



# **UNIVERSIDAD PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACSIstel**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
AUTOMATIZACIÓN**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR  
WEB PARA EL MONITOREO Y  
CONTROL DE TEMPERATURA DE UN  
HORNO ELÉCTRICO, BASADO EN LA  
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL 4.0”**

**FANNY NARCISA GONZÁLEZ  
GONZÁLEZ**

**Dirigido por:  
ING. FRANKLIN RAMIREZ BAQUERIZO, MGTR.**

**La Libertad - 2025**

## DEDICATORIA

Con gratitud, respeto y profundo cariño, dedico este proyecto a las personas que han sido el pilar fundamental en mi vida y formación académica.

A mi madre Sandy González por ser el pilar de mi vida, por su amor incondicional, su fortaleza e incansable apoyo. Por creer en mí incluso en los momentos cuando yo dudaba, por levantarme con sus palabras cuando sentía que no podía más, y por enseñarme con su ejemplo no hay obstáculo más grande que la voluntad de superarlo.

A mi hijo Lucas Samuel, quien es mi mayor inspiración y la fuerza que me anima a esforzarme cada día. Dedico este logro a ti, con la ilusión de que algún día entiendas que, con dedicación y perseverancia, cualquier meta puede hacerse realidad.

Fanny Narcisa González González

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por haberme dado la vida, salud, fuerza y sabiduría para llegar hasta aquí. En los momentos de cansancio, duda o dificultad, él fue mi guía y refugio. Nada habría sido posible sin su presencia a lo largo del camino.

A mi padres, Sandy y Freddy, por su esfuerzo constante, por confiar en mí incluso en los momentos de incertidumbre, por brindarme no solo apoyo económico sino, también su amor, guía y valores, que hoy son parte esencial de quien soy. Su ejemplo de trabajo y perseverancia ha sido mi mayor inspiración.

A mis hermanos Meybelyn, Nixón, Carolina por su compañía, paciencia y palabras de aliento, que han sido un resguardo en los momentos difíciles y una motivación en los momentos de duda.

A mi abuelo Sixto, por sus consejos y apoyo incondicional que siempre me motivaron a seguir adelante.

A mi esposo Jonathan, por caminar a mi lado con amor, paciencia y comprensión, por sostenerme en los momentos de cansancio.

A mis compañeros Roger, Bryan, Julissa, Leslie, gracias por haber sido parte de este camino, compartir esta etapa con ustedes hizo que los desafíos fueran más llevaderos. Cada uno aportó un conocimiento, apoyo o simplemente su presencia. Me quedo con los buenos recuerdos y con la satisfacción de haber recorrido este trayecto junto a personas tan valiosas.

A mi tutor, Ing Franklin Ramírez y al Ing Óscar Gómez, por su valiosa orientación, compromiso y paciencia, agradezco cada revisión y sugerencia, detrás de aquello está el tiempo y su experiencia compartida con generosidad.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, que me acogió durante estos años, gracias por los espacios de aprendizaje y formación académica de calidad.

Fanny Narcisa González González

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación denominado: “**Implementación de un servidor web para el monitoreo y control de temperatura de un horno eléctrico, basado en la tecnología industrial 4.0**”, elaborado por el estudiante **Fanny Narcisa González González**, de la carrera de **Ingeniería en Electrónica y Automatización** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, declaro que luego de haber orientado, estudiado y revisado, lo apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante que inicie los trámites legales correspondientes.



Firmado electrónicamente por:  
**FRANKLIN CESAR  
RAMIREZ BAQUERIZO**

Validar únicamente con FirmaEC

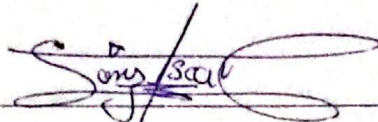
---

Ing. Franklin Ramírez Baquerizo, Mgtr.  
**Tutor**

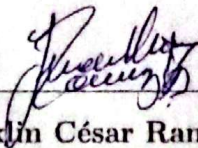
## TRIBUNAL DE GRADO



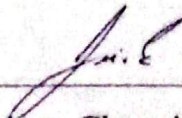
X Ing. Ronald Humberto Rovira Jurado, Ph.D.  
DIRECTOR DE CARRERA



Ing. Óscar Wladimir Gómez Morales, Mgtr.  
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Franklin César Ramírez Baquerizo, Mgtr.  
TUTOR



Ing. Luis Enrique Chuquimarca Jiménez, Mgtr.  
DOCENTE GUÍA UIC



Ing. Corina Gonzabay De La A, Mgtr.  
SECRETARIA DEL TRIBUNAL

## Resumen

El presente proyecto tiene como finalidad la implementación de un servidor web para el monitoreo y control de temperatura de un horno eléctrico, basado en la tecnología industrial 4.0. Para su desarrollo se utilizó un autómata programable Siemens 12/24 REC, junto con un sensor de temperatura PT100 conectado a un transmisor de corriente 4 a 20 mA, para medir con precisión la temperatura.

El sistema incorpora un control ON - OFF con histéresis, encargado de gestionar el encendido y apagado del horno mediante un relé de estado sólido, en función de los parámetros establecidos por el usuario.

Además, se diseñó una interfaz web mediante el entorno Web Editor de LOGO! Soft Comfort, accesible desde cualquier dispositivo móvil como laptop, celular o tablets, esto es posible gracias a la conexión del PLC a una red local.

Durante las pruebas realizadas, la temperatura se actualizó constantemente en la interfaz web, reflejando variaciones dentro del rango de 0 a 200°C con una resolución de medición de 1°C y un tiempo promedio aproximado de 4 a 5 segundos. Esta función facilita el monitoreo continuo basado a los datos actualizados al instante.

**Palabras clave:** Servidor web, Monitoreo, Interfaz, IoT, Red local, Entorno.

## Abstract

This project aims to implement a web server for monitoring and controlling the temperature of an electric furnace, based on Industry 4.0 technology. A Siemens LOGO! 12/24 RCE programmable logic controller was used, along with a PT100 temperature sensor connected to a 4–20 mA current transmitter, allowing accurately temperature measurement.

The system includes an ON/OFF control with hysteresis, responsible for managing the activation and deactivation of the furnace through a solid-state relay, according to user-defined parameters.

In addition, a web interface was designed using the LOGO! Soft Comfort Web Editor, accessible from any mobile device such as a laptop, smartphone, or tablet. This is possible thanks to the PLC's connection to a local network.

During testing, the temperature was continuously updated on the web interface, displaying variation within the 0 to 200°C range, with a measurement resolution of 1°C and an average update interval of 4 to 5 seconds. This feature enables continuous monitoring based on real-time updated data.

**Keywords:** Web server, Monitoring, Interface, IoT, Local network, Environment.

# Índice

<b>Índice de figuras</b>	<b>9</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>12</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>13</b>
1.1. Justificación	14
1.2. Panorama actual	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. Fundamentos teóricos	18
1.4.1. Servidor Web	18
1.4.2. Hornos y temperatura	20
1.4.3. Funcionamiento y control de temperatura	23
1.4.4. Sistemas de control y su Clasificación	25
1.4.5. Controlador Lógico Programable	27
1.4.6. Sensores	28
1.4.7. Comunicación entre dispositivos	30
1.4.8. Interfaz	31
1.5. Marco contextual	32
<b>2. Métodos y diseño experimental</b>	<b>33</b>
2.1. Métodos	33
2.1.1. Descripción del proyecto	34
2.2. Componentes de la Propuesta	36
2.2.1. Componentes Físicos	36
2.2.1.1. Fuente de Alimentación	36
2.2.1.2. PLC LOGO! 12/24 RCE	37
2.2.1.3. Transmisor de temperatura	38
2.2.1.4. Sensor de temperatura Pt100	39
2.2.1.5. Horno eléctrico	40
2.2.1.6. Relé de estado sólido SSR	41
2.2.1.7. Interfaz Humano-Máquina	42
2.2.1.8. Switch de red	44
2.2.1.9. Cable AWG	46
2.2.2. Componentes Lógicos	47
2.2.2.1. LOGO! Soft Comfort	47
2.2.2.2. LOGO! Web Editor	48
2.2.2.3. Kinco DTools	49

