



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE  
SUPERVISIÓN Y CONTROL, QUE PERMITA EVALUAR Y  
SELECCIONAR EL ENSAMBLAJE DE MATERIALES  
PLÁSTICOS Y METÁLICOS BASADO EN IIOT”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**AUTORES:**

**PAZ LLERENA XIMENA ESTEFANIA**

**IZA VALLE BRYAN GERMAN**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE  
SUPERVISIÓN Y CONTROL, QUE PERMITA EVALUAR Y  
SELECCIONAR EL ENSAMBLAJE DE MATERIALES  
PLÁSTICOS Y METÁLICOS BASADO EN IIOT”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO/A EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**AUTORES:** PAZ LLERENA XIMENA ESTEFANIA  
IZA VALLE BRYAN GERMAN

**DIRECTOR:** ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Ximena Estefanía Paz Llerena; Bryan German Iza Valle.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Ximena Estefania Paz Llerena y Bryan German Iza Valle, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 23 de marzo de 2023



**Ximena Estefania Paz Llerena.**  
**185064897-1.**





**Bryan German Iza Valle.**  
**060412814-0.**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA ELECTRONICA Y AUTOMATIZACIÓN**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL, QUE PERMITA EVALUAR Y SELECCIONAR EL ENSAMBLAJE DE MATERIALES PLÁSTICOS Y METÁLICOS BASADO EN IIOT”**, realizado por la señorita: **XIMENA ESTEFANIA PAZ LLERENA** y el señor **BRYAN GERMAN IZA VALLE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. José Enrique Guerra Salazar <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-03-23
Ing. Marco Antonio Viteri Barrera <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-03-23
Ing. Jorge Luis Paucar Samaniego <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-03-23

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente Trabajo de Integración Curricular a mi madre Nancy, por ser mi apoyo, motivación, soporte, por ser mi pilar fundamental y por mostrarme mi mejor versión en este camino llamado vida. A mi padre, Angel, a pesar de la distancia me ha enseñado que todo es posible si se sueña en grande. A mi hermana, Majo, quien es mi mejor amiga, mi confidente, mi inspiración y por haber soportado en cada faceta; gracias por mostrarme tu complicidad en cada momento de alegría y tristeza. A mis peludos Chaina y Coco por acompañarme en cada desvelada y ser mi razón de felicidad al llegar a casa. A mi Abuelita Hermiña por brindarme sus consejos y confiar que podría convertirme en una ingeniera. A mis tíos, especialmente a mi tío Luis y a mi tía Teresa por ser mis segundos padres, por darme su apoyo inigualable a través de todo este tiempo y ser quienes me han ayudado a lograr ser la persona que soy hoy. Finalmente, a mis primos, especialmente a Daniela y Javier por compartirme su hogar y juntos planear cada cumpleaños de nuestra pequeña familia de 7, gracias por permitirme ser un ejemplo para ustedes. Gracias por todo, este triunfo es por ustedes y es para cada uno de ustedes.

**Ximena**

El presente Trabajo de Integración Curricular se lo dedico primeramente a Dios por ser mi guía en este camino y por darme la fuerza y el coraje para enfrentar los desafíos que se presentaron en el camino. A mis queridos padres, Rosa Valle y Germán Iza por ser mi fuente de inspiración y apoyo incondicional en todo momento, y sin ustedes, no habría sido posible completar este proyecto. Gracias por creer en mí y por siempre estar ahí, apoyándome en cada uno de mis proyectos y metas. También quiero dedicar esta tesis a toda mi querida familia y amigos quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional y motivación en todo momento, incluso en los momentos más difíciles. Finalmente, mis deseos son que esta tesis sea una muestra de la pasión y el compromiso que tengo por esta carrera y que pueda ser una contribución valiosa para los estudiantes de la carrera de automatización.

**Bryan**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de esta tesis. En primer lugar, a Dios, por ser la mayor fortaleza en los momentos de debilidad. A mi familia de 7 por ser quienes me han enseñado el verdadero significado del amor, perseverancia, constancia, trabajo duro, confianza en mí misma y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo por hacerme creer que soy capaz de lograr lo que soñaba cuando era una niña. Gracias a todos ustedes por ser mi motor de vida y mi mayor inspiración para cumplir un sueño más. A Santiago, por no dejar que mis desaciertos pesen más que mis aciertos, por mostrarme el significado de valorar las pequeñas cosas, por mostrarme un apoyo incondicional tanto cerca como en la distancia y por hacerme imaginar lo lejos que puedo llegar mañana si hoy no me rindo, gracias por haber estado en un inicio y por seguir estando. A mis amigos de la universidad, a todos los que conformaron el grupo “Ximenes” fueron pocos, pero los mejores, juntos hemos logrado cumplir un sueño más y estoy segura de que vendrán muchos más. Y finalmente a mi compañero de tesis Bryan quien me ha acompañado desde el inicio de este sueño y ha puesto su mayor empeño en la realización de este trabajo.

**Ximena**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la realización de esta tesis. En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres por todo lo que han hecho por mí. Su presencia, amor y apoyo han sido la base fundamental de mi vida, y sin su constante aliento y sacrificio, nada de esto hubiera sido posible. En segundo lugar, quiero expresar mi agradecimiento a mi director de tesis, Ing. Marco Viteri, por su dedicación, paciencia y sabiduría en la dirección de esta tesis. Gracias por su guía y apoyo constante, y por compartir conmigo su experiencia y conocimientos en este campo de estudio. También quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi primo Ramiro por su apoyo constante y por ser una guía fundamental en la culminación de este trabajo de titulación. Finalmente, quiero agradecer a mi compañera de tesis Ximena y a mis amigos de ciencia "Ximenes" por su apoyo, motivación y amor incondicional. Juntos, logramos esta gran victoria y estoy seguro de que continuaremos apoyándonos mutuamente en el futuro.

**Bryan**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación teórica.....	3
1.3. Justificación aplicativa.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

## CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Automatización industrial.....	5
2.1.1. <i>Jerarquía de un sistema de automatización</i> .....	5
2.1.2. <i>Estructura de un sistema automatizado</i> .....	6
2.2. Internet industrial de las cosas.....	6
2.2.1. <i>Procesamiento en la nube</i> .....	6
2.2.2. <i>Arquitectura IIoT</i> .....	7
2.3. Vulnerabilidades en sistemas informáticos.....	7
2.3.1. <i>Herramientas para el escaneo, análisis y explotación de vulnerabilidades</i> .....	8
2.3.1.1. <i>Selección de herramientas para el análisis de vulnerabilidades</i> .....	9
2.4. Controlador lógico programable (PLC's).....	9

<b>2.4.1.</b>	<b><i>Funcionamiento general del PLC</i></b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.2.</b>	<b><i>Estructura general del PLC</i></b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.3.</b>	<b><i>Lenguaje de programación que soporta el PLC</i></b> .....	<b>11</b>
<b>2.4.4.</b>	<b><i>Principales marcas de PLC</i></b> .....	<b>12</b>
2.4.4.1.	<i>Selección del controlador lógico programable (PLC)</i> .....	13
<b>2.5.</b>	<b><i>Sensores</i></b> .....	<b>13</b>
<b>2.5.1.</b>	<b><i>Tipos de sensores</i></b> .....	<b>15</b>
2.5.1.1.	<i>Sensor inductivo</i> .....	15
2.5.1.2.	<i>Sensor magnético</i> .....	16
2.5.1.3.	<i>Sensor emisor-receptor</i> .....	16
2.5.1.4.	<i>Sensor retro reflectivo</i> .....	17
<b>2.5.2.</b>	<b><i>Criterio de selección de sensores</i></b> .....	<b>18</b>
2.5.2.1.	<i>Comparativa de sensores para la detección del posicionamiento de la pieza</i> .....	19
2.5.2.2.	<i>Comparativa de sensores para la detección de materiales</i> .....	19
<b>2.6.</b>	<b><i>Sistemas neumáticos</i></b> .....	<b>20</b>
<b>2.6.1.</b>	<b><i>Componentes neumáticos presentes en la repotenciación</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.7.</b>	<b><i>Redes de comunicación industrial</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.7.1.</b>	<b><i>Modelo OSI</i></b> .....	<b>23</b>
2.7.1.1.	<i>Modelo OSI para las comunicaciones industriales</i> .....	23
<b>2.7.2.</b>	<b><i>Gateway IIoT</i></b> .....	<b>24</b>
2.7.2.1.	<i>Análisis comparativo entre dispositivos Gateway IIOT</i> .....	24
<b>2.7.3.</b>	<b><i>Modbus</i></b> .....	<b>25</b>
2.7.3.1.	<i>Modbus y sus variantes</i> .....	26
2.7.3.1.	<i>Selección de protocolo Modbus</i> .....	26
<b>2.8.</b>	<b><i>SCADA</i></b> .....	<b>26</b>
<b>2.8.1.</b>	<b><i>CLOUD SCADA</i></b> .....	<b>27</b>

## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.</b>	<b>Requerimientos del proceso .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.1.</b>	<b><i>Especificación de requerimientos del proceso.....</i></b>	<b>29</b>
3.1.1.1.	<i>Requerimientos generales.....</i>	29
3.1.1.2.	<i>Etapas de evaluación.....</i>	30
3.1.1.3.	<i>Etapas de selección .....</i>	30
<b>3.1.2.</b>	<b><i>Elementos hardware del módulo de evaluación .....</i></b>	<b>31</b>
<b>3.1.3.</b>	<b><i>Elementos hardware del módulo de selección.....</i></b>	<b>31</b>
<b>3.1.4.</b>	<b><i>Concepción del proceso .....</i></b>	<b>32</b>
<b>3.2.</b>	<b>Análisis del estado técnico del proceso por etapas.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.</b>	<b><i>Estado del módulo de evaluación .....</i></b>	<b>34</b>
<b>3.2.2.</b>	<b><i>Estado del módulo de selección .....</i></b>	<b>35</b>
<b>3.3.</b>	<b>Diseño mecánico y ensamblaje estructural del proceso.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.1.</b>	<b><i>Diseño estructural mesa y pedestal módulo de evaluación .....</i></b>	<b>36</b>
<b>3.3.2.</b>	<b><i>Diseño estructural mesa y pedestal módulo de selección .....</i></b>	<b>38</b>
<b>3.3.3.</b>	<b><i>Representación mecánica en 3D de las estaciones de trabajo.....</i></b>	<b>40</b>
3.3.3.1.	<i>Banda transportadora y base módulo de evaluación .....</i>	41
3.3.3.2.	<i>Banda transportadora y base módulo de selección.....</i>	42
<b>3.3.4.</b>	<b><i>Diseño de piezas en 3D .....</i></b>	<b>43</b>
3.3.4.1.	<i>Palet.....</i>	43
3.3.4.2.	<i>Base .....</i>	43
3.3.4.3.	<i>Tapa.....</i>	44
3.3.4.4.	<i>Pasador.....</i>	45
<b>3.4.</b>	<b>Diseño neumático del proceso .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.1.</b>	<b><i>Selección de elementos neumáticos .....</i></b>	<b>46</b>
3.4.1.1.	<i>Electroválvula airtac 4V110-06.....</i>	46
3.4.1.2.	<i>Cilindro doble efecto camozzi cdema 20/200.....</i>	47

3.4.1.3.	<i>Ventosas SMC</i> .....	48
3.4.2.	<b><i>Diagrama esquemático de la etapa de evaluación</i></b> .....	48
3.4.3.	<b><i>Diagrama esquemático de la etapa de selección</i></b> .....	49
3.5.	<b>Diseño eléctrico y de control para el proceso</b> .....	50
3.5.1.	<b><i>Dimensionamiento de dispositivos de protección</i></b> .....	50
3.5.1.1.	<i>Consumo de corriente para el módulo de evaluación</i> .....	50
3.5.1.2.	<i>Consumo de corriente para el módulo de selección</i> .....	51
3.5.2.	<b><i>Dimensionamiento de conductores eléctricos</i></b> .....	52
3.5.3.	<b><i>Selección de componentes eléctricos y electrónicos</i></b> .....	52
3.5.3.1.	<i>Pasarela Wecon V-BOX series HG</i> .....	53
3.5.3.2.	<i>PLC Schneider TM221CE16T</i> .....	53
3.5.3.3.	<i>PLC Delta DVP 32ES2-E RE</i> .....	54
3.5.3.4.	<i>Sensor inductivo HS-LJ18A3-5-Z/BX</i> .....	55
3.5.3.5.	<i>Sensor magnético Airtac CMS 020</i> .....	56
3.5.3.6.	<i>Sensores retro reflectivo PE18-R2P3</i> .....	57
3.5.3.7.	<i>Sensores emisor receptor</i> .....	57
3.5.3.8.	<i>Botonera y botones pulsadores</i> .....	58
3.5.3.9.	<i>Luces indicadoras y medidor de voltaje</i> .....	59
3.5.3.10.	<i>Fuente conmutada de 24 voltios DC</i> .....	59
3.5.3.11.	<i>Fuente weidmuller 24VDC</i> .....	60
3.5.3.12.	<i>Breaker Siemens 4A</i> .....	61
3.5.3.13.	<i>Breaker LS 6A</i> .....	62
3.5.3.14.	<i>Breaker Camsco 4A</i> .....	62
3.5.3.15.	<i>Interfaz de comunicación DB25-MG6</i> .....	63
3.5.3.16.	<i>Relé camsco MY2</i> .....	64
3.5.3.17.	<i>Borneras</i> .....	65
3.5.3.18.	<i>Cable UTP Ethernet</i> .....	65
3.5.3.19.	<i>Cable DB25 hembra macho</i> .....	66
3.5.3.20.	<i>Canaleta ranurada y riel DIN</i> .....	66

3.5.4.	<i>Diagrama esquemático de la etapa de evaluación</i> .....	67
3.5.5.	<i>Diagrama esquemático de la etapa de selección</i> .....	69
<b>3.6.</b>	<b>Estructura de programación y configuración del proceso</b> .....	<b>72</b>
3.6.1.	<i>Señales de entradas y salida</i> .....	72
3.6.1.1.	<i>Etapa de evaluación</i> .....	73
3.6.1.2.	<i>Etapa de selección</i> .....	73
3.6.2.	<i>Diagrama grafcet</i> .....	74
3.6.2.1.	<i>Grafcet del proceso de evaluación</i> .....	74
3.6.2.2.	<i>Grafcet del proceso de selección</i> .....	75
3.6.3.	<i>Obtención de ecuaciones del proceso</i> .....	76
3.6.3.1.	<i>Evaluación</i> .....	76
3.6.3.2.	<i>Selección</i> .....	77
3.6.4.	<i>Software de programación PLC</i> .....	78
3.6.4.1.	<i>EcoStruxure Machine</i> .....	78
3.6.4.2.	<i>ISPSoft</i> .....	78
3.6.5.	<i>Programación de PLC</i> .....	79
3.6.5.1.	<i>Diagrama de flujo módulo de evaluación</i> .....	79
3.6.5.3.	<i>Programación ladder módulo de evaluación</i> .....	83
3.6.5.4.	<i>Programación del PLC DELTA</i> .....	85
<b>3.7.</b>	<b>Acceso a la plataforma V-NET Access</b> .....	<b>87</b>
3.7.1.	<i>Diseño y disposición de la red</i> .....	87
3.7.2.	<i>Creación de la cuenta V-NET</i> .....	87
3.7.3.	<i>Registro y Configuración del Gateway V-Box en la plataforma V-NET</i> .....	88
3.7.4.	<i>Exportación de datos hacia la plataforma V-NET</i> .....	90
<b>3.8.</b>	<b>Etapa de diseño WEB-SCADA</b> .....	<b>92</b>
3.8.1.	<i>Diseño del WEB- SCADA en la plataforma V-NET</i> .....	92
3.8.1.1.	<i>Arquitectura</i> .....	92
3.8.1.2.	<i>Uso de color</i> .....	92
3.8.1.3.	<i>Comandos y entradas de datos</i> .....	93



<b>3.8.2. Desarrollo del CLOUD- SCADA .....</b>	<b>93</b>
3.8.2.1. Portada.....	94
3.8.2.2. Menú principal.....	94
3.8.2.3. Estación de evaluación .....	95
3.8.2.4. Estación de selección.....	95
3.8.2.5. Lotes de Piezas .....	96

## **CAPÍTULO IV**

<b>4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>97</b>
<b>4.1. Implementación y acondicionamiento de los módulos didácticos.....</b>	<b>97</b>
<b>4.2. Análisis de vulnerabilidades al Gateway IIOT WECON.....</b>	<b>98</b>
<b>4.2.1. Análisis de resultados de vulnerabilidades obtenidas.....</b>	<b>99</b>
4.2.1.1. Resultado del análisis a la pasarela de comunicación WECON V-BOX.....	99
4.2.1.2. Resultados del escaneo de vulnerabilidades a Gateway IIOT WECON.....	100
4.2.1.3. Identificación de ataques en Gateway IIOT WECON .....	101
<b>4.3. Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado.....</b>	<b>102</b>
<b>4.4. Funcionamiento de Red .....</b>	<b>104</b>
4.4.1. Pruebas de conectividad PC- PLC Schneider.....	104
4.4.2. Pruebas de conectividad PC- PLC Delta .....	105
4.4.3. Pruebas de conectividad PC- GATEWAY IIOT .....	106
<b>4.5. Análisis de encuesta para validación del sistema IIOT. ....</b>	<b>108</b>
<b>4.6. Análisis de costos.....</b>	<b>115</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Comparación entre la industria 4.0 y el IIOT. ....	6
<b>Tabla 2-2:</b>	Comparativa entre softwares de escaneo para vulnerabilidades. ....	9
<b>Tabla 3-2:</b>	Análisis comparativo entre PLCs Schneider, Delta, Allen Bradley y Siemens ....	13
<b>Tabla 4-2:</b>	Criterios para la selección de sensores. ....	18
<b>Tabla 5-2:</b>	Análisis comparativo entre sensor retro reflectivo y ultrasónico. ....	19
<b>Tabla 6-2:</b>	Análisis comparativo entre sensor inductivo, capacitivo, magnético y difuso. ....	19
<b>Tabla 7-2:</b>	Análisis comparativo de ventosas.....	21
<b>Tabla 8-2:</b>	Elementos neumáticos presentes en la repotenciación.....	22
<b>Tabla 9-2:</b>	Comparativa de dispositivos IIOT.....	24
<b>Tabla 10-2:</b>	Comparativa de variantes del protocolo modbus. ....	26
<b>Tabla 11-2:</b>	SCADA tradicional VS Cloud SCADA. ....	28
<b>Tabla 1-3:</b>	Hardware del módulo de evaluación. ....	31
<b>Tabla 2-3:</b>	Hardware del módulo de selección.....	32
<b>Tabla 3-3:</b>	Ponderaciones según el criterio del usuario.....	34
<b>Tabla 4-3:</b>	Evaluación técnica de la etapa de evaluación. ....	34
<b>Tabla 5-3:</b>	Evaluación técnica de la etapa de selección.....	35
<b>Tabla 6-3:</b>	Medidas estructurales mesa módulo de evaluación. ....	37
<b>Tabla 7-3:</b>	Medidas estructurales pedestal módulo de evaluación. ....	38
<b>Tabla 8-3:</b>	Medidas estructurales mesa módulo de selección.....	39
<b>Tabla 9-3:</b>	Medidas estructurales pedestal módulo de selección.....	40
<b>Tabla 10-3:</b>	Características de la electroválvula monoestable 5/2 airtac. ....	46
<b>Tabla 11-3:</b>	Principales características del cilindro doble efecto cdema20/200. ....	47
<b>Tabla 12-3:</b>	Principales características de la ventosa. ....	48
<b>Tabla 13-3:</b>	Descripción de los elementos neumáticos para el módulo de evaluación. ....	49
<b>Tabla 14-3:</b>	Descripción de los elementos neumáticos para el módulo de selección. ....	49
<b>Tabla 15-3:</b>	Consumo de los elementos de la carga 1 del módulo de evaluación.....	51
<b>Tabla 16-3:</b>	Consumo del elemento de la carga 2 del módulo de evaluación.....	51
<b>Tabla 17-3:</b>	Consumo de los elementos de la carga 1 del módulo de selección. ....	52
<b>Tabla 18-3:</b>	Consumo del elemento de la carga 2 del módulo de selección. ....	52
<b>Tabla 19-3:</b>	Principales características de la pasarela Wecon V-BOX.....	53
<b>Tabla 20-3:</b>	Principales características del PLC Schneider TM221CE16T.....	54
<b>Tabla 21-3:</b>	Principales características del PLC Delta DVP 32ES2-E RE. ....	55
<b>Tabla 22-3:</b>	Principales características del sensor inductivo HS-LJ18A3-5-Z/BX.....	56
<b>Tabla 23-3:</b>	Principales características del sensor magnético.....	56

<b>Tabla 24-3:</b>	Características del sensor retro reflectivo PE18-R2P3. ....	57
<b>Tabla 25-3:</b>	Características del sensor emisor receptor. ....	58
<b>Tabla 26-3:</b>	Principales características de la fuente de 24V en DC. ....	60
<b>Tabla 27-3:</b>	Principales características de la fuente weidmuller. ....	61
<b>Tabla 28-3:</b>	Principales características del breaker siemens. ....	61
<b>Tabla 29-3:</b>	Principales características del breaker LS. ....	62
<b>Tabla 30-3:</b>	Principales características del breaker camco. ....	63
<b>Tabla 31-3:</b>	Principales características de la interfaz de comunicación DB25-MG6. ....	64
<b>Tabla 32-3:</b>	Principales características del relé camco MY2. ....	64
<b>Tabla 33-3:</b>	Principales características del cable UTP ethernet. ....	66
<b>Tabla 34-3:</b>	Elementos del esquema de conexión del módulo de evaluación. ....	67
<b>Tabla 35-3:</b>	Elementos del esquema de conexión del módulo de selección. ....	70
<b>Tabla 36-3:</b>	Asignación de entradas y salidas para el módulo de evaluación. ....	73
<b>Tabla 37-3:</b>	Asignación de entradas y salidas para el módulo de selección. ....	73
<b>Tabla 38-3:</b>	Definición de ecuaciones para el módulo de evaluación. ....	77
<b>Tabla 39-3:</b>	Definición de ecuaciones para el módulo de selección. ....	77
<b>Tabla 40-3:</b>	Dirección IP de los dispositivos. ....	87
<b>Tabla 41-3:</b>	Uso de color para el HMI. ....	92
<b>Tabla 42-3:</b>	Descripción de los botones utilizados en cloud scada. ....	93
<b>Tabla 43-3:</b>	Representación de los elementos en el cloud scada. ....	94
<b>Tabla 1-4:</b>	Puertos y servicios activos encontrados en el dispositivo. ....	100
<b>Tabla 2-4:</b>	Vulnerabilidades encontradas con NESSUS y NMAP. ....	100
<b>Tabla 3-4:</b>	Validación del módulo de selección. ....	103
<b>Tabla 4-4:</b>	Comunicación entre PC – PLC Schneider. ....	104
<b>Tabla 5-4:</b>	Comunicación entre PC – PLC Delta. ....	106
<b>Tabla 6-4:</b>	Comunicación entre PC – WECON V-BOX series H-G. ....	107
<b>Tabla 7-4:</b>	Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 1. ....	109
<b>Tabla 8-4:</b>	Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 2. ....	110
<b>Tabla 9-4:</b>	Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 3. ....	111
<b>Tabla 10-4:</b>	Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 4. ....	112
<b>Tabla 11-4:</b>	Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 5. ....	113
<b>Tabla 12-4:</b>	Comprobación antes de la realización de la práctica entre preguntas. ....	114
<b>Tabla 13-4:</b>	Comprobación después de la realización de la práctica entre preguntas. ....	114
<b>Tabla 14-4:</b>	Análisis económico para la implementación. ....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Arquitectura IIOT.....	7
<b>Figura 2-2:</b>	Estructura básica de un controlador lógico programable. ....	11
<b>Figura 3-2:</b>	Lenguajes de programación que soporta el PLC.....	12
<b>Figura 4-2:</b>	Principio de funcionamiento de un sensor. ....	14
<b>Figura 5-2:</b>	Principio de funcionamiento de un sensor inductivo. ....	15
<b>Figura 6-2:</b>	Principio de funcionamiento sensor magnético. ....	16
<b>Figura 7-2:</b>	Principio de funcionamiento, sensor emisor receptor .....	17
<b>Figura 8-2:</b>	Principio de funcionamiento, sensor retro reflectivo .....	17
<b>Figura 9-2:</b>	Nivel OSI. ....	23
<b>Figura 1-3:</b>	Concepción del sistema.....	33
<b>Figura 2-3:</b>	Estado de la estructura del módulo de evaluación. ....	34
<b>Figura 3-3:</b>	Estado de la estructura del módulo de selección.....	35
<b>Figura 4-3:</b>	Diseño de la mesa para el módulo de evaluación. ....	37
<b>Figura 5-3:</b>	Diseño del pedestal para el módulo de evaluación. ....	38
<b>Figura 6-3:</b>	Diseño de la mesa para el módulo de selección.....	39
<b>Figura 7-3:</b>	Diseño del pedestal para el módulo de selección.....	40
<b>Figura 8-3:</b>	Representación banda del módulo de evaluación. ....	41
<b>Figura 9-3:</b>	Representación del módulo de evaluación.....	41
<b>Figura 10-3:</b>	Representación banda del módulo de selección.....	42
<b>Figura 11-3:</b>	Representación módulo de selección.....	42
<b>Figura 12-3:</b>	Diseño del palet.....	43
<b>Figura 13-3:</b>	Diseño de la base.....	44
<b>Figura 14-3:</b>	Diseño de la tapa. ....	44
<b>Figura 15-3:</b>	Diseño del pasador. ....	45
<b>Figura 16-3:</b>	Diseño del ensamblaje de la pieza. ....	45
<b>Figura 17-3:</b>	Símbolo neumático de la electroválvula. ....	46
<b>Figura 18-3:</b>	Válvula monoestable 5/2 airtac. ....	46
<b>Figura 19-3:</b>	Símbolo del cilindro de doble efecto. ....	47
<b>Figura 20-3:</b>	Cilindro camozzi cdema 20/200.....	47
<b>Figura 21-3:</b>	Ventosa. ....	48
<b>Figura 22-3:</b>	Diagrama esquemático del módulo de evaluación.....	48
<b>Figura 23-3:</b>	Diagrama esquemático del módulo de selección. ....	49
<b>Figura 24-3:</b>	Wecon V-BOX.....	53
<b>Figura 25-3:</b>	PLC Schneider TM221CE16T. ....	54

<b>Figura 26-3:</b> PLC Delta DVP 32ES2-E RE.....	55
<b>Figura 27-3:</b> Sensor inductivo HS-LJ18A3-5-Z/BX. ....	55
<b>Figura 28-3:</b> Sensor magnético Airtac CMS 020 .....	56
<b>Figura 29-3:</b> Sensor retro reflectivo PE18-R2P3.....	57
<b>Figura 30-3:</b> Sensor emisor-receptor.....	58
<b>Figura 31-3:</b> Botonera y botones pulsadores .....	58
<b>Figura 32-3:</b> Luces indicadoras y medidor de voltaje .....	59
<b>Figura 33-3:</b> Fuente de 24 V en DC.....	60
<b>Figura 34-3:</b> Fuente weidmuller.....	60
<b>Figura 35-3:</b> Breaker siemens .....	61
<b>Figura 36-3:</b> Breaker LS. ....	62
<b>Figura 37-3:</b> Breaker camco .....	63
<b>Figura 38-3:</b> Interfaz DB25-MG6.....	63
<b>Figura 39-3:</b> Relé camco. ....	64
<b>Figura 40-3:</b> Borneras.....	65
<b>Figura 41-3:</b> Cable UTP Ethernet. ....	65
<b>Figura 42-3:</b> Cable DB25.....	66
<b>Figura 43-3:</b> Canaleta ranurada y riel DIN.....	66
<b>Figura 44-3:</b> Diagrama de conexión para el módulo de evaluación.....	67
<b>Figura 45-3:</b> Distribución de elementos eléctricos para el módulo de evaluación.....	68
<b>Figura 46-3:</b> Distribución para el cuadro de control del módulo de evaluación. ....	68
<b>Figura 47-3:</b> Implementación final del tablero eléctrico del módulo de evaluación. ....	69
<b>Figura 48-3:</b> Implementación final del cuadro de control del módulo de evaluación. ....	69
<b>Figura 49-3:</b> Diagrama de conexión para el módulo de selección. ....	70
<b>Figura 50-3:</b> Distribución de elementos eléctricos para el módulo de selección. ....	71
<b>Figura 51-3:</b> Distribución para el cuadro de control del módulo de selección.....	71
<b>Figura 52-3:</b> Implementación final del tablero eléctrico del módulo de selección. ....	72
<b>Figura 53-3:</b> Implementación final del cuadro de control del módulo de selección. ....	72
<b>Figura 54-3:</b> Grafcet módulo de evaluación.....	74
<b>Figura 55-3:</b> Grafcet módulo de selección. ....	75
<b>Figura 56-3:</b> Diagrama de flujo del módulo de evaluación. ....	80
<b>Figura 57-3:</b> Diagrama de flujo del módulo de selección.....	83
<b>Figura 58-3:</b> Ladder para activar en set del módulo de evaluación. ....	84
<b>Figura 59-3:</b> Ladder para activar en reset del módulo de evaluación. ....	84
<b>Figura 60-3:</b> Ladder para la activación de salidas del módulo de evaluación.....	85
<b>Figura 61-3:</b> Ladder para activar en set del módulo de selección.....	85

<b>Figura 62-3:</b> Ladder para activar en set del módulo de selección.....	86
<b>Figura 63-3:</b> Ladder para la activación de salidas del módulo de selección .....	86
<b>Figura 64-3:</b> Disposición para la conexión de la red. ....	87
<b>Figura 65-3:</b> Creación de la cuenta V- NET.....	88
<b>Figura 66-3:</b> Interfaz de ingreso a la plataforma V-NET.....	88
<b>Figura 67-3:</b> Registro del código del dispositivo WECON V- Box.....	89
<b>Figura 68-3:</b> Creación del grupo general TESIS_EVA_SELE.....	89
<b>Figura 69-3:</b> Configuración del puerto para el módulo de evaluación.....	90
<b>Figura 70-3:</b> Configuración del puerto para el módulo de selección. ....	90
<b>Figura 71-3:</b> Variables para el módulo de evaluación para el SCADA. ....	91
<b>Figura 72-3:</b> Variables para el módulo de selección para el SCADA.....	91
<b>Figura 73-3:</b> Configuración del web cloud.....	93
<b>Figura 74-3:</b> Portada cloud scada. ....	94
<b>Figura 75-3:</b> Menú principal cloud scada.....	95
<b>Figura 76-3:</b> Estación de evaluación del cloud scada. ....	95
<b>Figura 77-3:</b> Estación de selección del cloud scada. ....	96
<b>Figura 78-3:</b> Lote de piezas del cloud scada. ....	96
<b>Figura 1-4:</b> Módulo de evaluación y selección antes.....	98
<b>Figura 2-4:</b> Módulo de evaluación y selección después. ....	98
<b>Figura 3-4:</b> Escaneo de la dirección objetivo. ....	99
<b>Figura 4-4:</b> Escaneo de vulnerabilidades con NISSUS. ....	100
<b>Figura 5-4:</b> Explotación de vulnerabilidades con Metasploit. ....	101
<b>Figura 6-4:</b> Pagina número 1 de vulnerabilidades VulDB.....	102
<b>Figura 7-4:</b> Evidencia de tres pruebas de clasificación realizadas. ....	102
<b>Figura 8-4:</b> Evidencia de una prueba test ping PC- PLC Schneider. ....	104
<b>Figura 9-4:</b> Evidencia de una prueba test ping PC- PLC Delta. ....	105
<b>Figura 10-4:</b> Evidencia de una prueba Test ping PC- WECON V- BOX series H-G. ....	107
<b>Figura 11-4:</b> Evidencia de una práctica realizada a un grupo de estudiantes.....	108
<b>Figura 12-4:</b> Análisis de resultados pregunta 1. ....	109
<b>Figura 13-4:</b> Análisis de resultados pregunta 2. ....	110
<b>Figura 14-4:</b> Análisis de resultados pregunta 3. ....	111
<b>Figura 15-4:</b> Análisis de resultados pregunta 4. ....	112
<b>Figura 16-4:</b> Análisis de resultados pregunta 5. ....	113
<b>Figura 17-4:</b> Grafica después de la normalización de los datos por niveles. ....	114

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable
<b>IIoT</b>	Internet Industrial de las Cosas
<b>OSI</b>	Sistemas abiertos de interconexión
<b>VDC</b>	Voltaje en Corriente Continua
<b>VCA</b>	Voltaje en Corriente Alterna
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>TCP</b>	Protocolo de control de transmisión
<b>ms</b>	Milisegundos
<b>mm</b>	Milímetros
<b>SCADA</b>	Supervisión, Control y Adquisición de Datos

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Hoja de datos Gateway WECON V-BOX

**ANEXO B:** Hoja de datos PLC-SCHNEIDER

**ANEXO C:** Hoja de datos PLC-DELTA

**ANEXO D:** Hoja de datos RÉLE MY2

**ANEXO E:** Planos de los elementos estructurales del módulo de evaluación y selección.

**ANEXO F:** Manual de instalación de herramientas para vulnerabilidades

**ANEXO G:** Guías de practicas



## RESUMEN

El presente proyecto técnico tuvo como objetivo la implementación de un sistema automatizado de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos basado en el Internet Industrial de las Cosas (IIOT), en el laboratorio de Automatización Industrial Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En la etapa 1 se utilizó un controlador lógico programable (PLC) Schneider TM221CE16T, actuadores neumáticos, una banda transportadora y sensores para determinar el tipo de pasador. Para la etapa 2 se incluyó un PLC Delta DVP 32ES2 que activa las bobinas dentro de las válvulas por medio de sensores, dando movimiento a los actuadores neumáticos. Además, de una banda transportadora que lleva la pieza hasta la zona de clasificación y lo sujeta mediante ventosas, clasificándolas según el tipo de pasador. La etapa final involucra la supervisión y control remoto implementado mediante el Gateway IIOT marca WECON. Para ello, se desarrolló un sistema SCADA en la nube V-NET utilizando el software V-NET ACCESS. El análisis de vulnerabilidades del dispositivo IIOT se llevó a cabo en cuatro fases: la primera consistió en recopilar información relevante sobre el sistema. En la segunda fase, se escanearon los puertos y servicios mediante el uso de NMAP. Posteriormente, en la tercera fase, se explotaron las vulnerabilidades detectadas utilizando NESSUS. Finalmente, en la cuarta fase se llevó a cabo la detección de posibles ataques con la herramienta Metasploit. Como resultados de las pruebas de conectividad, se determinó que no se pierden paquetes de los enviados en un máximo de 36 ms. Por tanto, se puede concluir que la red tiene una latencia de comunicación mínima. Del análisis de vulnerabilidades se obtuvo que el Gateway IIOT no presenta vulnerabilidades críticas ni exploits disponibles. Por lo tanto, se concluye que no es posible atacar este dispositivo en la actualidad. Se recomienda ampliar la revisión de las vulnerabilidades de los dispositivos de comunicación industriales.

**Palabras clave:** < INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS (IIOT)>, < SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL SCADA>, <WECON (HARDWARE)>, <NMAP (SOFTWARE)>, <VNET ACCESS (SOFTWARE)>, <ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES>.



**0499-DBRA-UTP-2023**

## ABSTRACT

The objective of this technical project was to implement an automated supervision and control system, which allows to evaluate and select the assembly of plastic and metallic materials based on the Industrial Internet of Things (IIoT) in the Industrial Automation laboratory of the Faculty of Computer Science and Electronics of The Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Stage 1 used a Schneider TM221CE16T programmable logic controller (PLC), pneumatic actuators, a conveyor belt, and sensors to determine the pin type. For stage 2, a Delta DVP 32ES2 PLC was included that activates the coils inside the valves by sensors, giving movement to the pneumatic actuators, in addition to a conveyor belt that takes part to the classification area and holds it by suction cups, classifying them according to the type of pin. The final stage involves supervision and remote control implemented through the WECON brand IIOT Gateway. A V-NET cloud SCADA system was developed using the V-NET ACCESS software. The IIOT device vulnerability analysis was carried out in four phases: the first consisted of collecting relevant information about the system. In the second phase, ports and services were scanned using NMAP. Subsequently, in the third phase, the vulnerabilities detected using NESSUS were exploited. Finally, in the fourth phase, the detection of possible attacks was carried out with the Metasploit tool. As a result of the connectivity tests, it was determined that packets sent in a maximum of 36ms were not lost. Therefore, it is concluded that the network has a minimum communication latency. The vulnerability analysis showed that the IIOT Gateway does not present critical vulnerabilities or available exploits. Therefore, it is concluded that it is not currently possible to attack this device. It is recommended to expand the review of the vulnerabilities in industrial communication devices.

**Keywords:** <INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT)>, <SCADA SUPERVISORY AND CONTROL SYSTEM>, <WECON (HARDWARE)>, <NMAP (SOFTWARE)>, <VNET ACCESS (SOFTWARE)>, <NMAP (SOFTWARE) >, <VNET ACCESS (SOFTWARE)>, <VULNERABILITY ANALYSIS>.



Lenin Iván Lara Olivo

0602546103

## **INTRODUCCIÓN**

La integración del Internet Industrial de las Cosas (IIOT) está cambiando el mundo de la fabricación y de la automatización, permitiendo realizar tareas en el menor tiempo posible, aprovechando las materias primas y fabricando un producto de calidad. Ya que incluye sistemas de red ciber-físicos como: máquinas, sensores, personas y cloud computing que pueden comunicarse e interactuar en tiempo real para monitorizar, controlar y analizar datos. Actualmente los sistemas IIOT son muy utilizados por sus ventajas en el sector industrial para diferentes aplicaciones. En Europa la mayoría de las industrias han optado por migrar a la nueva era industrial convirtiendo sus procesos automáticos en inteligentes, por lo contrario, en América Latina sus industrias son de carácter manual o semi-automáticos, específicamente en Ecuador, este tipo de sistemas aún no se implementan y se encuentran en proceso de desarrollo. Por lo tanto, un aprendizaje orientado a la nueva era industrial es esencial para aumentar la productividad y el crecimiento del país. Esta misión recae sobre los nuevos profesionales que se encuentran en una etapa de formación por parte de las universidades en el ámbito de la automatización y control de procesos industriales, como es el caso de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El presente proyecto lleva como tema “La implementación de un sistema automatizado de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos basado en IIOT” y se implementa en la ESPOCH dentro de la facultad de informática y electrónica en el laboratorio de automatización industrial. Este sistema permitirá a los estudiantes adquirir destrezas y habilidades para profundizar sus conocimientos teóricos y prácticos sobre las nuevas tecnologías que surgen en la nueva era industrial.

El siguiente trabajo consta de cuatro capítulos, en el cual el capítulo I detalla el diagnóstico del problema, seguido del capítulo II correspondiente al Marco Teórico donde se realiza una revisión bibliográfica de los requerimientos del sistema implementado, por consiguiente, el capítulo III describe el Marco Metodológico en donde se analiza los requerimientos técnicos para el desarrollo del sistema automatizado, consiguientemente se realiza un diagnóstico técnico de los módulos de evaluación y selección, después se detalla el diseño mecánico, neumático y eléctrico seguido del detalle de los elementos que se utiliza en la implementación, posteriormente se realiza la programación, configuración del proceso y el diseño del cloud SCADA y para terminar el presente capítulo se detalla las herramientas y el procedimiento para el análisis de vulnerabilidades de la pasarela de comunicación WECON V-BOX serie H-AG. Finalmente en el capítulo IV se presentan los resultados de la automatización de los módulos de evaluación y selección con base en una comunicación IIOT . Además, se presenta los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidades para un posible hackeo externo al Gateway IIOT WECON V-BOX series H-G.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En este capítulo se explica el origen del problema que se pretende resolver con este proyecto técnico, se explica la importancia del proyecto a través de la justificación teórica y aplicada, también se presenta los objetivos y la institución a la que va dirigida la solución desarrollada en esta tesis.

### 1.1. Antecedentes

La aparición de la tecnología digital a fines del siglo XX ha ayudado a administrar varias acciones y monitorear dispositivos individuales donde los usuarios los necesitaban. Desde entonces, la necesidad constante de ordenadores cambió la industria, agregando comunicación entre los controladores lógicos programables, logrando así una operación ordenada y precisa (Domínguez, 2003, pp.5-7).

En los últimos años se dispone de herramientas para analizar y realizar diversas tareas en el campo de la automatización y control. La industria exige procesos con mayor velocidad, seguridad y exactitud, para un producto final de alta calidad, por eso se hace uso de varios procesos y/o sistemas que simplifican este trabajo. Entre ellos están los sistemas automatizados basados en una nueva tecnología emergente llamada IIOT (Rodríguez Penin, 2008, pp.275-279).

El internet industrial de las cosas (IIOT), es una tendencia que está transformando el mundo de la industria en cuanto a fabricación y automatización, ya que se trata de una red de dispositivos que se pueden conectar y transferir datos entre sí, es decir el IIOT es la integración e interacción de sistemas de red ciber-físicos como: máquinas, sensores, personas y el cloud computing, que se pueden comunicar e interactuar en tiempo real para monitorizar, controlar y analizar datos. Por otra parte, de acuerdo con el informe de porcentaje mundial de plataformas de IIoT (2020), el campo de la fabricación y producción industrial se encuentra con el 50% del total de plataformas conectadas a esta tecnología, siendo este el campo que más abarca dispositivos conectados a una red (Valencia y Portilla, 2018, pp.2-5). En la actualidad, los sistemas IIOT se utilizan ampliamente en la industria para diversos fines debido a sus ventajas. En Europa, la mayoría de las industrias han optado por la transición a una nueva era industrial sustituyendo los procesos automáticos por inteligentes, mientras que en América Latina siguen funcionando de forma manual o semiautomática, específicamente en Ecuador, todavía no es visible una política pública o el interés privado para dar ese salto. (Vásquez & Morocho, 2021, pp.1-3) Por lo tanto, un aprendizaje orientado a la nueva era industrial es esencial para aumentar la productividad y el crecimiento del país. Esta

misión recae sobre los nuevos profesionales que se encuentran en una etapa de formación por parte de las universidades en el ámbito de la automatización y control de procesos industriales, como es el caso de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

La carrera de Electrónica y Automatización perteneciente a la facultad de informática y electrónica cuenta con una variedad de procesos educativos de carácter industrial con el fin de motivar el aprendizaje de los estudiantes mediante el manejo de sensores, actuadores y PLC's. Sin embargo, el aprendizaje no se encuentra enfocado en sistemas de monitorización y control con miras al uso del Internet Industrial de las Cosas.

### **1.2. Justificación teórica**

Actualmente la automatización industrial es uno de los campos más importantes en la industria, ya que es responsable de realizar las tareas dentro de un tiempo mínimo brindando un producto de calidad y que con la integración del IIOT ayudan a mantener una comunicación constante entre las máquinas, los sensores y las personas, lo que permite tomar decisiones en tiempo real basadas en datos para ofrecer una asistencia técnica completa en todo momento. De acuerdo con los precedentes, existe una gran oferta en el sector industrial, ya que la demanda de este servicio se consolida y se convierte en la clave para el control eficaz de cualquier proceso automatizado.

Con el fin de motivar la manipulación y el aprendizaje de los estudiantes mediante el uso práctico de sensores, actuadores y PLC, la Facultad de Informática y Electrónica por medio de su laboratorio de automatización proporciona una variedad de procesos educativos de carácter industrial. Sin embargo, el aprendizaje no se enfoca en sistemas de supervisión y control con la utilización del Internet Industrial de las Cosas. Entonces, se ha visto en la obligación de realizar este proyecto para que los estudiantes conozcan estos temas de gran importancia y que por medio de prácticas de laboratorio pueden generar, destrezas, habilidades y reforzar los conocimientos adquiridos a través de este proyecto a desarrollar.

### **1.3. Justificación aplicativa**

Con miras al desarrollo de los principios de la nueva era industrial se implementó un sistema automatizado de supervisión y control basado en IIOT para un proceso de evaluación y selección para el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos que se ubicara el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Electrónica y Automatización.

La propuesta tiene el siguiente fin, conectar los dispositivos como la PC o dispositivos móvil por medio de un enrutador permitiendo la conexión hacia la nube V-NET a través de internet, en la cual la WECON V-BOX se enlaza con los PLCs de cada módulo permitiendo la recolección de

las variables del proceso para realizar el monitoreo remoto las cuales, serán visualizadas en la nube a través de un SCADA. Esto permite una recopilación de datos más sencilla, gestión de alarmas ante un posible fallo, mantenimiento preventivo del proceso, almacenamiento y monitoreo en tiempo real.

Los módulos permitieron evaluar y seleccionar el tipo de pasador de la pieza ensamblada, en donde el módulo de evaluación consta de una banda transportadora que lleva la pieza hasta la zona de evaluación, por medio de sensores detectan la pieza determinando el tipo de pasador si es plástico o metálico que llega del proceso base/tapa/pasador. Una vez determinado el tipo de pasador en el módulo anterior se procede al módulo de selección, quien es el responsable de elegir a cuál de los procesos corresponde la pieza respectivamente. Para la sujeción de la pieza se consideró dos ventosas, las cuales garantiza un transporte seguro de la pieza y por medio de elementos neumáticos y de sensores permiten llevar a cabo los movimientos de los ejes dando a conocer que si el movimiento es hacia a la izquierda el pasador es de tipo metálico o a la derecha si es de plástico. Todo este proceso está controlado a través de dos controladores lógicos programables, para finalmente transferir los datos de manera fiable y segura a la plataforma V-NET para la supervisión y control en tiempo real.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. *Objetivo general***

Implementar un sistema automatizado de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos basados en IIOT.

##### **1.4.2. *Objetivos específicos***

- Diagnosticar el estado del arte para conocer la situación general de los procesos de evaluación y selección.
- Analizar los requerimientos para diseñar un sistema automatizado de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos con control IIOT.
- Implementar un sistema automatizado en el proceso base-tapa-pasador con base en una comunicación remota IIOT.
- Evaluar el funcionamiento del sistema automatizado con prioridad ante un hackeo externo y determinar vulnerabilidades.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hace una revisión de conceptos relacionados con la temática del proyecto técnico. Se presenta una introducción al internet de las cosas industriales, se describe los elementos esenciales para llevar a cabo este proyecto técnico, entre los principales destacan: PLC, sensores, Gateway IIoT o también llamado pasarela. Un requerimiento esencial es que todo permanezca interconectado lo que lleva a un estudio profundo y de análisis de redes industriales, y la forma de presentar los datos a través de una interfaz gráfica en la nube.

#### 2.1. Automatización industrial

Permite el uso de máquinas que integran la mecánica, la electricidad y la informática, con las cuales se puede automatizar procesos industriales y sistemas de control asistidos por ordenadores interconectados y robots para el control de diversos procesos. Los ordenadores realizan cada vez más tareas que antes hacían los humanos porque pueden guardar información y emitir juicios más rápidamente que las personas. Debido a que cada ciclo de producción está automatizado, cada etapa se puede completar de manera rápida y eficiente, lo que da como resultado un producto de mayor calidad (Nieto, 2006, pp. 121-122).

##### 2.1.1. Jerarquía de un sistema de automatización

Según Lee y Yang (2014, p. 10), la complejidad de los sistemas de automatización industrial da lugar a una serie de prácticas técnicas, algunas de las cuales se mencionan brevemente a continuación:

- **Nivel de campo:** se introducen numerosos dispositivos, como los sensores y los actuadores. Su función principal es transmitir la información de los procesos y las máquinas al siguiente nivel para su propio análisis. También se incluye el uso de actuadores para regular los valores de los parámetros del proceso.
- **Nivel de control:** se refiere a la adquisición de los datos del nivel anterior necesarios para ejecutar el algoritmo de control. Este nivel se encarga entonces de coordinar la comunicación entre los distintos controladores entre niveles.
- **Nivel de supervisión y control de producción:** se centra en los equipos automáticos y los sistemas de supervisión que ofrecen funciones de control como la supervisión de parámetros, la activación y la paridad, entre otras.
- **Nivel de información o empresarial:** se sistematizan una serie de procedimientos relacionados con la producción, como la planificación de esta, el análisis de clientes y mercados, las compras y las ventas.

### 2.1.2. Estructura de un sistema automatizado

Contiene una parte de control que tiene como finalidad coordinar, observar y adaptar varias tareas, para ello se utilizan equipos tecnológicos como computadoras, controladores programables para procesos automatizados, controladores programables lógicos y otras herramientas para mejorar los procesos de producción, es decir, corregir los posibles problemas que puedan aparecer durante el funcionamiento sin la participación de un intermediario (Moreno, 1999, pp. 10-11).

## 2.2. Internet industrial de las cosas

Es una combinación entre el Internet de las cosas y la industria. El IIoT se centra en la comunicación entre máquinas, el big data y el aprendizaje automático, haciendo que las empresas e industrias sean más fiables y eficientes, lo que permite perfeccionar la funcionalidad de las máquinas, los ordenadores y los robots para mejorar los servicios y la producción a través de Internet (Aguilar, 2021, p. 127).

La IIoT va más allá de la simple conexión de aparatos de consumo cotidiano, como ocurre con los equipos físicos relacionados con la IOT. Lo que es distintivo es la interconexión entre la tecnología operativa (OT) y de la información (IT). OT es el término utilizado para describir la interacción entre los procesos operativos y los sistemas de control industrial (ICS), como los controladores, las interfaces hombre-máquina (HMI), los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) y los sistemas de control distribuido. Ofrece funciones totalmente nuevas para ayudar a las operaciones industriales modernas (Castillo, 2018, p. 11).

La industria 4.0 se centra en la coordinación de robots, sistemas integrados y automatización. En cambio, la IIoT se concentra en la gestión de dispositivos, la integración, la automatización industrial, las tecnologías de comunicación y el análisis predictivo. En la tabla 1-2 se compara estos dos conceptos.

**Tabla 1-2:** Comparación entre la industria 4.0 y el IIOT.

COMPARACIÓN DE LA INDUSTRIA Y IIOT	CONCEPTOS INDUSTRIALES	
	Industria 4.0	IIoT
Objetivos tecnológicos	Automatización, sistemas embebidos, robótica	Automatización industrial, comunicación, integración, y administración de dispositivos, análisis predictivo, etc.
Área de aplicación	Hardware	Hardware, Software integrados

Fuente: Gallo Castillo, 2018.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 2.2.1. Procesamiento en la nube

Mediante el procesamiento en la nube a través de una red de comunicaciones, los usuarios pueden recibir un acceso remoto y dinámico a un conjunto compartido de recursos informáticos reconfigurables, incluyendo redes, servidores, almacenamiento y aplicaciones. El consumidor

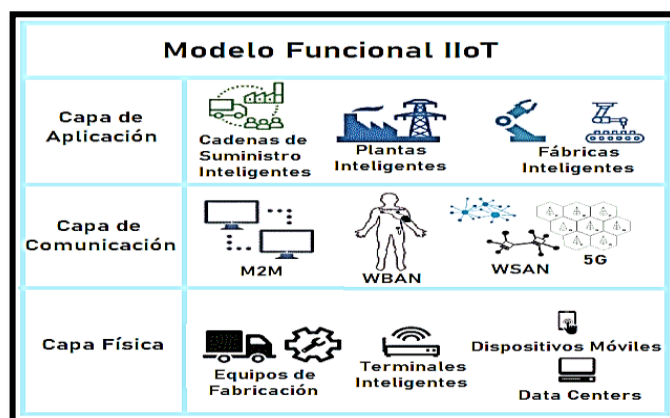


debe poder acceder a la infraestructura virtualizada utilizando procedimientos estandarizados y claros, lo que permite al cliente tener privacidad y seguridad en todos los procesos. El software debe contener todas las capacidades necesarias para funcionar de forma fiable durante todo el proceso, incluso en el caso de un fallo deliberado. Esto requiere la capacidad de soportar múltiples errores, reducir los daños y reanudar el funcionamiento normal (Fernando, 2013, pp. 5-6).

### 2.2.2. Arquitectura IIoT

Según Xu et al (2018, pp. 78240-78241) existen tres niveles primordiales que regularmente se muestran en la arquitectura IIoT, como se muestra en la figura 1-2.

- **Capa de Aplicación:** Abarca una amplia gama de aplicaciones industriales, como las cadenas de suministro, las fábricas inteligentes y otras. Para permitir una supervisión rápida, un control preciso, una gestión eficaz y una agregación de datos segura, estas aplicaciones industriales inteligentes utilizan múltiples sensores y actuadores.
- **Capa de Comunicación:** Sirven como un enrutador ya que integran múltiples redes de comunicación, como redes inalámbricas de sensores y actuadores (WSAN), 5G, M2M, SDN. Al servir como red o punto de conexión con otros dispositivos, estas estrategias permiten la conexión de diversos sensores y actuadores en aplicaciones industriales inteligentes.
- **Capa Física:** Comprende dispositivos físicos que pueden estar conectados a pequeñas o grandes redes mediante cables o de forma inalámbrica; como sensores, actuadores, equipos de fabricación y otros.



**Figura 1-2:** Arquitectura IIOT.

Fuente: (Luna et al. 2017, p. 1704)

### 2.3. Vulnerabilidades en sistemas informáticos

Una vulnerabilidad es alguna característica o circunstancia de debilidad de un recurso informático la cual es susceptible de ser explotada por una amenaza, intencional o accidentalmente. Las

vulnerabilidades pueden provenir de muchas fuentes, desde el diseño o implementación de los sistemas, los procedimientos de seguridad, los controles internos, etc. Se trata en general de protecciones inadecuadas o insuficientes, tanto físicas como lógicas, procedimentales o legales de alguno de los recursos informáticos. Las vulnerabilidades al ser explotadas resultan en fisuras en la seguridad con potenciales impactos nocivos para la organización (Ayerbe, 2018, p. 41).  
tadas resultan en fisuras en la seguridad con potenciales impactos nocivos para la organización (Ayerbe, 2018, p. 41).

### **2.3.1. Herramientas para el escaneo, análisis y explotación de vulnerabilidades**

**NMAP.** - Es un software gratuito y de código abierto de análisis de redes y auditoría de seguridad, disponible actualmente para cualquier sistema operativo; para este caso específico se utiliza Nmap para Linux (Lyon, 2017, p. 1). Este software proporciona una gran cantidad de información del dispositivo a analizar, la cual consiste a partir de la dirección IP recopilar información de la dirección MAC y los puertos activos. Cuyo objetivo es proporcionar un listado de puertos y servicios activos del dispositivo en donde muestra el número de puerto, el protocolo de comunicación, el nombre del servicio y su estado, es decir, activo o inactivo.

