



# **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS DE PLC**

**Michael Andrés Hernández Ortiz**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Villavicencio, Colombia  
2023

# **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BANCO DIDACTICO DE PRUEBAS DE PLC**

**Michael Andrés Hernández Ortiz**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Electrónico**

Director (a):  
**ING. Alberto Villarraga**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Villavicencio, Colombia  
2023

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Villavicencio, 09 de mayo de 2023

*(Dedicatoria o lema)*

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”*

*Mahatma Gandhi*

## **Agradecimientos.**

Agradezco primeramente a Dios, fue mi guía día a día para no desfallecer, a mis padres y hermana quienes son motivación y apoyo ante cada momento difícil, a la Universidad por abrir sus puertas y dejar que cada docente ofreciera sus conocimientos; agradezco al director de tesis por su compromiso y orientación a cada uno de los trabajos de grado. Cada uno de ellos hizo posible que llegara a culminar con éxito las metas propuestas y así verse reflejado la disciplina, esfuerzo y dedicación para llegar a obtener el título profesional.

## **Resumen**

Con el presente trabajo de grado se busca reforzar conocimientos de los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño del programa de ingeniería electrónica, ya que dentro del ámbito profesional se deben enfrentar a diferentes retos, por ello es de vital importancia poner en práctica todo lo aprendido. A raíz de esto se busca desarrollar e implementar un banco didáctico de pruebas de PLC donde el objetivo es que sea móvil, de fácil transporte por los docentes y los estudiantes, constara de un maletín y dentro de este se va a encontrar una placa de conexiones de periferia del PLC, esta placa tendrá las conexiones de entradas y salidas digitales de voltaje directo. Encima de la placa tendrá una facilidad para montar el PLC permitiendo que quede fijo y fácil de manipular.

***Palabras clave: Ingeniería Electrónica, Banco Didáctico, Periferia, PLC.***

## **Abstract**

With this degree work, it is intended to reinforce the knowledge of the students of the Antonio Nariño University of the electronic engineering career, since within the professional field they must face different challenges, for this reason it is of vital importance to put into practice everything learned. As a result of this, it seeks to develop and implement a didactic PLC test bench where the objective is that it be mobile, easy to transport by teachers and students, it will consist of a briefcase and inside there will be a peripheral connection plate. of the PLC, this board will have the direct voltage digital input and digital output connections. At the top of the board, you will have a facility to mount the PLC, allowing it to remain fixed and easy to manipulate.

**Keywords: Electronic Engineering, Didactic Bank, Periphery, PLC.**

# Contenido

NOTA DE ACEPTACIÓN .....	3
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2 OBJETIVOS .....	15
1.2.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.3 JUSTIFICACION .....	16
<b>2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1 AUTOMATIZACION .....	18
2.2 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACION .....	19
2.3 TIPOS DE AUTOMATIZACION .....	19
2.4 PARTES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO .....	21
2.5 SENSORES EN LA AUTOMATIZACION.....	21
2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES EN LA AUTOMATIZACIÓN	
22	
2.6 TIPOS DE SENSORES INDUSTRIALES .....	23
2.7 AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS.....	24
2.7.1 AUTOMATISMOS CABLEADOS .....	25
2.7.2 AUTOMATISMOS PROGRAMADOS .....	25
2.8 DISPOSITIVOS EN LOS AUTOMATISMOS .....	25
<b>3 PLC.....</b>	<b>28</b>
3.1 CAMPOS DE APLICACION .....	28
3.2 APLICACIONES GENERALES .....	30
3.3 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC .....	30
3.4 FUNCIONAMIENTO DEL PLC .....	31
3.5 MODO DE FUNCIONAMIENTO .....	32
3.6 ESTRUCTURA INTERNA DE LOS PLC.....	32
3.7 ESTRUCTURA EXTERNA DE LOS PLC.....	33
3.7.1 Estructuras:.....	33
<b>4 DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL BANCO DIDACTICO DE PRUEBAS DE</b>	
<b>PLC .....</b>	<b>34</b>
4.1 REVISIÓN DOCUMENTAL .....	34
4.1.1 Diseño e implementación de un banco didáctico electroneumático	
controlado por PLC.....	34
4.1.2 Diseño de un laboratorio para pruebas de controladores lógicos	
programables PLC.....	34

4.1.3	<i>Diseño e implementación de un banco de prueba para las variables de temperatura PID y nivel</i>	34
4.2	ETAPAS DE DISEÑO	34
4.3	CONFIGURACION IP DEL PLC	41
4.3.1	<i>Practica N° 1: Arranque motor trifásico con botonera marcha/paro</i>	42
4.3.2	<i>Practica N°2: Control de un semáforo</i>	43
4.3.3	<i>Practica N° 3: Inversión de sentido giro de un motor trifásico temporizado</i>	44
4.4	VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO	45
4.5	MATERIALES	47
4.5.1	PRESUPUESTO	48
<b>5</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>49</b>

# Figuras.

FIGURA 1 VENTAJAS DE LA AUTOMATIZACIÓN	11
FIGURA 2 AUTOMATIZACIÓN FIJA	19
FIGURA 3 AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE	20
FIGURA 4 AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE	20
FIGURA 5 AUTOMATIZACIÓN HIBRIDA	21
FIGURA 6 PARTES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO	21
FIGURA 7 SENSORES DE LA AUTOMATIZACION	22
FIGURA 8 ESTRUCTURA INTERNA DE LOS PLC	32
FIGURA 9 ESTRUCTURA	33
FIGURA 10 DIAGRAMA ELÉCTRICO	35
FIGURA 11 PLACA DE IMPRESIÓN	36
FIGURA 12 PROYECCIÓN BANCO DIDÁCTICO, VISTA 1	36
FIGURA 13 PROYECCIÓN BANCO DIDÁCTICO, VISTA 2	37
FIGURA 14 PROYECCIÓN BANCO DIDÁCTICO, VISTA 3	37
FIGURA 15 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO	38
FIGURA 16 BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS CONSTRUIDO, VISTA LATER	40
FIGURA 17 BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS, VISTA FRONTAL	40
FIGURA 18 BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS, MALETÍN	40
FIGURA 19 CONFIGURACIÓN IP DEL PLC	41
FIGURA 20 PROGRAMACIÓN DEL PLC	46
FIGURA 21 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DIDÁCTICO	46

# TABLAS.

<i>TABLA 1</i>	<i>SENSORES INDUSTRIALES</i>	<i>-----</i>	<i>24</i>
<i>TABLA 2</i>	<i>DISPOSITIVOS EN AUTOMATISMOS</i>	<i>-----</i>	<i>25</i>
<i>TABLA 3</i>	<i>MATERIALES</i>	<i>-----</i>	<i>47</i>
<i>TABLA 4</i>	<i>PRESUPUESTO</i>	<i>-----</i>	<i>48</i>

# ANEXOS.

ANEXO 1 SIEMENS PLC LOGO! 6ED1052-1MD08-0BA1----- 50

# 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la automatización se ha convertido en una base fundamental para diferentes sectores por lo que muchas personas deciden formarse de manera profesional para la fabricación y manejo de estos elementos donde diferentes Universidades abren espacios para formar ingenieros mecánicos, eléctricos, electrónicos. Para la formación profesional se necesita lo teórico y lo práctico para tener un buen desempeño al momento de ejercer la carrera profesional como tal. [1]

Por tal motivo se propone diseñar e implementar un banco didáctico de pruebas de PLC en la Universidad Antonio Nariño ubicada en la sede de Villavicencio para los docentes y estudiantes de la facultad de Ingeniería mecánica, electrónica y biomédica, cuyo estudio sean de materias aplicadas en automatización industrial que facilite la enseñanza/aprendizaje como una herramienta didáctica y pedagógica para que los docentes puedan representar mejor la práctica a la vez, contribuir a la formación de profesionales proactivos, creativos y competentes; por el lado de los estudiantes, acercarse al mundo real industrial para que adquieran habilidades innovadoras hacia una efectiva inserción laboral teniendo en cuenta los conocimientos teóricos y el manejo práctico para desempeñar su labor profesional de la mejor manera posible.

Para llevar a cabo el desarrollo del diseño planteado se realiza una revisión documental sobre antecedentes de investigación del banco didáctico para identificar los conceptos y las referencias necesarias donde se encontró que diseñaron e implementaron un banco didáctico de pruebas para la programación PLC Schneider Eléctrica en la universidad Antonio Nariño (sede Villavicencio) [2]. Cabe hacer referencia que la didáctica es “el

estudio y desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje” [3]. En síntesis, en la actualidad se emplean herramientas académicas que complementan la formación de los individuos; donde el docente es el promotor que impulsa la generación de nuevos contextos.

De esta manera, se realiza un estudio a fondo de los tipos de bancos que se pueden implementar conociendo las limitaciones y necesidades tanto de los docentes como de los estudiantes con el fin de obtener más de un posible diseño así escoger uno definitivo según las técnicas de análisis los requerimientos, seguido de los cálculos, planos, simulaciones y montajes correspondientes para verificar la eficacia junto con la efectividad de la intervención educativa en la formación continua de los alumnos de la facultad de Ingeniería mecánica, electrónica y biomédica. En este trabajo de grado como primera instancia se encontrará una breve orientación de lo que se debe saber acerca de los temas de automatización y PLC. Al finalizar se detallará el proceso del proyecto al que esta orientado este trabajo de grado, mostrando los resultados que se obtuvieron durante el proceso.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente la universidad Antonio Nariño sede Villavicencio no cuenta con un banco de apoyo didáctico para docentes y estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica, electrónica y biomédica (FIMEB) dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje, lo cual dificulta la realización de las prácticas incluso la fortaleza de las habilidades y competencias para saber desenvolverse en el mundo laboral como en los nuevos retos de la automatización que se hacen más difíciles de enfrentar por la falta de conocimiento de los sistemas y del funcionamiento básico.