2.3. Diseño experimental . . . . .	50
2.3.1. Diagrama de conexión del sistema de control y moni- toreo de temperatura . . . . .	50
2.3.2. Configuración de red del sistema . . . . .	52
2.3.3. Diseño en 3D de la estructura del módulo . . . . .	52
2.3.4. Construcción del módulo y montaje de equipos . . . . .	53
<b>3. Resultados y conclusiones</b>	<b>58</b>
3.1. Resultados . . . . .	58
3.1.1. Inicio de sesión en el HMI . . . . .	59
3.1.2. Inicio de sesión en el servidor web . . . . .	60
3.1.3. Prueba 1: Comportamiento del sistema en condiciones de Temperatura Baja . . . . .	62
3.1.4. Prueba 2: Comportamiento del sistema en condiciones de Temperatura Media . . . . .	67
3.1.5. Prueba 3: Comportamiento del sistema en condiciones de Temperatura Alta . . . . .	71
<b>4. Conclusiones</b>	<b>78</b>
<b>5. Recomendaciones</b>	<b>79</b>
<b>Referencias</b>	<b>80</b>
<b>Anexos</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 1: Programación y configuración en el Software LOGO! Soft Comfort</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 2: Configuración y Carga del programa al PLC LOGO!</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 3: Diseño de Intefaz gráfica personalizada en el software Web Editor</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 4: Diseño de la interfaz para el HMI Kinco GL070E</b>	<b>96</b>

## Índice de figuras

1. Servidor Web. . . . .	20
2. Partes de un horno industrial [9]. . . . .	21
3. Diagrama de un horno eléctrico [11]. . . . .	22
4. Termocupla tipo k pequeña. [12]. . . . .	23
5. Control ON-OFF-HISTÉRESIS. . . . .	25
6. Sistema de control lazo abierto. . . . .	26
7. Sistema de control. . . . .	27
8. Funcionamiento de PLC [15]. . . . .	28
9. Diagrama PT100 [16]. . . . .	29
10. Red Local [18]. . . . .	31
11. Interfaz de usuario [19]. . . . .	32
12. Conexión de los equipos. . . . .	36
13. Fuente de Alimentación [20]. . . . .	37
14. PLC LOGO! [21]. . . . .	38
15. Transmisor de temperatura [22]. . . . .	39
16. Sensor PT100 [23]. . . . .	40
17. Horno eléctrico [24]. . . . .	41
18. Relé de estado sólido [25]. . . . .	42
19. HMI Kinco GL070E [26]. . . . .	43
20. Switch TL-SF1005D [27]. . . . .	45
21. Conductor AWG [28]. . . . .	46
22. LOGO! Soft Comfort [29]. . . . .	47
23. LOGO! Web Editor [30]. . . . .	48
24. Kinco DTools [31]. . . . .	49
25. Diagrama de conexión del sistema de control y monitoreo de temperatura. . . . .	51
26. Configuración de red del sistema. . . . .	52
27. Diseño en 3D de la estructura del módulo. . . . .	53
28. Construcción completada del módulo. . . . .	54
29. Conexión del Disyuntor Chint. . . . .	55
30. Conexión de la fuente de alimentación QYR-60W-24V/ZGQNYI. . . . .	55
31. Conexión del PLC Siemens LOGO! 12/24 RCE. . . . .	56
32. Conexión de la HMI Kinco GL070E. . . . .	57
33. Conexión del sensor PT100 y Transmisor. . . . .	57
34. Conexión del horno y SSR. . . . .	58
35. Inicio de sesión-HMI. . . . .	59
36. Ventana-Menú-HMI. . . . .	60
37. Ventana-Proceso-Principal-HMI. . . . .	60

38. Inicio de sesión en celular.	61
39. Inicio de sesión en laptop.	61
40. Ventana Principal-Servidor Web.	62
41. Encendido y Apagado del sistema.	62
42. Prueba 1: Temperatura Baja.	63
43. Prueba 1: Reducción de temperatura.	64
44. Prueba 1: Histórico del Servidor Web.	64
45. Prueba 1: Histórico del HMI.	65
46. Prueba 1: Parámetros del Servidor Web.	65
47. Prueba 1: Parámetros del HMI.	66
48. Prueba 1: Alarmas-HMI-Servidor.	67
49. Prueba 2: Temperatura Media.	68
50. Prueba 2: Aumento de Temperatura.	68
51. Prueba 2: Temperatura Media superior al límite.	69
52. Prueba 2: Históricos-Servidor.	69
53. Prueba 2: Parámetros-Servidor.	70
54. Prueba 2: Alarmas-HMI-Servidor.	71
55. Prueba 3: Temperatura Alta Servidor.	71
56. Prueba 3: Temperatura Alta.	72
57. Prueba 3: Históricos Temperatura Alta.	73
58. Prueba 3: Parámetros Temperatura Alta.	73
59. Prueba 3: Parámetros Temperatura Alta.	74
60. Prueba 3: Alerta activa-temperatura elevada.	74
61. Prueba 3: Alarma activa-temperatura alta.	75
62. Prueba 3: Alerta activa-ventana principal.	76
63. Prueba 3: Alarma activa-ventana principal.	76
64. Prueba 3: Servidor predeterminado de LOGO!.	77
65. Prueba 3: Registro de alarmas.	77
66. Configuración entrada analógica.	84
67. Bloques de control.	85
68. Configuración texto de aviso.	86
69. Configuración texto de alarmas.	86
70. Vista general.	87
71. Barra de herramientas.	87
72. Configuración mediante Ethernet.	87
73. Configuración Ethernet para servidor web.	88
74. Configuración mediante Wifi.	88
75. Configuración de acceso al servidor web.	89
76. Configuración Wifi para servidor web.	89
77. Nuevo proyecto en Web Editor.	90
78. Ventanas de Web editor.	91

79. Ventanas de Propiedades.	91
80. Ventada de Home Page.	92
81. Ventana de Proceso General.	93
82. Rangos y colores del Analog Bar.	93
83. Ventana de Históricos.	94
84. Ventana de Parámetros.	95
85. Ventana de Alarmas.	95
86. Navegador de ventanas.	96
87. Configuración de un nuevo proyecto.	97
88. Configuración IP del HMI.	97
89. Configuración PLC y conector.	98
90. Estructura y elementos.	98
91. Diseño de la ventana Inicio de Sesión.	99
92. Diseño de la ventana de menú.	99
93. Diseño de la ventana proceso general.	100
94. Diseño de la ventana de históricos.	101
95. Diseño de la ventana de parámetros.	101
96. Diseño de la ventana de alarmas.	102

## Índice de tablas

1. Clasificación de los termopares	30
2. Clasificación de los RTD	30
3. Características de la Fuente de Alimentación	37
4. Características del LOGO!	38
5. Características del Transmisor	39
6. Características del Sensor PT100	40
7. Características del Horno eléctrico	41
8. Características del Relé de estado sólido	42
9. Características del HMI Kinco GL070E	44
10. Características del Switch TL-SF1005D	45
11. Características del Conductor AWG	46
12. Características del LOGO! Soft Comfort	48
13. Características del LOGO! Web Editor.	49
14. Características del Kinco DTools.	50

# 1. Introducción

En el marco de la Industria 4.0, la automatización y supervisión de procesos industriales han adquirido un papel importante al contribuir significativamente con la eficiencia operativa y la capacidad de reacción ante diversas condiciones del entorno productivo. El uso de tecnologías como PLCs, sensores inteligentes, servidores web e interfaces gráficas interactivas, permite gestionar procesos en tiempo real, de forma remota y con altos niveles de seguridad, promoviendo una administración más inteligente de los recursos industriales.

En Ecuador, la implementación de tecnologías asociadas a la automatización industrial ha ido en aumento en los últimos años. En universidades, centros de investigación y en grandes empresas privadas han comenzado a desarrollar proyectos enfocados en digitalizar procesos productivos, monitorear variables como la temperatura, la presión o el caudal, e integrar soluciones con IoT. Por ejemplo, se han reportado iniciativas aplicadas al control de sistemas de riego inteligentes, monitoreo de plantas industriales y automatización de procesos térmicos en sectores como la producción de alimentos y la cerámica.

No obstante, en instalaciones de menor escala, como instituciones educativas o pequeñas empresas con recursos limitados, se evidencia la falta de herramientas tecnológicas accesibles que faciliten un monitoreo y control de variables. Esta carencia impide que estos entornos se beneficien de los avances tecnológicos asociados a la digitalización industrial. Por tal motivo, surge la necesidad de diseñar soluciones funcionales y de sencilla implementación que puedan ajustarse a distintos escenarios.