**NESSUS.** - Es un programa de escaneo de vulnerabilidades en diversos sistemas operativos. Realiza el escaneo en el sistema objetivo, y el cliente (basado en consola o gráfico) que muestra el avance e informa sobre el estado de los escaneos (Damore, 2006, p. 1).

**Snort.** - Es un sistema de detección de intrusos en red, libre y gratuito. El sistema de detección de intrusiones basado en red implementa un motor de detección de ataques y barrido de puertos que permite registrar, alertar y responder ante cualquier anomalía en tiempo real (Costas Santos, 2014).

**Ethereal.** - Es un analizador de paquetes de información totalmente recomendado para profesionales ya que incluso muestra la información por tipos. Se podrá capturar los datos tanto desde la red como desde una captura de disco ya que soporta más de 20 formatos distintos y más de 300 protocolos (Ayerbe, 2018).

**Kali Linux.** - Kali Linux es una distribución de Linux de código abierto basada en Debian para diversas tareas de seguridad de la información, como pruebas de penetración, investigación de seguridad, informática e ingeniería inversa (Offensive Security, 2023, p. 1). Actualmente existen varias distribuciones gratuitas de Linux disponibles para fines de hacking.

**Metasploit.** - Es un programa que contiene más de 900 exploits diferentes, es decir, vulnerabilidades conocidas, que pueden utilizarse para comprobar fallos en un sistema informático (KeepCoding, 2022, pp. 1-2). Esta herramienta viene integrada con la instalación de kali Linux, y se utiliza para analizar las vulnerabilidades encontradas con los programas NMAP y NESSUS.

### 2.3.1.1. Selección de herramientas para el análisis de vulnerabilidades

El sistema operativo adecuado para realizar el análisis de vulnerabilidades es Kali Linux, ya que este software es una distribución de Linux avanzada para pruebas de penetración y auditorías de seguridad, y es la mejor opción en cuanto a hacking (Offensive Security, 2023, p. 1). En cuanto a las herramientas para el escaneo de vulnerabilidades en la tabla 2-2 se compara dos tipos de software y se selecciona el más adecuado.

**Tabla 2-2:** Comparativa entre softwares de escaneo para vulnerabilidades.

Característica	NESSUS	Ethereal	Snort
Software libre	Si	Si	Si
Fácil instalación	Si	No	No
Trabaja netamente con Linux	Si	No	No
Trabaja con otras plataformas	Si	Si	Si
Genera reportes	Si	No	No
Analizador de protocolos	No	Si	Si
Herramienta de evaluación de seguridad	Si	No	No
Es rentable reduce el tiempo y costo de seguridad en el escaneo	Si	No	No

**Fuente:** Alvarado & Montesdeoca,2017.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

Después de comparar los diferentes softwares en la tabla 2-2, se decidió trabajar con Nessus debido a su fácil instalación y rentabilidad. Además, esta herramienta de evaluación de seguridad reduce el tiempo y el costo del escaneo, lo que la convierte en una opción ideal para nuestro proyecto.

## 2.4. Controlador lógico programable (PLC's)

Con la llegada de los controladores lógicos programables a finales de la década de los 60s y principios de los 70s, la industria tuvo un cambio importante, que ha facilitado de forma notable que los procesos de producción tengan alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. En un comienzo fueron denominados PC (Controlador Programable), pero con la llegada de los ordenadores IBM cambiaron su nombre por el de PLC y se utilizaron para sustituir a los relés, ya que sus capacidades se reducían únicamente al control ON/OFF (dos posiciones) en las máquinas y procesos industriales. La gran diferencia con los controles por relé fue la facilidad de instalación, el bajo coste y la facilidad de autodiagnóstico (Jara y Pacheco, 2014, pp. 56-57).

También denominado autómatas programables, se define como una forma especial de controlador basado en microprocesador que incluye una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones como lógica, secuenciación, temporización, conteo y aritmética. Con el

fin de controlar máquinas y procesos, el PLC está diseñado para ser operado por ingenieros incluso con un conocimiento limitado de computadoras y lenguajes de programación. Además, los PLC pueden considerarse ordenadores especiales para uso industrial debido a que no se ven afectados por la vibración, la temperatura, la humedad y el ruido. Lo que significa que es un controlador de área abierta y que podría programarse fácilmente utilizando un lenguaje simple que se ocupa principalmente de la lógica y las operaciones de conmutación (Lashin, 2014, pp. 1-3).

#### **2.4.1. *Funcionamiento general del PLC***

Según Shankar (2008, pp. 2-3) el funcionamiento del PLC se basa en el escaneo continuo de programas. Dicho proceso de escaneo consta de tres fases que se describen a continuación.

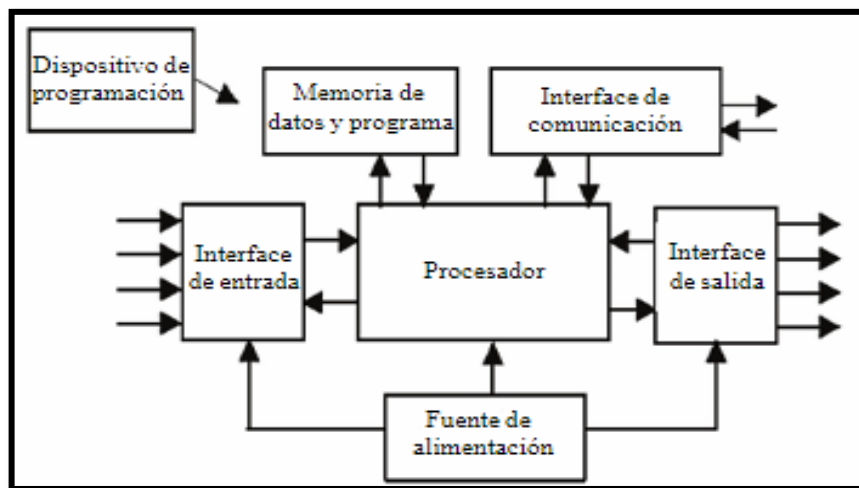
- En primer lugar, el PLC verifica cada una de sus entradas para observar cuál está encendida o apagada. Es decir, comprueba si un interruptor, sensor, actuador, etc. se encuentra encendido o apagado. Seguidamente la información recibida por el procesador en esta etapa se almacena en la memoria para ser utilizada en los siguientes pasos.
- En segundo lugar, ejecuta una instrucción tras otra basándose en el programa y según el estado de la entrada recibida en el paso anterior, y se toman las acciones apropiadas. La acción puede ser la activación de determinadas salidas y los resultados deben almacenarse en la memoria para su posterior recuperación.
- Finalmente, comprueba las señales de salida y las corrige si es necesario. Los cambios se realizan en función del estado de la entrada leída en el primer paso y del resultado del programa en el segundo. Después, el PLC vuelve al principio del ciclo y repite estos pasos continuamente.

#### **2.4.2. *Estructura general del PLC***

La estructura del PLC se compone principalmente de los siguientes elementos, que se ilustran en la figura 2-2 y se describen a continuación (Bolton, 2007, p. 4).

- **Unidad central de procesamiento (CPU):** Es la unidad que contiene el microprocesador el cual interpreta las señales de entrada y realiza las acciones de control de acuerdo con el programa almacenado en su memoria.
- **Fuente de alimentación:** Es necesaria para convertir la tensión de CA de la red en baja tensión de CC necesaria para el procesador y los circuitos de los módulos de interfaz de entrada y salida. Sin un sistema de alimentación adecuado, el PLC no puede funcionar con normalidad, por lo que los fabricantes también prestan mucha atención al diseño y fabricación de estas unidades.

- **El dispositivo de programación:** Se utiliza para introducir el programa necesario en la memoria del procesador. El programa se desarrolla en un entorno de programación y luego se transfiere a la unidad de memoria del PLC.
- **El bloque de memoria:** almacena el programa que se utilizará para las acciones de control que realizará el microprocesador, así como los datos de entrada y salida que se procesarán y se entregarán.
- **La interfaz de entrada:** Se utiliza para la comunicación entre los elementos de entrada como sensores y la unidad central de almacenamiento (CPU).
- **La interfaz de salida** se utiliza para comunicar la CPU y los elementos de salida (actuadores). Descodifican y amplifican las señales de la CPU antes de enviarlas a las salidas.



**Figura 2-2:** Estructura básica de un controlador lógico programable.

Fuente: (Luna et al. 2017, p. 1704)

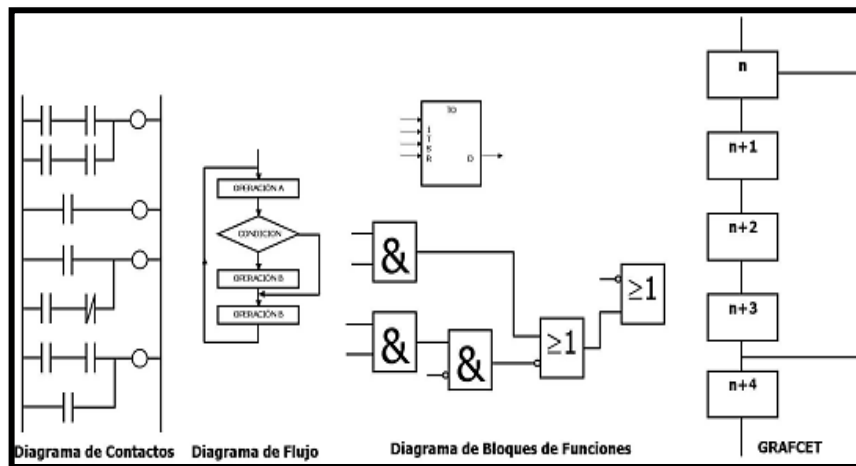
### 2.4.3. Lenguaje de programación que soporta el PLC

Desde 1970, el PLC ha sido el eje principal de la automatización industrial y durante mucho tiempo ha proporcionado un campo diferenciado de investigación, desarrollo y aplicación, principalmente para la Ingeniería de Control. Actualmente, el PLC es utilizado en sistemas de control más complejos, por lo que se hizo necesaria la aparición de lenguajes de programación más potentes y flexibles (Frey y Litz, 2000, p. 2431).

El estándar IEC1131-1 se ha enfocado en estandarizar los lenguajes de programación para los PLC. Existen varias opciones, como la lógica de escalera (LD), el diagrama de bloques de funciones (FBD), la lista de instrucciones (IL) y el diagrama de flujo continuo (SFC), que son lenguajes gráficos de alto nivel y se ilustran en la Figura 4-2 (Arvilla y Kerguelen, 2003, pp. 12-13).

El lenguaje Ladder también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es el más usado por los desarrolladores, debido a que está basado en esquemas eléctricos de control clásicos. Además,

la lógica de escalera proporciona una visualización gráfica en tiempo real del funcionamiento del programa y de la máquina (Baresi, 2003, pp. 2-3).



**Figura 3-2:** Lenguajes de programación que soporta el PLC.

Fuente: (Arvilla y Kerguelen, 2003, p. 45)

#### 2.4.4. Principales marcas de PLC

En general, los PLC se encargan de leer las señales recogidas por los distribuidores, y pueden programarse en distintos lenguajes para establecer una comunicación con otros dispositivos involucrados en el proceso. No obstante, las marcas de PLC incorporan propiedades específicas en sus productos con el fin de hacerlos más competitivos en el mercado (GSL Industrias, 2021). Entre las más destacadas, se encuentran:

**Schneider Electric.** – Proporciona tecnología de punta con conectividad Ethernet, ciberseguridad incorporada y la potencia de procesamiento necesaria para el análisis de Big Data y la protección contra vulnerabilidades de los activos industriales conectados, a través de dispositivos o en la nube. Además, estos PLCs disponen de una plataforma llamada EcoStruxure™, la cual cuenta con una arquitectura única, abierta y habilitada para IoT, lo que permite la innovación en todos los niveles (Schneider Electric, 2022).

**Delta.** - Se enfoca en proporcionar soluciones para diversas aplicaciones en las que el presupuesto juega un papel fundamental. Cada aplicación cuenta con un PLC específico, y mediante la utilización de módulos externos es posible obtener un mayor número de variables y un control más adecuado a las necesidades del usuario. Asimismo, ofrecen aplicaciones de alta velocidad que son estables y altamente confiables para todo tipo de máquinas de automatización industrial. Además, Delta cuenta con una plataforma llamada ISPsoft, la cual cuenta con una arquitectura única, abierta y habilitada para IoT, lo que permite la innovación (Delta, 2020).

**Allen-Bradley.** - Cuenta con una amplia línea de PLCs, que incluye modelos micro, pequeños y grandes, además de un sistema de control distribuido que facilita el control de la tecnología en toda una planta de fabricación. Entre los aspectos destacables de los PLCs de Allen-Bradley se

encuentra su eficiencia energética y su capacidad para ocupar poco espacio, lo que los convierte en uno de los PLCs más eficientes del mercado. Sin embargo, su precio puede ser elevado para pequeñas y medianas industrias (Boltronic, 2017).

**Siemens.** – Ofrece una amplia gama de controladores SIMATIC para satisfacer diversos requisitos de automatización. Su línea de productos incluye controladores básicos, avanzados, distribuidos y de software, que ofrecen una escalabilidad impresionante e integración de funciones. Además, Siemens cuenta con una plataforma llamada Tia Portal que permite encontrar soluciones de automatización óptimas para cada aplicación (Siemens, 2020). Sin embargo, es importante destacar que este software no cuenta con una arquitectura abierta ni es de índole gratuita.

#### 2.4.4.1. Selección del controlador lógico programable (PLC)

En la tabla 3-2 se realiza una comparativa de los controladores lógicos programables (PLCs) que pueden ser consideradas para la realización del proyecto.

**Tabla 3-2:** Análisis comparativo entre PLCs Schneider, Delta, Allen Bradley y Siemens

Características / Marcas		Schneider	Delta	Allen Bradley	Siemens
Alimentación AC y DC		Si	Si	No	Si
Software de programación gratuito		Si	Si	No	No
Capacidad de expansión de entradas y salidas digitales		Si	Si	Si	Si
Puerto de comunicación ethernet	9/7 Entradas-Salidas	Si	No	No	Si
	16/16 Entradas-Salidas	No	Si	No	No
Comunicación MODBUS		Si	Si	No	No
Disponibilidad en el mercado local		Si	Si	No	Si
Precio accesible	9/7 Entradas-Salidas	300\$	180\$	520\$	430\$
	16/16 Entradas-Salidas	560\$	300 \$	750\$	640\$

**Fuente:** (Siemens, 2022; Schneider, Electric 2022; Allen-Bradley, 2022; Delta,2021)

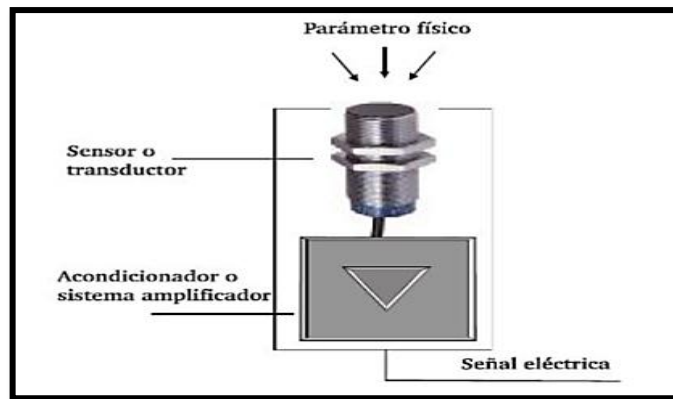
**Realizado por:** Paz, X; Iza, B,2023.

Según el análisis de la tabla 3-2, se seleccionó los controladores lógicos programables de Schneider y Delta para el desarrollo de la implementación de los módulos de trabajo. Esto se debe principalmente al hecho de que ambos controladores manejan el protocolo Modbus y ofrecen software de programación gratuito. Además, se ha tomado en consideración el número de entradas y salidas necesarias para cada módulo, siendo la versión Schneider de 9 entradas y 7 salidas, y la versión Delta de 16 entradas y 16 salidas, las mismas que cuentan con un puerto de comunicación Ethernet y un precio accesible, lo que las convierte en las mejores opciones disponibles.

## 2.5. Sensores

Se define como un dispositivo capaz de transformar un tipo de variable física (fuerza, temperatura, velocidad, etc.) y convertirla en una señal óptica, eléctrica o mecánica como se muestra en la

figura 4-2. Estos dispositivos cumplen un papel fundamental en la industria de la automatización, ya sea para detectar la presencia de un objeto o algún tipo de material en una línea de producción. En el ámbito industrial, existen varias opciones de sensores como: ópticos, inductivos, magnéticos, fotoeléctricos, capacitivos, etc., cuyo uso dependerá de los requerimientos del sistema a automatizar (Daneri 2009, pp. 47-100).



**Figura 4-2:** Principio de funcionamiento de un sensor.

Fuente: (Jaramillo y Moposita, 2014, p. 43)

De acuerdo con Escalona Moreno (2007, pp. 7-10) un tipo de sensor ideal es aquel en el que la relación entre el valor de salida y la magnitud de entrada sea claramente proporcional y tenga una respuesta instantánea para todos los elementos del mismo tipo. Sin embargo, la respuesta de los sensores o transductores no es completamente lineal, ya que su alcance es limitado y a menudo se ven afectados por perturbaciones externas. Por lo tanto, hay un conjunto de características que determinan su comportamiento, que se describen a continuación.

- **Precisión:** La precisión debe ser lo más alta posible. Esta característica significa que, existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable o a su vez es el error de medida máximo permitido.
- **Fiabilidad:** El sensor debe proporcionar una alta fiabilidad y no debe estar sujeto a fallos con frecuencia durante el funcionamiento.
- **Calibración:** Debe ser sencillo de calibrar y no debe necesitar una recalibración con frecuencia. El tiempo y los procedimientos necesarios para realizar el proceso de calibración deben minimizarse tanto como sea posible.
- **Rango de funcionamiento:** Debe poseer un rango de funcionamiento amplio y que debe ser exacto, preciso en todo el intervalo de operación.
- **Velocidad de respuesta:** Debe ser capaz de responder a ciertos cambios en la variable detectada en un mínimo tiempo, idealmente debería ser una respuesta inmediata.



- **Linealidad:** Es lineal si existe una única constante de proporcionalidad que relaciona los incrementos de la señal de salida con los correspondientes incrementos de la señal de entrada en todo el rango de medición.

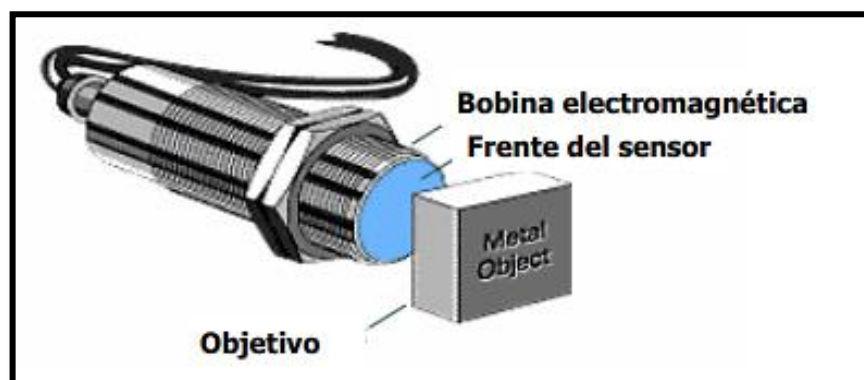
### 2.5.1. Tipos de sensores

Debido a la variedad de sensores disponibles en el mercado para la medida de distintas magnitudes físicas, la clasificación para el estudio debe realizarse según un criterio preciso; estos pueden ser el suministro de energía, la señal de salida, modo de funcionamiento y el tipo de relación entrada-salida. En función de la señal de salida, los sensores pueden clasificarse como analógicos o digitales. En el analógico, se produce una señal continua proporcional al valor medido, que varía a lo largo tiempo. En los digitales, la salida cambia de estado en uno o cero lógicos (encendido o apagado) cuando detecta un cambio en un fenómeno físico, o de magnitud. Tomando en cuenta estas características de los sensores desde el punto de vista electrónico y en función de los parámetros: resistencia, capacitancia, inductancia, carga o corriente entre otros, la clasificación puede reducirse aún más (Ávila y Pulido, 2015, pp. 16-17).

#### 2.5.1.1. Sensor inductivo

Los sensores inductivos son sensores compuestos por una bobina que genera un campo electromagnético, que sirve para detectar la presencia de un objeto metálico. Se componen esencialmente de tres etapas: la etapa de oscilación, la etapa de conmutación y la etapa de salida, que en general constituyen el principio de funcionamiento del sensor (Daneri, 2009, pp. 58-59).

El principio de funcionamiento se puede observar en la figura 5-2, en primera instancia cuando el objetivo metálico ingresa al campo magnético generado por la bobina, se inducen corrientes parasitas dentro el objetivo por lo que, genera una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. Esto es evaluado por la etapa de conmutación que, al alcanzar cierta amplitud, controla la etapa de salida y de esta forma el sensor se activa (Escalona Moreno, 2007, pp. 21-22).



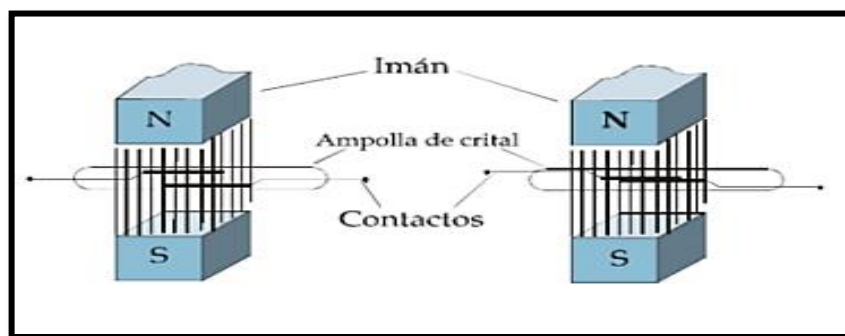
**Figura 5-2:**Principio de funcionamiento de un sensor inductivo.

Fuente: (Canto, 2008, p-5)

Algunas de las características más importantes son: la mayoría de los modelos están fabricados en acero inoxidable apto para uso industrial, alta repetibilidad para una lectura y detección precisas, conexión de 2, 3 o 4 hilos para una mayor flexibilidad y fácil instalación, etc. (Lema y Tierra, 2014, pp. 49-50).

### 2.5.1.2. Sensor magnético

Este tipo de sensores, similares a los sensores inductivos, tienen un oscilador integrado (circuito oscilante LC). Sin embargo, la gran diferencia radica en la bobina oscilante la cual, no tiene un diseño de núcleo de media carcasa que crea un campo magnético dirigido hacia el exterior, sino una bobina con un núcleo de carcasa cerrada. Un dato importante es que estos sensores reaccionan únicamente a campos magnéticos, pero no a objetos metálicos, de ahí su gran diferencia respecto a los inductivos (Ebel, 2002, pp. 25-26). El sensor magnético es capaz de detectar los campos magnéticos, independientemente de si están causados por imanes o por corrientes eléctricas. Como se observa en la figura 6-2 el principio de funcionamiento se basa en un interruptor de láminas formado por dos placas metálicas ferromagnéticas colocadas en una ampolla de vidrio que contiene vacío, estas laminas abren o cierran un circuito eléctrico dependiendo de su configuración (Jaramillo y Moposita, 2014, p. 48).

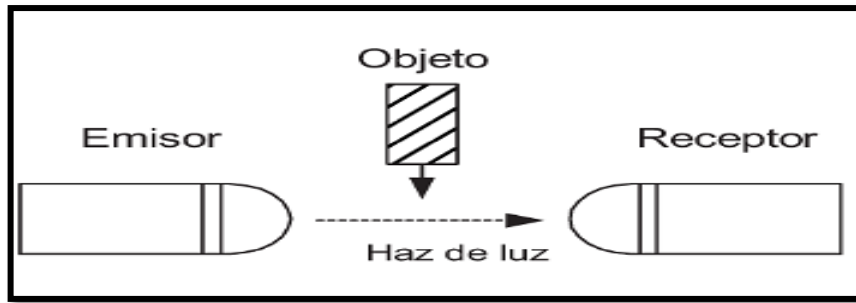


**Figura 6-2:**Principio de funcionamiento sensor magnético.

Fuente:(Jaramillo y Moposita, 2014, p. 49)

### 2.5.1.3. Sensor emisor-receptor

En este tipo de sensores el emisor y el receptor se instalan uno frente al otro y cuando un objeto pasa entre estos dispositivos interrumpe la luz emitida y reduce la cantidad luz que ingresa, como se muestra en la figura 7-2. Esta reducción en la intensidad de luminosidad se utiliza para detectar un objeto. Además, el alto nivel de energía óptica que posee le permite tener un largo alcance, pudiendo trabajar también en ambientes polvorientos, con humo, etc. (Daneri, 2009, pp. 65-66).



**Figura 7-2:**Principio de funcionamiento, sensor emisor receptor

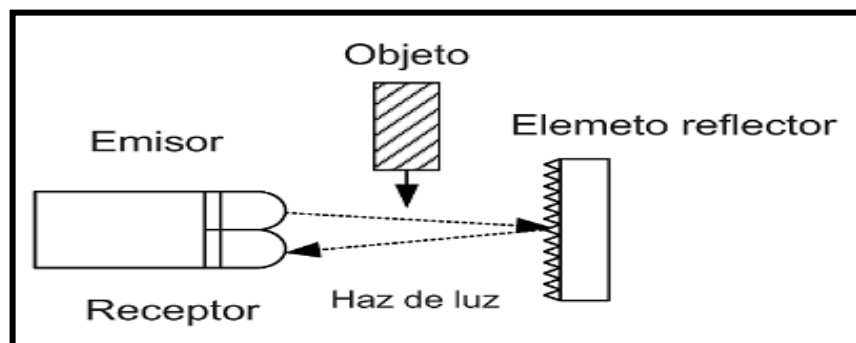
Fuente: (Daneri, 2009, p. 67)

Daneri (2009, p. 68) describe algunas de las principales características de este tipo de sensores, que se describen a continuación.

- Operación estable y largas distancias de detección que van desde varios centímetros a varias decenas de metros.
- La posición de detección no se ve afectada por los cambios en la trayectoria del objeto de detección.

#### 2.5.1.4. Sensor retro reflectivo

En este tipo de sensores el transmisor y el receptor están instalados en la misma carcasa. La luz del transmisor se refleja hacia el receptor mediante un dispositivo instalado en el lado opuesto. Cuando el objeto corta la luminosidad reduce la intensidad recibida de luz como se observa en la figura 8-2. Esta reducción permitirá detectar los objetos independientemente del material del que estén hechos, por ejemplo, madera, metal, plástico, etc. (Suarez y Tamayo, 2016, pp. 3-4).



**Figura 8-2:**Principio de funcionamiento, sensor retro reflectivo

Fuente: (Daneri, 2009, p. 68)

Suarez y Tamayo (2016, p. 5) describen algunas de las principales características de este tipo de sensores, que se describen a continuación.

- La operación no se ve muy afectada por el color o el ángulo de detección de objetos.
- La luz atraviesa dos veces el objeto de detección, lo que hace que estos sensores sean adecuados para detectar objetos transparentes.

- Es posible que no se detecten los objetos con acabado de espejo porque la cantidad de luz que se refleja en el receptor de tales superficies brillantes hace que parezca que no hay objeto de detección estuviera presente.

### 2.5.2. Criterio de selección de sensores

La elección se basa en la determinación del sensor más adecuado, en función del material del objeto a detectar. Por ejemplo, si el objeto es metálico, se necesita un sensor inductivo o, a su vez, si el objeto es de plástico, se necesitan sensores de tipo capacitivo. Además, es necesario tener en cuenta las magnitudes físicas que se miden, así como los parámetros mencionados en la sección anterior, que influyen en la elección del sensor en función de los requisitos del sistema (Escalona Moreno, 2007, pp. 10-13). Los criterios de selección de los sensores se enumeran en la tabla 4-2.

**Tabla 4-2:** Criterios para la selección de sensores.

<b>Criterios para la selección de sensores</b>	
<b>Por las características de alimentación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencia</li> <li>• Potencia</li> <li>• Estabilidad</li> <li>• Tensión</li> <li>• Corriente</li> </ul>
<b>Por las características de entrada-salida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impedancia</li> <li>• Sensibilidad</li> <li>• Por la forma de señal: unipolar, flotante</li> <li>• Tipo: Corriente, tensión, frecuencia entre otros.</li> </ul>
<b>Por la magnitud a medir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnitudes interferentes</li> <li>• El tiempo de respuesta</li> <li>• Ancho de banda</li> <li>• Resolución</li> <li>• Margen de medida</li> <li>• Exactitud deseada</li> </ul>
<b>Por las condiciones del proceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura ambiente</li> <li>• Nivel de protección</li> <li>• Nivel de vibraciones</li> </ul>
<b>Otros factores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Peso</li> <li>• Vida útil</li> <li>• Costos de adquisición</li> <li>• Disponibilidad</li> <li>• Costos de mantenimiento</li> <li>• Costos de sustitución</li> </ul>

**Fuente:** Jaramillo y Moposita, 2014

**Realizado por:** Paz, X; Iza, B, 2023.

### 2.5.2.1. Comparativa de sensores para la detección del posicionamiento de la pieza

En la tabla 5-2 se realiza una comparativa entre las características más relevantes de dos tipos de sensores que basan su funcionamiento en la detección de objetos a través de haces de luz, para ello se hace referencia al alcance de detección, costo, disponibilidad en el mercado, velocidad y presión de respuesta.

**Tabla 5-2:** Análisis comparativo entre sensor retro reflectivo y ultrasónico.

Elemento	Óptico retro reflectivo	Ultrasónico
Objeto detectable	Detención afectada por materiales/ colores del objeto	Detección no afectada por materiales/ colores del objeto
Distancia de detección	<200m	<15m
Precisión	Alta	Baja
Velocidad de respuesta	Rápida	Lenta
Polvo/agua	Afectado	Inmune
Rango de medición	Pequeño	Grande
Costo	20-300\$	200-1000\$

Realizado por: Paz, X; Iza, B, 2023.

Con base a la comparativa expuesta en la tabla 5-2, se determina que el sensor óptico reflectivo es la mejor elección para el sistema automatizado, ya que su rango de detección (<200m) es el más adecuado, ofrece una rápida velocidad y precisión en la respuesta, lo que resulta ideal para el posicionamiento de la pieza. Además, su precio accesible y resistencia al polvo/agua lo hacen una opción económica y práctica.

### 2.5.2.2. Comparativa de sensores para la detección de materiales

En la tabla 6-2 se realiza una comparativa entre las características más relevantes de los sensores de proximidad que basan su funcionamiento en la detección de objetos en función del material que está construido, para ello se hace referencia al alcance de detección, costo, disponibilidad en el mercado, velocidad y presión de respuesta.

**Tabla 6-2:** Análisis comparativo entre sensor inductivo, capacitivo, magnético y difuso.

Elemento	Inductivo	Capacitivo	Magnético	Difuso
Objeto detectable	Piezas metálicas.	Cualquier material no metálico.	Piezas metálicas e imantadas.	Cualquier tipo de material.
Distancia de detección	<80mm	<60mm	<80mm	<70mm
Precisión	Alta	Alta	Alta	Alta
Velocidad de respuesta	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida
Trabajo en entornos hostiles: polvo, vibraciones y golpes	Si	No	Si	No

Ausencia de desgaste	No	Si	Si	No
Costo	25-200\$	40-200 \$	15-120\$	30-300 \$

**Realizado por:** Paz, X; Iza, B, 2023.

Tras comparar los diferentes sensores en la tabla 6-2, se ha seleccionado el sensor inductivo debido a que su rango de detección (< 80 mm) es el más adecuado para detectar piezas de tipo metálico, cuenta con protección contra golpes, vibraciones y tiene un costo accesible. Asimismo, se ha optado por el sensor magnético para la detección de los finales de carrera de cilindros neumáticos, ya que tiene un rango de detección de 80 mm, no presenta desgaste, trabaja en entornos hostiles y tiene un precio accesible. En consecuencia, estos sensores son la mejor opción económica y práctica para la implementación del proyecto.

## 2.6. Sistemas neumáticos

El estudio del aire comprimido y su aplicación para transmitir energía o realizar trabajo es llevado a cabo por la neumática, esta disciplina ha encontrado diversas aplicaciones dentro del entorno industrial, siendo una las opciones más utilizadas para automatizar procesos repetitivos por las siguientes ventajas: Limpieza, baja combustibilidad, alta velocidad de funcionamiento, fácil almacenamiento, baja susceptibilidad al aumento de temperatura y costo económico en comparación a otras formas de transmisión de energía y control (Festo, 2008). Los componentes de un sistema neumático están formados por: compresor y depósito, unidad de preparación de aire con filtro regulador lubricador, válvulas reguladoras de presión y/o válvulas de control direccional, circuito de control y actuadores neumáticos (Parker Products, 2019). Los mismos que se detallan a continuación:

**Compresor.** - Los actuadores neumáticos para funcionar deben recibir aire comprimido limpio y seco, el cual es producido a partir de un compresor. Los tipos más comunes de compresor son el de émbolo y de tornillo, ambos tipos, generalmente incluyen dispositivos adicionales que permiten reducir la humedad, el aceite, las impurezas y la temperatura del aire comprimido. Del compresor de tornillo se pueden enunciar las siguientes ventajas: adecuado para funcionar de manera continua, alta eficiencia, configurable en función a la carga de trabajo, larga vida útil, compacto y bajo nivel de ruido, sin embargo, sus costos de inversión al igual que su servicio son elevados (Parker Products, 2019).

**Unidad de preparación de aire.** - Tiene la finalidad de retener las partículas de suciedad del aire para evitar obstruir el paso del aire comprimido a través de válvulas, racores y otros elementos neumáticos, también elimina la humedad ya que esta puede causar oxidación. Permite regular la presión de aire del sistema y añadir una neblina de aceite al aire comprimido (Festo, 2008).

**Actuadores neumáticos.** – Es importante destacar que los cilindros neumáticos son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones industriales, debido a su capacidad de resistir altas cargas, su bajo costo y su fácil mantenimiento. Además, son altamente versátiles, ya que pueden adaptarse

a diferentes tamaños, formas y pesos de las piezas a mover. En resumen, los cilindros neumáticos son una opción confiable y efectiva para lograr un alto nivel de automatización en cualquier proceso industrial (Camozzi, 2018).

**Válvulas neumáticas.** - Las válvulas neumáticas son los dispositivos que dirigen y regulan aire comprimido; gobiernan la salida y entrada, el cierre o habilitación, la dirección, la presión y el caudal de aire comprimido (AIRTAC, 2020).

**Ventosas neumáticas.** – Son aquellas que se adhieren a diversas superficies, tanto planas como desiguales, y ofrecen una forma segura de mover y sujetar productos, automática o manualmente. Las ventosas se amoldan a la forma del objeto que se está manipulando sin causar ningún daño (AIRTAC, 2020).

• **Dimensionamiento de las ventosas neumáticas**

El dimensionamiento de la ventosa depende de cada caso de aplicación, por lo que es importante realizar una serie de cálculos y determinaciones de magnitudes físicas para garantizar un dimensionamiento adecuado. Para calcular el diámetro de la ventosa se utiliza la fórmula representada en la Ecuación 1. En el caso de la aspiración vertical, se deben considerar los siguientes parámetros.

- d: Diámetro de la ventosa en cm
- m: Masa de la pieza en Kg
- Pu: Depresión en bar
- n: número de ventosas
- μ: coeficiente de variación
- S: factor de seguridad

$$d = 1.12 \sqrt{\frac{m*s}{P_u*n*\mu}} \tag{1}$$

**Tabla 7-2:** Análisis comparativo de ventosas.

Ventosas planas sin tope	Ventosas planas con tope y muelle
Manipulación de objetos planos o ligeramente curvados, rígidos y lisos	Manipulación de objetos finos, flexibles, deformables, esféricos, cilíndricos, etc.
No se adaptan correctamente a la rugosidad de los materiales	Se adaptan correctamente a la rugosidad de los materiales
No presenta resistencia a los esfuerzos laterales y a las manipulaciones horizontales	Mayor resistencia a los esfuerzos laterales y a las manipulaciones horizontales

**Fuente:** (Pneumatic,2022; XCPC,2022; FASO, 2012

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

Según la tabla 7-2, las ventosas planas con tope y muelle son la mejor opción para la manipulación de piezas planas, finas, flexibles y con superficies rugosas. Estas ventosas tienen alta resistencia

a los esfuerzos laterales y manipulaciones horizontales, lo que las hace muy eficientes en diversas industrias. Además, su diseño las hace ideales para ensamblar piezas en condiciones de alta precisión y estabilidad.

### 2.6.1. Componentes neumáticos presentes en la repotenciación

La tabla 8-2 presenta una lista de los componentes neumáticos que están presentes para la repotenciación de los módulos de trabajo. Como se indica en la tabla, no es necesario realizar una selección de componentes ya que estos están predefinidos. Para obtener más información sobre los datos técnicos de los elementos, se recomienda consultar la sección 3.4 del capítulo metodológico.

**Tabla 8-2:** Elementos neumáticos presentes en la repotenciación.

Componentes	Característica	Marca
1 compresor	Voltaje AC 220, 3.5 HP	Campbell Hausfeld
1 filtro y 1 acumulador de aire comprimido	--	Campbell Hausfeld
5 cilindros doble efecto	1/10 bar	Camozzi
6 válvulas neumáticas	5 vías / 2 posiciones	Airtag
1 generador de vacío	--	Festo

Realizado por: Paz, X; Iza, B, 2023.

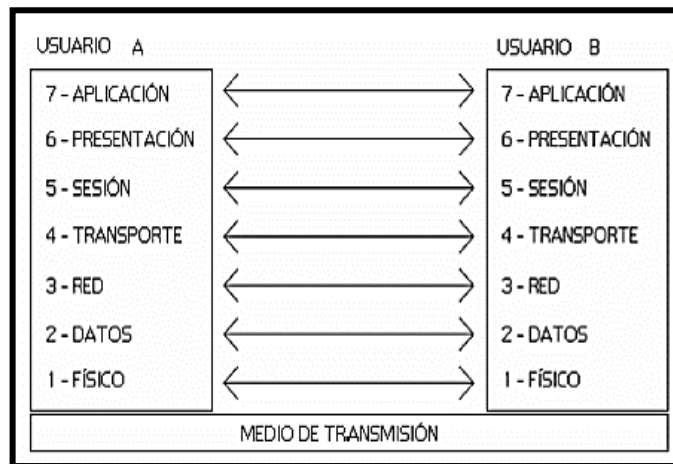
## 2.7. Redes de comunicación industrial

Desde la aparición de los controladores programables, también conocidos como PLC, se ha logrado reducir en gran medida la cantidad de material necesario para controlar una máquina. A partir de ahí, las señales entre los periféricos y el sistema de control, inicialmente analógicas y punto a punto, se convierten en un conjunto de señales capaces de transmitir información a través de un único medio de transmisión (buses de campo) gracias a un protocolo de comunicación que permite que una señal, por ejemplo, de un sensor, llegue a su destino. La posibilidad de conectar los controladores programables entre sí también permitió eliminar todo el cableado de control entre las máquinas, dejando sólo una línea de comunicación a través de la cual se podían coordinar todos los componentes del sistema, mediante la programación a distancia, la supervisión remota, el diagnóstico de los elementos conectados y el acceso a la información de forma casi instantánea. (Rodríguez Penin, 2008, pp. 2-3). Todos estos aspectos importantes están relacionados con la comunicación industrial, que es la base de cualquier arquitectura de un sistema de automatización, ya que proporciona un potente medio de intercambio de datos, capacidad de control y flexibilidad para conectar diferentes dispositivos. Además, impulsan escenarios de fabricación inteligente gracias a la comunicación en tiempo real entre máquinas y centros de control (Silva et al. 2015, pp. 1-2).



### 2.7.1. Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) es una herramienta de referencia para entender la comunicación entre dos sistemas en red. Divide los procesos de comunicación en siete capas como se observa en la figura 9-2. Cada capa realiza ciertas funciones para apoyar a los niveles superiores e inferiores. Las tres capas inferiores se centran en el paso del tráfico por la red, mientras que las cuatro capas superiores entran en juego en el sistema final para completar el proceso (Kumar, Dalal, Dixit, 2014, pp. 1-4).



**Figura 9-2:** Nivel OSI.

Fuente: (Rodríguez Penin, 2008, p. 23)

#### 2.7.1.1. Modelo OSI para las comunicaciones industriales

El modelo OSI de 7 capas propuesto ha demostrado ser ineficaz para su uso en comunicaciones industriales con requisitos de baja latencia debido a la sobrecarga que este modelo impone a cada etapa. Para superar este inconveniente, la mayoría de las redes industriales utilizan sólo tres capas: la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de aplicación; las características de estas capas se describen a continuación (Oliva, 2013, p. 200).

- La capa física define el medio físico utilizado en la transmisión y las características físicas del medio, como los niveles de tensión, el sistema de codificación, etc. La fiabilidad en este ámbito debe ser superior a la de las capas físicas utilizadas en las redes de oficina, manteniendo al mismo tiempo un requisito de bajo coste.
- La capa de enlace de datos define los formatos de las tramas y los mecanismos de protección contra errores durante la transmisión, y recoge y transmite los bits de la capa física en bloques.
- La capa de aplicación define las interfaces entre el usuario y el sistema y suele incluir la capa de usuario, llamada así porque suele ser la forma en que el usuario ve el bus de campo, aislado de las capas superiores.

### 2.7.2. Gateway IIoT

Las puertas de enlace de IoT industrial cierran la brecha entre el perímetro y la nube mediante la recopilación, el procesamiento y la estandarización de datos de sensores, dispositivos de E/S y PLC antes de enviarlos a la nube. Además, permite conectar cualquier dispositivo Modbus a la Ethernet para aplicaciones industriales y admite el acceso a Internet (LAN o Wifi) para aplicaciones de servicio remoto. Y la razón por la que se denominan pasarelas IIoT es porque estos dispositivos actúan como puertas de enlace para el flujo de información desde el borde (dispositivos y LAN) hasta la nube. Además, ofrecen una variedad de funciones para respaldar una mayor eficiencia en entornos de producción al permitir la conectividad entre equipos, dispositivos y sistemas. Entre sus principales características se encuentran la conectividad, la recopilación de datos, la comunicación, el procesamiento en tiempo real, la toma de decisiones y la supervisión de la producción, que proporcionan una visión más profunda de las oportunidades ocultas para reducir los residuos y optimizar los procesos (MachineMetrics, 2022).

#### 2.7.2.1. Análisis comparativo entre dispositivos Gateway IIOT

En la tabla 9-2 se realiza una comparativa respecto a las características de los dispositivos IIOT que pueden ser consideradas para el sistema IIOT del sistema automatizado.

**Tabla 9-2:** Comparativa de dispositivos IIOT.

Características	WECON V-BOX SERIES HG	EWON FLEXY 205	KING PIGEON BL105
Sistema Operativo	Linux	Nan	Nan
CPU	Cortex A7 528MHz	Nan	ARM9 300 MHz
Numero de puertos Ethernet	3	3	
Almacenamiento	128 Mb	30 Mb	128Mb
Alimentación	12 - 24VDC	12 - 24VDC	9 - 36VDC
Consumo de energía	<10w	<20w	<5w
Certificación	Clase A	Nan	Clase B
Soporte	Todas las marcas de PLC	No todas las marcas tienen soporte	Todas las marcas
Acceso a aplicación Android/Ios,	Si	No	No
Servicio en la nube gratuito	Si	Parcialmente	No
Disponibilidad de almacenamiento en la nube	Si	Si	Si

<b>Software de adquisición y diseño intuitivo</b>	Si	No	Si
<b>Sencillo de configurar</b>	Si	No	No
<b>Costo</b>	800 \$	1500 \$	2000 \$

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

Con base en la tabla 9-2, se selecciona el dispositivo Gateway IIOT de la marca WECON series HG como elemento de comunicación para el sistema IIOT. La elección se basa en varios factores, como la disponibilidad de almacenamiento en la nube de forma gratuita al comprar el dispositivo, la disponibilidad de una aplicación para Android/Ios, la robustez del sistema operativo (Linux) el cual proporciona seguridad y confiabilidad en los datos, que lo hace resistente a cualquier amenaza externa. Además, presenta un procesamiento rápido en términos de su CPU y un precio accesible.

### 2.7.3. Modbus

Fue desarrollado en 1979 por la empresa estadounidense MODICON, es público, relativamente fácil de implementar y flexible, y se ha convertido en uno de los protocolos más populares en los sistemas de automatización y control. El éxito de Modbus se debe a su relativa facilidad de uso al comunicar mensajes sin procesar sin restricciones de autenticación ni sobrecarga excesiva. También es un estándar abierto, se distribuye gratuitamente y cuenta con el respaldo general de los miembros de la Organización Modbus, que todavía opera en la actualidad (Knapp y Langill, 2015, pp. 123-124). MODBUS opera en modo maestro-esclavo (cliente-servidor), el maestro monitorea constantemente la comunicación con los esclavos. Los esclavos pueden devolver datos o ejecutarlos a petición del maestro. Además, la comunicación MODBUS se puede realizar en modo ASCII o modo RTU. En modo ASCII se transmiten dos caracteres de 2 bytes con su representación hexadecimal por cada byte transmitido, mientras que en modo RTU su representación es binaria (Lema y Tierra, 2014, p. 88). Modbus es un protocolo de mensajería de capa de aplicación, es decir, opera en la capa 7 del modelo OSI. Los dispositivos más sencillos, como los sensores o los motores, se comunican a través de Modbus con ordenadores más complejos que pueden leer los valores medidos, realizar análisis y controlar. El soporte del protocolo de comunicación en estos dispositivos simples requiere muy poco procesamiento para generar, enviar y recibir mensajes. Dado que Modbus es un protocolo de capa 7, funciona independientemente de los protocolos de red de capa 3, lo que permite adaptarlo fácilmente a las arquitecturas de red enrutadas y en serie (Knapp y Langill, 2015, p. 124).

### 2.7.3.1. Modbus y sus variantes

La popularidad de Modbus ha llevado al desarrollo de diversas variantes para satisfacer necesidades particulares. Entre ellos se encuentran Modbus RTU y Modbus ASCII, que admiten la transmisión de datos binarios y ASCII a través de buses serie, respectivamente. También se incluye Modbus TCP, que es una variante diseñada para trabajar en redes modernas basadas en IP (Olaya y Barandica, 2011, pp. 2-3).

- Modbus RTU y Modbus ASCII se utilizan en comunicaciones en serie asíncronas y son las más simples de las variantes basadas en la especificación original.
- Modbus/TCP es un protocolo de comunicación que permite que los dispositivos industriales, como los PLC, los ordenadores, los controladores y otros tipos de dispositivos físicos de E/S, se comuniquen a través de una red.

### 2.7.3.1. Selección de protocolo Modbus

En la tabla 10-2 se realiza una comparativa entre las variantes del protocolo modbus y se realiza la selección del más adecuado.

**Tabla 10-2:** Comparativa de variantes del protocolo modbus.

Característica	Modbus RTU	Modbus ASCII	Modbus TCP
Utiliza ethernet para comunicación	No	No	Si
Accesibilidad de accesorios para la comunicación	Si	No	Si
Facilidad de configuración	No	No	Si
Protocolo intuitivo para el usuario	Si	No	Si
Es utilizado para sistemas SCADA	No	No	Si

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De acuerdo con la tabla comparativa 10-2, se selecciona el protocolo Modbus TCP debido a que es más intuitivo, fácil de configurar y se utiliza comúnmente para la comunicación en sistemas SCADA. Las otras variantes de protocolos presentan limitaciones en estas especificaciones mencionadas anteriormente.

## 2.8. SCADA

Es un sistema que, como su nombre indica, se centra en un nivel de supervisión más que en un sistema de gestión total. Suele estar conectado al hardware a través de un PLC u otro tipo de módulo de hardware comercial y, por tanto, es un software puro que reside en ese hardware. Un sistema SCADA, además, consta de dos capas principales: La "capa de servidor de datos", que controla la mayoría de los datos del proceso, y la "capa de cliente", que se encarga de gestionar

la interacción entre hombre y la máquina. Los servidores de datos utilizan el control de procesos para comunicarse con los dispositivos de campo. Los PLC y otros sistemas de control de procesos pueden conectarse directamente a servidores de datos, así como a través de redes privadas o buses de campo (Daneels y Salter, 1999, pp.2-3).

De acuerdo con Gómez (2008, p.163) las características principales de un sistema SCADA son:

- Recopilación, procesamiento y almacenamiento de la información recibida de manera continua y confiable.
- Permite la representación de las variables del proceso de forma gráfica y animada, y se utilizan alarmas para la monitorización.
- Seguimiento de la evolución de las variables de control en un monitor durante la supervisión.
- Presentación y representación gráfica de los datos.
- Una arquitectura flexible y abierta que puede ampliarse y adaptarse.

Los sistemas SCADA existen desde hace tres décadas y siguen considerándose una solución intuitiva para comunicarse con los PLC, además de ofrecer muchas funciones, como alarmas, registros de supervisión, gráficos y diagramas, y una HMI. La mayoría del software SCADA actual incluye una interfaz web y una interfaz para teléfonos móviles inteligentes, y estas funciones se están manteniendo y desarrollando como soluciones de Internet Industrial de las Cosas (IIoT) o Industria 4.0 (Mesidas, 2020, p.1).

### **2.8.1. CLOUD SCADA**

Los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) existen desde hace tres décadas; Hasta el día de hoy, todavía se considera una solución intuitiva para comunicarse con PLC y ofrece funciones múltiples como alarmas, registro de monitoreo, gráficos y tablas, y HMI. Hoy en día, la mayoría de los paquetes de software SCADA incluyen una interfaz web y una interfaz móvil inteligente; mientras mantiene y desarrolla estas características como soluciones industriales de Internet de las cosas (IIoT) o industria 4.0. Con ese crecimiento, los beneficios de aprovechar IIoT realmente pueden ser deshacerse del SCADA tradicional. Entonces CLOUD SCADA es un sistema de supervisión, control y recopilación de datos diseñado y desarrollado a partir de la plataforma SCADA tradicional combinada con la tecnología SCADA basada en la nube. El sistema SCADA basado en la nube forma parte del más amplio Internet Industrial de las Cosas (IIoT) (Faso, 2021, p.1). Las principales diferencias entre un SCADA tradicional y el SCADA basado en la nube se muestran en la tabla 11-2.

**Tabla 11-2:** SCADA tradicional VS Cloud SCADA.

<b>SCADA tradicional</b>	<b>Cloud SCADA</b>
Los archivos de software para el sistema operativo deben comprarse, instalarse, transferirse y convertirse.	Equipo de base de datos, almacenamiento y adquisición de datos completamente administrado por una fracción de la tarifa de alojamiento anual
Aunque los paquetes de historial de SCADA pueden requerir menos mantenimiento, los costos de actualización pueden ser bastante altos.	El mantenimiento de la base de datos se realiza regularmente como parte de la tarifa de alojamiento anual.
Dependiendo de las necesidades del usuario, se agrega una interfaz web; esto tiene un costo adicional.	Los sistemas alojados en la nube generalmente no requieren tarifas adicionales por usuario.
La interfaz móvil puede ser solo una página HTML con gráficos acondicionados para PC.	La aplicación móvil se puede configurar con páginas personalizadas para adaptarse a un dispositivo específico.
Para enviar notificaciones por correo electrónico o mensaje de texto, los servidores SCADA convencionales deben tener acceso a un servidor de correo electrónico cercano o posiblemente basado en la web.	No se necesita ninguna configuración adicional porque los servidores en la nube ya tienen servidores de correo electrónico integrados.

Fuente: FASO, 2012

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

Según se muestra en la tabla 11-2, se ha seleccionado el CLOUD SCADA debido a la disponibilidad de plataformas y servicios en la nube gratuitos, lo que permite el monitoreo remoto desde cualquier dispositivo, algo que es limitado en un SCADA tradicional. Otra ventaja es que los sistemas alojados en la nube generalmente no requieren tarifas adicionales por usuario, a diferencia de los sistemas tradicionales que sí las tienen.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo busca implementar un sistema automatizado de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos basado en IIOT. En este capítulo se detalla el funcionamiento del proceso, considerando su funcionalidad a partir de los requerimientos planteados para cada módulo. Por otra parte, dentro del proceso, se presentan los diseños mecánicos, el diseño neumático en donde se elige los elementos neumáticos y los diagramas esquemáticos de cada módulo, también se muestra los diseños eléctricos donde se describe el dimensionamiento de los dispositivos de protección, conductores eléctricos y selección de los elementos eléctricos. Para posteriormente realizar la programación, configuración del proceso y la realización del diseño CLOUD-SCADA. Y finalmente presentar las herramientas y los análisis de vulnerabilidades de la pasarela de comunicación WECON V-BOX serie H-AG.

#### 3.1. Requerimientos del proceso

El propósito de esta etapa es describir el proceso en forma general del trabajo de titulación, con la descripción de la concepción del proceso, especificación de los requerimientos y finalmente los requerimientos técnicos para la implementación del proyecto.

##### 3.1.1. Especificación de requerimientos del proceso

Mediante el estudio hecho en el capítulo anterior y su respectivo análisis, se puede identificar los requerimientos que debe cumplir el sistema para llevar a cabo el proyecto de implementar un sistema automatizado de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos basado en IIoT.

###### 3.1.1.1. Requerimientos generales

- Es esencial que todo sistema automatizado cuente con un botón de emergencia que permita detener el funcionamiento del sistema en caso de que se presente una situación de peligro o condiciones anormales de funcionamiento (ISO 13850, 2015).
- Debe contar con un botón de inicio, paro para ponerlo en marcha y detenerlo en caso de ser necesario. Además, es importante que el sistema disponga de dos luces piloto que indiquen el estado del proceso (activo o inactivo) y un indicador de voltaje que muestre la tensión suministrada por la red eléctrica (ISO 13850, 2015).

- Para el análisis de vulnerabilidades en el dispositivo Gateway WECON V-BOX se requiere de los siguientes softwares informáticos: Kali Linux, NESSUS, NMAP y Metasploit.

#### *3.1.1.2. Etapa de evaluación*

- Requiere de un controlador lógico programable (PLC) marca Schneider, el cual debe contar con 9 entradas y 7 salidas para el adecuado control de los elementos del sistema.
- El PLC Schneider debe contar un puerto de comunicación ethernet que permita la conexión a redes de control o supervisión, lo cual resulta crucial en la recopilación de datos.
- Para el correcto posicionamiento de la pieza ensamblada en la zona de evaluación se necesitan tres sensores ópticos retro reflectivos de barrera. Asimismo, se requiere de un sensor inductivo para evaluar el tipo de pasador que llega del proceso base/tapa/pasador.

