <li>- Docente asignado a la materia</li> <li>- Estudiantes</li> </ul>	<p>-Otorgando un manual de uso y mantenimiento.</p>	<p>-Mejorar y extender la vida útil de los componentes</p>	<p>-Integrar el manual de uso y mantenimiento del tablero didáctico enfocado en los protocolos de comunicación.</p>
<p>Elaborar guías de uso y prácticas para el tablero didáctico.</p>		<p>-Los proyectistas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diseñar parámetros para el correcto uso del tablero.</li> <li>-Simulando ejemplos sobre ejercicios adecuados para la materia.</li> </ul>	<p>-El mejor aprovechamiento del tablero didáctico.</p>	<p>-Presentar las guías y prácticas elaboradas para el tablero establecido.</p>

<p>Elaborar los costos y presupuestos.</p>		<p>-Los proyectistas - Proveedores de artículos eléctricos.</p>	<p>-Elaborar cotizaciones -</p>	<p>-Elegir el mejor precio y reducir costos</p>	<p>-Presentar las cotizaciones realizadas en distintos proveedores.</p>
<p>Realizar pruebas de control.</p>		<p>-Los proyectistas los docentes de la materia</p>	<p>-Simulando procesos ya elaborados</p>	<p>-Determinar el estado del tablero didáctico.</p>	<p>-Demostrar el correcto uso del tablero didáctico enfocado en los protocolos de comunicación.</p>

# **CAPÍTULO II**

## 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### 2.1. DIAGRAMA DEL PROCESO



## **Lámparas piloto**

Una lámpara piloto es una luz que ilumina en condiciones específicas, con mayor frecuencia cuando se activa un circuito eléctrico.

## **Pulsador normalmente abierto (NA)**

Un pulsador permite abrir o cerrar el circuito solo mientras estemos actuando sobre él. Cuando dejamos de presionar vuelve a su posición inicial.

En el estado de reposo el circuito está abierto, y se cierra cuando se presiona.

## **Pulsador normalmente cerrado (NC)**

En el estado de reposo el circuito permanece cerrado, y se abre cuando se presiona.

## **Llave Selectora**

Accionamiento que permiten el paso de corriente eléctrica pero que mantienen una posición mecánicamente y en otros casos hasta constan de posiciones.

## **Contactador**

Un contactor es un switch controlado eléctricamente y se usa para activar circuitos eléctricos de potencia como motores eléctricos y sistemas de iluminación. Estos dispositivos tienen los contactos normalmente abiertos y están diseñados para estar conectados directamente a dispositivos con alto consumo de corriente.

## **Relé Térmico De Sobrecarga**

Los relés de sobrecarga térmicos son dispositivos electromecánicos de protección económicos para el circuito principal. Protegen de manera fiable los motores en caso de que ocurra una sobretensión o un fallo de fase. El relé de

sobrecarga térmico puede constituir una solución de arranque compacta junto a contactores.

### **Temporizador**

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

### **Controlador de temperatura**

Para regular con precisión la temperatura del proceso sin la participación continua del operador, un sistema de control de temperatura se basa en un regulador, el cual acepta un sensor de temperatura tal como un termopar o RTD como entrada. Se compara la temperatura real a la temperatura de control deseada, o punto de ajuste, y proporciona una salida a un elemento de control. El regulador de temperatura solo es una parte del sistema de control, y todo el sistema debe ser analizado para elegir un controlador adecuado. Los siguientes puntos deben ser considerados al seleccionar un controlador de temperatura:

- Tipo de sensor de entrada (termopar, RTD) y rango de temperatura.
- Tipo de salida requerida (relé electromecánico, SSR, salida analógica).
- Algoritmo de control necesario (encendido / apagado, control proporcional, controlador PID).
- Número y tipo de salidas (calor, frío, alarma, límite).

### **Termocupla**

Las termocuplas son los sensores más adecuados para medir temperaturas de unas pocas decenas negativas a miles de grados Celsius. Son los sensores de temperatura más utilizados en el mundo.

Consiste en dos metales distintos, unidos en sus extremos y conectados a un termómetro termopar u otro dispositivo capaz de termopar, forman un circuito cerrado que genera una fuerza electromotriz cuando las dos juntas (T1 y T2) se mantienen a diferentes temperaturas.

## **Relé**

Un relé es un interruptor automático controlado por la electricidad. Los relés permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos sin la intervención humana.

El relé es el elemento que da la orden de que funcione el motor de una puerta automática, las luces de un semáforo, el motor de un ascensor, y multitud de sistemas automáticos.

Su funcionamiento es el siguiente:

Cuando se hace pasar corriente eléctrica a través de la bobina o electroimán, este genera un campo magnético a su redor, y atrae la armadura que, con su movimiento, hace que los contactos cambien de posición.

De esta manera estamos actuando sobre un conmutador por medio de la corriente eléctrica, sin contacto físico.

## **Final De Carrera**

Un final de carrera es un componente que se acciona mediante una palanca empujada por un elemento en movimiento.

Según la forma de conectarlo, puede comportarse como conmutador o como pulsador, pudiendo seleccionar la posición inicial como normalmente abierta (NO o NA) o normalmente cerrada (NC).

## **Disyuntor Termomagnético**

La base del funcionamiento de un interruptor termomagnético se basa en la dilatación de un metal por el calor y en las fuerzas de atracción que generan los campos magnéticos.

Por un lado, tenemos un bimetálico por el cual circula una corriente. Al aumentar la intensidad de esta, este metal comienza a disipar calor y a dilatarse, provocando así la apertura del circuito.

