

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
“PADRE ANTONIO BERTA”
EIN-001/2020**

CARRERA: ELECTRICIDAD INDUSTRIAL



**DISEÑO Y ARMADO DE UN TABLERO DIDACTICO PARA LA MATERIA DE
AUTOMATISMOS APLICADO EN 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):

Misael Rolando Calani Ancasi
Rodrigo Rivas Crespo

Tutor:

Docente. - Ernesto Nina Acuña

Sumumpaya – Cochabamba

2020

INFORME DOCENTE

TUTOR

Cochabamba, 7 de diciembre

Señor (a).

Lic. Verónica Almendras P.

DIRECTORA ACADÉMICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO PADRE ANTONIO BERTA

Presente. –

Ref.: **INFORME DE TRABAJO FINAL PROYECTO DE GRADO**

De mi mayor consideración:

Adjunto al presente y remito a su autoridad tres ejemplares, debidamente empastados correspondientemente al trabajo final del proyecto de grado conforme a la modalidad de graduación para la obtención del título en provisión nacional de técnico superior, cuyo título es: **“DISEÑO Y ARMADO DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA MATERIA DE AUTOMATISMOS APLICADO AL INSTITUTO TECNOLÓGICO PADRE ANTONIO BERTA”**

El mismo fue elaborado por los estudiantes: Rodrigo Rivas Crespo y Misael Rolando Calani Ancasi de la carrera de electricidad industrial egresados en la gestión 2020.

El documento mencionado fue revisado minuciosamente (redacción y ortografía) y evaluado íntegramente con mi persona en el marco de los lineamientos metodológicos definidos por el ministerio de educación y el reglamento del trabajo final de graduación. Así mismo se realizó el seguimiento y acompañamiento en la construcción del trabajo como proyecto de grado. Por tanto, se da fe de la autenticidad del trabajo proyecto de grado, que corresponde a una experiencia inédita.

Ernesto Nina Acuña

DOCENTE TUTOR

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto a nuestras familias y a nuestros docentes del tecnológico ya que, sin su apoyo, dedicación, incentivo, no hubiéramos llegado hasta acá.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por guiarnos y acompañarnos en cada paso de nuestro camino, a nuestros docentes del instituto, a nuestros padres, familiares, amigos y compañeros de curso, por tantos bellos momentos.

Agradecemos al Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta y su plantel docente por la buena educación recibida.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	TEMA	1
1.1.	DIAGNOSTICO Y JUSTIFICACION	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.....	2
1.2.1.	F.O.D.A	3
1.2.2.	ÁRBOL DE PROBLEMAS	5
1.2.3.	ÁRBOL DE OBJETIVOS	6
1.3.	OBJETIVOS	7
1.3.1.	Objetivo general	7
1.3.2.	Objetivos específicos.....	7
1.3.3.	Alcance.....	7
1.4.	ENFOQUE METODOLOGICO	8
1.4.1	Matriz de diseño metodológico.....	8
2	MARCO TEORICO CONCEPTUAL	12
2.1.	Diagrama del proceso. -	12

2.2. Concepto y funcionamiento de un PLC	12
2.3. Funcionamiento de los contactores.....	13
2.4. Características de los termomagnético	13
2.5. Características del Relé Térmico	13
3 PROPUESTA DE INNOVACIÓN Y SOLUCIÓN AL PROBLEMA	22
3.1. IMPACTO SOCIAL COMUNITARIO	22
3.2. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES	22
3.3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	24
3.4. SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	25
3.5. PRESUPUESTO	25
4 RESULTADOS ESPERADOS.....	29
5 CONCLUSIONES.....	29
6 RECOMENDACIONES	29
7 FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFÍA.....	29
FIGURAS	22
TABLAS Y GRAFICOS DE SELECCIÓN.....	22
HOJAS DE PROCESO DE FABRICACION	28

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño y armado de un tablero didáctico para prácticas de automatismos que beneficiará y permitirá a los nuevos estudiantes del tecnológico hacer todo tipo de prácticas automatizadas y tener un aprendizaje de una manera más práctica y una enseñanza más eficaz de parte de los docentes.

El proyecto aumentara de gran manera el aprendizaje practico que necesitan los técnicos hoy en día para desarrollar sus prácticas en cualquier empresa ya que contara con todos los componentes de protección de un tablero en circuitos de maniobra y fuerza como también en motores, además cuenta con varios componentes de automatización, medición, control y señalización que nos servirán para automatizar operaciones industriales y hacer todo tipo de arranques en motores trifásicos y monofásicos ya sea con contactares, llaves selectoras o controlados por PLC.

Con este proyecto el tecnológico padre Antonio Berta tendrá más herramientas de enseñanza práctica y los estudiantes saldrán más capacitados para el área de automatización industrial.

INTRODUCCIÓN

El proyecto hace referencia al diseño y armado de un tablero didáctico normalizado con sistema de protección para toda la instalación.

Este tablero va a ser de gran ayuda para el estudiante en el aprendizaje porque posibilita el armado de múltiples circuitos con los componentes de automatización, para diversos tipos de arranque en motores, Los equipos disponen componentes de última tecnología, de uso actual en la industria y en los procesos productivos de la actualidad. Los trabajos prácticos incluyen el conexionado y la experimentación de una gran variedad de esquemas y circuitos de montaje.

El capítulo 1, pretende describir la necesidad y los rasgos generales como ser: objetivo general y específico. 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.

CAPITULO I

1. TEMA

El tema seleccionado es: DISEÑO Y ARMADO DE UN TABLERO DIDACTICO PARA LA MATERIA DE AUTOMATISMOS APLICADO AL INSTITUTO TECNOLOGICO PADRE ANTONIO BERTA, este título surge a partir de las necesidades de los estudiantes al momento de hacer sus prácticas en la materia de automatismos.

1.1. DIAGNOSTICO Y JUSTIFICACION

1.1.1. Antecedentes generales

La Paz, 30 de julio (ANF). - El movimiento educativo Fe y Alegría inauguró el instituto tecnológico “Padre Antonio Berta” en el departamento de Cochabamba en el municipio de Colcapirhua de esta manera varias personas serán beneficiadas con el aprendizaje.

La nueva institución, están situadas en la zona Sumumpaya también donde se abrió dos carreras a nivel técnico superior que es ELECTRICIDAD INDUSTRIAL y ELECTRÓNICA.

La otra institución que también se inauguró hace poco está ubicada en la carretera antigua a Santa Cruz km 40 en la provincia de San Benito donde también se abrieron dos carreras a nivel técnico superior y estas carreras son mecánica industrial y mecánica automotriz.

El instituto de FE Y ALEGRIA tiene un plantel de docentes y directivos a nivel nacional, las carreras del instituto realizan proyectos, participa de ferias a nivel nacional.

1.1.2. Antecedentes específicos

Actualmente la carrera de ELECTRICIDAD INDUSTRIAL en la materia de automatización no cuenta con los materiales suficientes o con tableros didácticos

completos que tengan un PLC, los estudiantes tienen que llevar sus propios componentes en algunos casos los estudiantes no cuentan con la economía suficiente para dichos componentes.