#### *3.1.1.3. Etapa de selección*

- Para asegurar un control efectivo de la parte sensorica y neumática del módulo de selección, es necesario contar con un Controlador Lógico Programable (PLC) marca Delta con 16 entradas/16 salidas.
- El PLC Delta debe contar un puerto de comunicación ethernet que permita la conexión a redes de control o supervisión, lo cual resulta crucial en la recopilación de datos.
- Para el correcto posicionamiento de la pieza ensamblada se necesitan tres sensores ópticos retro reflectivos de barrera. Asimismo, para el movimiento de los cilindros en la parte de clasificación, se requieren tres sensores ópticos de tipo emisor-receptor, además de un sensor inductivo para clasificar.
- Para garantizar el transporte y la sujeción adecuada de la pieza ensamblada, se necesitan dos ventosas neumáticas de tipo fuelle con un diámetro de 20mm cada una. Estas ventosas proporcionarán la fuerza necesaria para sostener la pieza ensamblada durante el proceso de transporte.

#### *3.1.1.4. Sistema IIoT*

- Se requiere una pasarela de comunicación WECON V-BOX series HG con dos puertos LAN para la adquisición de datos de los PLCs además, debe contar con un puerto WAN para acceder al servicio de internet.
- Se requiere de una monitorización remota del estado de los sensores de la etapa de evaluación y selección mediante un SCADA en la nube, diseñado en la plataforma V-NET ACCESS proporcionada por el fabricante.



- Visualización del sistema SCADA en la nube a través de la aplicación móvil que proporciona el fabricante WECON o mediante una PC.

### 3.1.2. Elementos hardware del módulo de evaluación

A continuación, se muestra el hardware usado en el desarrollo del módulo de evaluación. Los elementos empleados en la instalación y personalización de la estación de trabajo, que se sitúa en el laboratorio de Automatización Industrial FIE-ESPOCH, se muestra en la tabla 1-3.

**Tabla 1-3:** Hardware del módulo de evaluación.

Cantidad	Hardware	Tipo	Descripción
1	PLC Schneider TM221CE16T	PLC	PLC salida de transistor 9/7 entradas-salidas
1	WECON V-BOX series HG	Pasarela	Comunicación IIOT
1	Sensor	Inductivo	Para detectar el tipo de material del pasador
1	Sensor	Magnético	Para detectar la posición del vástago
3	Sensores	Retro reflectivo	Para detectar la posición de la pieza en la banda transportadora
1	Válvula 5/2	Neumática	Válvula monoestable de 5 vías 2 posiciones
1	Cilindro doble efecto	Neumática	Para detener la pieza ensamblada.
1	Relé	Eléctrico	Para activar el motor
2	Interfaz de comunicación		Para establecer la comunicación entre el tablero de control y el módulo de evaluación.
1	Cable ethernet	RJ45	Para comunicación PLC y Gateway IIOT
1	Cable de comunicación interfaces	DB9-25	Para comunicar las dos interfaces
2	Lámparas		Indicadores del proceso
1	Lampara de voltaje		Indicador del voltaje del proceso en CA
3	Pulsadores		Para inicio, paro y reset del proceso de evaluación
1	Pulsador Emergencia		Para detener el proceso en caso de presentar un posible fallo.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.1.3. Elementos hardware del módulo de selección

A continuación, se muestra el hardware usado en el desarrollo del módulo de evaluación. Los elementos empleados en la instalación y personalización de la estación de trabajo, que se sitúa en el laboratorio de automatización industrial de la FIE-ESPOCH, se muestra en la tabla 2-3.

**Tabla 2-3:** Hardware del módulo de selección.

Cantidad	Hardware	Tipo	Descripción
1	PLC Delta DVP 32ES2-E RE	PLC	PLC salida de relé 16/16 entradas-salidas
2	Sensores	Magnético	Para detectar la posición del vástago
3	Sensores	Retro reflectivo	Para detectar la posición de la pieza en la banda transportadora
3	Sensores	Emisor receptor	Posicionamiento de los cilindros
5	Válvulas 5/2	Neumática	Válvula monoestable de 5 vías 2 posiciones
2	Ventosa	Neumática	Para sujetar la pieza ensamblada
4	Cilindro doble efecto	Neumática	Se utiliza uno para detener la pieza, uno para ubicar las ventosas en la posición de succión y los dos restantes para el proceso de selección
4	Relé	Eléctrico	Se utiliza uno para activar el motor y los restantes tres para cambiar la señal a PNP de los sensores emisor- receptor.
2	Interfaz de comunicación		Para establecer la comunicación entre el tablero de control y el módulo de evaluación.
1	Cable ethernet	RJ45	Para comunicación PLC y Gateway IIOT
1	Cable de comunicación interfaces	DB9-25	Para comunicar las dos interfaces
2	Lámparas		Indicadores del proceso
1	Lampara de voltaje		Indicador del voltaje del proceso en CA
3	Pulsadores		Para inicio, paro y reset del proceso de evaluación
1	Pulsador Emergencia		Para detener el proceso en caso de presentar un posible fallo.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.1.4. *Concepción del proceso*

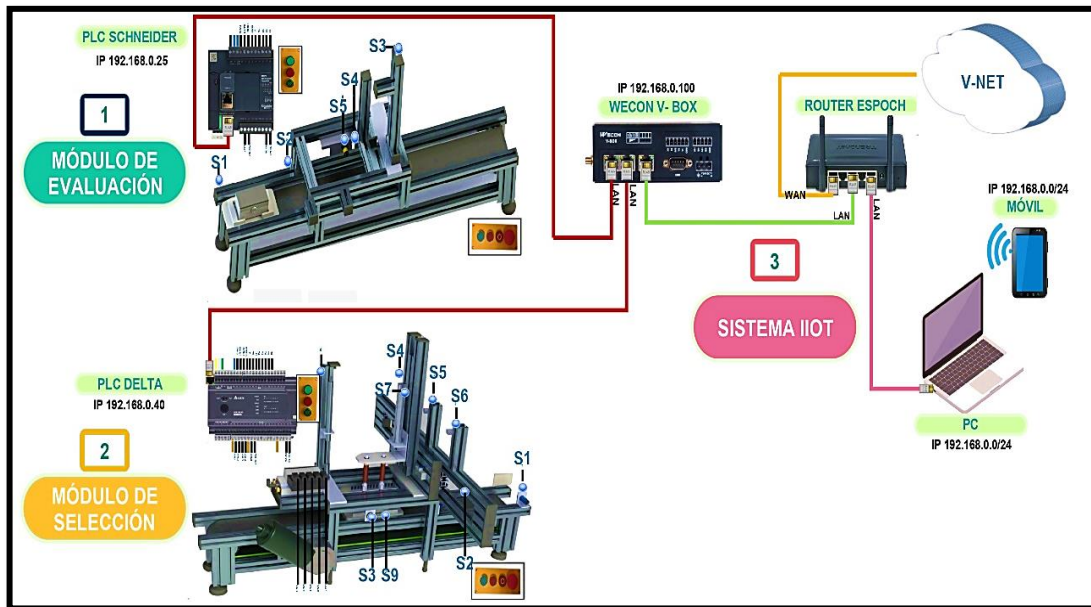
El laboratorio de Automatización de la FIE-ESPOCH, se encuentra equipado con módulos didácticos para el montaje de sistemas de control y monitoreo. Por tal razón, implementar un sistema de supervisión y control, que permita evaluar y seleccionar el ensamblaje de materiales plásticos y metálicos mediante un sistema IIoT y la elaboración de un CLOUD SCADA es el objetivo primordial del proyecto. El sistema está conformado por 3 etapas:

1. Etapa de evaluación: consta de un PLC Schneider TM221CE16T, un conjunto de actuadores neumáticos, una banda transportadora que se encarga en llevar la pieza hasta la zona de evaluación y sensores que determinan el tipo de pasador plástico o metálico que llega del proceso base/tapa/pasador.
2. Etapa de selección: consta de un PLC Delta DVP 32ES2-E RE que activa las bobinas dentro de las válvulas por medio de sensores, dando movimiento a los actuadores neumáticos.

Además, cuenta con una banda transportadora que lleva la pieza hasta la zona de clasificación y lo sujeta mediante ventosas, clasificándolas según el tipo de pasador que llega de la etapa de evaluación.

3. La etapa final involucra la supervisión y control remoto implementado mediante el dispositivo de comunicación Gateway IIOT marca WECON V-BOX series HG. Para este objetivo se incluye un SCADA en la nube V-NET desarrollado mediante el software V-NET ACCESS. Esta etapa consiste en enlazar el dispositivo Gateway IIOT con los PLCs de cada módulo permitiendo la recolección de los datos de los sensores y enviarlos hacia la nube.

En la figura 1-3 se puede apreciar la concepción del sistema automatizado implementado.



**Figura 1-3:** Concepción del sistema

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 3.2. Análisis del estado técnico del proceso por etapas

Se realizó una descripción del estado técnico del equipo antes de la implementación. Para saber las condiciones del equipo se siguió una serie de pasos y a su vez se estableció una valoración a través de un sencillo calculo. Los cuales son:

- Establecer el conjunto de elementos a ser evaluados.
- Hacer una lista de los criterios que se van a tener en cuenta para su evaluación.
- Se clasificará los estados según: buenos, regulares, malos y muy malos. Y proporcionando el tipo de mantenimiento que se utilizara y una ponderación de acuerdo con el estado que se eligió.
- A continuación, se multiplicará por el 100% a cada una de las ponderaciones, luego se sumará los porcentajes de ponderación y a ese valor obtenido se dividirá para la cantidad de elementos a evaluar para así encontrar el porcentaje total del estado técnico del equipo como se muestra en la siguiente tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Ponderaciones según el criterio del usuario.

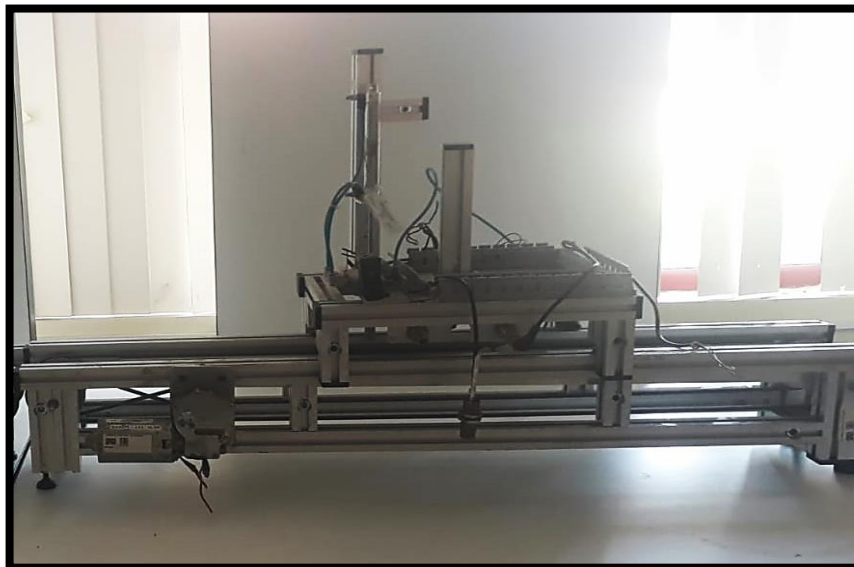
Estado técnico	Estado	Manteniendo	Ponderación	Porcentaje de la ponderación
90-100	Bueno	Verificación	1.00	100%
80-89	Regular	Restauración pequeña	0.80	80%
70-79	Malo	Restauración media	0.60	60%
>69	Muy malo	Restauración completa	0.40	40%

Fuente: Chiluisa, 2019.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023

### 3.2.1. Estado del módulo de evaluación

Por consiguiente, se realizó varias evaluaciones dentro de las cuales están incluidas las mecánicas, eléctricas, de control y funcionamiento. En la siguiente figura 2-3 se muestra el estado del módulo de evaluación antes de su implementación.



**Figura 2-3:** Estado de la estructura del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

A continuación, se evaluó cada uno de los elementos de acuerdo con los aspectos proporcionados anteriormente, así siguiendo los pasos vistos en la sección anterior se determina el total del porcentaje de ponderación del módulo, como se detalla en la siguiente tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Evaluación técnica de la etapa de evaluación.

Cantidad	Elementos	Estado	Ponderación	Porcentaje total de la ponderación
1	Banda transportadora 80cm*16cm de ancho	Regular	0.80	80%
1	Sensores magnéticos 1	Muy malo	0.40	40%
1	Sensores magnéticos 2	Muy malo	0.40	40%
1	Sensores magnéticos 3	Muy malo	0.40	40%
1	Estado de la Mesa de trabajo	Muy malo	0.40	40%

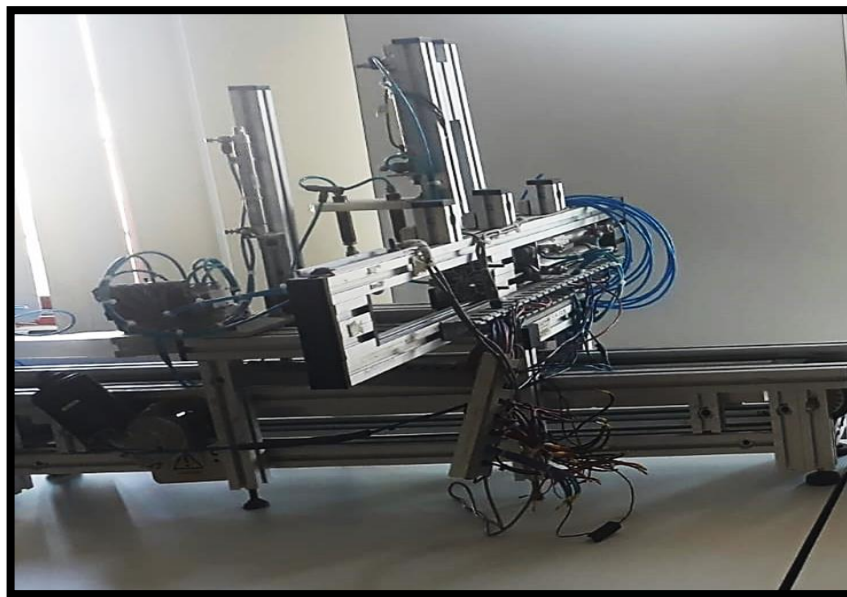
1	Estado del cableado eléctrico	Muy malo	0.40	40%
1	Estado de control	Muy malo	0.40	40%
1	Estado funcional	Muy malo	0.40	40%
Total				44.44%

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Según la tabla 4-3, se ha obtenido un porcentaje del 44.44%, lo que indica que el estado técnico es **MUY MALO**, como se define en la tabla 3-3 al tener un estado inferior al 69%, se considera que es necesaria una **RESTAURACIÓN COMPLETA**. Sin embargo, se ha determinado que la estructura de aluminio, el motor de 24V, el cilindro camozzi 20/200 y la válvula monoestable 5/2 se encuentran en buen estado, por lo que solo se realizará un mantenimiento de verificación.

### 3.2.2. Estado del módulo de selección

Por consiguiente, se realizó varias evaluaciones dentro de las cuales están incluidas las mecánicas, eléctricas, de control y funcionamiento. En la siguiente figura 3-3 se muestra el estado del módulo de selección antes de su implementación.



**Figura 3-3:** Estado de la estructura del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

A continuación, se evaluó cada uno de los elementos de acuerdo con los aspectos proporcionados anteriormente, así siguiendo los pasos vistos en la sección anterior se determina el total del porcentaje de ponderación del módulo, como se detalla en la siguiente tabla 5-3.

**Tabla 5-3:** Evaluación técnica de la etapa de selección.

Cantidad	Elementos	Estado	Ponderación	Porcentaje total de la ponderación
1	Banda transportadora 80cm*16cm de ancho	Regular	0.80	80%
1	Sensores magnéticos 1	Muy malo	0.40	40%

1	Sensores magnéticos 2	Muy malo	0.40	40%
1	Sensores magnéticos 3	Muy malo	0.40	40%
1	Sensores magnéticos 4	Muy malo	0.40	40%
1	Sensores magnéticos 5	Muy malo	0.40	40%
1	Sensor inductivo	Muy malo	0.40	40%
1	Ventosas	Malo	0.60	60%
1	Ventosas	Malo	0.60	60%
1	Estado de la mesa de trabajo	Muy malo	0.60	40%
1	Estado del cableado eléctrico	Muy malo	0.60	40%
1	Estado de control	Muy malo	0.60	40%
1	Estado funcional	Muy malo	0.60	60%
Total				47.69%

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

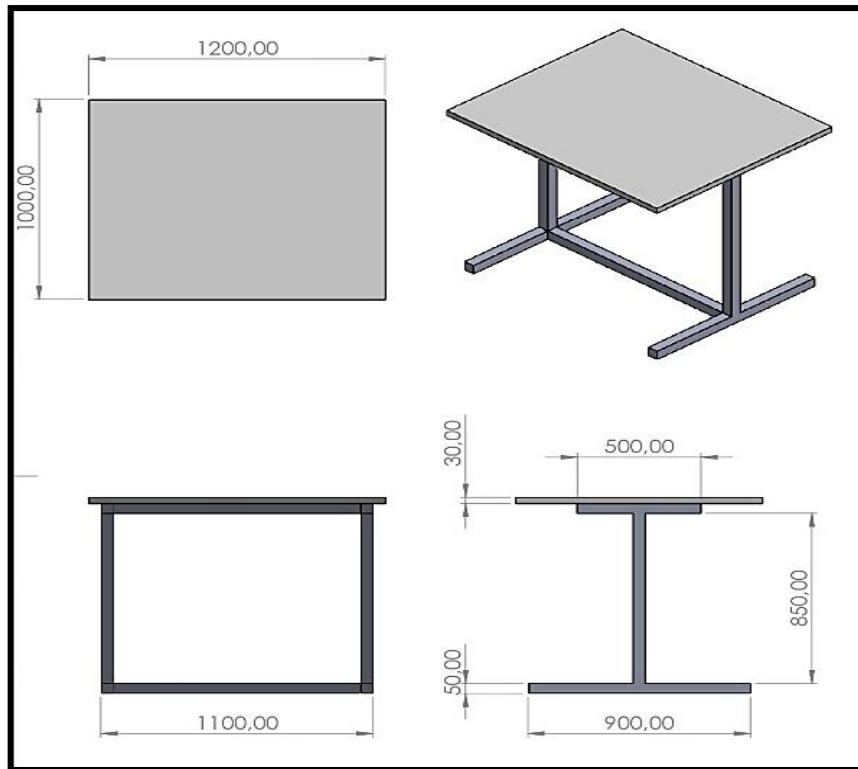
Según la tabla 5-3, se ha obtenido un porcentaje del 47.69%, lo que indica que el estado técnico es **MUY MALO**, como se define en la tabla 3-3 al tener un estado inferior al 69%, se considera que es necesaria una **RESTAURACIÓN COMPLETA**. Sin embargo, se ha determinado que la estructura de aluminio, el motor de 24V, los 4 cilindros camozzi 20/200, las 5 válvulas monoestable 5/2 y el generador de vacío se encuentran en buen estado, por lo que solo se realizará un mantenimiento de verificación.

### **3.3. Diseño mecánico y ensamblaje estructural del proceso**

Esta sección se muestra el diseño de las mesas para la ubicación de los módulos, los pedestales para el soporte de los tableros y piezas (palet, base, tapa y pasador). Además, se muestra la representación mecánica en 3D de los módulos de evaluación y selección, los cuales fueron diseñados en SolidWorks versión 2020 (Solidworks, 2020).

#### **3.3.1. *Diseño estructural mesa y pedestal módulo de evaluación***

Para el dimensionamiento se tuvo en cuenta las extensiones de los elementos que se iban a ensamblar sobre ella, tales como la banda transportadora, el módulo de evaluación, la alimentación del motor y los componentes que conforman el cuadro de control del módulo. El diseño se realizó utilizando tubos rectangulares de Hierro Negro de 25 mm de ancho por 50 mm de largo y un espesor de 0.9 mm. La base tiene una altura de 850 mm y un ancho de 1200 mm. En la figura 4-3 se muestra el diseño estructural de la mesa, que fue diseñado en 3D, y las medidas correspondientes se detallan en la tabla 6-3.



**Figura 4-3:** Diseño de la mesa para el módulo de evaluación.

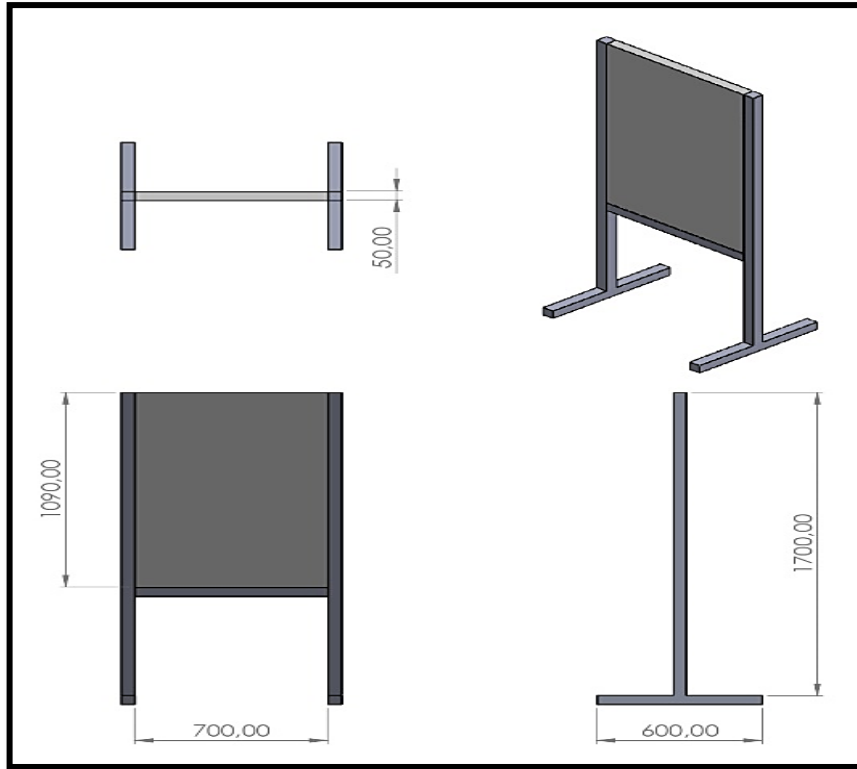
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 6-3:** Medidas estructurales mesa módulo de evaluación.

Parámetros		Medidas
<b>Estructura metálica</b>		
Tipo de material	Hierro Negro	25 mm de ancho x 50mm de largo x 0.9 mm de espesor
Largo		1100 mm
Alto		850 mm
Ancho		900mm
<b>Estructura base</b>		
Tipo de material	Melamina	18 mm de espesor
Largo		1200 mm
Ancho		1000 mm

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Asimismo, al dimensionar el diseño del pedestal, se tuvieron en cuenta los componentes que se iban a ensamblar dentro del cuadro de control, tales como la alimentación, elementos de protección, PLC, pasarela IIOT, borneras, visualizadores, entre otros. El diseño se realizó utilizando tubos rectangulares de Hierro Negro de 25 mm de ancho por 50 mm de largo y un espesor de 0.9 mm. El pedestal tiene una altura de 1700 mm y un ancho de 700 mm. En la figura 5-3 se muestra el diseño estructural del pedestal, que fue diseñado en 3D, y las medidas correspondientes se detallan en la tabla 7-3.



**Figura 5-3:** Diseño del pedestal para el módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 7-3:** Medidas estructurales pedestal módulo de evaluación.

Parámetros		Medidas
<b>Estructura metálica</b>		
Tipo de material	Hierro Negro	25 mm de ancho x 50mm de largo x 0.9 mm de espesor
Largo		600 mm
Alto		1700mm
Ancho		700mm
<b>Estructura tablero</b>		
Tipo de material	Melamina	18 mm de espesor
Alto		1090 mm
Ancho		700 mm

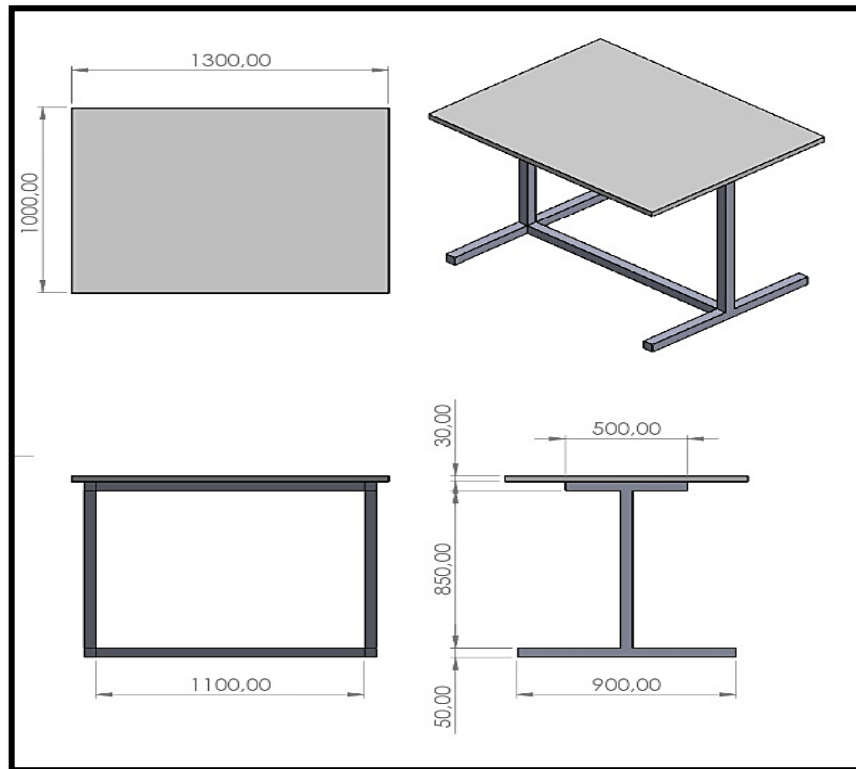
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.3.2. *Diseño estructural mesa y pedestal módulo de selección*

Para el dimensionamiento se tuvo en cuenta las extensiones de los elementos que se iban a ensamblar sobre ella, tales como la banda transportadora, el módulo de evaluación, la alimentación del motor y los componentes que conforman el cuadro de control del módulo. El diseño se realizó utilizando tubos rectangulares de Hierro Negro de 25 mm de ancho por 50 mm de largo y un espesor de 0.9 mm. La base tiene una altura de 850 mm y un ancho de 1300 mm.



En la figura 6-3 se muestra el diseño estructural de la mesa, que fue diseñado en 3D, y las medidas correspondientes se detallan en la tabla 8-3.



**Figura 6-3:** Diseño de la mesa para el módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

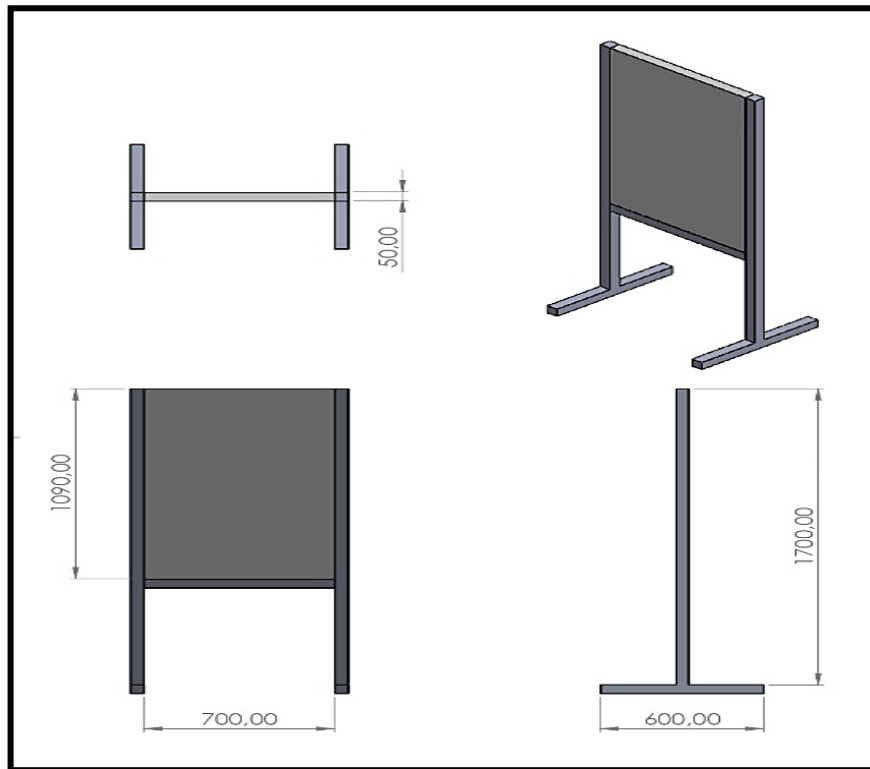
**Tabla 8-3:** Medidas estructurales mesa módulo de selección.

Parámetros		Medidas
<b>Estructura metálica</b>		
Tipo de material	Hierro Negro	25 mm de ancho x 50mm de largo x 0.9 mm de espesor
Largo		1100 mm
Alto		850 mm
Ancho		900mm
<b>Estructura base</b>		
Tipo de material	Melamina	18 mm de espesor
Largo		1300 mm
Ancho		1000 mm

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Asimismo, al dimensionar el diseño del pedestal, se tuvieron en cuenta los componentes que se iban a ensamblar dentro del cuadro de control, tales como la alimentación, elementos de protección, PLC, borneras, visualizadores, entre otros. El diseño se realizó utilizando tubos rectangulares de Hierro Negro de 25 mm de ancho por 50 mm de largo y un espesor de 0.9 mm. El pedestal tiene una altura de 1700 mm y un ancho de 700 mm. En la figura 7-3 se muestra el

diseño estructural del pedestal, que fue diseñado en 3D, y las medidas correspondientes se detallan en la tabla 9-3.



**Figura 7-3:** Diseño del pedestal para el módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 9-3:** Medidas estructurales pedestal módulo de selección.

Parámetros		Medidas
<b>Estructura metálica</b>		
Tipo de material	Hierro Negro	25 mm de ancho x 50mm de largo x 0.9 mm de espesor
Largo		600 mm
Alto		1700mm
Ancho		700mm
<b>Estructura tablero</b>		
Tipo de material	Melamina	18 mm de espesor
Alto		1090 mm
Ancho		700 mm

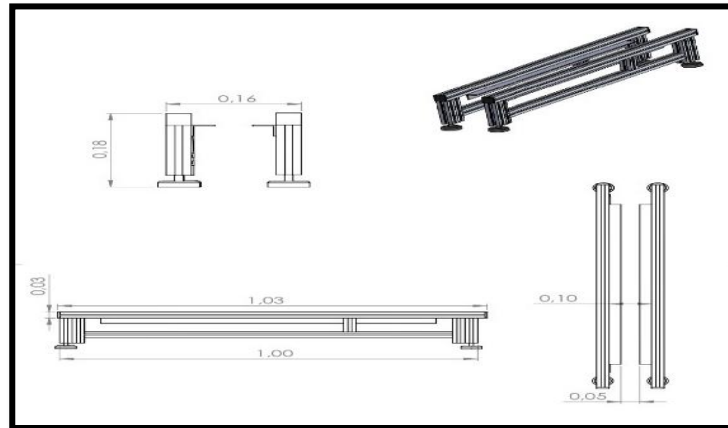
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.3.3. Representación mecánica en 3D de las estaciones de trabajo

En esta sección se muestran las representaciones mecánicas en 3D de la banda transportadora y de la base de los módulos de evaluación y selección. Para obtener información adicional, se pueden consultar las láminas de diseño que se encuentran en el ANEXO E.

### 3.3.3.1. Banda transportadora y base módulo de evaluación

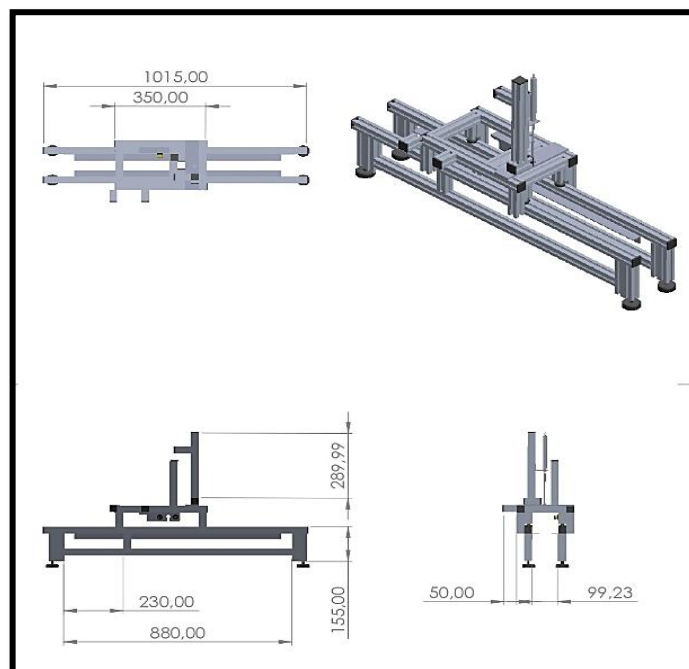
La estructura está construida con las dimensiones adecuadas para alojar el motor, el cual está compuesto por una pieza de aluminio, correas y una cinta transportadora. Este sistema permite mover la pieza ensamblada a través de rodillos. En la figura 8-3 se muestra la representación mecánica en 3D de la banda transportadora.



**Figura 8-3:** Representación banda del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Asimismo, la base está diseñada con segmentos de aluminio y está equipada con un cilindro de doble efecto y una válvula monoestable. Esta válvula permite que la banda se detenga cuando se detecte la presencia de la pieza, lo que permite determinar el tipo de material del pasador, como se muestra en la figura 9-3.

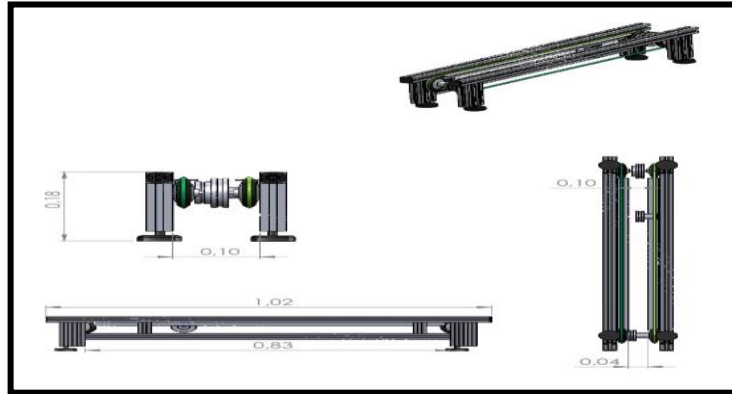


**Figura 9-3:** Representación del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.3.3.2. Banda transportadora y base módulo de selección

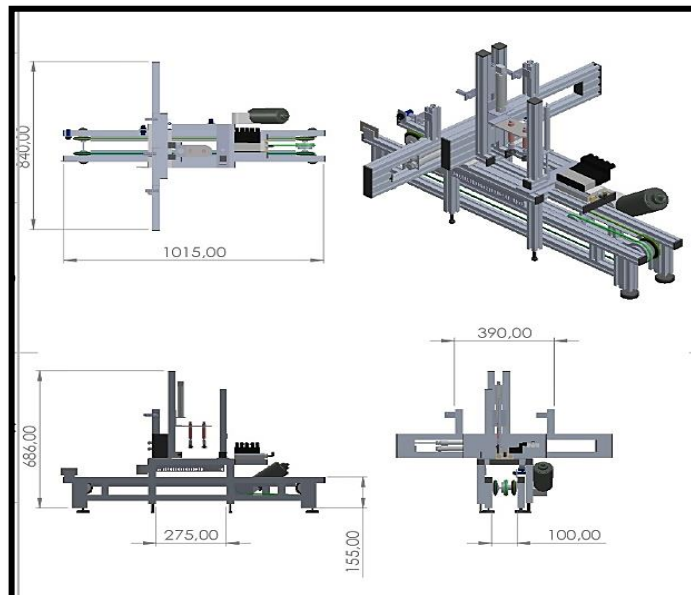
La estructura está construida con sus respectivas dimensiones para la colocación del motor, constituido por una pieza de aluminio, correas y una cinta transportadora, el cual permitirá mover por medio de rodillos la pieza ensamblada, como se muestra en la figura 10-3.



**Figura 10-3:** Representación banda del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De la misma manera, la base está diseñada con segmentos de aluminio y está equipada con cuatro cilindros de doble efecto, cada uno con una válvula monoestable y un generador de vacío. Cada cilindro cumple una función específica dentro del proceso: el primero permite que la banda se detenga cuando se detecte la presencia de la pieza para determinar el tipo de material del pasador; el segundo permite que la pieza sea absorbida por las ventosas para clasificarla según el material detectado anteriormente; el tercero y el cuarto se utilizan para desplazar la pieza hacia la derecha o izquierda según el material detectado, como se muestra en la figura 11-3.



**Figura 11-3:** Representación módulo de selección.

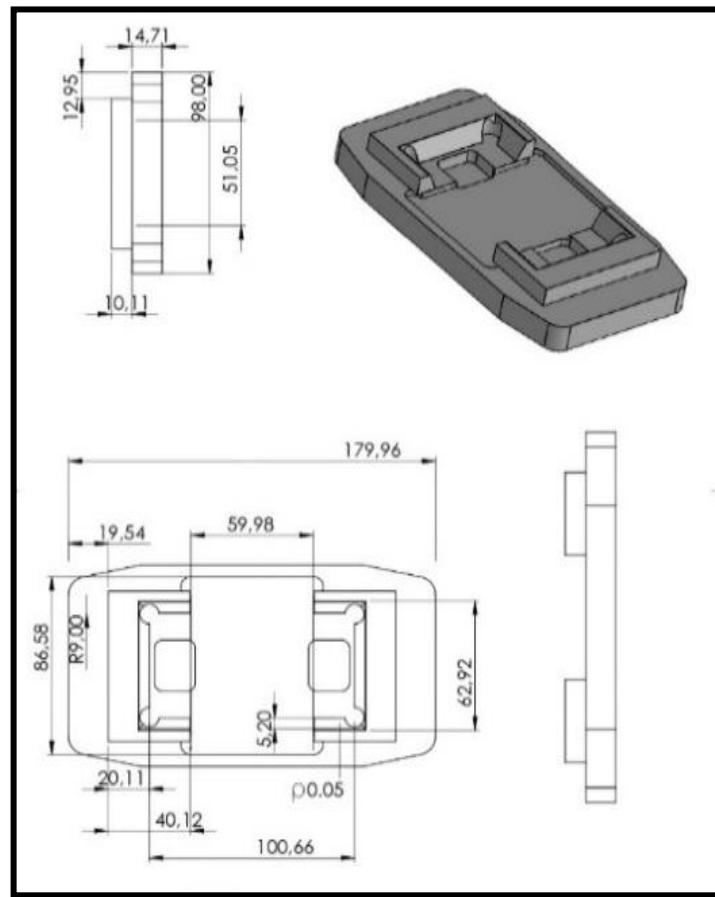
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.3.4. Diseño de piezas en 3D

En esta sección se detalla el dimensionamiento y el diseño de las piezas: palet, base, tapa y pasador. Como se mencionó en la sección 3.3 el diseño 3D se realizó en SolidWorks versión 2020 (SolidWorks, 2020).

#### 3.3.4.1. Palet

Se realizó el diseño 5 piezas con el filamento PLA de 1.75 mm de distintos colores. Tiene una altura de 24.82mm por un ancho de 179.96mm, como se muestra en la figura 12-3.

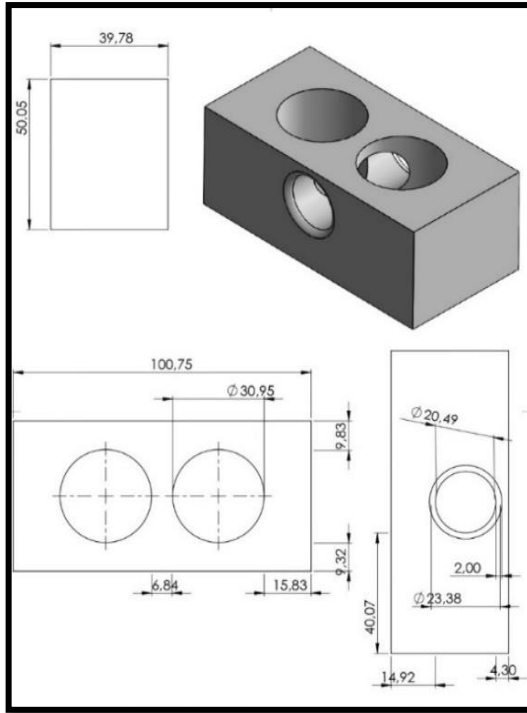


**Figura 12-3:** Diseño del palet.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

#### 3.3.4.2. Base

Se realizo el diseño 5 piezas con el filamento PLA de 1.75 mm de distintos colores. Tiene una altura de 50.05mm por un ancho de 100.75mm, como se muestra en la figura 13-3.

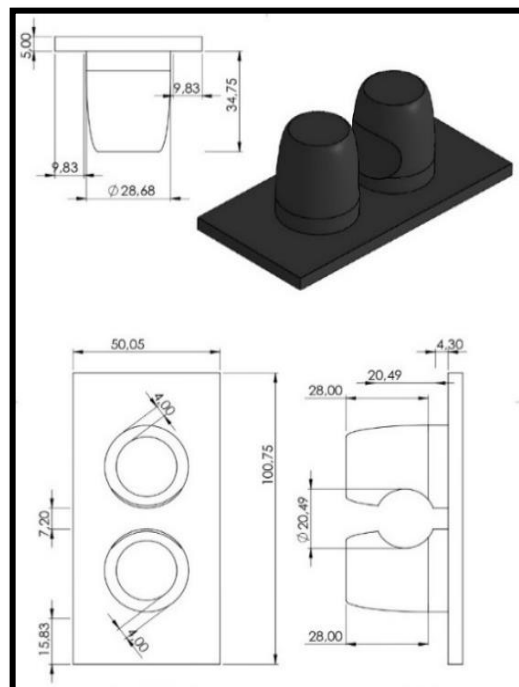


**Figura 13-3:** Diseño de la base.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 3.3.4.3. Tapa

Se realizó el diseño 5 piezas con el filamento PLA de 1.75 mm de distintos colores. Tiene una altura de 39.75mm por un ancho de 100.75mm, como se muestra en la figura 14-3.

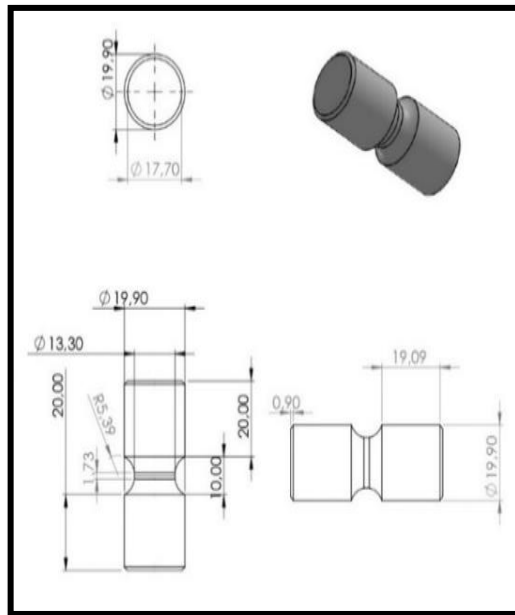


**Figura 14-3:** Diseño de la tapa.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 3.3.4.4. Pasador

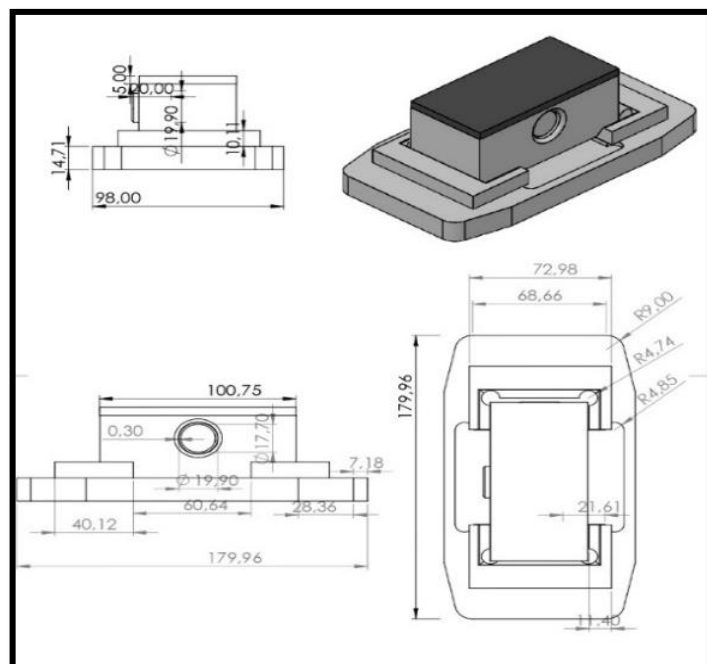
Se realizó el diseño 5 piezas con el filamento PLA de 1.75 mm de distintos colores. Tiene una altura de 50.00mm por un ancho de 19.90mm, como se muestra en la figura 15-3.



**Figura 15-3:** Diseño del pasador.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

Finalmente, en la figura 16-3 se muestra el diseño ensamblado de la pieza con su respectivo palet, base, tapa y pasador.



**Figura 16-3:** Diseño del ensamblaje de la pieza.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.





Presión de operación	1.5 – 8.0 bar
Peso	111g
Tipo de material	Plástico, Metal
Grado de protección	67 IP

Fuente: (AIRTAC, 2020).

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.4.1.2. Cilindro doble efecto camozzi cdema 20/200

Este cilindro emplea un mecanismo de amortiguación antes del final de la carrera para evitar golpes y daños, como se muestra en la figura 19-3. En ambas carreras, el pistón se desplaza transversalmente (avance y retroceso) impulsado por el aire comprimido. Se utiliza estos cilindros en la etapa de evaluación para retener el palet con el fin de que evalué el tipo de material del pasador, mientras que, en la etapa de selección detendrá el palet, a través de un mecanismo de ventosa succionar la pieza, obstante clasificando el tipo de material del pasador (pastico o metálico), como se muestra en la figura 20-3. Las características técnicas del mismo se presentan en la tabla 11-3.



Figura 19-3: Símbolo del cilindro de doble efecto.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.



Figura 20-3: Cilindro camozzi cdema 20/200.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Tabla 11-3: Principales características del cilindro doble efecto cdema20/200.

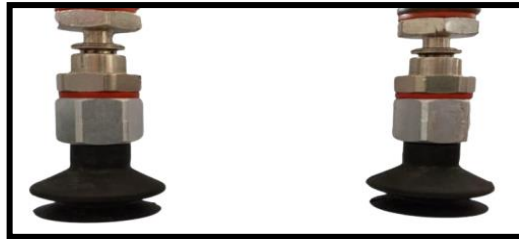
Descripción	Características
Tipo de funcionamiento	Doble efecto
Tipo de fabricación	Compacto
Diámetro	20/200 mm
Presión de operación	1 /10 bar
Fluido	Aire filtrado

Fuente: (CAMOZZI, 2020).

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.4.1.3. Ventosas SMC

Se las utiliza en la etapa de selección para sujetar las piezas y moverla transversalmente dependiendo del tipo de material, como se muestra en la figura 21-3. Las características de esta se presentan en la tabla 12-3. Además, el dimensionamiento y la sección se la realizo en la sección 2.6 del capítulo 2.



**Figura 21-3:** Ventosa.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 12-3:** Principales características de la ventosa.

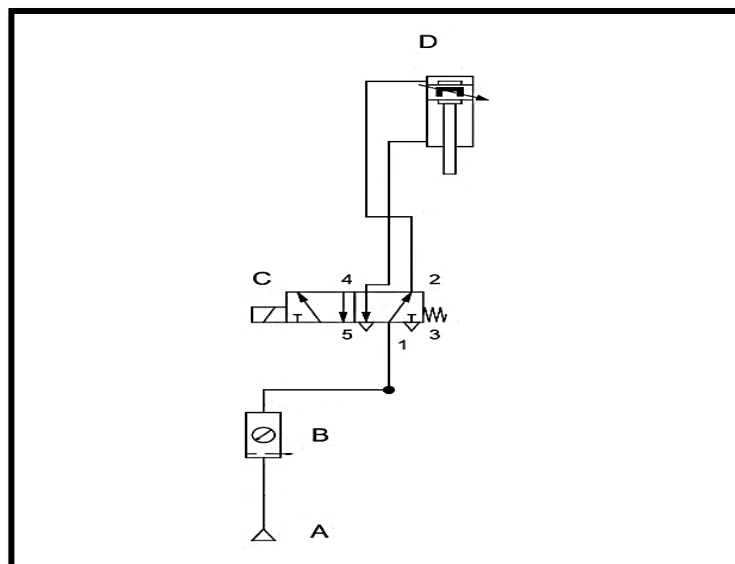
Descripción	Características
Diámetro	20 mm
Tipo	Con tope y fuelle

Fuente: (SMC INDUSTRIAL AUTOMATION, 2021).

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.4.2. Diagrama esquemático de la etapa de evaluación

En la figura 22-3 se muestra el esquema de las conexiones y elementos neumáticos que forman parte de la etapa de evaluación. Por medio de la siguiente tabla 13-3 se detalla los elementos que se utilizaron.



**Figura 22-3:** Diagrama esquemático del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

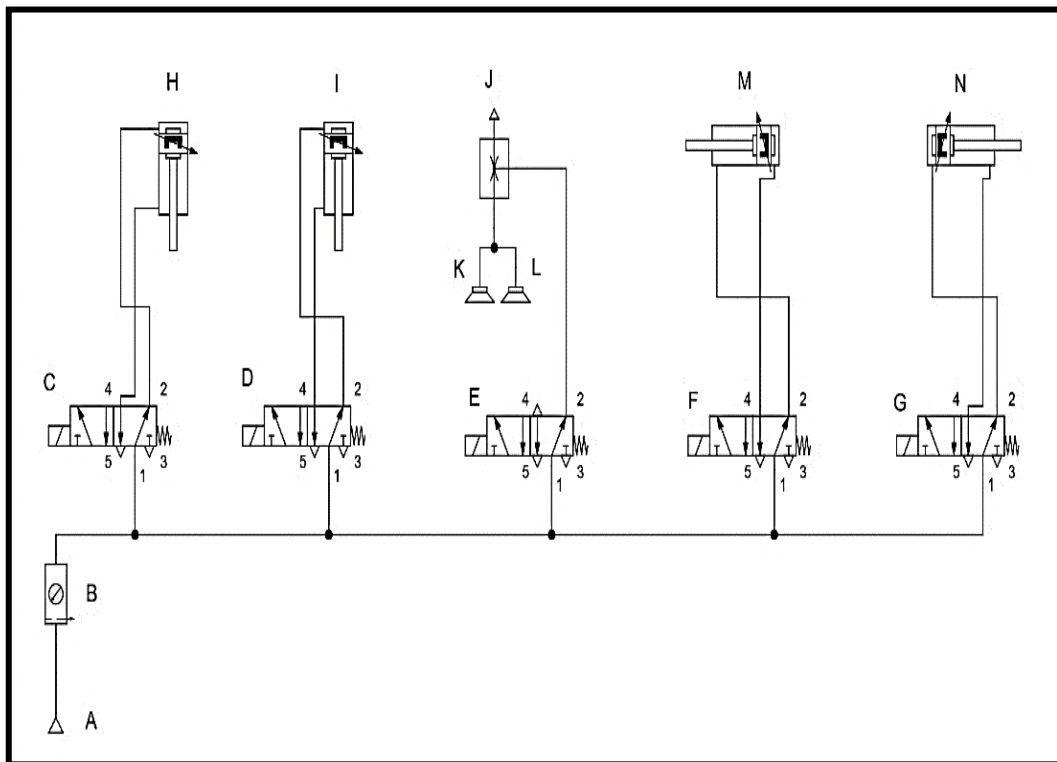
**Tabla 13-3:** Descripción de los elementos neumáticos para el módulo de evaluación.

Código	Descripción del elemento
A	Fuente de aire comprimido
B	Unidad de mantenimiento
C	Válvula de 5/2 vías
D	Cilindro neumático doble efecto

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.4.3. Diagrama esquemático de la etapa de selección

En la figura 23-3 se muestra el esquema de las conexiones y elementos neumáticos que forman parte de la etapa de selección. Por medio de la siguiente tabla 14-3 se detalla los elementos que se utilizaron.



**Figura 23-3:** Diagrama esquemático del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 14-3:** Descripción de los elementos neumáticos para el módulo de selección.

Código	Descripción del elemento
A	Fuente de aire comprimido
B	Unidad de mantenimiento
C	Válvula de 5/2 vías
D	Válvula de 5/2 vías
E	Válvula de 5/2 vías
F	Válvula de 5/2 vías

G	Válvula de 5/2 vías
H	Cilindro neumático doble efecto 1
I	Cilindro neumático doble efecto 2
J	Generador de vacío
K	Ventosa 1
L	Ventosa 2
M	Cilindro neumático doble efecto 3
N	Cilindro neumático doble efecto 4

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5. Diseño eléctrico y de control para el proceso

En esta sección se describirá los dimensionamientos de los dispositivos de protección, el cable que se utilizará, la selección de los elementos eléctricos y electrónicos y finalmente los diagramas eléctricos del módulo de evaluación y selección.

#### 3.5.1. Dimensionamiento de dispositivos de protección

Para salvaguardar el circuito eléctrico de posibles fallos por cortocircuito, se debe considerar dispositivos de protección. Para los módulos de evaluación y selección se utilizó disyuntores magnetotérmicos como el breaker. Las dimensiones de estos elementos se basan en el consumo total del circuito, como se expresa en la ecuación 2 (Iza et al.2018, p.11).

$$I_T = \sum_{n=1}^m i_n \quad (2)$$

Donde:

$I_T$ : Consumo de corriente de todo el circuito

$i_n$ : Consumo de corriente de cada elemento del circuito

En total, se instalarán cuatro dispositivos de protección. Dos para la etapa de evaluación y dos para la etapa de selección. A continuación, se muestra con más detalle la lista de componentes que se instalaron para cada carga.

##### 3.5.1.1. Consumo de corriente para el módulo de evaluación

El módulo de evaluación consta de dos cargas. En la primera carga se encuentran todos los dispositivos que conforman el tablero de control eléctrico, y en la segunda carga se encuentra el control del módulo para el accionamiento de las bandas.

