

## **Tablero didáctico de aprendizaje en automatización industrial**

Presentado por: Eduardo Luis pacheco lindarte

Asesor

Adriana del Pilar Noguera Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnologías e Ingenierías - ECBTI

Ingeniería Electrónica

2024

## Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar y construir un tablero didáctico de aprendizaje en automatización industrial utilizando componentes reutilizados de equipos desmontados. El tablero permite a los trabajadores adquirir conocimientos prácticos en el campo de la automatización industrial, utilizando componentes que han sido recuperados y reutilizados, contribuyendo así a la sostenibilidad y reducción de residuos electrónicos. Con la creación del tablero de control y fuerza se puede fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos en la programación de PLC, HMI e instrumentos industriales como sensores y transmisores de presión, temperatura y de nivel. Los participantes podrán adquirir experiencia práctica en la programación de PLC, el uso de interfaces y la integración de sensores en aplicaciones industriales. También fortalece su comprensión de los conceptos teóricos relacionados con el control y la automatización industrial, puede ser una excelente manera de integrar y aplicar estos conceptos en un entorno práctico; La implementación exitosa de este proyecto genera un impacto positivo en la eficiencia operativa, la calidad del producto, la seguridad y la rentabilidad de la fábrica, beneficiando a un amplio espectro de personas y departamentos en la organización. En resumen, el proyecto de diseño y construcción del tablero didáctico de aprendizaje en automatización industrial utilizando componentes reutilizados es una iniciativa que busca promover el aprendizaje práctico, la sostenibilidad y la eficiencia en la industria, con la combinación de teoría y práctica, se busca fortalecer los conocimientos y habilidades de los trabajadores, así como mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos industriales.

**Palabra clave:** PLC, HMI, Tablero, Aprendizaje, Sensores.

### **Abstract**

The main objective of this project is to design and build a didactic industrial automation learning board using reused components from disassembled equipment. The board allows workers to acquire practical knowledge in the field of industrial automation using components that have been recovered and reused, thus contributing to sustainability and electronic waste reduction. With the creation of the control and power board, theoretical and practical knowledge in PLC programming, HMI, and industrial instruments such as sensors and pressure, temperature, and level transmitters can be strengthened. Participants will gain practical experience in PLC programming, the use of interfaces, and the integration of sensors in industrial applications. It also enhances their understanding of theoretical concepts related to industrial control and automation; it can be an excellent way to integrate and apply these concepts in a practical environment. The successful implementation of this project has a positive impact on operational efficiency, product quality, safety, and factory profitability, benefiting a wide range of people and departments within the organization. In summary, the design and construction project of the didactic industrial automation learning board using reused components is an initiative that seeks to promote practical learning, sustainability, and efficiency in the industry. With the combination of theory and practice, it aims to strengthen the knowledge and skills of workers, as well as improve efficiency and quality in industrial processes.

**Keywords:** PLC, HMI, Board, Learning, Sensors.

## **Tabla de Contenido**

<b>Introducción</b> .....	9
<b>Planteamiento del Problema</b> .....	10
<b>Objetivos</b> .....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos Específicos .....	11
<b>Justificación</b> .....	12
<b>Marco Teórico</b> .....	14
<b>Metodología</b> .....	17
Diseño.....	18
Materiales .....	22
Instalación de Componentes.....	31
Conexión y Cableado .....	32
Pruebas .....	41
Resultados.....	44
Capacitación y Explicación del Funcionamiento del Tablero.....	46
Demostración Práctica.....	47
<b>Conclusiones</b> .....	49
<b>Recomendaciones</b> .....	51
Claridad de los Objetivos Educativos.....	51
Flexibilidad y Escalabilidad .....	51
Usabilidad.....	51

<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>52</b>
--	-----------

## Lista de Figuras

<i>Figura 1</i> Grafico de paro no planeado por falla PLC .....	12
<i>Figura 2</i> Descripción de la falla .....	12
<i>Figura 3</i> Captura de pantalla creación del proyecto en AutoCAD electrical. ....	18
<i>Figura 4</i> Captura de pantalla dimensionamiento y escala en AutoCAD Electrical. ....	19
<i>Figura 5</i> Selección de componentes AutoCAD Electrical. ....	19
<i>Figura 6</i> Conexionado entre componentes AutoCAD Electrical. ....	20
<i>Figura 7</i> Etiquetado y enumeración en AutoCAD Electrical. ....	20
<i>Figura 8</i> Listado de materiales en AutoCAD Electrical. ....	21
<i>Figura 9</i> Tabla Excel con materiales de AutoCAD Electrical. ....	21
<i>Figura 10</i> Tablero eléctrico de aprendizaje. ....	23
<i>Figura 11</i> Breaker de 4, 6, y 10 Amperios. ....	24
<i>Figura 12</i> Guarda motor. ....	24
<i>Figura 13</i> Variador de velocidad. ....	25
<i>Figura 14</i> Transformador 440v – 110v. ....	25
<i>Figura 15</i> Fuente de poder 24VDC. ....	26
<i>Figura 16</i> plc allen-bradley controllogix 1756. ....	26
<i>Figura 17</i> VersaView 1500M.....	27
<i>Figura 18</i> stratix 2500 1783-lms8.....	27
<i>Figura 19</i> Transmisor de presión Endress + Hausser. ....	28
<i>Figura 20</i> Transmisor de temperatura Endress + Hausser. ....	28
<i>Figura 21</i> RTD TM401. ....	29
<i>Figura 22</i> Switch de nivel vibratorio.....	29
<i>Figura 23</i> Actuador neumático.....	30
<i>Figura 24</i> Racks de electroválvulas .....	30

<i>Figura 25</i> Cables de calibre 18, 14, 12 AWG .....	30
<i>Figura 26</i> Anclaje del tablero a la pared. ....	31
<i>Figura 27</i> Instalación del plc. ....	31
<i>Figura 28</i> Instalación de CPU y conexión a la pantalla.....	32
<i>Figura 29</i> Comprobación del funcionamiento de pantalla y el computador. ....	32
<i>Figura 30</i> Cableado tarjetas plc.....	33
<i>Figura 31</i> Instalación switch de comunicación.....	33
<i>Figura 32</i> Instalación transmisores y sus soportes. ....	33
<i>Figura 33</i> Energizado y comprobación de los trasmisores.....	34
<i>Figura 34</i> Instalación cableado y racks electroválvulas.....	34
<i>Figura 35</i> Instalación interruptores y/o protectores eléctricos. ....	35
<i>Figura 36</i> Instalación guarda motor y su cableado. ....	35
<i>Figura 37</i> Instalación y cableado del transformador.....	36
<i>Figura 38</i> Anclaje del variador al tablero. ....	36
<i>Figura 39</i> Conexionado del variador. ....	37
<i>Figura 40</i> Instalación y cableado del motor. ....	37
<i>Figura 41</i> Digitalización datos del motor. ....	37
<i>Figura 42</i> Ponchado cableado de red. ....	38
<i>Figura 43</i> Conexionado cable de red al switch de comunicación.....	39
<i>Figura 44</i> Pruebas de comunicación entre computador y plc. ....	40
<i>Figura 45</i> Pruebas de comunicación y verificación del plc.....	40
<i>Figura 46</i> Verificación de lectura de las señales en el plc.....	40
<i>Figura 47</i> Pruebas de funcionamiento de electroválvulas. ....	41
<i>Figura 48</i> Se instalan software de programación y funcionamiento touch de la pantalla HMI. ....	41

<i>Figura 49 Creación proyecto de interfaz.</i> .....	42
<i>Figura 50 Se le da nombre al proyecto “Tablero de Aprendizaje”.</i> .....	42
<i>Figura 51 creación de un indicador.</i> .....	42
<i>Figura 52 Limpieza y orden del tablero.</i> .....	43
<i>Figura 53 Culminación del tablero.</i> .....	43
<i>Figura 54 Diagrama de flujo programación del PLC y HMI.</i> .....	44
<i>Figura 55 Capacitación del uso del tablero.</i> .....	46
<i>Figura 56 Distribución del tablero de aprendizaje</i> .....	47
<i>Figura 57 Demostración práctica del uso de los softwares.</i> .....	48

## Introducción

La automatización industrial es un campo en constante crecimiento y demanda, donde los profesionales deben contar con habilidades prácticas para poder enfrentar los desafíos de la industria. Sin embargo, la adquisición de equipos y materiales para la enseñanza de la automatización industrial puede resultar costosa y generar un impacto ambiental negativo debido a la generación de residuos electrónicos. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles y económicas para la formación en este campo.