Así mismo, es relevante destacar que los estudiantes no logran reforzar y explorar la aplicación de los conocimientos teóricos en asignaturas claves para comprender el desarrollo industrial debido a las falencias en el

laboratorio de la universidad Antonio Nariño (sede Villavicencio), por la falta de herramientas, equipos y bancos didácticos e industriales que causan las prácticas deficientes.

De acuerdo a lo anterior, surge la necesidad de diseñar e implementar una herramienta didáctica y pedagógica, la construcción de un banco didáctico para brindar un mejor apoyo educativo tanto a los docentes como a los estudiantes en el proceso de enseñanza/ aprendizaje con el fin de lograr un impacto positivo en la incorporación de los conocimientos teóricos y la aplicación de la práctica universitaria en múltiples campos de la ingeniería como son la automatización, programación de un PLC, la electrónica entre otras disciplinas. [2]

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un banco didáctico de pruebas de PLC donde los docentes y los estudiantes puedan hacer uso de forma fácil durante las practicas

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Indagar documentos acerca de diseños e implementación de bancos de PLC a nivel nacional.
- ✓ Realizar un banco didáctico PLC para las debidas prácticas de laboratorio de estudiantes de la UAN sede de Villavicencio.
- ✓ Implementar guía de laboratorio con casos de la vida cotidiana que permita a los estudiantes adquirir experiencias similares al campo laboral de forma profesional.
- ✓ Elaborar manual de usuario el cual contiene instrucciones de uso, nombres de las partes de la estructura y mantenimiento que requiere el PLC.

### 1.3 JUSTIFICACION

Este proyecto es necesario para contribuir en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica de la universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, los cuales no cuentan con la posibilidad de llevar a cabo sus respectivas prácticas debido a que el laboratorio del campus no cuenta con equipos para hacer prácticas; las herramientas, equipos y bancos didácticos e industriales no son aptos para su uso, por tal motivo es indispensable contar con mecanismos que permitan interactuar en los procesos similares al mundo industrial, pues la carencia de las practicas hace que las clases orientadas al área de automatización sean tediosas en términos de interpretación y práctica. Teniendo en cuenta que los procesos de automatización son indispensables en la ingeniería, nace la necesidad de diseñar un equipo didáctico que permita fortalecer los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos de cada asignatura, permitiendo alcanzar una formación integral de futuros profesionales competentes para la solución de problemas y obstáculos presentes en el mundo laboral.

La región de la Orinoquia está abriendo las puertas a la automatización industrial, pero la importancia de contar con personal capacitado en la programación de PLC cada vez es más grande, la falta de bancos didácticos de pruebas de PLC hace que los estudiantes del programa de ingeniería electrónica y entre otras a fines no tomen los conocimientos requeridos para ser competentes e innovadores en la industria.

Ante esta realidad, en el mundo laboral la mayoría de las empresas están dedicadas a buscar y aumentar la capacidad competitiva de profesiones con conocimientos idóneos en automatización industrial, como un ejemplo de esto, tenemos la reconocida empresa EDUCATIA que se caracteriza por su formación técnica para profesionales que puedan actuar en el campo de la automatización industrial, ofertando cursos que permiten a

los estudiantes interactuar con equipos utilizados en la industria, lo cual es de gran acogida para el campo de la ingeniería y los profesionales que se desempeñan en cargos donde es conveniente reforzar los conocimientos en automatización industrial. [3]

## 2 MARCO TEÓRICO

A través del tiempo muchos aspectos van evolucionando, por ello en las industrias y diferentes procesos de producción están asociados a sistemas de automatización, esto ha permitido que se incremente la producción de las empresas, haciendo que reduzca la intervención humana.

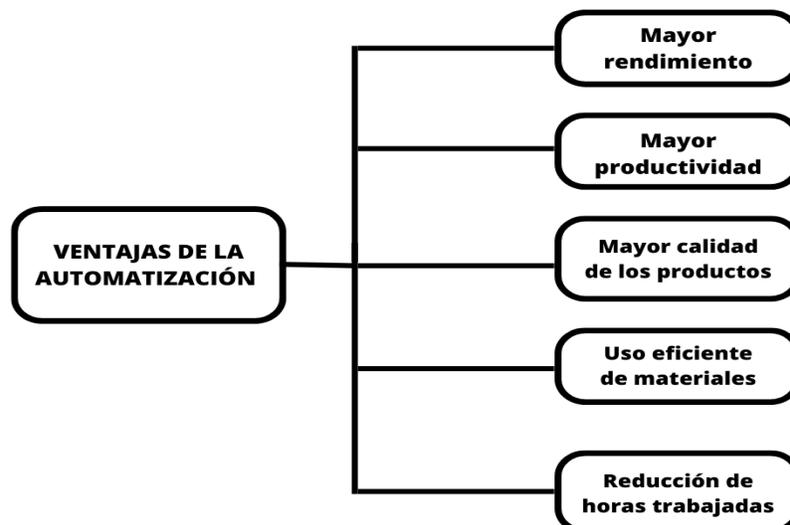
### 2.1 AUTOMATIZACION

La automatización se enfoca en una disciplina de control, basada en el uso de sistemas electromecánicos para así poder controlar diferentes procesos industriales de forma automatizada. Abarca control, sistemas digitales, supervisión, gestión de datos, accionamientos, instrumentación, comunicaciones, producción, interacciones.

La automatización hacer parte de diferentes áreas de trabajo dando un gran impacto positivo, algunas de estas áreas son: [4]

- Industrial
- Mecánica
- Informática
- Maquinas
- Programables

*Figura 1 Ventajas de la automatización. Elaboración propia.*



## 2.2 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACION

- ✓ Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de esta.
- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los diferentes tipos de trabajos e incrementando la seguridad.
- ✓ Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- ✓ Mejorar la disponibilidad de los productos, donde se pueda proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- ✓ Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- ✓ Integrar la gestión y producción. [5]

## 2.3 TIPOS DE AUTOMATIZACION

- ✓ **Fija:** Busca que los procesos de automatización sean estandarizados en operaciones de forma repetitiva, donde se llegan a altos niveles de producción, se relaciona bastante con las operaciones fijas de ensamblaje como es en la industria automotriz de manufactura y fabricación de componentes electrónicos ya que en estas industrias el producto no es cambiado a menudo. [4]

*Figura 2 Automatización fija [13]*



- ✓ **Flexible:** Las operaciones en este tipo de control automático llegan a tener gran flexibilidad ya que se pueden ejecutar cambios en la producción, llega a ser utilizada en la automatización de vehículos guiados y en CNC. [4]

*Figura 3 Automatización flexible [12]*



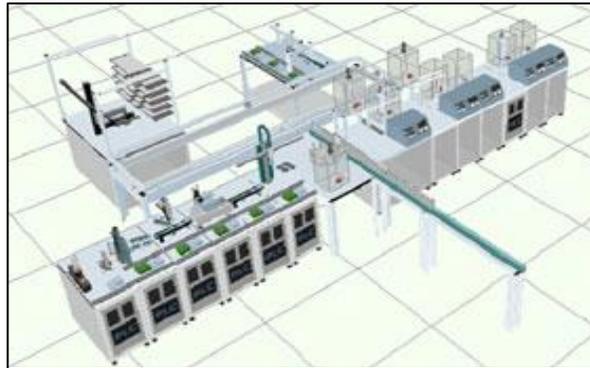
- ✓ **Programable:** Esta muy relacionado cuando el proceso debe realizar cambios en la producción, mediante instrucciones de control los autómatas son capaces de desarrollar los cambios para adecuar a la línea de producción, es muy empleada en producción por volumen y lote. [4]

*Figura 4 Automatización programable [12]*



- ✓ **Hibrida:** La automatización híbrida es un enfoque en el que se combinan tareas automatizadas realizadas por robots y la muestra de tareas según los requisitos o necesidades específicas. Esta automatización generalmente se aplica en el "back office", que es el conjunto de funciones administrativas y de soporte en una empresa. [4]

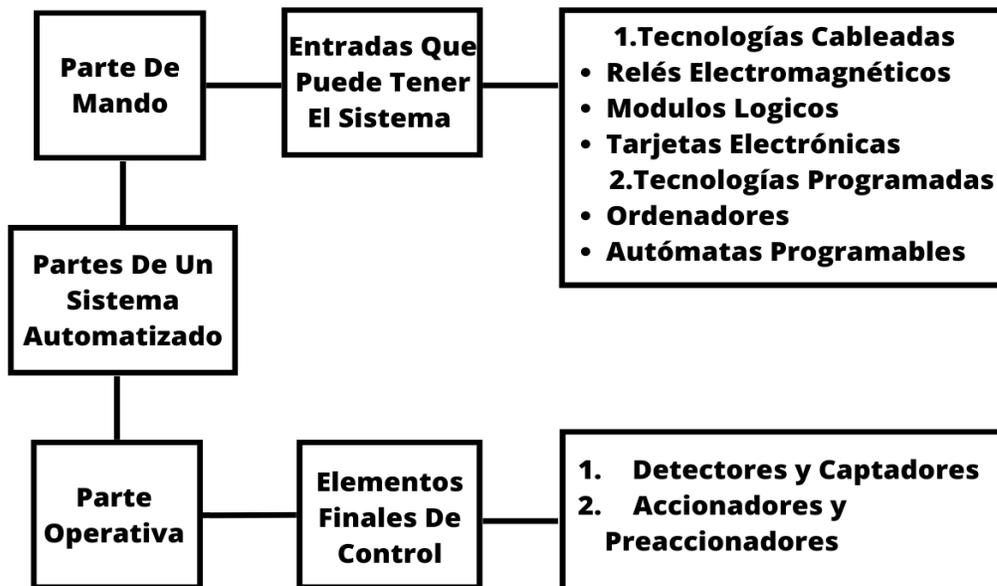
Figura 5 Automatización híbrida [14]



## 2.4 PARTES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

El sistema automatizado se compone de dos partes fundamentales. [5]

Figura 6 Partes de un sistema automatizado. Elaboración propia.