- **Carga 1**

Como se observa en la tabla 15-3, una vez sumadas las corrientes nominales de cada elemento instalado en la carga 1, se obtiene un valor de 3.8A, por lo cual se hace uso de un disyuntor magnético de 4 A.

**Tabla 15-3:** Consumo de los elementos de la carga 1 del módulo de evaluación.

Cantidad	Elemento	Corriente nominal Total
1	PLC Sneheder	200mA
1	Pasarela	300mA
1	Electroválvulas 5/2	100mA
3	Sensores retro reflectivo	900mA
1	Sensor magnético	100mA
1	Sensor inductivo	200mA
3	Pulsadores (inicio, paro, reset)	30mA
1	Pulsador de emergencia	10mA
2	Indicadores (verde, rojo)	20mA
2	Interfaces	2000A
<b>Total</b>		3.8A

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

- **Carga 2**

Como se observa en la tabla 16-3, una vez sumadas la corriente nominal del elemento instalado en la carga 2, se obtiene un valor de 3.3A, por lo cual se hace uso de un disyuntor magnético de 4 A.

**Tabla 16-3:** Consumo del elemento de la carga 2 del módulo de evaluación.

Cantidad	Elemento	Corriente Total
1	Motor	3.3 A
<b>Total</b>		3.3 A

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.1.2. Consumo de corriente para el módulo de selección

El módulo de selección consta de dos cargas. En la primera carga se encuentran todos los dispositivos que conforman el tablero de control eléctrico, y en la segunda carga se encuentra el control del módulo para el accionamiento de las bandas.

- **Carga 1**

Como se observa en la tabla 17-3, una vez sumadas las corrientes nominales de cada elemento instalado en la carga 1, se obtiene un valor de 5.69A, por lo cual se hace uso de un disyuntor magnético de 6A.

**Tabla 17-3:** Consumo de los elementos de la carga 1 del módulo de selección.

Cantidad	Elementos	Corriente Total
1	PLC Delta	2000 mA
5	Electroválvulas 5/2	500mA
3	Sensores retro reflectivo	900mA
3	Sensores emisor-recetor	36mA
2	Sensores magnéticos	200mA
3	Pulsadores (inicio, paro, reset)	30mA
1	Pulsador de emergencia	10mA
2	Indicadores (verde, rojo)	20mA
2	Interfaces	2000 mA
<b>Total</b>		5.69A

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

- **Carga 2**

Como se observa en la tabla 18-3, una vez sumadas la corriente nominal del elemento instalado en la carga 2, se obtiene un valor de 3.3A, por lo cual se hace uso de un disyuntor magnético de 4 A.

**Tabla 18-3:** Consumo del elemento de la carga 2 del módulo de selección.

Cantidad	Elemento	Corriente Total
1	Motor	3.3 A
<b>Total</b>		3.3 A

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.2. Dimensionamiento de conductores eléctricos

Para el dimensionamiento del cableado del tablero eléctrico para los módulos de evaluación y selección se consideran las corrientes de consumo de los elementos eléctricos y electrónicos. En función de esta corriente se seleccionaron conductores de cobre tipo TFF de calibre 18 AWG para conectar las líneas de fase y neutro para la fuente de alimentación y conductores de cobre flexible tipo TFF de calibre 22 AWG para el cableado del tablero y actuadores que manejan una corriente continua de 24 VDC (Iza et al., 2018, p. 9).

### 3.5.3. Selección de componentes eléctricos y electrónicos

En esta sección se detalla los elementos que se utilizaron para los distintos módulos para su respectivo funcionamiento.

### 3.5.3.1. Pasarela Wecon V-BOX series HG

Se utilizó para administrar los dispositivos, analizar datos en tiempo real y obtener información de forma remota, como se muestra en la figura 24-3. Los usuarios pueden usar un teléfono móvil o una computadora en cualquier momento desde cualquier parte para acceder al proceso. Se conecta a la nube a través de ethernet, brinda comunicación Modbus RTU/TCP y para enviar los datos de los módulos de evaluación y selección lo hace a través de una comunicación ethernet. La selección del dispositivo se encuentra en la sección 2.7.2 del capítulo 2. En la tabla 19-3 se detallan las características más relevantes. Para mayor detalle las características se pueden ver en el ANEXO A.



**Figura 24-3:** Wecon V-BOX.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 19-3:** Principales características de la pasarela Wecon V-BOX.

Descripción	Características
Puerto de USB	OTG USB / DEVICE USB
Puerto Serial	COM1: RS232, RS422 / RS485 (2 en 1)
Puerto de Ethernet	1
Tensión de alimentación	24 V DC (12 VDC)
Potencia de consumo	<10 W
Sistema operativo	Linux

Fuente: WECON TECHNOLOGY, 2021.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.2. PLC Schneider TM221CE16T

Para la etapa de evaluación se consideró un controlador lógico programable, como se muestra en la figura 25-3, el mismo que cuenta con las siguientes condiciones: que proporcione 9 entradas y 4 salidas en función del tipo de trabajo a realizar. Una vez determinado el número de entradas y salidas se procede a elegir la mejor opción en precio, calidad, flexibilidad y compatibilidad. La selección del PLC para el módulo de evaluación se encuentra en el capítulo 2 sección 2.4.4. A

continuación, en la tabla 20-3 se presenta las características del PLC Schneider TM221CE16T. Para mayor detalle las características se pueden ver en el ANEXO B.



**Figura 25-3:** PLC Schneider TM221CE16T.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 20-3:** Principales características del PLC Schneider TM221CE16T.

Descripción	Características
Tipo de producto	Modicon M221
Tipo de salida	NPN
Salida digital	Transistor
Número de entradas digitales	9
Número de salidas digitales	7
Voltaje de alimentación	24 V DC
Voltaje de salida	24 V DC
Puerto Modbus	1
Puerto USB	1
Puerto Ethernet	1

Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC, 2022.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.3. PLC Delta DVP 32ES2-E RE.

Dentro del módulo al PLC se lo considera como el “cerebro”, ya que lleva el programa del proceso a ejecutar, por medio de sus entradas recibe y ejecuta las acciones hacia sus salidas, como se muestra en la figura 26-3. Para la etapa de selección se tendrá en cuenta elegir un controlador lógico programable, que requiera de 12 entradas y 8 salidas en función del tipo de trabajo a realizar. Una vez determinado el número de entradas y salidas se procede a elegir la mejor opción en precio, calidad, flexibilidad y compatibilidad. Considerando esto se optó por un PLC de la marca Delta con la serie DVP 32ES2-E RE, el cual consta de 16 entradas y 16 salidas a relé. La selección del PLC para el módulo de selección se encuentra en el capítulo 2 en la sección 2.4.4.



A continuación, en la tabla 21-3 se presenta las características del PLC Delta DVP 32ES2-E RE. Para revisar a mayor detalle las características se puede ver en ANEXO C.



**Figura 26-3:** PLC Delta DVP 32ES2-E RE

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 21-3:** Principales características del PLC Delta DVP 32ES2-E RE.

Descripción	Características
Tipo de producto	DVP 32ES2-E RE
Tensión de alimentación	110 [VAC]
Consumo de corriente	2[A]
Frecuencia de operación	50/60 [Hz]
Número de salidas digitales	16
Número de entradas digitales	16
Puerto Ethernet	Mini USB

Fuente: DELTA ELECTRONICS, 2020.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

#### 3.5.3.4. Sensor inductivo HS-LJ18A3-5-Z/BX

Estos sensores permiten detectar la presencia de materiales metálicos. Por otra parte, si la pieza es de cualquier material que no sea metal no enviaría una señal de activación, como se muestra en la figura 27-3. Las características técnicas de los mismos se presentan en la tabla 22-3.



**Figura 27-3:** Sensor inductivo HS-LJ18A3-5-Z/BX.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 22-3:** Principales características del sensor inductivo HS-LJ18A3-5-Z/BX.

Descripción	Características
Marca	Heschen
Numero de modelo	HS-LJ18A3-5-Z/BX
Numero de pieza	LJ18A3-5-Z/BX
Tipo de salida	PNP (normalmente abierto)
Distancia de detención	0.197 in $\pm$ 10 %. Distancia
Objetos para detectar	Metal magnético
Grado de protección	IP65
Tensión de alimentación	10-30 V DC
Consumo de corriente	200 m A
Frecuencia de operación	50/60 Hz

Fuente: HESCHEN, 2021.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.5. Sensor magnético Airtac CMS 020

Estos sensores se emplean para determinar la ubicación del pistón en cilindros neumáticos y son colocados en las ranuras del cilindro y para saber su activación se hace mediante el encendido de un led, como se muestra en la figura 28-3. Las características técnicas de los mismos se presentan en la tabla 23-3.



**Figura 28-3:** Sensor magnético Airtac CMS 020

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 23-3:** Principales características del sensor magnético.

Descripción	Características
Marca	Airtac
Modelo	CMS 020
Tipo de salida	PNP (normalmente abierto)
Rango de temperatura	-10°C - 70°C
Grado de protección	IP64
Resistencia al impacto	50G
Tensión de alimentación	5-24 VDC
Consumo de corriente	100m A

Potencia	10W Max.
Frecuencia de operación	200 Hz

**Fuente:** AIRTAC CMS, 20022.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.6. Sensores retro reflectivo PE18-R2P3

Estos sensores se emplean para identificar la presencia de la pieza en la banda independientemente del material o el color. Tanto el emisor como el receptor se encuentran dentro de la misma carcasa. Como resultado, cuando la pieza se posiciona, bloquea la emisión de luz y activa la señal de salida, como se muestra en la figura 29-3. Las características técnicas del mismo se presentan en la tabla 24-3.



**Figura 29-3:** Sensor retro reflectivo PE18-R2P3

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2022.

**Tabla 24-3:** Características del sensor retro reflectivo PE18-R2P3.

Descripción	Características
Modelo	PE18-R2P3
Material de la carcasa	Plástico
Tipo de salida	NPN
Distancia de detención	2m
Distancia de detención difusa	10cm – 30cm
Distancia de detención a través de haz	5m
Grado de protección	IP65
Tensión de alimentación	10 - 30 V DC; 110-220 VAC
Consumo de corriente	300 m A

**Fuente:** Ficha técnica del sensor retro reflectivo, 2008.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.7. Sensores emisor receptor

Estos sensores se emplean para posicionamiento del cilindro de doble efecto en el módulo de selección. Tanto el emisor como el receptor se encuentran separados. Como resultado, cuando el cilindro se posiciona, bloquea la emisión de luz y activa la señal de salida, como se muestra en la figura 30-3. Las características técnicas del mismo se presentan en la tabla 25-3.



**Figura 30-3:** Sensor emisor-receptor.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 25-3:** Características del sensor emisor receptor.

Descripción	Características
Tipo de salida	NPN
Distancia de detención	1-10 mm
Objetos para detectar	Presencia del haz de luz
Tensión de alimentación	12 - 24 V DC
Consumo de corriente	12 m A

**Fuente:** Ficha técnica del sensor receptor, 2008.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023

### 3.5.3.8. Botonera y botones pulsadores

Cada módulo (evaluación y selección) cuenta con un tablero de control, esto permite conocer el funcionamiento y el control de cada etapa mediante sus pulsadores (inicio, paro, paro de emergencia y reset); estos están conectados a las entradas del PLC por manera cableada y se ejecutarán dependiendo de las instrucciones impuestas por parte del operador como se observa en la siguiente figura 31-3.



**Figura 31-3:** Botonera y botones pulsadores.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

A continuación, se detallará el funcionamiento de la botonera:

- Inicio: se utiliza este pulsador, para iniciar la secuencia del proceso.
- Paro: se utiliza este pulsador, para detener toda la secuencia del proceso.
- Reset: mediante este pulsador, permite reiniciar toda la secuencia del proceso si el programa falla y deja el equipo inoperativo.
- Emergencia: se utiliza este pulsador, para poner toda la secuencia del proceso en condiciones de seguridad.

#### 3.5.3.9. Luces indicadoras y medidor de voltaje

Los módulos de evaluación y selección cuentan con luces piloto y un indicador de tensión como se observa en la siguiente figura 32-3.



**Figura 32-3:** Luces indicadoras y medidor de voltaje.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

A continuación, se detallará el funcionamiento de las luces piloto:

- Indicador luminoso verde: mediante este indicador, se podrá observar que el sistema esté funcionando correctamente y no presente ningún problema.
- Indicador luminoso rojo: Este indicador se encenderá cuando se haya activado el paro de emergencia, ya que se podrá ver que el sistema ha fallado en algún momento del proceso.
- Indicador de voltaje: a través de este indicador, se podrá observar el voltaje en corriente alterna al cual se encuentra el proceso.

#### 3.5.3.10. Fuente conmutada de 24 voltios DC

En la figura 33-3 se observa un convertidor de voltaje alterna a un voltaje continuo. Recibe la entrada de 110 voltios en AC y lo convierte en 24 voltios a DC, siendo este voltaje que alimente

las válvulas, sensores, PLC y pasarela Wecon V- BOX, sin embargo, como posee dos salidas; se utilizó un conjunto de borneras que alimentará a cada uno de los dispositivos. En la tabla 26-3 se encuentran las características del dispositivo.



**Figura 33-3:** Fuente de 24 V en DC.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 26-3:** Principales características de la fuente de 24V en DC.

Descripción	Características
Tensión de alimentación	110 o 220 V en AC (ajustable con switch).
Protecciones	A cortocircuito. A Sobrecarga.
Tensión de salida	24 V en CC ajustable a $\pm 5\%$ .
Consumo de corriente	60 Hz
Potencia	120 W

**Fuente:** Ficha técnica de la fuente de poder, 2008.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.11. Fuente weidmuller 24VDC

En la figura 34-3 se observa un dispositivo encargado de convertir la entrada de voltaje alterno en una salida de voltaje continuo. Recibe la entrada de 110 voltios en AC y lo convierte en 24 voltios a DC, esta energía sirve para alimentar el motor de cada módulo. En la tabla 27-3 se encuentran las características del dispositivo.



**Figura 34-3:** Fuente weidmuller.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 27-3:** Principales características de la fuente weidmuller.

Descripción	Características
Tensión de alimentación	85 o 260 V en AC
Tensión de salida	24 V en CC ajustable a $\pm 1\%$ .
Consumo de corriente	5 A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	120 W

Fuente: WEIDÜLLER, 2022.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.12. Breaker Siemens 4A

El Breaker se utilizó como un interruptor principal de alimentación para el circuito permitiendo el activado y desactivado de este circuito, además, sirve como medio de protección contra sobrecargas y cortocircuitos del módulo de evaluación, como se observa en la figura 35-3. En la tabla 28-3 se encuentran las características del dispositivo.



**Figura 35-3:** Breaker siemens.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 28-3:** Principales características del breaker siemens.

Descripción	Características
Voltaje nominal	120 V
Numero de Polos	1
Terminal de conexión	Borne con tornillo prisionero
Sistema de conexión	Enchufe mediante bridas
Corriente nominal	4 A
Frecuencia de operación	60 Hz

Fuente: SIEMENS, 2020.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.13. Breaker LS 6A

El Breaker se utilizó como un interruptor principal de alimentación para el circuito permitiendo el activado y desactivado de este circuito, además, sirve como medio de protección contra sobrecargas y cortocircuitos del módulo de selección, como se observa en la figura 36-3. En la tabla 29-3 se encuentran las características del dispositivo.



**Figura 36-3:** Breaker LS.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 29-3:** Principales características del breaker LS.

Descripción	Características
Voltaje nominal	120 V
Numero de Polos	1
Terminal de conexión	Borne con tornillo prisionero
Sistema de conexión	Enchufe mediante bridas
Corriente nominal	6 A
Frecuencia de operación	60 Hz

**Fuente:** LS, 2020.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.14. Breaker Camsco 4A

El Breaker se utilizó como un interruptor principal de alimentación para el circuito permitiendo el activado y desactivado de este circuito, además, sirve como medio de protección contra sobrecargas y cortocircuitos para los motores de los diferentes módulos, como se observa en la figura 37-3. En la tabla 30-3 se encuentran las características del dispositivo.





**Figura 37-3:** Breaker camSCO.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 30-3:** Principales características del breaker camSCO.

Descripción	Características
Voltaje nominal	120 V
Numero de Polos	1
Terminal de conexión	Borne con tornillo prisionero
Sistema de conexión	Enchufe mediante bridas
Corriente nominal	4 A
Frecuencia de operación	60 Hz

**Fuente:** CAMSCO, 2020.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.15. Interfaz de comunicación DB25-MG6

Cuenta con 25 contactos propios de la interfaz DB25-MG6. Dentro de esta interfaz llegan todas las señales de los distintos sensores, actuadores, motor, etc. Para posteriormente conectarse a la otra interfaz que se encuentra en el panel de control del módulo, como se muestra en la figura 38-3. En la tabla 31-3 se encuentran las características del dispositivo.



**Figura 38-3:** Interfaz DB25-MG6.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 31-3:** Principales características de la interfaz de comunicación DB25-MG6.

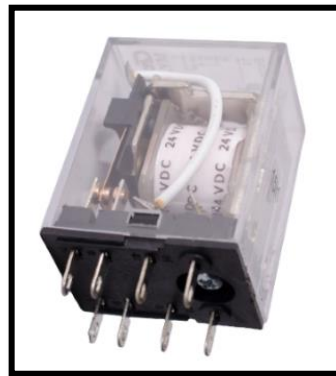
Descripción	Características
Modelo	DB25-MG6
Tensión de alimentación	24 V DC
Consumo de corriente	1 A
Contactos	25
Puerto GND	1
Peso	193.060 g
Dimensiones	5.50 x 393 x 2.35 pulgadas
Material	PCB color verde

**Fuente:** Ficha técnica de la interfaz de comunicación DB25-MG6, 2008.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023

### 3.5.3.16. Relé camscó MY2

Se utiliza dos relés para la activación o desactivación del motor ya que une la etapa de potencia y la de control para la estación de evaluación y selección. Los siguientes tres relés se encargan de transformar la señal de entrada tipo NPN en PNP del sensor emisor receptor, para que el PLC Delta pueda leerla, como se observa en la figura 39-3. En la tabla 32-3 se encuentran las características del dispositivo. Para mayor detalla revisar el ANEXO D.



**Figura 39-3:** Relé camscó.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 32-3:** Principales características del relé camscó MY2.

Descripción	Características
Marca	Camsco
Modelo	MY2
Tensión de alimentación	24 V DC
Corriente resistiva	5 A
Corriente inductiva	3 A
Contactos conmutados	2NA – 2NC

**Fuente:** CAMSCO, 2020.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.17. *Borneras*

A pesar de no ser elementos de control, son cruciales para el correcto funcionamiento de los diferentes módulos ya que son los encargados de recoger los datos de los sensores y actuadores y enviarlos al PLC. También funcionan como una especie de distribución de tensión para los diferentes dispositivos como: sensores, indicadores, interfaces de comunicaciones y pulsadores para su funcionamiento, como se observa en la figura 40-3.

En la estación de evaluación se utilizó 16 borneras para las entradas y salidas del PLC Schneider y 10 para la alimentación (5 positivos y 5 negativos), para la estación de selección se utilizó 32 borneras para las entradas y salidas del PLC Delta y 11 para la alimentación (5 positivos y 6 negativos).



**Figura 40-3:** Borneras.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.18. *Cable UTP Ethernet*

Como se observa en la figura 41-3, se utilizó el cable para llevar a cabo las conexiones entre el PLC de cada estación y la pasarela V- BOX H-AG, además sirve para conectar la pasarela al punto de entrada del router que se encuentra en el laboratorio de automatización de la FIE-ESPOCH. En la tabla 33-3 se encuentran las características del dispositivo.



**Figura 41-3:** Cable UTP Ethernet.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 33-3:** Principales características del cable UTP ethernet.

Descripción	Características
Numero de pares	4
Calibre	24 AWG
Conductor	Núcleo solido
Tipo de material de conductor	Cobre
Diámetro	0.482
Frecuencia de comunicación	100-350 Hz

Fuente: INTEL, 2021.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.19. Cable DB25 hembra macho

Se utiliza para conexión en serie de los interfaces de los módulos, permitiendo la transmisión de datos que serán enviados a las entradas del PLC, como se observa en la figura 42-3.



**Figura 42-3:** Cable DB25.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.3.20. Canaleta ranurada y riel DIN.

Para las estaciones de evaluación y selección, se utilizan rieles DIN de 35mm para colocar todos los elementos en el tablero de control. Se usó rieles de 350 mm para ubicar el breaker, PLC, Gateway IIOT y borneras, que servirán como un canal de comunicación entre las entradas y salidas del PLC. Se usa rieles de 250mm para ubicar un interfaz a la que llegan las señales de los indicadores, pulsadores, sensores, actuadores y motores. Para los cables del tablero de control se empleó canaletas de 45\*45mm para mejorar la estética, y para los cables de los sensores y válvulas se usó canaletas de 25\*45mm como se observa en la figura 43-3.

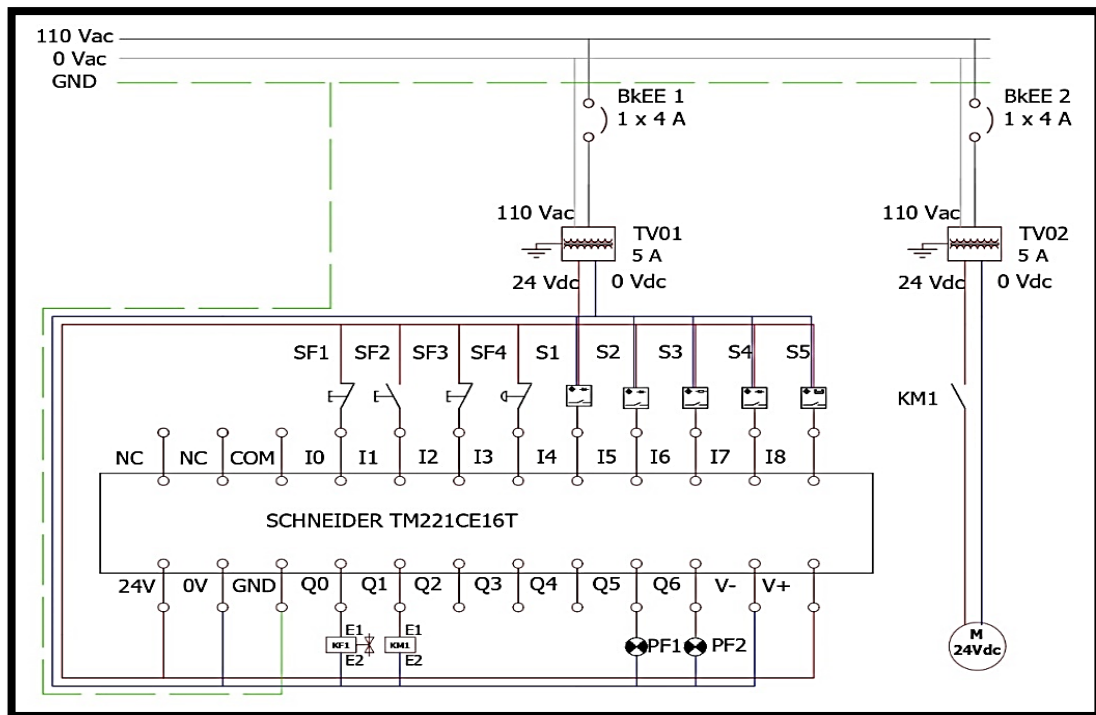


**Figura 43-3:** Canaleta ranurada y riel DIN.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.4. Diagrama esquemático de la etapa de evaluación

En la figura 44-3 se presenta el esquema de conexión de las entradas y salidas del controlador lógico programable, en las entradas se encuentran los elementos como son sensores y pulsadores (inicio, paro, reset y emergencia); y en sus salidas posee actuadores, luces piloto y alimentación eléctrica al PLC. En la tabla 34-3 se presenta la descripción de cada contacto.



**Figura 44-3:** Diagrama de conexión para el módulo de evaluación.

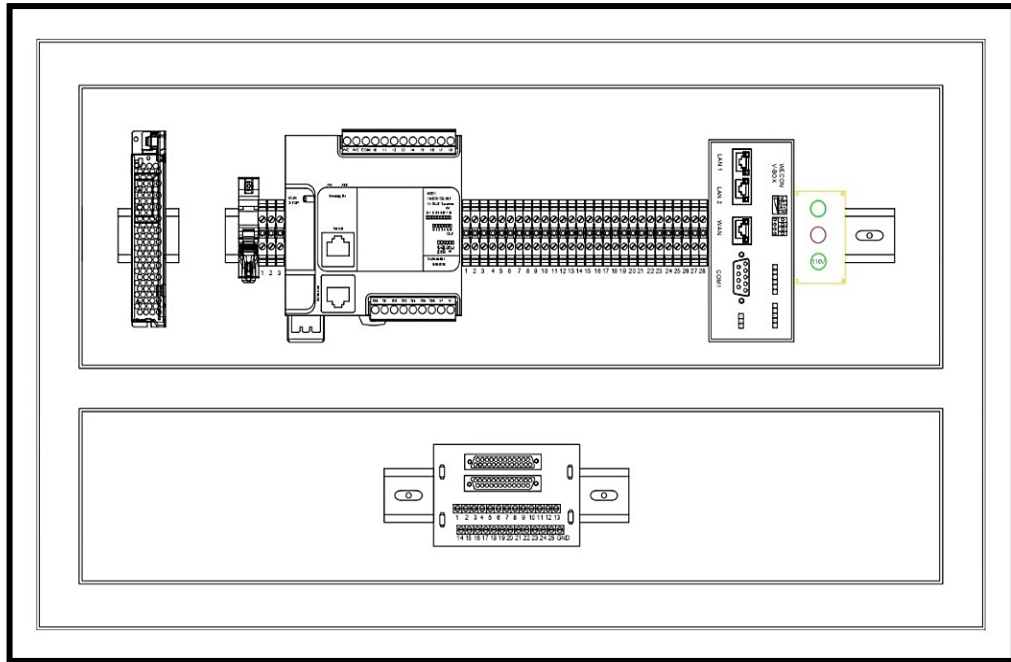
Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

**Tabla 34-3:** Elementos del esquema de conexión del módulo de evaluación.

Contacto	Descripción del contacto
SF1	Pulsador de paro
SF2	Pulsador de inicio
SF3	Pulsador de reset
SF4	Pulsador de
S1	Sensor Retro- reflectivo1
S2	Sensor Retro- reflectivo2
S3	Sensor Inductivo
S4	Sensor Retro- reflectivo3
S5	Sensor Magnético
KF1	Válvula monoestable de 5/2 vías
KM1	Motor
PF1	Indicador verde
PF2	Indicador rojo

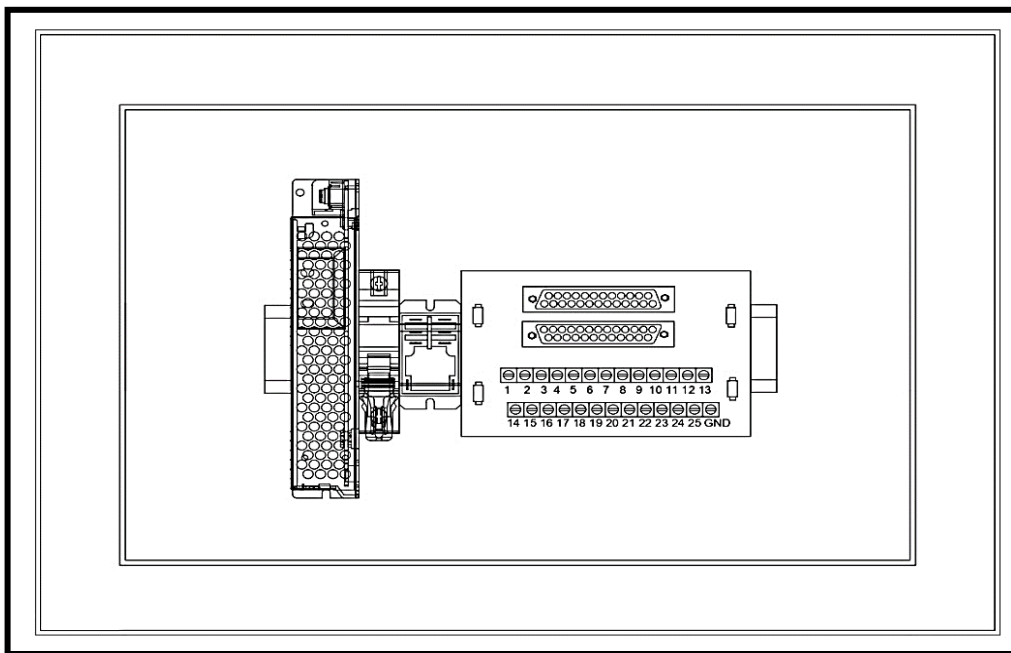
Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

En la figura 45-3 se visualiza un esquemático de la distribución de los componentes eléctricos y electrónicos del tablero eléctrico, en donde se puede apreciar la ubicación dispositivos de control, protección, botoneras, indicador de voltaje y luces piloto, además en la figura 46-3 se presenta un esquemático con la ubicación adecuada de los dispositivos de control y protección del módulo de evaluación.



**Figura 45-3:** Distribución de elementos eléctricos para el módulo de evaluación.

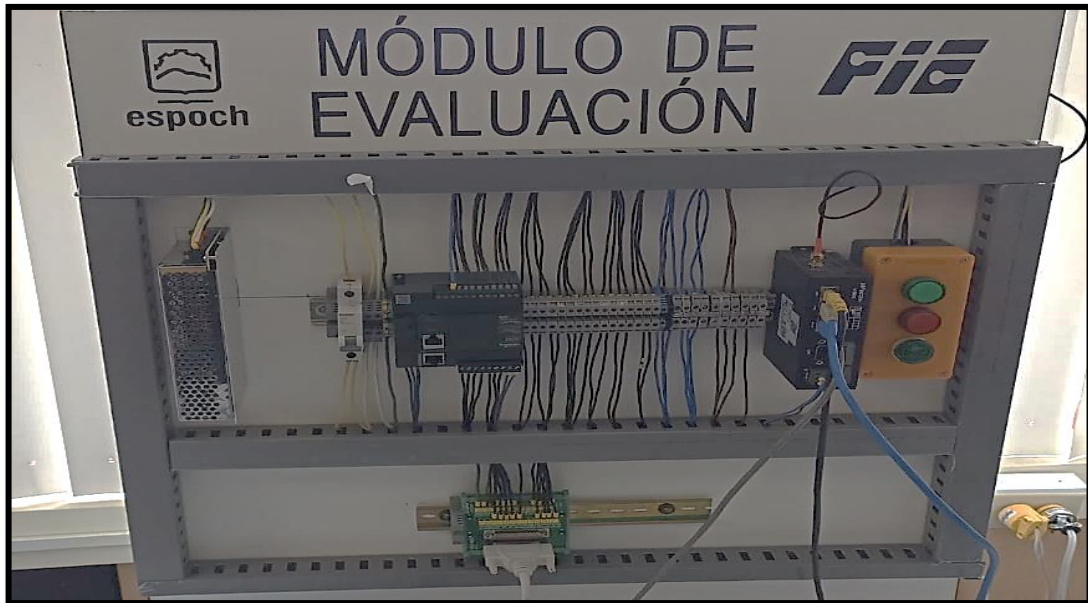
Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.



**Figura 46-3:** Distribución para el cuadro de control del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

Finalmente, en la figura 47-3 se muestra el módulo eléctrico finalizado e implementado y puesto en marcha con todos los equipos e instrumentos, así como también en la figura 48-3 se muestra el cuadro de control del módulo de evaluación.



**Figura 47-3:** Implementación final del tablero eléctrico del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.



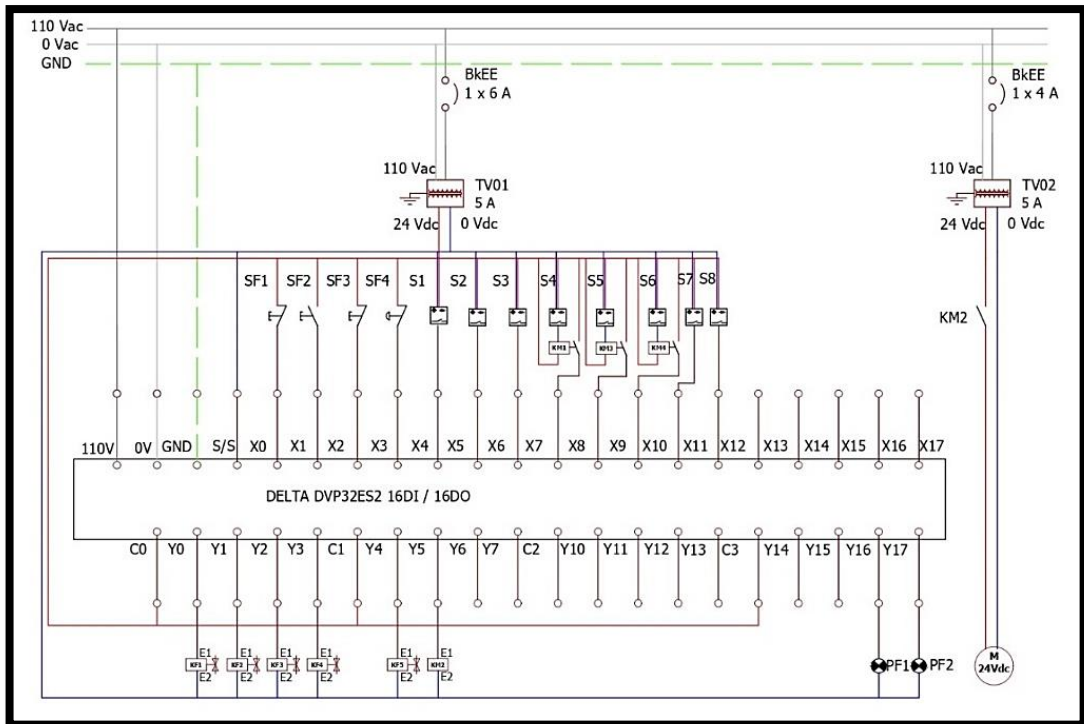
**Figura 48-3:** Implementación final del cuadro de control del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.5.5. Diagrama esquemático de la etapa de selección

En la figura 49-3 se presenta el esquema de conexión de las entradas y salidas del controlador lógico programable, en las entradas se encuentran los elementos como son sensores y pulsadores (inicio, paro, reset y emergencia); y en sus salidas posee actuadores, luces piloto y alimentación eléctrica al PLC. En la tabla 35-3 se presenta la descripción de cada contacto.





**Figura 49-3:** Diagrama de conexión para el módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

**Tabla 35-3:** Elementos del esquema de conexión del módulo de selección.

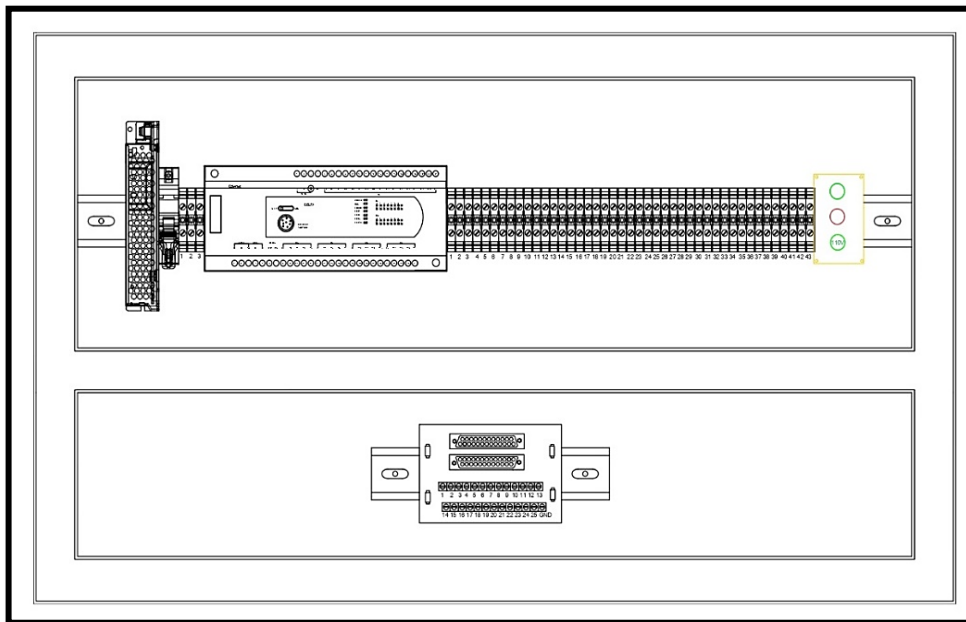
Contacto	Descripción del contacto
SF1	Pulsador de paro
SF2	Pulsador de inicio
SF3	Pulsador de reset
SF4	Pulsador de
S1	Sensor Retro- reflectivo 2
S2	Sensor Retro- reflectivo 1
S3	Sensor Retro- reflectivo 3
S4	Sensor Emisor- Receptor 1
S5	Sensor Emisor- Receptor 2
S6	Sensor Emisor- Receptor 3
S7	Sensor Magnético 1
S8	Sensor Magnético 2
KF1	Válvula 1 monoestable de 5/2 vías
KF2	Válvula 2 monoestable de 5/2 vías
KF3	Válvula 3 monoestable de 5/2 vías
KF4	Válvula 4 monoestable de 5/2 vías
KF5	Válvula 5 monoestable de 5/2 vías
KM1	Relé para el Sensor Emisor- Receptor 1
KM2	Relé para el Sensor Emisor- Receptor 2
KM3	Relé para el Sensor Emisor- Receptor 3



KM4	Relé para el motor
PF1	Indicador verde
PF2	Indicador rojo

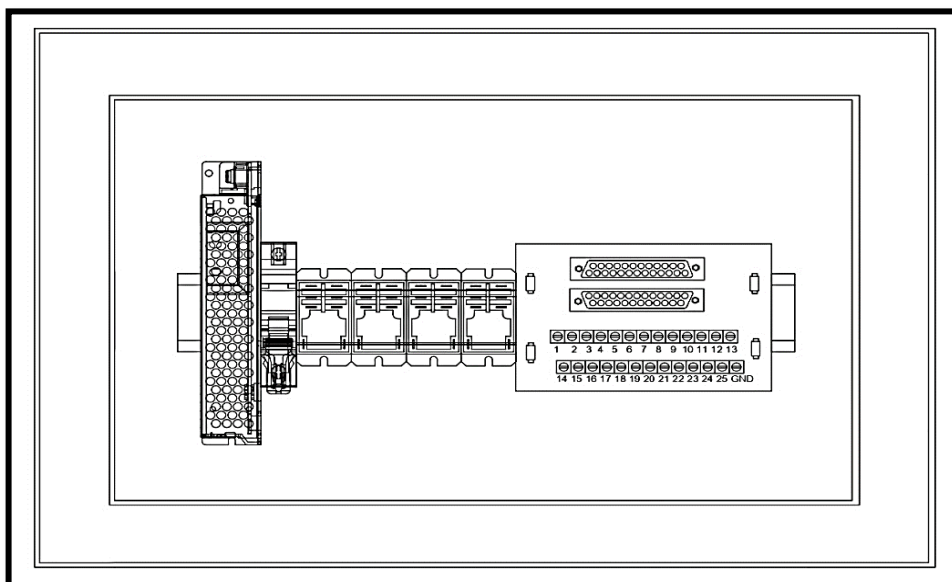
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

En la figura 50-3 se visualiza un esquemático de la distribución de los componentes eléctricos y electrónicos del tablero eléctrico, en donde se puede apreciar la ubicación dispositivos de control, protección, botoneras, indicador de voltaje y luces piloto, además en la figura 51-3 se presenta un esquemático con la ubicación adecuada de los dispositivos de control y protección del módulo de selección.



**Figura 50-3:** Distribución de elementos eléctricos para el módulo de selección.

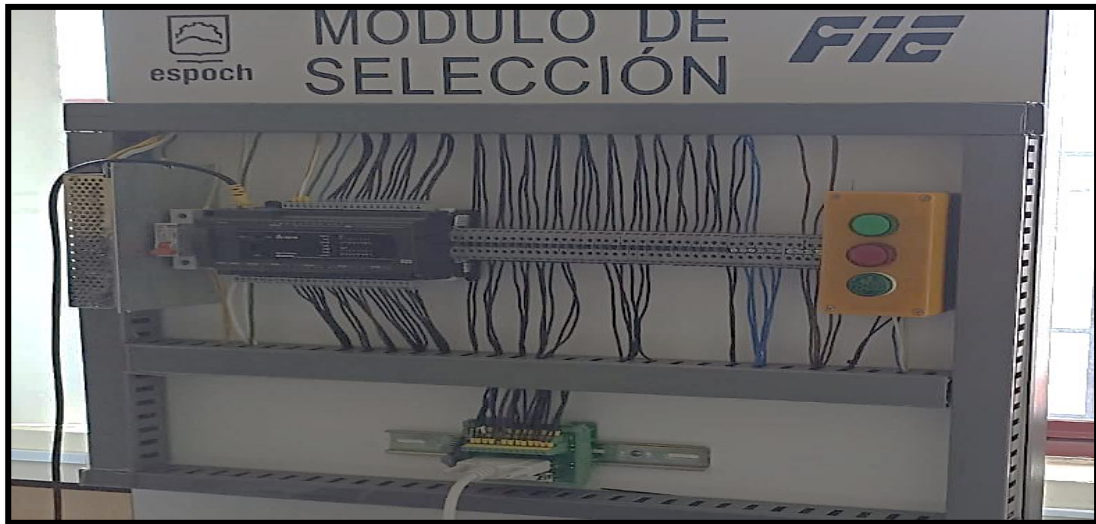
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.



**Figura 51-3:** Distribución para el cuadro de control del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Finalmente, en la figura 52-3 se muestra el módulo eléctrico finalizado e implementado y puesto en marcha con todos los equipos e instrumentos, así como también en la figura 53-3 se muestra el cuadro de control del módulo de selección.



**Figura 52-3:** Implementación final del tablero eléctrico del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.



**Figura 53-3:** Implementación final del cuadro de control del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### **3.6. Estructura de programación y configuración del proceso**

En esta sección se detalla la estructura de programación de cada módulo de trabajo a través del desarrollo del lenguaje Ladder con su respectivo Grafcet. Además, se detalla los softwares de programación utilizadas para cada uno de los PLC's.

#### **3.6.1. Señales de entradas y salida**

A la hora de programar se debe considerar, las señales de entrada y salida que se adquiere y entrega el PLC. Dado que se utilizan en la programación, deben ser debidamente etiquetadas en el PLC.

### 3.6.1.1. Etapa de evaluación

Las entradas, salidas y memorias que se empleó para el módulo de evaluación se detallan en la siguiente la tabla 36-3.

**Tabla 36-3:** Asignación de entradas y salidas para el módulo de evaluación.

MEMORIAS		ENTRADAS		SALIDAS	
%M1	M1				
%M2	M2	%I0.0	PARO		
%M3	M3	%I0.1	INICIO		
%M4	M4	%I0.2	RESET	%Q0.0	VALVULA1
%M5	M5	%I0.3	EMERGENCIA	%Q0.1	MOTOR
%M6	M6	%I0.4	SENSOR1_ENTR	%Q0.5	LUZPILOTO_V
%M7	M7	%I0.5	SENSOR2_EEV	%Q0.6	LUZPILOTO_R
%M8	M8	%I0.6	SENSOR5_INDUCTIVO		
%M9	M9	%I0.7	SENSOR4_DETIENEP		
%M10	M10	%I0.8	SENSOR_MAGNE		
%M50	M50				

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

### 3.6.1.2. Etapa de selección

Las entradas, salidas y memorias que se empleó para el módulo de evaluación se detallan en la siguiente tabla 37-3.

**Tabla 37-3:** Asignación de entradas y salidas para el módulo de selección.

MEMORIAS		ENTRADAS		SALIDAS	
M1	M1				
M2	M2				
M3	M3				
M4	M4				
M5	M5				
M6	M6				
M7	M7	X0	PARO		
M8	M8	X1	INICIO		
M9	M9	X2	EMERGENCIA	Y0	CQ_MC
M10	M10	X3	RESET	Y1	CR_MC
M11	M11	X4	SPC_MC	Y2	CC_MC
M12	M12	X5	SE_MC	Y3	VE_MC
M13	M13	X6	VERDE	Y4	CP_MC
M14	M14	X7	SR_CILI	Y5	MOTOR
M15	M15	X10	S_P	Y16	LUZ_VERDE
M16	M16	X12	SMV_MC	Y17	LUZ_ROJA
M17	M17	X11	SR_MC		
M31	MSR_MOTOR	X15	SI		
M32	MSR_A				
M33	MSR_B				
M34	MSR_VENTOSA				
M35	MSR_C				
M36	MSR_D				
M40	INICIO_HMI				
M41	PARO_HMI				

M50	M50		
M60	M60		
M70	RESET_HMI		

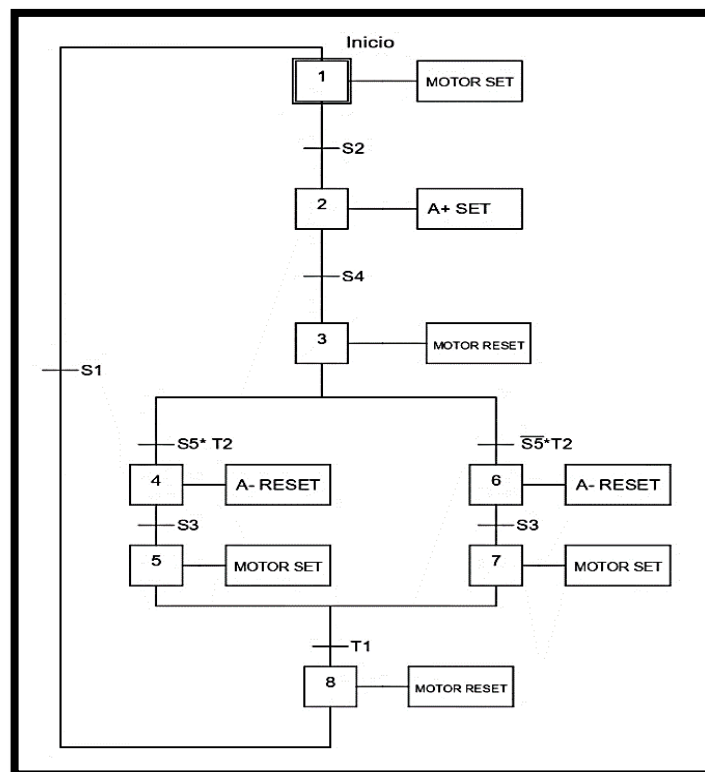
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.6.2. Diagrama grafcet

Para desarrollar la secuencia de programación se utilizó inicialmente el procedimiento del GRAFCET, que se emplea para ejecutar operaciones en automatización industrial. El método GRAFCET es bien conocido para llevar a cabo procedimientos secuenciales de automatización industrial con autómatas programables, además permite realizar cambios en el proceso.

#### 3.6.2.1. Grafcet del proceso de evaluación

En el módulo de evaluación se desarrolló un GRAFCET de segundo nivel, debido a que se empleó el set y reset en las memorias para mejorar la programación y disminuir el número de etapas y transiciones en el cilindro y el motor, como se observa en la figura 54-3.



**Figura 54-3:** Grafcet módulo de evaluación.

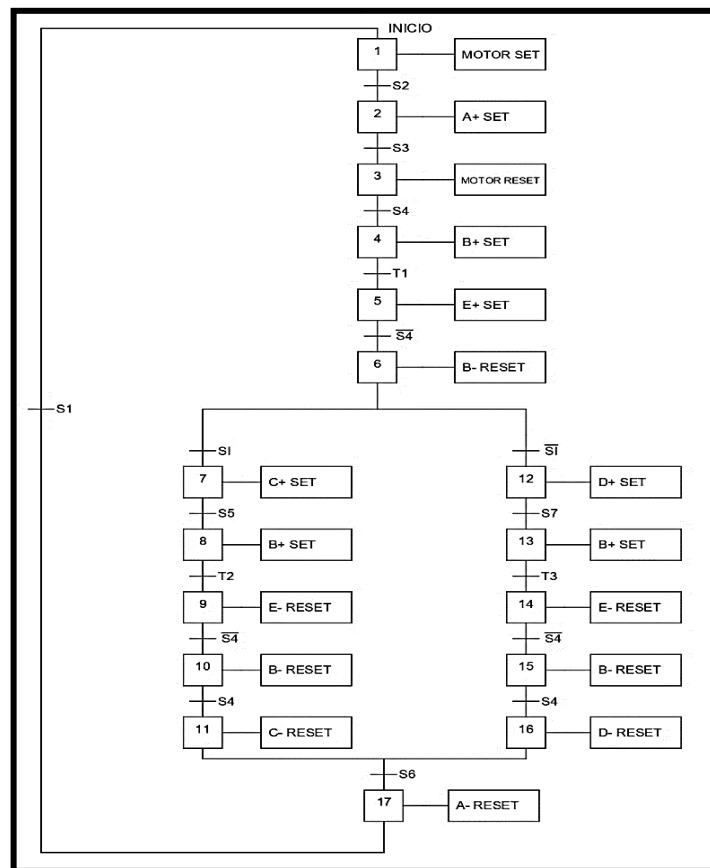
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

- En primera instancia la banda se activa cuando se presiona el botón de inicio y posteriormente cuando el sensor retro reflectivo (s1) detecte la pieza.
- Al detectar el sensor retro reflectivo (s2), el primer pistón saldrá hasta la posición A+.
- El palet continua y la banda se detiene cuando el sensor retro reflectivo (s4) detecte la pieza.

- Empieza el proceso de evaluación
- Se considera un tiempo de 3 segundos (T2) permitiendo así que detecte el sensor inductivo (s5) dependiendo del tipo de pasador de la pieza, posteriormente el pistón regresará a la posición inicial A-.
- Una vez evaluado el tipo de pasador, la banda se activará mediante el sensor magnético (s3), dando paso a la etapa de selección.
- Finalizado el proceso de evaluación, el motor se detiene hasta cuando se detecte nuevamente una pieza ensamblada y así el proceso se repite de manera cíclica.

### 3.6.2.2. Grafcet del proceso de selección

En el módulo de selección se desarrolló un GRAFCET de segundo nivel, debido a que se empleó el set y reset en las memorias para mejorar la programación y disminuir el número de etapas y transiciones para los cilindros y el motor, como se observa en la figura 55-3.



**Figura 55-3:** Grafcet módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

- En primera instancia la banda se activa cuando se presiona el botón de inicio y posteriormente cuando el sensor retro reflectivo (s1) detecte la pieza.
- Al detectar el sensor retro reflectivo (s2), el primer pistón saldrá hasta la posición A+.
- El palet continua y la banda se detiene cuando el sensor retro reflectivo (s3) detecte la pieza.

- El segundo pistón estará en la posición B+ al momento de detectar el sensor emisor receptor (s4), donde se colocarán las ventosas sobre la tapa de la pieza.
- El generador de vacío se activará por un tiempo de 3 segundos (T1), permitiendo sujetar la pieza.
- El segundo pistón tomara su nueva posición B- cuando no se detecte el sensor emisor receptor (s4).
- Empieza el proceso de selección
  - Cuando se detecte el sensor inductivo (SI), el tercer pistón saldrá a la posición de C+.
  - El segundo pistón estará en la posición B+ al momento de detectar el sensor emisor receptor (s5)
  - El generador de vacío se desactivará por un tiempo de 3 segundos (T2), permitiendo soltar la pieza.
  - El segundo pistón tomara su nueva posición B- cuando no se detecte el sensor emisor receptor (s4).
  - El tercer pistón tomara su nueva posición C- cuando se detecte el sensor (s4).
  - cuando no se detecte el sensor inductivo (SI), el cuarto pistón saldrá a la posición de D+.
  - El segundo pistón estará en la posición B+ al momento de detectar el sensor (s5)
  - El generador de vacío se desactivará por un tiempo de 3 segundos (T3), permitiendo soltar la pieza.
  - El segundo pistón tomara su nueva posición B- cuando no se detecte el sensor (s4).
  - El cuarto pistón tomara su nueva posición D- cuando se detecte el sensor (s4).
- Finalizado el proceso de selección, el primer pistón regresa a su posición A- cuando el sensor (s4) detecte y así el proceso se repite de manera cíclica.

### **3.6.3. Obtención de ecuaciones del proceso**

Tras la adquisición de la secuencia y el GRAFCET, tanto para el módulo de evaluación y selección se adquiere las siguientes ecuaciones de acuerdo con las etapas diseñadas en cada módulo, estas ecuaciones nos ayudaron en la posterior programación en el software de cada uno de los PLC's.

#### **3.6.3.1. Evaluación**

Con la ayuda del GRAFCET se puede obtener las ecuaciones, las misma que se utilizara para la programación en el software del PLC Schneider. En la tabla 38-3 se encuentran las ecuaciones del módulo de selección, donde la interpretación del GRAFCET es la siguiente: etapa anterior por la transición anterior más la etapa actual por la etapa siguiente negada.

**Tabla 38-3:** Definición de ecuaciones para el módulo de evaluación.

ETAPA	ECUACIÓN
1	$INICIO + M8 \cdot S1 + M1 \cdot \overline{M2}$
2	$M1 \cdot S2 + M2 \cdot \overline{M3}$
3	$M2 \cdot S4 + M3 \cdot \overline{M4} \cdot \overline{M6}$
4	$M3 \cdot S5 \cdot T2 + M4 \cdot \overline{M5}$
5	$M4 \cdot S3 + M5 \cdot \overline{M8}$
6	$M3 \cdot \overline{S5} \cdot T2 + M6 \cdot \overline{M7}$
7	$M6 \cdot S3 + M7 \cdot \overline{M8}$
8	$M5 \cdot T1 + M7 \cdot T1 + M8 \cdot \overline{M1}$
<b>SALIDAS FÍSICAS</b>	
M50	LUZPILOTO_V
M60	LUZPILOTO_R
<b>SALIDAS DE SET Y RESET</b>	
M9	MOTOR
M10	VALVULA1

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.6.3.2. Selección

Con la ayuda del GRAFCET se puede obtener las ecuaciones, las misma que se utilizara para la programación en el software del PLC Delta. En la tabla 39-3 se encuentran las ecuaciones del módulo de selección, donde la interpretación del GRAFCET es la siguiente: etapa anterior por la transición anterior más la etapa actual por la etapa siguiente negada.