Por otra parte, tenemos una bobina por la cual circula una corriente y genera un cierto campo magnético. Al aumentar la intensidad de la corriente, aumenta la intensidad del campo magnético, generando una fuerza de atracción en un núcleo que hay en el interior de esta. Cuando el campo magnético es lo suficientemente grande para atraer todo el núcleo (corriente eléctrica en exceso), se genera el corte del circuito.

### **Voltímetro Analógico**

Un voltímetro es un medidor que mide el voltaje eléctrico. Se conectará al circuito en paralelo. Este voltímetro se compone de un microamperio y una escala de resistencia con una alta carga interna. Durante el flujo de corriente a través del voltímetro, el dispositivo mide la corriente a una resistencia alta conocida del voltímetro. Los voltímetros también se pueden utilizar para medir el voltaje de corriente continua y corriente alterna. Para la corriente alterna miden la tensión efectiva.

Es un instrumento de medición que mide la diferencia de potencial entre los dos puntos.

### **Amperímetro Analógico**

Consisten en una bobina fija, en cuyo interior va alojada y soldada una lámina curvada de hierro dulce. La parte móvil es una segunda lámina de hierro dulce, que va unida al eje de acero de la aguja indicadora. Cuando circula corriente por la bobina, ambas láminas de hierro se transforman en imanes por el efecto magnético de la corriente y se repelen mutuamente, obteniéndose una fuerza proporcional a la intensidad de la corriente. La magnitud de la fuerza de repulsión y, por consiguiente, la amplitud del movimiento de la aguja, dependen de la

cantidad de corriente que circula por la bobina. Estos aparatos tienen la ventaja de servir tanto para corriente continua (CC) como alterna (CA).

### **Frecuencímetro Analógico**

Los frecuencímetros de aguja se utilizan para la medida de frecuencia en líneas en torno a su valor nominal. Instrumento de bobina móvil con convertidor electrónico. La suspensión se realiza mediante cojinetes con resorte para resistir vibraciones y choques.

### **HMI**

Se trata de una Interfaz Humano-Máquina, la abreviación se debe por su nombre en inglés: Human-Machine Interface.

La función principal de los HMI es mostrar información en tiempo real, proporcionar gráficos visuales y digeribles que aporten significado y contexto sobre el estado del motor, la válvula, niveles y demás parámetros de un determinado proceso.

### **PLC**

Es importante saber que la funcionalidad es un aspecto a medida en el desarrollo del PLC. Pues el proveedor desarrolla las funciones según las necesidades de control, registro, monitoreo... del proyecto que se está desarrollando.

El PLC es como un ordenador, donde las partes principales un PLC son la CPU, un módulo de memorias y de entradas/salidas, la fuente de alimentación y la unidad de programación. Para que funcione, entonces, es necesario que se realice una programación previa a la función que va a realizar.

Para realizar esta programación se necesita un software específico adaptado a la marca y al lenguaje de programación que se va a desarrollar.

Básicamente, la función que tiene un PLC es detectar diversos tipos de señales del proceso, y elaborar y enviar acciones de acuerdo a lo que se ha programado. Además, recibe configuraciones de los operadores (programadores) y da reporte a los mismos, aceptando modificaciones de programación cuando son necesarias.

### **Riel Din**

El RIEL DIN es una barra de metal normalizada. Es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de protección y mando, tanto en aplicaciones industriales como en viviendas.

### **Cable Eléctrico**

El cable eléctrico es aquel cuyo propósito es conducir electricidad. Suele estar fabricado de cobre (por su nivel de conductividad) o aluminio (que resulta más económico que el cobre).

### **Conectores Tipo Banana**

Un conector de banana es un solo conector de cable eléctrico que se utiliza para unir cables a equipos. También se utiliza el término conector 4mm.

### **Tablero Metálico**

Los tableros eléctricos prácticamente son armazones metálicos que se utilizan para proteger a todos los componentes de mando y de control de cualquier sistema eléctrico, ya sea desde un circuito básico de un hogar hasta los componentes de uno más complejo como el de una máquina industrial.

# **CAPÍTULO III**

### **3. PROPUESTA DE INNOVACIÓN Y SOLUCIÓN AL PROBLEMA**

#### **3.1. IMPACTO SOCIAL COMUNITARIO**

El proyecto socio comunitario realizado en el Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta sede Sumumpaya beneficia a los estudiantes y los Docentes de las carreras de Electricidad Industrial.

#### **3.2. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES**

##### **3.2.1. CÁLCULO DEL GABINETE**

Se realizó el dimensionamiento respecto a la cantidad de los componentes y la disposición de cada uno de ellos entre el gabinete, y se seleccionó el más próximo según tabla de dimensiones estándares de empresas distribuidoras (figura).

##### **3.2.2. CÁLCULO DE LA PROTECCION PRINCIPAL DE FUERZA**

Protección principal

Motor 1 de 5 hp = desenvolver la bobina

Motor 2 de 4 hp = cilindrar la calamina

Motor 3 de 1 hp = corte de la calamina

$$P_{total} = P_{m1} + P_{m2} + P_{m3}$$

$$P_{total} = 9hp * 746w$$

$$P_{total} = 6714w$$

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

$$I = \frac{6714}{\sqrt{3} * 380 * 0.90} = 11.33 A$$

$$I_{provista} = I_{total} * 1.40$$

$$I_{provista} = 11.33 * 1.40$$

$$I_{provista} = 15.86 \text{ A} \Rightarrow \text{disyuntor termomagnético 3x20 AMP}$$