El presente proyecto se centra en la implementación de un servidor web para el monitoreo y control de la temperatura de un horno eléctrico, basado en la tecnología industrial 4.0, utilizando como base un PLC LOGO!, un sensor de temperatura PT100, y una interfaz construida en Web Editor. Este proyecto no solo posibilita la visualización remota y en tiempo real de los datos del proceso, sino que también incorpora un sistema de control ON-OFF con histéresis, que mejora la estabilidad del equipo. También se pretende minimizar la supervisión manual, fortalecer la seguridad del sistema, facilitar el seguimiento del proceso y fomentar la incorporación de tecnologías donde la automatización aún no se ha implementado.

## 1.1. Justificación

El uso de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 continúa creciendo como una práctica común en la automatización de los sistemas industriales.

La incorporación de un servidor web en las tareas de control y monitoreo de temperatura hace posible integrar varias funcionalidades asociadas a la Industria 4.0, entre ellas la conexión en red, el acceso remoto, el procesamiento instantáneo de datos y la toma de decisiones operativas. De igual manera, esta tecnología permite una vigilancia constante del comportamiento térmico, facilitando la detección rápida de anomalías y la aplicación inmediata de medidas correctivas. En conjunto, estas ventajas ayudan a disminuir los periodos de inactividad, mejorar la gestión de los recursos y lograr una reducción significativa en los costos de operación.

La interconexión en red junto con el servidor web representan una ventaja significativa, ya que brinda mayor flexibilidad en la supervisión de los parámetros operativos desde cualquier dispositivo móvil. Esta característica resulta particularmente beneficiosa en entornos industriales que demandan un monitoreo continuo, donde pueden presentarse situaciones de emergencia o requerirse ajustes preventivos de manera inmediata.

La implementación de un servidor web bajo los principios de la Industria 4.0 permite integrar tecnologías innovadoras como IoT y análisis avanzado de datos. Esto posibilita recopilar y evaluar grandes volúmenes de información térmica, promoviendo la optimización continua de los procesos industriales. Asimismo, la conectividad entre sensores y dispositivos asegura un control de la temperatura del horno eléctrico más preciso, automatizado y eficiente.

La temperatura constituye una de las variables más relevantes y sensibles dentro de los procesos industriales, ya que incide de manera directa en el desempeño del sistema y en la calidad del producto final. Un control térmico eficiente permite conservar condiciones operativas óptimas en los sistemas de calentamiento, enfriamiento o transformación de materiales, lo que se refleja en una mayor uniformidad de resultados, menor consumo energético y reducción de fallas eléctricas. La incorporación de tecnologías que posibilitan el monitoreo y la regulación de la temperatura en tiempo real se ha convertido en un elemento esencial en sectores como la manufactura, la industria alimentaria, la química y la metalúrgica. Para ello, existe una amplia gama de sensores de temperatura, entre los que destacan los termopares y los detectores de resistencia térmica, diseñados para garantizar precisión y confiabilidad en la medición [1].

La regulación y supervisión de la temperatura en un horno eléctrico resulta esencial para preservar la calidad del producto y mejorar la eficiencia de los procesos industriales. Mantener la temperatura dentro de los valores establecidos evita tanto los picos de calor como las caídas térmicas extremas, minimizando el consumo de energía y promoviendo un funcionamiento más estable del sistema.

## 1.2. Panorama actual

Actualmente se reconocen cuatro grandes revoluciones industriales, cuyos orígenes se remontan al siglo XVIII. Cada una de ellas ha introducido avances significativos que han transformado profundamente a la sociedad. La primera revolución industrial surgió en el Reino Unido entre 1760 y 1840, generando un notable impacto económico y social al modificar las formas de trabajo, impulsar la industrialización y dar paso al nacimiento del socialismo. A mediados del siglo XIX, alrededor de 1850, inició la segunda revolución industrial, marcada por la expansión del ferrocarril y el aprovechamiento de nuevas materias primas. Estos avances provocaron importantes cambios sociales, políticos y económicos, además de favorecer la internacionalización de la economía. Posteriormente, en 2006, se identificó una tercera revolución, denominada revolución tecnológica y científica, impulsada por la aparición de las TIC y el desarrollo de energías renovables. Esta etapa transformó profundamente el estilo de vida de las personas. Finalmente, en 2011, Alemania dio paso a la cuarta revolución industrial, caracterizada por la ingeniería avanzada, el uso indispensable de tecnologías innovadoras y la automatización a gran escala, lo que ha generado cambios significativos en el ámbito laboral y económico [2].

Constantemente se incorporan tecnologías fundamentales que brindan asistencia y respaldo, especialmente para el progreso y mejora de estas áreas industriales. Dentro de estas innovaciones se incluyen la inteligencia artificial, el internet, la computación en la nube, el tratamiento de datos y el aprendizaje automático, entre otras. La división entre las distintas revoluciones industriales no es completamente rígida, por lo que podrían reconocerse nuevas etapas en el futuro a medida que surjan cambios significativos en los procesos productivos y en la dinámica social.

Numerosas empresas de distintos sectores ya incorporan tecnologías y principios de la Industria 4.0 para aumentar su productividad, optimizar sus procesos y fortalecer su capacidad de innovación.

La multinacional alemana Siemens, enfocada en el desarrollo de soluciones en electrónica, automatización y digitalización, incorpora múltiples tecnologías asociadas a la Industria 4.0, como la inteligencia artificial y el IoT, para diseñar aplicaciones innovadoras en sectores como energía, transporte y manufactura. Asimismo, se destaca como fabricante de maquinaria industrial, entre ellos hornos eléctricos empleados en la fundición de metales y en procesos de tratamiento térmico. De igual forma, BMW es otra empresa estrechamente relacionada con la Industria 4.0. Dedicada a la fabricación de automóviles, integra en sus plantas tecnologías como la robótica, la impresión en 3D, lo que permite mejorar la eficiencia y la flexibilidad en la producción de sus vehículos [3].

En la siguiente sección, se explican y presentan diversas tesis, trabajos y artículos relacionados al tema del presente proyecto, que contienen información relevante sobre control, monitoreo, tecnologías entre otros recursos que proporcionan datos importantes sobre el tema.

En el año 2013, se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi un proyecto titulado “Implementación de servidores web en plataformas Linux y Windows”. El propósito de este proyecto era mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, brindándoles la oportunidad de crear, mejorar e innovar nuevas aplicaciones a través de la implementación de servidores web en el laboratorio de informática de la institución. Además, se tenía un interés específico en el desarrollo de portales, sitios y páginas web con el objetivo de impulsar el crecimiento de la institución en el campo de la carrera de informática y sistemas [4].

En la Universidad Politécnica Salesiana en el año 2016 se llevó a cabo un proyecto titulado “Diseño e implementación de un sistema automático de control de temperatura de un horno industrial”. El objetivo del proyecto era optimizar el proceso de secado del bobinado de motores y generadores eléctricos. Durante la implementación del horno, se consideraron las propiedades de los materiales de las paredes, el aislamiento térmico y los elementos resistivos utilizados para calentar el horno. Para mantener una temperatura interna constante, se aplicó un control PID mediante un PLC que gestionaba el funcionamiento del sistema [5].

En la Universidad Estatal Península de Santa Elena se han llevado a cabo diversos proyectos enfocados en el control y supervisión de variables industriales, empleando tecnologías propias de la Industria 4.0. Estos trabajos buscan automatizar procesos mediante el uso de entornos de programación, equipos especializados y distintas herramientas físicas, entre otros recursos.

Durante el presente año, en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en la carrera de Electrónica y Automatización, se ha desarrollado un proyecto enfocado en el diseño de un sistema automatizado para el control y monitoreo del proceso de fabricación de hielo en la empresa MOSATEC. El proyecto se enmarca en el contexto de la industria 4.0. Esta empresa se dedica a la fabricación y venta de hielo en marquetas, operando en un entorno altamente competitivo. Para mejorar sus procesos se decidió implementar la automatización mediante el uso de herramientas físicas como PLC, HMI, así como software de SCADA, junto con entornos de programación para los equipos. Esta automatización permitirá a la empresa realizar el control y monitoreo de los procesos de manera remota, así como tener un control inmediato sobre ellos [6].

En los últimos años las empresas tratan de ser más competitivas, y ser las primeras en actualizarse, para ellos invierten e incorporan tecnologías innovadoras aplicables en distintos procesos industriales. Para que una empresa lidere su sector, la búsqueda de soluciones eficientes no depende de su tamaño ni del segmento en el que opere. Las fábricas inteligentes no solo integran materiales, equipos y dispositivos, sino que también permiten supervisar y controlar de manera remota cada etapa de los procesos empleados en la organización.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo y control de temperatura para un horno eléctrico mediante un servidor web, integrando tecnologías propias de la Industria 4.0 que permitan supervisión remota, automatización y gestión de proceso.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar y estudiar los requerimientos técnicos del sistema de monitoreo y control, considerando las variables del proceso térmico, las condiciones operativas del horno eléctrico y los principios de la Industria 4.0.
  