**Tabla 39-3:** Definición de ecuaciones para el módulo de selección.

ETAPA	ECUACIÓN
1	$INICIO + M17 \cdot S1 + M1 \cdot \overline{M2}$
2	$M1 \cdot S2 + M2 \cdot \overline{M3}$
3	$M2 \cdot S3 + M3 \cdot \overline{M4}$
4	$M3 \cdot S4 + M4 \cdot \overline{M5}$
5	$M4 \cdot T1 + M5 \cdot \overline{M6}$
6	$M5 \cdot \overline{S4} + M6 \cdot \overline{M7} \cdot \overline{M12}$
7	$M6 \cdot S1 + M7 \cdot \overline{M8}$
8	$M7 \cdot S5 + M8 \cdot \overline{M9}$
9	$M8 \cdot T2 + M9 \cdot \overline{M10}$
10	$M9 \cdot \overline{S4} + M10 \cdot \overline{M11}$
11	$M10 \cdot S4 + M11 \cdot \overline{M17}$
12	$M6 \cdot \overline{S1} + M12 \cdot \overline{M13}$
13	$M12 \cdot S7 + M13 \cdot \overline{M14}$
14	$M13 \cdot T3 + M14 \cdot \overline{M15}$
15	$M14 \cdot \overline{S4} + M15 \cdot \overline{M16}$

16	$M10 \cdot S4 + M11 \cdot \overline{M17}$
17	$M11 \cdot S6 + M16 \cdot S6 + M17 \cdot \overline{M1}$
<b>SALIDAS FÍSICAS</b>	
M60	LUZ_VERDE
M50	LUZ_ROJA
<b>SALIDAS DE SET Y RESET</b>	
M31	MOTOR
M32	CC_MC
M33	CQ_MC
M34	CR_MC
M35	VE_MC
M36	CP_MC

**Realizado por:** Paz X; Iza B, 2023.

### **3.6.4. Software de programación PLC**

Para el módulo de evaluación se utilizó software EcoStruxure Machine para programar el PLC Schneider y para el módulo de selección se usó el programa ISPSOft para el PLC Delta. Permite la creación y el desarrollo de programas para dar solución a problemas de procesos industriales, como los siguientes programas.

#### **3.6.4.1. EcoStruxure Machine**

EcoStruxure Machine es una herramienta de programación para los controladores lógicos programables de Schneider que se utiliza para diseñar, configurar, crear lógica, descargar programas en el PLC TM221CE16T. (Schneider Electric, 2022, p-1)

Para el proyecto se utiliza la versión EcoStruxure Machine Expert- Basic V 1.2 SP1, donde tendrá lugar la secuencia del módulo de evaluación, el mismo que realiza la evaluación del pasador de la pieza ensamblada.

#### **3.6.4.2. ISPSOft**

ISPSOft es una herramienta de desarrollo de software para la nueva generación de controladores lógicos programables Delta, el cual se utiliza para crear la lógica y descargar la programación al PLC DVP 32ES2-E. Proporciona a los usuarios un entorno de desarrollo cómodo y eficaz con funciones básicas de programación y una interfaz de fácil uso con diversas herramientas, con un entorno multilingüe, configuración de contraseñas y mecanismos de protección de la privacidad. Es compatible con la nueva generación de gestores de comunicación COMMGR. (Delta Electronics, 2020, p.1)

Para el proyecto se utiliza la versión ISPSOft V3.16, donde tendrá lugar la secuencia del módulo de selección, el mismo que realiza la selección del pasador de la pieza ensamblada.



### 3.6.5. Programación de PLC

Se presentan los diversos diagramas de flujo correspondientes al módulo de evaluación y selección, cada uno con una breve descripción. Además, se incluye el lenguaje Ladder utilizado para cada uno de los módulos.

#### 3.6.5.1. Diagrama de flujo módulo de evaluación

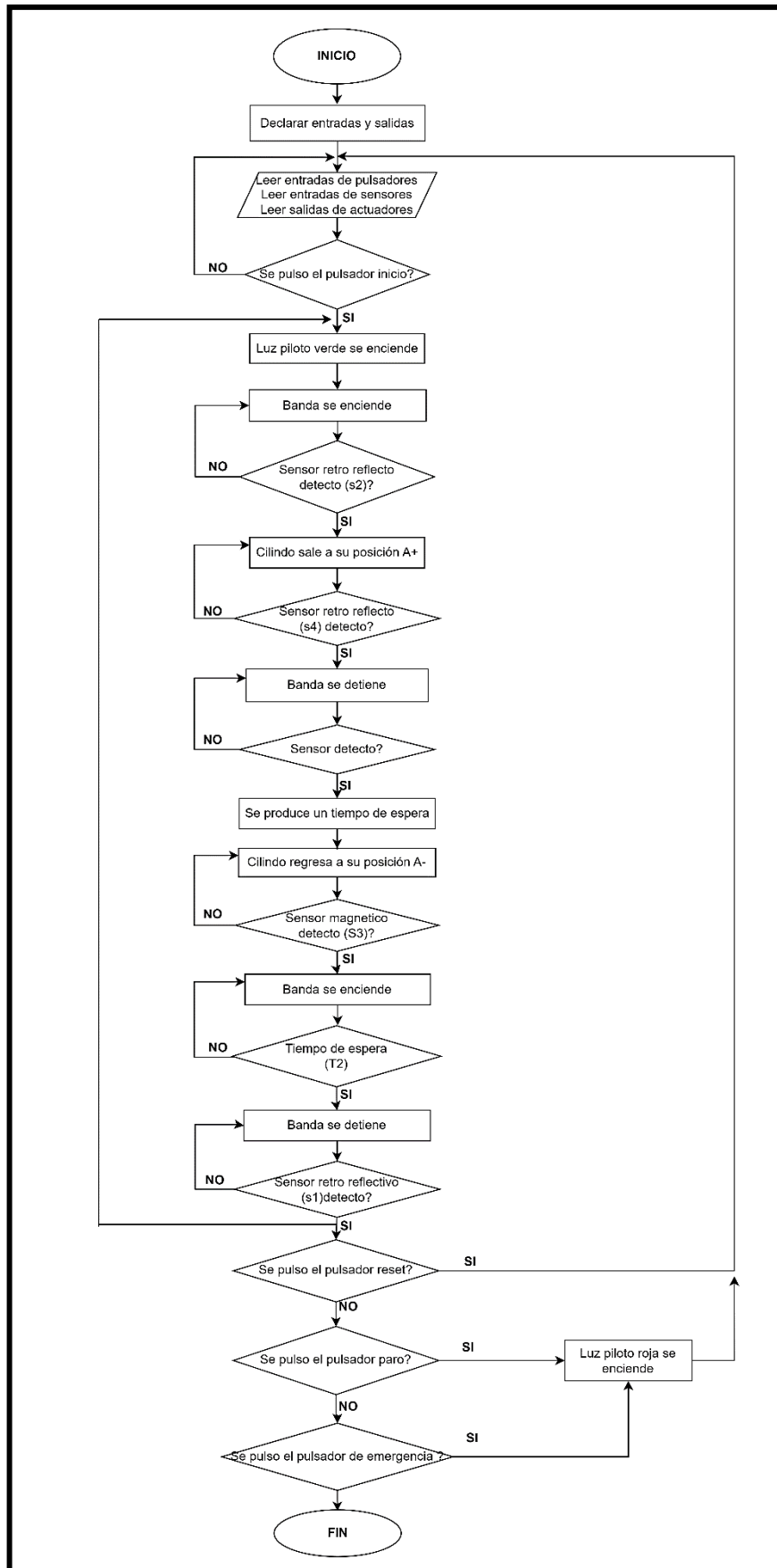
La figura 56-3 representa el diagrama de flujo el cual describe el proceso para la evaluación del pasador de la pieza (metal, plástico), el cual se lo describe de la siguiente manera:

#### **Inicialización**

- Declaración de terminales de entrada para su conexión con el sensor retro reflectivo 1, sensor retro reflectivo 2, sensor inductivo, sensor retro reflectivo 3, sensor magnético y pulsadores (inicio, paro, reset y emergencia); y terminales de salida para su conexión con dos indicadores, una válvula monoestable 5/2 y la banda transportadora.
- Activación de la luz verde, como muestra que se pulso el botón de inicio y que la banda se enciende, es decir el sistema está en funcionamiento.
- Al detectar el sensor retro reflectivo (s2), el pistón saldrá hasta la posición A+.
- El palet continua y la banda se detiene cuando el sensor retro reflectivo (s4) detecte la pieza.
- Empieza el proceso de evaluación
  - Se considera un tiempo de 3 segundos (T2) permitiendo así que detecte el sensor inductivo (s5) dependiendo del tipo de pasador de la pieza, posteriormente el pistón regresará a la posición inicial A-.
  - Una vez evaluado el tipo de pasador, la banda se activará mediante el sensor magnético (s3).
- El motor se detiene hasta cuando se detecte nuevamente una pieza ensamblada.
- Cuando se pulse el botón de reset el proceso vuelve al estado inicial y nuevamente se debe leer las entradas.
- Cuando se pulse el botón de paro, la luz piloto roja se enciende, dando a entender que el proceso se paró y para nuevamente iniciar el proceso se debe leer las entradas.
- Cuando se pulse el botón de emergencia, la luz piloto roja se enciende, dando a entender que existió una eventualidad de peligro y nuevamente se debe leer las entradas.

#### **Ciclo de repetición**

- A partir de aquí cuando el sensor retro reflectivo (s1) detecte la pieza la banda se activa y empieza nuevamente el proceso de evaluación.



**Figura 56-3:** Diagrama de flujo del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 3.6.5.2. Diagrama de flujo módulo de selección

La figura 57-3 representa el diagrama de flujo el cual describe el proceso para la evaluación del pasador de la pieza (metal, plástico), el cual se lo describe de la siguiente manera:

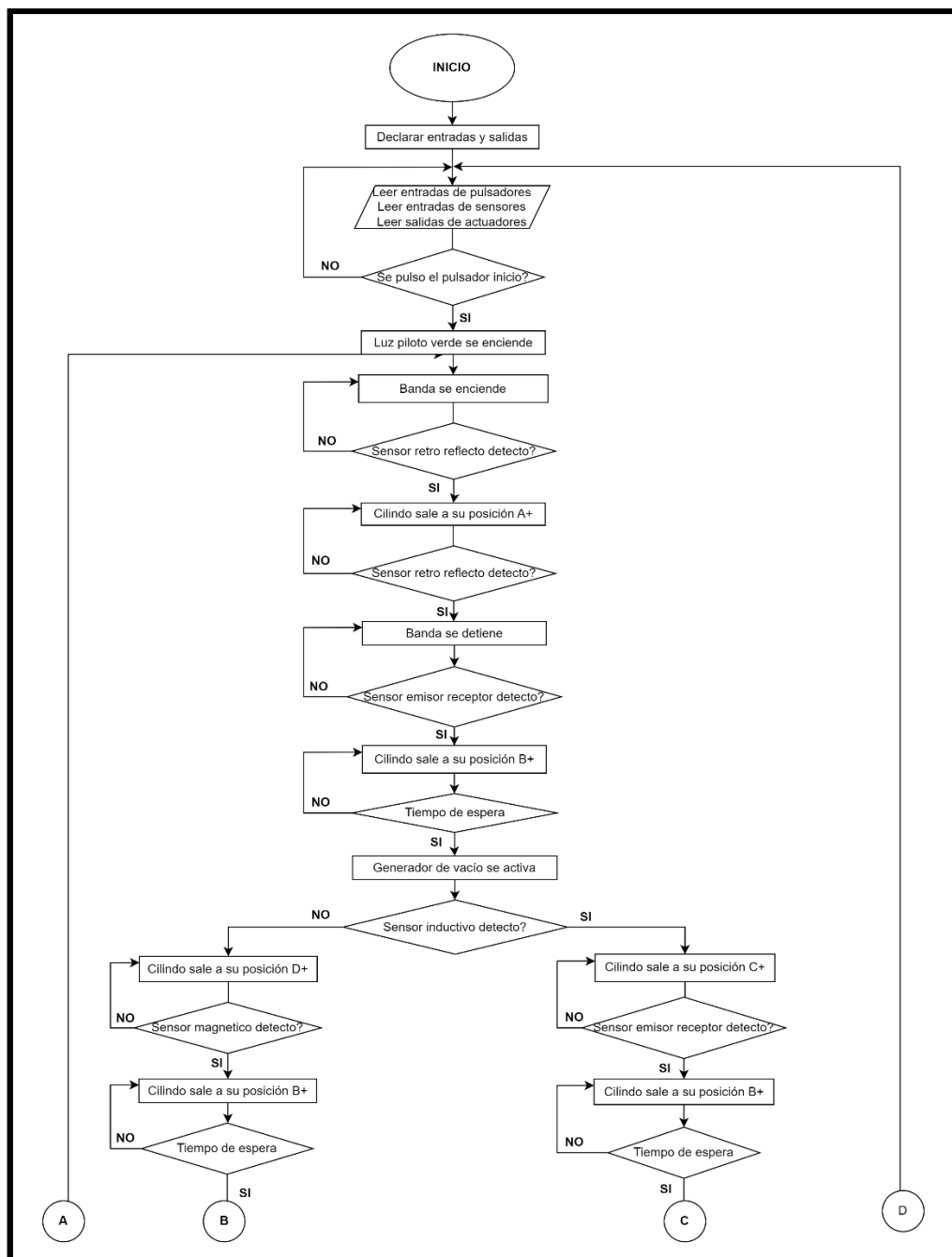
#### **Inicialización**

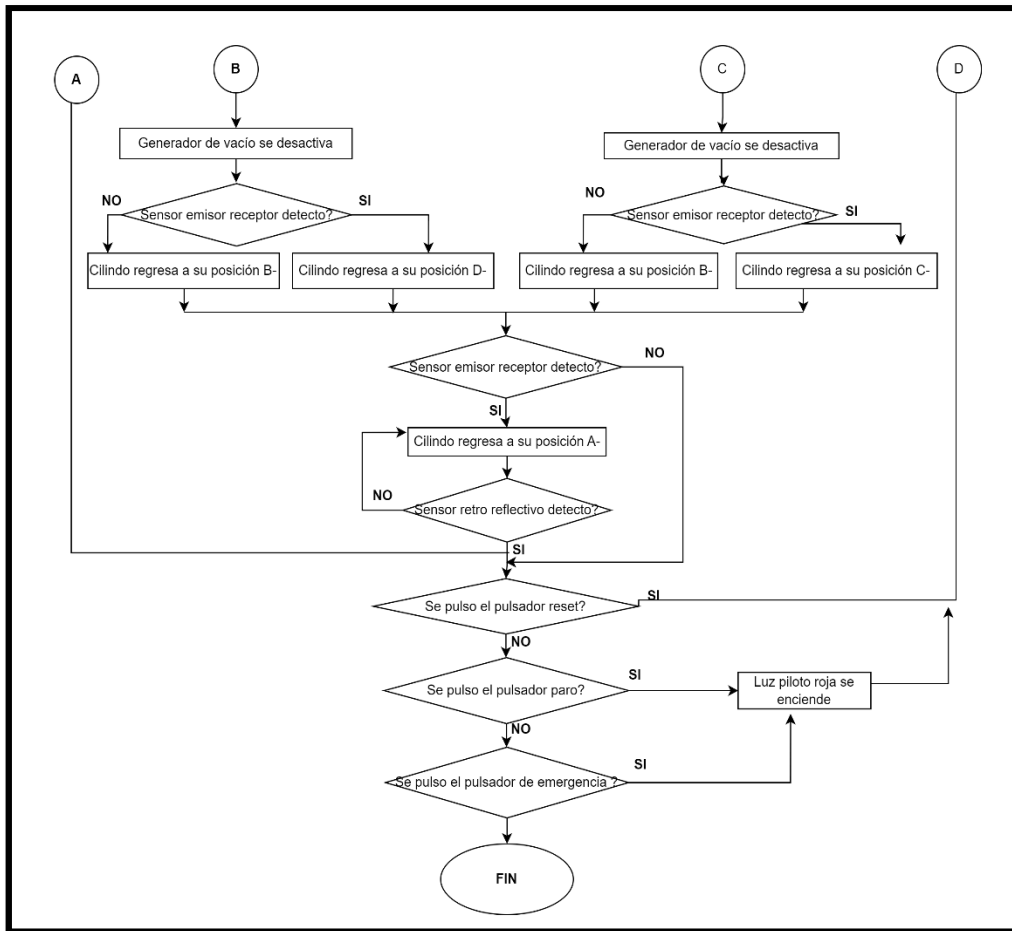
- Declaración de terminales de entrada para su conexión con el sensor retro reflectivo 1, sensor retro reflectivo 2, sensor inductivo, sensor retro reflectivo 3, sensor emisor receptor 1, sensor emisor receptor 2, sensor emisor receptor 3, sensor magnético 1, sensor magnético 2 y pulsadores (inicio, paro, reset y emergencia); y terminales de salida para su conexión en dos indicadores, cinco válvulas monoestables 5/2 y la banda transportadora.
- Activación de la luz verde, como muestra que se pulso el botón de inicio y que la banda se enciende, es decir el sistema está en funcionamiento.
- Al detectar el sensor retro reflectivo (s2), el primer pistón saldrá hasta la posición A+.
- El palet continua y la banda se detiene cuando el sensor retro reflectivo (s3) detecte la pieza.
- El segundo pistón se ubicará en la posición B+ al momento de detectar el sensor emisor receptor (s4).
- El generador de vacío se activará por un tiempo de 3 segundos (T1), permitiendo sujetar la pieza.
- El segundo pistón tomará su nueva posición B- cuando no detecte el sensor emisor receptor (s4).
- Empieza el proceso de selección
  - Cuando se detecte el sensor inductivo (SI), el tercer pistón saldrá a la posición de C+.
  - El segundo pistón estará en la posición B+ al momento de detectar el sensor emisor receptor (s5)
  - El generador de vacío se desactivará por un tiempo de 3 segundos (T2), permitiendo soltar la pieza.
  - El segundo pisto tomara su nueva posición B- cuando no se detecte el sensor emisor receptor (s4).
  - El tercer pistón tomara su nueva posición C- cuando se detecte el sensor (s4).
  - cuando no se detecte el sensor inductivo (SI), el cuarto pistón saldrá a la posición de D+.
  - El segundo pistón estará en la posición B+ al momento de detectar el sensor (s5)
  - El generador de vacío se desactivará por un tiempo de 3 segundos (T3), permitiendo soltar la pieza.
  - El segundo pistón tomara su nueva posición B- cuando no se detecte el sensor (s4).
  - El cuarto pistón tomara su nueva posición D- cuando se detecte el sensor (s4).
- El primer pistón regresa a su posición A- cuando el sensor (s4) detecte.

- Cuando se pulse el botón de reset el proceso vuelve al estado inicial y nuevamente se debe leer las entradas.
- Cuando se pulse el botón de paro, la luz piloto roja se enciende, dando a entender que el proceso se paró y para nuevamente iniciar el proceso se debe leer las entradas.
- Cuando se pulse el botón de emergencia, la luz piloto roja se enciende, dando a entender que existió una eventualidad de peligro y nuevamente se debe leer las entradas.

### Ciclo de repetición

- A partir de aquí cuando el sensor retro reflectivo (s1) detecte la pieza la banda se activa y empieza el proceso de selección.



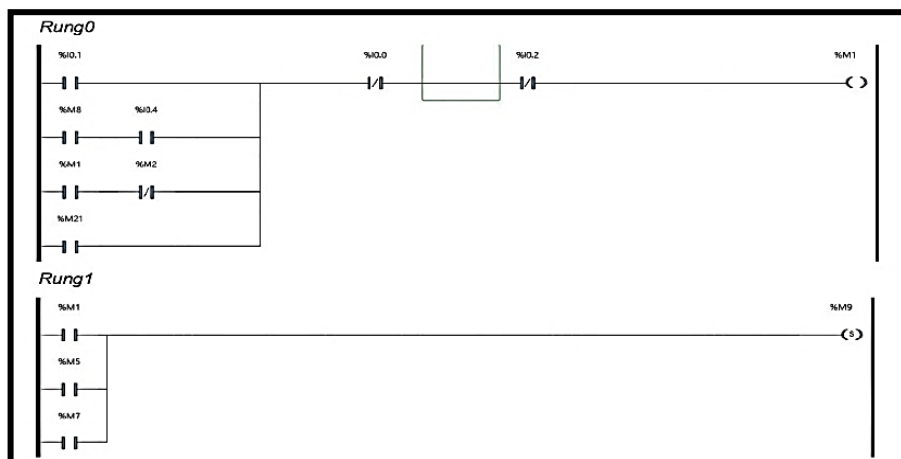


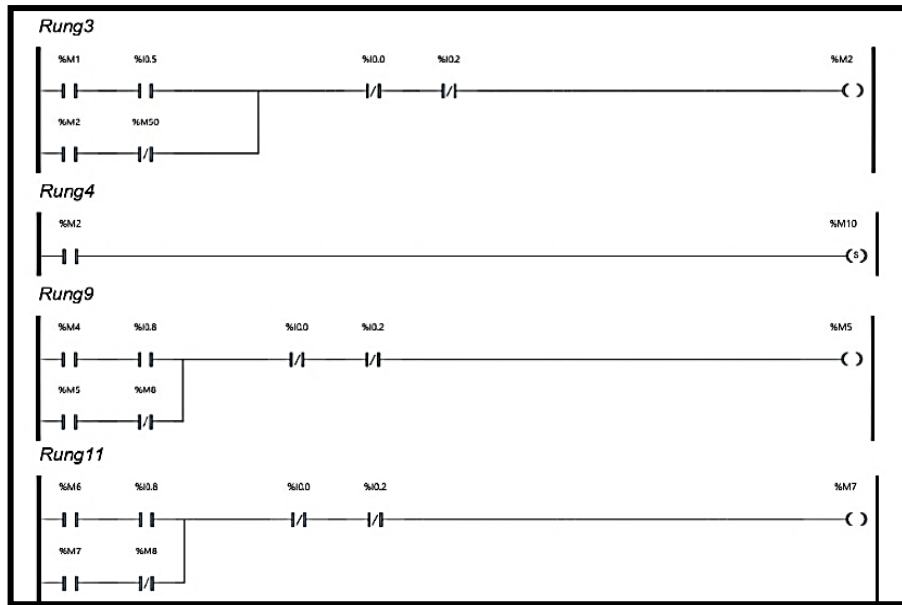
**Figura 57-3:** Diagrama de flujo del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 3.6.5.3. Programación ladder módulo de evaluación

Como la válvula del cilindro de doble efecto es monoestable, se empleó Set y Reset. Set opera sobre el estado 1 y así bloquea la memoria hasta que se cumpla la otra condición, entonces para el cilindro A se utilizó la memoria %M10 y para la activación del motor las memorias %M1, %M5 y %M7 estas llevarán a cabo el enclavamiento, como se observa en la figura 58-3.

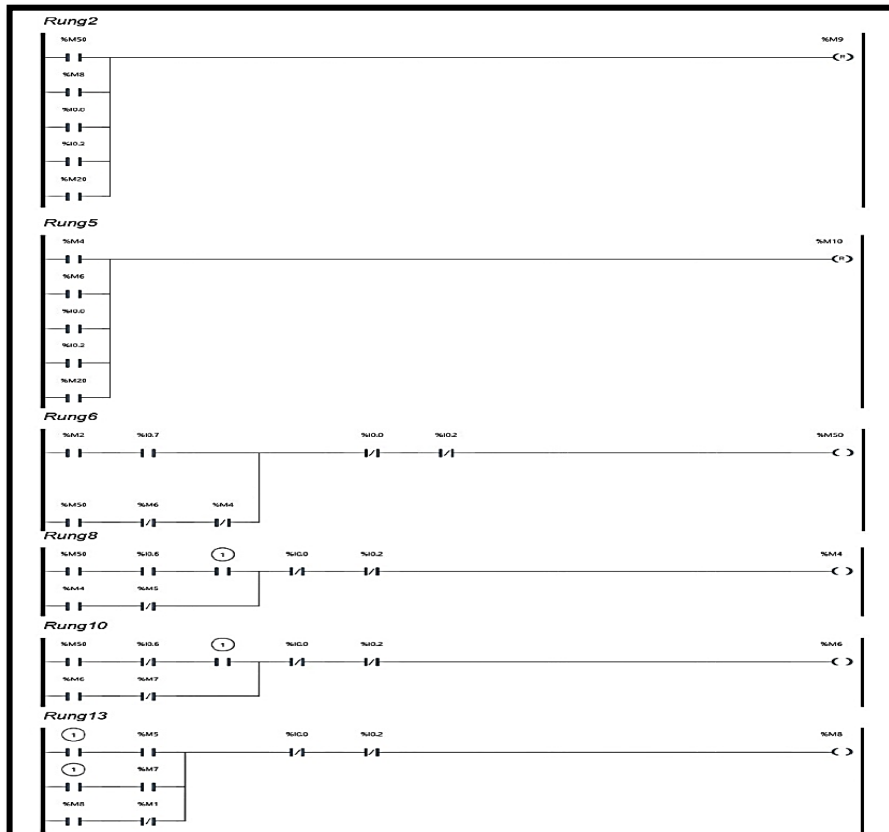




**Figura 58-3:** Ladder para activar en set del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

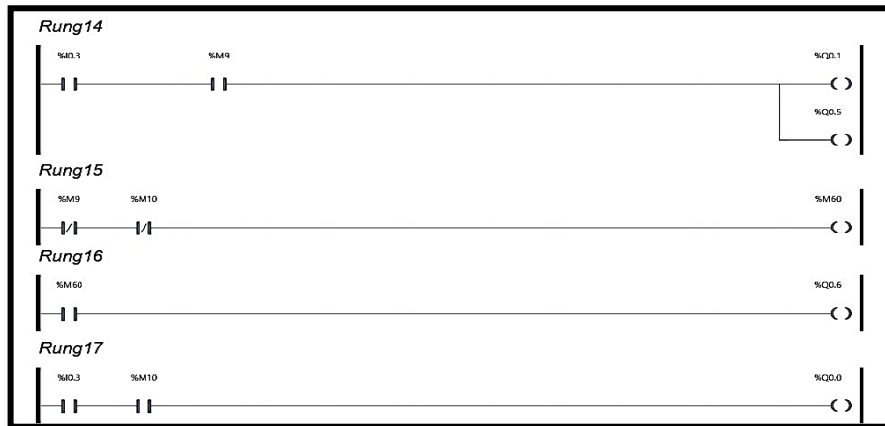
El Reset opera sobre el estado 0, entonces para el cilindro A se utilizó la memoria %M4, %M6 y %M20 para la desactivación del motor las memorias %M50, %M8 y %M20 estas llevaran a cabo el desenclavamiento, como se observa en la figura 59-3.



**Figura 59-3:** Ladder para activar en reset del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

En la figura 60-3, se observa las memorias utilizadas dentro de la programación, permitiendo el accionamiento del desplazamiento del motor y de los cilindros como salidas del PLC.

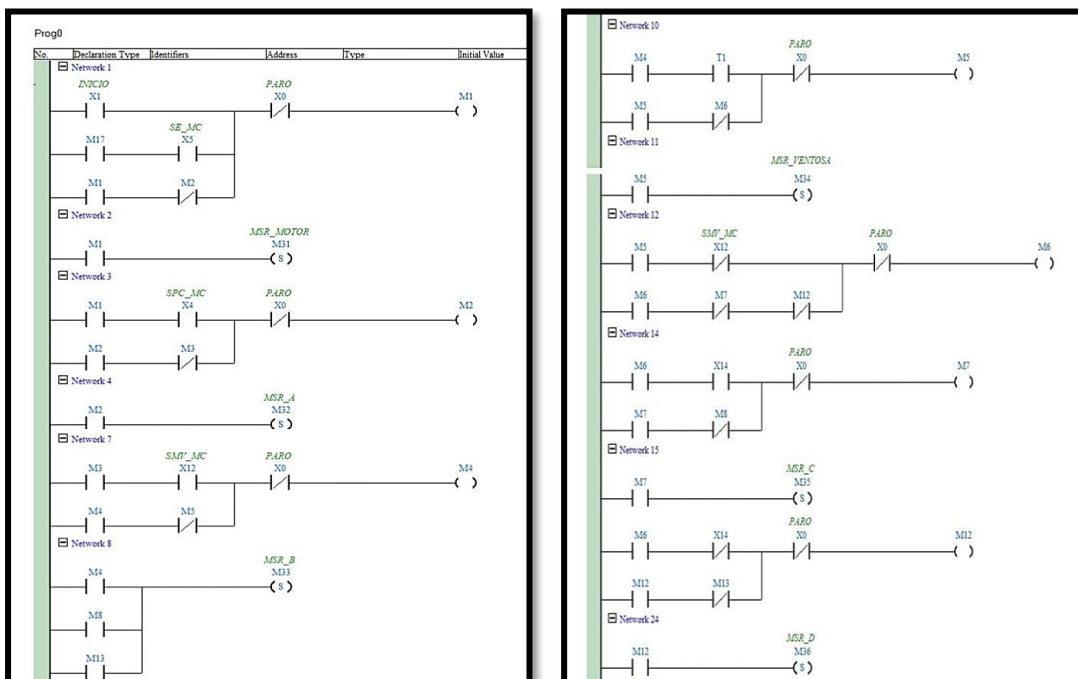


**Figura 60-3:** Ladder para la activación de salidas del módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.6.5.4. Programación del PLC DELTA

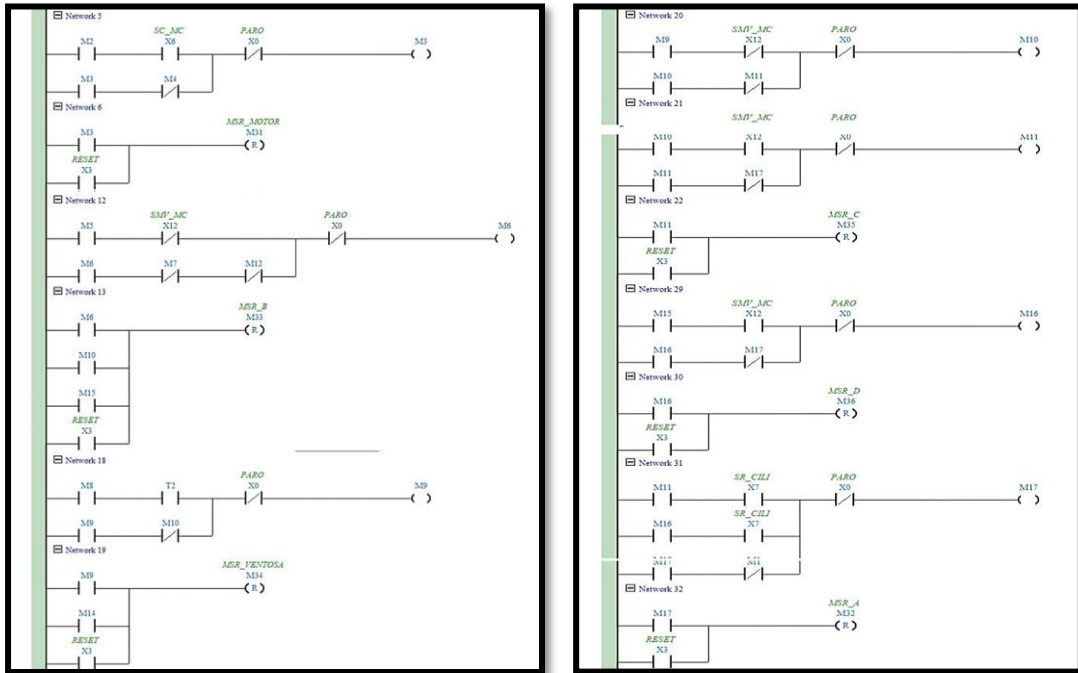
Como las válvulas de los cilindros de doble efecto son monoestables, se empleó Set y Reset. Set opera sobre el estado 1 y así bloquea la memoria hasta que se cumpla la otra condición, entonces se utilizó la memoria %M2 para el cilindro A, %M4, %M8 y %M13 para el cilindro B, %M7 para el cilindro C, %M12 para el cilindro D, %M5 para el generador de vacío y para la activación del motor la memoria %M1 estas llevaran a cabo el enclavamiento, como se observa en la figura 61-3.



**Figura 61-3:** Ladder para activar en set del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

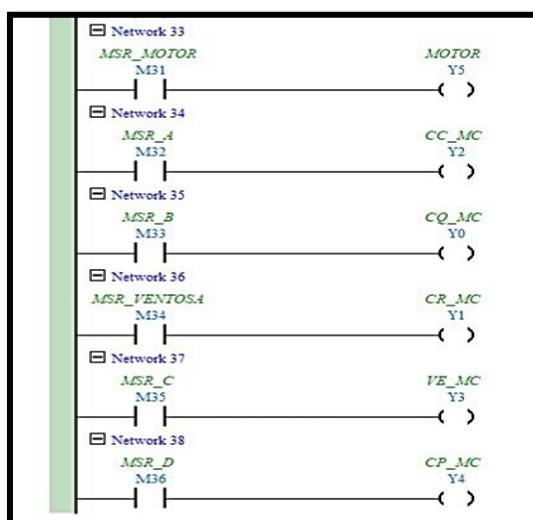
El Reset opera sobre el estado 0, entonces se utilizó la memoria %M17 para el cilindro A, %M6 %M10 y %M15 para el cilindro B, %M11 para el cilindro C, %M16 para el cilindro D, %M9 y %M14 para el generador de vacío y para la activación del motor la memoria %M3 estas llevaran a cabo el enclavamiento, como se observa en la figura 62-3.



**Figura 62-3:** Ladder para activar en set del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

En la figura 63-3, se observa las memorias utilizadas dentro de la programación, permitiendo el accionamiento del desplazamiento del motor, generador de vacío y de los cilindros como salidas del PLC.



**Figura 63-3:** Ladder para la activación de salidas del módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

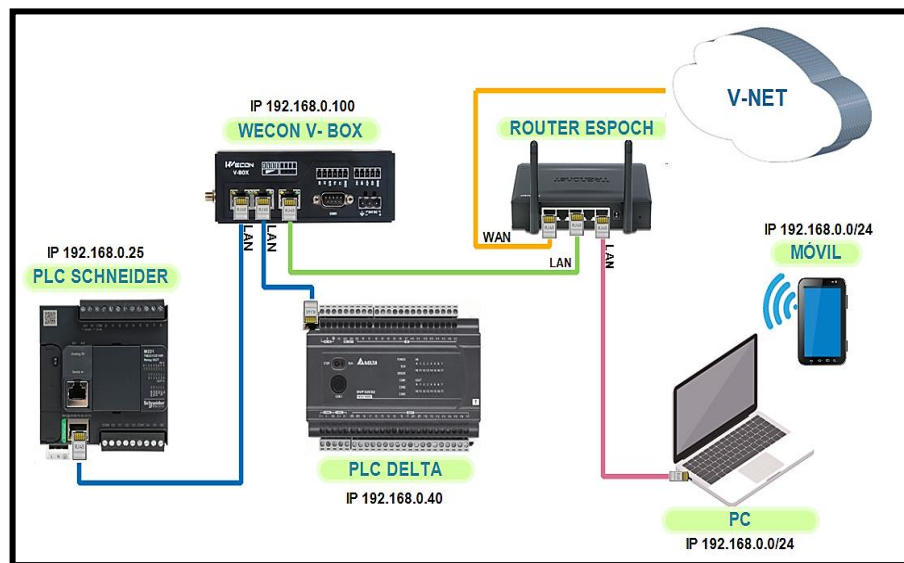


### 3.7. Acceso a la plataforma V-NET Access

En la siguiente sección se detalla el diseño y disposición de la red y el procedimiento para la configuración del Gateway IIOT WECON V-BOX.

#### 3.7.1. Diseño y disposición de la red

En la siguiente figura 64-3 se muestra la disposición de la red, seguidamente en la tabla 40-3 se detalla las direcciones IP de los diferentes dispositivos. La PC y los dispositivos móviles se conectan por medio de un enrutador hacia la nube V-NET. La WECON V-BOX se enlaza con los PLCs de cada módulo permitiendo la recolección de las variables del proceso para realizar el monitoreo remoto las cuales, serán visualizadas en la nube a través de un SCADA, garantizándonos la conectividad del sistema IIOT con los módulos del proceso.



**Figura 64-3:** Disposición para la conexión de la red.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

**Tabla 40-3:** Dirección IP de los dispositivos.

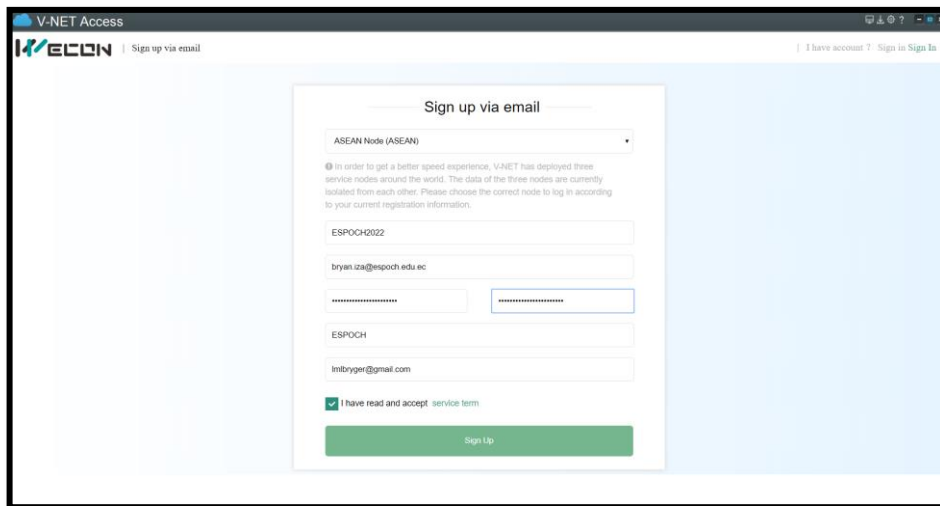
Dispositivo	Dirección IP
Wecon V- Box	192.168.0.100
PLC Schneider	192.168.0.25
PLC Delta	192.168.0.40
PC KALI LINUX	192.168.0.116
PC	192.168.0.117

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

#### 3.7.2. Creación de la cuenta V-NET

El entorno de V-NET es un sistema de monitoreo y gestión centralizado en el internet industrial de las cosas, basado en la arquitectura de envío de datos hacia la nube de WECON. En esta plataforma se puede desarrollar un SCADA en la nube que permitirá monitorizar y controlar el proceso (módulo de evaluación y selección) a cualquier hora y en cualquier lugar. En la figura

65-3 se puede observar el registro de la cuenta V-Net. Para lo cual se consideró un nombre único de usuario, una contraseña robusta y un correo al cual llegará la confirmación de la creación de la cuenta.

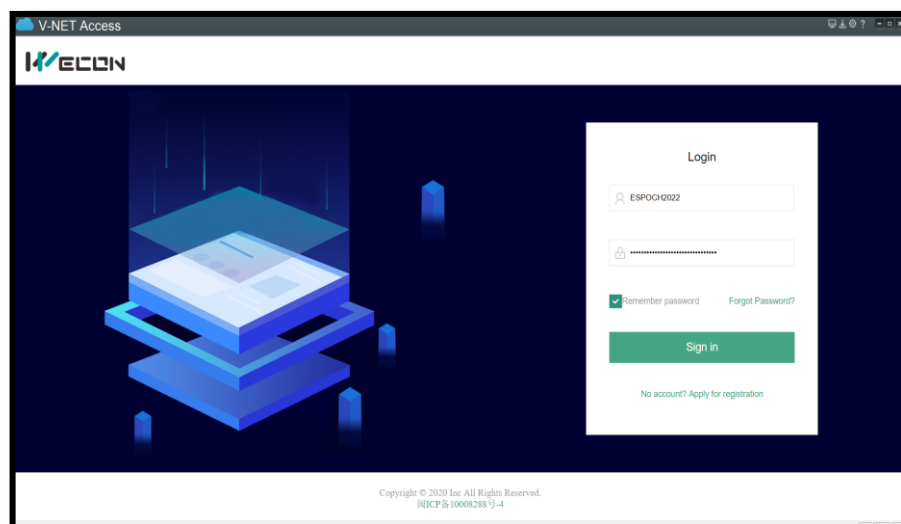


**Figura 65-3:** Creación de la cuenta V- NET.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.7.3. Registro y Configuración del Gateway V-Box en la plataforma V-NET

En la figura 66-3 se muestra la pantalla de acceso a la plataforma V-Net. Sólo cuando los datos introducidos son válidos, el inicio de sesión se realiza correctamente. La misma cuenta puede iniciar sesión tanto en el PC como en el dispositivo móvil, pero no en ambos al mismo tiempo; en el caso de que esto pase, la cuenta que ingrese primero se verá obligada a cerrar sesión.



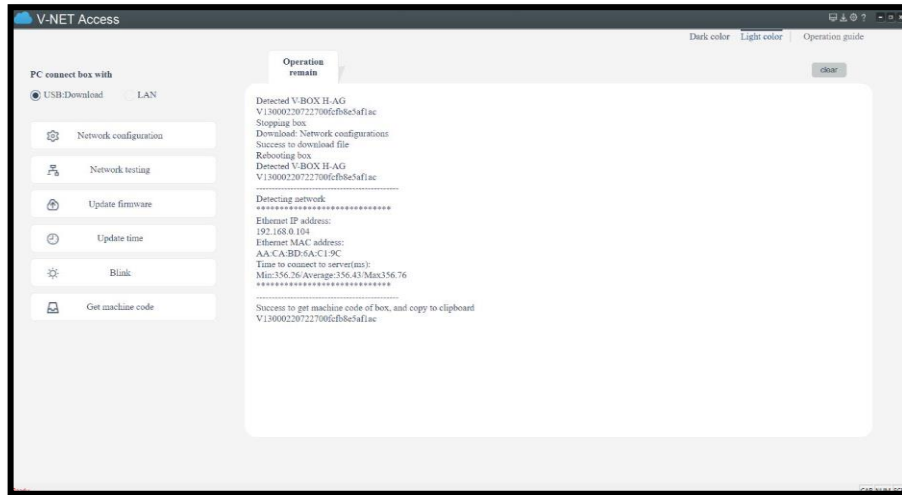
**Figura 66-3:** Interfaz de ingreso a la plataforma V-NET.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

En la figura 67-3 se muestra el registro del dispositivo WECON V-Box series H-G. Cuando se ingrese a la plataforma por primera vez, se debe configurar el V-Net para sacarlo a red. Se conecto

el V-Box a la PC mediante una conexión directa USB para poder cargar los datos. Para ello se consideró los siguientes pasos:

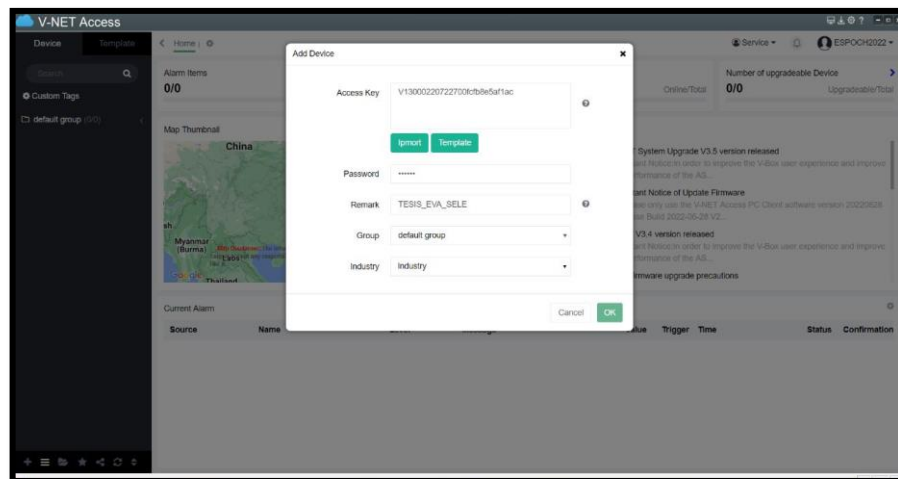
- Se configuró el Network y se habilita la opción de Ethernet y se mantiene el valor predeterminado 888888 como contraseña, esto permitirá que se reinicie el V- NET y posteriormente nos mandara el código del equipo.
- Se comprobó la velocidad de la red y se verificó la dirección IP de la pasarela de comunicación.



**Figura 67-3:** Registro del código del dispositivo WECON V- Box.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Para el registro de un nuevo dispositivo, se ingresó el código del equipo WECON V-Box, una contraseña y un nombre que lo identifique. El nuevo grupo general tomara el nombre de TESIS\_EVA\_SELE, como se muestra en la figura 68-3. Además, en este grupo se crearán dos subgrupos que contienen las variables para el proceso de evaluación y selección.

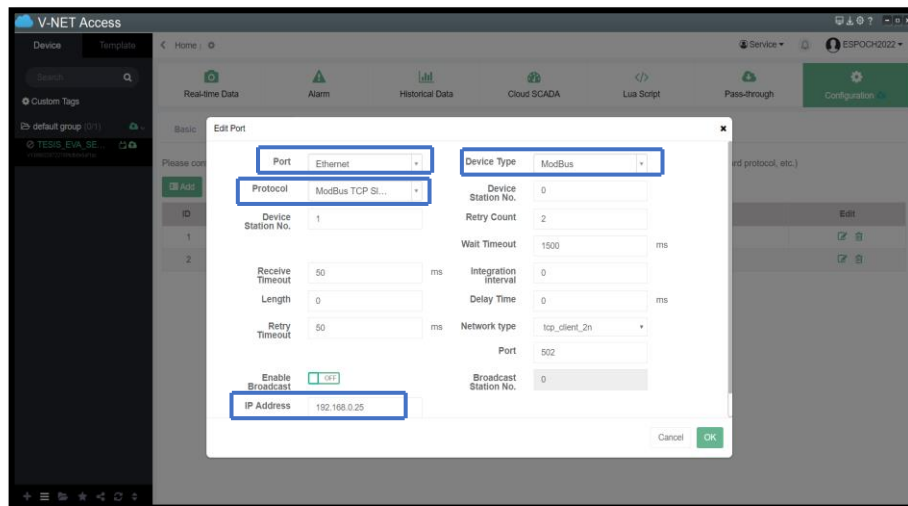


**Figura 68-3:** Creación del grupo general TESIS\_EVA\_SELE.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

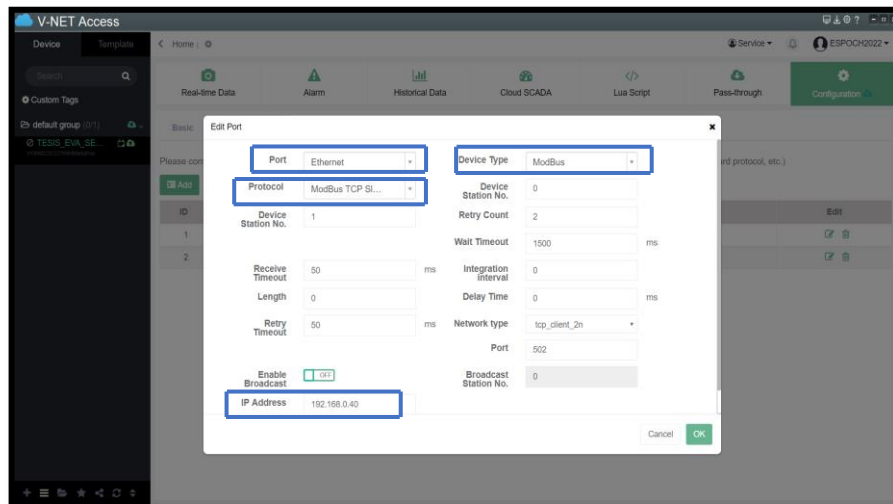
### 3.7.4. Exportación de datos hacia la plataforma V-NET

En la figura 69-3 se muestra la configuración de la interfaz de comunicación para el módulo de evaluación, para ello se seleccionó el puerto (Ethernet), el protocolo (ModBus TCP Slave (All Fuction)), el tipo de dispositivo (Modbus) y se agregó la dirección IP del PLC Schneider. Para el módulo de selección, se escogió el puerto (Ethernet), el protocolo (ModBus TCP Slave (All Fuction)), el tipo de dispositivo (Modbus) y se agregó la dirección IP del PLC Delta, como se observa en la figura 70-3. Estas direcciones se toman de la tabla 40-3.



**Figura 69-3:** Configuración del puerto para el módulo de evaluación.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.



**Figura 70-3:** Configuración del puerto para el módulo de selección.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Para el monitoreo en tiempo real y la exportación de las variables hacia el Cloud se hace a través de memorias, esto se lo lleva a cabo en la interfaz de programación de cada uno de los PLC. En la figura 71-3 se muestra los diferentes parámetros utilizados para el módulo de evaluación, como

se utilizó un PLC Schneider se debe ubicar directamente el número de las memorias que se utilizó, ya que no hay necesidad de realizar ningún tipo de conversión. Para el módulo de selección se utilizó un PLC Delta, en el cual se debe realizar una conversión según el manual de usuario, es decir: La memoria M0 en el PLC Delta corresponde al número 2048, entonces si se desea la memoria 30 por ejemplo solo se debe sumar  $2048+30$  obteniendo como resultado 2078, esta es la dirección modbus que se colocó en el parámetro Register correspondiente a la memoria 30 en este ejemplo en específico y así con las demás variables, como se muestra en la figura 72-3.

Select All	Status	Name	Value	Port	Read Address	Edit
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR_MAGCILINDRO	OFF	Ethernet	W5 28	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR2_INDUCTIVO	OFF	Ethernet	W5 25	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR4_DETIENE	OFF	Ethernet	W5 24	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR2_EVALUA	OFF	Ethernet	W5 23	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR1_ENTRADA	OFF	Ethernet	W5 22	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	VALVULA	OFF	Ethernet	W5 10	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	LUZ_ROJA	OFF	Ethernet	W5 60	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	LUZ_VERDE	OFF	Ethernet	W5 9	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	PARO_SCH	OFF	Ethernet	W5 20	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	INICIO_SCH	OFF	Ethernet	W5 21	Edit Copy Move Delete

**Figura 71-3:** Variables para el módulo de evaluación para el SCADA.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Select All	Status	Name	Value	Port	Read Address	Edit
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR8_EMIRECP	ON	Ethernet	W5 2134	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR7_EMIRECP	OFF	Ethernet	W5 2133	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR5_EMIRECP	OFF	Ethernet	W5 2132	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR3_INDUC	OFF	Ethernet	W5 2131	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR8_SCV	ON	Ethernet	W5 2130	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR4_DETEN	OFF	Ethernet	W5 2129	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR2_SPC	OFF	Ethernet	W5 2136	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	SENSOR1_ENT	ON	Ethernet	W5 2135	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	INICIO_DELTA	OFF	Ethernet	W5 2088	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	●	PARO_DELTA	OFF	Ethernet	W5 2089	Edit Copy Move Delete

**Figura 72-3:** Variables para el módulo de selección para el SCADA.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8. Etapa de diseño WEB-SCADA

En la sección se detalla los requerimientos para el diseño del CLOUD SCADA en la plataforma V-NET ACCESS del sistema automatizado.

#### 3.8.1. Diseño del WEB- SCADA en la plataforma V-NET

Para el diseño del WEB-SDCADA se utilizó la norma ANSI/ISA-101.01-2015: que establece una serie de reglas y directrices para el diseño y la jerarquía de interfaces HMI, con el fin de garantizar al momento de supervisar los subprocesos condiciones de eficiencia y flexibilidad en todas sus actividades operativas.

##### 3.8.1.1. Arquitectura

De acuerdo con la norma ISA 101, el diseño del SCADA para mayor comprensión en automatización las pantallas deben estar acotadas, organizadas y planificadas, por lo cual para el proceso se dividió en las siguientes pantallas:

- Muestra una pantalla principal con información sobre el proyecto y la fecha en que se completó.
- Pantalla de menú, muestra una pantalla para cada proceso que se debe llevar a cabo, procesos como: módulo de evaluación, módulo de selección, lotes de piezas.

##### 3.8.1.2. Uso de color

El uso de los colores juega un papel importante a la hora de diseñar el HMI, ya que permiten a los usuarios identificar cada componente y reaccionar ante circunstancias inusuales del sistema cuando se encuentre o no en funcionamiento. En la tabla 41-3 se enumera los colores y sus aplicaciones para cada sección.

**Tabla 41-3:** Uso de color para el HMI.






Tipo	Detalle	Gama
Fondos de pantalla	Sinópticos de área y subárea	Grises
	Menú	Grises
Condición del equipo	Equipo parado	Rojo
	Equipo operando	Verde
Indicadores	Sensores	Verde claro
	Actuadores	Amarillo
Alarmas	Alerta crítica	Rojo
	Alerta de indicación	Amarillo
	Indicación general	Azul
Varios	Títulos de pantalla	Negro

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

### 3.8.1.3. Comandos y entradas de datos

Para configurar los parámetros del proceso que deben controlarse y supervisarse en el HMI, se ha desarrollado una entrada de datos basada en estándares. En la tabla 42-3 se enumera las animaciones que se utilizó en el proceso.

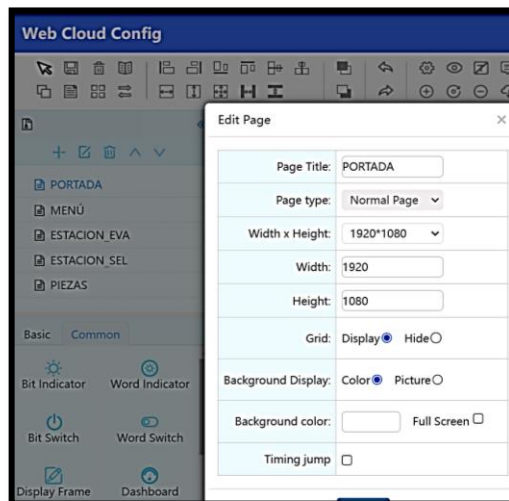
**Tabla 42-3:** Descripción de los botones utilizados en cloud scada.

Animación	Descripción del pulsador	Detalle
	Botón de inicio	Al pulsarlo, el color del botón cambia.
	Botón de paro	Al pulsarlo, el color del botón cambia.
	Botón de reset	Al pulsarlo, el color del botón cambia.
	Display Frame	Contador de piezas plásticas
	Display Frame	Contador de piezas metálicas

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8.2. Desarrollo del CLOUD- SCADA

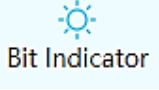
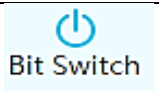
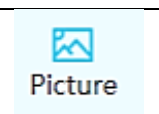
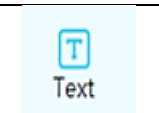
El CLOUD -SCADA es una interfaz compuesta por elementos que comandan y muestran los valores propios del proceso. Para la elaboración de cada una de las pantallas se usó los siguientes objetos que se encuentran dentro del entorno de programación del CLOUD WEB, como muestra la figura 73-3, además los objetos se muestran en la tabla 43-3



**Figura 73-3:** Configuración del web cloud.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**Tabla 43-3:** Representación de los elementos en el cloud scada.