### 3.2.3. CÁLCULO DE LA PROTECCION DE MANDO

$$P_{total} = P_{lmparas} + P_{bobinas} + P_{pirómetro} + P_{fuente}$$

$$P_{total} = (4.4 * 6) + (7.48 * 5) + 4.4 + 120$$

$$P_{total} = 188.2 \text{ w}$$

$$I_{total} = 188.2 / 220 = 0.85 \text{ Amp} \Rightarrow$$

**Disyuntor termomagnético 1x10 AMP**

### 3.2.4. CÁLCULO DEL CONTACTOR

$$I_{contactor} = I_{lin} * 1.25$$

$$I_{contactor} = 7.8 * 1.25 = 9.75 \text{ AMP}$$

En caso extremo de conexión hasta tres motores en paralelo al mismo contactor

$$I_{contactor} * 3 = 9.75 * 3 = 29.25 \text{ amp} \Rightarrow$$

**Según tabla se recomienda contactor de 40 amp**

### 3.2.5. CÁLCULO DEL RELE TERMICO

$$I_{rt} = I_{lin} * 1.25$$

$$I_{rt} = 6.4 * 1.25 = 8 \text{ amp}$$

**Según tabla se recomienda relé térmico de 5.5 a 8.5 amp**

### 3.2.6. CÁLCULOS DEL CONDUCTOR

#### CIRCUITO DE MANDO

$I = P \text{ circuito de mando} / 220v$

$$I = 188.2 / 220 = 0.86 \text{ amp}$$

**Según tabla se recomienda cable numero 1 mm<sup>2</sup>**

#### CIRCUITO DE FUERZA

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

$$I = \frac{3680}{\sqrt{3} * 380 * 0.90} = 6.21 \text{ Amp}$$

**Según tabla se recomienda cable numero 2.5 mm<sup>2</sup>**

### 3.3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- El mantenimiento preventivo comprende los trabajos necesarios que deberá realizar los proyectistas, para prevenir fallas futuras y prolongar la vida útil de los Tableros, y aquellos trabajos de reparación y/o ajustes, etc., que deberán realizarse cuando se detecta probabilidad de ocurrencia a corto plazo de posibles fallas futuras en la inspección habitual de los Tableros o mediante la evaluación continua de los parámetros de funcionamiento de cada una de las Instalaciones.
- Las actividades mínimas a desarrollar, sin perjuicio de las indicadas en la oferta, serán las siguientes, partiendo de la base que el Tablero está funcionando:

- Verificar mediante control termográfico, o inspección térmica infrarroja, el estado de la totalidad de los componentes que integran los tableros de comando, de Potencia y de control, bornes de conexión y cables.
- Mantenimiento de los componentes como el PLC Y HMI, manteniéndolos libre de polvo y falsos contactos en sus bornes.
- Observar que no presente daños visibles o piezas flojas o sueltas.
- Limpieza mediante aspirado, para mantener libre de polvo y suciedad la totalidad de los tableros.
- Reapretar todos los terminales, poniendo atención en cada componente para detectar si este tiene rastros de calentamiento. Si está presente algún rastro anotarlo y posteriormente desconectarlo y/o desarmarlo para definir la causa del calentamiento (los elementos de potencia deben ser visualizados con mayor detenimiento que los de control).
- Si hay elementos de potencia para conmutación (contactores para arranque de motores) revisar el estado de los contactos, si están gastados sustituir el contactor.
- Limpiar el gabinete con algún solvente no abrasivo.
- En ambientes corrosivos sopletear el tablero y sus componentes con líquido aislante, cuidando de secar con aire los excesos.
- Al energizar el tablero y poner a funcionar en condiciones normales, medir la corriente que circula por aquellos elementos que presentaban rastros de calentamiento, comparar sus características eléctricas con la medición, para asegurarse que el elemento "caliente" es el adecuado para el tipo de carga que tiene conectada.
- Registrar los datos de corriente que circulan por cada uno de los interruptores y o de los contactores. Estos datos ayudarán a "Predecir" cambios en el Funcionamiento de las Instalaciones. (Si las mediciones cambian)

### 3.4. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para manipular y operar el tablero el estudiante debe contar con los equipos de seguridad adecuados como ser: ropa de trabajo, guantes dieléctricos, gafas de seguridad y casco.

También debe contar con herramientas adecuadas para el desarrollo de la práctica.

### 3.5. PRESUPUESTO

<b>INSUMOS Y MATERIA PRIMA</b>			
<b>ITEM (DESCRIPCIÓN)</b>	<b>CANTIDAD [U.]</b>	<b>PRECIO UNITARIO [Bs.]</b>	<b>SUB TOTAL [Bs.]</b>
Piloto Compacto, Ø22mm, 220 Vac, Rojo	3	10.44	31.32
Piloto Compacto, Ø22mm, 220 Vac, Verde	3	10.44	31.32
Botón De Comando Verde, 1na	2	10.44	20.88
Botón De Comando Rojo, 1nc	2	10.44	20.88
Llave Selectora 3 Pos., 2na	2	16.705	33.41

Contactador 32a 15kw 220v 1na Nc1-3210 220v 50/60hz	5	111.36	556.8
Relé Térmico Reg. 5.5-8a P/Nc1 Nr2-25 5.5/8a	2	66.12	132.24
Controlador De Temperatura Analógico 0-800 C	1	111.36	111.36
Termocupla Tipo K Sonda	1	41.76	41.76
Relé De Potencia, 11 pins, Plug In, Bob.24vdc 3na/Nc	3	39.672	119.01
Zócalo De 11 Pines	3	7.308	21.93
Final De Carrera	2	50	100
Disyuntor Termomagnético, 6 Ka, 4p, C20a	1	97.44	97.44
Disyuntor Termomagnético, 1p, 6 Ka, C10A	1	22.97	22.97