1.1.3. Justificación técnica

Los componentes que tendrá este tablero ayudaran a entrar más tecnológicamente en lo que es el ámbito de la industria automatizada.

La implementación de un PLC proveerá a los alumnos el aprendizaje práctico, los conceptos fundamentales sobre el proceso de programación y operación de un controlador lógico programable (PLC), en forma directa o a través de un software con interface que posibilita la comunicación dinámica con una PC.

1.1.4. Justificación económica

Ya que la institución no cuenta con los recursos económicos suficientes, estos tableros didácticos son de gran ayuda para la enseñanza del estudiante así no gastara en componentes para sus prácticas de automatización.

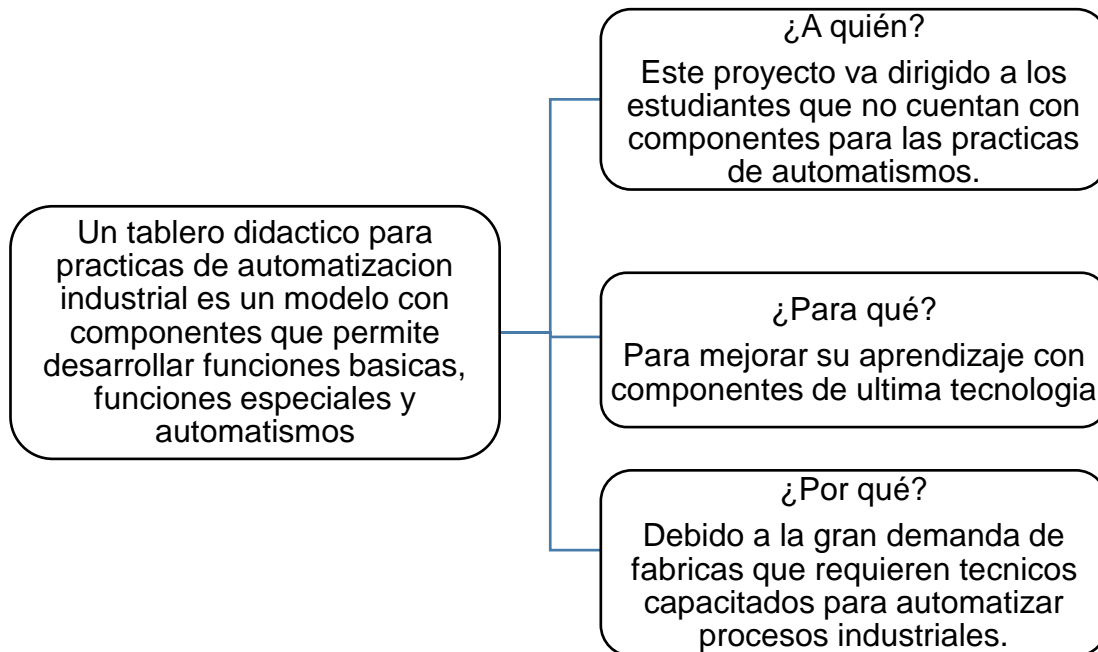
1.1.5. Justificación social. –

La importancia de tener un tablero didáctico en el tecnológico favorecerá no solo a los estudiantes sino también será más fácil las enseñanzas para los docentes con los tableros de una manera más eficaz y práctica.

1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO/TECNOLÓGICO

¿Es necesario implementar un tablero didáctico para mejorar la enseñanza en la materia de automatismos?

El problema que da origen a la siguiente investigación es implementar un modelo didáctico para el mejor aprendizaje de los estudiantes y una enseñanza más eficaz de los docentes en la materia de automatismos.