Representación	Elemento	Detalle
 Bit Indicator	Indicador de bit	Se utiliza para observar el cambio de estado de los elementos, como sensores, actuadores, etc.
 Bit Switch	Interruptor de bit	Se utilizo para controlar el estado de los pulsadores de inicio, paro y reset.
 Picture	Imágenes	Permite agregar imágenes definidas por parte del usuario.
 Text	Texto	Permite insertar y configurar el estilo del texto.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8.2.1. Portada

Incluye la información del trabajo de integración curricular; además consta con un botón para acceder a las demás ventanas del menú, como muestra la figura 74-3.



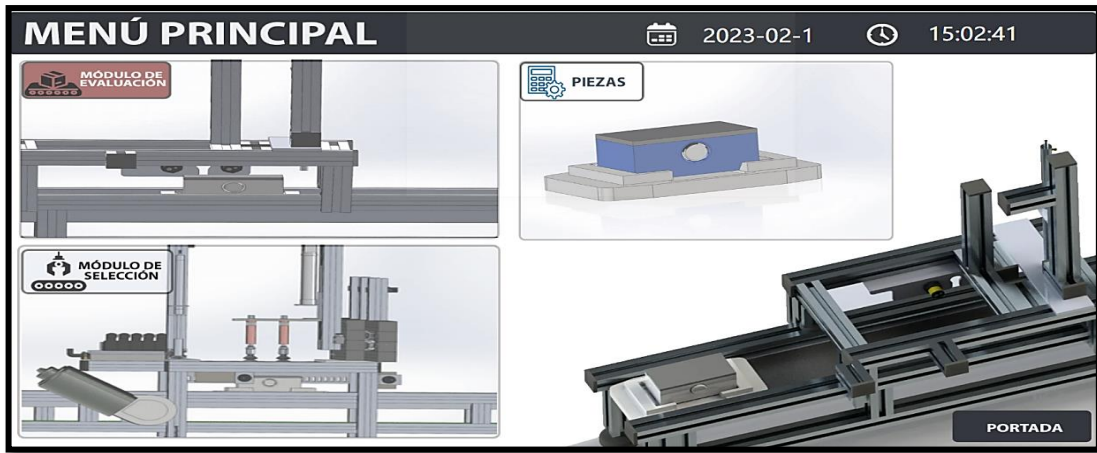
**Figura 74-3:** Portada cloud scada.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8.2.2. Menú principal

En esta pantalla se muestra los procesos de las estaciones de trabajo como se observa en la figura 74-3, además cuenta con 1 botón que permite regresar a la ventana de portada. Cada uno de los botones de cada proceso tienen conexión hacia la otra pantalla de HMI, que muestra el procedimiento que se detalla a continuación.





**Figura 75-3:** Menú principal cloud scada.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8.2.3. Estación de evaluación

Se muestra un cuadro de controles un inicio, un paro y un reset permitiendo el inicio o la finalización del proceso con sus respectivos indicadores y un cuadro de texto que me muestra la evaluación que se hace al pasador de la pieza. También incluye una animación del cilindro, que nos permite ver el estado actual del objeto. Por último, muestra los sensores y el motor para ver el estado actual mientras funcionan. Como se ve en la figura 76-3, también incluye tres botones, el de menú nos permiten volver al menú principal, un botón de piezas que nos permite visualizar el lote de piezas que el sistema ha clasificado dependiendo del tipo de pasador de la pieza ensamblada y un botón de proceso 2 que me permite monitorear el proceso de selección.



**Figura 76-3:** Estación de evaluación del cloud scada.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8.2.4. Estación de selección

Se muestra un cuadro de controles un inicio, un paro y un reset permitiendo el inicio o la finalización del proceso con sus respectivos indicadores. También incluye una animación del cilindro cuando

este clasifica dependiendo del tipo de pasador que es la pieza permitiendo así poder ver el estado actual del objeto. Por último, muestra los sensores y el motor para ver el estado actual mientras funcionan. Como se ve en la figura 77-3, también incluye tres botones, el de menú nos permiten volver al menú principal, un botón de piezas que nos permite visualizar el lote de piezas que el sistema ha clasificado dependiendo del tipo de pasador de la pieza ensamblada y un botón de proceso 1 que me permite monitorear el proceso de evaluación.



**Figura 77-3:** Estación de selección del cloud scada.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3.8.2.5. Lotes de Piezas

En esta sección se muestra un contador de piezas (plásticas o metálicas) con su respectiva animación del pasador de la pieza, se visualiza un lote de cinco unidades y así consecutivamente mientras el proceso este en operación. Además, incorpora un botón de reset con el fin de reset para que el lote nuevamente empiece en cero y así nuevamente empiece con el conteo. Como se ve en la figura 78-3, también incluye tres botones, el de menú nos permiten volver al menú principal, proceso 2 que me permite monitorear el proceso de selección y un botón de proceso 1 que me permite monitorear el proceso de evaluación.



**Figura 78-3:** Lote de piezas del cloud scada.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el marco del proyecto. Estas pruebas se enfocaron en evaluar la funcionalidad de la red, los tiempos de comunicación entre el computador y los dispositivos PLC y Gateway IIOT, y el análisis de vulnerabilidades. Además, se llevó a cabo un análisis de los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes de automatización industrial para validar el sistema IIOT. Por último, se realizó un análisis de costos del proyecto de integración curricular.

Para el desarrollo de los resultados estadísticos se consideró varias referencias de autores. Según Senar (1999, p. 54), se considera a la repetibilidad como una medida estadística perteneciente a la consistencia entre un grupo de medidas repetidas bajo un mismo escenario. El número de muestras tomadas para las pruebas de repetibilidad dentro de este capítulo es de 20, en consideración a la cifra utilizada por otros autores en sus trabajos de investigación (Portuondo and Portuondo, 2010, p. 120). El coeficiente de variación (CV) para varios investigadores es considerado como indicador de confiabilidad y calidad a la que está sujeto el experimento (Ruiz 2010, p. 149–150). Producto a ello muchos científicos lo utilizan para rechazar o aceptar la validez del experimento al que se lo aplique (Bowman, 2001, pp. 137–139). Para su interpretación, si el CV es próximo a 0 (0%) quiere decir que la muestra es compacta por lo que existe poca variabilidad de datos, si el CV supera a 0.3 (30%) se traduce a que su media es poco representativa, finalmente, si el valor del CV tiende a 1 (100%) significa que los datos son muy dispersos por lo que su media pierde confiabilidad (Requena, 2016).

#### 4.1. Implementación y acondicionamiento de los módulos didácticos

Antes de realizar las pruebas descritas anteriormente, se implementó los requerimientos técnicos necesarios para el funcionamiento de los módulos didácticos de evaluación y selección basado en IIOT en el laboratorio de automatización industrial FIE-ESPOCH. En la figura 1-4 muestra el estado de los módulos en las condiciones que se encontró y en la figuran 2-4 muestra el estado actual tras la implementación y acondicionamiento de los nuevos componentes y dispositivos.



**Figura 1-4:** Módulo de evaluación y selección antes.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.



**Figura 2-4:** Módulo de evaluación y selección después.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

#### 4.2. Análisis de vulnerabilidades al Gateway IIOT WECON

Para el análisis de vulnerabilidades se utilizó una metodología clásica que consta de cuatro fases, descritas a continuación:

**Recopilación de información.** - consistió en recopilar toda la información necesaria sobre la pasarela de comunicación, empezando por la dirección IP y el sistema operativo. En esta fase no se determina vulnerabilidades, más bien se busca obtener la mayor cantidad de datos que proporcione una visión general de la red objetivo del dispositivo, para ello se usará la herramienta de código abierto NMAP.

**Escaneo de puertos y servicios activos en el dispositivo.** - consistió en escanear todos los puertos y servicios activos en el dispositivo; esta información se utiliza posiblemente para determinar un ataque específico. Además, permite observar las versiones del software que se ejecuta en el equipo. Con esta recopilación de datos, un espía o un hacker puede hacerse una visión general de la funcionalidad del sistema para posteriormente atacarlo y dejarlo vulnerable.

**Explotación de vulnerabilidades.** - consistió en la búsqueda de todas las vulnerabilidades a través de la dirección IP del equipo, para lo cual se utiliza un escáner de vulnerabilidades. El

objetivo de esta fase es determinar los posibles riesgos en la seguridad del sistema. Para realizar este análisis, se utilizó herramientas como NMAP y NESSUS para comparar los resultados de las vulnerabilidades encontradas en ambos programas informáticos.

**Detección de posibles ataques.** - De la fase anterior, se identificó todas las vulnerabilidades con sus respectivas características. Con estos datos, la detección de posibles ataques se realiza mediante la herramienta informática Metasploit, que dispone de una base de datos de vulnerabilidades e identifica el posible ataque al equipo a partir de la información encontrada en la fase anterior.

#### 4.2.1. *Análisis de resultados de vulnerabilidades obtenidas*

En esta sección se detallan los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidades a la pasarela de comunicación WECON V-BOX series H-G.

##### 4.2.1.1. *Resultado del análisis a la pasarela de comunicación WECON V-BOX*

Se utilizó Nmap para escanear los puertos y servicios activos en el dispositivo, lo que indica si hay algún puerto abierto por el que puedan penetrar los atacantes. Por lo tanto, es importante tener el menor número posible de puertos abiertos en el equipo. La figura 3-4 muestra los resultados del escaneo de puertos.



```
root@German: /home/bryan
Archivo Acciones Editar Vista Ayuda
└─$ nmap 192.168.0.100
Starting Nmap 7.93 ( https://nmap.org ) at 2023-01-23 10:15 -05
Nmap scan report for 192.168.0.100
Host is up (0.00082s latency).
Not shown: 999 closed tcp ports (reset)
PORT      STATE SERVICE
22/tcp    open  ssh
MAC Address: AA:CA:BD:6A:C1:9C (Unknown)

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.29 seconds

root@German: /home/bryan
└─$ nmap 192.168.0.101
Starting Nmap 7.93 ( https://nmap.org ) at 2023-01-23 10:16 -05
Note: Host seems down. If it is really up, but blocking our ping probes, try -Pn
Nmap done: 1 IP address (0 hosts up) scanned in 1.51 seconds
```

**Figura 3-4:** Escaneo de la dirección objetivo.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

La tabla 1-4 enumera los principales puertos y servicios de la pasarela V-BOX con sus respectivas propiedades. En este caso concreto, a través de la dirección IP se descubrió que el único puerto abierto fue el 22 el cual pertenece a un servicio de ssh que se comunica a través del protocolo tcp. Este análisis dio la impresión general de que la pasarela de comunicación no tiene un alto nivel de vulnerabilidad, ya que cuantos menos puertos tenga abiertos, menor será la penetración de los atacantes.

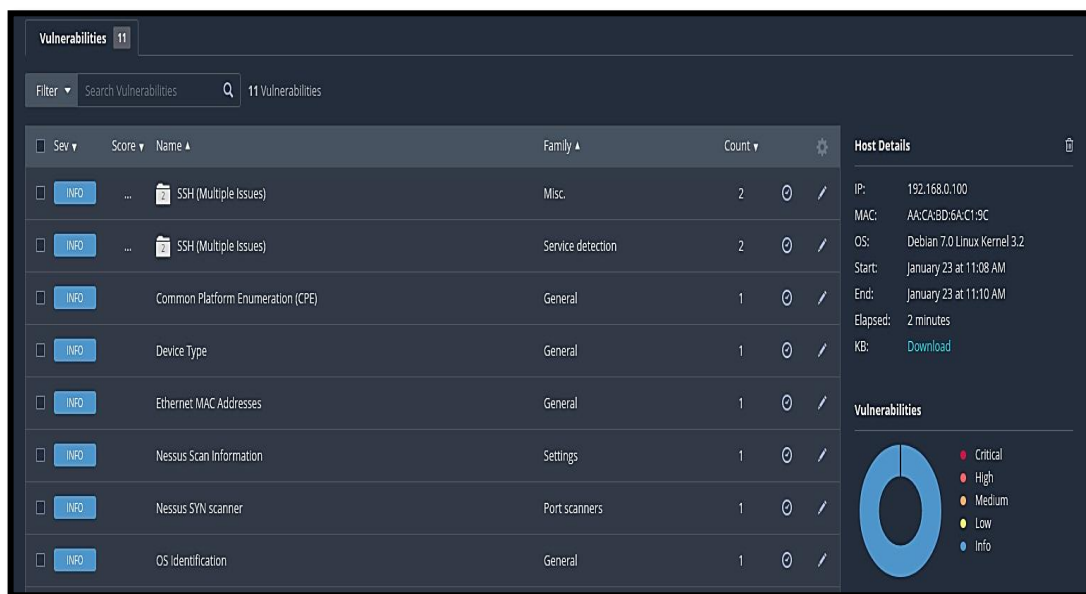
**Tabla 1-4:** Puertos y servicios activos encontrados en el dispositivo.

Puerto	Estado	Protocolo	Servicio	Caracterización
22	Abierto	tcp	ssh	La principal característica es el acceso remoto a un servidor a través de un canal seguro.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

#### 4.2.1.2. Resultados del escaneo de vulnerabilidades a Gateway IOT WECON

Nessus es una herramienta de detección de vulnerabilidades y se utilizó para realizar diversas búsquedas hasta encontrar una vulnerabilidad en el sistema. La figura 4-4 muestra los resultados de un escaneo con Nessus, cuya implementación y configuración se encuentra en la sección de Anexos específicamente en el ANEXO F.



**Figura 4-4:** Escaneo de vulnerabilidades con NESSUS.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

La tabla 2-4 enumera las principales vulnerabilidades encontradas por NESSUS y que además se utilizó NMAP para realizar un contraste de resultados. Los resultados del análisis mostraron que las vulnerabilidades fueron de naturaleza informativa y en ambos casos se obtuvo dos vulnerabilidades comunes que se analizaron utilizando Metasploit para identificar posibles ataques, como se describe en la siguiente sección.

**Tabla 2-4:** Vulnerabilidades encontradas con NESSUS y NMAP.

NESSUS		NMAP	
Vulnerabilidad	Versión o Descripción	Vulnerabilidad	Versión o Descripción
SSH Server Type and Version Information	SSH-2.0-dropbear_2018.76	Dropbear sshd	2018.76 (Protocol 2.0)



Ethernet MAC-ADDRESS	Este complemento recopila direcciones MAC descubiertas a partir de sondeos remotos del host (por ejemplo, SNMP y Netbios).	Identificación de sistema Operativo	Debian 7.0 Linux Kernel 3.2
OS Identification	Remote operating system: Debian 7.0 Linux Kernel 3.2		
TCP/IP Timestamps Supported	Un efecto secundario de esta característica es que a veces se puede calcular el tiempo de actividad del host remoto.		
Device Type	Es posible determinar de qué tipo es el sistema remoto (por ejemplo: una impresora, un router, un ordenador de uso general, etc.).		

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

#### 4.2.1.3. Identificación de ataques en Gateway IIOT WECON

Se utilizó la herramienta Metasploit para identificar posibles ataques. La figura 5-4 muestra cómo se llevó a cabo el análisis de la vulnerabilidad Dropbear sshd 2018.76, cuya aplicación y configuración se detallan en el ANEXO F y que condujo al siguiente resultado. En el recuadro de color naranja muestra el resultado del análisis en donde se evidencia que no se encontró un exploit para esta vulnerabilidad específica encontrada en el dispositivo de comunicación V-BOX.

Además, la base de datos número 1 de vulnerabilidades en todo el mundo VulDB Company afirma que: La operación es sencilla. El ataque puede producirse a distancia. No es necesaria la autenticación. Se conocen los detalles técnicos, pero el exploit no está disponible (Vuldb Company, 2023, p.1).

```

Metasploit tip: Use the resource command to run
commands from a file
Metasploit Documentation: https://docs.metasploit.com/

msf6 > search Dropbear

Matching Modules
=====
# Name                                     Disclosure Date Rank Check Description
- - - - -
0 exploit/linux/http/ubiquiti_airos_file_upload 2016-02-13 excellent No Ubiquiti airos Arbitrary File Upload

Interact with a module by name or index. For example info 0, use 0 or use exploit/linux/http/ubiquiti_airos_file_upload

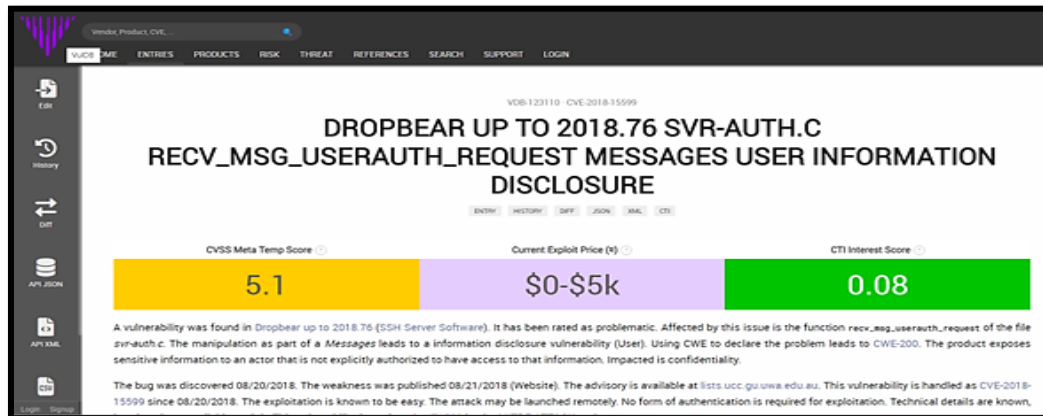
msf6 > search Dropbear sshd
[-] No results from search
msf6 >

```

**Figura 5-4:** Explotación de vulnerabilidades con Metasploit.

**Realizado por:** Paz X; Iza B,2023.

En la figura 6-4 se muestra la página oficial VulDB donde se recolecto la información antes mencionada.

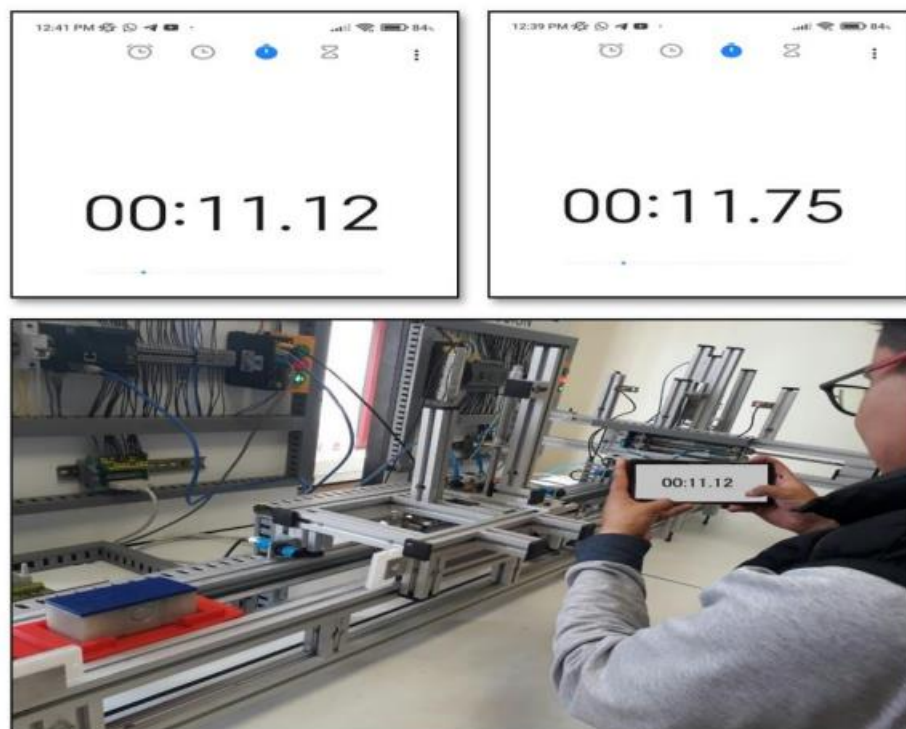


**Figura 6-4:** Pagina número 1 de vulnerabilidades VulDB.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 4.3. Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado

Se llevó a cabo pruebas de funcionamiento de los módulos de evaluación y selección con el objetivo de comprobar la capacidad del sistema para clasificar de manera efectiva los pasadores de metal y plástico. Además, se midió el tiempo que el sistema tardó en clasificar dichas piezas a través de un cronómetro de un teléfono celular. En la figura 7-4 se puede observar la evidencia de 3 pruebas realizadas.



**Figura 7-4:** Evidencia de tres pruebas de clasificación realizadas.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.



De la tabla 3-4 se obtuvo que el sistema presentó una eficiencia del 90%, es decir, de un total de 20 pruebas de clasificación, 18 se realizaron correctamente (9 pasadores de plástico y 9 pasadores metálico) y en 2 de ellas el sistema no fue eficiente, en lo que supuso un error del 10%. Los resultados de las pruebas del tiempo de clasificación se presentan también en la tabla 3-4. Se ha calculado un coeficiente de variación del 2.26%, lo que indica que las muestras son compactas y presentan poca variabilidad de datos. Además, según la definición de autores un coeficiente de variación inferior al 30% y cercano a 0% se considera como un indicativo de muestras estables. Los valores obtenidos se acercan a la media de todas las mediciones realizadas, siendo el valor máximo en condiciones normales de 11 seg. Esto indica que el tiempo de clasificación es relativamente bajo, estable y con poca variabilidad al momento de la clasificación de las piezas.

**Tabla 3-4:** Validación del módulo de selección.

N° prueba	Tipos de pasador enviados	Tipos de pasador clasificados		Tiempo de clasificación (seg)
		Plástico	Metálico	
1	Plástico	X		11.92
2	Plástico	X		11.92
3	Metálico		X	11.12
4	Metálico		X	11.12
5	Plástico	X		11.26
6	Plástico	X		11.24
7	Metálico			11.26
8	Plástico	X		11.30
9	Plástico	X		11.47
10	Metálico		X	11.12
11	Plástico			11.24
12	Metálico		X	11.26
13	Plástico	X		11.47
14	Plástico	X		11.10
15	Metálico		X	11.79
16	Plástico		X	11.26
17	Plástico		X	11.24
18	Metálico		X	11.12
19	Metálico		X	11.20
20	Plástico	X		11.25
<b>PIEZAS CLASIFICADAS</b>		18		<b>RESULTADOS DEL TIEMPO DE CLASIFICACIÓN</b>
<b>PIEZAS NO CLASIFICADAS</b>		2		
CLASIFICACION PROMEDIO (seg)				11.33

DESVIACIÓN ESTANDAR	0.2559
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	2.26%

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

#### 4.4. Funcionamiento de Red

El objetivo de la prueba fue determinar la confiabilidad y calidad de la comunicación entre los dispositivos PC, la Pasarela IIOT y los PLCs, a través del cálculo del coeficiente de variación (CV) tras realizar un análisis de repetibilidad. Para ello, se llevaron a cabo pruebas de rendimiento de la red mediante el comando ping en el símbolo del sistema CMD. Con estas pruebas, se buscó evaluar la capacidad de los dispositivos para mantener una comunicación estable y sin interrupciones, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

##### 4.4.1. Pruebas de conectividad PC- PLC Schneider

La figura 8-4 muestra una prueba de ping realizada desde un PC al PLC Schneider, el mismo que se encuentra en el laboratorio de Automatización Industrial FIE-ESPOCH. La conexión entre los dos dispositivos es exitosa, ya que no hay pérdida de datos en los paquetes de prueba recibidos.

```

C:\Users\pc>ping 192.168.0.25

Haciendo ping a 192.168.0.25 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.25: bytes=32 tiempo=126ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.25: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.25: bytes=32 tiempo=15ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.25: bytes=32 tiempo=6ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.0.25:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
              Mínimo = 4ms, Máximo = 126ms, Media = 37ms
  
```

**Figura 8-4:** Evidencia de una prueba test ping PC- PLC Schneider.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Los resultados de las pruebas se presentan en la tabla 4-4. Se ha calculado un coeficiente de variación del 2%, lo que indica que las muestras son compactas y presentan poca variabilidad de datos, tal como lo definen los autores al establecer que un coeficiente de variación inferior al 30% y cercano a 0% se considera como un indicativo de muestras estables. Los valores obtenidos se acercan a la media de todas las mediciones realizadas, siendo el valor máximo en condiciones normales de 36 ms. Esto indica que la latencia de la red es menor y la velocidad de comunicación entre la PC y el PLC Schneider es mayor, lo que a su vez implica una comunicación eficiente.

**Tabla 4-4:** Comunicación entre PC – PLC Schneider.

N°	IP ORIGEN	IP DESTINO	PAQUETES RECIBIDOS	TIEMPO DE COMUNICACIÓN (ms)
1	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37

2	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
3	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
4	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
5	192.168.0.117	192.168.0.25	4	35
6	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
7	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
8	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
9	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
10	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
11	192.168.0.117	192.168.0.25	4	35
12	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
13	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
14	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
15	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
16	192.168.0.117	192.168.0.25	4	35
17	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
18	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
19	192.168.0.117	192.168.0.25	4	36
20	192.168.0.117	192.168.0.25	4	37
<b>VELOCIDAD PROMEDIO</b>				36.35
DESVIACION ESTANDAR				0.74515982
COEFICIENTE DE VARIACION				2 %

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

#### 4.4.2. Pruebas de conectividad PC- PLC Delta

La figura 9-4 muestra una prueba de ping realizada desde un PC al PLC Delta, el mismo que se encuentra en el laboratorio de Automatización Industrial FIE-ESPOCH. La conexión entre los dos dispositivos es exitosa, ya que no hay pérdida de datos en los paquetes de prueba recibidos.

```

C:\Users\pc>ping 192.168.0.40

Haciendo ping a 192.168.0.40 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo=13ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo=17ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo=6ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo=16ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.40:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 6ms, Máximo = 17ms, Media = 13ms
  
```

**Figura 9-4:** Evidencia de una prueba test ping PC- PLC Delta.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Los resultados de las pruebas se presentan en la tabla 5-4. Se ha calculado un coeficiente de variación del 2.59%, lo que indica que las muestras son compactas y presentan poca variabilidad

de datos, tal como lo definen los autores al establecer que un coeficiente de variación inferior al 30% y cercano a 0% se considera como un indicativo de muestras estables. Los valores obtenidos se acercan a la media de todas las mediciones realizadas, siendo el valor máximo en condiciones normales de 12 ms. Esto indica que la latencia de la red es menor y la velocidad de comunicación entre la PC y el PLC Delta es mayor, lo que a su vez implica una comunicación eficiente.

**Tabla 5-4:** Comunicación entre PC – PLC Delta.

N°	IP INICIO	IP DESTINO	PAQUETES RECIBIDOS	TIEMPO MEDIO DE COMUNICACIÓN (ms)
1	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
2	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
3	192.168.0.117	192.168.0.40	4	11
4	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
5	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
6	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
7	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
8	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
9	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
10	192.168.0.117	192.168.0.40	4	11
11	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
12	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
13	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
14	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
15	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
16	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
17	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
18	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
19	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
20	192.168.0.117	192.168.0.40	4	12
<b>VELOCIDAD PROMEDIO</b>				11.9
DESVIACION ESTANDAR				0.30779351
COEFICIENTE DE VARIACION				2.59%

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

#### 4.4.3. Pruebas de conectividad PC- GATEWAY IIOT

La figura 10-4 muestra una prueba de ping realizada desde un PC al WECON V-BOX, el mismo que se encuentra en el laboratorio Automatización Industrial FIE-ESPOCH. La conexión entre los dos dispositivos es exitosa, ya que no hay pérdida de datos en los paquetes de prueba recibidos.

```

C:\> Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.2486]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\pc>ping 192.168.0.102

Haciendo ping a 192.168.0.102 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.102: bytes=32 tiempo=10ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.102: bytes=32 tiempo=17ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.102: bytes=32 tiempo=16ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.102: bytes=32 tiempo=21ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.0.102:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 10ms, Máximo = 21ms, Media = 16ms

```

**Figura 10-4:** Evidencia de una prueba Test ping PC- WECON V- BOX series H-G.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Los resultados de las pruebas se presentan en la tabla 6-4. Se ha calculado un coeficiente de variación del 1.92%, lo que indica que las muestras son compactas y presentan poca variabilidad de datos, tal como lo definen los autores al establecer que un coeficiente de variación inferior al 30% y cercano a 0% se considera como un indicativo de muestras estables. Los valores obtenidos se acercan a la media de todas las mediciones realizadas, siendo el valor máximo en condiciones normales de 16 ms. Esto indica que la latencia de la red es menor y la velocidad de comunicación entre la PC y el Gateway IIOT es eficiente.

**Tabla 6-4:** Comunicación entre PC – WECON V-BOX series H-G.

N°	IP INICIO	IP DESTINO	PAQUETES RECIBIDOS	TIEMPO MEDIO DE COMUNICACIÓN (ms)
1	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
2	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
3	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
4	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
5	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
6	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
7	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
8	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
9	192.168.0.117	192.168.0.100	4	15
10	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
11	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
12	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
13	192.168.0.117	192.168.0.100	4	15
14	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
15	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
16	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
17	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
18	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16

19	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
20	192.168.0.117	192.168.0.100	4	16
<b>VELOCIDAD PROMEDIO</b>				16
DESVIACION ESTANDAR				0.307793506
COEFICIENTE DE VARIACION				1.92%

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

#### 4.5. Análisis de encuesta para validación del sistema IIOT.

El objetivo de la prueba fue evaluar el impacto de cuatro prácticas realizadas en los módulos de trabajo en 40 estudiantes de la asignatura de automatización industrial. Se llevó a cabo una encuesta antes y después de la aplicación de las prácticas para evaluar su efectividad.

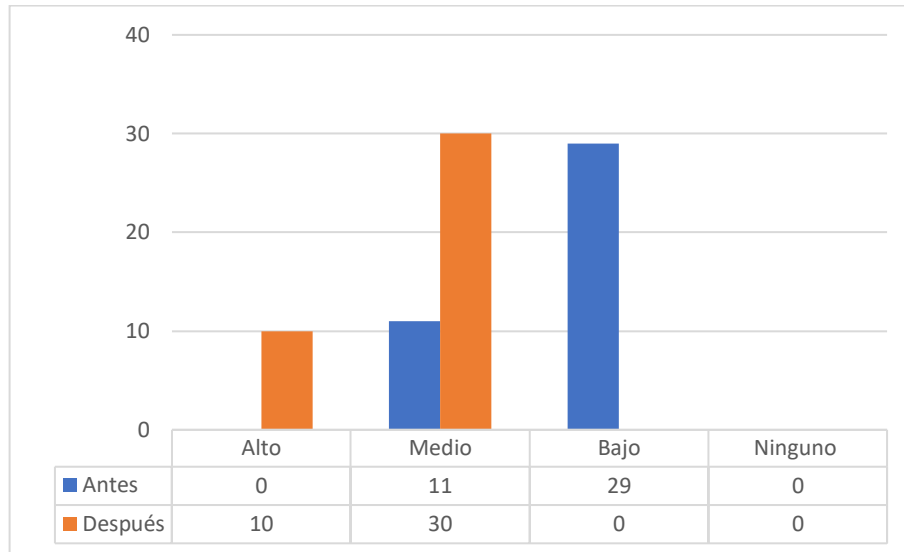


**Figura 11-4:** Evidencia de una práctica realizada a un grupo de estudiantes.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**1. ¿Qué nivel de conocimiento considera usted que tiene acerca de la manipulación de dispositivos que manejan IIOT?**

En la figura 12-4 se muestra un esquema de barras del antes y después de la práctica, en el cual se indica el resultado de una muestra de 40 estudiantes encuestados.



**Figura 12-4:** Análisis de resultados pregunta 1.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De la tabla 7-4, se obtuvo que el coeficiente de variación antes de la práctica fue de 1.37, mientras que después fue de 1.41. Esto representa una diferencia de 0.05, lo que equivale al 5% de variación. Este valor (CV) sugiere una baja variabilidad relativa entre los datos y que, en general, son bastante homogéneos.

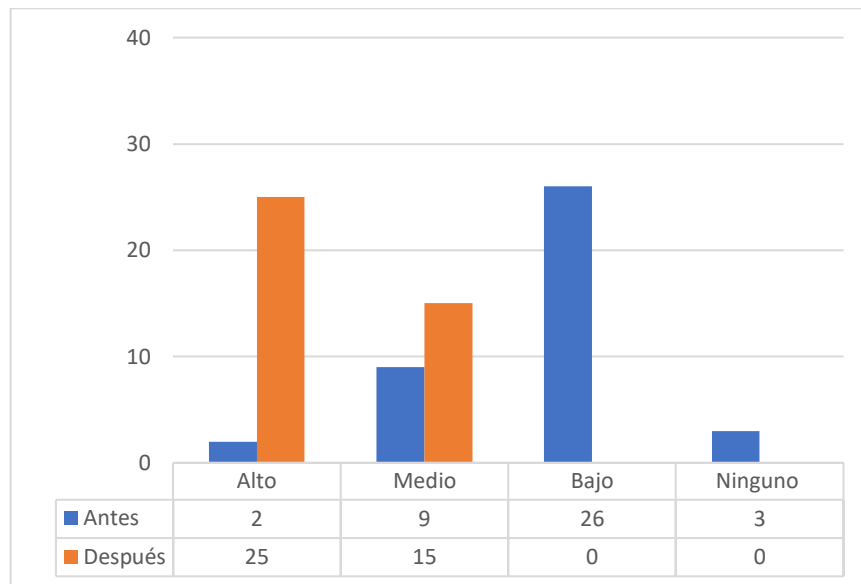
**Tabla 7-4:** Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 1.

	NIVEL	ANTES	DESPUÉS
	Alto	0	10
	Medio	11	30
	Bajo	29	0
	Ninguno	0	0
<b>MEDIA</b>		10	10
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>		13.6869768	14.1421356
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>		1.37	1.41

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**2. Con el conocimiento que usted tiene que nivel de eficiencia considera que tiene la pasarela de comunicación WECON V-VOX para la transmisión de datos hacia la nube de los módulos de evaluación y selección del proceso base/tapa/pasador.**

En la figura 13-4 se muestra un esquema de barras del antes y después de la práctica, en el cual se indica el resultado de una muestra de 40 estudiantes encuestados.



**Figura 13-4:** Análisis de resultados pregunta 2.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De la tabla 8-4, se obtuvo que el coeficiente de variación antes de la práctica fue de 1.11, mientras que después fue de 1.41. Esto representa una diferencia de 0.30, lo que equivale al 30% de variación. Este valor (CV) sugiere una baja variabilidad relativa entre los datos y que, en general, son bastante homogéneos.

**Tabla 8-4:** Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 2.

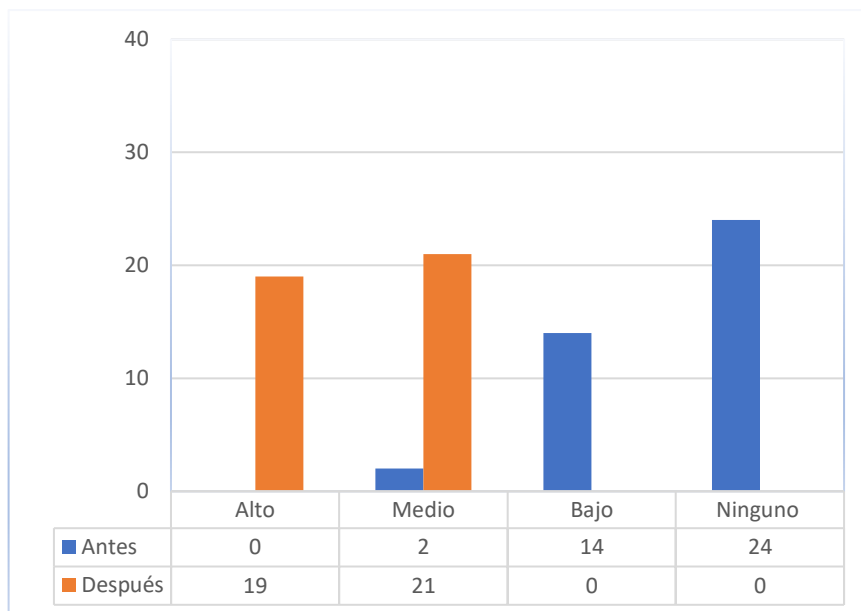
	NIVEL	ANTES	DESPUÉS
	Alto	2	10
	Medio	9	30
	Bajo	26	0
	Ninguno	3	0
<b>MEDIA</b>		10	10
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>		11.1055542	14.1421356
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>		1.11	1.41

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

### 3. ¿Qué nivel de conocimiento posee usted acerca de la plataforma V-NET para la realización de HMI en la nube?

En la figura 14-4 se muestra un esquema de barras del antes y después de la práctica, en el cual se indica el resultado de una muestra de 40 estudiantes encuestados.





**Figura 14-4:** Análisis de resultados pregunta 3.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De la tabla 7-4, se obtuvo que el coeficiente de variación antes de la práctica fue de 1.12, mientras que después fue de 1.16. Esto representa una diferencia de 0.04, lo que equivale al 4% de variación. Este valor (CV) sugiere una baja variabilidad relativa entre los datos y que, en general, son bastante homogéneos.

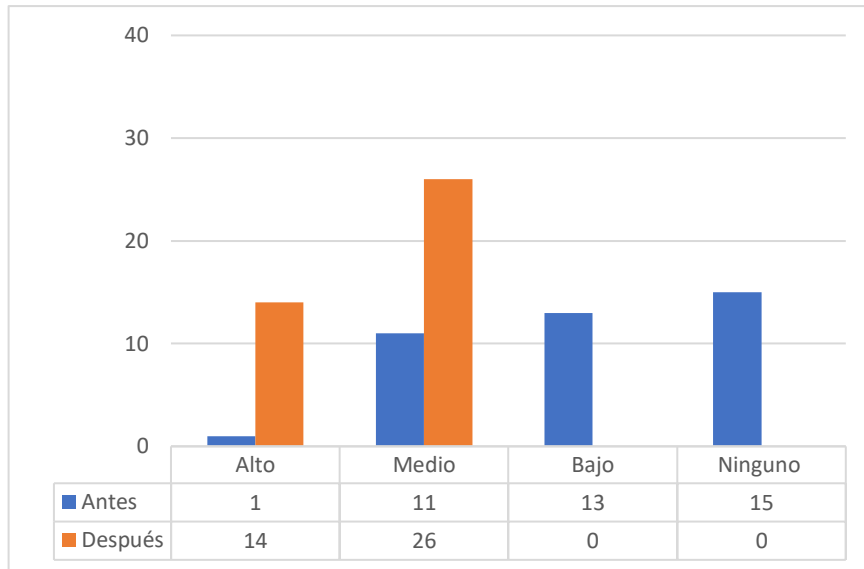
**Tabla 9-4:** Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 3.

	NIVEL	ANTES	DESPUÉS
	Alto	0	19
	Medio	2	21
	Bajo	14	0
	Ninguno	24	0
<b>MEDIA</b>		10	10
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>		11.1952371	11.5758369
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>		1.12	1.16

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

**4. ¿Qué nivel de preparación considera usted que tiene en este momento para la manipulación de los módulos de evaluación y selección del proceso base/tapa/pasador?**

En la figura 15-4 se muestra un esquema de barras del antes y después de la práctica, en el cual se indica el resultado de una muestra de 40 estudiantes encuestados.



**Figura 15-4:** Análisis de resultados pregunta 4.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De la tabla 10-4, se obtuvo que el coeficiente de variación antes de la práctica fue de 0.62, mientras que después fue de 1.25. Esto representa una diferencia de 0.63, lo que equivale al 63% de variación. Este valor (CV) significa que los datos presentan una dispersión relativamente grande con respecto a su media, y por lo tanto no se consideran compactos ni homogéneos.

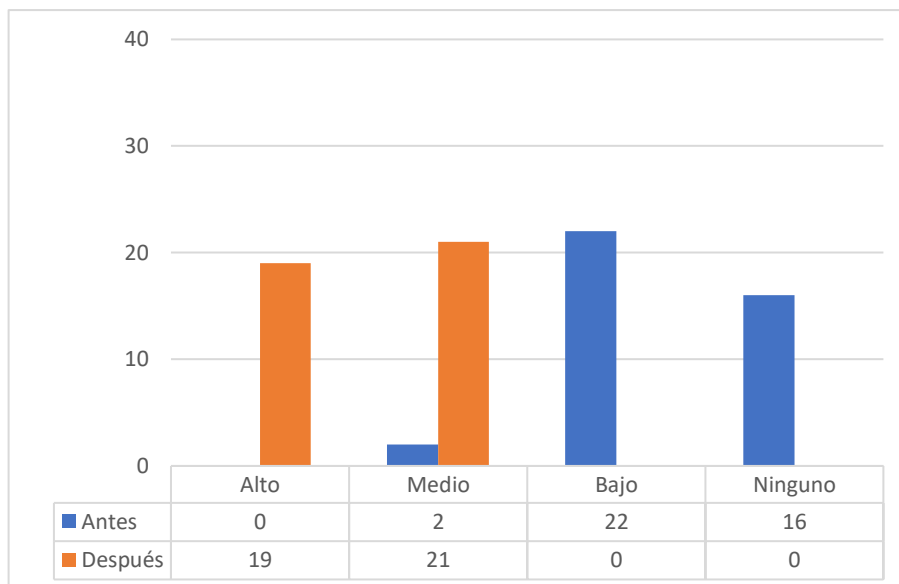
**Tabla 10-4:** Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 4.

	NIVEL	ANTES	DESPUÉS
	Alto	1	14
	Medio	11	26
	Bajo	13	0
	Ninguno	15	0
<b>MEDIA</b>		10	10
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>		6.2182527	12.5432585
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>		0.62	1.25

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

##### 5. ¿Cuánta experiencia considera usted que tiene para la exportación de datos de PLCs hacia la nube V-NET?

En la figura 16-4 se muestra un esquema de barras del antes y después de la práctica, en el cual se indica el resultado de una muestra de 40 estudiantes encuestados.



**Figura 16-4:** Análisis de resultados pregunta 5.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

De la tabla 11-4, se obtuvo que el coeficiente de variación antes de la practica fue de 1.07, mientras que después fue de 1.16. Esto representa una diferencia de 0.09, lo que equivale al 9% de variación. Este valor (CV) sugiere una baja variabilidad relativa entre los datos y que, en general, son bastante homogéneos.

**Tabla 11-4:** Comprobación por niveles antes-después de la pregunta 5.

	NIVEL	ANTES	DESPUÉS
	Alto	0	19
	Medio	2	21
	Bajo	22	0
	Ninguno	16	0
<b>MEDIA</b>		10	10
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>		10.7082523	11.5758369
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>		1.07	1.16

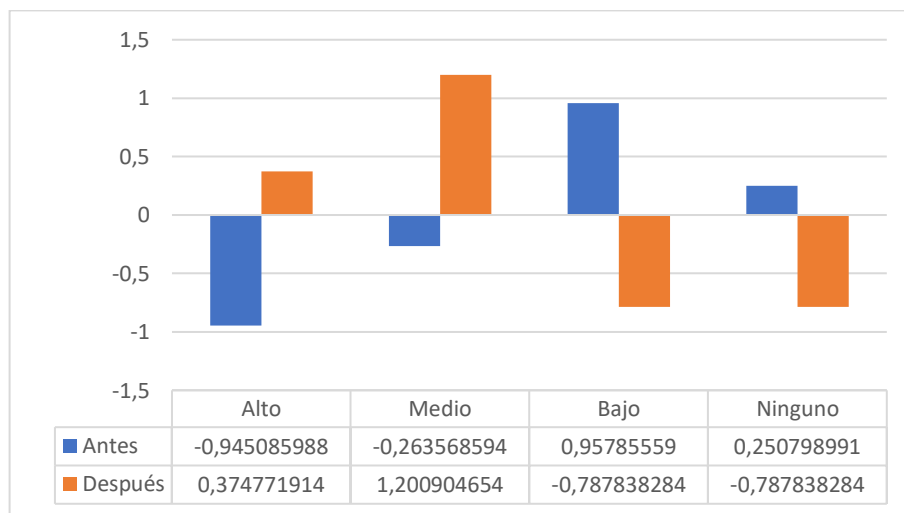
Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

En la tabla 12-4 y 13-4 se detalla la comprobación del antes y después de la realización de la practica a partir de la normalización de los datos y se obtuvo los siguientes resultados:

- **Nivel alto:** antes de la práctica se obtuvo una media del -0.94 dando a conocer que el conocimiento de los estudiantes es menor, seguidamente con la realización de la práctica se obtuvo un valor del 0.37 permitiendo así poder concluir que el conocimiento de los estudiantes aumento en un 25.65%.
- **Nivel medio:** antes de la práctica, se obtuvo una media de conocimiento de -0.26, indicando que el nivel de conocimiento de los estudiantes era bajo. Posteriormente,

después de la realización de la práctica, se obtuvo un valor de 1.20, lo que indica un aumento del conocimiento en un 64.38%.

- **Nivel bajo:** antes de la práctica, se obtuvo una puntuación media de 0.95, lo que indica un nivel de conocimiento relativamente bajo. Sin embargo, después de la práctica, se obtuvo una puntuación de -0.78, lo que indica una disminución del 9.82% en el nivel bajo de conocimiento.
- **Nivel ninguno:** La puntuación media antes de la práctica fue de 0.25, indicando la falta de conocimiento. Después de la práctica, la puntuación fue de -0.78, esto significa una reducción del 51.42% en el nivel ninguno; es decir con la practica ayudó a los estudiantes a mejorar considerablemente sus conocimientos teóricos y prácticos en el ámbito de IIOT .



**Figura 17-4:** Grafica después de la normalización de los datos por niveles.

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

**Tabla 12-4:** Comprobación antes de la realización de la práctica entre niveles.

N°	Alto	Medio	Bajo	Ninguno
1	-0.73062154	0.07306215	1.38818092	-0.73062154
2	-0.89	-0.71	0.36	1.25
3	-0.93385921	-0.74708737	1.12063105	0.56031553
4	-0.72036027	-0.09004503	1.44072054	-0.63031524
5	-1.44735192	0.16081688	0.48245064	0.8040844
<b>MEDIA</b>	-0.94508599	-0.26356859	0.95785559	0.25079899

Realizado por: Paz X; Iza B, 2023.

**Tabla 13-4:** Comprobación después de la realización de la práctica entre niveles.

N°	Alto	Medio	Bajo	Ninguno
1	0	1.41421356	-0.70710678	-0.70710678
2	0.78	0.95	-0.86	-0.86
3	0.77748158	0.95025527	-0.86386843	-0.86386843
4	0	1.41421356	-0.70710678	-0.70710678

	5	0.3188964	1.27558561	-0.79724101	-0.79724101
<b>MEDIA</b>		0.37477191	1.20090465	-0.78783828	-0.78783828

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

#### 4.6. Análisis de costos

En la tabla 14-4 se realizó el análisis de costos del sistema, donde se define un valor total de la implementación de 2150 dólares, de los cuales el 34.88 % representa el sistema IIOT, el 24.23% corresponde al módulo de evaluación, el 31.87% corresponde al módulo de selección y el restante se aplica a los distintos elementos de alimentación y gastos varios, que suponen el 9.02% del total.

**Tabla 14-4:** Análisis económico para la implementación.

Modulo	Componentes	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
<b>Dispositivo IIoT</b>	Wecon V-Box serie H-G	1	750	750
<b>TOTAL</b>				<b>750</b>
<b>Evaluación</b>	PLC Schneider TM221CE16T	1	300	300
	Sensor magnético	1	15	15
	Sensor Inductivo	1	28	28
	Sensor Retro reflectivo	3	26	78
	Interfaz DB25-MG6	2	50	100
<b>TOTAL</b>				<b>521</b>
<b>Selección</b>	Delta DVP 32ES2-E RE	1	350	350
	Sensor magnético	1	15	15
	Sensor emisor receptor	3	28	84
	Sensor inductivo	1	28	28
	Sensor retro reflectivo	3	26	78
	Interfaz DB25-MG6	2	50	100
	Ventosa 20mm	2	15	30
<b>TOTAL</b>				<b>685</b>
<b>Alimentación</b>	Fuente 24 VCC	2	19,50	39
	Breaker de 4 A	2	4	8
	Relé 24 VCC	5	5.40	27
<b>TOTAL</b>				<b>74</b>
<b>Accesorios</b>	Varios	Varios	Varios	120
<b>TOTAL</b>				<b>\$120</b>
<b>Costo Total de la implementación</b>				<b>\$ 2150</b>

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

## CONCLUSIONES

Se implementó el sistema automatizado de selección y clasificación en el proceso base/tapa/pasador en el laboratorio de automatización FIE-ESPOCH con base en una comunicación remota IIOT.

Se determinó vulnerabilidades en el dispositivo de comunicación IIOT a través de las herramientas informáticas NMAP y Nessus. Sin embargo, se determinó que el dispositivo no presentaba vulnerabilidades críticas. Además, se realizó un análisis utilizando la herramienta informática Metasploit y se determinó que no hay un exploit disponible actualmente para la vulnerabilidad Dropbear sshd versión 2018.76 encontrada, entonces se concluye que actualmente el ataque para este dispositivo aún no está disponible.

Las pruebas de repetibilidad para validar el sistema automatizado de clasificación arrojaron un coeficiente de variación (CV) del 2.26%, lo que indica que el tiempo de clasificación es estable y presenta poca variabilidad. Además, el sistema clasificó correctamente 18 de las 20 piezas enviadas (9 plásticas y 9 metálicas), obteniendo una eficiencia del 90% en un tiempo promedio de 11 segundos.

Mediante las pruebas de repetibilidad orientadas a la conectividad entre los dispositivos PC, Gateway IIOT y PLCs se obtuvo que la latencia de la comunicación se encuentra en un mínimo de 12 ms y un máximo de 36 ms con un coeficiente de variación (CV) del 2%, 2.59% y 1.92% respectivamente sin perder ningún paquete de los enviados, por lo que se concluye que la comunicación entre los dispositivos es eficiente y presenta una latencia mínima.

De acuerdo con los requerimientos analizados la selección del dispositivo de comunicación IIOT WECON V-BOX fue el adecuado ya que este proporcionó seguridad en los datos, en las comunicaciones y en el acceso a la nube, lo que resultó fundamental para la implementación del sistema automatizado y la comunicación remota.

Tras la aplicación de un conjunto de prácticas, se realizó una encuesta con una muestra de 40 estudiantes, la cual concluyó que la aplicación de un sistema basado en IIOT para el proceso automatizado de base/tapa/pasador resultó de gran ayuda para los estudiantes de automatización industrial. Este sistema mejoró significativamente su conocimiento y capacidad de aprendizaje en el contexto de la nueva era industrial, lo que se reflejó en un aumento del 25.66% en el nivel alto, un 69.38% en el nivel medio, una disminución del 9.82% en el nivel bajo y una reducción del 51,45% en el nivel ninguno.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda aumentar el tiempo de pruebas para la validación del módulo de selección, ya que el tiempo empleado en el presente trabajo de integración curricular podría no ser suficiente.

Se recomienda incorporar un sistema de inteligencia artificial basado en el reconocimiento de piezas para la evaluación de estas. La implementación de este sistema podría permitir la reducción del número de sensores utilizados.

En base a la investigación realizada se recomienda analizar nuevos posibles ataques al dispositivo de comunicación IIOT WECON V-BOX enfocadas a nivel de capa física.

En caso de existir un posible ataque al dispositivo Gateway IIOT WECON V-BOX, se recomienda implementar un sistema de seguridad más robusto que incluya la instalación de un firewall. Dado que el dispositivo Gateway IIOT WECON V-BOX es un componente crítico de la red IIOT, es fundamental contar con medidas de seguridad adecuadas para protegerlo contra ataques malintencionados.

Se recomienda realizar un análisis exhaustivo para evaluar la viabilidad de migrar a una plataforma multiusuario para el acceso a la nube V-NET. Actualmente, el acceso a la nube se realiza de manera individual, lo que limita la capacidad de colaboración y aumenta la carga de trabajo para los usuarios que necesitan acceder a la nube de manera simultánea.

Para garantizar el óptimo funcionamiento y seguridad del dispositivo de comunicación V-BOX de WECON, se recomienda realizar revisiones periódicas de las actualizaciones que ofrece la plataforma. Esto permitirá mantener el dispositivo actualizado y libre de fallos en su sistema operativo y seguridad.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILAR, Luis Joyanes.** *Internet de las cosas: Un futuro hiperconectado: 5G, Inteligencia Artificial, Big Data, Cloud, Blockchain, Ciberseguridad* [en línea]. Bogotá-Colombia: Alpha Editorial, 2021. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=t816EAAAQBAJ&pg=PR8&dq=beneficios+iiot&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi17OPBlev6AhUrZzABHVE6B6QQ6AF6BAgKEAI#v=onepage&q=beneficios%20iiot&f=false> Alpha Editorial. ISBN 978-958-778-693-4. Google-Books-ID: t816EAAAQBAJ

**ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana, SANTANDER-CASTILLO, Julieta, RAMÍREZ-CHOCOLATL, Yuridia y ALANIS-TEUTLE, Raúl.** “Cómputo en la niebla aplicado a la manufactura inteligente bajo el contexto de la industria 4.0: Desafíos y oportunidades”. *Revista de Computo Aplicado* [en línea]. 2019, (México) 3(11), pp 16 - 27. Consulta: 12 octubre 2022]. ISSN 2531-2952. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Computo\\_Aplicado/vol3num11/Revista\\_de\\_Computo\\_Aplicado\\_V3\\_N11\\_3.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Computo_Aplicado/vol3num11/Revista_de_Computo_Aplicado_V3_N11_3.pdf)

**ARVILLA, Robinson E Arrieta, & KERGUELEN, Frank González.** TUTORIAL BASICO PARA PROGRAMACIÓN DE PLC [En línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias, Colombia. 2003. pp. 12-30. [Consulta: 2022-10-19]. Disponible en: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0024806.pdf>

**AVILA RODRÍGUEZ, A, & PULIDO GONZÁLEZ, R.** Diseño e implementación de un módulo didáctico con base en una banda transportadora, para la implementación de sensores de proximidad en el área de automatización [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Somagoso, Colombia. 2015. pp.15-30 [Consulta 2022-10-18]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1917>Accepted: 2017-11-09T14:13:02Z

**AYERBE, Ana.** “La ciberseguridad de la industria 4.0: Un medio para la continuidad del negocio”. *Economía industrial* [en línea], 2018, 410, pp. 37-46. [Consulta: 20 octubre 2022]. ISSN 0422-2784. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6815099>

**BARESI, L.** 1998. “PLC programming languages: A formal approach”. *European Community under ESPRIT Projecj* [en línea], 1998, (Italia) 6(10), pp. 1-6. [Accedido 1 noviembre 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/2935720/PLC\\_programming\\_languages\\_A\\_formal\\_approach](https://www.academia.edu/2935720/PLC_programming_languages_A_formal_approach)



**BELTRÁN, Marta y SEVILLANO, Fernando.** *Ciberseguridad industrial e infraestructuras críticas* [en línea]. Madrid-España: RA-MA Editorial,2021. [Consulta: 15 octubre 2022]. ISBN 978-84-18551-59-8. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/222659?page=59>

**BOLTON, W.** *Programmable logic controllers* [en línea]. 4th ed. Amsterdam Boston: Elsevier, 2007. [Consulta 15 octubre 2022]. Disponible en: [https://www.etf.ues.rs.ba/~slubura/Procesni%20racunari/Programmable%20Logic%20Controlle rs%204th%20Edition%20\(W%20Bolton\).pdf](https://www.etf.ues.rs.ba/~slubura/Procesni%20racunari/Programmable%20Logic%20Controlle rs%204th%20Edition%20(W%20Bolton).pdf)

**BOWMAN, D.,** 2001. CONTEMPORARY ISSUES Common Use of the CV: A Statistical Aberration in Crop Performance Trials. *The Journal of Cotton Science* [en línea], vol. 5, pp. 137–141. [Consulta: 2 July 2022]. Disponible en: <https://www.cotton.org/journal/2001-05/2/upload/jcs05-137.pdf>.