- Investigar y seleccionar los sensores, actuadores y dispositivos de ad-

quisición de datos adecuados para la medición precisa de temperatura y el control eficiente del horno.

- Diseñar y construir un módulo funcional que integre el sistema de monitoreo y control de temperatura del horno eléctrico, incorporando tecnologías de la Industria 4.0.
- Desarrollar e implementar una interfaz web con capacidad de control remoto, visualización en tiempo real de la temperatura, integrando algoritmos de control automático para el sistema térmico, y validar su funcionamiento mediante pruebas experimentales que evalúen la precisión y estabilidad.

## 1.4. Fundamentos teóricos

El presente proyecto se enfatiza en poner en marcha un servidor web para el monitoreo y control de la temperatura de un horno eléctrico.

### 1.4.1. Servidor Web

Software de comunicación que actúa como intermediario entre el servidor que almacena los datos solicitados y la computadora del cliente. Los servidores web son programas ampliamente utilizados en internet y utilizan varios protocolos de datos para comunicarse, siendo el más común y ampliamente aceptado el HTTP. Sin embargo, también es posible referirse al término servidor web para hacer alusión a la computadora que almacena los archivos que componen un sitio web, junto con el software necesario para establecer la conexión y transferir los datos.

Los servidores web se dividen en dos clases [\[7\]](#):

- Servidores Estáticos: Los servidores estáticos son computadoras que almacenan información y utilizan un servidor HTTP para responder a los protocolos de solicitud. Su denominación proviene del hecho de que los archivos son enviados exactamente tal como están almacenados, sin ninguna modificación antes de llegar al cliente.
- Servidores Dinámicos: Los servidores dinámicos, son una variante de los servidores estáticos, pero cuentan con software adicional, que generalmente incluye aplicaciones y bases de datos. Esta funcionalidad les

permite actualizar la información solicitada antes de enviarla al cliente, lo que les confiere mayor flexibilidad y capacidad para generar contenido dinámico en tiempo real.

- Servidores web más usados: A través de los años se han desarrollado diferentes tipos de servidores web, tanto de carácter propio o de código abierto, los cuales han logrado posicionarse entre los más empleados a nivel global gracias a la seguridad, la capacidad de integrarse con múltiples entornos y lenguajes de programación.
  1. Servicios de información de Internet o IIS (1993): Una plataforma de servicios y servidor web desarrollada específicamente para sistemas Microsoft Windows, originalmente incluido en su versión NT.
  2. Apache (1995): Un servidor web HTTP de código abierto que es compatible con computadoras Unix, Windows y Macintosh. Es mantenido por una comunidad de usuarios que forman parte de la Apache Software Foundation.
  3. Tomcat (1999): Una distribución de Apache también conocida como Jakarta Tomcat, que opera el principio de los servlets en Java.
  4. Cherokee (2001): Un servidor web multiplataforma escrito en lenguaje C, disponible bajo la Licencia Pública General de GNU, lo que lo hace software libre.
  5. Nginx (2004): Un servidor web y proxy desarrollado por la empresa homónima.

Cada uno de estos servidores tienen varias ventajas y características que se popularizan en diferentes áreas.

- Características de un servidor web: A pesar de la diversidad de servidores web existentes, comparten algunas características esenciales [8]:
  1. Los servidores web necesitan hardware para almacenar y transmitir la información solicitada por los usuarios. Estos equipos deben tener alta capacidad de almacenamiento y suelen ser potentes, compartidos por varias empresas y usuarios.
  2. Es necesario contar con un software especializado que permita recopilar y gestionar los datos provenientes del hardware.
  3. Emplean el protocolo de transferencia de Hipertexto

4. Los servidores web tienen como objetivo responder de forma oportuna a las solicitudes de los usuarios, gestionando las respuestas a los comandos de búsqueda de datos para permitir el acceso a la información almacenada.
5. Un servidor web debe ser potente y contar con una gran capacidad de almacenamiento, dado que alberga diversos sitios, cuentas e interacciones.

Estas Características que garantizan el funcionamiento efectivo de los servidores web, permitiendo que los usuarios accedan a contenido e información en línea de manera rápida y eficiente (véase la figura 1).

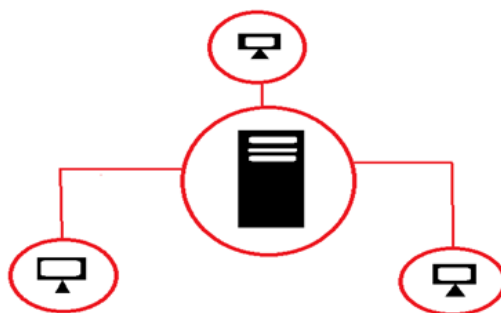


Figura 1: Servidor Web.  
Fuente: Autor.

El servidor Web del PLC LOGO! se usa junto con el Web Editor de Siemens y hace que sea bastante sencillo supervisar y controlar diferentes variables en tiempo real. Sin embargo, no permite personalizar tanto las interfaces como Node-RED, que aunque necesita un paso extra para comunicarse, ofrece mucha más flexibilidad. Por otro lado, Apache es un servidor muy estable y conocido, pero conectarlo directamente con un PLC requiere configuraciones adicionales.

#### 1.4.2. Hornos y temperatura

En el ámbito industrial, los hornos desempeñan un papel clave en distintas etapas de producción, al facilitar tratamientos térmicos como el secado, la fundición o la cocción con alta precisión. Dependiendo de su fuente de energía, como la electricidad, gas o inducción y del uso específico, se emplean diversos tipos en distintos sectores.

- Horno Industrial: Un horno industrial es un dispositivo especializado en llevar a cabo procesos térmicos de gran magnitud, empleados en industrias como la alimentaria, química y metalúrgica. Se caracterizan por su tamaño considerable, su alta durabilidad y su capacidad de operar bajo temperaturas extremas (véase la figura 2) [9].
- Funcionamiento del horno Industrial: El principio de operación de un horno industrial radica en suministrar calor de forma regulada para alterar materiales o productos, mediante procedimientos como cocción, secado, fusión, curado o tratamientos térmicos empleados en sectores como el cerámico, el vidriero y otros similares.
- Componentes del horno Industrial [9]:
  1. Área de calor
  2. Calefactores o quemadores
  3. Material aislante térmico
  4. Unidad de control de temperatura
  5. Sistema de circulación de aire
  6. Puerta de acceso
  7. Conductos o salida de gases
  8. Mecanismo de protección y seguridad

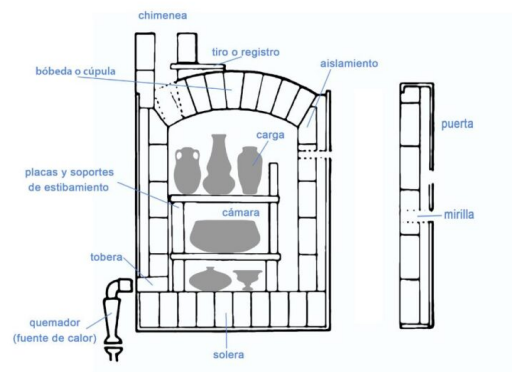


Figura 2: Partes de un horno industrial [9].

- Horno eléctrico: Electrodoméstico que produce y conserva calor en un espacio cerrado, se utiliza de manera práctica y rápida tanto para cocinar, secar o calentar diversos tipos de alimentos, como en el ámbito

industrial. Estos dispositivos, tal como su nombre sugiere, operan al ser conectados a la electricidad, lo que genera calor interno que cocina los alimentos de adentro hacia afuera (véase la figura 3) [10].