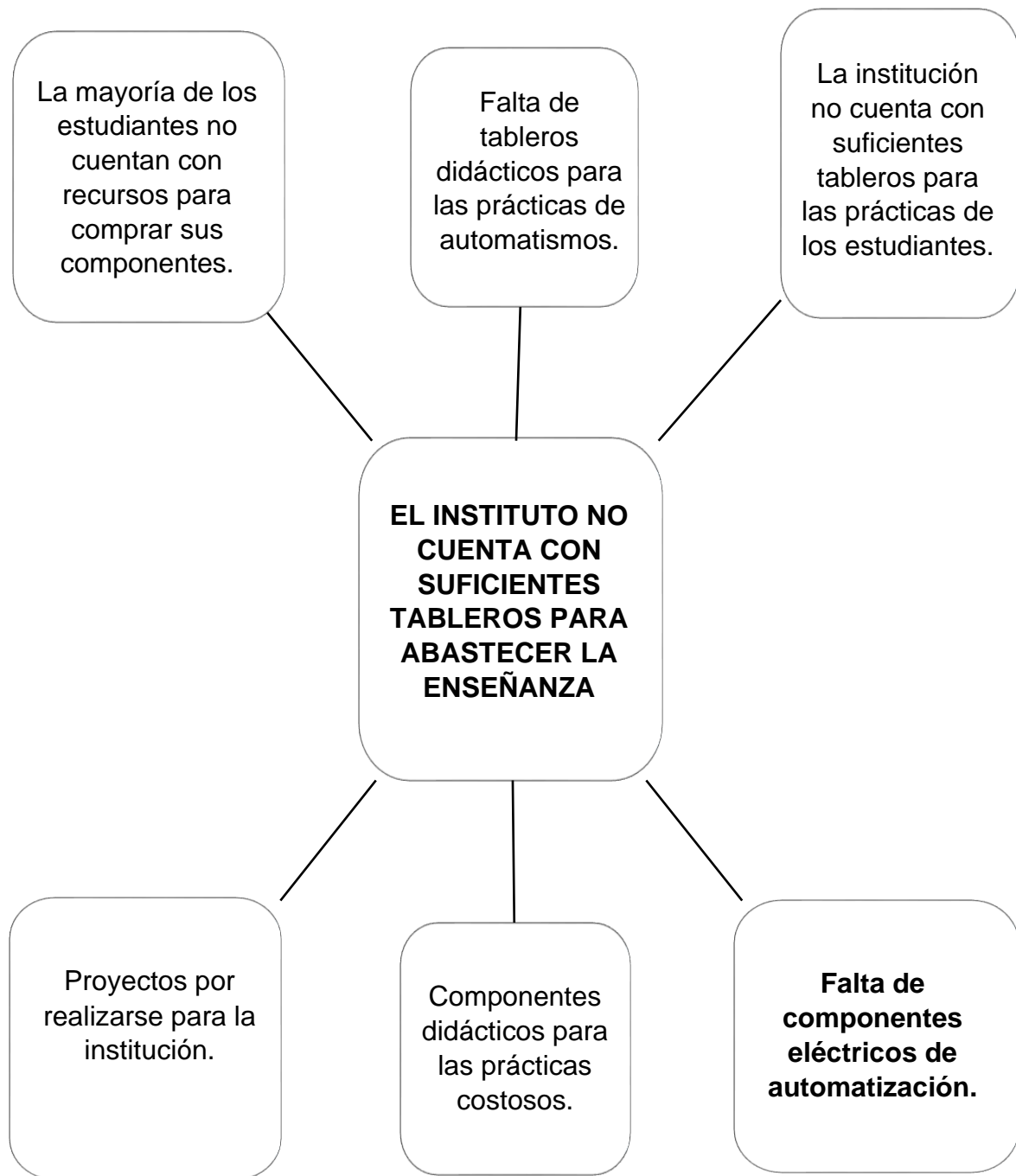


1.2.1. F.O.D.A

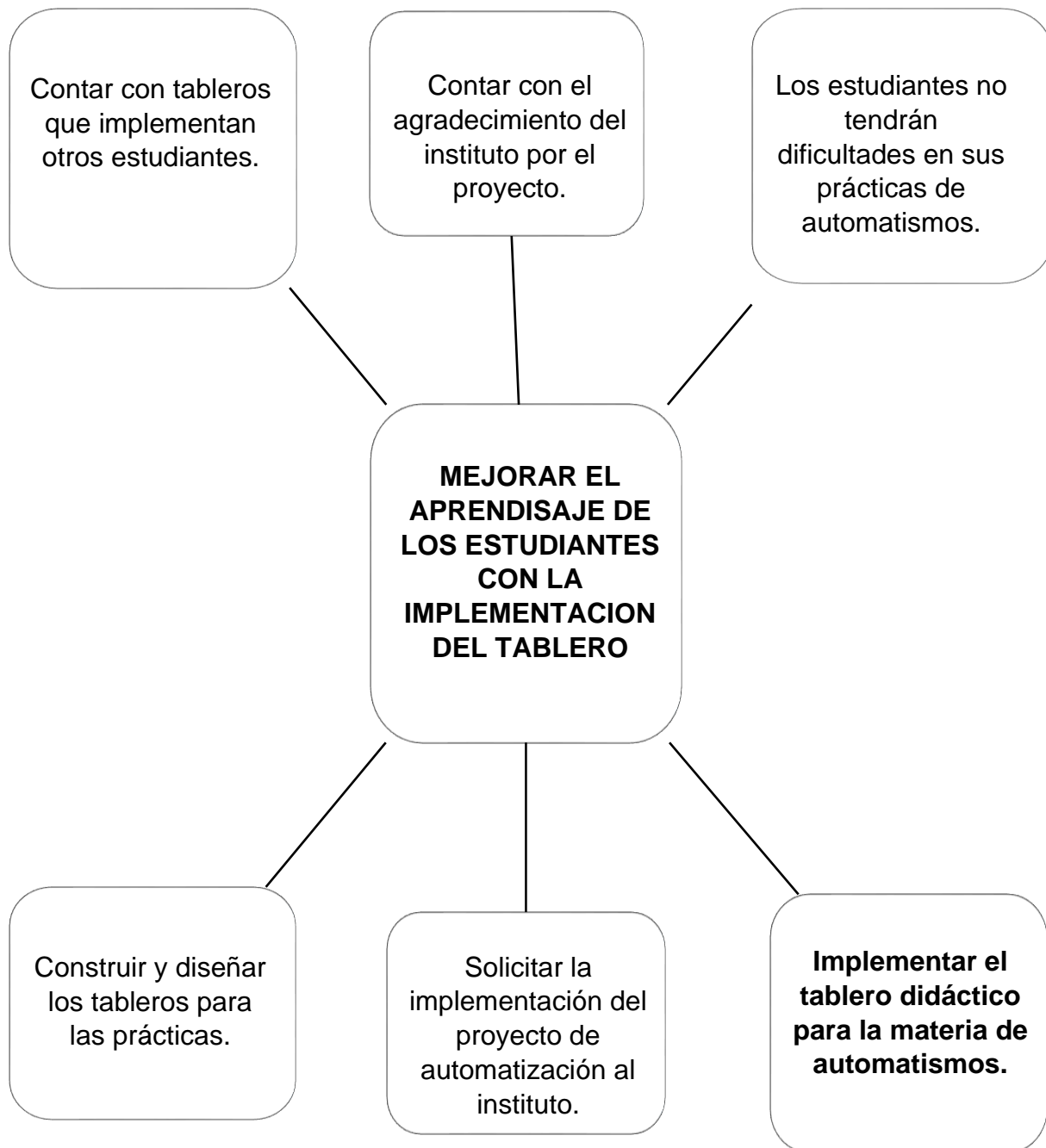
TABLERO DIDACTICO PARA LA MATERIA DE AUTOMATISMOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	-Implementar componentes automatización -Mejor aprendizaje.	- Costos elevados de los componentes. -Alto costo de un PLC -Falta de dinero para la compra de componentes

	-Los estudiantes no necesitarían llevar sus propios componentes.	
<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ofrecer a otras instituciones -Adecuar a la necesidad de la institución -Equipar el área de automatización. -Se podrá enseñar de forma didáctica. 	<p>F.O</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar un tablero de acuerdo al aprendizaje del estudiante. -Utilizar componentes que se utilice más, actualmente. -Proporcionar facilidad de aprendizaje a los nuevos estudiantes 	<p>D.O</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hacer conocer a los estudiantes un buen material de trabajo. -Simular instalaciones industriales.
<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con el tiempo va evolucionando la tecnología. -Falta de economía de los estudiantes. -Componentes eléctricos de buena calidad del mercado 	<p>F.A</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buscar ayuda parara la implementación. -hacer conocer muy bien a que se refiere los tableros de automatización y que es importante que lo tenga cada institución. 	<p>D.A</p> <ul style="list-style-type: none"> -Enseñar a los estudiantes a manejar los componentes para que en un futuro no tengan problemas - Utilizar componentes adecuados para no tener problemas en el tablero.

1.2.2. ÁRBOL DE PROBLEMAS



1.2.3. ÁRBOL DE OBJETIVOS



1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes para que aprendan a armar y practicar los circuitos automatizados en el tablero didáctico aplicado al instituto tecnológico Padre Antonio Berta.

1.3.2. Objetivos específicos

- Investigar en el instituto que tipos de motores se utilizaran.
- Investigar sobre las soluciones y los problemas.
- Investigar sobre los tipos de tableros que existen para implementar un tablero didáctico.
- Calcular el tipo de tablero.
- Calcular y saber qué tipos de componentes se utilizará.
- Diseñar y elaborar el plano del circuito de los componentes de instalación.
- Diseñar y elaborar el plano del circuito eléctrico.
- Elaborar la simulación en el lenguaje Ladder.
- Implementar elementos de protección y seguridad.
- Implementar el mantenimiento y cuidados de la instalación.
- Elaborar costos y presupuestos.
- Implementar y armar.
- Realizar pruebas de control.