En este sentido, es necesario explorar formas sostenibles y económicas de formar a los trabajadores de este sector. Una forma es utilizar piezas recicladas. Además de reducir los costos asociados con la compra de nuevos equipos, la reutilización de componentes también tiene un efecto significativo en la reducción de los desechos electrónicos y la mejora del desempeño ambiental del sector industrial.

Para atender esta necesidad de conocimientos actualizada, se plantea la creación del tablero didáctico de aprendizaje en automatización industrial que sirva como herramienta de formación para profesionales y expertos. Este tablero incluirá diversos componentes eléctricos y electrónicos que representan sistemas utilizados en la industria, como PLC, pantallas HMI, transmisores de presión y temperatura, válvulas solenoides, etc. El proyecto tiene como objetivo garantizar el rendimiento y la calidad de los procesos industriales mediante la capacitación de técnicos para gestionar y mantener nuevas tecnologías a través de un plan estratégico que incluye diseño, adquisición de materiales, instalación, integración y pruebas. El programa beneficia no sólo a los empleados existentes sino también a los pasantes a quienes se les proporcionarán métodos efectivos y apropiados para mejorar sus habilidades como empleados técnicos en la industria. El tablero no es solo una herramienta de aprendizaje, sino también una herramienta importante para el desarrollo empresarial y la competencia en el mercado actual.

## **Planteamiento del Problema**

En la empresa DPA Ltda., se lleva a cabo el proceso de pulverización de leche para la multinacional Nestlé. Para garantizar la eficiencia y calidad del proceso, es necesario contar con maquinarias industriales automatizadas. Por lo tanto, el área técnica debe poseer conocimientos actualizados en PLC, sensores, válvulas e interfaz hombre máquina (HMI), así como recibir capacitaciones constantes sobre los avances tecnológicos en el campo. Sin embargo, muchos técnicos que ingresaron a la empresa hacen más de 10 años quienes poseen conocimientos básicos en PLC e instrumentos de variables no eléctricas con tecnología obsoleta. Con el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, estos conocimientos se han vuelto obsoletos y no cumplen con los estándares actuales. Por lo tanto, es necesario buscar la actualización de sus habilidades prácticas y teóricas para adaptarse a las demandas tecnológicas actuales.

Además, los practicantes del SENA que se encuentran en su etapa productiva también pueden beneficiarse de adquirir y mejorar sus conocimientos en un entorno laboral y práctico. Por lo tanto, se busca aprovechar esta oportunidad para brindarles una formación más enfocada en las necesidades específicas del proceso de pulverización de leche y las tecnologías utilizadas en la empresa.

El problema consiste en la necesidad de actualizar los conocimientos y habilidades prácticas y teóricas de los técnicos de la empresa DPA Ltda en el área de automatización industrial, específicamente en PLC, sensores, válvulas e interfaz hombre máquina (HMI). Asimismo, se busca aprovechar la presencia de practicantes del SENA para brindarles una formación más enfocada y práctica en el contexto laboral de la empresa.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Implementar un tablero didáctico de aprendizaje para el desarrollo de habilidades y conocimientos en PLC, HMI e instrumentación industrial para la empresa Dairy Patners America Manufacturing Colombia LTDA, ubicada en la ciudad de Valledupar en el departamento del Cesar.

### **Objetivos Específicos**

Desarrollar un diseño detallado del tablero eléctrico, incluyendo la disposición de componentes, selección de dispositivos de control, protección eléctrica y sistemas de interfaz.

Seleccionar los componentes necesarios, como PLCs (Controladores Lógicos Programables), sensores, actuadores, interruptores, indicadores y paneles de control.

Realizar el montaje del tablero eléctrico, incluyendo el cableado de todos los componentes, siguiendo buenas prácticas de cableado y seguridad eléctrica, realizando pruebas y validación exhaustivas del tablero eléctrico para asegurarse de que cumple con los requisitos de funcionamiento y seguridad establecidos.

### Justificación

Muchos de los técnicos que se desempeñan en el área de electricidad e instrumentación no tienen actualizados sus conocimientos en programación de PLC y HMI, lo cual conlleva a una resolución de fallas y averías de proceso y técnicos tardíos, que conllevan a pérdidas de materia prima y en su defecto, pérdidas económicas.

En la siguiente Figura se observa una gráfica mostrando muestra un evento de tiempo de inactividad no planificado debido a una falla del PLC (controlador lógico programable) que afectó la producción durante 1 hora y 22 minutos. Este incidente operativo sirve como recordatorio de la importancia de los sistemas de automatización en entornos industriales y la necesidad de abordar de manera efectiva las interrupciones en sus operaciones.

**Figura 1**

*Gráfico de Paro no Planeado por Falla PLC*



Nota. Información tomada de la base de datos (DPA Ltda., 2024)

**Figura 2**

*Descripción de la Falla*

774	ROVEMA	Espera de Máquina /	Espera de Máquina / Procesos, Maquina Proc	MPE Falta de aire comprimido	
801	ROVEMA	Paros menores	Paros menores, Paros Menores	PM Atasco encintadora	
802	ROVEMA	Paros menores	Paros menores, Paros Menores	PM Atasco encintadora	
803	ROVEMA	Averías	Averías, Averías Electronicas	AV Electron Falla PLC	
804	ROVEMA	Averías	Averías, Averías Mecánicas	AV Mec Falla Banda	
805	ROVEMA	Paros menores	Paros menores, Paros Menores	PM Falta de granel	

Nota. Equipo donde sucedió la falla, tipo de falla y descripción de la falla. Tomada de la base de datos (Dpa Ltda., 2024).

La falta de conocimientos actualizados entre los técnicos de la empresa DPA Ltda. surgió como un factor fundamental que conduce a tiempos de resolución más largos. La complejidad de diagnosticar y corregir fallas de PLC requiere una comprensión profunda de los sistemas y la tecnología actuales. Los avances en la tecnología PLC pueden crear desafíos importantes para los técnicos que no cuentan con la capacitación más reciente.

Con el tablero didáctico de aprendizaje se busca actualizar los conocimientos enfocados en automatización y control de procesos industriales, desarrollando habilidades de forma eficaz en el análisis de fallas y mejoras de proceso.

## Marco Teórico

El Tablero didáctico es un cajón o gabinete con componentes electrónicos y eléctricos para maniobras y conexiones; en el cual encontraremos una pantalla HMI y un control lógico programable (PLC), contara con un trasmisor de presión y un trasmisor de temperatura con su respectivo sensor de temperatura (RTD PT100), cuenta también con un racks de electroválvulas las cuales se utilizaran para la activación de un actuador neumático que contara con un sensor de confirmación para conocer la apertura y/o cierre de la misma.

Se instalará un variador de velocidad, con el cual podremos controlar la velocidad de un motor n el caso que sea requerido.

➤ **Pantalla HMI:** HMI son las siglas de human-machine interface y se refieren a un panel que permite a un usuario comunicarse con una máquina, software o sistema. Técnicamente, se puede referir a cualquier pantalla que se use para interactuar con un equipo, pero se utiliza normalmente para las de entornos industriales. Las HMI muestran datos en tiempo real y permiten al usuario controlar las máquinas con una interfaz gráfica de usuario (¿Qué significa HMI? Interfaz humano-máquina | COPA-DATA, 2023).

➤ **PLC:** En sí mismo, un autómata programable, es un sistema de control informático industrial que supervisa continuamente el estado de los dispositivos de entrada y toma decisiones basadas en un programa personalizado para controlar el estado de los dispositivos de salida (Aula, 2023).