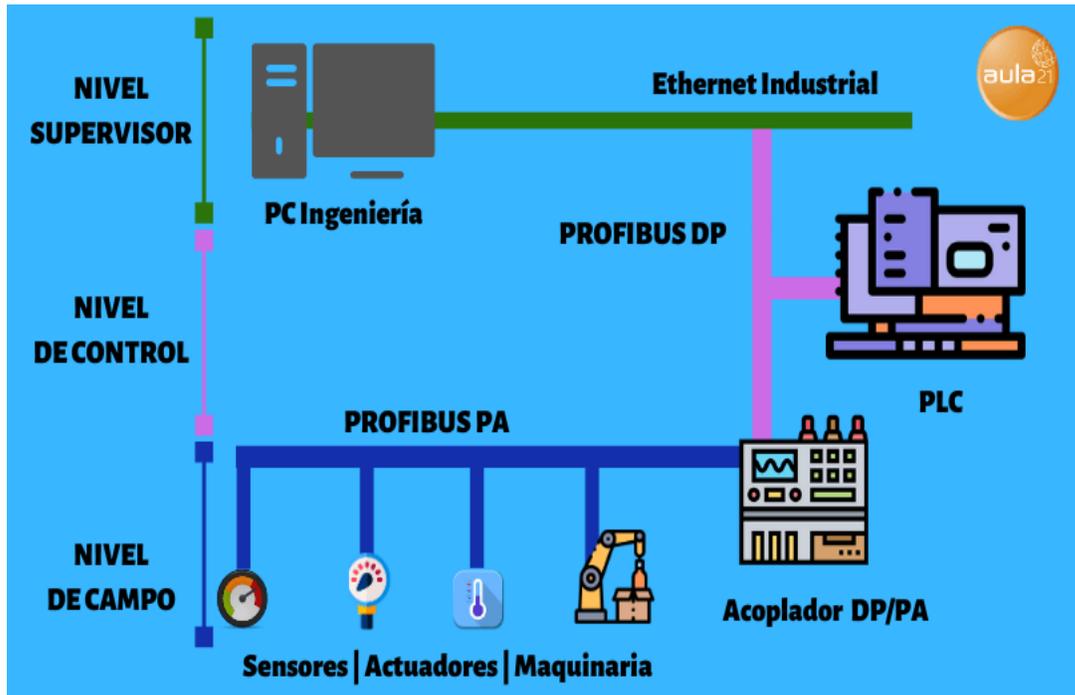


## 2.5 SENSORES EN LA AUTOMATIZACION

Facilitan una salida o también nombrada señal, con respecto a una cantidad física

específica (entrada). Con el sensor se puede identificar y comprender de forma más rápida. [6]

Figura 7 Sensores de la automatización [6]



### 2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES EN LA AUTOMATIZACIÓN

Se caracterizan según el valor de algunos de los parámetros, siendo estas las características más importantes de los sensores industriales:

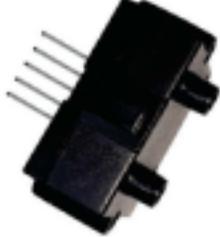
- ✓ **Rango:** Es el valor mínimo y máximo de la variable física que el sensor puede percibir o medir. [6]
- ✓ **Amplitud:** Es la diferencia entre los valores máximos y mínimos de entrada. [6]
- ✓ **Exactitud:** El error en la medición se especifica en términos de precisión. Se define como la diferencia entre el valor medido y el valor real. Se define en términos de % de la escala completa o % de la lectura. [6]
- ✓ **Precisión:** Se define como la cercanía entre un conjunto de valores. Es

diferente de la exactitud. [6]

- ✓ **Sensibilidad:** Es la relación entre el valor de la salida y el valor de la entrada. [6]
- ✓ **La alineación:** es la máxima desviación entre los valores medidos de un sensor de la curva ideal. [6]
- ✓ **Histéresis:** Es la diferencia en la salida cuando la entrada se varía de dos maneras: aumentando y disminuyendo. [6]
- ✓ **Resolución:** Es el cambio mínimo en la entrada que puede ser detectado por el sensor. [6]
- ✓ **Reproducibilidad:** Se define como la capacidad del sensor de producir la misma salida cuando se aplica la misma entrada. [6]
- ✓ **Repetibilidad:** Se define como la capacidad del sensor de producir la misma salida cada vez que se aplica la misma entrada y todas las condiciones físicas y de medición se mantienen iguales, incluyendo el operador, el instrumento y las condiciones ambientales. [6]
- ✓ **Tiempo de respuesta:** Se expresa generalmente como el tiempo en que la salida alcanza un cierto porcentaje (por ejemplo, el 95%) de su valor final, en respuesta a un cambio de paso de la entrada. [6]

## 2.6 TIPOS DE SENSORES INDUSTRIALES

Tabla 1 Sensores industriales [6]

<p><b>Sensores de temperatura:</b> Estos sensores están diseñados para soportar condiciones extremas, como temperaturas altas, ambientes corrosivos o vibraciones, y son ampliamente utilizados en diversos sectores industriales.</p>	 A cylindrical industrial temperature sensor with a long, thin metal probe extending from one end and a mounting flange with a nut on the other.
<p><b>Sensores de presión:</b> Son dispositivos que cambian la señal eléctrica (4-20mA) de acuerdo a la presión que haga los fluidos sobre el elemento sensor.</p>	 A compact digital pressure sensor with a white face and a red LED display showing '0.00'. It has a cylindrical body and a mounting flange.
<p><b>Sensores MEMS:</b> Este sensor MEMS (Sistemas Micro-Electro-Mecánicos), convierte las señales mecánicas medidas en señales eléctricas.</p>	 A small, black, rectangular MEMS sensor with several pins extending from one side and a small cylindrical component on the other.
<p><b>Sensores de par:</b> Tiene como función de para mecánica necesaria, aumenta la capacidad de sobrecarga y proporciona una protección adicional durante la instalación y el funcionamiento.</p>	 A blue and black torque sensor with a cylindrical shaft on one end and a mounting flange on the other.

## 2.7 AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS

Se puede distinguir entre dos:

### 2.7.1 AUTOMATISMOS CABLEADOS

Los automatismos se ajustan o implementan en uniones físicas y con ellos se forma el sistema de control, se realizan por medio de circuitos con cables que unen eléctricamente contactores, relés, temporizadores. Estos también son conocidos como lógica cableada. [7]

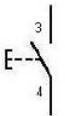
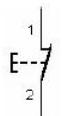
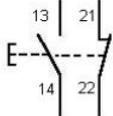
### 2.7.2 AUTOMATISMOS PROGRAMADOS

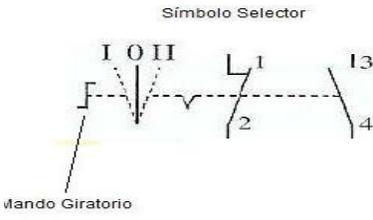
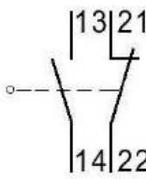
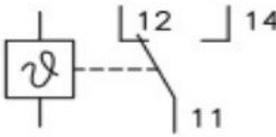
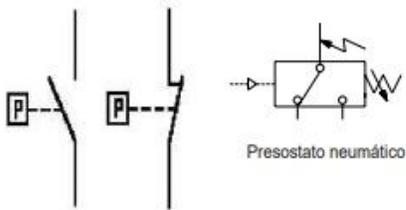
Los PLC (Programmable Logic Controllers) o Controladores Lógicos Programables son dispositivos electrónicos utilizados en la automatización industrial para controlar y supervisar procesos y maquinarias de manera eficiente y confiable. Estos dispositivos han mejorado en gran medida a los sistemas de control basados en relés y temporizadores debido a su flexibilidad y facilidad de programación. [7]

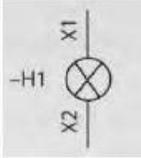
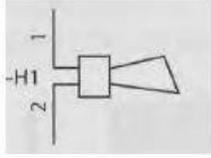
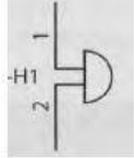
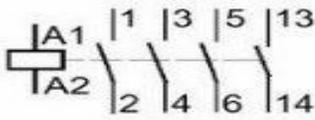
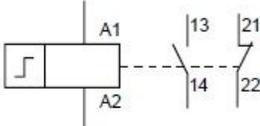
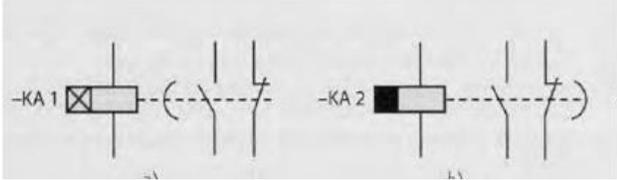
## 2.8 DISPOSITIVOS EN LOS AUTOMATISMOS

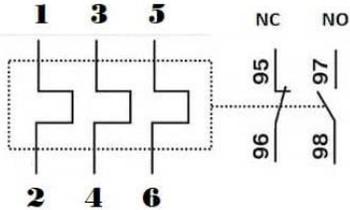
Aparatos y dispositivos eléctricos que forman un cuadro eléctrico.