**CANTOS, Carlos.** Sensores Inductivos [blog]. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: [http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES\\_PLC\\_PDF\\_S/24\\_SENSOR ES\\_INDUCTIVOS.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/24_SENSOR ES_INDUCTIVOS.PDF)

**CHEN, SHANZHI, XU, HUI, LIU, DAKE, HU, BO y WANG, HUCHENG.** “A Vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities with China Perspective”. *IEEE Internet of Things Journal* [en línea]. 2014, 1(4), pp. 349-359. [Consulta: 11 octubre 2022]. ISSN 2327-4662. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6851114>

**DAMORE, Kelly.** *What is Nessus? | Definition from TechTarget. Networking* [blog]. 2006. [Consulta: 28 enero 2023]. Disponible en: <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/Nessus>

**DANERI, P.** *PLC: automatización y control industrial* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Editorial Hispanoamericana HASA, 2009. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/66558>

**DANEELS, A; & SALTER, W.** “What is SCADA”. *International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems* [en línea], 1999, (Italy), pp.2-3. [Consulta: 20 noviembre 2022]. Disponible en: <https://cds.cern.ch/record/532624?ln=es>

**DELTA ELECTRONICS.** *Como usar o ISPSOFT - Delta Electronics* [blog]. 2020. [Consulta:1 febrero 2023]. Disponible en: <https://delta-electronics.com.br/es/faq/como-usar-o-ispsoft/>

**DOMINGUEZ, P.** “Las tecnologías de la información y la comunicación”. Revista Nómadas [en línea]. 2003, (España) (8), pp.5–7. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN 1578-6730. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18100809>

**EBEL, F.** *Sensors for Handling and Processing Technology: Proximity Sensors*. Washintong-USA: Festo Didactic KG, 2002. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=Xb7nAAAACAAJ>

**ESCALONA MORENO, I.** Transductores y sensores en la automatización industrial [en línea]. México DF-México: El Cid Editor. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/34463>

**FREY, G & LITZ, L.** “Formal methods in PLC programming”.Smc 2000 conference proceedings. 2000 ieee international conference on systems, man and cybernetics [en línea], 2000, (Germany) 4(9), pp. 2431-2436. [Consulta: 19 octubre 2022]. ISSN: 1062-922X. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/884356>

**GALLO CASTILLO, Tannya Lucia.** *Desarrollo e implementación de internet industrial de las cosas aplicado al laboratorio de PLC'S de la Facultad de Ingeniería Industrial en procesos de automatización de la Universidad Técnica de Ambato (Trabajo de titulación). (Maestría)* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9228>

**GARZÓN VÁZQUEZ, Christian Marcelo y SERRANO RAMÍREZ, Erika Paola.** *Implementación de una aplicación de Internet Industrial de las Cosas para la integración de tecnologías de comunicación heterogéneas de un sistema multi-tanque.* en línea. Universidad de Cuenca. [Accedido 1 noviembre 2022]. Recuperado a partir de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37165> Accepted: 2021-10-27T18:46:06Z

**JARA PÁEZ, Marcela Alejandra, & PACHECO CUNDURI, Mayra Alejandra.** Diseño e implementación de un robot cartesiano, para el montaje de tapa y/o pasador, en el proceso de paletizado [En línea] (Trabajo de titulación).(Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Informática y Electrónica, Control y Redes Industriales, Riobamba, Ecuador.2014. pp. 56-57. [Consulta: 2022-10-13]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3265> Accepted: 2014-03-10T16:54:04Z

**JARAMILLO GALARZA, Luis Alfonso, & MOPOSITA YANZAPANTA, Pablo Andrés.** Diseño y construcción de una estación pick and place con Scada, para uso didáctico en la FIE [En línea]. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

Informática y Electrónica, Control y Redes Industriales, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 43-48. [Consulta: 2022-10-21]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3344>Accepted: 2014-05-13T14:08:04Z

**KEEPCODING.** *¿Qué es Metasploit? | KeepCoding Tech School* [blog]. 2022. [Consulta: 1 febrero 2023]. Disponible en: <https://keepcoding.io/blog/que-es-metasploit-ciberseguridad/>

**LYON, Gordon.** *Nmap: the Network Mapper - Free Security Scanner* [blog]. 2017. [Consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://nmap.org/>

**KNAPP, E, & LANGILL, J.** *Chapter 6 - Industrial Network Protocols* [en línea]. Bostons-USA:Syngress, 2015. [Consulta: 23 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012420114900006X>

**KUMAR, S, DALAL, S, & DIXIT, V.** "THE OSI MODEL: OVERVIEW ON THE SEVEN LAYERS OF COMPUTER NETWORKS". *International Journal of Computer Science and Information Technology Research* [en línea], 2014, (United State of America) 2(3), pp. 7. [Consulta: 22 octubre 2022]. ISSN 2348-1196. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37556683/THE\\_OSI\\_MODEL\\_OVERVIEW\\_ON\\_THE](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37556683/THE_OSI_MODEL_OVERVIEW_ON_THE)

**LASHIN, MAHA M.** "Different Applications of Programmable Logic Controller (PLC)". *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology* [en línea]. 2014. (United State of America) 1(4), pp. 27-32. [Consulta: 11 octubre 2022]. ISSN 2231-3605. Disponible en: <http://www.airccse.org/journal/ijcseit/papers/4114ijcseit03.pdf>

**LEE, Jay, KAO, Hung An y YANG, Shanhu.** Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*. 2014. Vol. 16, pp. 3-8. DOI 10.1016/j.procir.2014.02.001.

**LEMA YUMI, Iván Mauricio, & TIERRA SATÁN, Silvia Alexandra.** Diseño e implementación de una estación de evaluación de profundidad para piezas cilíndricas por medio de un PLC [En línea]. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Informática y Electrónica, Control y Redes Industriales, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 46-52. [Consulta: 2022-10-18]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3264>Accepted: 2014-03-10T16:49:52Z

**LUNA, Ricardo, QUEVEDO, Abel, CHAVEZ, Leonardo & POPOCA, Martiniano.** "Sistema de adquisición de datos meteorológicos en tiempo real con PLC". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2017, (Estado de México) 6(8), pp. 1701-1713. [Consulta: 15 octubre 2022]. DOI 10.29312/remexca.v6i8.489. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/322692520\\_Sistema\\_de\\_adquisicion\\_de\\_datos\\_meteorologicos\\_en\\_tiempo\\_real\\_con\\_PLC](https://www.researchgate.net/publication/322692520_Sistema_de_adquisicion_de_datos_meteorologicos_en_tiempo_real_con_PLC)

**LYON, Gordon.** *Nmap: the Network Mapper - Free Security Scanner* [blog]. 2017. [Consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://nmap.org/>

**MACHINEMETRICS.** *Industrial IoT Gateways: Unlocking Machine Data at the Edge* [blog]. [Consulta: 23 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.machinemetrics.com/connectivity/hardware/iiot-gateways>

**MARTA, BELTRÁN PARDO y FERNANDO, SEVILLANO JAÉN.** *Cloud Computing, tecnología y negocio* [en línea]. Madrid-España: Editorial Paraninfo, 2013. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=f5jLAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=cloud+computing&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=cloud%20computing&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=f5jLAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=cloud+computing&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=cloud%20computing&f=false)

**MORENO, Emilio García.** “AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES”. Byprint Percom [en línea], 1999, (España), pp. 10-11. ISBN 978-84-7721-759-6. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: [https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC\\_4116\\_01\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC_4116_01_01.pdf?guest=true)

**NIETO, ERNESTO CÓRDOBA.** “Manufactura y automatización”. [en línea], 2006, (Colombia) 26(3), pp. 120-128. [Consulta: 10 octubre 2022]. ISSN 0120-5609. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>

**OFFENSIVE SECURITY.** *Kali Linux | Penetration Testing and Ethical Hacking Linux Distribution* [blog]. 2023. [Consulta: 30 enero 2023]. Disponible en: <https://www.kali.org/>

**OLAYA, Andrés, BARANDICA, Asfur y GUERRERO, Fabio.** Implementación de una red MODBUS/TCP. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*. 13 octubre 2011. Vol. 6. DOI 10.25100/iyc.v6i2.2277.

**OLIVA, Nuria,** 2013. *Redes de comunicaciones industriales*. en línea. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. [Accedido 2 noviembre 2022]. ISBN 978-84-362-6549-1. Recuperado a partir de: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/48611>

**PORTUONDO, Y. and PORTUONDO, J.,** 2010. LA REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD EN EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS

DE MEDICIÓN. Tecnología Química [en línea], vol. XXX, pp. 117–121. ISSN 0041-8420. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543770014>.

**REQUENA, B.**, 2016. Coeficiente de variación de Pearson. [en línea]. [Consulta: 30 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/coeficiente-variacion-pearson/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20variaci%C3%B3n%20toma,y%20la%20media%20pierde%20confiabilidad>.

**RODRÍGUEZ PENIN, A.** *Comunicaciones industriales* [en línea]. Barcelona-España: Marcombo, 2008. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/35710>

**RUIZ, J.**, 2010. Eficiencia relativa y calidad de los experimentos de fertilización en el cultivo de caña de azúcar. [en línea], vol. 28, pp. 149–154. [Consulta: 4 July 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317439783\\_Eficiencia\\_relativa\\_y\\_calidad\\_de\\_los\\_experimentos\\_de\\_fertilizacion\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_cana\\_de\\_azucar](https://www.researchgate.net/publication/317439783_Eficiencia_relativa_y_calidad_de_los_experimentos_de_fertilizacion_en_el_cultivo_de_cana_de_azucar).

**SCHWAB, Wolfgang y POUJOL, Mathieu**, 2018. The State of Industrial Cybersecurity 2018. 2018. pp. 33.

**SCHNEIDER ELECTRIC.** *EcoStruxure Platform-Products* [blog]. 2022. [Consulta: 5 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.se.com/ww/en/work/campaign/innovation/platform.jsp>

**SENAR, J.C.**, 1999. La medición de la Repetibilidad y error de medida. [en línea], pp.53-64. [Consulta: 1 febrero 2023]. Disponible en: [http://www.bcn.cat/museciencies\\_fitxers/imatges/FitxerContingut1201.pdf](http://www.bcn.cat/museciencies_fitxers/imatges/FitxerContingut1201.pdf).

**SHANKAR, K.** “Control of Boiler Operation using PLC – SCADA”. Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists [en línea], 2008, (Hong Kong)2(4), pp.6. [Consulta: 16 de octubre 2022]. ISSN 978-988-17012-1-3. Disponible en: [https://www.idconline.com/technical\\_references/pdfs/electrical\\_engineering/Control\\_of\\_Boiler\\_Operation\\_using\\_PLC%20-%20SCADA.pdf](https://www.idconline.com/technical_references/pdfs/electrical_engineering/Control_of_Boiler_Operation_using_PLC%20-%20SCADA.pdf)

**SILVA, M., PEREIRA, F., SOARES, F., LEÃO, C. P., MACHADO, J. y CARVALHO, V.** “An Overview of Industrial Communication Networks”. New Trends in Mechanism and Machine Science [en línea], 2015, (Switzerland) 120(5), pp. 933-940. [Consulta: 22 octubre 2022]. ISBN

978-3-319-09411-3. Disponible: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-09411-3\\_97](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-09411-3_97)

**SUAREZ NARVAEZ, R, & TAMAYO PAEZ, O.** “Máquina Dispensadora de Cartones para la Línea de envasado de Latas en Bavaria” [en línea], 2016. (Colombia) 6(2), pp.1-6. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13621>Accepted: 2018-09-03T21:15:06Z

**VALENCIA, A; & PORTILLA, P.** “Internet Industrial de las Cosas (IIOT): Nueva Forma de Fabricación Inteligente”. Revista Fundación Universitaria de Popayán [en línea]. 2020, (Colombia), pp.2-5. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <http://unividafup.edu.co/repositorio/files/original/0cba2296f09e033fe6c5c08e5a6a0119.pdf>

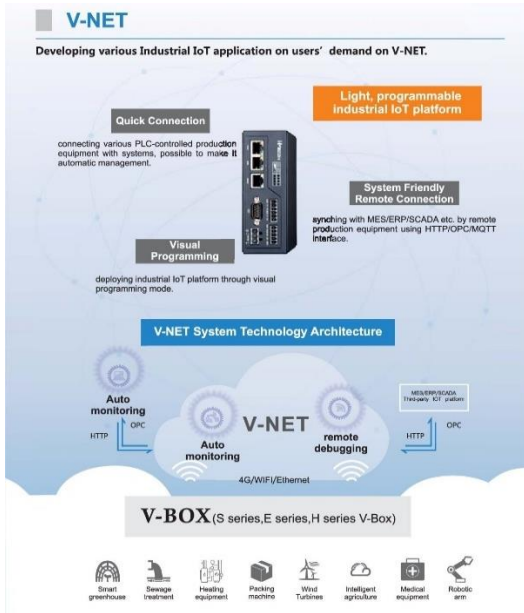
**VÁSQUEZ, O; & MOROCHO, F.** “Análisis de la Industria 4.0 como factor diferenciador del Sector Industrial del Ecuador”. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [en línea]. 2021, (Ecuador) 5(3), pp.1-3. [Consulta:21 mayo 2022]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/533/674>

**VULDB COMPANY.** *CVE-2018-15599 | Dropbear svr-auth.c recv\_msg\_userauth\_request User information disclosure (Nessus ID 112125)* [blog]. 2023. [Consulta: 6 febrero 2023]. Disponible en: <https://vuldb.com/?id.123110>


**XU, Hansong, YU, Wei, GRIFFITH, David y GOLMIE.** “A Survey on Industrial Internet of Things: A Cyber-Physical Systems Perspective”. IEEE Access [en línea], 2018,6, pp. 78238-78259. [Consulta: 16 octubre 2022]. ISSN 2169-3536. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8558534?figureId=fig2#fig2>

# ANEXOS

## ANEXO A: Hoja de datos Gateway WECON V-BOX



Model	E Series	H Series
Enclosure	Metal	ABS
Network Connecting	N/A	4G/4G Global WiFi/Ethernet
I/O Port	N/A	2 inputs with optocoupler isolation 2 relay output
Serial Port	COM1 : RS232/RS422/RS485	3 Ethernet ports in switch mode
Mounting	Din rail	Din rail/screw
Service Mode	V-NET/Cloud-Mode /Data-Mapping Note: specified model supported	V-NET/Cloud-Mode /Data-Mapping
Functions	Serial Port Passthrough, Script	Serial Port Passthrough, VPN Passthrough, Script
Service Protocol	MQTT, MODBUS TCP, etc Breakpoints continuous transmission Service protocols development on demand	
Device Protocol	300 PLC protocols supported i.e. PLC/HMI/VFD/Meters Device protocol development on demand	
Modules	LCM series IO modules supported for logical operation	

General						
Model		H-00	H-WF	H-4G	H-AG	
Hardware	OS	Linux				
	CPU	Cortex A7 528MHz				
	Storage	Flash	128MB			
		RAM	DDRIII 128MB			
	MICRO USB	HOST/DEVICE: USB OTG Switch				
	Ports	Serial Port	COM1: RS232, RS422/RS485 (2 in 1) COM2: RS485 COM2: RS485			
		Ethernet	3 Ethernet Ports			
		WiFi Module	N/A	YES	N/A	N/A
		4G Module	N/A	N/A	4G	4G Global
	I/O	2 inputs with optocoupler isolation; 2 relay outputs				
	Power	Power Supply	24VDC (12-28VDC)			
		Power Consumption	<10w			
	Dimension	Enclosure	PC+ABS			
		Dimension (W*H*D)	131.0mm*100.5mm*46.0mm			
		Weight (KG)	0.3			
Environment	Vibration Resistance	IEC61131-2 Standard				
	Storage Temperature	-20°C~70°C				
	Working Temperature	-10°C~60°C				
	Relative Humidity	10~85%RH (Non-condensing)				
CE Certification	CE Marked					
FCC Certification	FCC Class A					
Software	Real-time Monitoring Points	300	300	500	600	
	Alarm Monitoring Points	200	200	300	300	
	History Monitoring Points	50	50	100	100	
	History Storage	90 days	90 days	180 days	180 days	
	Normal Pass-through	YES				
	VPN Pass-through	YES				
	Edge Computing	YES				
	API Interface	YES				
	Remote Update	YES				
	Configuration download / upload	YES				
	Off-line Transmission	YES				
GPS	Optional					

## ANEXO B: Hoja de datos PLC-SCHNEIDER



### Controlador M221 16 E/S transistor PNP Ethernet

TM221CE16T

#### Principal

<b>Gama de producto</b>	Modicon M221
<b>Tipo de producto o componente</b>	Autómata programable
<b>[Us] tensión de alimentación asignada</b>	24 V DC
<b>De pie conducto</b>	9 entrada discreta 4 entrada rápida IEC 61131-2 tipo 1
<b>Número de entrada analógica</b>	2 0...10 V
<b>Tipo de salida digital</b>	Transistor
<b>Número de salidas discretas</b>	7 transistor 2 salida rápida
<b>Tensión de salida</b>	24 V CC
<b>Montado en la pared del conducto</b>	0.5 A

#### Opcionales

<b>Número de E/S digitales</b>	16
<b>Numero de E/S del módulo de expansión</b>	4 salida transistor 4 salida del relé
<b>Límites tensión alimentación</b>	20,4...28,8 V
<b>Corriente de entrada</b>	35 A
<b>Consumo de energía en W</b>	11 W 24 V módulo de expansión con número máximo de E/S 4,6 W 24 V sin módulo de expansión E/S
<b>Corriente de salida fuente de alimentación</b>	0,325 A 5 V bus de expansión 0,15 A 24 V bus de expansión
<b>Entrada lógica</b>	Receptor o suministro (positivo/negativo)
<b>Tensión de entrada digital</b>	24 V
<b>Tipo de voltaje entrada discreto</b>	CC
<b>Resolución de entrada analógica</b>	10 bits
<b>Valor LSB</b>	10 mV
<b>Tiempo conversión</b>	1 ms por canal + 1 controlador del ciclo de tiempo entrada analógica
<b>Sobrecarga permitida em entradas</b>	+/- 30 V DC 5 min máximo entrada analógica +/- 13 V DC permanente entrada analógica
<b>Estado de tensión 1 garantizado</b>	>= 15 V entrada

Enlace serie sin aislar serie 1 RJ45 RS232/RS485  
Ethernet RJ45

<b>Suministro</b>	Serie fuente de alimentación de enlace serie 5 V 200 mA
<b>Velocidad de transmisión</b>	1,2-115,2 kbit/s (115,2 kbit/s por defecto) 15 m RS485 1,2-115,2 kbit/s (115,2 kbit/s por defecto) 3 m RS232 480 Mbit/s USB
<b>Protocolo de puerto de comunicaciones</b>	Porta USB USB SoMachine-Red Enlace serie sin aislar Modbus maestro/esclavo RTU/ASCII o Red SoMachine Ethernet
<b>Puerto Ethernet</b>	10BASE-T/100BASE-TX 1 100 m cable cobre
<b>Servicio de comunicación</b>	Cliente Modbus TCP Cliente DHCP Dispositivo esclavo Modbus TCP Servidor Modbus TCP Ethernet/adaptador IP
<b>Señalizaciones en local</b>	1 LED verde PWR 1 LED verde RUN 1 LED rojo error de módulo (ERR) 1 LED verde tarjeta SD de acceso (SD) 1 LED rojo BAT 1 LED por canal verde estado de E/S 1 LED verde SL Actividad de red Ethernet verde ACT Link de red Ethernet amarillo Link (Link estado)



## ANEXO C: Hoja de datos PLC-DELTA

Model Item	16ES200□	24ES200□	32ES200□	40ES200□	60ES200□	20EX200□
Power supply voltage	100 ~ 240VAC (-15% ~ 10%), 50/60Hz ± 5%					
Connector	European standard removable terminal block (Pin pitch: 5mm)					
Operation	DVP-ES2 starts to run when the power rises to 95 ~ 100VAC and stops when the power drops to 70VAC. If the power is suddenly cut off, the MPU will continue running for 10ms.					
Power supply fuse	2A/250VAC					
Power consumption	30VA	30VA	30VA	30VA	30VA	30VA
DC24V current output	500mA	500mA	500mA	500mA	500mA	500mA
Power supply protection	DC24V output short circuit protection					
Voltage withstand	1,500VAC (Primary-secondary), 1,500VAC (Primary-PE), 500VAC (Secondary-PE)					
Insulation resistance	> 5MΩ at 500VDC (between all I/O points and ground)					
Noise immunity	ESD: 8KV Air Discharge EFT: Power Line: 2KV, Digital I/O: 1KV, Analog & Communication I/O: 1KV RS: 26MHz ~ 1GHz, 10V/m					
Grounding	The diameter of grounding wire shall not be less than that of L, N terminal of the power supply. (When many PLCs are in use at the same time, please make sure every PLC is properly grounded.)					
Environment	Operation: 0°C~55°C (temperature), 50~95% (humidity), pollution degree 2 Storage: -25°C~70°C (temperature), 5~95% (humidity)					
Vibration/shock resistance	International standards: IEC61131-2, IEC 68-2-6 (TEST Fc)/ IEC61131-2 & IEC 68-2-27 (TEST Ea)					
Weight	R: 377g T: 351g	R: 414g T: 387g	R: 489g T: 432g	R: 554g T: 498g	R: 696g T: 614g	R: 462g T: 442g

Input Point				
Input point type	Digital input			
Input type	DC (SINK or SOURCE)			
Input current	24VDC, 5mA			
Action level	Input No.	X0, X2	X1, X3 ~ X7	X10 ~ X17, X20 ~#1
	Off → On	>15VDC		
	On → Off	< 5VDC		
Response time	Off → On	2.5μs	20μs	10ms
	On → Off	5μs	50μs	10ms
Filter time	X0 ~ X7	Adjustable within 0 ~ 20ms in D1020 (Default: 10ms)		
Input impedance	4.7KΩ			

Output Point				
Output point type	Relay-R	Transistor-T		
Output point number	All	Y0, Y2	Y1, Y3	Y4~Y17, Y20~#1
Voltage specification	< 250VAC, 30VDC	5 ~ 30VDC #2		
Maximum load	Resistive	2A/1 point (5A/COM)	0.5A/1 point (4A/COM)	

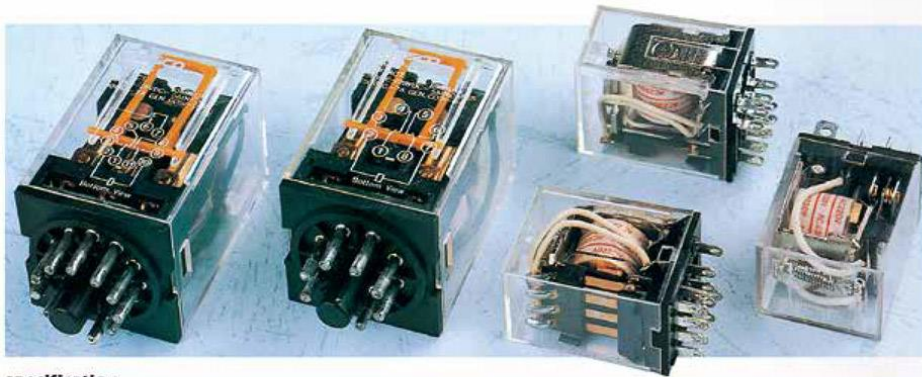
Output Point					
	Inductive	#3	12W (24VDC)		
	Lamp	20WDC/100WAC	2W(24VDC)		
Response time	Off → On	Approx .10ms	2μs	20μs	100μs
	On → Off		3μs	30μs	100μs

#1: Please refer to "I/O Terminal Layout" for the max. X/Y No. on each model.

#2: UP, ZP must work with external auxiliary power supply 24VDC (-15% ~ +20%), rated consumption approx. 1mA/point.

#3: Life curves

## ANEXO D: Hoja de datos del RÉLE MY2




### specification

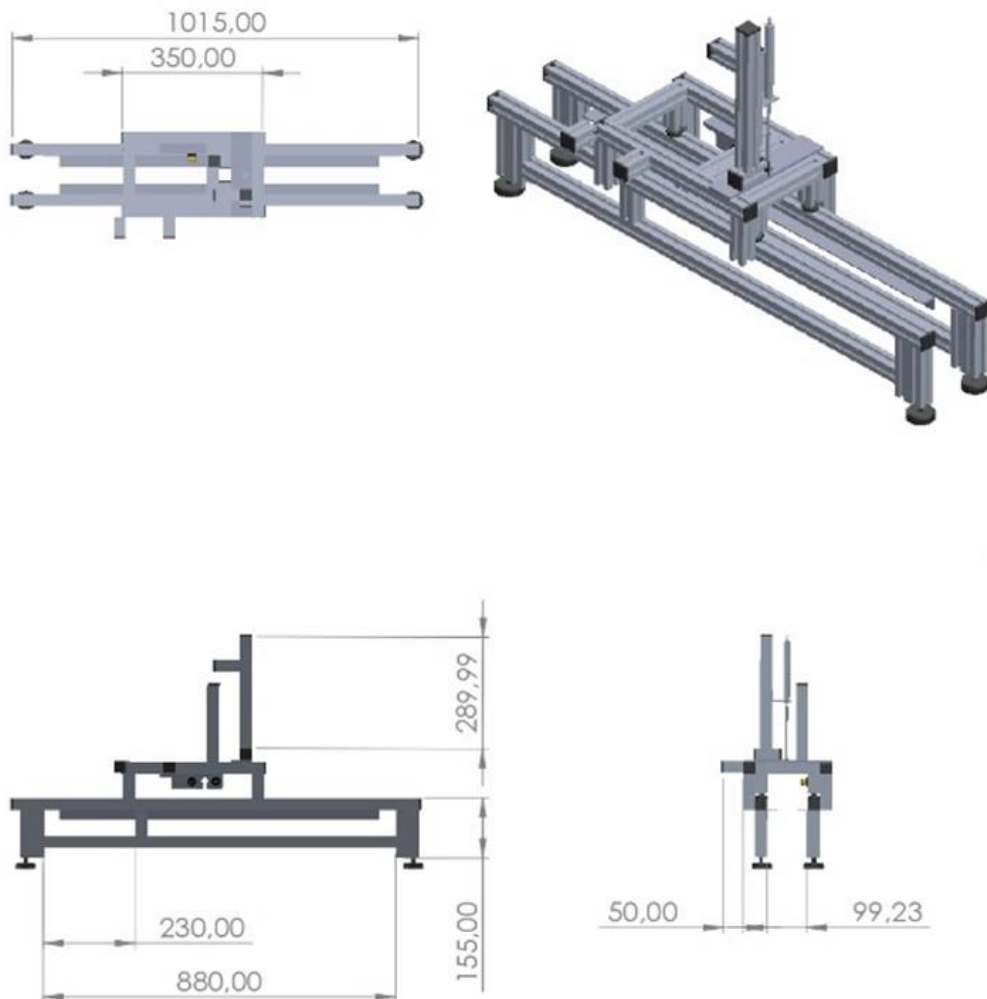
MODEL		MY SERIES			LY SERIES			MK SERIES	
		MY-2	MY-3	MY-4	LY-2	LY-3	LY-4	MK2P1	MK3P1
EXTERNAL DIMENSION (mm)	L	27.6			27.6	27.6	27.6	34.7	34.7
	W	41.5			41.5	41.5	41.5	34.7	34.7
		34			36	36	36	52	52
CONTACT FORM		2A2B	3A3B	4A4B	2A2B	3A3B	4A4B	2A2B	3A3B
CONTACT CAPACITY		28V DC 220V AC			28V DC 220V AC			28V DC 220V AC	
		5A		3A	15A/10A	10A	10A 5A		
COIL	DC	6,12,24,36,110 V			6,12,24,36,48,110V			6,12,24,48,60,110,220V	
	AC	6,12,24,36,110,220V			6,12,24,36,48,110,220V			6,12,24,36,48,110,127,220,380V	
VOLTAGE									
CONTACT RESISTANCE		≤ 50mΩ			≤ 50mΩ			≤ 50mΩ	
INSULATION RESISTANCE		≥ 1000MΩ			≥ 1000MΩ			≥ 500MΩ	
DIELECTRIC STRENGTH		1000V AC 50/60Hz			1500 AC 50/60 Hz			1500V AC 50/60Hz	
SERVICE LIFE	MECHANICAL	10,000,000			10,000,000			10,000,000	
	ELECTRICAL	100,000			100,000			100,000	
TERMINAL		OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD			OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD			OUTLET SOLDER	



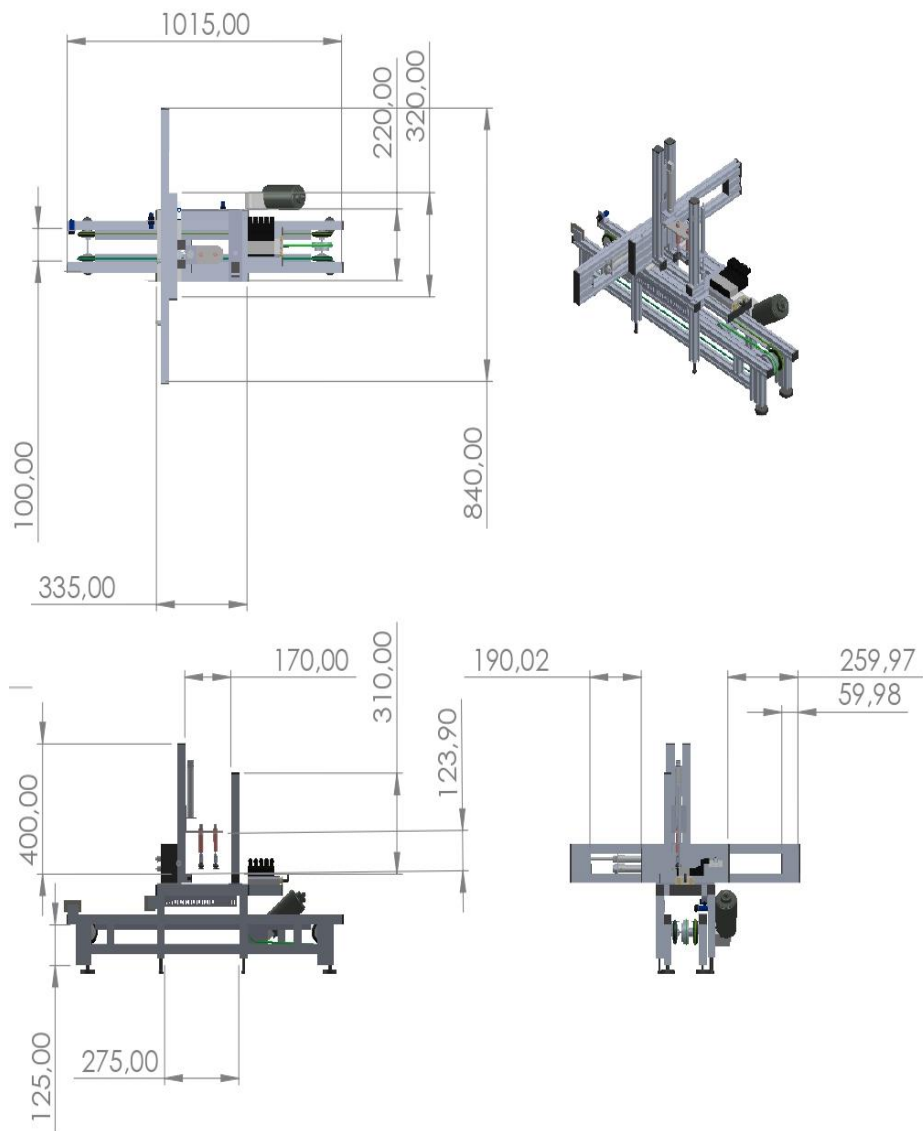
**ANEXO E:** Planos de los elementos estructurales del módulo de evaluación y selección.

 <p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p>Fundada en 1972 Riobamba - Ecuador</p>	Proyecto: <b>SISTEMA AUTOMATIZADO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL</b>	<p>Lámina: <b>01</b></p>
	Plano: <b>PLANOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN EL MÓDULO DE EVALUACION Y SELECCIÓN</b>	
	Director: <b>ING. MARCO VITERI</b>	
	Dibujado: Ximena Paz Bryan Iza	
	ESCALA: 1:20 Fecha: 25/01/222	

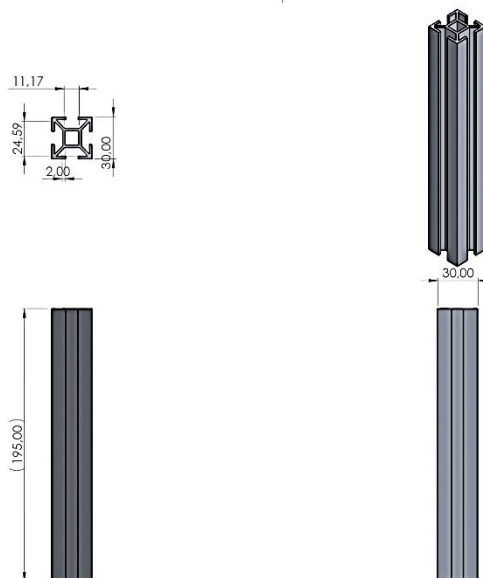
**Módulo de evaluación**



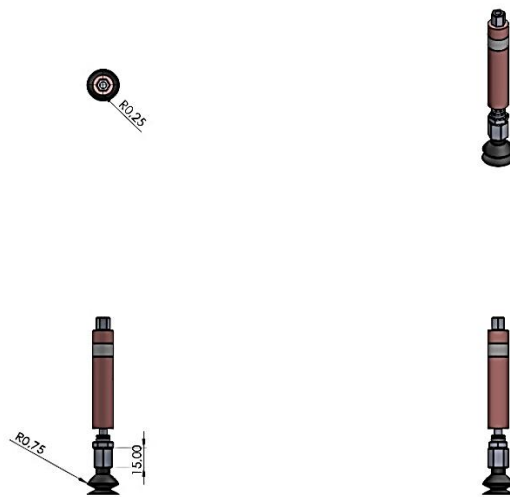
## Módulo de selección



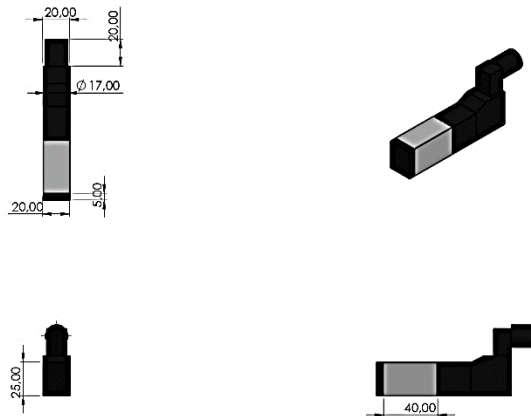
## Perfil aluminio



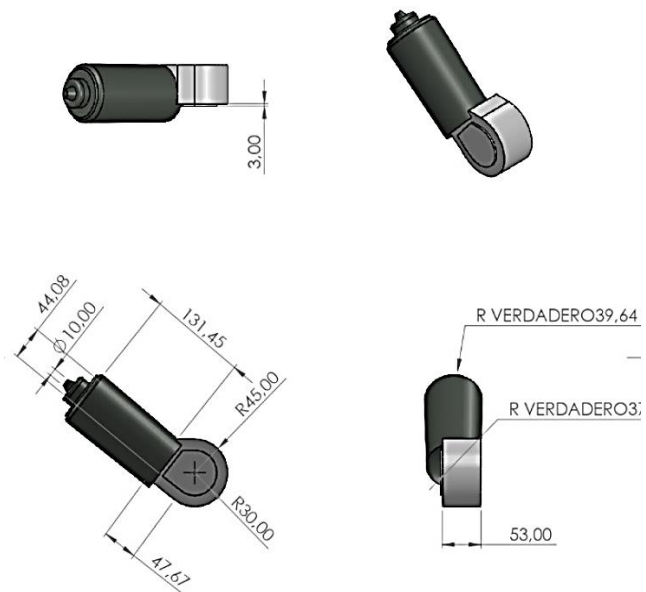
## Ventosas



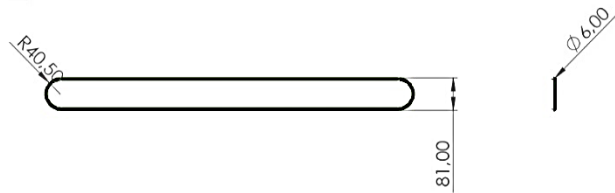
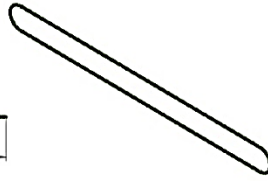
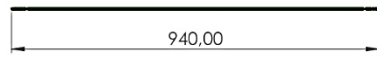
## Válvulas monoestables 5/2



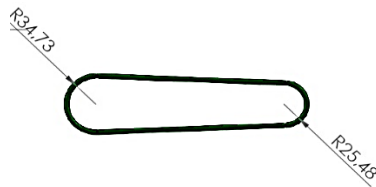
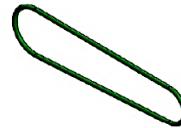
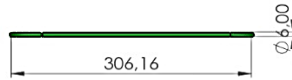
## Motor 24VDC



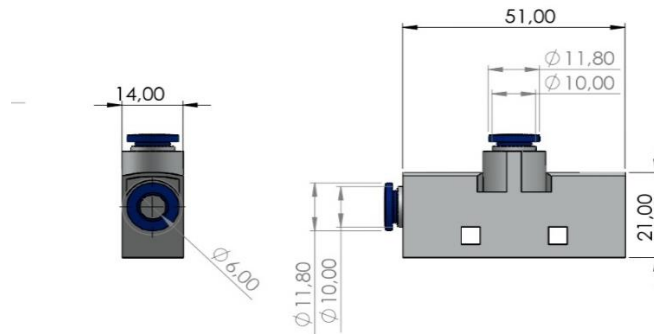
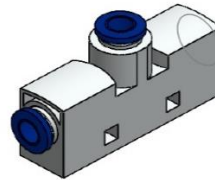
### Cinta transportadora



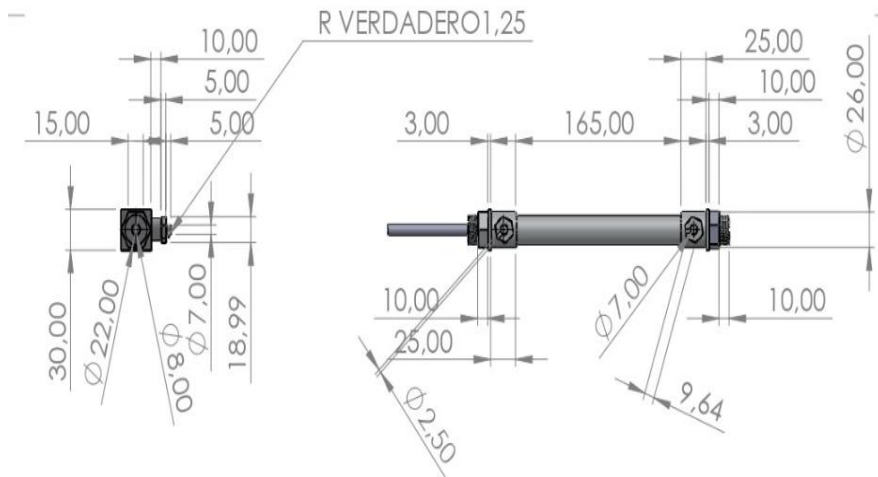
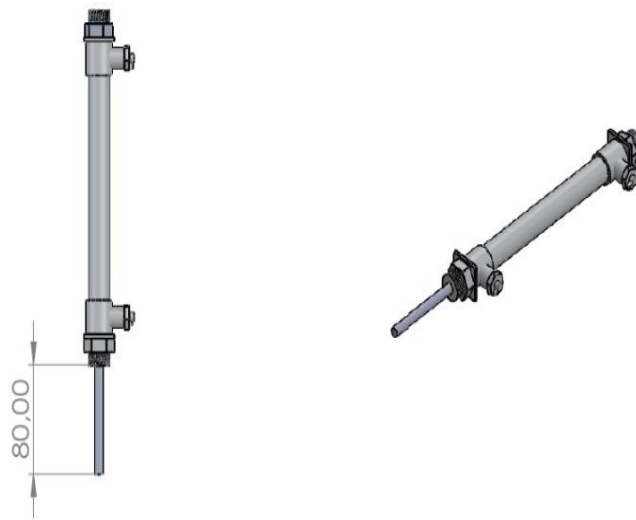
### Correas



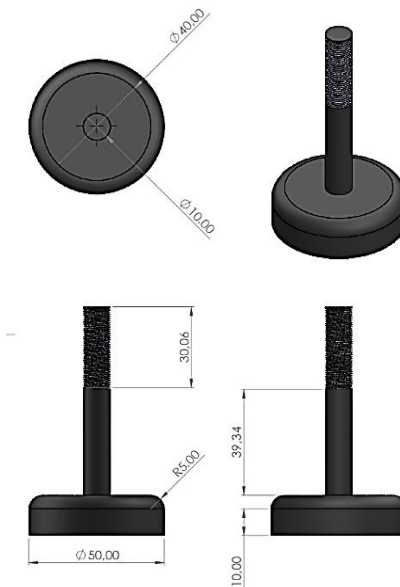
### Generador de vacío



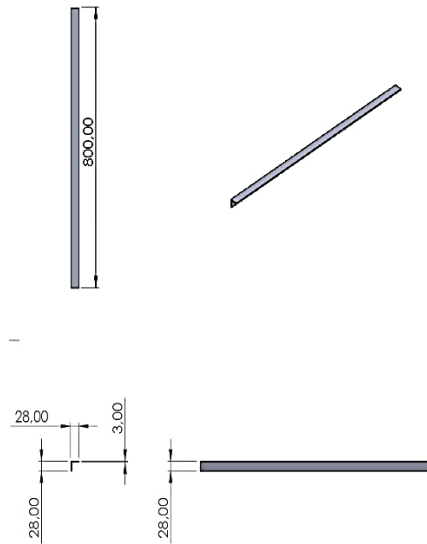
### Cilindro doble efecto



### Pie estructura



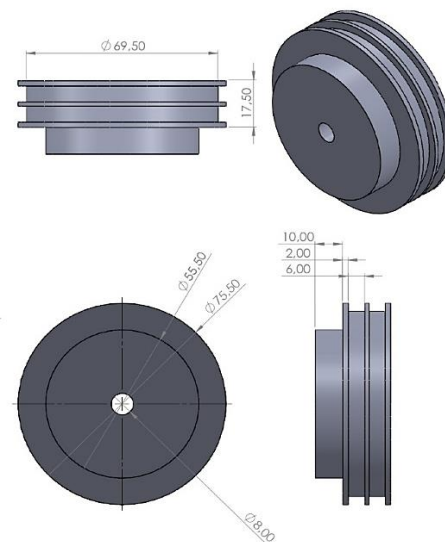
## Guía escuadra



## Polea motor

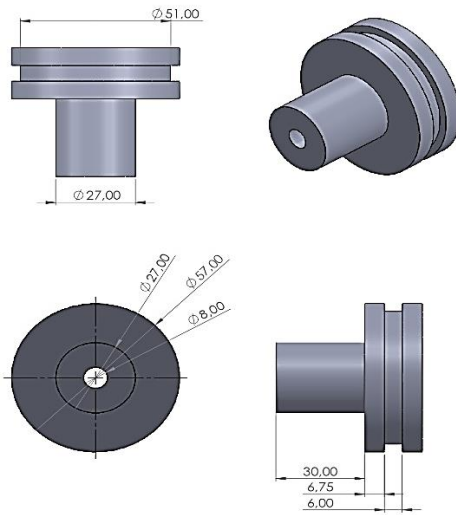


## Polea dos bandas

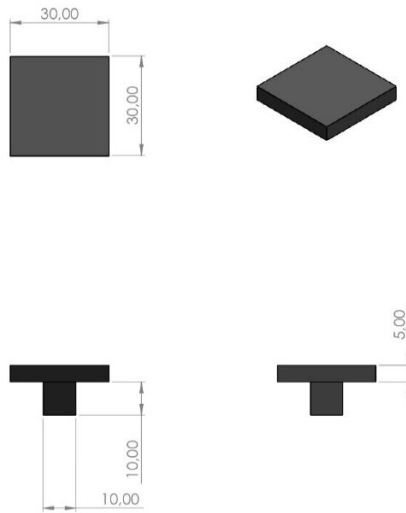




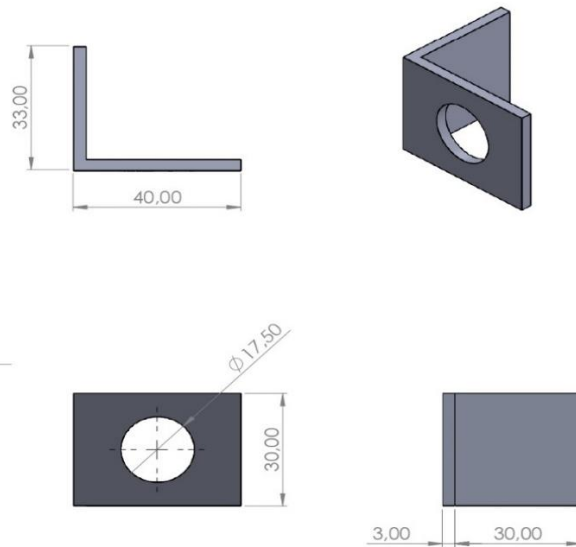
### Pelea eje motor



### Tapa perfil



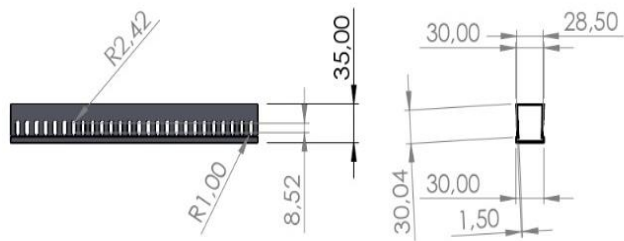
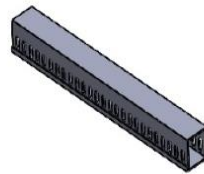
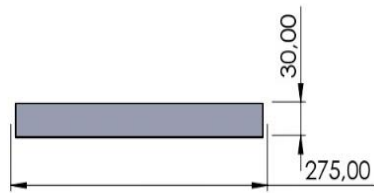
### Visagra para el sensor



## Tornillo



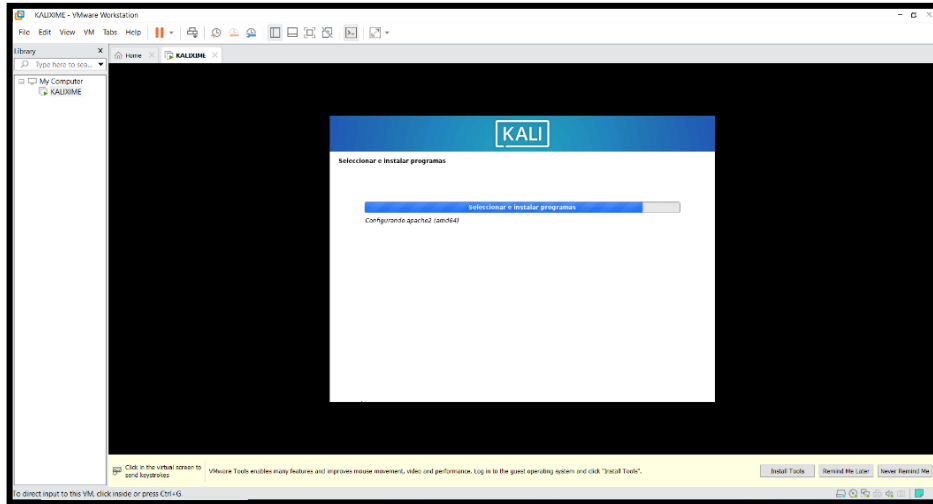
## Canaleta



## ANEXO F: Manual de instalación de herramientas para vulnerabilidades

- Instalación de Kali Linux y recopilación de datos

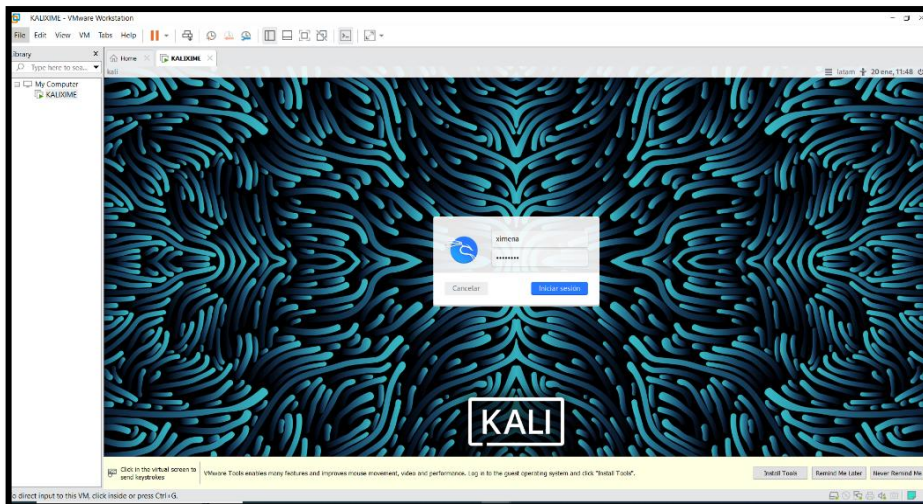
Como primer paso se procedió a instalar el software Kali Linux en la máquina virtual VMware y se configuro la red en modo bridged, como se observa en la figura 1.



**Figura 1:** Instalación de Kali Linux.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

Posteriormente se asignó un nombre y una contraseña para poder acceder al entorno de Kali Linux, como se muestra en la figura 2.

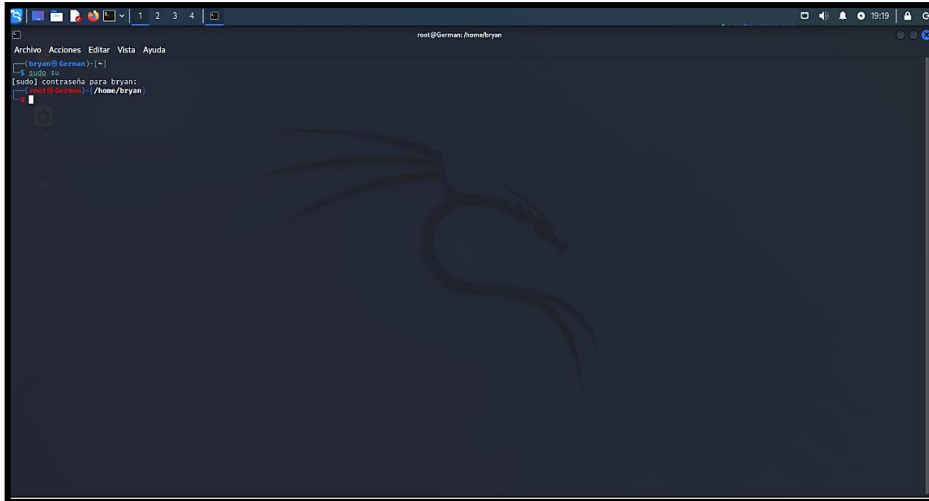


**Figura 2:** Acceso al entorno de Kali Linux.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

- Escaneo de puerto y servicios activos con NMAP.

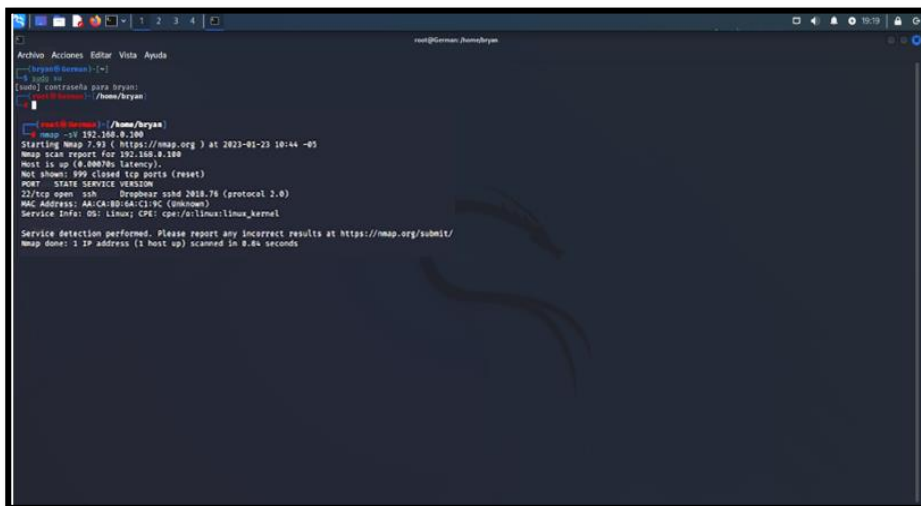
Para el escaneo de puertos y servicios, como primer paso es ejecutar la terminal de comandos en modo super usuario para ello se hace uso del comando sudo su como se muestra en la figura 3.