- Funcionamiento de un horno eléctrico: Estos hornos utilizan resistencias para transformar la energía eléctrica en calor, mediante un proceso conocido como efecto Joule. En este proceso, los electrones que transportan la corriente eléctrica chocan con los átomos, generando aumento de temperatura. Mientras el horno esté conectado a la corriente, el proceso de generación de calor continuará debido al movimiento desordenado de los electrones en su interior. La potencia de estos hornos se determina por la cantidad de kilovatios que pueden absorber de la corriente eléctrica, lo que influye en la cantidad de calor que producen. Además de ser ampliamente usados en la preparación de alimentos [11].
- Componentes del horno eléctrico [10]:
  1. Calefactores eléctricos
  2. Regulador de temperatura
  3. Control de tiempo
  4. Indicador luminoso de funcionamiento
  5. Puerta con panel de vidrio
  6. Compartimiento interno
  7. Revestimiento aislante térmico
  8. Base con soportes antideslizantes

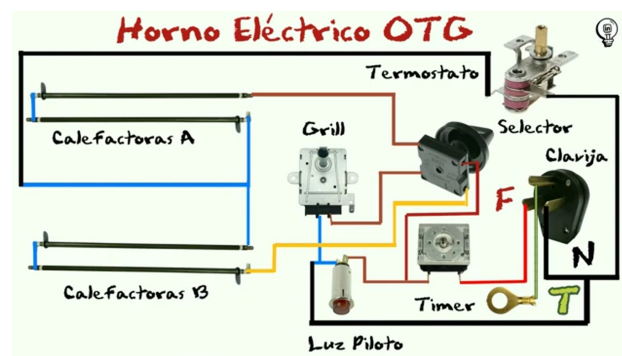


Figura 3: Diagrama de un horno eléctrico [11].

- Temperatura: Se refiere a una medida de la energía interna de un cuerpo, objeto o entorno en general. Esta magnitud física se puede cuantificar utilizando un termómetro. La temperatura está relacionada con los conceptos de calor y frío, siendo el calor asociado con temperaturas más altas, mientras que el frío se asocia con temperaturas bajas. Esta magnitud se expresa comúnmente en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) y grados Kelvin (K). La temperatura más baja posible, se conoce como cero absoluto, se encuentra a  $-273,15^{\circ}\text{C}$  [12].

La temperatura es la variable principal que se va a monitorear y controlar. En el ámbito industrial se dispone de una amplia variedad de sensores de temperatura entre los que se destacan los termopares, las sondas de resistencia, los termistores y los sensores tipos infrarrojos, se muestra un ejemplo en la figura 4.

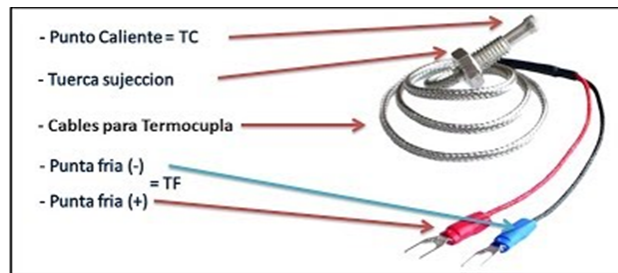


Figura 4: Termocupla tipo k pequeña. [12].

La gestión de la temperatura ha evolucionado y alcanzado niveles de exactitud, conectividad e inteligencia operativa. La incorporación de sensores, redes de comunicación, sistemas ciberfísicos y tecnologías IoT ha permitido supervisar y ajustar la temperatura de manera remota y en tiempo real en procesos de calentamiento, enfriamiento o transformación de materiales. A diferencia de los métodos tradicionales, donde el control de temperatura era limitado y local, los entornos digitalizados actuales permiten vincular estas mediciones con sistemas analíticos, inteligencia artificial o mantenimiento predictivo, disminuyendo interrupciones en el proceso de producción.

### 1.4.3. Funcionamiento y control de temperatura

Con el fin regular eficientemente la temperatura interna de un horno eléctrico, se emplea un control PID. Este mecanismo permite mantener la temperatura constante, lo cual es importante al cocinar ciertos alimentos. Es

recomendable precalentar el horno antes de su uso. Por lo general, el proceso de precalentamiento tiene una duración de aproximadamente de 15 minutos [11].

Se resalta que en este proyecto el control de temperatura que se le dará al horno eléctrico será el control On-Off con histéresis, ya que es una técnica utilizada para mantener la temperatura dentro de un rango específico, se emplea para mantener la temperatura a un nivel constante y evitar oscilaciones indeseadas. El control On-Off con histéresis es una forma simple pero efectiva de mantener la temperatura relativamente constante en un horno eléctrico. La amplitud de la banda de histéresis puede ajustarse según la sensibilidad deseada y las características específicas del horno.

A diferencia del sistema ON-OFF convencional, que actúa justo al alcanzar el valor objetivo, la incorporación de la histéresis añade una banda de tolerancia que evita activaciones y desactivaciones frecuentes cerca del punto de ajuste. En comparación con esquemas más avanzados como el control PID, esta técnica es más precisa, requiere mayor configuración y conocimientos técnicos. Es por aquello que en equipos de tamaño reducido, el control ON-OFF con histéresis se presenta como una alternativa segura y adecuada para mantener la temperatura dentro de un rango deseado.

- Control On-Off con histéresis: También conocido como controlador de dos posiciones (véase la figura 5), tiene una salida que solo puede cambiar entre dos valores. La histéresis se entiende como la separación entre los momentos en que el controlador activa y desactiva el sistema, se refiere al rango en el cuál el controlador permanece inactivo antes de cambiar su estado [13].

En este tipo de control se establece un valor deseado y un margen llamado histéresis. Si la variable que se está controlando supera ese valor más el margen, el sistema se enciende, pero no se apaga hasta que la variable baje hasta el valor menos la histéresis. Esto ayuda a que el sistema no esté encendiendo y apagando constantemente cuando la variable se acerca al valor objetivo. Se usa proyectos de climatización, control de niveles y otros procesos donde se necesite un control más sencillo pero estable.

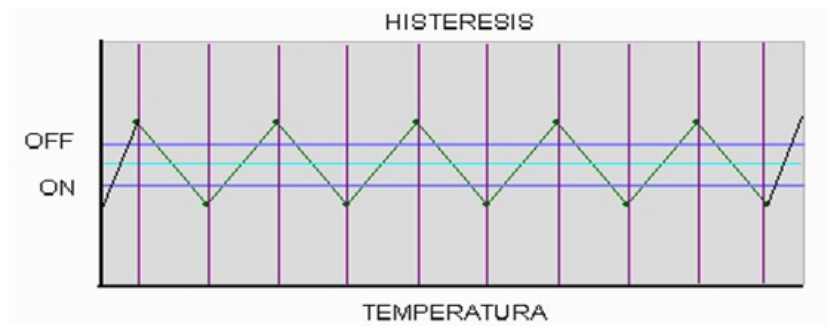


Figura 5: Control ON-OFF-HISTÉRESIS.  
Fuente: Autor.

#### 1.4.4. Sistemas de control y su Clasificación

Estos sistemas son fundamentales en la automatización industrial, ya que permiten mantener condiciones estables, seguras y eficientes en plantas de producción, laboratorios, redes eléctricas, y más.

- Sistema de control: Un sistema de control se puede definir como un conjunto de maquinaria compuesta por circuitos electrónicos, los cuales están provistos de programas para gestionar y regular otros sistemas asignados a su cargo. La ventaja primordial de estos sistemas en comparación con el trabajo humano es su alta probabilidad de éxito, y que tienden a evitar errores significativos cuando se encuentran correctamente programados. El objetivo principal de un sistema de control es llevar a cabo una tarea específica para la cual ha sido programado [14].

Un sistema de control es un mecanismo que regula y ajusta el comportamiento de otros sistemas para asegurar un funcionamiento óptimo y seguro, manteniendo variables clave dentro de parámetros específicos y alcanzando los objetivos establecidos.

- Sistema de control de lazo abierto: Se refiere a sistemas de control en los cuales la salida no influye en el comportamiento del propio sistema (véase la figura 6). En otras palabras, no se requiere retroalimentación de la salida para que el controlador funcione adecuadamente [14].

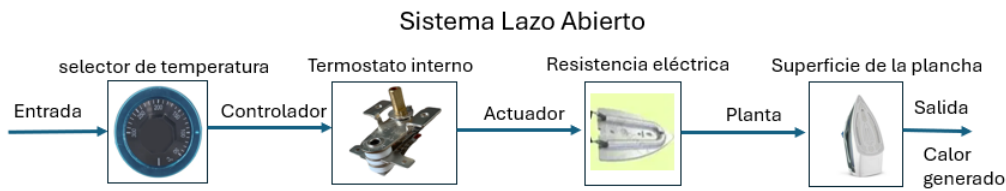


Figura 6: Sistema de control lazo abierto.  
Fuente: Autor.