*Tabla 2 Dispositivos en automatismos [7]*

	<p><b>Pulsador:</b> Elementos mecánicos de cierre y apertura.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>NA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>NC</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>NA + NC</p> </div> </div>
--	--

<p><b>Mando Manuales</b></p>	<p><b>Selectores:</b> Similares a interruptores, para su función suelen llevar un botón, palanca o llave giratoria.</p> <p style="text-align: center;">Símbolo Selector</p> 
<p><b>Mando Automático</b></p>	<p><b>Finales de Carrera:</b> Utilizados en el circuito de mando y accionados por elementos mecánicos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Símbolo:</b></p> 
<p><b>Detectores</b></p>	<p><b>Termostatos:</b> Permite medir la temperatura de un depósito o detectar si excede el valor el cual se denomina umbral.</p> <p style="text-align: center;"><b>Termostato</b></p>  <p><b>Presostatos:</b> Mecanismo que actúa abriendo o cerrando unos contactos que posee, se usan en grupos de presión de agua.</p> <p style="text-align: center;"><b>Presostato</b></p> 

<p><b>Dispositivos de Señalización</b></p>	<p><b>Pilotos de señalización:</b> Forman parte del dialogo hombre-maquina, se utiliza el circuito de mando para indicar el estado actual del sistema.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>a) bombilla</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b) avisado acústico</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>c) timbre.</p> </div> </div>
<p><b>Contactores y Relés</b></p>	<p><b>Contactador:</b> Aparato de conexión y desconexión, este tiene una sola posición de reposo, vuelve a su posición al momento que es desconectado.</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>SIMBOLO</b></p>  </div> <p><b>Telerruptor:</b> Cada vez que se aplica tensión a la bobina los contactos cambian de estado, si estaban abiertos se cierran y si estaban cerrados se abren.</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>TELERRUPTOR</b></p>  </div>
<p><b>Relés</b></p>	<p><b>Temporizadores:</b> Permiten ajustar tiempos de conexión y desconexión de este.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

<b>Dispositivos de Protección</b>	<p><b>Fusibles:</b> Protección de sobreintensidad</p>  <p>Fusible.</p> <p>Monofásico </p> <p>Bifásico </p> <p>Trifásico </p>
	<p><b>Relé Térmico:</b> Elemento de protección del receptor contra sobrecargas y calentamiento.</p> <p style="text-align: center;"><u>SÍMBOLO DEL RELÉ TÉRMICO</u></p> 

### 3 PLC

Los PLC están compuestos por una combinación de hardware y software diseñado para recibir y procesar señales de entrada, tomar decisiones lógicas basadas en un programa almacenado en su memoria y generar señales de salida para controlar actuadores, como motores, válvulas, relés, etc. De esta manera, los PLC actúan como el "cerebro" de un sistema de control automatizado. [5]

#### 3.1 CAMPOS DE APLICACIÓN

Los PLC (Controladores Lógicos Programables) tienen un amplio campo de aplicación en la automatización industrial y se utilizan en una variedad de industrias y sectores para controlar y supervisar diferentes procesos. Algunos de los campos de aplicación más comunes de los PLC incluyen. [5]

- ✓ Automatización de procesos industriales: Los PLC se utilizan en la automatización de procesos de fabricación, como el control de máquinas en líneas de producción, mezclado de materiales, control de temperatura, presión, flujo y nivel en sistemas de procesamiento industrial.
- ✓ Control de maquinaria: En la industria manufacturera, los PLC se utilizan para el control de máquinas, como robots industriales, máquinas herramientas, prensas, embaladoras, entre otras.
- ✓ Control de sistemas de transporte: En sistemas de transporte y logística, los PLC se utilizan para controlar cintas transportadoras, clasificación de mercancías, sistemas de paletización y despaletización, y control de tráfico en aeropuertos y puertos.
- ✓ Automatización de edificios: Los PLC se aplican en la automatización de edificios y sistemas de gestión de instalaciones para controlar la iluminación, sistemas de climatización, control de accesos, y monitoreo de alarmas y seguridad.
- ✓ Control de sistemas energéticos: En la generación y distribución de energía, los PLC se emplean para el control de plantas eléctricas, sistemas de distribución de energía, y monitoreo de equipos para mejorar la eficiencia energética.
- ✓ Control de sistemas de tratamiento de aguas: En la industria del agua y aguas residuales, los PLC se utilizan para controlar sistemas de tratamiento de agua, estaciones de bombeo, y sistemas de desalinización, entre otros.
- ✓ Automatización en la industria alimentaria.: **[5]**

### 3.2 APLICACIONES GENERALES

- ✓ Maniobra de máquinas.
- ✓ Maquinaria industrial de plástico.
- ✓ Máquinas transfer.
- ✓ Maquinaria de embalajes.
- ✓ Maniobra de instalaciones.
- ✓ Señalización y control. [5]

### 3.3 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC

- ✓ **Detección:** Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación. [5]
- ✓ **Mando:** Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores. [5]
- ✓ **Dialogo hombre maquina:** Mantener con los operadores de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso. [5]
- ✓ **Programación:** Para introducir, cambiar y elaborar el programa de aplicación del autómatas. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la máquina. [5]
- ✓ **Redes de comunicación:** Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. [5]
- ✓ **Sistemas de supervisión:** También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Se

realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto de serie del ordenador. [5]

- ✓ **Control de procesos continuos:** Llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entradas y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata. [5]
- ✓ **Entradas-Salidas distribuidas:** Los módulos de entrada salida no tienen por qué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red. [5]
- ✓ **Bases de campo:** Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando el cableado tradicional. [5]

### 3.4 FUNCIONAMIENTO DEL PLC

El funcionamiento de un PLC (Controlador Lógico Programable) implica un proceso cíclico que sigue los siguientes pasos básicos:. [5]

Se divide en tres fases:

- ✓ **Lectura de entradas:** En la primera etapa del ciclo, el PLC lee el estado de las entradas digitales y dañadas conectadas al sistema.
- ✓ **Ejecución del programa:** Una vez que el PLC ha leído las entradas, ejecuta el programa que ha sido previamente cargado en su memoria.
- ✓ **Procesamiento lógico:** El programa del PLC contiene una serie de instrucciones lógicas y matemáticas que se aplican a las entradas leídas.
- ✓ **Toma de decisiones:** El PLC utiliza la información procesada para tomar decisiones basadas en la lógica del programa.

- ✓ **Escritura de salidas:** Una vez que se han tomado las decisiones, el PLC procede a actualizar el estado de las salidas digitales y conectados al sistema.
- ✓ **Espera para el siguiente ciclo:** Después de haber actualizado las salidas, el PLC entra en un breve período de espera antes de iniciar un nuevo ciclo. [5]

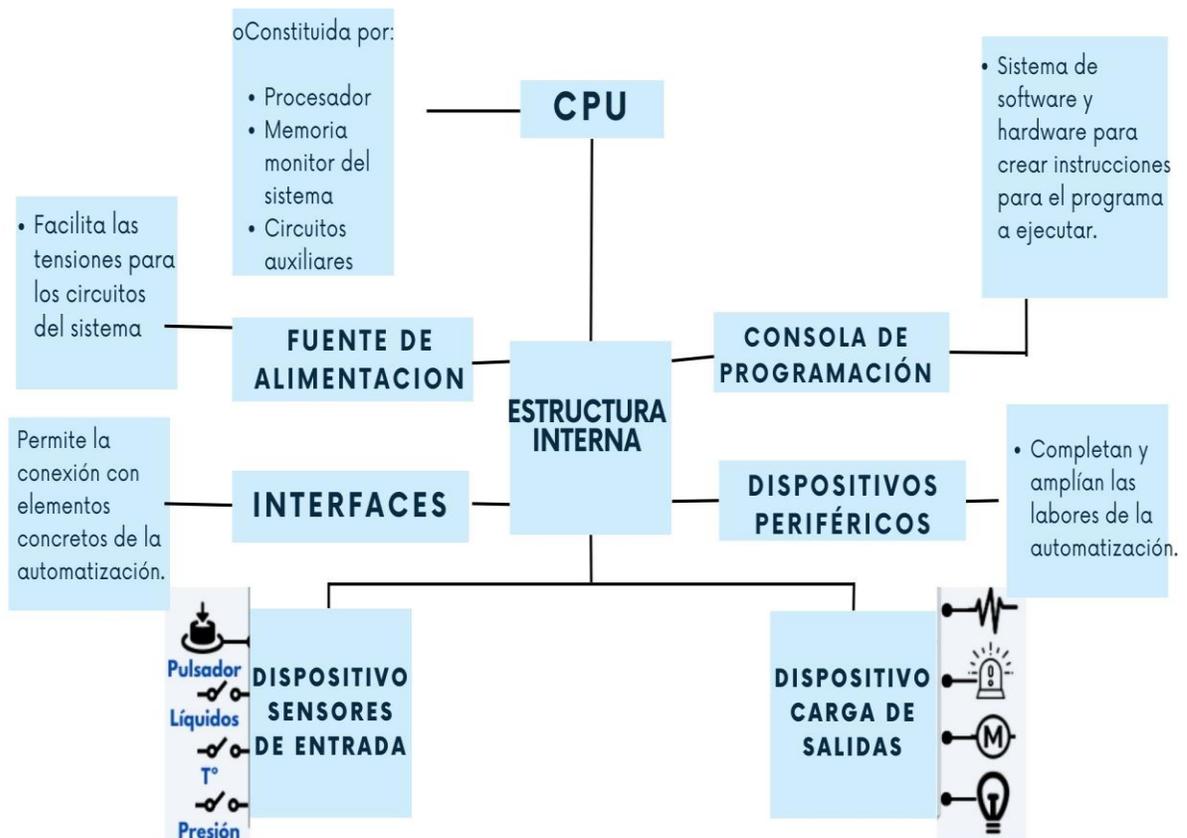
### 3.5 MODO DE FUNCIONAMIENTO

El autómata de **OMRON CQM1H** puede trabajar de tres formas diferentes:

- ✓ **Programa:** El PLC está en reposo y puede recibir o enviar el programa a un periférico. [5]
- ✓ **Monitor:** El PLC ejecuta el programa que tiene en memoria. [5]
- ✓ **Run:** El PLC ejecuta el programa que tiene en memoria permitiendo el cambio de valores en los registros de este. [5]

### 3.6 ESTRUCTURA INTERNA DE LOS PLC

Figura 8 Estructura interna de los PLC. Elaboración propia



### 3.7 ESTRUCTURA EXTERNA DE LOS PLC

Esto se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido. [5]

#### 3.7.1 Estructuras:

- ✓ **Estructura compacta:** Presenta en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas. Los que suelen tener esta estructura compacta son los autómatas de gama baja o nano autómatas. [5]



- ✓ **Estructura semimodular:** Esta se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, por lo tanto, en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S. [5]
- ✓ **Estructura modular:** Existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S. Son los autómatas de gama alta los que suelen tener estructura modular. [5]

# 4 DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL BANCO DIDACTICO DE PRUEBAS DE PLC

## 4.1 Revisión Documental

Se realiza una breve recolecta de información acerca de la implementación de bancos didácticos de PLC a nivel nacional, obteniendo así proyectos verídicos e importantes tales como:

### 4.1.1 Diseño e implementación de un banco didáctico electroneumático controlado por PLC

Proyecto realizado en la institución universitaria pascual bravo de la ciudad de Medellín- Antioquia, donde se puede evidenciar la importancia de implementar un banco didáctico de PLC en diferentes ámbitos laborales y como beneficia en las prácticas estudiantiles, en este proyecto ofrecen trabajar nuevos lenguajes de programación con el objetivo de ampliar conocimientos y desarrollar la destreza de quienes lo manejen. [8]

### 4.1.2 Diseño de un laboratorio para pruebas de controladores lógicos programables PLC

Proyecto realizado en la universidad del valle, en la facultad de ingeniería en la ciudad Santiago de Cali, el proyecto es ejecutado para el curso de automatización en sistemas de manufactura dictado por la universidad del valle teniendo el objetivo de fortalecer los conceptos aprendidos en clase. [9]

### 4.1.3 Diseño e implementación de un banco de prueba para las variables de temperatura PID y nivel

Proyecto realizado en unidades tecnológicas de Santander sede Vélez, con el fin de tener una herramienta de practica para poder afianzar conocimientos de algunas materias, siendo una idea fundamental para la sede, el banco de prueba es diseñado para permitir controlas las variables de temperatura PID y nivel respectivamente mediante sensores. [10]

## 4.2 ETAPAS DE DISEÑO

- a) **Diseño:** Realizar como primera instancia el diseño de los componentes de la estructura del banco didáctico PLC, usando el software de diseño CAD el cual permite obtener una simulación de cómo este quedará físicamente, con

el fin de evitar posibles errores al momento de ensamblar el banco didáctico, errores como de dimensiones, de elección de materiales, entre otros.

Realización del esquema donde va a ir montado el hardware (PLC, entradas y salidas), se diseña la placa para poderla enviar a imprimir.

Figura 10 Diagrama eléctrico. Elaboración propia

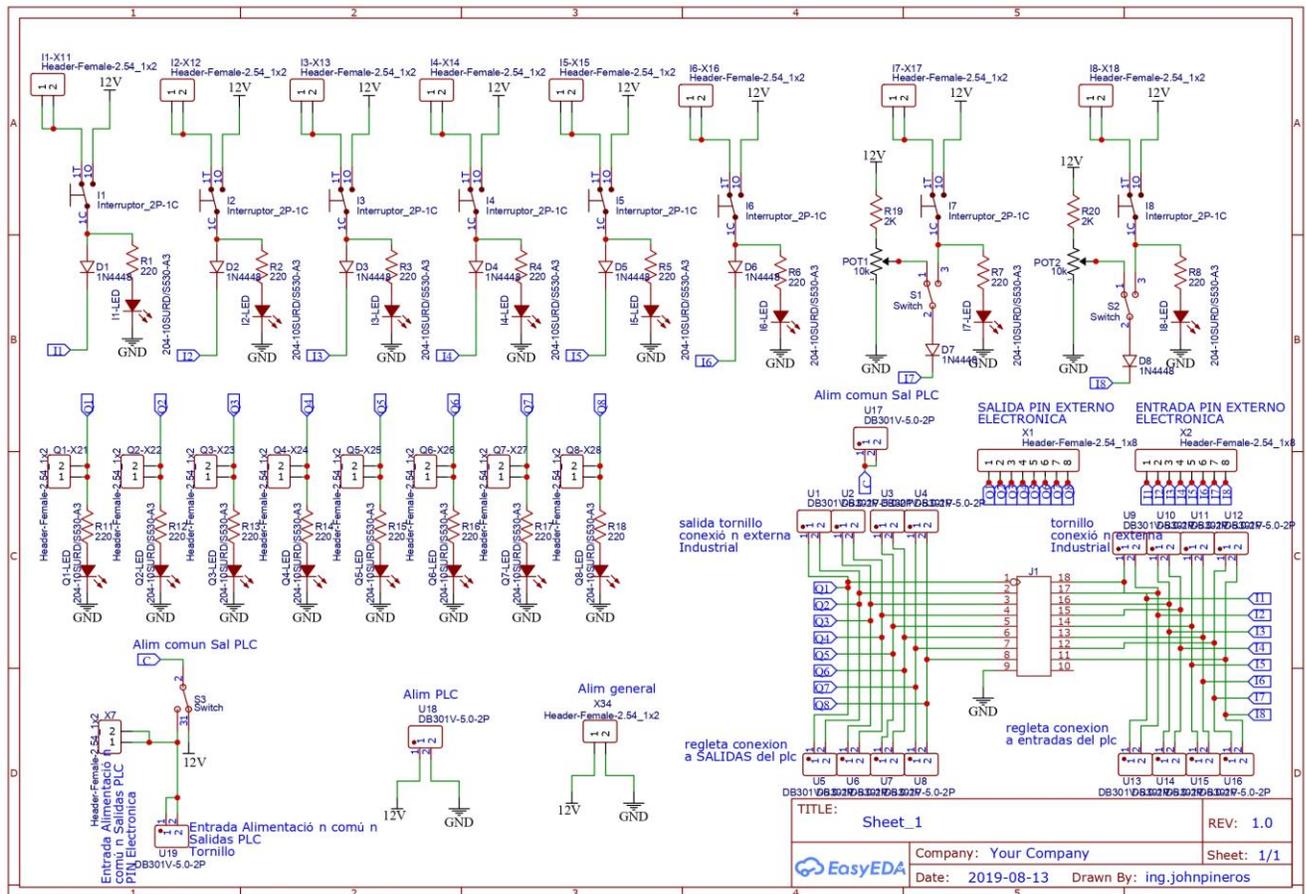
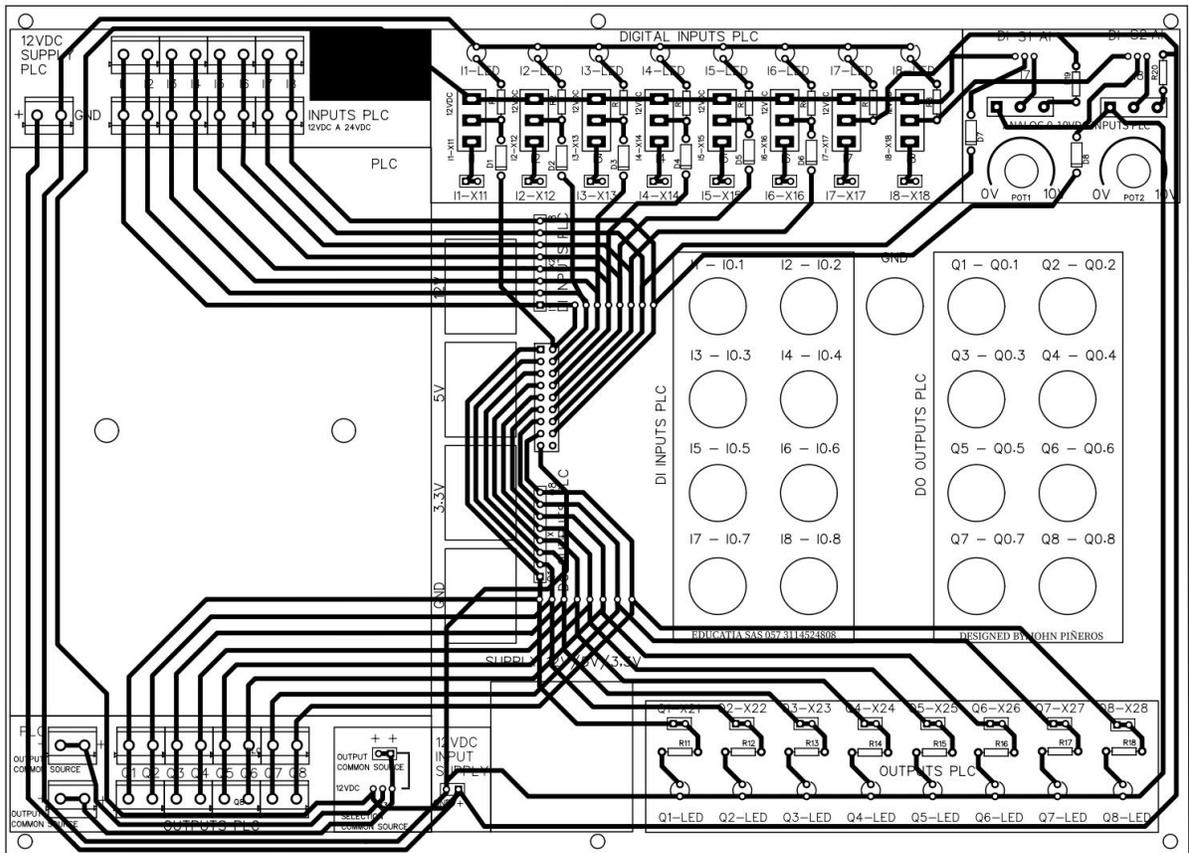