**Figura 3:** Escaneo de puertos con NMAP.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

El siguiente paso es ejecutar el comando `nmap -sV` y la dirección IP objetivo del dispositivo en análisis que en este caso es la 192.168.0.100 como se muestra en la figura 4. Además de esto el comando `nmap -sV` permite determinar de forma general la vulnerabilidad del dispositivo. En este caso el puerto activo es el 22/tcp con el servicio ssh el cual proporciona el acceso remoto a un servidor por medio de un canal seguro es decir toda la información está cifrada.

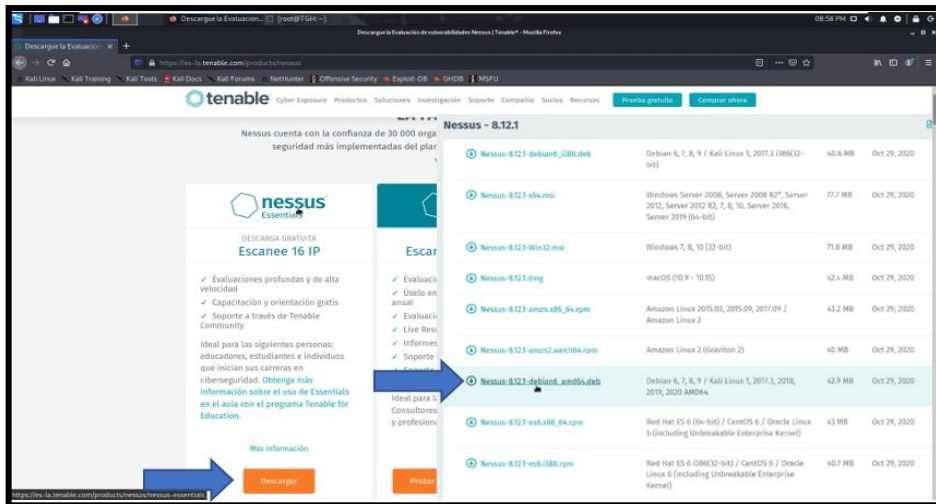


**Figura 4:** Comando `nmap -sV`.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

- Escaneo de vulnerabilidades con **NESSUS**.

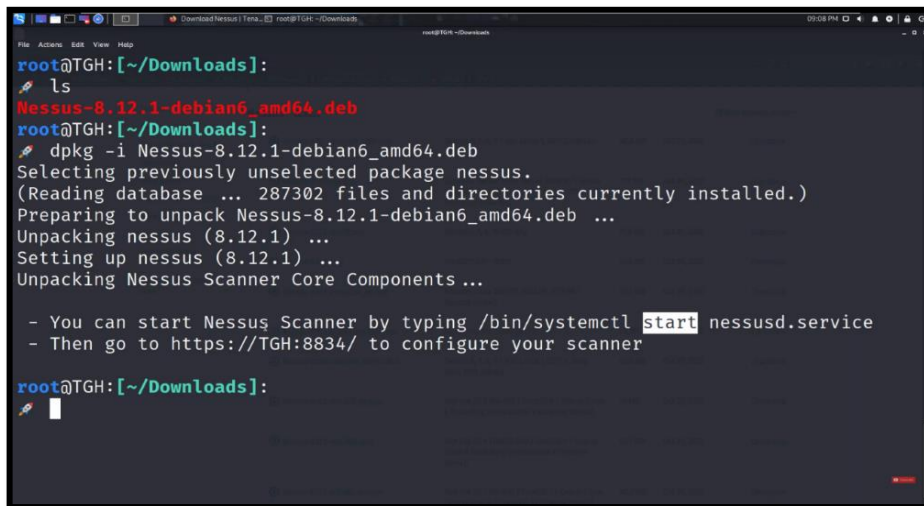
Como primer paso se descargó **NESSUS ESSENCIALS** de la página oficial como se muestra en la figura 5, para ello es necesario registrar una cuenta en la plataforma con un correo electrónico y una contraseña.



**Figura 5:** Comando nmap -sV.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

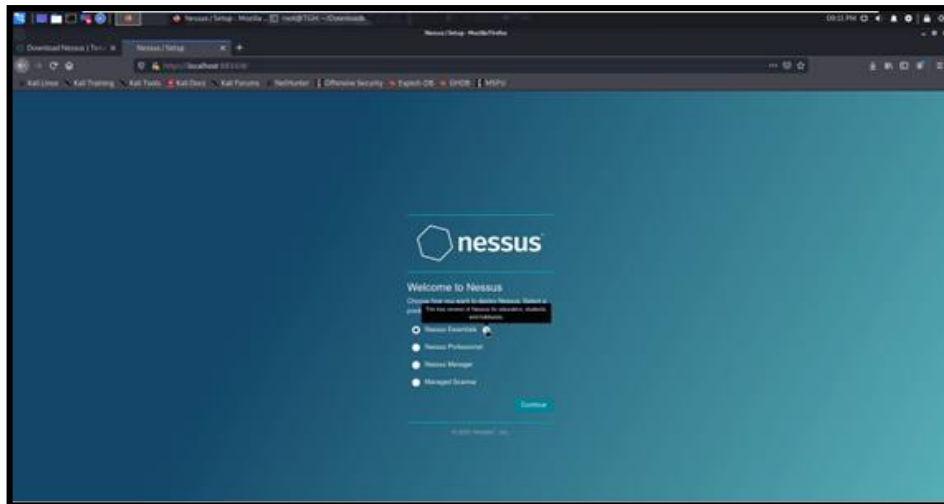
Como siguiente paso es la instalación del NESSUS en el entorno de Kali Linux, para ello se ejecuta el terminal de comando en modo super usuario y se hace uso de los comandos ls y dpkg para realizar la instalación tal como se muestra en la figura 6.



**Figura 6:** Comando nmap -sV.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

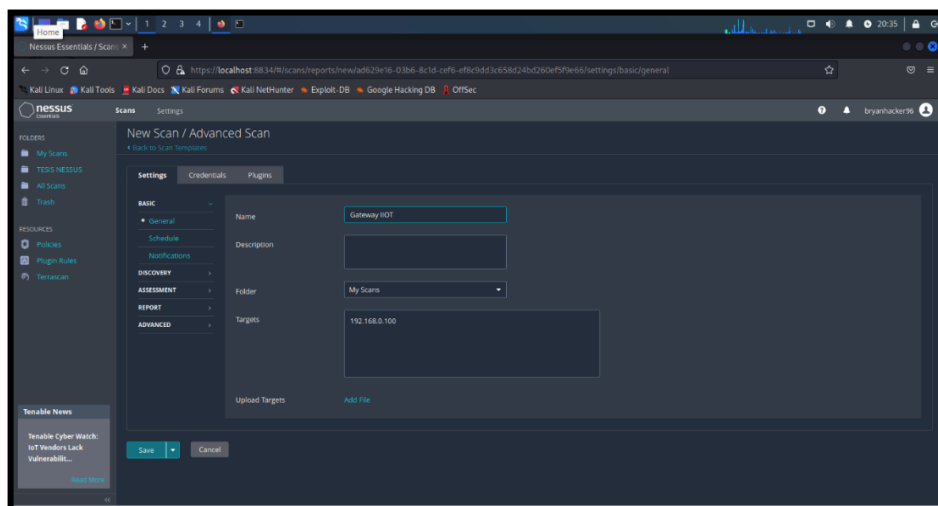
Como se muestra en la figura 7 el siguiente paso es ingresar a la plataforma NESSUS a través del navegador colocando el enlace <https://localhost:8834>. Después se eligió el producto de NESSUS ESSENTIALS y se ingresó con el correo electrónico y la contraseña que se registró en la sección anterior.



**Figura 7:** Comando nmap -sV.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

A continuación, en la figura 8 se muestra el entorno de escaneo de NISSUS ESSENTIALS, en donde se puede observar diferentes herramientas para el análisis de vulnerabilidades, en este caso específico se elige la opción Advance Scan y se ingresó la dirección objetivo del dispositivo en análisis.



**Figura 8:** Comando nmap -sV.

Realizado por: Paz X; Iza B,2023.

- Explotación de vulnerabilidades con Metasploit

Una vez obtenidas las vulnerabilidades tanto con la herramienta NMAP como con NISSUS se procede a ejecutar Metasploit a través del terminal de Kali Linux en modo super usuario con el comando msf console, como se muestra en la figura 9.



## ANEXO G: Guías de practicas



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

### GUÍA DE PRÁCTICA

**FACULTAD:** INFORMÁTICA Y ELECTRONICA  
**CARRERA:** INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN  
**ASIGNATURA:** TRÁBAJO DE INTEGRACION CURRICULAR  
**TUTOR:** ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA  
**PRÁCTICA N°:** 01

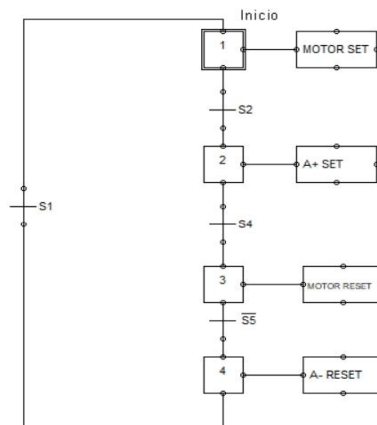
#### I. TEMA: Exportación de datos del PLC Schneider al servicio en la nube V-NET

#### II. OBJETIVO:

- Permitir a los estudiantes de Automatización Industrial conocer acerca de los principios del Internet Industrial de las cosas y su aplicación en procesos de automatización.

#### III. INSTRUCCIONES:

- Implementar la siguiente secuencia en el módulo de evaluación, recuerde utilizar los indicadores rojo y verde para cuando el proceso este en run o stop. **Nota:** solo utilice los pulsadores básicos INICIO y PARO.



A continuación, se muestra la tabla de entradas y salidas del PLC correspondiente a pulsadores, sensores y actuadores.

ENTRADAS			SALIDAS	
PULSADOR 1	%I0.0	PARO		
PULSADOR 2	%I0.1	INICIO		
PULSADOR 3	%I0.2	RESET	%Q0.0	CILINDRO A
PULSADOR 4	%I0.3	EMERGENCIA	%Q0.1	MOTOR
SENSOR FOTOELECTRICO	%I0.4	SENSOR1_ENTR	%Q0.5	LUZPILOTO_VERDE
SENSOR FOTOELECTRICO	%I0.5	SENSOR2_EEV	%Q0.6	LUZPILOTO_ROJA
SENSOR INDUCTIVO	%I0.6	SENSOR3_INDUCTIVO		
SENSOR FOTOELECTRICO	%I0.7	SENSOR4_DETIENEP		
SENSOR MAGNETICO	%I0.8	SENSOR5_MAGNE		
<b>MODELO DE PLC</b>	TM221C16R			





# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

- Una vez que se obtuvo la programación procedemos a cargarla al PLC
- Acceder a la plataforma V-net Access.

Para acceder a la plataforma V-net Access damos clic en el siguiente enlace e ingresamos las siguientes credenciales:

**USUARIO:** ESPOCH2022

**CONTRASEÑA:** #clasificacionbasetapa\*

<https://asean.v-box.net/web/htmlnew/user/login.html>



- Una vez que ingresamos a la plataforma nos mostrara en el lado izquierdo de su pantalla una pestaña llamada TESIS\_EVA\_SELEC (figura 1), damos click y se desplegara una serie de grupos. Elegimos el grupo llamado PRACTICAS ver figura 2.

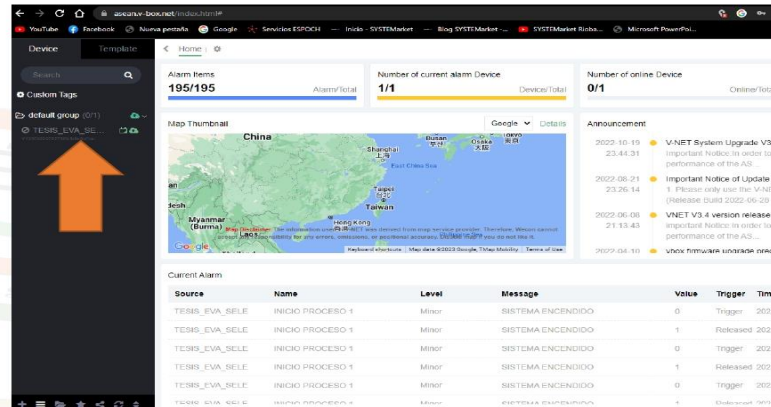


Figura 1

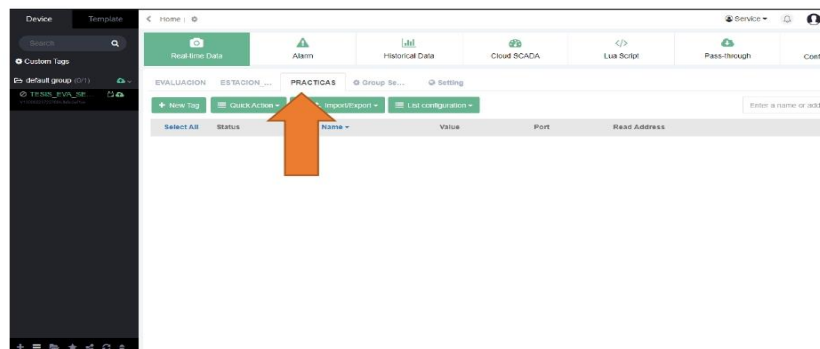


Figura 2

- Configurar los parámetros de adquisición de datos del PLC

Elegimos la pestaña de configuración e ingresamos al submenú comunicación (figura 3), la adquisición de datos se lo realizara por el protocolo Modbus tcp en modo esclavo (Figura 4). **Nota:** Estos parámetros no son necesarios de configurarlos nuevamente puesto que para el desarrollo de la tesis ya se lo realizo.

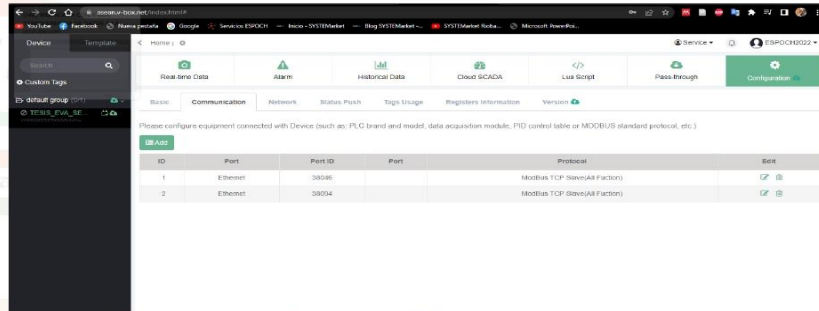


Figura 3

Entonces en su defecto el ethernet 1 pertenece al PLC de la marca Schneider, esto se lo debe tener en cuenta al momento de importar las variables.

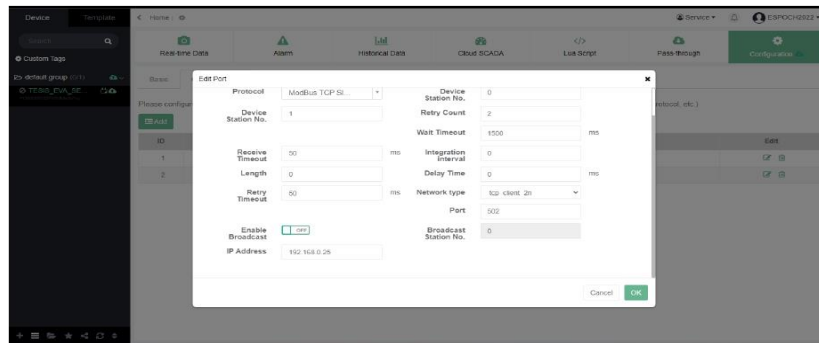


Figura 4

## 6. Importar variables del proceso

Regresamos al menú real-time data y elegimos el submenú PRACTICAS (Figura 5).



Figura 5

Elegimos new tag y configuramos los parámetros que se muestran en la figura 6.

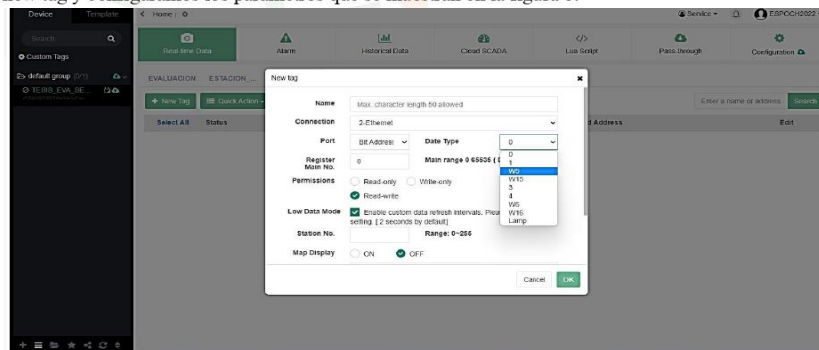


Figura 6



**Name:** Nombre de la variable (Colocar nombre de la variable practicaS, Ejemplo INICIO\_practicaS)  
**Connection:** Elegir 2-Ethernet, este el protocolo de comunicación para el PLC Schneider configurado en el paso 5.  
**Port:** Elegimos bit address  
**Date Type:** Elegimos W5, el cual nos proporciona lectura y escritura de bobinas (Figura 7)

Word Address	Function Code(HEX)	Data Length	Read or Write
3	04 (Read input address)	16-bits	Read only
	06 (Write single holding address)		
	10 (Write multiple coils)		
4	03 (Read multiple holding addresses)	16-bits	Read/Write
	06 (Write single holding address)		
	10 (Write multiple coils)		
W6	03 (Read multiple holding addresses)	16-bits	Read/Write
	06 (Write single holding address)		
	10 (Write multiple coils)		
W16	03 (Read multiple holding address)	16-bits	Read/Write
	06 (Write multiple addresses)		
	0F (Write multiple addresses)		

Bit Address	Function Code(HEX)	Data Length	Read or Write
0	01(Read coils)	16-bits	Read/Write
	05(Write single coil)		
	0F(Write multiple coils)		
1	02(Read discrete inputs)	16-bits	Read only
	05(Write single coil)		
	0F(Write multiple coils)		
W5	01(Read coils)	16-bits	Read/Write
	05(Write single coil)		
	0F(Write multiple coils)		
W15	01(Read coils)	16-bits	Read/Write
	0F(Write multiple coils)		

Figura 7

**Register main No:** En este parámetro se debe ubicar el numero de memoria que utilizamos en el PLC, se debe ubicar directamente el numero de la memoria no hay necesidad de realizar ningún tipo de conversión. Eso es el caso del PLC Schneider.

**Nota:** Para exportar las variables hacia el Cloud se las debe hacer a través de memorias, esto se lo hace en la interfaz de programación del PLC.

Los demás parámetros se pueden dejar por defecto, clic en OK.

#### IV. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS:

1. EcoStruxure
2. Computador
3. V-net Access Web

#### V. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Implementar la secuencia de la figura 1 en el módulo de evaluación
2. Exportar de datos del PLC Schneider al servicio en la nube V-NET

#### VI. RECOMENDACIONES:



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

## GUÍA DE PRÁCTICA

**FACULTAD:** INFORMÁTICA Y ELECTRONICA  
**CARRERA:** INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN  
**ASIGNATURA:** TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

**ESTUDIANTE:**  
**CODIGO:**

**PRÁCTICA N°:** 02

### I. TEMA: Creación de un HMI con la interfaz de diseño Cloud SCADA de la plataforma V-NET.

### II. OBJETIVO:

1. Permitir a los estudiantes de Automatización Industrial conocer acerca de los principios del Internet Industrial de las cosas y su aplicación en procesos de automatización.

### III. INSTRUCCIONES:

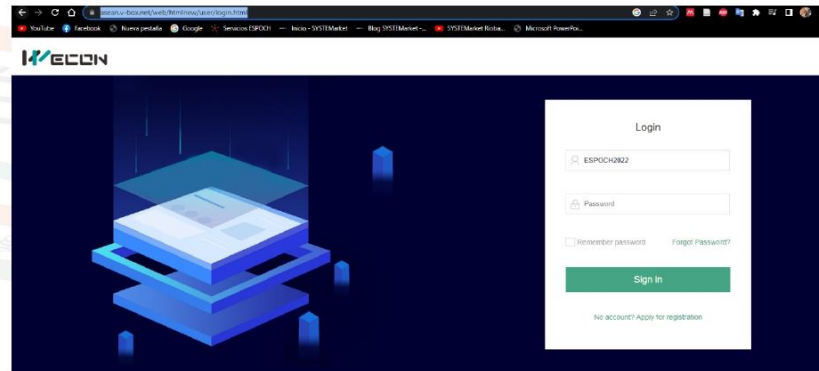
1. Acceder a la plataforma V-net Access.

Para acceder a la plataforma V-net Access damos clic en el siguiente enlace e ingresamos las siguientes credenciales:

**USUARIO:** ESPOCH2022

**CONTRASEÑA:** #clasificacionbasetapa\*

<https://asean.v-box.net/web/htmlnew/user/login.html>



Copyright © 2020 Inc All Rights Reserved.  
ID:CP6610002694-4

Figura 1

2. Ingresamos a la plataforma de diseño CLOUD SCADA. Desplegamos el menú service y elegimos la opción Cloud Scada.

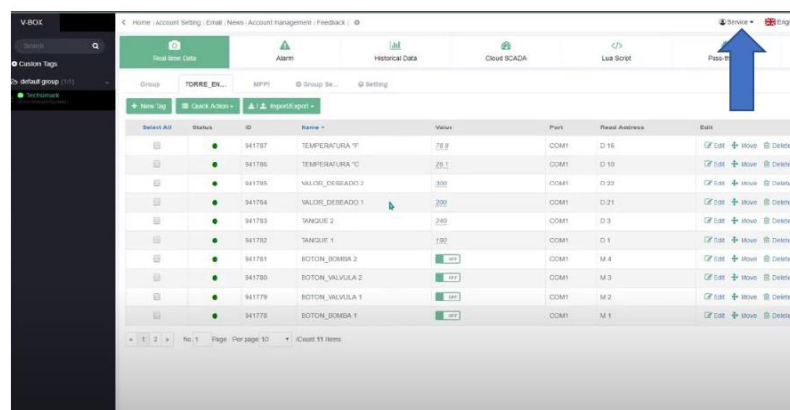


Figura 2



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

3. Se desplegará una nueva ventana en nuestro navegador llamado WEB CLOUD CONFIG y elegimos el menú PRACTICAS.

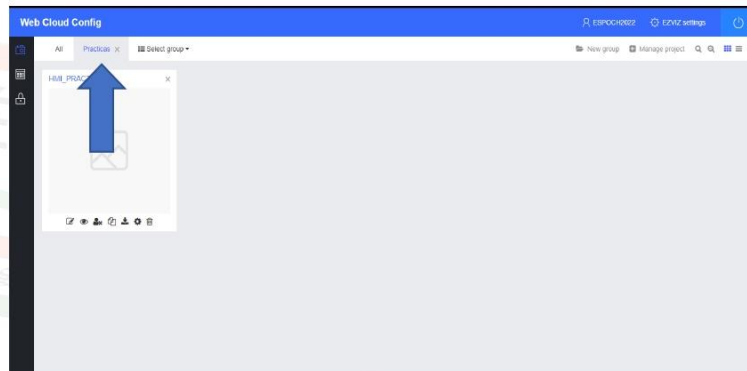


Figura 3

4. Creamos un nuevo proyecto en este caso se lo denominó HMI\_PRACTICA y lo guardamos en el grupo Practicas y después configuramos el entorno de diseño del HMI como se muestra en la siguiente figura 4.

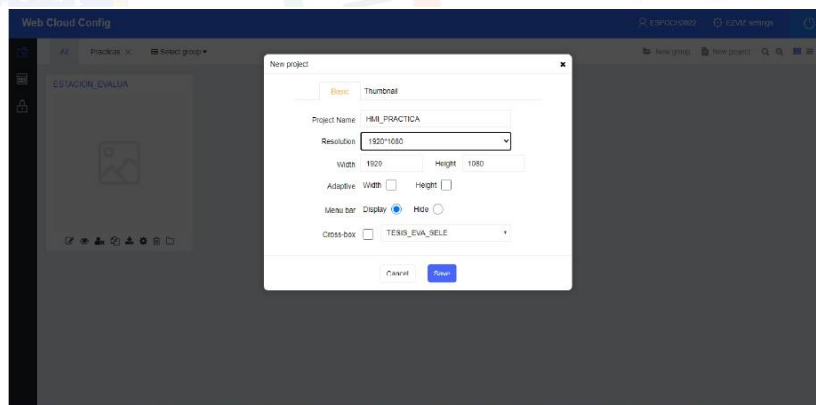


Figura 4

5. Ingresamos al entorno de diseño dando clic en el icono que tiene un lápiz y una hoja. El entorno de diseño es el que se muestra en la figura 6, el mismo que posee de todas las herramientas básicas para el diseño de HMI en la web.

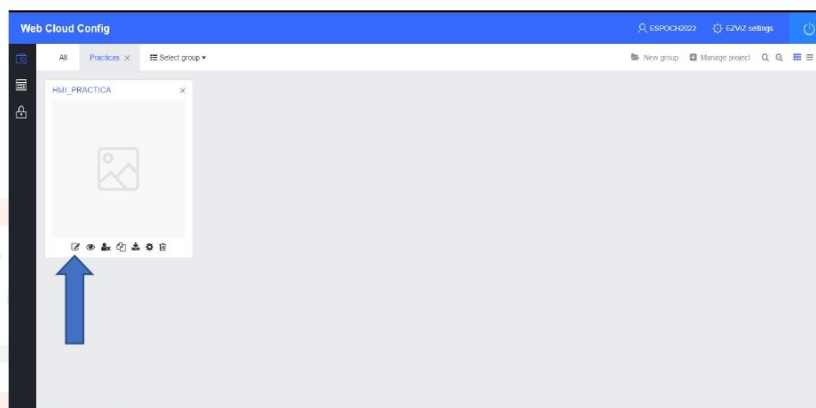


Figura 5





# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

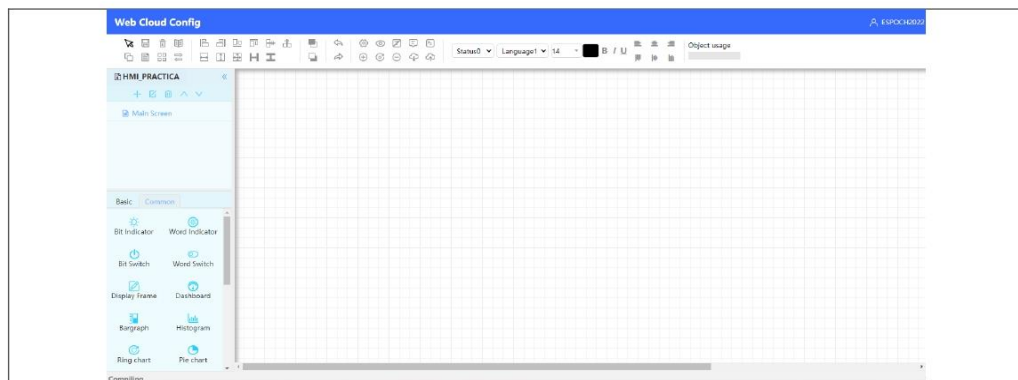


Figura 6

### 6. Creando objetos e indicadores

En la parte inferior izquierda se muestra un panel en donde se encuentra los elementos indicadores como son Leds, display, botones, dispositivos de alarma, etc.

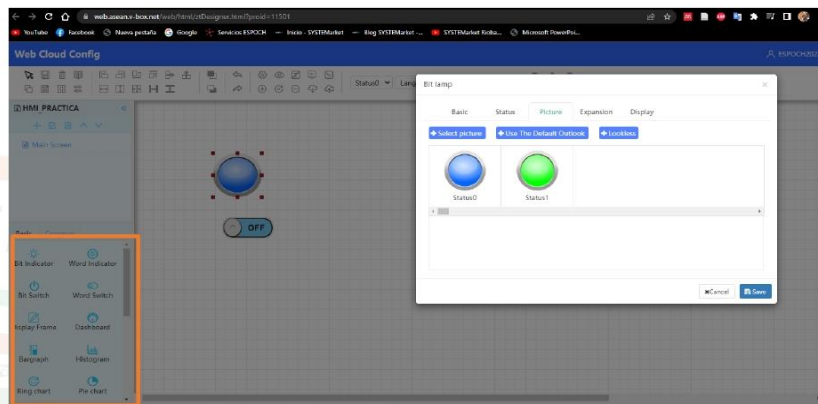


Figura 7

### 7. Uniendo variables con los objetos del HMI

Para unir las variables con los elementos del HMI se lo realiza dando doble clic sobre el elemento indicador, después se elige la pestaña SELECT. En SELECT elegimos el grupo llamado PRACTICAS en donde una vez importadas todas las variables del proceso aparecerán en este apartado. Finalmente, se debe elegir la variable que deseamos asignar a nuestro HMI.

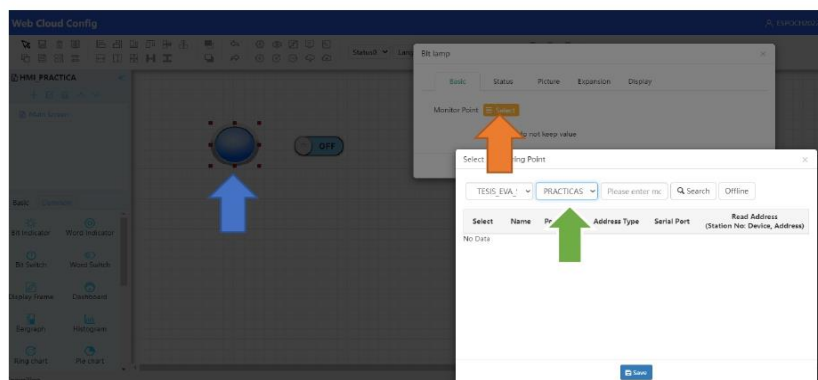


Figura 8

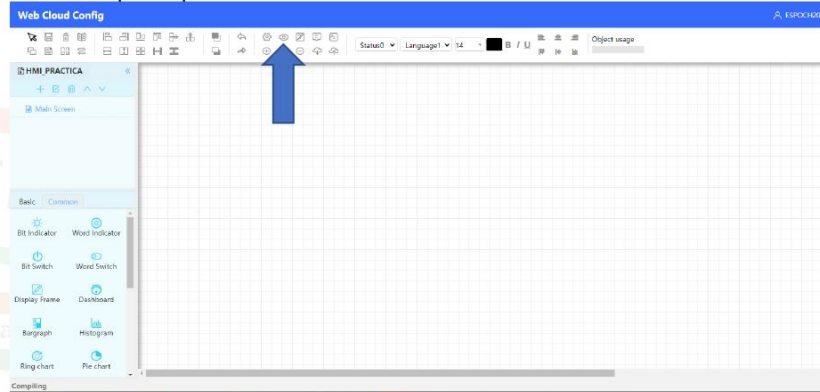


# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

8. Una vez finalizado el diseño para visualizar el proceso se debe dar clic en el icono con forma de ojo, este se encuentra en la parte superior de la interfaz.



**IV. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS:**

1. EcoStruxure
2. Computador
3. V-net Access Web

**V. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

1. Creación de un HMI básico con la interfaz de diseño Cloud SCADA de la plataforma V-NET.

**VI. RECOMENDACIONES:**





## GUÍA DE PRÁCTICA

**FACULTAD:** INFORMÁTICA Y ELECTRONICA  
**CARRERA:** INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN  
**ASIGNATURA:** TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR  
**TUTOR:** ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA  
**PRÁCTICA N°:** 03

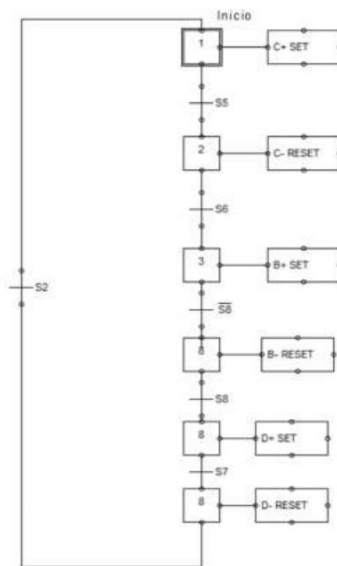
### I. TEMA: Exportación de datos del PLC DELTA al servicio en la nube V-NET

### II. OBJETIVO:

- Permitir a los estudiantes de Automatización Industrial conocer acerca de los principios del Internet Industrial de las cosas y su aplicación en procesos de automatización.

### III. INSTRUCCIONES:

- Implementar la siguiente secuencia en el módulo de selección, recuerde utilizar los indicadores rojo y verde para cuando el proceso este en run o stop. **Nota:** solo utilice los pulsadores básicos INICIO y PARO.



A continuación, se muestra la tabla de entradas y salidas del PLC correspondiente a pulsadores, sensores y actuadores.

ENTRADAS	SALIDAS			
	X	S	Y	ACTUADOR
FOTOELECTRICO	X4	S2	Y2	CILINDRO A
FOTOELECTRICO	X5	S1	Y3	CILINDRO C
FOTOELECTRICO	X6	S4	Y4	CILINDRO D
EMISOR-RECEPTOR (CENTRO)	X7	S6	Y5	MOTOR
EMISOR RECEPTOR(IZQUIERDA)	X10	S5	Y16	LUZ_VERDE
SENSOR MAGNETICO CILINDRO B	X12	S8	Y17	LUZ_ROJA
EMISOR RECEPTOR(DERECHA)	X11	S7	Y0	CILINDRO B
SENSOR MAGNETICO	X13	S9	Y1	VENTOSA
SENSOR INDUCTIVO	X14	S3		





# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

2. Una vez que se obtuvo la programación procedemos a cargarla al PLC
3. Acceder a la plataforma V-net Access.

Para acceder a la plataforma V-net Access damos clic en el siguiente enlace e ingresamos las siguientes credenciales:

**USUARIO:** ESPOCH2022

**CONTRASEÑA:** #clasificacionbasetapa\*

<https://asean.v-box.net/web/htmlnew/user/login.html>

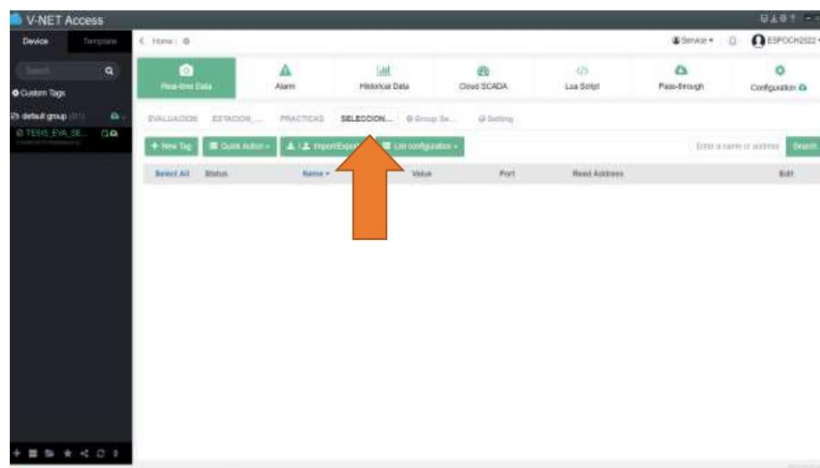


Figura 2

5. Configurar los parámetros de adquisición de datos del PLC

Elegimos la pestaña de configuración e ingresamos al submenú comunicación (figura 3), la adquisición de datos se lo realizara por el protocolo Modbus tcp en modo esclavo (Figura 4). **Nota:** Estos parámetros no son necesarios de configurarlos nuevamente puesto que para el desarrollo de la tesis ya se lo realizo.

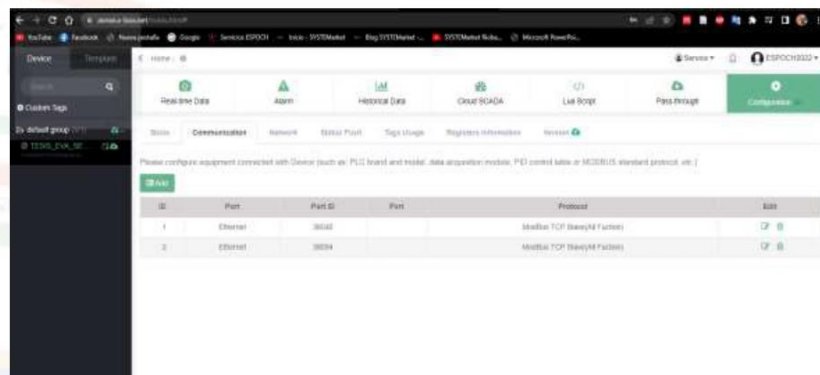


Figura 3

Entonces en su defecto el ethernet 2 pertenece al PLC de la marca Delta, esto se lo debe tener en cuenta al momento de importar las variables.



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

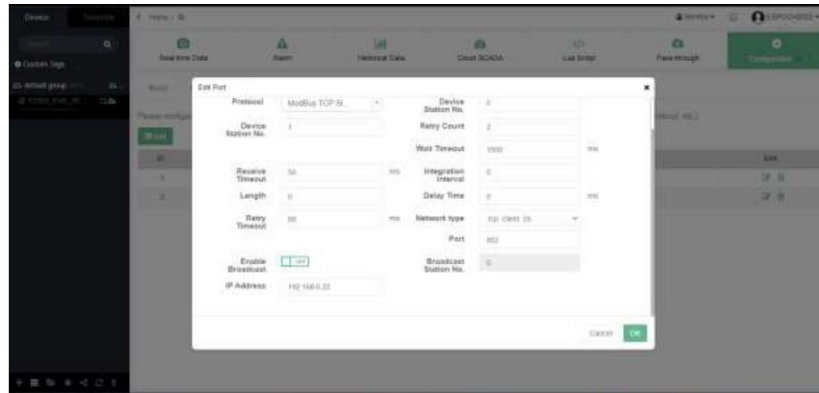


Figura 4

## 6. Importar variables del proceso

Regresamos al menú real-time data y elegimos el submenú SELECCIÓN PRAC (Figura 5).



Figura 5

Elegimos new tag y configuramos los parámetros que se muestran en la figura 6.

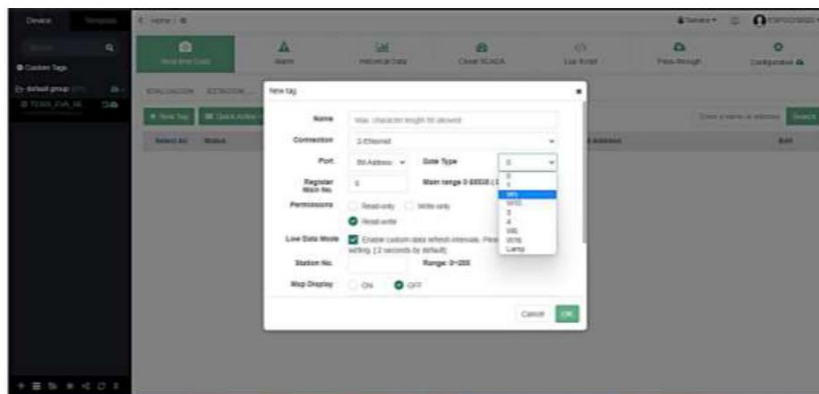


Figura 6



**Name:** Nombre de la variable (Colocar nombre de la variable practicaS, Ejemplo INICIO\_PLC2)  
**Connection:** Elegir 3-Ethernet, este el protocolo de comunicación para el PLC Delta configurado en el paso 5.  
**Port:** Elegimos bit address  
**Date Type:** Elegimos W5, el cual nos proporciona lectura y escritura de bobinas (Figura 7)

Word Address	Function Code(HEX)	Data Length	Read or Write
3	04 (Read input address)	16-bits	Read only
	06 (Write single holding address)		
	10 (Write multiple coils)		
4	03 (Read multiple holding addresses)	16-bits	Read/Write
	06 (Write single holding address)		
	10 (Write multiple coils)		
W6	03 (Read multiple holding addresses)	16-bits	Read/Write
	06 (Write single holding address)		
	10 (Write multiple coils)		
W16	03 (Read multiple holding addresses)	16-bits	Read/Write
	0F (Write multiple addresses)		

Bit Address	Function Code(HEX)	Data Length	Read or Write
0	01(Read coils)	16-bits	Read/Write
	05(Write single coil)		
	0F(Write multiple coils)		
1	02(Read discrete inputs)	16-bits	Read only
	05(Write single coil)		
	0F(Write multiple coils)		
W5	01(Read coils)	16-bits	Read/Write
	05(Write single coil)		
	0F(Write multiple coils)		
W15	01(Read coils)	16-bits	Read/Write
	0F(Write multiple coils)		

Figura 7

**Register main No:** En este parámetro se debe ubicar el numero de memoria que utilizamos en el PLC. En este caso específico del PLC delta se debe realizar una conversión según el manual de usuario, es decir:

**La memoria M0 en el PLC delta corresponde al numero 2048, entonces si deseamos la memoria 30 por ejemplo solo sumamos 2048+30 obteniendo como resultado 2078, esta es la dirección modbus que colocamos en el parámetro Register correspondiente a la memoria 30 en este ejemplo en específico.**

**Nota:** Para exportar las variables hacia el Cloud se las debe hacer a través de memorias, esto se lo hace en la interfaz de programación del PLC.  
 Los demás parámetros se pueden dejar por defecto, clic en OK.

**IV. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS:**

1. ISPSOFT
2. COMMGR
3. Computador
4. V-net Access Web

**V. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

1. Implementar la secuencia de la figura 1 en el módulo de selección
2. Exportar de datos del PLC Schneider al servicio en la nube V-NET

**VI. RECOMENDACIONES:**



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRONICA

## GUÍA DE PRÁCTICA

**FACULTAD:** INFORMÁTICA Y ELECTRONICA  
**CARRERA:** INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN  
**ASIGNATURA:** TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

**ESTUDIANTE:**  
**CODIGO:**

**PRÁCTICA N°:** 04

### I. TEMA: Creación de un HMI con la interfaz de diseño Cloud SCADA de la plataforma V-NET.

### II. OBJETIVO:

1. Permitir a los estudiantes de Automatización Industrial conocer acerca de los principios del Internet Industrial de las cosas y su aplicación en procesos de automatización.

### III. INSTRUCCIONES:

1. Acceder a la plataforma V-net Access.

Para acceder a la plataforma V-net Access damos clic en el siguiente enlace e ingresamos las siguientes credenciales:

**USUARIO:** ESPOCH2022

**CONTRASEÑA:** #clasificacionbasetapa\*

<https://asean.v-box.net/web/htmlnew/user/login.html>

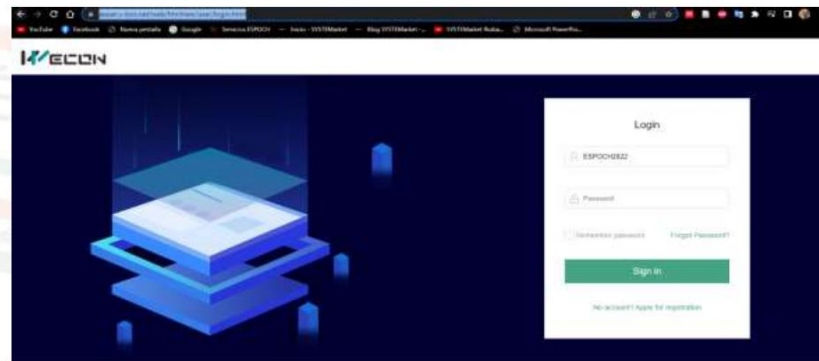


Figura 1

2. Ingresamos a la plataforma de diseño CLOUD SCADA  
Desplegamos el menú service y elegimos la opción Cloud Scada.

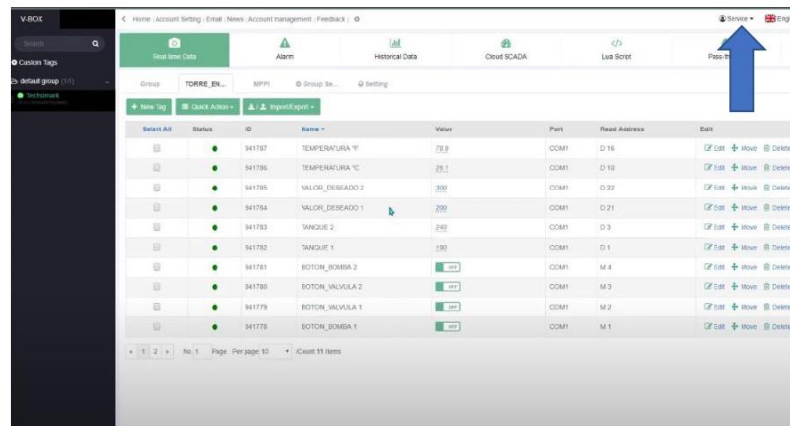


Figura 2



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

3. Se desplegará una nueva ventana en nuestro navegador llamado WEB CLOUD CONFIG y elegimos el menú PRACTICAS.

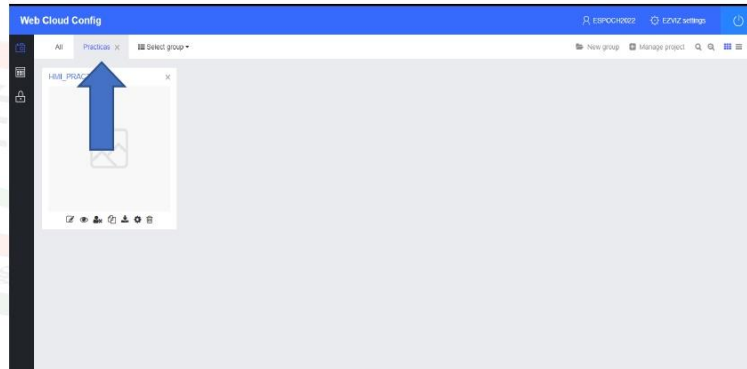


Figura 3

4. Creamos un nuevo proyecto en este caso se lo denominó HMI\_PRACTICA y lo guardamos en el grupo Practicas y después configuramos el entorno de diseño del HMI como se muestra en la siguiente figura 4.

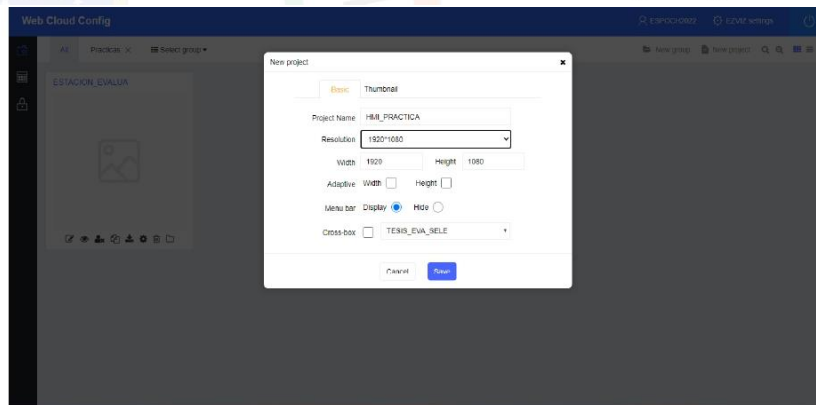


Figura 4

5. Ingresamos al entorno de diseño dando clic en el icono que tiene un lápiz y una hoja. El entorno de diseño es el que se muestra en la figura 6, el mismo que posee de todas las herramientas básicas para el diseño de HMI en la web.

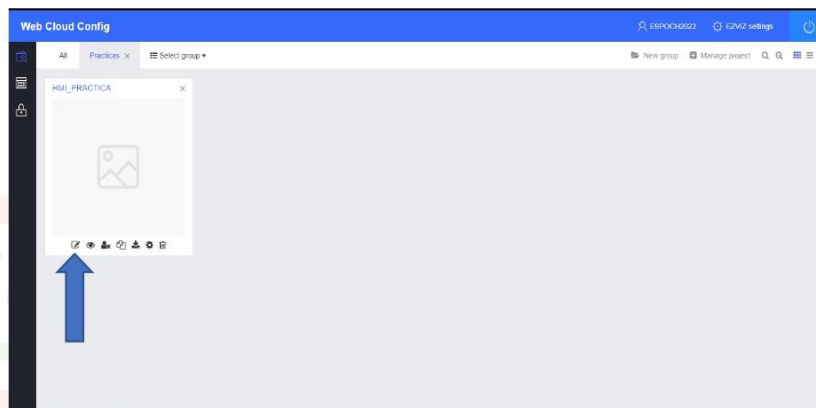


Figura 5



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

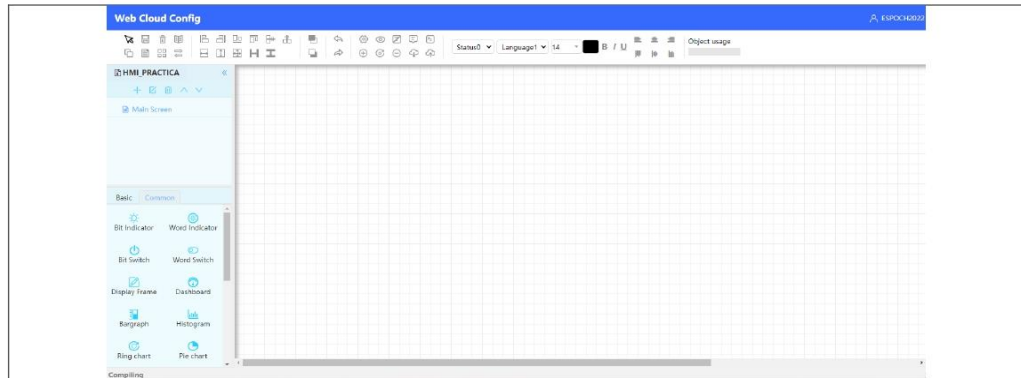


Figura 6

### 6. Creando objetos e indicadores

En la parte inferior izquierda se muestra un panel en donde se encuentra los elementos indicadores como son Leds, display, botones, dispositivos de alarma, etc.

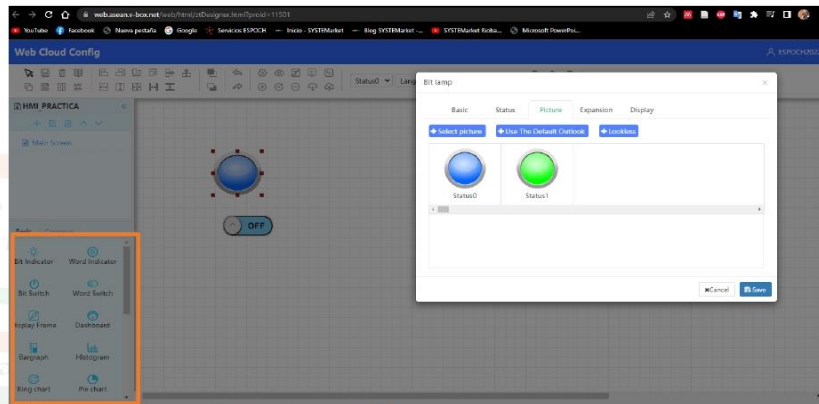


Figura 7

### 7. Uniendo variables con los objetos del HMI

Para unir las variables con los elementos del HMI se lo realiza dando doble clic sobre el elemento indicador, después se elige la pestaña SELECT. En SELECT elegimos el grupo llamado PRACTICAS en donde una vez importadas todas las variables del proceso aparecerán en este apartado. Finalmente, se debe elegir la variable que deseamos asignar a nuestro HMI.

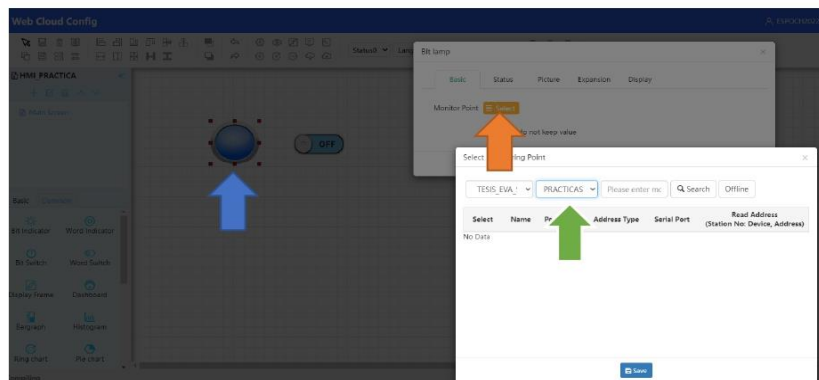


Figura 8



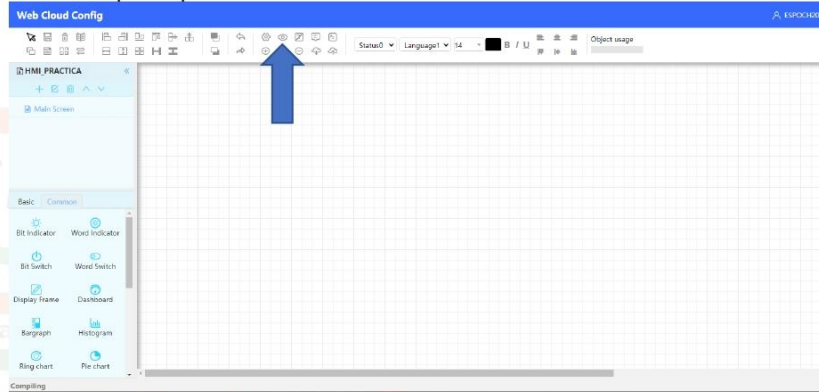


# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

8. Una vez finalizado el diseño para visualizar el proceso se debe dar clic en el icono con forma de ojo, este se encuentra en la parte superior de la interfaz.



#### IV. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS:

1. EcoStruxure
2. Computador
3. V-net Access Web

#### V. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Creación de un HMI básico con la interfaz de diseño Cloud SCADA de la plataforma V-NET.

#### VI. RECOMENDACIONES:



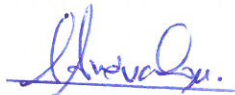
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 23/03/2023

<b>INFORMACIÓN DE LOS AUTORES</b>	
<b>Nombres – Apellidos:</b> XIMENA ESTEFANIA PAZ LLERENA BRYAN GERMAN IZA VALLE	
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>	
<b>Facultad:</b> INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	
<b>Carrera:</b> ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
<b>Título a optar:</b> INGENIERO/A EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b>	 Ing. Fernanda Arévalo M.