1.3.3. Alcance

El tablero didáctico contiene componentes como el uso de PLC, contactores, llaves selectoras, relés, interruptor diferencial, interruptor magnetotérmico, elementos de mando, interruptores, pulsadores, seleccionadores. (Ver anexo 1)

1.4. ENFOQUE METODOLOGICO

1.4.1 Matriz de diseño metodológico

Matriz Metodológica					
¿Qué?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	Verificación
Investigar en el Instituto la situación que se encuentran los tableros que tienen actualmente	Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta	-El proyectista -La directiva del Tecnológico y los docentes	-Encuesta	-Determinar el problema principal de los tableros didácticos.	-Presentar las encuestas con la firma de los encuestados.
Investigar sobre la posible solución u otras alternativas de los tableros didácticos.		-El proyectista - Proveedores de elementos eléctricos en Cochabamba.	- Navegadores como: Google	- Seleccionar los componentes adecuados para los tableros.	-Contar con las páginas visitadas y con la información técnica proporcionada por la institución.
Calcular y seleccionar los componentes eléctricos.		-El proyectista	-Texto guía - Información del internet	-Saber qué tipos de componentes utilizar	-Contar con los textos guías de cálculos.
Diseñar y elaborar un plano del tablero didáctico		-El proyectista	- Información destacada	- Seleccionar los componentes de seguridad	-Presentar el diseño del tablero.

Diseñar y elaborar un circuito eléctrico	-El proyectista	-Un plano en la simulación de AutoCAD.	-Guiarse con los textos y navegador de internet	-Contar con los diseños y los circuitos.
Elaborar el ladder	-El proyectista	-Simular en la computadora, Logo soft, Ladder.	-Tener en cuenta el navegador de internet	-Verificar si el circuito está bien elaborado
Implementar elementos de seguridad	-El proyectista	-Tiendas de componentes eléctricos. -Buscar tiendas virtuales.	-Proteger el tablero didáctico	-Contar que los componentes sean confiables.
Implementar el mantenimiento y cuidados de la instalación	-El proyectista	-Modos de proteger los componentes para que no sufran ningún daño.	-Tener en cuenta lo riesgoso y su precio elevado de unos componentes eléctricos.	-Los registros de mantenimiento.
Elaborar costos y presupuestos	-El proyectista - Buscar en el internet	-Ir de tienda en tienda para ver el precio y la calidad	-Contar que en algunas tiendas varían los precios	-Verificar los componentes y los precios.
Implementar y armar	-El proyectista	-Poner en orden establecido todos los componentes	-Pueden servir de otra protección	-Contar con los componentes en buen estado que tenga más rendimiento

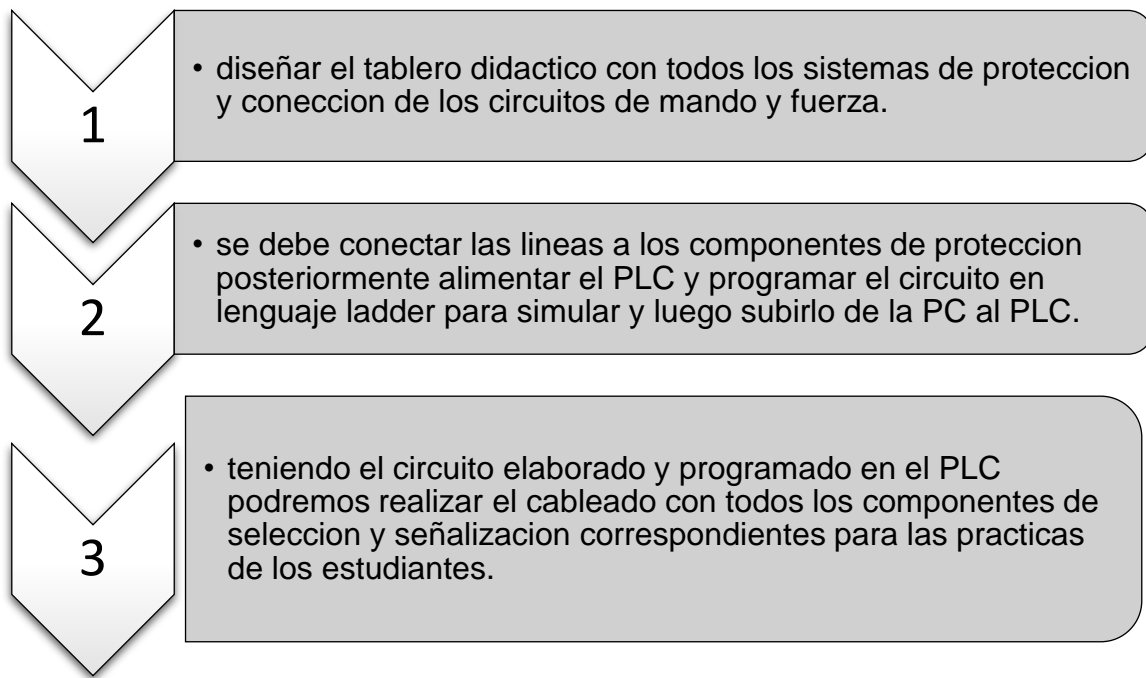
Realizar pruebas de control

-El proyectista	-Hacer las mediciones correctas	-Para evitar fallas cuando ya empiece a trabajar	-Verificar nuevamente los circuitos.
-----------------	---------------------------------	--	--------------------------------------

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Diagrama del proceso. -



2.2. Concepto y funcionamiento de un PLC

Un PLC es un “cerebro” que activa los componentes de la maquinaria para que desarrollen actividades potencialmente peligrosas para las personas, muy lentas o imperfectas.

El PLC es como un ordenador, donde las partes principales de 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.

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.

2.3. Funcionamiento de los contactores

El contactor es un dispositivo que, de forma resumida, tiene por función habilitar o cortar un flujo de corriente. Este equipo electromecánico puede ser manipulado a distancia y es clave en el funcionamiento de motores para automatización.

La función entonces del contactor es la de abrir o cerrar circuitos eléctricos vinculados a motores eléctricos. Es por esta razón que son esenciales en la industria.

2.4. Características de los termomagnético

Un interruptor magnetotérmico, interruptor termomagnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga. Al igual que los fusibles, los interruptores magnetotérmicos protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.5. Características del Relé Térmico

La característica principal es que está compuesto por una lámina bimetálica, formada por la unión de dos láminas de aleación de varios metales con diferentes coeficientes de dilatación.

- Los relés térmicos pueden ser utilizados en corriente alterna o continua.
- Compensan la Temperatura.

- Después del disparo del relé, permite el reinicio de la máquina de forma rápida y con menor riesgo.
- Tienen función de parada y testeo.
- Evitan y reducen el tiempo de las paradas de la producción.
- Protege a los motores, pues impide que éstos funciones con sobrecarga débil y prolongada o recalentamiento.
- Permiten el arranque manual, en máquinas que, por razones de seguridad o técnica, requieren de la presencia de un operador calificado, o son de difícil acceso.

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.

Llaves selectoras

El interruptor de llave funciona de manera similar normalmente con una función de encendido/apagado sin embargo el interruptor de llave es más segura, lo que requiere una clave para controlar el dispositivo.