Voltímetro Analógico, 0-500 A; 96x96mm	1	91.87	91.87
Amperímetro Analógico, 72x72 Mm, 30 A	1	83.52	83.52
Frecuencímetro 72mm, 45- 65hz 380v	1	157.85	157.85
PLC DELTA DVP-12SE	1	2250	2250
Borneras Telefónicas	2	20	40
Riel Din	3	16.703	50.109
Bornes Tipo Banana	200	2	400
Fuente DC de 24v 5A	1	200	200
Cable Nro. 2.5 mm.	1	210	210
Cable Nro. 1 mm.	1	190	190

Terminales Tipo Espadín	1	20	20
Terminales Tipo ojal	1	20	20
Caja Metal 800x600x380 Mm	1	1100	1100
HMI Kinko	1	2000	2000
TOTAL 1 [Bs.]			8154.669
<b>COSTOS DE OPERATIVOS</b>			
ITEM (DESCRIPCIÓN)	CANTIDAD [U.]	PRECIO UNITARIO [Bs.]	SUB TOTAL [Bs.]
Servicios Básicos	1	200	200
TOTAL 2 [Bs.]			200
<b>SUELDOS</b>			
ITEM (DESCRIPCIÓN)	CANTIDAD [U.]	PRECIO UNITARIO [Bs.]	SUB TOTAL [Bs.]

Proyectistas	2	700	1400
TOTAL 3 [Bs.]			1400

CTU = COSTO TOTAL UNITARIO [Bs.] = 9755

#### **4. RESULTADOS ESPERADOS**

- Que el tablero cumpla la función de realizar ejercicios prácticos de comunicación principalmente entre PLC y HMI.
- Que el tablero cuente con dispositivos de protección y seguridad.
- Que el tablero cuente con un plan o manual de seguimiento para un adecuado uso del mismo.

#### **5. CONCLUSIONES**

- Se logro presentar las entrevistas realizadas a los docentes de diferentes materias.
- Se logro presentar las entrevistas y propuestas sobre las ferias tecnológicas para recabar y proporcionar una alternativa para recaudar fondos para la institución.
- Se pudo realizar las investigaciones sobre los tableros didácticos en paginas de ventas y las tiendas físicas dentro el área de Cochabamba.
- Se logro realizar los cálculos adecuados que correspondan para la implementación de los componentes eléctricos a utilizar.
- Se pudo realizar las prácticas en Ladder que se integraron como ejemplo de aplicaciones.
- Se logro integrar las tablas según la norma NB777 sobre los elementos de protección a utilizar en el tablero didáctico.
- Se logro realizar un manual de uso para obtener una mejor experiencia con el tablero.
- Se logro integrar ejercicios prácticos para el desarrollo de un mejor aprendizaje con el tablero didáctico.
- Se pudo realizar las distintas cotizaciones en tiendas eléctricas para buscar un mejor precio y calidad.
- Se logro realizar las pruebas necesarias para verificar que el tablero se encuentre en un correcto funcionamiento.

## 6. RECOMENDACIONES

Leer el manual de instrucciones adjunto al tablero.

Realizar las prácticas siempre bajo la supervisión del docente asignado.

Realizar el mantenimiento cada 3-6 meses.

## 7. FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFÍA

Mallol A. (28/07/2020). Rápida comunicación entre dispositivos de campo y automatización: MODBUS. Madrid: WAGO. <https://www.wago.com/es/modbus>

.

Siemens AG. (14/11/2007). ¿Qué propiedades, ventajas y particularidades ofrece el protocolo MODBUS? Múnich: SIEMENS. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/26702609/%C2%BFqu%C3%A9-propiedades-ventajas-y-particularidades-ofrece-el-protocolo-modbus-?dti=0&lc=es-WW> .

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### 8. TABLAS Y GRÁFICOS DE SELECCIÓN

#### TABLA NB 777 SECCION CONDUCTORES

**NB 777**

**Tabla 17–Capacidad de conducción para alambres y cables de cobre aislados con PVC 60°C (TW) o PCV 75 °C (THW) a temperatura ambiente de 30 °C (hasta 3 conductores agrupados)**

Calibre AWG/kCM(*)	Sección mm <sup>2</sup>	Capacidad de corriente en (A)	
		En ducto	Aire libre
16	1.31	10	15
14	2.08	15	20
12	3.31	20	25
10	5.26	30	40
8	8.36	40	60
6	13.28	55	80
4	21.15	70	105
2	33.62	95	140
1	42.37	110	160
1/0	53.49	150	195
2/0	67.43	175	225
3/0	85.01	200	255
4/0	107.21	230	305
250000 (*)	126.69	255	335
300000 (*)	151.86	285	375
350000 (*)	177.43	310	405
400000 (*)	202.69	335	435
500000 (*)	253.06	380	500
600000 (*)	304.24	420	555
700000 (*)	354.45	460	600
800000 (*)	405.71	490	645
900000 (*)	457.44	520	680
1000000 (*)	506.04	545	710


## TABLA DE DISYUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

Rated current In(A)	Temperature compensation coefficient under various operational temperature				
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
6	1.07	1.00	0.93	0.85	0.77
10	1.05	1.00	0.93	0.85	0.81
16	1.09	1.00	0.90	0.88	0.83
20	1.05	1.00	0.94	0.88	0.81
25	1.04	1.00	0.94	0.88	0.80
32	1.06	1.00	0.93	0.86	0.78