Figura 11 Placa de impresión. Elaboración propia



✓ Diseños 3D

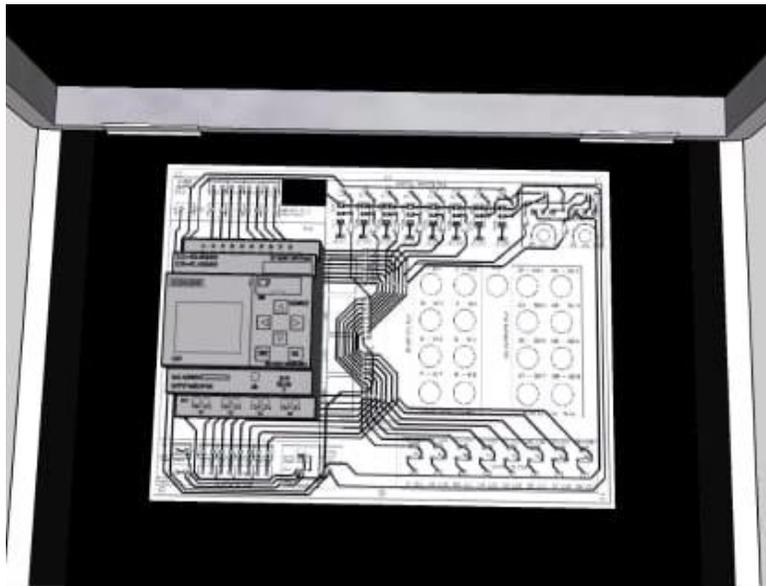
Figura 12 Proyección banco didáctico, vista 1. Elaboración propia.



Figura 13 Proyección banco didáctico, vista 2. Elaboración propia



Figura 14 Proyección banco didáctico, vista 3. Elaboración propia

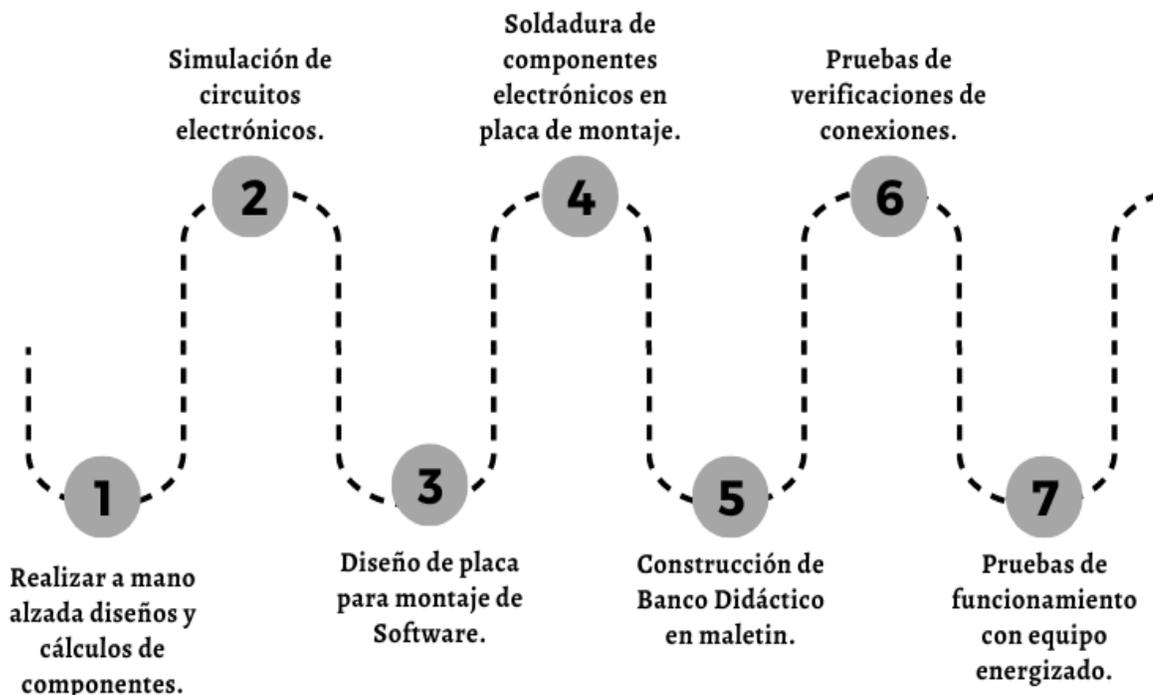


**b) Etapa de implementación y construcción:** Posteriormente ya teniendo el diseño y la placa impresa se prosigue a ejecutar el ensamblaje en el maletín con las herramientas eléctricas y manuales apropiadas para la adecuada

fabricación de este.

Teniendo toda la estructura fabricada se realiza la programación del código de configuración base para el PLC mediante el programa desarrollado por siemens LOGOsoft. Se realizará la configuración a entradas y salidas, seguido de unas pruebas de conexiones para que tanto estudiantes como docentes puedan utilizarlo de forma adecuada sin fallas ni errores en el banco.

*Figura 15 Pasos para la construcción del banco didáctico. Elaboración propia*



- ✓ **Realizar a mano alzada diseños y cálculos de componentes:** Se verifica los niveles de voltaje aceptados por las entradas digitales y análogas del PLC, se realiza los cálculos para el diseño de un divisor de voltaje de 0-10V para que de esta forma pueda ser leído por las entradas análogas del PLC permitiendo que estas entradas lean las señales por medio de un selector.

- ✓ **Simulación de circuitos electrónicos:** Se dibuja los circuitos electrónicos donde se logrará verificar cada componente seleccionado funcione en los parámetros de trabajo permitiendo realizar la simulación de cada una de las señales en el banco didáctico.
- ✓ **Diseños de placa para montaje de software:** Mediante Software de modelado de placas electrónicas se realiza esquema verificando espacios de los elementos seleccionados para poder imprimir la placa de montaje.
- ✓ **Soldadura de componentes electrónicos en placa de montaje:** Al obtener la placa de montaje se procede a soldar cada uno de los elementos seleccionados en su posición adecuada teniendo en cuenta los diseños realizados para su correcta instalación.
- ✓ **Construcción de banco didáctico en maletín:** Se realiza la instalación del PLC en la placa de montaje, de esta forma se posiciona en el maletín fijando todo para que pueda ser transportado y no se presenten dificultades.
- ✓ **Pruebas de verificaciones de conexiones:** Se hace revisión de cada uno de los caminos soldados y cables instalados, se comprueba que no haya probabilidad de presentar cortos al momento de energizar mediante pruebas de continuidad en diferentes puntos de conexión.
- ✓ **Pruebas de funcionamiento con equipo:** Se verifica que las entradas y salidas tengan los niveles adecuados de voltaje, junto con esto se realiza pruebas de lectura de voltaje a las entradas analógicas del PLC.