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.

CAPITULO 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 la carrera de ELECTRICIDAD INDUSTRIAL.

3.2. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

Cálculo y selección de los termomagnéticos

Para la selección del termomagnético se usará la corriente nominal del motor Considerando una corriente nominal de 7A. Para la selección del termomagnético por lo general se da una flexibilidad del 50% extra de la corriente nominal, para el soporte de corrientes de pico y sobrecargas rápidas que puedan suceder en el motor. Por lo tanto, la corriente nominal será multiplicada por un factor de 3.5 obteniendo:

$$I \text{ termomagnético} = I \text{ nominal} \times 3.5 = 7 \times 3.5 = 24.5A$$

El adecuado es un termomagnético de 25A 3Polar tensión nominal hasta 400v.
(Ver tabla 1)

Cálculo y selección de los contactores

La selección de un contactor se hace de la siguiente manera:

- Obtener la corriente de servicio (I_c) que consume el receptor.
- A partir del tipo de receptor, obtener la categoría de servicio.
- A partir de la categoría de servicio elegida, obtener la corriente cortada (I_c) con la que se obtendrá el calibre del contador. Ejemplo: Elegir el contactor más adecuado para un motor jaula de ardilla para un arranque directo con las siguientes características:

- Tensión 380v

- 10HP $1HP = 746W \therefore 10HP \times 746W = 7460$

- Cosφ 0.80

Formula de la potencia $P=V \times I \times \text{Cos}\phi \times \sqrt{3}$ despejando

$$I = \frac{P}{V \times \text{Cos}\phi \times \sqrt{3}} = \frac{7460}{380 \times 0.8 \times 1.73} = 14.18 A$$

El más adecuado es el AC3 indica la utilización de este tipo de contactores para el arranque de motores eléctricos de inducción y de jaula de ardilla a velocidad máxima y servicio continuo.

El contactor seleccionado es de tipo AC3 de 16 Amperios. (Ver tabla 2)

Cálculo y selección de relé térmico

Para la selección del relé térmico se tendrá como principal consideración la corriente nominal del motor la cual es:

$$I_n = \frac{P}{V \times \text{cos}\phi \times \sqrt{3}} = \frac{3730}{380 \times 0.80 \times 1.73} = 7A$$

El más adecuado es Relé Térmico Nr2 25 que ofrece una regulación de 7 a 10 Amperios. (Ver tabla 3)

Cálculo y selección de los conductores

Para seleccionar los conductores a proyectar en las canalizaciones, se deben tener en cuenta algunas variables:

- Una suficiente capacidad de transporte de corriente.
- Una adecuada capacidad de soportar corriente de cortocircuito.
- Caída de tensión permitida.
- Protecciones de cortocircuito.
- Condiciones ambientales de instalación.

- Tensión 380v
- 10HP

- $\text{Cos}\phi$ 0.80
$$I = \frac{P}{V \times \text{Cos}\phi \times \sqrt{3}} = \frac{7460}{380 \times 0.8 \times 1.73} = 14.18 \text{ A}$$

Para sobredimensionar se lo multiplica 1.5 por que al arrancar del motor sube la corriente. Entonces seria $1.5 \times 14.18 = 21.27 \text{ mm}$

Seleccionamos según la corriente del motor el de conductor será 10 AWG. (Ver tabla 4)

3.3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

El proyectista planifica un conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y el buen funcionamiento de los equipos eléctricos en el tablero. Se divide en: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Programado, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Rutinario.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es un mantenimiento simple, que consiste en reparar la avería o el mal funcionamiento de algún componente en el tablero sin importar el tiempo de interrupción y sin afectar la seguridad de los estudiantes o bienes del tectológico.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se realizará retirando de funcionamiento el tablero cada 6 meses para realizar inspecciones y sustituir (o no) componentes, limpieza del polvo con soplete de acuerdo a la programación planificada y organizada por el proyectista y el tecnológico.

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Se realiza el mantenimiento del tablero siguiendo un programa establecido por el proyectista, según el tiempo de trabajo que será cada 6 meses, de acuerdo con la periodicidad fija o siguiendo el ciclo periódicamente 2 veces al año. Este grupo de tareas se realiza sin importar cuál es la condición del equipo.

MANTENIMIENTO RUTINARIO

Es una actividad diaria y consiste en: toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, testeo, lubricación y reapriete de tornillos en el tablero, como así también el cuidado y limpieza de los espacios comunes y no comunes del área de mantenimiento. El estudiante al realizar sus prácticas debe inspeccionar visualmente los componentes y las conexiones para informar los datos y el estado del tablero.

3.4. SEGURIDAD INDUSTRIAL

El tablero contara con señalización de protección y riesgos eléctricos para que el estudiante al momento de hacer sus prácticas cuente con todas las herramientas y EPP correspondientes para manipular el tablero.

3.5. PRESUPUESTO

INSUMOS Y MATERIA PRIMA			
ITEM (DESCRIPCION)	CANTIDAD [U.]	PRECIO UNITARIO [Bs.]	SUB TOTAL [Bs.]
Lámparas piloto color Rojo 220V	3	10,44	31,32
Lámparas piloto color verde 220V	3	10,44	31,32

Lámpara piloto color amarillo 220V	1	10,44	10,44
Pulsadores De marcha verde metálico NA	2	49,44	98,88
Pulsadores De parada rojo metálico NC	2	49,44	98,88
Selector Tres posiciones	2	16,705	33,41
Contactores 32 Amp.	5	111,36	556,8
Relé térmico 5.5-8 Amp.	2	66,12	132,24
Temporizadores	2	85	170
Final de carrera	2	50	100
Termomagnético de 20 Amp.3 polos	1	108,44	108,44
Termomagnético de 10 Amp.	1	26,97	26,97
Voltímetro 0-400	1	91,87	91,87
Amperímetro 0-25	1	83,52	83,52
Frecuencímetro	1	157,85	157,85

Tornillos	22	1	22
PLC	1	1400	1400
Borneras tope final	10	8,77	87.70
Riel Din	3	16,703	50,10
Bornes hembra	150	2	300
Cable Nro. 14 AWG.	1	210	210
Bornes macho	50	2	100
Tablero Metálico de 1m x0.60m	1	1531,2	1531,2
TOTAL 1 [Bs.]			5.565,18
COSTOS DE OPERATIVOS			
ITEM (DESCRIPCION)	CANTIDAD [U.]	PRECIO UNITARIO [Bs.]	SUB TOTAL [Bs.]
Pago de servicios	1	180	180

TOTAL 2 [Bs.]			180
SUELDOS			
ITEM (DESCRIPCION)	CANTIDAD [U.]	PRECIO UNITARIO [Bs.]	SUB TOTAL [Bs.]
Sueldo de los proyectistas	2	500	1000
TOTAL 3 [Bs.]			1000

CTU = COSTO TOTAL UNITARIO [Bs.] = 6.745,18

4 RESULTADOS ESPERADOS

- Que el tablero cuente con componentes de protección y señalización para la seguridad de los estudiantes.
- Que el tablero cumpla su funcionamiento mediante las prácticas que los estudiantes realizaran con el PLC.
- Que el tablero cuente con un manual de funciones y aplicación al tablero.