➤ **Transmisor Industrial:** Un transmisor industrial es un dispositivo que se utiliza para medir alguna variable de un proceso y convertirla a una señal eléctrica estandarizada. Es decir que, estos dispositivos son capaces de detectar cambios de temperatura, presión, flujo, etc. (Mecafenix, 2023).

➤ **RTD:** es un sensor cuya resistencia cambia a medida que lo hace la temperatura. La resistencia aumenta a medida que la temperatura del sensor sube. La relación

resistencia-temperatura es notoria y repetible con el tiempo. Un RTD es un dispositivo pasivo. No produce una salida por sí mismo (Sensores RTD, s. f.).

➤ Racks de Electroválvulas: son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. Al circular corriente por el solenoide se genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil y al finalizar el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, por efecto de un resorte (Distritecsa, s. f.).

➤ Sensor de nivel vibratorio: Los sensores de nivel vibratorios funcionan según el principio de vibración mecánica. El sensor consta de una horquilla o varilla que vibra a su frecuencia natural. Cuando la horquilla o varilla está en el espacio libre, lejos del material, vibra sin ser molestada. Sin embargo, cuando el nivel del material alcanza el sensor, amortigua o interrumpe la vibración, provocando un cambio en la frecuencia o amplitud de la vibración del sensor. Este cambio es detectado por el sensor, indicando la presencia o ausencia de material en ese nivel (Sensor, 2023).

➤ Variador de velocidad: Es un equipo que tiene la función controlar la velocidad, transformando el voltaje y la frecuencia en los motores, que es donde mayormente se utilizan. En el mercado existen clasificaciones de variadores de seguridad, que se ajustan a cada necesidad (Admin, 2022).

En consecuencia, lo podemos encontrar mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos.

➤ Conmutador de red: Un conmutador de redes es un equipo que permite que dos o más dispositivos de TI (Tecnología de la información), como computadoras, se puedan comunicar entre sí. La conexión de varios dispositivos de TI crea una red de comunicaciones.

La computación, las impresiones, los servidores, el almacenamiento de archivos, el acceso a Internet y otros recursos de TI se pueden compartir en toda la red (Juniper Networks, s. f.-b).

➤ Fuente 24VDC es un dispositivo electrónico que transforma energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, las fuentes conmutadas utilizan los mismos conmutándolos activamente a altas frecuencias (generalmente, en el rango de 20 a 100 kilohercios) entre corte (abiertos) y saturación (cerrados). Fuente conmutada 24V 5A permite transformar la energía eléctrica de VCA a VCD puede alimentar a diferentes dispositivos electrónicos, por ejemplo: motor de CD, leds de potencia, tira de leds, cámaras de CCTV, Módulos PWM, tarjetas o módulos Arduino, sensores, actuadores, amplificadores, circuitos integrados (colaboradores de Wikipedia, 2023).

➤ Un actuador neumático convierte la energía del aire comprimido (o de otro gas) en energía mecánica, que puede ser en forma de movimiento rotativo o lineal, según el tipo de actuador.1 Suelen utilizarse para regular válvulas de control en sistemas de tuberías (colaboradores de Wikipedia, 2021).

➤ Cables AWG: El sistema AWG en cables eléctricos, significa American Wire Gauge, traduciendo al español es el Calibre de Alambre Estadounidense. Los cables de estándar AWG son para uso residencial e industrial y su aplicación data desde 1857, en particular es para conductores redondos, sólidos no ferrosos (Redacción, 2023).

## **Metodología**

### Diseño

Realizar planos y ubicación del tablero didáctico.

### Listado de materiales requerido

Realizar un listado con los materiales disponibles.

### Instalación de componentes

Armado del tablero en el sitio establecido e iniciar la instalación de los componentes.

eléctricos y/e electrónico

### Conexiones y cableado

Iniciar cableado de cada uno de los componentes electrónicos y eléctricos.

### Prueba

Realización de pruebas de cada uno de los componentes instalados.

El proyecto se lleva a cabo en varias etapas. En primer lugar, se realiza una investigación exhaustiva sobre los componentes y equipos utilizados en la automatización industrial, identificando aquellos que podrían ser recuperados y reutilizados. Posteriormente, se procede a la búsqueda y adquisición de equipos desmontados que cumplan con los requisitos establecidos.

Una vez obtenidos los componentes, se diseña y construye el tablero didáctico utilizando técnicas de ensamblaje y conexión de los diferentes elementos. Se tiene en cuenta la seguridad y funcionalidad del tablero, asegurando que los estudiantes pudieran realizar prácticas de manera segura y efectiva.

## Diseño

Para la creación del diseño del tablero eléctrico se utiliza el software AutoCAD Electrical, facilitado por la empresa DPA Ltda.

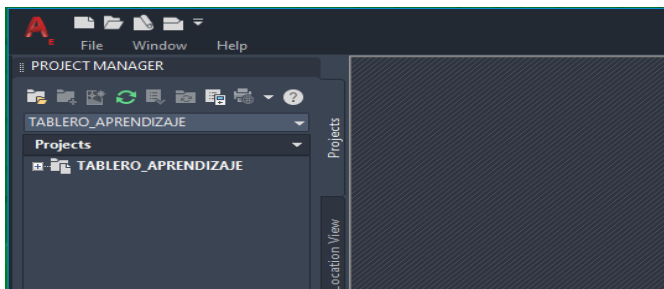
Se recuerda que AutoCAD Electrical es una herramienta poderosa y versátil para el diseño de tableros eléctricos, pero requiere conocimientos y habilidades específicas. Por lo cual se buscan recursos de aprendizaje, como tutoriales en línea y cursos, para aprovechar al máximo sus capacidades.

Para la realización del diseño se tienen en cuenta los siguientes pasos.

➤ Se procede crear un nuevo proyecto para el diseño del tablero como se muestra en la Figura 1. Esto permite organizar y gestionar todos los archivos y dibujos relacionados con el proyecto.

### Figura 3

*Captura de Pantalla Creación del Proyecto en AutoCAD Electrical.*

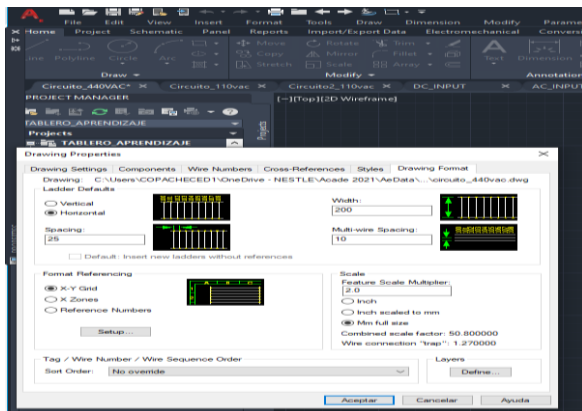


*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

➤ Se crea un nuevo dibujo en AutoCAD Electrical como se aprecia en la Figura 2 y se establecen las dimensiones y la escala adecuada para el tablero de aprendizaje. Utiliza las herramientas de dibujo, como líneas, polilíneas y círculos, para crear el contorno del tablero y los espacios para los componentes.

**Figura 4**

*Captura de Pantalla Dimensionamiento y Escala en AutoCAD Electrical.*

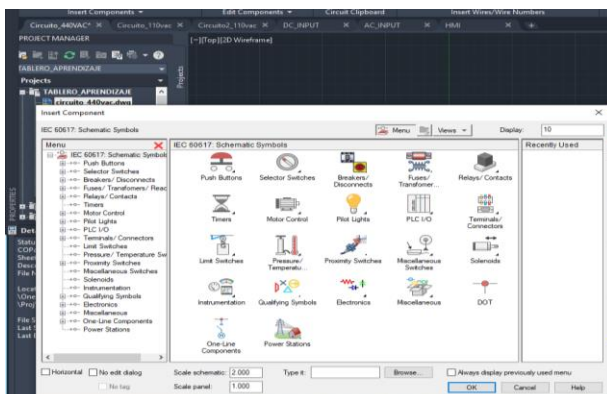


*Nota. Autoría propia, Valledupar cesar 2024*

➤ **Insertar los componentes:** Se utiliza la biblioteca de símbolos de AutoCAD Electrical para insertar los componentes necesarios en el tablero de aprendizaje. Se puede buscar los símbolos en la biblioteca o crear los propios símbolos personalizados si es necesario. Importante asegurarse de ubicar los componentes de acuerdo con el catálogo ofrecido por el fabricante de cada componente que están cargados en el software AutoCAD Electrical y asegurando las ubicaciones correctas según el diseño.