## TABLA DE CAPACIDADES DE CONDUCTORES

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

## TABLA DE CAPACIDADES DE RELE TÉRMICO

Modelo de relé de sobrecarga	Corriente nominal (A)	Tipo de fusible recomendado (se recomienda el RT16)		Modelo de contactor
		aM	gG	
 NR2-11.5	0.1~0.16	0.25	2	NC6-09
	0.16~0.25	0.5	2	
	0.25~0.4	1	2	
	0.4~0.63	1	2	
	0.63~1	2	4	
	1~1.6	2	4	
	1.25~2	4	6	
	1.6~2.5	4	6	
	2.5~4	6	10	
	4~6	8	16	
	5.5~8	12	20	
	7~10	12	20	
9~13	16	25		

## ESPECIFICACIONES DEL PLC DELTA

# Network Type Advanced Slim PLC DVP-SE

### Complete network communication functions for advanced industrial applications

- ▶ 32-bit CPU for high-speed processing
- ▶ Program capacity: 16 k steps
- ▶ Data register: 12 k words
- ▶ Max. execution speed of basic instructions: 0.64  $\mu$ s
- ▶ Built-in Ethernet
  - DVP12SE : MODBUS & Ethernet/IP (Explicit message)
  - DVP26SE : MODBUS & Ethernet/IP (Adapter mode, explicit message)
- ▶ Built-in mini USB port, RS-485 port\*2 and Ethernet port that supports MODBUS TCP and EtherNet/IP Slave (adapter)
- ▶ IP Filter functions as firewall for first line protection against malware and network threats
- ▶ Supports DVP-S Series modules (left-side and right-side) (DVP26SE only supports right-side modules)
- ▶ No battery required; RTC function operates for 15 days after power off

### Motion Control Functions

- ▶ 4 points of high-speed pulse output: 100 kHz / 2 points, 10 kHz / 2 points
- ▶ 8 points of high-speed pulse input: 100 kHz / 2 points, 10 kHz / 6 points, 1 set of A / B phase 50 kHz
- ▶ Supports 2-axis linear and arc interpolation

Built-in High-Speed Counters					
1-phase 1 input		1-phase 2 inputs		2-phase 2 inputs	
Counters	Bandwidth	Counters	Bandwidth	Counters	Bandwidth
2/6	100 kHz / 10 kHz	2	100 kHz	1/3	50 kHz / 5 kHz

## ESPECIFICACIONES DEL HMI KINKO

Esta pantalla TFT LCD a resolución 16:9 de alto rendimiento con CPU de 400 MHz de alta velocidad de procesamiento de datos, velocidad de transmisión y velocidad de conmutación más eficiente, adicionalmente cuenta con retroalimentación LED para así poder ajustarse el brillo manualmente.

### Características

Tamaño de LCD:	7" TFT
Resolución:	800*480 píxeles
Color de la pantalla:	65536 color
Brillo:	250 CD/M2
Pantalla táctil:	Red de resistencia de precisión de 4 hilos (dureza de superficie 4 H)
CPU:	RISC 400 MHz
Memoria:	128 M FLASH + 64 M SDRAM
Potencia nominal:	7,2 W
Voltaje de alimentación:	24 VDC
Rango de voltaje:	12 a 28 VDC
Resistencia de aislamiento:	50 MΩ 500VDC
Prueba de presión:	500 V CA
Temperatura de funcionamiento:	0°C a 45°C

## ESPECIFICACIONES DE RELÉ DE 11 PINES

### CARACTERISTICAS

- Marca: FUJL
- Modelo: MK3P-I
- Voltaje de Bobina: 24V DC
- Capacidad de Contacto: 7A 250VAC 10A 28VDC
- Números de pines: 11 pines
- Relé Electromagnético