5 CONCLUSIONES

Dentro de los objetivos trazados se cumplió con lo establecido en el diseño y armado de la parte de protección y medida como también en la programación e instalación del PLC.

6 RECOMENDACIONES

Los estudiantes deben de realizar sus prácticas siempre con la supervisión de un docente calificado una vez haber leído el manual de funcionamiento del tablero.

7 FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFÍA

-cárdenas J. (01/05/2015). Diseño e implementación de un módulo didáctico (tablero metálico) para prácticas de laboratorios de controles industriales con aplicación de arranque e inversión de giro en motores. Ecuador: salesiana.

ANEXOS

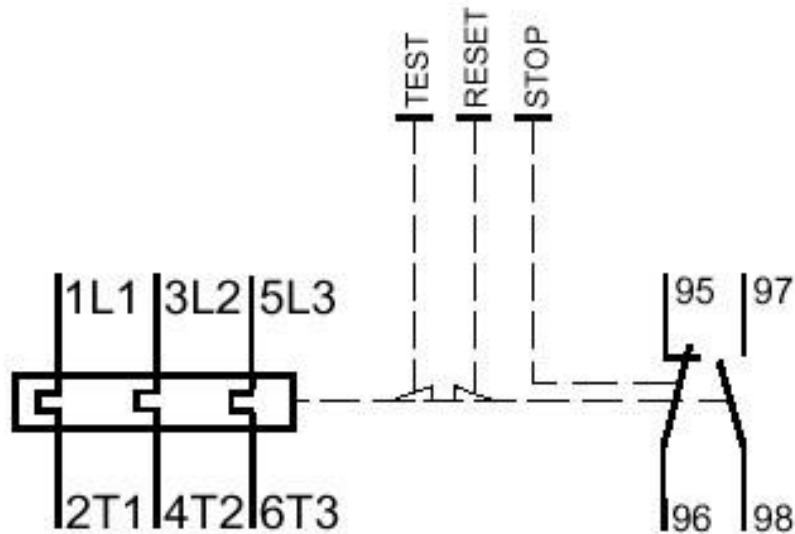
FIGURAS

TABLAS

Anexo 1. Tablero didáctico de automatización.

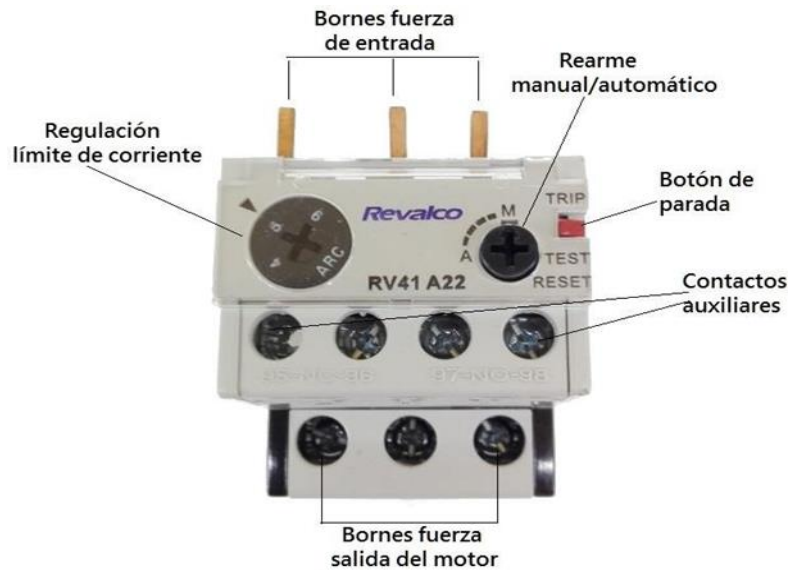


Anexo 2 Contactos auxiliares del Relé Térmico



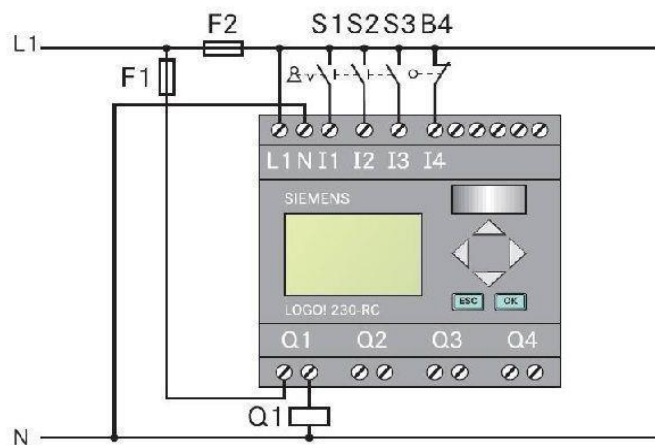
Fuente: <https://adajusa.es/reles-termicos/rele-termico-regulacion-4-a-6-a.html>

Anexo 3 Contactos del relé térmico



Fuente: <https://www.elinstaladorelectricista.es/reles-termicos-electronico/2327rele-termico-regulacion-1622-amp.html>