**Figura 5**

*Selección de Componentes AutoCAD Electrical.*

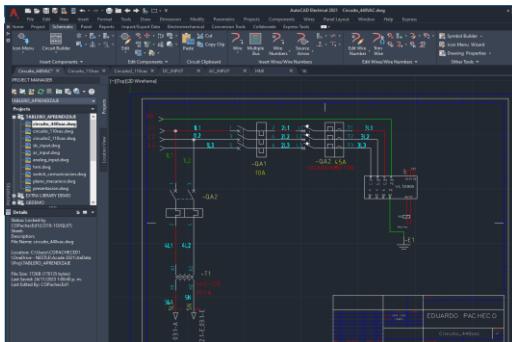


*Nota. Autoría propia, Valledupar Cesar 2024*

➤ Conectar los componentes: Utilizando las herramientas de conexión de AutoCAD Electrical para establecer las conexiones eléctricas entre los componentes como se puede ver en la Figura 6. Utilizando cables, conductores y bornes para representar las conexiones eléctricas.

### Figura 6

*Conexión Entre Componentes AutoCAD Electrical.*

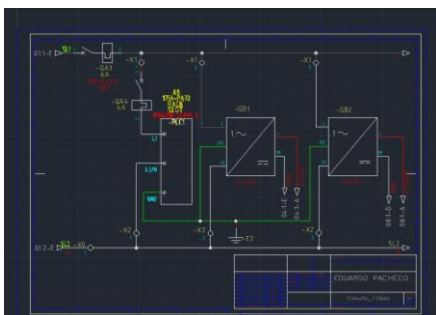


*Nota.* Autoría propia, Valledupar Cesar 2024

➤ Etiquetar y numerar los componentes: Se utiliza las herramientas de etiquetado y numeración de AutoCAD Electrical para asignar etiquetas y números a los componentes del tablero. Esto facilita la identificación y el seguimiento de los componentes durante la construcción y el mantenimiento del tablero como se muestra en la Figura 7.

### Figura 7

*Etiquetado y Enumeración en AutoCAD Electrical.*

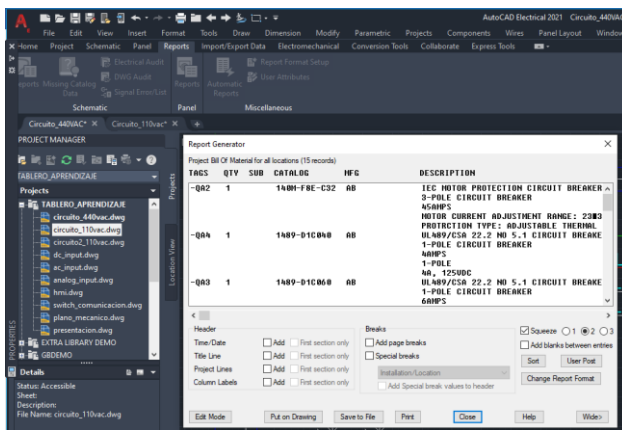


*Nota.* Autoría propia, Valledupar Cesar 2024

➤ Generar la lista de materiales: Utilizando las herramientas de generación de listas de materiales de AutoCAD Electrical para crear una lista completa de los componentes utilizados en el tablero de aprendizaje como se muestra en la Figura 8. Esta lista incluye información detallada sobre cada componente, como su nombre, número de parte, descripción y cantidad requerida. Se genera una tabla Excel con todos los componentes requeridos Figura 9.

**Figura 8**

*Listado de Materiales en AutoCAD Electrical.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar Cesar 2024

**Figura 9**

*Tabla Excel con Materiales de AutoCAD Electrical.*

A1	QTY	SUB	CATALOG	MFG	DESCRIPTION
1 -Q02	1		140M-FBE	AB	IEC MOTO PROTECTION CIRCUIT BREAKER 3-POLE CIRCUIT BREAKER 4500V
3 -Q04	1		1489-D1C04	AB	MOTOR CURRENT ADJUSTMENT RANGE: 2300 PROTECTION TYPE: ADJUSTABLE THERMAL UL489/CSA 1-POLE CIRCUIT BREAKER 4A, 125VDC
5 -Q03	1		1489-D1C06	AB	AB - 1250VDC UL489/CSA 22.2 NO 5.1 CIRCUIT BREAKER 1-POLE CIRCUIT BREAKER 60MPS
6 -SF2	1		X0485844	TELEMECA	RED EMER 22mm RED HEAD TYPE-EMERGENCY STOP PUSH BUTTON
7 -PLC1	1		1756-A16	AB	1756 CON 1756 DISCRETE 120 VAC 1 RTB: 1756-TB8H: 1756-TB8H
8 -PLC1	1		1756-IB16	AB	1756 CON 1756 DISCRETE 24 VDC 16 RTB: 1756-TBCH: 1756-TB86H
9 -PLC1	1		1756-IF16	AB	1756 CON 1756 ANALOG 118 SINGLE RTB: 1756-TBCH: 1756-TB86H
10 -PLC1	1		1756-OW16	AB	1756 CON 1756 DISCRETE ISOLATED RTB: 1756-TBCH: 1756-TB86H
11 -PLC1	1		1756-PA72	AB	1756 CON 1756 POWER SUPPLY INPUT VOLTAGE: 120 VAC OR 220 VAC
12 -GB1, GB2	1		1606-XLE1	AB	SWITCHEC 24-28VDC SINGLE PH 24-28VDC, ESSENTIAL POWER SUPPLY
13 -X0, X1, X2	1		1492-CA3	AB	TERMINAL FEED-THRU 20AMPS WIRE RAN STANDARD NEMA RATED TERMINAL BLOCK, SCREW TERMINAL w/6 SCREW
14 -X3, X5	1		1492-JDG3	AB	SCREW CC MULTI-LEVEL 20AMPS GRAY COL TWO CIRCUIT TERMINAL BLOCK WITH ONE FEED-THROUGH AND ONE GROUND
15 -CBL1	1		24-1403	ANKSTER	MULTI-CO PVC-NYCC 24AWG 3 CONDUC 600V, PVC, 90 DEG C
16 -T1	1		250V18	SQD	1PH TRAN DRY TRAN 0.25KVA 240V480V - GENERAL PURPOSE TRANSFORMER, ENCLOSURE NEMA 3R

*Nota.* Autoría propia, Valledupar Cesar 2024

➤ Guardar y exportar el diseño: Guardar el dibujo del tablero de aprendizaje en AutoCAD Electrical y asegurarse de realizar copias de seguridad cada vez que se modifique o se agregue algún componente. Además, se puede exportar el diseño en diferentes formatos, como PDF o DWG, para compartirlo y/o para su posterior impresión o visualización.

En el siguiente enlace se podrá encontrar los planos eléctricos y de diseños del tablero de aprendizaje

(<https://drive.google.com/file/d/1aoM70wKsyXjNtlSK75ZzV9qF9iqSURQH/view?usp=sharing>)

➤ En resumen, la utilización de AutoCAD Electrical en el diseño del tablero eléctrico ofrece ventajas significativas en términos de eficiencia, precisión y documentación. Ayuda a reducir errores, agiliza el proceso de diseño y garantiza la calidad y la funcionalidad del tablero de aprendizaje.

## **Materiales**

Los materiales utilizados para este proyecto son componentes reutilizados de equipos que fueron desmontados anteriormente en las instalaciones de la empresa, cuyo fin inicial era desechar.

### ***Gabinete o tablero eléctrico***

Un tablero eléctrico Figura 10. Es un gabinete en el que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente (Hoffman, 2023).