Figura 16 Banco didáctico de pruebas construido, vista lateral. Elaboración propia



Figura 17 Banco didáctico de pruebas, vista frontal. Elaboración propia



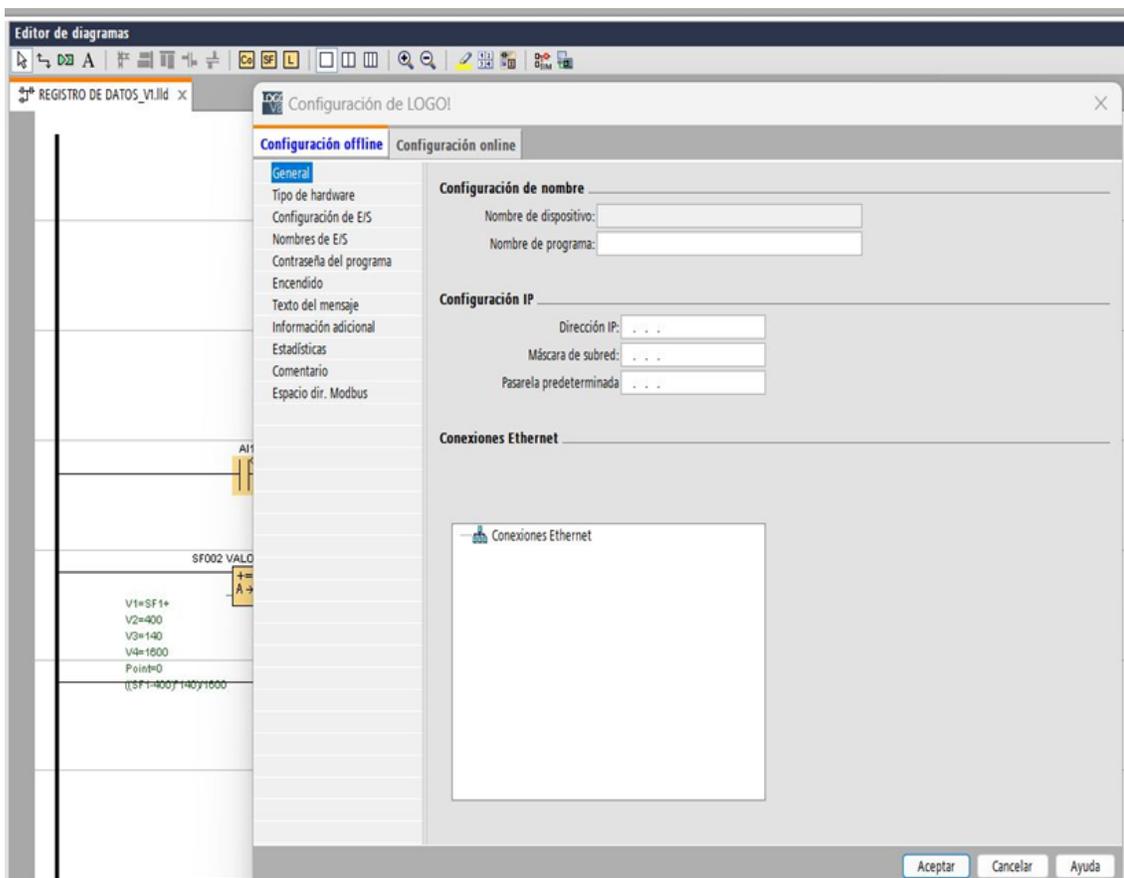
Figura 18 Banco didáctico de pruebas, maletín. Elaboración propia



### 4.3 CONFIGURACION IP DEL PLC

Para poder obtener una comunicación entre PLC y computador se debe ajustar la dirección IP que se quiere para el autómata teniendo en cuenta que debe estar en la misma sub red del ordenador, esto se puede verificar en la configuraciones de red del PC.

Figura 19 Configuración IP del PLC. Elaboración propia



### 6.3 DISEÑO DE GUIAS DE PRACTICA

El alcance de este proyecto es incentivar en los estudiantes la importancia y demanda que tiene este PLC en el campo laboral y ofrecerles la oportunidad de que puedan ejecutarlo de forma tangible de modo que adquieran competencias

sólidas en el uso de PLC, por este motivo se han realizado 5 guías de práctica las cuales se pueden realizar con el banco construido.

#### **4.3.1 Practica N° 1: Arranque motor trifásico con botonera marcha/paro**

##### **Objetivo:**

Programar código básico en Ladder para arranque directo de motor.

##### **Materiales:**

- ✓ Computador con el Software Logosoft V8.2.
- ✓ Banco didáctico de prácticas para la programación de PLC.
- ✓ Cable Ethernet.
- ✓ Motor trifásico.
- ✓ Cable eléctrico trifásico.
- ✓ Contactor y protección termomagnética.

##### **Descripción:**

Programar el PLC que permita el arranque directo de un motor. Teniendo como entradas digitales pulsador de marcha, pulsador de parada, accionamiento por sobrecarga térmica, parada de emergencia. Y como salidas digitales accionamiento de contactor, piloto de marcha, piloto de paro. El programa debe cumplir con marcha y parada teniendo en cuenta condiciones de seguridad.

##### **Procedimiento:**

- ✓ Programación en el PLC.
- ✓ Realizar las conexiones.
- ✓ Verificación de cableado,
- ✓ Pruebas de vacío.
- ✓ Pruebas de potencia.

**Duración:** 3 horas

**Entregables:** Construir un informe donde se refleje el funcionamiento del automatismo.

### 4.3.2 Practica N°2: Control luces de estado.

#### Objetivo:

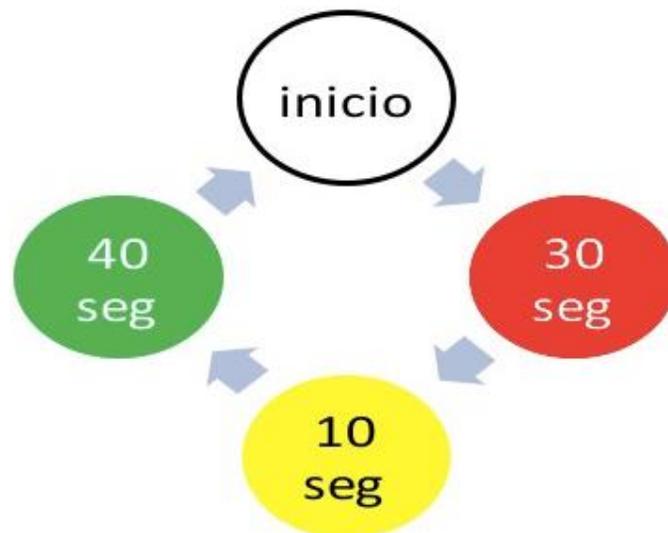
Desarrollar habilidades en el uso de comparadores de estado, temporizadores en el PLC.

#### Materiales:

- ✓ Banco didáctico de prácticas para la programación del PLC.
- ✓ Computador con Software Logosoft V8.2.
- ✓ Cable Ethernet.
- ✓ 3 pilotos diferentes colores.

**Descripción:** Realizar la programación secuencial donde se cumpla tiempos de cambio para los diferentes colores. De la siguiente manera.

*Figura 20 Programación secuencial. Elaboración propia*



#### Procedimiento:

- ✓ Cargar programación en el PLC.
- ✓ Hacer las conexiones.
- ✓ Iniciar secuencia.

**Duración:** 3 Horas. **Entregables:** Construir un informe donde se refleje el funcionamiento.

### **4.3.3 Practica N° 3: Programar inversión de giro de un motor trifásico.**

#### **Objetivo:**

Desarrollar habilidades lógicas donde el estudiante se capaz de adjuntar automatismos y PLC para lograr el funcionamiento del arranque de un motor.

#### **Materiales:**

- ✓ Banco didáctico de prácticas para la programación de PLC.
- ✓ Computador con el Software Logosoft V8.2.
- ✓ Cable Ethernet.
- ✓ 2 contactores.
- ✓ Motor trifásico.
- ✓ 2 pilotos de diferentes colores.
- ✓ 2 pulsadores N.O y 1 N.C

#### **Descripción:**

Realizar programa en lenguaje Ladder donde al pulsar alguno de los pulsadores, el PLC realice la marcha del motor en sentido horario y se mantenga encendido, si al estar encendido el motor es pulsado el pulsador contrario se detenga el motor de forma instantánea espere 5 Seg. Y inicie la marcha en sentido contrario, si n cualquier momento es pulsado el pulsador N.C se debe detener la marcha. Y permanecer apagado.

#### **Procedimiento:**

- ✓ Hacer la programación en el PLC
- ✓ Realizar conexiones
- ✓ Pruebas de funcionamiento en vacío.
- ✓ Pruebas de funcionamiento en marcha.

**Duración:**4 horas

**Entregables:** Construir un informe donde se refleje el funcionamiento.

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO**

Control motor de arranque directo, se definen variables de entradas y salidas en PLC, realizando programación en lenguaje Ladder.