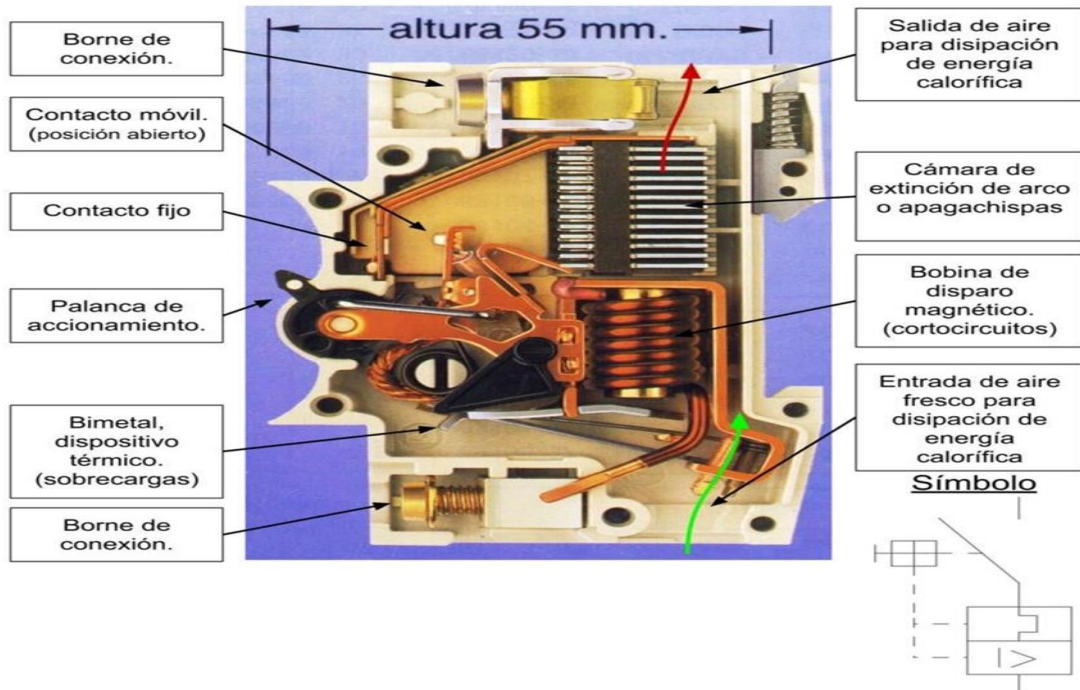
Anexo 4 PLC LOGO SIEMENS 230 RC



Fuente: <https://ar.pinterest.com/pin/793407659333150403/>

Anexo 5 Partes de un termomagnético

Partes de un magnetotérmico



Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SeccionMagnetotermico.png>

Anexo 8 Temporizador Broco GRT8-S1

Anexo 6 Interruptores Selectores/Llave



Fuente: <https://es.rs-online.com/web/p/unidades-completas-de-selectores-e-interruptores-de-llave/3308694/>

Anexo 7 Pulsador eléctrico



Fuente: <https://www.electricosgenerales.com.pe/product/pulsador-modeloestandar-xb2> GRAFICOS DE SELECCIÓN

Tabla 1 - Clasificación de termomagnéticos



MCB mini-interruptores automáticos modulares



eB Mini Interruptor automático

1. Información general

- 1.1 Homologaciones: CE, SEMKO
- 1.2 Especificaciones eléctricas: AC 50/60 Hz, 230V/1P, 400V/2,3P, 60 A.
- 1.3 Número de polos: 1,2,3P.
- 1.4 Curvas de disparo: C.
- 1.5 Tensión nominal soportada al impulso V: 5.000.
- 1.6 En conformidad con la norma IEC/EN 60898.

2. Características

- 2.1 Descripción técnica:
Interruptor termomagnético de 1, 2 y 3 Polos para corriente alterna. Para protección de circuitos eléctricos hasta 25 Amperios, con una tensión igual o menor a 400 Voltios.
- 2.2 Descripción comercial:
Aparatos para seccionamiento, protección, conexión o empalme de circuitos eléctricos, trifásicos, tales como: bombas de agua, ventiladores, máquinas industriales, iluminación en general, transformadores. Se utiliza para protección de motores pequeños



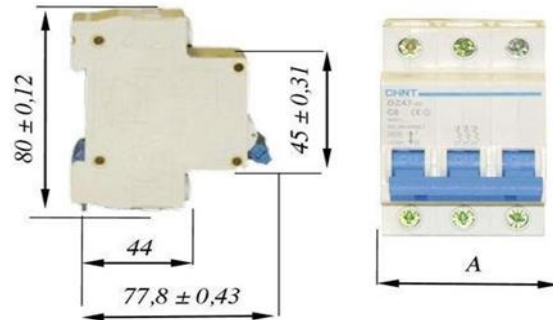
01 www.saervenca.com

3. Especificaciones principales

Modelo	eB / 1P	eB / 2P	eB / 3P
Corriente nominal (A)	1,3,6,10,16,20,25,32,40,50,63		
Tensión nominal (V)	400	400	400
Número de polos	1P	2P	3P
Curvas de disparo	C	C	C
Poder nominal de corto circuito (A)	4500	4500	4500
Vida útil (ciclos)	Vida eléctrica	4000	4000
	Vida mecánica	10000	10000

4. Dimensiones (mm)

Número de polos	A (mm)
1	18
2	36
3	54



Fuente: <https://www.mgi.com.uy/images/pdf/chint-baja-tension/chintinterruptores-din/interruptor-nb1-2-63a-6ka-10ka-10ka-15ka-iec60898iec60947/nb1/CATALOGO.pdf>

Tabla 2 Clasificación de los contactores



CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
AC1	Se aplica a todos los aparatos de utilización en corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ($\cos \varphi > 0,95$).	Calefacción, Distribución, iluminación.
AC2	Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso de los motores de anillos. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque del orden de 2,5 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque con una tensión menor o igual a la tensión de la red.	Puentes grúa, grúas pórtico con motores de rotor bobinado.
AC3	Se refiere a los motores de jaula, y el corte se realiza a motor lanzado. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque con 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta la intensidad nominal absorbida por el motor. En este momento la tensión en los bornes de sus polos es del orden del 20% de la tensión de la red, por lo que el corte es fácil.	Todos los motores de jaula, ascensores, escaleras mecánicas, compresores, bombas, ventiladores, etc.
AC4	Esta categoría se refiere a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha por impulso utilizando motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra con un pico de corriente que puede alcanzar 5, incluso 7 veces, la intensidad nominal del motor. La tensión puede ser igual a la de la red. El corte es severo.	Trefiladoras, metalurgia, elevación, ascensores, etc.

Fuente:

<http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com/2009/12/okclasificacion-de-los-contactores.html>

Tabla 3 Clasificación de relé térmico

8. Selección Contactor-Relé térmico

Modelo de relé térmico	Corriente nominal (A)	Modelo de fusible RT16 recomendado		Modelo de contactor
		aM	gG	
 NR2-11.5	0.1~0.16	0.25	2	NC6-09 NC1-09~18
	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	
 NR2-25	0.1~0.16	0.25	2	NC1-09 NC1-12 NC1-18 NC1-25 NC1-32
	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	
	12~18	20	35	
	17~25	25	50	


Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-464072008-rele-termico-nr225-chint-_JM

Tabla 4 Selección de conductor

CALIBRE AWG	AMPERIOS	PIES POR LIBRA
6	53.16	
7	42.04	16.00
8	33.38	20.00
9	26.56	25.20
10	21.20	31.80
11	16.60	40.10
12	13.30	50.60
13	10.50	63.80
14	8.30	80.40
15	6.60	101.40
16	5.20	125.00
17	4.10	155.00
18	3.20	203.00
19	2.60	248.00
20	2.00	323.00
21	1.62	408.00
22	1.28	489.00
23	1.00	615.00
24	0.80	775.00
25	0.64	970.00
26	0.50	1,300.00
27	0.40	1,639.00
28	0.32	2,067.00
29	0.25	2,607.00
30	0.20	3,287.00
31	0.18	4,145.00
32	0.12	5,257.00
33	0.10	6,592.00
34	0.08	8,310.00
35	0.06	13,210.00

Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/307792955781422477/>

HOJAS DE PROCESO DE FABRICACION

ETAPA	IMAGEN	DESCRIPCION
1		Un tablero metálico 1*60 cm y los componentes eléctricos a implementar.

2



Perforación de la plancha para poner todos los componentes.

3



Montaje de los componentes y ajuste de los rielines.