## Figura 10

### *Tablero Eléctrico de Aprendizaje.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Armarios compactos AE | 1110.500 marca rittal

armario compacto 1000x1000x300 RAL7035, Standard, con placa de montaje

Datos técnicos Anchura: 1000 mm | Altura: 1000 mm | Profundidad: 300 mm | Material:

Chapa de acero | Anchura placa de montaje: 939 mm | Altura placa de montaje: 955 mm |

Grado de protección: IP 55

### ***Breaker Principales***

También llamado disyuntor Figura 11, es un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones, tales como altibajos de tensión.

Al contrario de los fusibles, que son de un solo uso, un disyuntor o breaker eléctrico se puede reconectar siempre que las causas que lo activaron se hayan resuelto.

A la hora de adquirir estos componentes se debe tener en cuenta ciertas características, como, por ejemplo: la tensión del trabajo, la intensidad nominal, el poder de corte, el poder de cierre, el número de polos (Admin, 2021).

### Figura 11

*Breaker de 4, 6, y 10 Amperios.*



*Nota.* Breaker AB 1492-SPC10A 440v. Tomado de Miniature circuit breakers. (s/f).

Rockwell Automation <https://www.rockwellautomation.com>

### *Guarda Motor*

Es un dispositivo electromecánico exclusivo para el comando de motores que se compone de un relé térmico más un contactor Figura 12. De esta manera se puede energizar manualmente (o por línea) desde una botonera de arranque y parada. Lo Guardamotores incluyen un relé de sobrecargas llamado "protector térmico" que se dispara de acuerdo con curvas de calibración apropiadas cuando la corriente alcanza valores peligrosos durante tiempos máximos bien determinados (Scroll & Scroll, 2021).

### Figura 12

*Guarda Motor.*



*Nota.* AB 140m-f8e-c32. (s/f). Rockwell Automation. Tomado de

<https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/details.140M-F8E-C32.html>

**Figura 13**

*Variador de Velocidad.*



*Nota.* Variador VLT® 2800. (s/f). Danfoss.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, Tomado de <https://www.danfoss.com/en/products/dds/low-voltage-drives/vlt-and-vacon-legacy-drives/vlt-2800/>

***Transformador***

Son aparatos que permiten aumentar o disminuir el voltaje en un circuito electrónico manteniendo la potencia de un sistema Figura 14 (Admin, 2023).

**Figura 14**

*Transformador 440v – 110v.*



*Nota.* transformadores y estabilizadores j. pedraza y cía. ltda. - transformadores. (s/f). pedrazatjp.com. recuperado el 28 de noviembre de 2023. Tomado de <https://www.pedrazatjp.com/transformadores>

## 2 Fuente de Alimentación 24vdc

### Figura 15

Fuente de Poder 24VDC.



*Nota.* Fuente de poder 24VDC Switched mode power supply specifications. (s/f).

Rockwellautomation.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023. Tomado de

[https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1606-td002\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1606-td002_-en-p.pdf)

### PLC Allen-Bradley Control Logix 1756 RSLOGIX 5000

Este plc Figura 16 cuenta con 10 módulos, de los cuales 4 estarán disponibles para realizar el entrenamiento en señales análogas y digitales, también se contará con un módulo de comunicación LAN.

### Figura 16

plc Allen-Bradley Controllogix 1756.



*Nota.* PLC ControlLogix control systems. (s/f). Rockwell Automation. Recuperado el 28 de noviembre de 2023. Tomado de <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley/programmable-controllers/large-controllers/controllogix.html>.

## *Pantalla HMI*

### **Figura 17**

*VersaView 1500M*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

## *Conmutador de Red*

### **Figura 18**

*Stratix 2500 1783-lms8*



*Nota.* Stratix 2500 Lightly Managed Switches. (n.d.). Rockwell Automation. Retrieved November 30, 2023. Tomado de <https://www.rockwellautomation.com>

## *Transmisores*

### **Figura 19**

*Transmisor de Presión Endress + Hauser.*



*Nota.* Hydrostatic Level measurement Deltapilot FMB70. (s/f). Endress.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, de <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/pressure/Hydrostatic-level-Deltapilot-FMB70?t.tabId=product-overview>

### *Transmisor de Temperatura*

Transmisor de temperatura habilitado para Bluetooth con comunicación HART para la conversión de varias señales de entrada en una señal de salida analógica escalable de 4 a 20 mA.

### **Figura 20**

*Transmisor de Temperatura Endress + Hauser.*



*Nota.* ITEMPT TMT72 temperature transmitter. (s/f). Endress.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, Tomado de <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/temperature-measurement-thermometers-transmitters/Temperature-transmitter-TMT72-HART?t.tabId=product-overview>

## RTD

### Figura 21

*RTD TM401.*



*Nota.* TM401 Modular RTD thermometer - basic technology. (s/f). Endress.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023. Tomado de <https://www.us.endress.com/en/field-instruments-overview/temperature-measurement-thermometers-transmitters/Hygienic-RTD-thermometer-iTHERM-TM401?t.tabId=product-overview>

### Figura 22

*Switch de Nivel Vibratorio.*



*Nota.* Vibronic Point level detection Liquiphant FTL50. (s/f). Endress.com. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, de <https://www.us.endress.com/en/field-instruments-overview/level-measurement/Vibronic-Liquiphant-FTL50?t.tabId=product-overview>.

**Figura 23***Actuador Neumático*

*Nota.* Actuadores Neumáticos de Doble Efecto. (s/f). Omal.es. Recuperado el 28 de noviembre de 2023. Tomado de <https://www.omal.es/productos/actuadores-neumaticos/>

**Figura 24***Racks de Electroválvulas*

*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 25***Cables de Calibre 18, 14, 12 AWG*

AWG	Día mm	SWG	Día mm	Max Amps	Ohms / 100 m
11	2.30	13	2.34	12	0.47
12	2.05	14	2.03	9.3	0.67
13	1.83	15	1.83	7.4	0.85
14	1.63	16	1.63	5.9	1.07
15	1.45	17	1.42	4.7	1.35
16	1.29	18	1.219	3.7	1.48
18	1.024	19	1.016	2.3	2.04
19	0.912	20	0.914	1.8	2.6
20	0.812	21	0.813	1.5	3.5
21	0.723	22	0.711	1.2	4.3
22	0.644	23	0.610	0.92	5.6
23	0.573	24	0.559	0.729	7.0
24	0.511	25	0.508	0.577	8.7
25	0.455	26	0.457	0.457	10.5
26	0.405	27	0.417	0.361	13.0
27	0.361	28	0.376	0.288	15.5
28	0.321	30	0.315	0.226	22.1
29	0.286	32	0.274	0.182	29.2
30	0.255	33	0.254	0.142	34.7
31	0.226	34	0.234	0.113	40.2
32	0.203	36	0.193	0.091	58.9
33	0.180	37	0.173	0.072	76.7
34	0.160	38	0.152	0.056	94.5
35	0.142	39	0.132	0.044	121.2

*Nota.* Pepegreen. (s. f.). AWG ¿qué es? <https://pepegreen.com/awg-que-es/>

## Instalación de Componentes

Lo primero en realizar es la instalación del gabinete o tablero en la pared como se muestra en la Figura 24, se tiene en cuenta la ubicación de un punto eléctrico para facilitar la energía eléctrica para el tablero.

Se instala a 165cm del suelo con chasos de  $\frac{3}{4}$ .

### Figura 26

*Anclaje del Tablero a la Pared.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se inicia instalando el plc como se muestra en la Figura 25, el cual va anclado directamente al tablero, se procede a instalar rieles omegas y conduletas para los demás componentes, se instala el breaker de alimentación plc, fuente 24vdc y borneras.

Se desmonta la tapa izquierda del tablero para la realización de una apertura en la cual va instalada la pantalla HMI.

### Figura 27

*Instalación del Plc.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Luego de entregada la puerta por parte del soldador de fábrica, se procede a instalar la pantalla HMI y la CPU como se muestran en las Figuras 26 y 27, con la cual irán instalados los softwares requeridos para la programación, visualización y manipulación del tablero.