Dimensiones del paquete

Ancho (cm): 3.5

Alto (cm): 3.5

Largo (cm): 7

Peso (kg): 0.075

### CONTENIDO DEL PAQUETE


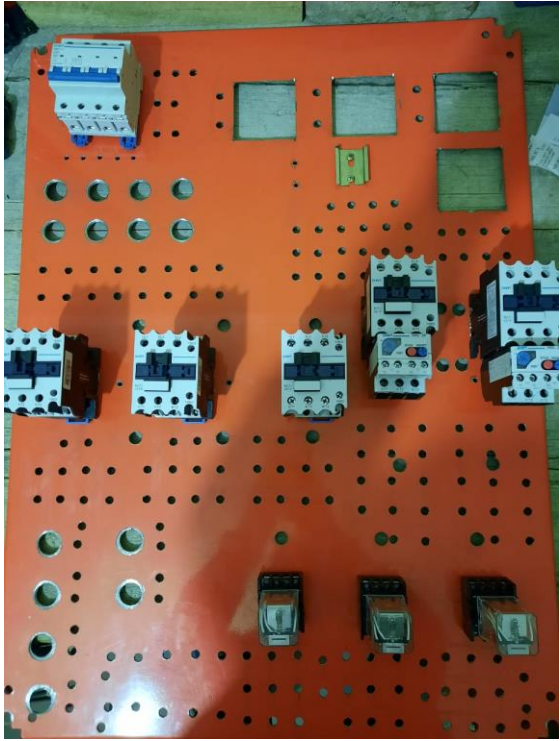
1X RELE DE BOBINA 24V DC MK3P-I

### TABLA DE CAPACIDES DE MOTORES ELECTRICOS

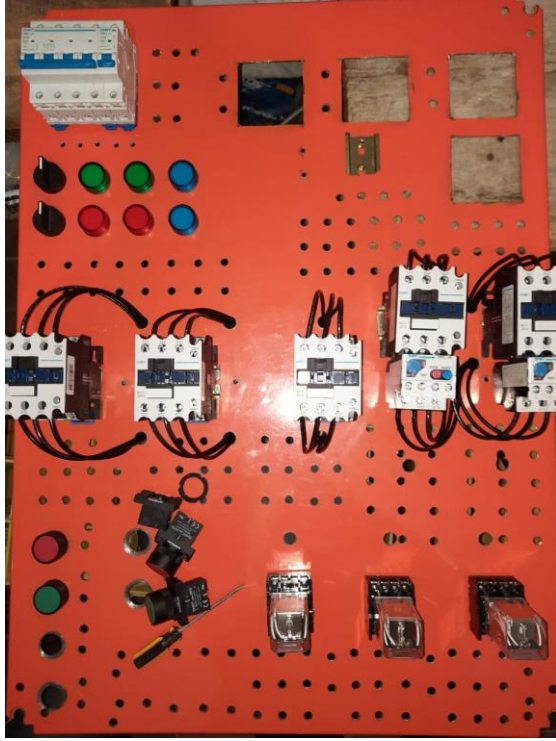
POTENCIAL		220 V			380		
CV	KW	INTENSIDAD AMP	REGULACION		INTENSIDAD AMP	REGULACION	
			MIN	MAX		MIN	MAX
0,5	0,37	1,74	1,7	2,4	1,1	1,2	1,7
0,75	0,55	2,48	2,4	3,5	1,44	1,2	1,7
1	0,74	3,1	2,4	3,5	1,79	1,7	2,4
1,5	1,1	4,47	3,5	5,2	2,59	2,4	3,5
2	1,74	5,74	5,2	7,5	3,32	3,5	5,2
2,5	1,84	7,17	7,5	11	4,15	3,5	5,2
3	2,21	8,52	7,5	11	4,93	5,2	7,5
4	2,95	11,1	11	16	6,4	5,2	7,5
5	3,68	13,4	11	16	7,8	7,5	11
6	4,42	15,5	12,5	20	9	7,5	11
7	5,15	18,2	17	26	10,5	11	16
8	5,89	20,4	17	26	11,8	11	16
9	6,62	23	23	35	13,3	11	16
10	7,4	25,3	23	35	14,6	12,5	20
11	8,1	27,8	23	35	16,1	12,5	20
12	8,83	30,3	30	48	17,5	17	26

## 9. HOJAS DE PROCESO DE FABRICACIÓN

ETAPA	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
1		<p>Trazado de posicionamiento de los componentes (contactores, relés).</p>
2		<p>Trazado y Corte en forma cuadrada para los instrumentos de medición, como ser el voltímetro, amperímetro, frecuencímetro, usando una amoladora marca skill serie 9004 de 750w con disco de corte galleta de 4 1/2" para corte de metal.</p>

<p>3</p>		<p>Conclusión del perforado y corte de la plancha del tablero, para la disposición de todos los componentes, y conectores requeridos.</p>
<p>4</p>		<p>Puesta de los contactores, relés y disyuntor.</p>

5



Puesta de compontes eléctricos seleccionados para el tablero didáctico.

6



Cableado de las entradas, contactos, alimentación de los dispositivos eléctricos.

7



Conclusión del armado del tablero didáctico según esquema diseñado con anterioridad.