- Características de los sistemas de control de lazo abierto
  1. La facilidad con la que pueden operarse constituye uno de sus principales beneficios.
  2. No es necesario contar con información de la salida para su funcionamiento.
  3. Presenta una debilidad más notable frente a influencias externas.
  4. La efectividad puede variar según las circunstancias y condiciones específicas [14].
- Ejemplos de sistemas de control de lazo abierto
  1. El aire acondicionado
  2. Una lavadora
  3. Amplificador de guitarra
- Sistema de control de lazo cerrado: Se fundamentan en la comparación entre un valor deseado y el valor real medido en la salida. Son sistemas que utilizan una retroalimentación para adaptarse según los resultados obtenidos. Su propósito principal es minimizar fallos y acercarse lo máximo posible al resultado óptimo (véase la figura 7) [14].
- Características de los sistemas de control de lazo cerrado
  1. Nivel de complicación presenten en el sistema.
  2. Abundancia de variables que influyen en el funcionamiento.
  3. Se necesita información de la salida para su operación.

4. Capacidad para mantener su funcionamiento sin desviarse significativamente de su objetivo [14].

■ Ejemplos de sistemas de control de lazo cerrado

1. Los calentadores para regular la temperatura del agua.
2. Reguladores de sensibilidad en un depósito.

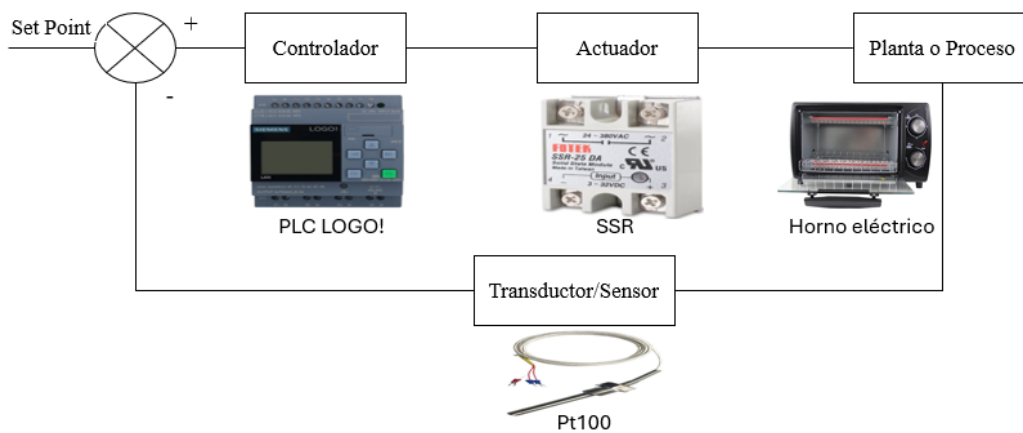


Figura 7: Sistema de control.  
Fuente: Autor.

#### 1.4.5. Controlador Lógico Programable

También conocido como autómatas programables (véase la figura 8), es esencialmente una computadora industrial que se encarga de procesar los datos provenientes de una máquina, tales como sensores, botones, temporizadores y otras señales de entrada. Luego, utiliza esta información para controlar los actuadores, como pistones, motores, válvulas, entre otros, con el fin de automatizar cualquier proceso industrial [15].

El PLC destaca por su gran versatilidad y se aplica en numerosos sectores industriales, especialmente en manufactura y procesos productivos. Gracias a su programación y configuración flexible, ingenieros y técnicos pueden desarrollar sistemas de control adaptados a múltiples necesidades, convirtiéndolo en un componente esencial para la automatización y el aumento de la eficiencia en la industria actual.

- Función de un PLC: Para que un PLC pueda llevar a cabo el control de cualquier sistema, es necesario que se programe previamente para la tarea específica que realizara. Para lograr su programación, se requiere de un software específico, el cual varía según la marca del PLC. Cada programa consta de diferentes lenguajes de programación, en los cuales se escriben las instrucciones paso a paso para procesar y controlar las operaciones deseadas [15].

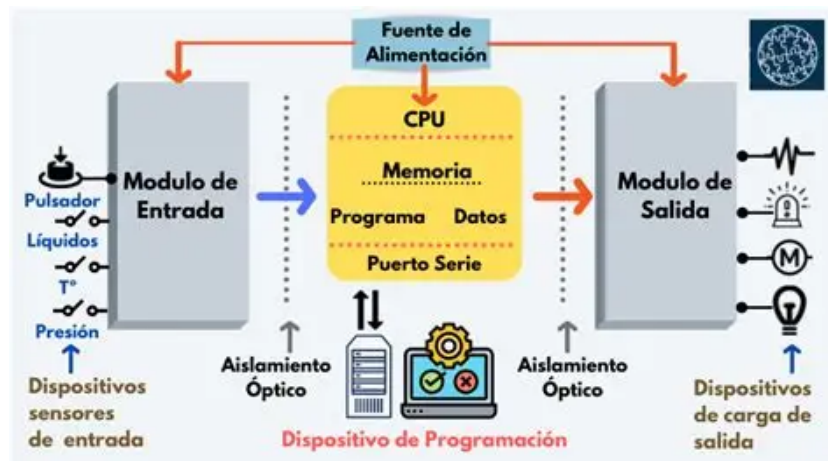


Figura 8: Funcionamiento de PLC [15].

- Partes de un PLC: Se dividen en varias partes, pueden ser integradas o por módulos.
  1. Fuentes de alimentación
  2. Unidad de procesamiento central
  3. Módulos de entradas/salidas
  4. Módulo de memorias
  5. Unidad de programación

#### 1.4.6. Sensores

Un sensor es un dispositivo que identifica cambios en su entorno y genera una respuesta en otro sistema. Su función principal es convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica medible, ya sea un voltaje analógico o una señal digital. Esta señal puede ser mostrada de manera legible para los humanos o transmitida para su lectura o procesamiento adicional [16].

- Sensores de temperatura: Son dispositivos que se utilizan para medir y detectar cambios en la temperatura de un entorno o sistema. Estos sensores convierten la temperatura en una señal eléctrica o digital que puede ser interpretada por un sistema de control o una unidad de procesamiento.

En la figura 9, se ilustra uno de los sensores de temperatura más utilizado en la industria, el sensor resistivo Pt100, el cual se encarga de detectar variaciones de temperatura mediante el cambio de su resistencia eléctrica. Es empleado en procesos industriales, hornos, sistemas de climatización y en cualquier aplicación que necesite una medición exacta de la temperatura.

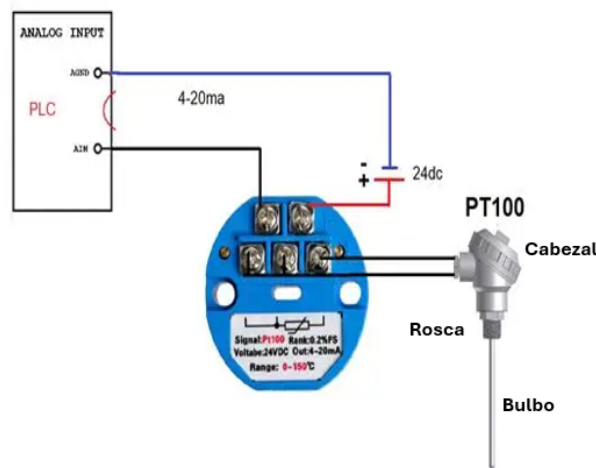


Figura 9: Diagrama PT100 [16].

- Tipos de sensores de temperatura más utilizados:
  - Termopares: Su funcionamiento se basa en el efecto Seebeck, gracias a su durabilidad y versatilidad, se emplean en distintos procesos industriales.

Tabla 1: Clasificación de los termopares

Tipo	Metal que lo componen	Rango de temperatura	Código de color
<b>k</b>	Cromo/Alumel	-200°C a 1.260°C	verde
<b>J</b>	Hierro/Constatán	-40°C a 750°C	negro
<b>T</b>	Cobre/Constatán	-200°C a 350°C	azul
<b>E</b>	Cromo/Const	-200°C a 900°C	púrpura

Fuente: [16].

- Termistores: Están hechos de semiconductores que cambian mucho su resistencia según la temperatura. Son muy sensibles y se usan en situaciones donde se necesita medir la temperatura con gran precisión.
- Detector de Temperatura por Resistencia: Operan detectando las variaciones en la resistencia de un metal a medida que cambia la temperatura. Son reconocidos por su alta exactitud y por conservar mediciones consistentes con el paso del tiempo.