### **Figura 28**

*Instalación de CPU y Conexión a la Pantalla.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

### **Figura 29**

*Comprobación del Funcionamiento de Pantalla y el Computador.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

## **Conexión y Cableado**

Se instala el switch de comunicación como se muestra en la Figura 29 y se procede a cablear cada tarjeta del plc a las borneras como se muestra en la Figura 28, con cables 18AWG, ya que dichos cables se utilizan para señales digitales y análogos. se alimenta con voltaje 110Vac para verificar su funcionamiento.

**Figura 30**

*Cableado Tarjetas Plc.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 31**

*Instalación Switch de Comunicación.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se instalan los soportes y los transmisores de temperatura, presión y el switch de nivel como se muestran en las Figuras 30 y 31, se realizan pruebas de funcionamiento.

**Figura 32**

*Instalación Transmisores y Sus Soportes.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 33**

*Energizado y Comprobación de los Trasmisores.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se continua con la instalación de las electroválvulas y el actuador neumático como se muestra en la Figura 32.

**Figura 34**

*Instalación Cableado y Racks Electroválvulas.*



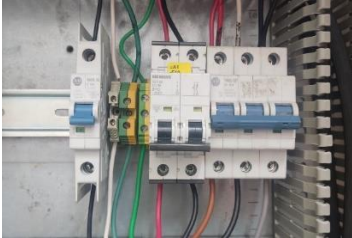
*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Continuamos con la instalación de los componentes de protección, como lo son guarda motor como se muestra en la Figura 34 y breaker Figura 33.

La conexión se realiza con cableado 14AWG el cual se utiliza en aplicaciones de bajo consumo como lámparas y motores de bajo consumo, con una capacidad de corriente de aproximadamente 15 amperios.

**Figura 35**

*Instalación Interruptores y/o Protectores Eléctricos.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 36**

*Instalación Guarda Motor y su Cableado.*

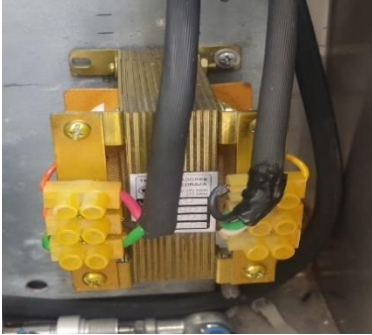


*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se instala el transformador de voltaje Figura 35, para reducir el voltaje de 440Vac a 110Vac, utilizando cableado 14AWG.

**Figura 37**

*Instalación y Cableado del Transformador.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se procede con el anclaje del variador de velocidad al tablero como se muestra en  
Figura 38.

**Figura 38**

*Anclaje del Variador al Tablero.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se realiza el cableado del variador de velocidad como se muestra en la Figura 39, con su cableado 14AWG, se comprueba su funcionamiento y se instala motor como se muestra en la Figura 40.

**Figura 39**

*Conexión del Variador.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 40**

*Instalación y Cableado del Motor.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Parametrización del variador como se muestra en la Figura 41.

**Figura 41**

*Digitalización Datos del Motor.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se procede a realizar la conexión de los terminales de los cables RJ45 (Cables de comunicación).

Realización del ponchado del cable Figura 42.

### **Figura 42**

*Ponchado Cableado de Red.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

El ponchado de un cable consiste en hacer un cableado estructurado teniendo en cuenta ciertas normas de colores.

El ponchado de un cable, para el caso de redes de información local (REDES LAN), es cuando debemos colocar el conector RJ45 al cable UTP (o de datos). Al momento de ponchar se debe tener en cuenta si los filamentos del cable van a ir directos o cruzados.

### ***Normas Para Cableado Estructurado***

Al ser el cableado estructurado un conjunto de cables y conectores, sus componentes, diseño y técnicas de instalación deben de cumplir con una norma que de servicio a cualquier tipo de red local de datos, voz y otros sistemas de comunicaciones, sin la necesidad de recurrir a un único proveedor de equipos y programas de tal manera que los sistemas de cableado estructurado se instalan de acuerdo a la norma para cableado para telecomunicaciones, EIA/TIA/568-A, emitida en Estados Unidos por la Asociación de la industria de telecomunicaciones, junto con la asociación de la industria electrónica.

En este proyecto se utilizó los estándares TIA/EIA-568-B se publicaron por primera vez en 2001. Sustituyen al conjunto de estándares TIA/EIA-568-A que han quedado obsoletos.

Tal vez la característica más conocida del TIA/EIA-568-B.1-2001 sea la asignación de pares/pines en los cables de 8 hilos y 100 ohmios (cable de par trenzado). Esta asignación se conoce como T568A y T568B, y a menudo es nombrada (erróneamente) como TIA/EIA-568A y TIA/EIA-568B.

En el protocolo más actual, TIA/EIA-568B, la terminación de los conectores que cumple para la transmisión de datos arriba de 100 Mbps es la T568A (De Cables, s. f.).

Se conecta el cable RJ45 al switch de comunicación y al PLC como se muestra en la siguiente Figura.

### **Figura 43**

*Conexión Cable de Red al Switch de Comunicación.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Luego de conectado el cable RJ45, se realiza una prueba para determinar que entre el computador y el plc hay comunicación, la prueba consiste en generar un ping con el administrador del sistema del computador.

Se coloca el comando ping y se agrega la dirección del plc, la cual es 198.162.1.100, terminando con éxito la prueba como se puede notar en la siguiente Figura 42.

**Figura 44**

*Pruebas de Comunicación Entre Computador y Plc.*

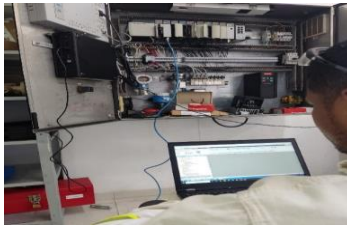


*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Se realizan pruebas de comunicación y programación en el plc, el cual lo realizan compañeros de trabajo interesados en el aprendizaje de esta tecnología como se muestra en la Figura 45 y Figura 46.

**Figura 45**

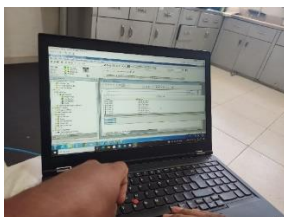
*Pruebas de Comunicación y Verificación del Plc.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 46**

*Verificación de Lectura de las Señales en el Plc.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Simulación activación electroválvulas como se muestra en la Figura 45.

### **Figura 47**

*Pruebas de Funcionamiento de Electroválvulas.*

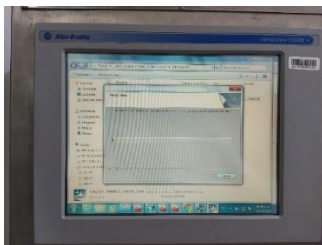


*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

En la Figura 46 se puede observar la instalación de los software InTouch, WindowMaker, WindowViewer, Touchset Utility requerido para la utilización de la pantalla HMI.

### **Figura 48**

*Se Instalan Software de Programación y Funcionamiento Touch de la Pantalla HMI.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

### **Pruebas**

Se realiza una pequeña programación en la pantalla HMI, para la verificación de esta como se muestran en las Figuras 47,48 y 49.

**Figura 49**

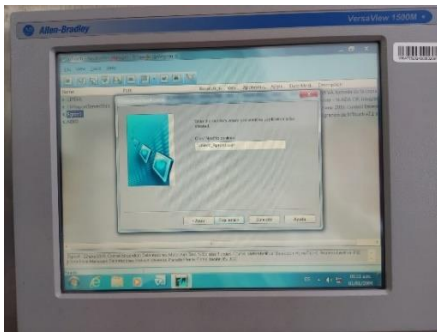
*Creación Proyecto de Interfaz.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 50**

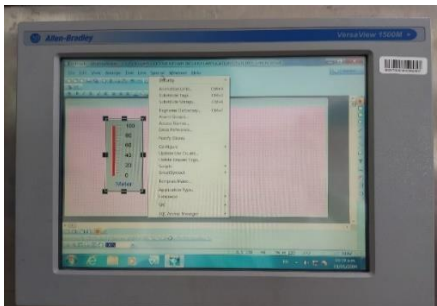
*Se Le da Nombre al Proyecto “Tablero de Aprendizaje”.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

**Figura 51**

*Creación de un Indicador.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Al finalizar las pruebas de cada uno de los componentes se realiza una limpieza y su organización como se puede observar en las Figuras 50 y 51.