8



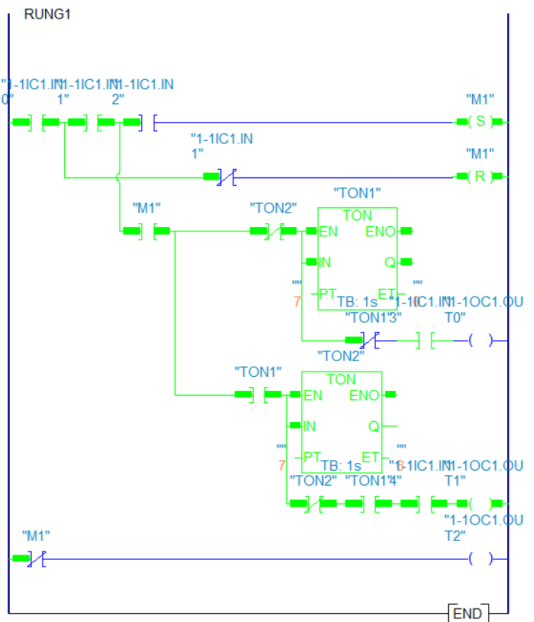
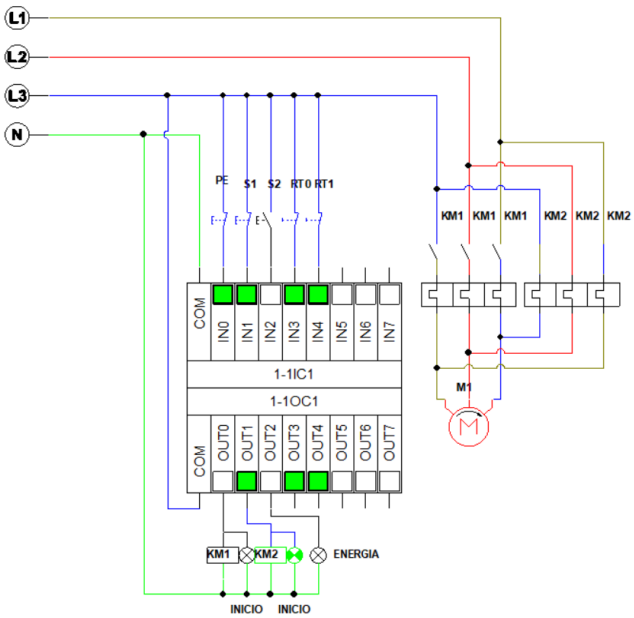
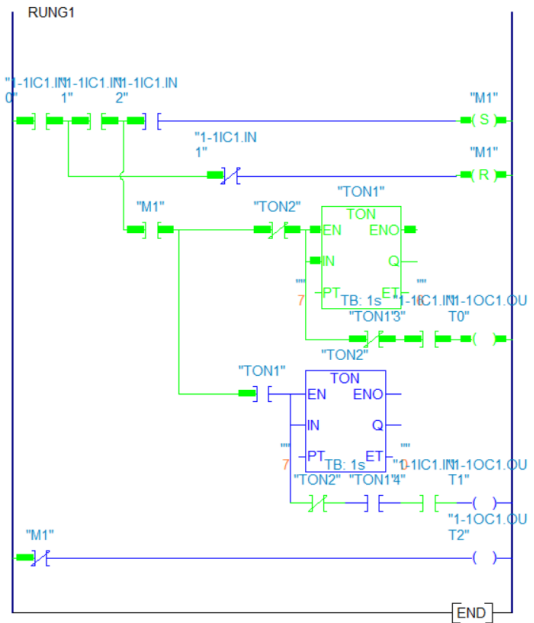
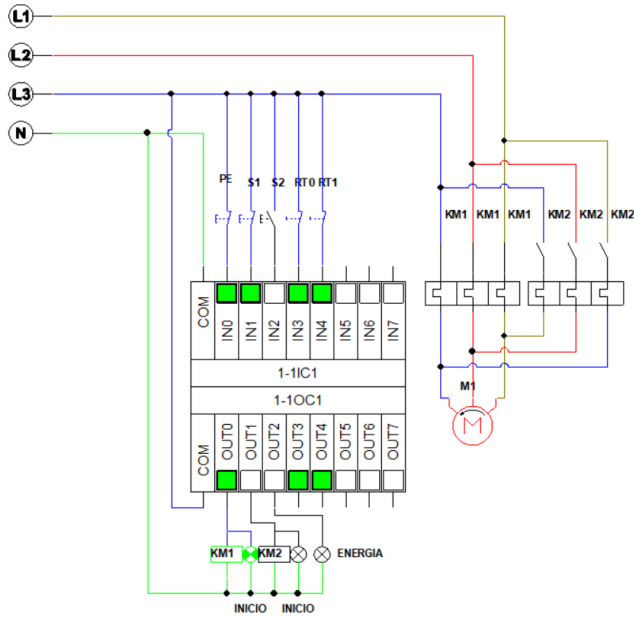
Conexión del PLC DELTA DVP-12SE, compuertas lógicas de entrada, salida.

Tanto salidas a relé y salidas a transistor, alimentación y puerto rs485.

<p>9</p>		<p>Conexión del HMI KINKO Modelo ET070, tanto la alimentación y la compuerta para el rs485.</p>
<p>10</p>		<p>Encendido del HMI para comprobar el funcionamiento.</p>
<p>11</p>		<p>Encendido del PLC DELTA para verificar el buen funcionamiento del dispositivo.</p>