- ✓ Crear el proyecto asignado nombre y autor.
- ✓ Borrar el PLC que esta por defecto y seleccionar la referencia del PLC.
- ✓ Configurar variables de entrada y salidas asignándoles nombres.
- ✓ Realizar programación correspondiente.
- ✓ Guardar el proyecto.
- ✓ Energizar el banco didáctico.
- ✓ Conectar PLC a la subred del PC.
- ✓ Verificar el código de programación.
- ✓ Cargar el código al PLC.
- ✓ Realizar las conexiones físicas en el banco según variables de entrada y salida.
- ✓ Ejecutar el programa pulsando el botón de puesta en marcha.
- ✓ Validar el buen funcionamiento del banco didáctico

Figura 21 Programación del PLC. Elaboración propia

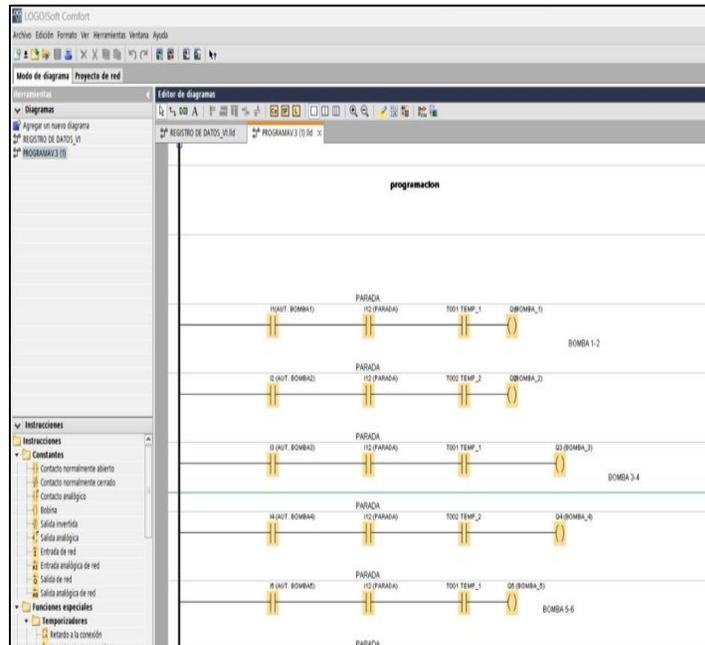
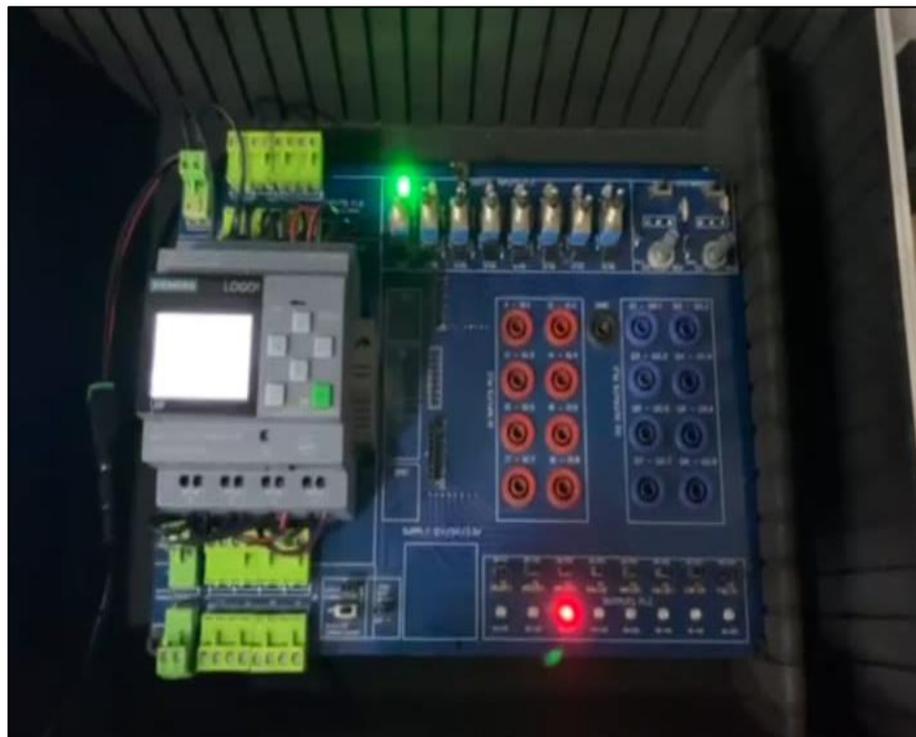


Figura 24 Prueba de funcionamiento del banco didáctico. Elaboración propia



#### 4.5 MATERIALES

De acuerdo con los objetivos para el desarrollo del banco didáctico, los materiales y presupuesto correspondiente de PLC son:

*Tabla 3 Materiales. Elaboración propia.*

	<b>Cantidad</b>	<b>Ficha Técnica</b>
<b>Recurso</b>		
PLC LOGO! Siemens	1	Anexo 1
Impresión placa base	1	No Aplica
Maletín metálico 40x40x20	1	No Aplica
Transportes	1	No Aplica
Mano de obra ensamblaje	1	No Aplica
Conectores y semiconductores.	1	No Aplica
Elementos de protección	1	No Aplica
Papelería	1	No Aplica
Alquiler de herramientas	1	No Aplica

#### 4.5.1 PRESUPUESTO

Tabla 4 Presupuesto. Elaboración propia

<b>FINANCIACIÓN</b>	
<b>RECURSOS</b>	<b>COSTOS</b>
PLC LOGO! Siemens	\$900.000
Impresión Placa Base	\$300.000
Maletín Metálico 40x40x20	\$300.000
Transportes	\$250.000
Mano de obra ensamblaje	\$500.000
Conectores y semiconductores	\$100.000
Elementos de protección	\$43.000
Papelería	\$3.000
Alquiler herramientas	\$150.000
<b>Valor Total</b>	<b>\$2.546.000</b>

## 5 Referencias

- [1] N. Agudelo, T. Giovanni y A. V. Carlos, «Historia de la automatizacion,» Universidad ECCI, Sin ciudad, Sin fecha.
- [2] G. A. Tovar y Y. D. Parales, «Diseño e implementacion de un banco didactico de pruebas para la programacion de PLC Schneider electric,» Universidad Antonio Nariño, Villavicencio, Colombia, 2020.
- [3] M. Z. Beraza, «Nuevos enfoques para la didactica universitaria actual,» 2011.
- [4] Ripipsacobots, «Automatizacion,» Sin fecha. [En línea]. Available: <https://ripipsacobots.com/automatizacion/>.
- [5] sc.ehu.es, «Automatizacion. Objetivos de la automatizacion,» Diciembre 2001. [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/index.htm>.
- [6] Aula 21 centro de formacion tecnica para la industria, «Sensores de la automatizacion industrial,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/queson-los-sensores-de-automatizacion-industrial/#:~:text=En%20t%C3%A9rminos%20simples%2C%20los%20sensores,un%20operador%20o%20un%20instrumento..>
- [7] Areatecnologia, «Automatismos electricos,» [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/automatismos.html>.
- [8] J. G. Rodriguez Ramirez y S. Ramirez Carvajal, «Diseño e implementacion de un banco didactico electroneumatico controlado por PLC,» universidad pascual bravo, medellin antiquia, 2014.
- [9] G. H. Chavez Landazuri, «Diseño e implementacion para pruebas de controladores logicos programables PLC,» Universidad del valle, Santiago de Cali, 2015.
- [10] B. S. Silva Fino, Y. Y. Vargas Cabanzo y L. K. Hernandez Chacon, «Diseño e implementacion de un banco de prueba para las variables de temperatura PID y nivel,» Unidades tecnologicas de Santander, 2021.
- [11] Elaboracion propia.
- [12] Mecalux, «Automatizacion flexible,» 30 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.mecalux.com.mx/blog/automatizacion-flexible>.
- [13] Mrc Soluciones, «Soluciones integrales, automatizacion industrial,» 2019. [En línea]. Available: <https://mrcsoluciones.es/2022/03/07/10-consejos-para-la-automatizacion-industrial/>.
- [14] Festo Didactic, «Tecnologia industrial,» [En línea]. Available: [https://www.festo.com/es/es/c/formacion-tecnica/sistemas-didacticos/automatizacion-de-fabricas-e-industria-4-0/tecnologia-de-control-industrial-id\\_FDID\\_01\\_02\\_03/](https://www.festo.com/es/es/c/formacion-tecnica/sistemas-didacticos/automatizacion-de-fabricas-e-industria-4-0/tecnologia-de-control-industrial-id_FDID_01_02_03/).
- [15] Eaton, «Controlador logico programable compacto,» [En línea]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/8f2b/ab9f3cb8a64c106bbaeb221a302c6b14416b.pdf>.

# ANEXOS

Anexo 1 SIEMENS PLC LOGO! 6ED1052-1MD08-0BA1

Anexo 2 SIEMENS PLC LOGO! 6ED1052-1MD08-0BA1

# SIEMENS

## Hoja de datos

6ED1052-1MD08-0BA1



Figura similar

LOGO! 12/24RCE, mód. lógico, display FAVE/S: 12/24 V DC/relé, 8 DI (4 AI)/4 DO, mem. 400 bloques, posibilidad de ampliación modular, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, páginas web personalizadas, tarjeta microSD estándar para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.3, proyectos anteriores ejecutables conexión a la nube en todos los aparatos base LOGO! 8.3

<b>Display</b>	
Con display	Sí
<b>Diseño/montaje</b>	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
<b>Tensión de alimentación</b>	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Sí
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
<b>Hora</b>	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
<b>Entradas digitales</b>	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
<b>Salidas digitales</b>	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
<b>Intensidad de salida</b>	
• para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
<b>Salidas de relé</b>	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
<b>CEM</b>	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase límite B
<b>Normas, homologaciones, certificados</b>	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131 según VDE 0631	Sí
Homologaciones navales	Sí
<b>Condiciones ambientales</b>	
Temperatura ambiente en servicio	

• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
<b>Temperatura ambiente en almacenaje/transporte</b>	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
<b>Altitud en servicio referida al nivel del mar</b>	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmín ... Tmáx a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
<b>Dimensiones</b>	
Ancho	71,5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	60 mm
<b>Última modificación:</b>	26/2/2021 