Tabla 2: Clasificación de los RTD

Tipo	Material	Resistencia	Nº de hilos	Clase	Rango
<b>Pt100</b>	Platino	100 $\Omega$	2, 3 o 4	A, B, AA	-200°C a 850°C
<b>Pt1000</b>	Platino	1000 $\Omega$	2 o 3	A, B	-200 °C a 650 °C
<b>Pt500</b>	Platino	500 $\Omega$	2 o 3	A, B	-200 °C a 650 °C
<b>Ni120</b>	Niquel	120 $\Omega$	2 o 3	B	-80 °C a 260 °C
<b>Cu10</b>	Cobre	10 $\Omega$	2	No estándar	-50 °C a 150 °C

Fuente: [16].

- Detectores de temperatura infrarrojos: Son ampliamente utilizados en aplicaciones donde el contacto físico con el objetivo no es posible o no es deseable.

#### 1.4.7. Comunicación entre dispositivos

Se describe como los dispositivos industriales, como el PLC y los sensores, se conectan a través de la internet de las cosas para intercambiar datos, permitir el monitoreo y control del horno eléctrico.

- Tecnología móvil: Esta tecnología es aquella que se desplaza junto al usuario, consistiendo en dispositivos portátiles que permiten la comunicación bidireccional y la computación, conectados mediante tecnología de red. En la actualidad, la tecnología móvil se caracteriza por dispositivos como smartphones, tables, entre otros dispositivos, que representan la última evolución de una serie que incluye desde buscar personas hasta teléfonos celulares y dispositivos de navegación GPS [17].
- Red LAN: Conjunto de computadoras y dispositivos periféricos que comparten una línea de comunicaciones o una conexión inalámbrica a un servidor dentro de un área geográfica específica. Puede servir desde dos o tres usuarios en una oficina en casa hasta miles de usuarios en una oficina (véase la figura 10).

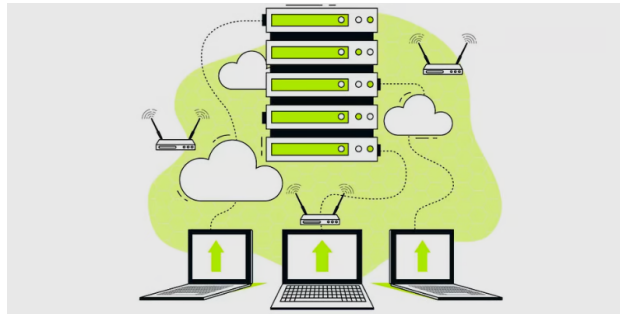


Figura 10: Red Local [18].

- Tipos de LAN: Existen dos tipos de LAN, las cableadas y las inalámbricas.

Una LAN cableada utiliza conmutadores y cableado Ethernet para conectar puntos finales, servidores y dispositivos de Internet de las cosas, dentro de la red corporativa. En cambio, una LAN inalámbrica utiliza la tecnología Wi-fi para transmitir datos entre dispositivos finales y la red. La WLAN son preferidas en situaciones donde la flexibilidad y el ahorro de costos importantes, como cuando los usuarios dependen exclusivamente de dispositivos móviles [18].

#### 1.4.8. Interfaz

Se aborda la importancia de una interfaz de usuario amigable y eficiente para que los operadores o usuarios puedan interactuar con el sistema de control.

- Interfaz de usuario: Se refiere a la conexión física y funcional entre dos dispositivos, aparatos o sistemas independientes que interactúan entre sí. En este contexto, la comunicación entre un ser humano y una computadora se realiza a través de una interfaz. La interfaz actúa como un mecanismo o herramienta que facilita esta comunicación, presentando un conjunto de objetos, iconos y elementos gráficos que representan las acciones o tareas que el usuario puede realizar en la computadora [19].
- Interfaz gráfica: Existen dos tipos de interfaces, la interfaz gráfica y la interfaz física, en este caso la interfaz gráfica se diferencia porque permite interactuar al usuario con la computadora mediante iconos o elementos, para que el usuario pueda acceder a la interfaz física se deben utilizar dispositivos de entrada de datos junto a la computadora. Los usuarios podrán acceder a la interfaz desde cualquier ubicación lo que permitirá con precisión la temperatura del horno, establecer límites y ajustar parámetros (véase la figura 11).

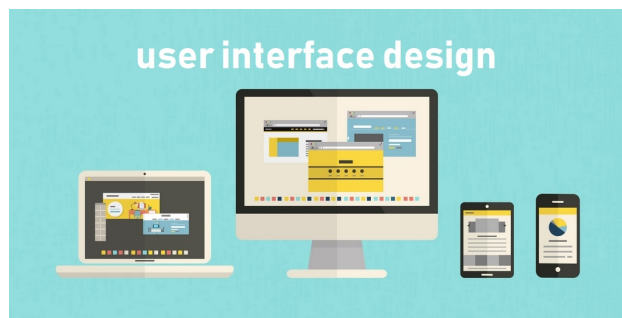


Figura 11: Interfaz de usuario [19].

## 1.5. Marco contextual

La Universidad Estatal Península de Santa Elena se encuentra en la zona litoral del Ecuador. Aunque esta región muestra un avance continuo en el fortalecimiento de sus capacidades tecnológicas y educativas, aún enfrenta dificultades para adoptar tecnologías industriales actuales en sus procesos productivos, especialmente en sectores como la agroindustria, la producción artesanal y la capacitación técnica.

Frente a esta situación, la UPSE cumple un rol estratégico como institución educativa y de investigación, enfocándose en formar profesionales con

alto nivel técnico en campos como automatización, electrónica, instrumentación y tecnologías aplicadas a la industria, con miras a fomentar el desarrollo tecnológico tanto regional como nacional.

La universidad, siguiendo su misión institucional, ha adoptado los principios de la Industria 4.0 para fomentar el uso de tecnologías digitales en los procesos industriales. Con esto, busca modernizar y hacer más eficientes las operaciones, además de fortalecer la capacidad de gestión y la capacidad de respuesta ante las demandas del entorno.

El presente proyecto surge dentro de un ambiente académico, mediante el uso de dispositivos y equipos tecnológicos que se desarrolla en el laboratorio de la universidad en el que impulsa la conexión entre teoría y práctica, que responde a una necesidad puntual como es la implementación de un servidor web para monitoreo y control de la temperatura de un horno eléctrico, basado en la tecnología industrial 4.0, accesible desde múltiples dispositivos. Este proyecto se alinea con los objetivos de formación de la UPSE, y responde también a las exigencias tecnológicas actuales de la región.

Los principales beneficiarios de este proyecto son los estudiantes y docentes de la universidad Estatal Península de Santa Elena, quienes podrán utilizar el sistema desarrollado como herramienta práctica para fortalecer conocimientos y competencias en automatización y tecnologías de la industria 4.0.

## **2. Métodos y diseño experimental**

### **2.1. Métodos**

Para el desarrollo de este proyecto se aplicaron tres metodologías principales: bibliográfica, diagnóstica y experimental.

Para la investigación bibliográfica se reunió y estudió información técnica de fuentes confiables, como libros, artículos científicos y páginas web. Esta etapa ayudó a entender los conceptos teóricos sobre Industria 4.0, sistemas de control, funcionamiento de hornos, métodos de regulación, las funciones del PLC LOGO! y cómo usar el servidor web para supervisar los procesos en tiempo real.

En la metodología diagnóstica se identificaron los requisitos técnicos del sistema, considerando las condiciones reales del entorno donde se implementó el proyecto. Se analizaron las características del horno, los rangos de tempera-

tura a controlar, y se seleccionaron los dispositivos adecuados como la PT100, el transmisor de temperatura de 4-20 mA, entre otros equipos. Se diagnosticaron las necesidades de comunicación y supervisión remota del proceso, lo que permitió definir la arquitectura del sistema.

En la fase experimental se diseñó, montó y se realizó el funcionamiento de todo el sistema de monitoreo y control de temperatura usando un PLC LOGO! 12/24 RCE. La temperatura se midió con un sensor PT100 conectado a un transmisor de señal estándar de 4 a 20 mA. El PLC recibió esta señal analógica y ejecutó un algoritmo de control On-Off con histéresis, programado en LOGO! Soft Comfort. Además se pudo ver la temperatura en tiempo real a través de una interfaz web accesible desde cualquier dispositivo conectado a la red local.

Se realizaron simulaciones durante la primera etapa del proyecto y en la segunda etapa se realizaron pruebas reales sobre un horno eléctrico pequeño, comprobando el comportamiento del sistema en diferentes condiciones de operación, midiendo la temperatura dentro de un rango de 0 a 200°C. La variable a controlar es la temperatura, generada por la resistencia eléctrica, que va a depender de la activación o desactivación del sistema de control ON-OFF con histéresis, mediante el límite superior e inferior configurado por el usuario en la interfaz.