## 10. PLANOS Y DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

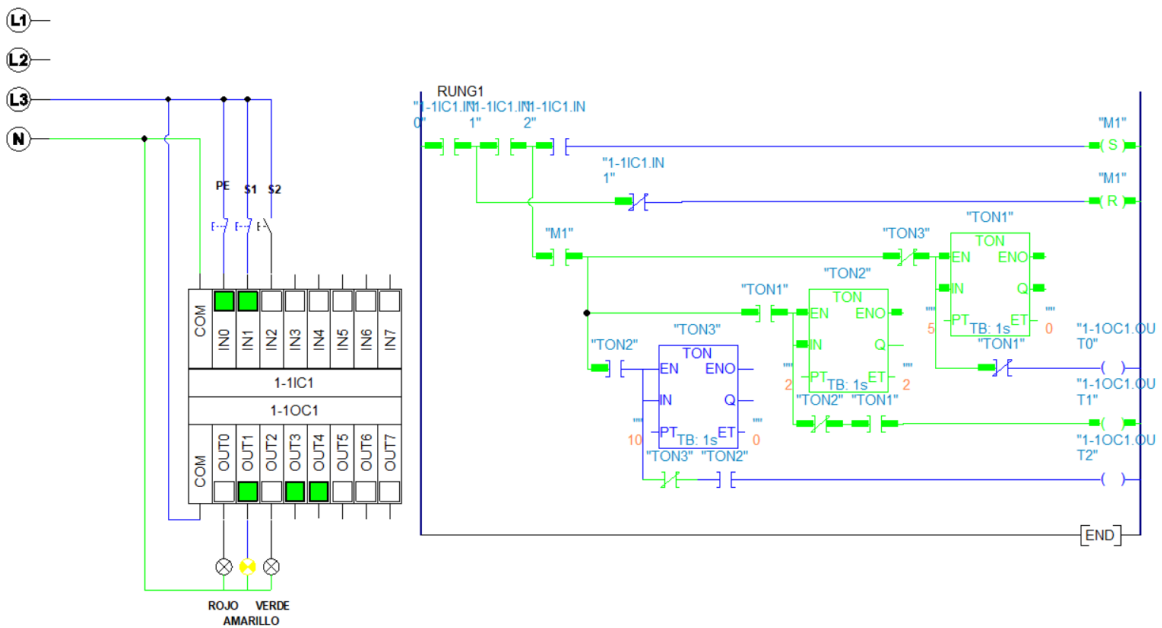
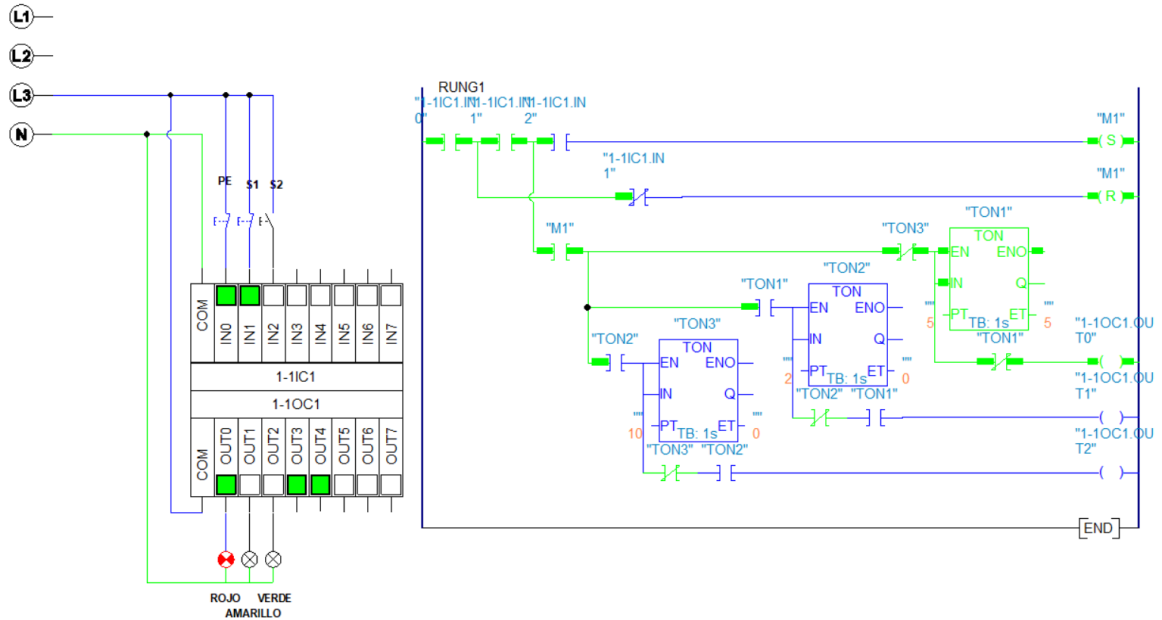
- 1) Realizar la automatización de una amasadora de PAN que tiene un motor trifásico que empieza con el funcionamiento pulsando NA y gira en sentido horario por 7 segundos y en sentido antihorario por 7 segundos, este proceso se debe repetir hasta que presione el pulsador NC

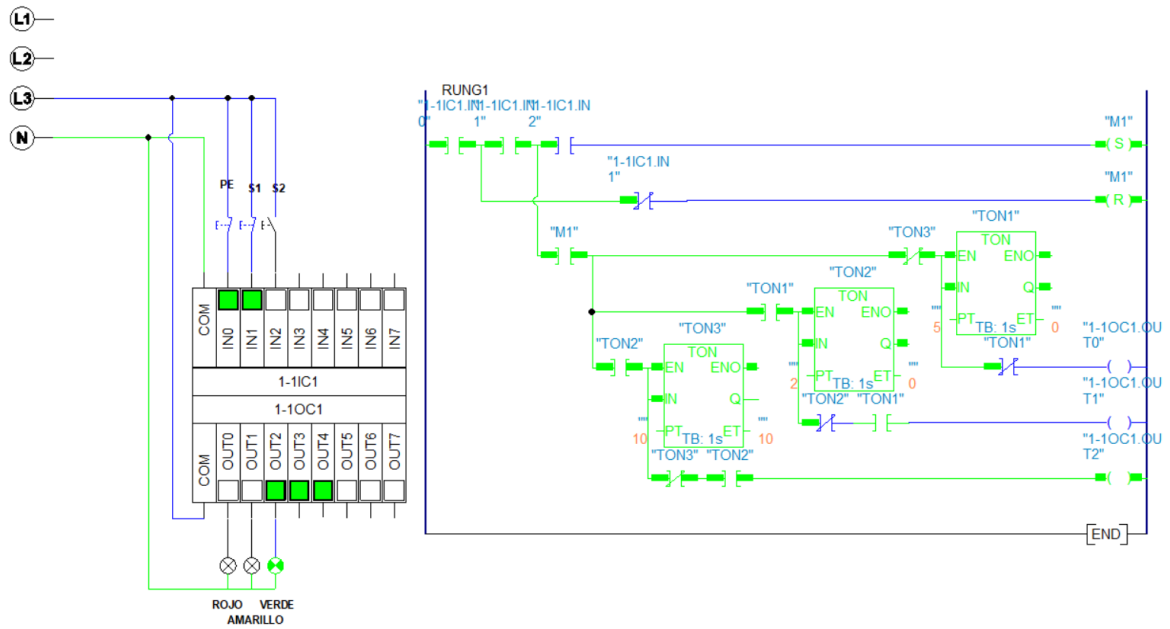






- 3) Realizar la simulación de un semáforo donde se encienda con un interruptor NA y empiece encendido el color rojo por 5 segundos se apaga el rojo y se enciende el amarillo por 2 segundos se apaga y luego enciende el verde por 10 seg y todo vuelve a repetirse cíclicamente hasta que el interruptor se desconecte.





## ASCENSOR DE TRES PISOS