### **Figura 52**

*Limpieza y Orden del Tablero.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

### **Figura 53**

*Culminación del Tablero.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

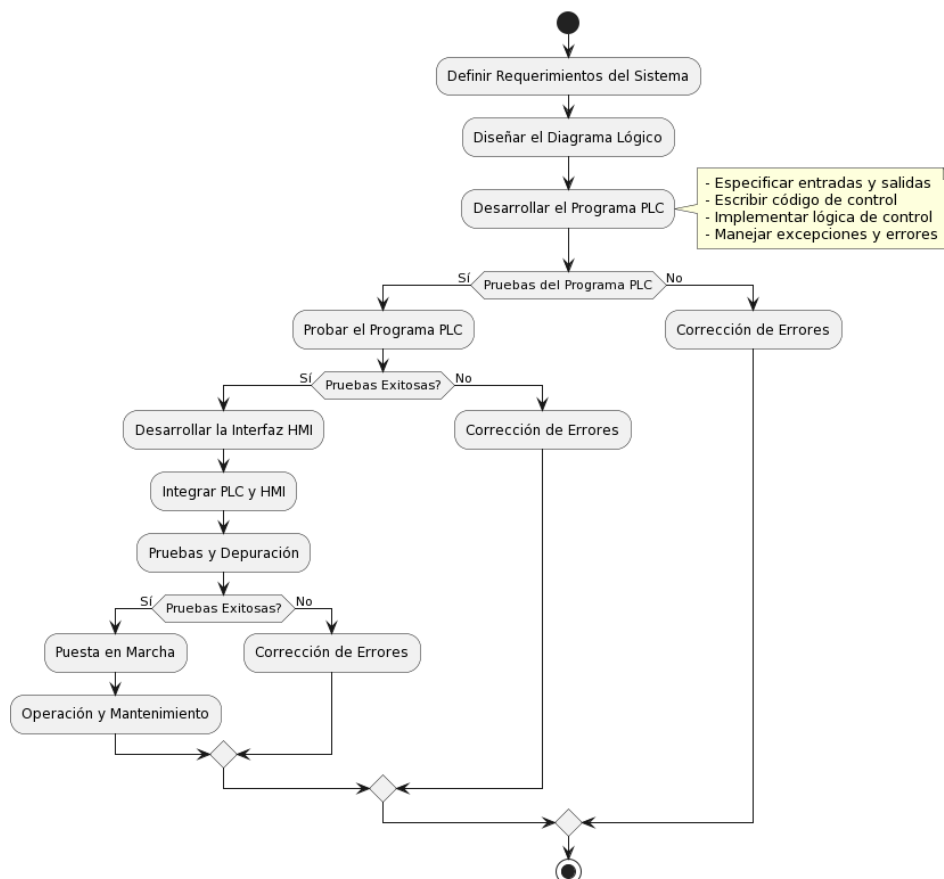
## Resultados

El tablero didáctico de aprendizaje en automatización industrial es exitosamente desarrollado utilizando componentes reutilizados de equipos desmontados. El tablero cuenta con diferentes módulos que permiten simular y controlar procesos industriales, como el control de motores, sensores, actuadores y sistemas de comunicación. Los estudiantes pueden realizar prácticas y experimentos en un entorno controlado, adquiriendo habilidades prácticas y conocimientos teóricos en automatización industrial.

Diagrama del flujo para la utilización del tablero de aprendizaje.

**Figura 54**

*Diagrama de Flujo Programación del PLC y HMI.*



*Nota.* Realizado en la página plantUML.

**Inicio:** se revisa la alimentación eléctrica del tablero.

**Definir los Requisitos del Sistema:** En esta fase se identifican y especifican los requisitos del sistema a desarrollar. Esto puede incluir la funcionalidad específica que el PLC y la HMI deben implementar, así como cualquier limitación o consideración del proyecto.

**Diseño Diagramas Lógicos:** cree diagramas lógicos para describir las relaciones entre diferentes partes del sistema, incluidas entradas, salidas y lógica de control.

**Desarrollo de Programas de PLC:** aquí es donde se escribe y programa el software del PLC. Esto incluye especificar las entradas y salidas del PLC, escribir código de control que determine el comportamiento del sistema, implementar la lógica de control necesaria y manejar cualquier excepción o error que pueda surgir durante la operación.

**Pruebas de Programas de PLC:** los programas de PLC se prueban exhaustivamente para garantizar que funcionen como se espera. Esto puede implicar probar forzando los sensores instalados y a través de la utilización de software.

**Desarrollar la Interfaz HMI:** cree la interfaz de usuario de la HMI. Esto implica diseñar la apariencia y funcionalidad de la interfaz para poder interactuar fácilmente con el sistema.

**Integración de PLC y HMI:** Configure la comunicación entre PLC y HMI. Esto implica asignar etiquetas y variables que permitan a la HMI acceder y controlar eficazmente el PLC.

**Pruebas y Depuración:** se realizan pruebas adicionales para garantizar que la integración entre el PLC y la HMI funcione correctamente. Cualquier error o problema descubierto durante esta fase será corregido.

**Depuración:** una vez que todas las pruebas son exitosas y todos los errores se corrigen, el sistema se puede implementar y lanzar en un entorno de producción.

**Operación y Mantenimiento:** el sistema comienza a ejecutarse en el entorno de aprendizaje y se realizan actividades de pruebas periódicamente para garantizar que continúe funcionando de manera eficiente.

**Fin:** Marca el final del proceso de desarrollo, simulación y depuración del sistemas PLC y HMI.

### **Figura 55**

*Capacitación del Uso del Tablero.*



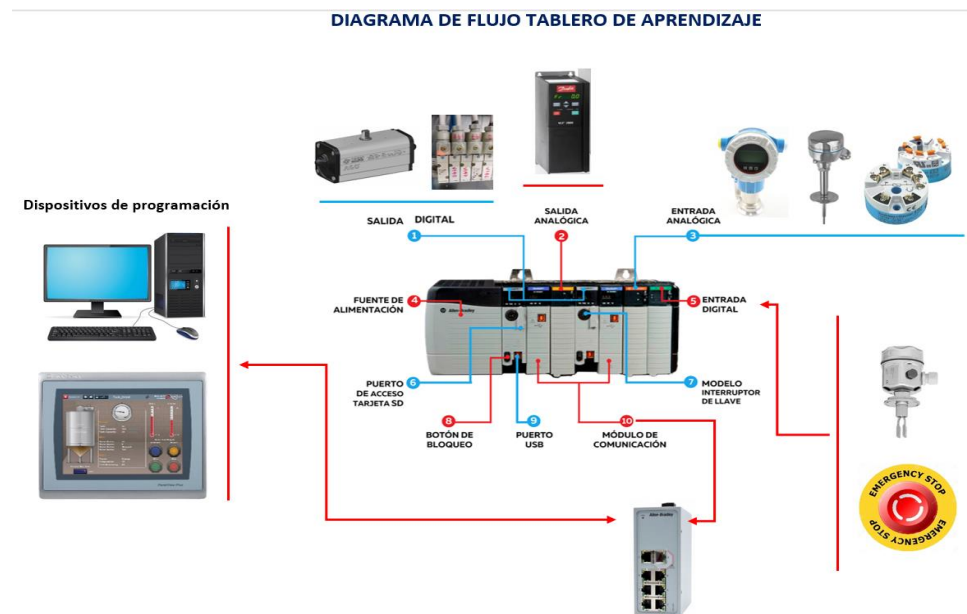
*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

### **Capacitación y Explicación del Funcionamiento del Tablero.**

La capacitación se da en dos turnos diferentes en el cual se invitan a instrumentistas, electricistas y mecánicos, tratando de integrar la mayor cantidad de técnicos y por disponibilidad de líneas.