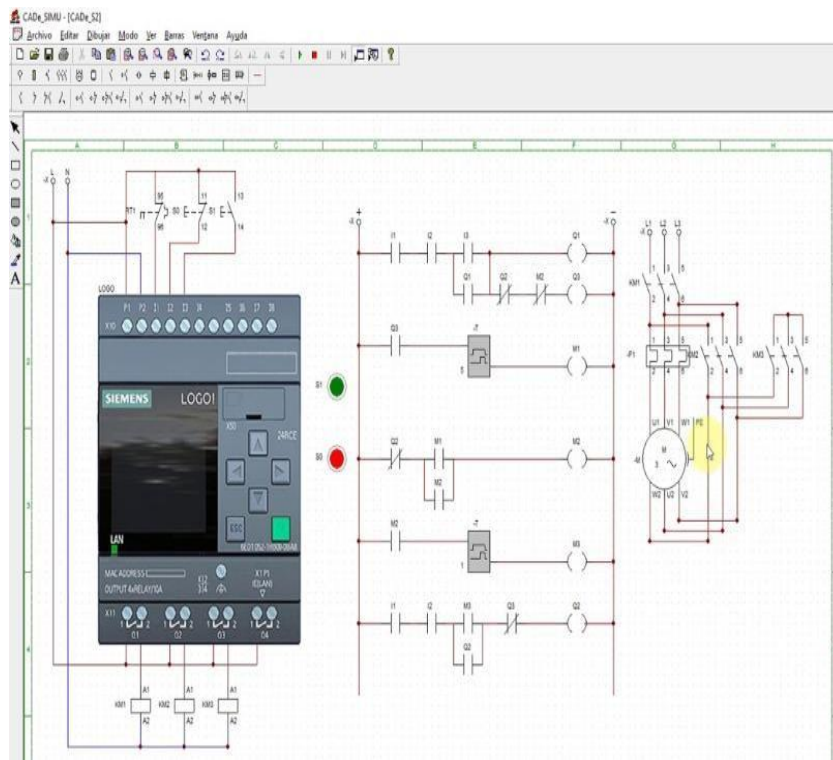
4



Cableado y simbolización de cada uno de los componentes.

PLANOS Y DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

El diagrama de conexión se cablea todos los componentes del tablero y se deja para hacer la conexión de los tipos de arranques, se pone con los bananos hembras y terminales tipo banana se conectan y facilitan al estudiante a armar y desarmar.



GUÍAS DIDÁCTICAS

PRACTICA 1- INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO MANUAL.

OBJETIVO

Es armar el circuito de mando en lenguaje ladder en el programa logo!soft y cargar el circuito al PLC después de simular para practicarlo en el tablero didáctico.

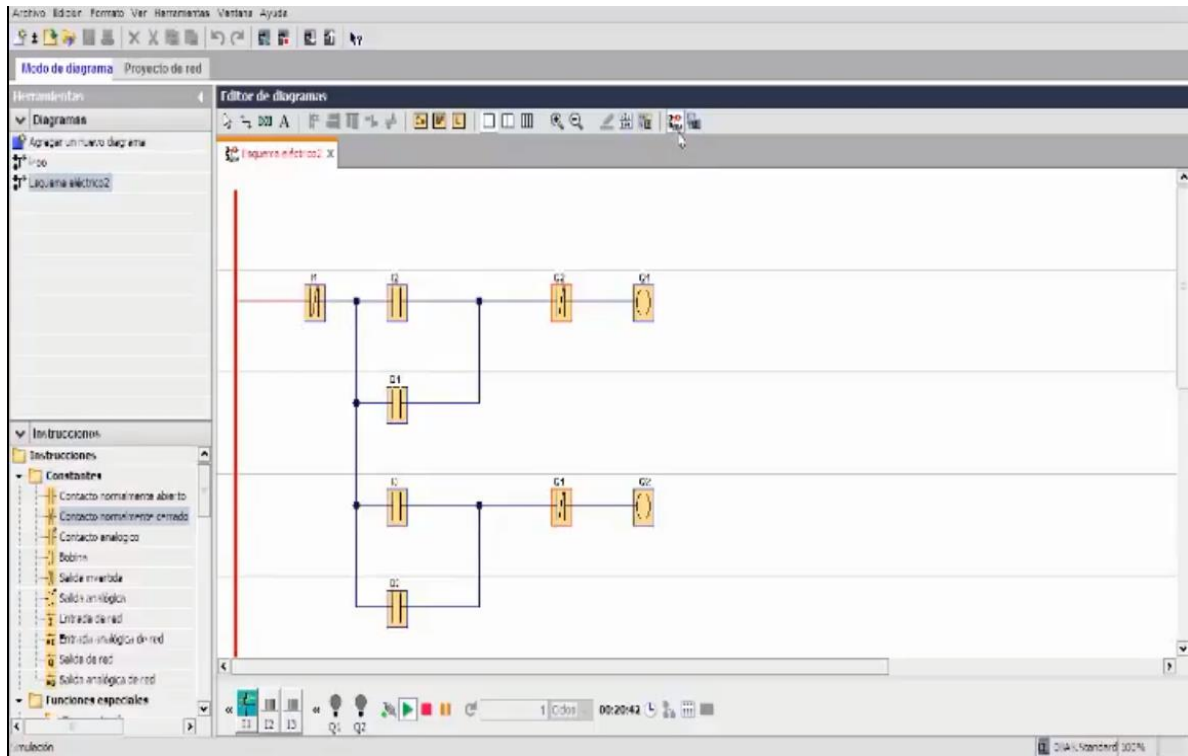
MATERIALES

- Cable 16 multifilar de 5 cm con punta bananos
- Cable rj45
- Un ordenador
- 2 contactores
- 1 pulsador NC
- 2 pulsadores NA
- Un motor trifásico

PROCEDIMIENTO

Ya teniendo los materiales mencionados empezamos a hacer el circuito de mando y fuerza en el programa logo!soft abrimos el programa entramos a librería ponemos las líneas de alimentación que nos proporciona la librería del programa insertamos un pulsador de parada NC y luego dos pulsadores NA en las entradas del PLC cableamos el común del PLC y la fase a la L1 y proseguimos a poner las salidas que serían las bobinas Q1 y Q2 y de la misma manera cableamos. De esta manera hacemos el circuito en LADDER. Ya teniendo los circuitos empezamos a simular y verificamos que este bien y que no haya ningún cortocircuito si todo está bien con los circuitos armados vamos al tablero y cableamos con los cables y los pines bananos que están en el tablero didáctico cableamos el circuito de mando y fuerza y cargamos el programa simulado en logo!soft al PLC por medio del cable rj45 ya cargado el programa empezamos a simular y apretamos el pulsador I2 NA que sería horario I3 NA antihorario y el pulsador I1 de parada.

ESQUEMA DE ARMADO



CONCLUSIÓN

El armado de esta práctica es muy sencillo y fácil de entender talvez sería bueno practicar más el programa logo!soft para poder simular nuestros circuitos en el lenguaje Ladder ya que hay varias formas para hacer esta práctica de inversión de giro con todas las herramientas que nos proporciona el programa logo!soft.