Soporte de asistencia a capacitación del grupo 1 (Véase Anexo B y C).

Se inicia con una introducción teórica a los conceptos básicos de la automatización industrial y el diseño del tablero; Explicar la función de cada componente y su relación con el proceso industrial.

**Figura 56***Distribución del Tablero de Aprendizaje*

*Nota.* Tomado y modificado de *Facebook.* (n.d.).

[https://www.facebook.com/Electrotecpe/posts/partes-del-plc-controllogix-1756-allen-bradleycursosonline-cursospracticos-plc-a/5426812744084722/?locale=fi\\_FI](https://www.facebook.com/Electrotecpe/posts/partes-del-plc-controllogix-1756-allen-bradleycursosonline-cursospracticos-plc-a/5426812744084722/?locale=fi_FI)

Se invita a familiarizarse con los componentes del tablero y con su arquitectura, en donde se explica cómo se integran los diferentes elementos para controlar, indicar y monitorear un proceso industrial, como se muestra en las figuras 53 y figura 54.

**Demostración Práctica.**

Tener una demostración práctica en el tablero para mostrar cómo funciona en tiempo real. Se ilustran diferentes escenarios y casos de uso para ilustrar la versatilidad de los paneles en el control de procesos como se muestra en la figura 55.

## Figura 57

### *Demostración Práctica del Uso de los Softwares.*



*Nota.* Autoría propia, Valledupar cesar 2024

Explorar las diversas características y capacidades del tablero, como control de motores, válvulas y monitoreo de sensores.

Aprender a interpretar la información proporcionada por los cuadros de mandos a través de indicadores, alertas y panel de control.

A través de los siguientes enlaces podrá encontrar el soporte de las Capacitaciones realizadas a dos grupos de empleados. Capacitación grupo 1 (Ver archivo adjunto)

[https://drive.google.com/file/d/1KegrsS9lYerVX24P9DAi66qeYQcah1ep/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1KegrsS9lYerVX24P9DAi66qeYQcah1ep/view?usp=drive_link)

Capacitación grupo 2 (Ver archivo adjunto)

([https://drive.google.com/file/d/1XMOMYtgfAum8COihH1Ffn70M\\_mfQ3THa/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1XMOMYtgfAum8COihH1Ffn70M_mfQ3THa/view?usp=drive_link))

## Conclusiones

El desarrollo de este tablero didáctico de aprendizaje en automatización industrial utilizando componentes reutilizados de equipos desmontados demuestra que es posible crear alternativas sostenibles y económicas para la formación en este campo. Además, se contribuye a la reducción de residuos electrónicos y se fomenta la conciencia ambiental entre los estudiantes. Este proyecto puede servir como referencia para futuras investigaciones y proyectos relacionados con la reutilización de componentes en la automatización industrial.

El proyecto del tablero de aprendizaje es exitoso y se logran los objetivos planteados. A través del diseño detallado, una cuidadosa selección de componentes y un cuidadoso montaje siguiendo buenas prácticas de cableado y seguridad eléctrica, se ha creado un recurso eficaz para desarrollar habilidades y conocimientos sobre PLC, HMI y dispositivos industriales. La disposición razonable de los dispositivos de control, sistemas de protección eléctrica e interfaces garantiza un entorno adecuado para el aprendizaje y las pruebas prácticas.

Se lleva a cabo un proceso integral de prueba y verificación para garantizar que el panel eléctrico cumpla con los requisitos especificados, contribuyendo a su utilidad y eficacia como herramienta de capacitación para sus empleados.

La capacitación y entrenamientos de técnicos y practicantes del SENA en el funcionamiento del tablero didáctico de aprendizaje ha demostrado ser una valiosa inversión para DPA Ltda. A través de este proceso, las habilidades prácticas y teóricas del equipo se pueden actualizar y mejorar significativamente., brindando un conocimiento profundo del funcionamiento de los sistemas de automatización industrial. Los participantes obtienen conocimientos críticos sobre PLC, sensores, válvulas e interfaces hombre-máquina, lo que les permite realizar tareas de control y monitoreo de procesos con mayor eficiencia y precisión. Además, la incorporación y el uso de software y equipos de simulación facilita la

transferencia de conocimientos y la aplicación práctica de los conceptos aprendidos. En resumen, la capacitación fortalece la capacidad de la empresa para mantenerse actualizada en términos de tecnología y cumplir con los estándares de calidad exigidos por sus clientes.

## **Recomendaciones**

### **Claridad de los Objetivos Educativos**

Asegúrese de que los objetivos educativos y de capacitación estén claramente definidos y que el diseño del tablero respalde efectivamente estos objetivos. Esto asegurará lograr el propósito principal de promover el aprendizaje práctico entre los empleados.

### **Flexibilidad y Escalabilidad**

El tablero se diseñó para que sea flexible y escalable, lo que significa que puede adaptarse a diferentes niveles de habilidades y necesidades de los empleados. Además, considere ampliar o modificar el panel en el futuro para incorporar nuevos componentes o funciones.

### **Usabilidad**

Priorice la usabilidad en el diseño del panel, garantizando que los controles y las interfaces sean intuitivos y fáciles de entender para los empleados. Esto promoverá una experiencia de aprendizaje más fluida y efectiva.

## Referencias Bibliográficas

Admin. (2021, 25 mayo). ¿Qué es y Cómo Funciona un Breaker Eléctrico O Disyuntor?

materiales eléctricos, productos eléctricos en Colombia JD electricos.

<https://jdelectricos.com.co/como-funciona-un-breaker-electrico/>

Admin. (2022, 1 abril). Variador de velocidad. Industrias GSL.

<https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/variador-de-velocidad#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20variador%20de,se%20ajustan%20a%20cada%20necesidad.>

<https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/variador-de-velocidad#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20variador%20de,se%20ajustan%20a%20cada%20necesidad.>

Aula. (2023, 15 mayo). Qué es un PLC, para qué sirve y cómo funciona. aula21 | Formación para la Industria. <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-plc/>

<https://www.cursosaula21.com/que-es-un-plc/>

colaboradores de Wikipedia. (2023, 14 agosto). Fuente conmutada. Wikipedia, la

enciclopedia libre.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Fuente\\_conmutada#:~:text=Una%20fuente%20conmutada%20es%20un,el%C3%A9ctrica%20mediante%20transistores%20en%20conmutaci%C3%B3n.](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_conmutada#:~:text=Una%20fuente%20conmutada%20es%20un,el%C3%A9ctrica%20mediante%20transistores%20en%20conmutaci%C3%B3n.)

De Cables, P. (s. f.). *¿En qué consiste el ponchado de un cable?*

<https://ponchadosdecable.blogspot.com/2015/09/en-que-consiste-el-ponchado-de-un-cable.html>

Distritecsa. (s. f.). ¿Qué es una electroválvula y para qué sirve? – Distritec.

<https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/#:~:text=Las%20electrov%C3%A1lvulas%20son%20dispositivos%20que,forma%20el%20flujo%20de%20fluidos.>

<https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/#:~:text=Las%20electrov%C3%A1lvulas%20son%20dispositivos%20que,forma%20el%20flujo%20de%20fluidos.>

Hoffman, N. (2023, 31 agosto). Qué es un tablero eléctrico y cuáles son sus características.

nVent HOFFMAN. <https://hoffman-latam.com/blog/que-es-un-gabinete-o-tablero->



Sensores RTD. (s. f.). TE Connectivity. <https://www.te.com/es/products/sensors/temperature-sensors/resources/understanding-rtds.html>

Transformador De Voltaje: ¿Qué es y Cómo Funciona? (2022, febrero 7). AUDAX.  
<https://www.audax.com.pe/transformador-de-voltaje/>

Wikipedia contributors. (s/f). Actuador neumático. Wikipedia, The Free Encyclopedia.  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Actuador\\_neum%C3%A1tico&oldid=139429807](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Actuador_neum%C3%A1tico&oldid=139429807)