Una vez realizada las pruebas se pretende que el sistema sea capaz de mantener la temperatura dentro del rango definido por el usuario. La temperatura debe visualizarse en tiempo real desde cualquier dispositivo conectado a la red. La lógica del control ON-OFF con histéresis debe encender y apagar el horno de acuerdo a las modificaciones asignadas.

### **2.1.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto se centra en el desarrollo de un servidor web para supervisar y regular la temperatura de un horno eléctrico, incorporando los principios de la Industria 4.0. Dicho enfoque se basa en la conexión entre sistemas físicos y entornos digitales, el aprovechamiento del Internet de las Cosas y la aplicación de herramientas analíticas para incrementar la eficiencia y optimizar los procesos industriales.

Supervisar y regular con exactitud la temperatura en un horno eléctrico es esencial para asegurar la calidad del producto, acortar los tiempos de operación, disminuir el gasto energético y evitar fallas o daños en el sistema. Sin embargo, este proceso suele ejecutarse de manera manual o mediante

equipos locales, lo que restringe la vigilancia en tiempo real y complica la toma rápida de decisiones.

En este proyecto, la temperatura del horno constituye la variable central a supervisar y regular. Junto con ella, el servidor web también permite visualizar el estado operativo del horno, ya sea encendido o apagado, ofreciendo así una visión integral de su funcionamiento actual.

Para mantener la temperatura interna del horno de manera estable, se utilizará un control On-Off con histéresis, que permite que la temperatura se mantenga dentro de un rango fijo. Este control, junto con un PLC, garantiza que el sistema funcione correctamente. El PLC actúa como el corazón del sistema: recoge la información de los sensores de temperatura, envía señales a los calefactores para ajustar su potencia y gestiona toda la lógica del control On-Off con histéresis .

En este proyecto se usarán sensores de temperatura colocados en el horno, que enviarán la información al servidor web a través de una red local o internet. El servidor recopilará los datos, los guardará en una base de datos y ofrecerá una interfaz fácil de usar desde un navegador. De esta manera, los usuarios podrán supervisar con precisión la temperatura del horno, establecer límites, ajustar parámetros de control y recibir alertas si ocurre alguna desviación o problema.

Se detallarán los procedimientos requeridos para configurar el servidor web, conectar los sensores, almacenar y mostrar los datos, así como habilitar la interacción de los usuarios mediante una interfaz web. Asimismo, se destacarán las ventajas que esta implementación aporta al ámbito industrial (véase la figura [12](#)). La realización de este proyecto aportará ventajas importantes en eficiencia y calidad dentro de la producción industrial, además de establecer un precedente para la incorporación futura de tecnologías de la Industria 4.0 en distintos sectores.

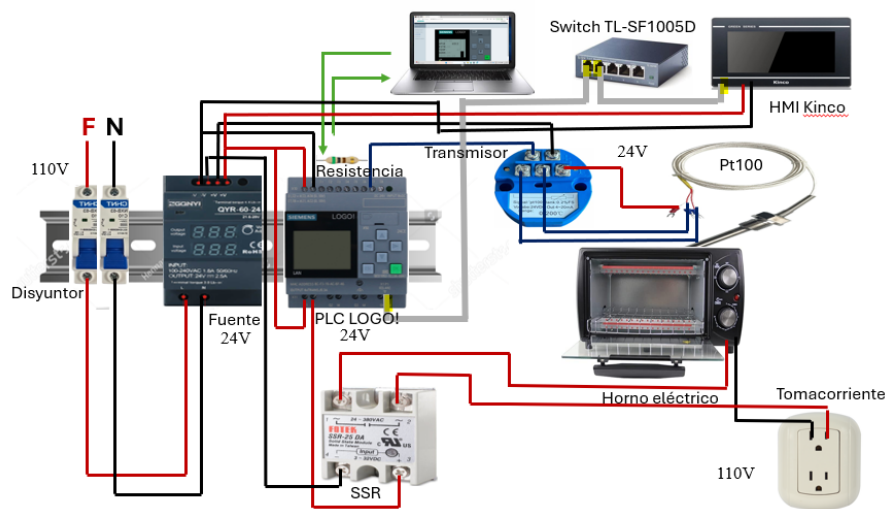


Figura 12: Conexión de los equipos.  
Fuente: Autor.

## 2.2. Componentes de la Propuesta

Para la implementación del presente proyecto se utilizarán equipos físicos y lógicos, se describirán sus especificaciones y características más importantes, esto nos ayudará a comprender la interconexión que existe entre ellos y sobre todo al funcionamiento que realizará cada uno de ellos para poder llevar a cabo este proyecto.

### 2.2.1. Componentes Físicos

En este apartado se recopila la información necesaria de cada uno de los elementos físicos que formarán parte de este sistema, los cuales han sido previamente analizados con respecto a la función que brindarán al desarrollo de la propuesta.

#### 2.2.1.1. Fuente de Alimentación

Una fuente de alimentación o también conocida como fuente de poder (véase la figura 13) es un dispositivo que convierte la corriente alterna en corriente continua y es el encargado de suministrar dicha energía de manera correcta a los componentes de un sistema eléctrico para su debido funcionamiento [20].



Figura 13: Fuente de Alimentación [20].

Tabla 3: Características de la Fuente de Alimentación

Características Técnicas	
Marca	Chux
Modelo	QYR-60-24
Pantalla	Digital LED integrada
Dimensiones	52.5×90×54.5 mm
Montaje	En riel DIN
Potencia nominal	60W
Voltaje de entrada	85–264VAC / 120–370VDC
Voltaje de salida	24VDC
Corriente de entrada	1.2A
Corriente de salida	hasta 2.5A
Frecuencia	47–63 Hz
Temperatura de trabajo	-30 °C a 70 °C
Eficiencia	Hasta 88 %

Fuente: [20].

### 2.2.1.2. PLC LOGO! 12/24 RCE

El LOGO! de Siemens conocido como controlador lógico programable compacto (véase la figura [14]), es un módulo inteligente usado en diferentes proyectos donde se necesite controlar o automatizar procesos industriales

pequeños y medianos, es un dispositivo muy adquirido gracias a su facilidad de uso y su entorno gráfico de programación, este mini PLC se puede controlar a distancia, ahora trae consigo cada uno de sus componentes en un solo módulo, reduciendo espacio y cableado [21].



Figura 14: PLC LOGO! [21].

Tabla 4: Características del LOGO!

Características Técnicas	
Marca	Siemens
Modelo	LOGO! 12/24RCE
Pantalla	Display integrado
Dimensiones	71,5 x 90 x 60 mm
Montaje	Riel DIN de 35 mm
Entradas	8 entradas digitales, 4 de ellas pueden ser analógicas
Salidas	4 salidas de relé
Tensión de alimentación	12/24 VDC
Comunicación	Ethernet incorporado, servidor web, MQTT a partir de versión 8.4
Memoria	Hasta 400 bloques de programa
Temperatura de trabajo	-20 °C a +55 °C

Fuente: [21].

### 2.2.1.3. Transmisor de temperatura

El transmisor de temperatura como se mostrará en la figura 15 es un dispositivo electrónico que convierte la variación de resistencia de un sensor como una PT100, termocupla o PT1000, a una señal de 4 a 20mA o de 0 a 10V, sirve para poder transferir esta señal a un PLC o sistema de control 22].



Figura 15: Transmisor de temperatura 22].

Tabla 5: Características del Transmisor

Características Técnicas	
<b>Precisión</b>	0.2 % FS
<b>Alimentación</b>	24 VDC
<b>Salida de señal</b>	4–20 mA lineal respecto a la temperatura medida.
<b>Rango de temperatura</b>	0 a 200 °C
<b>Montaje</b>	de cabezal
<b>Terminales</b>	5
<b>Temperatura de referencia</b>	25 °C

Fuente: 22].

#### 2.2.1.4. Sensor de temperatura Pt100

Se trata de un elemento perteneciente a la familia de los detectores de temperatura por resistencia, es un sensor de temperatura que a 0°C tiene 100 Ω que cambia su resistencia eléctrica dependiendo de la temperatura, Pt significa platino material del cual está fabricado y 100 representan los ohmios a 0 °C (véase la figura 16). Es el sensor más usado, por su precisión, estabilidad a largo plazo y tolerancia a altas temperaturas, el pt100 es el

centro de débil de la temperatura de cualquier termómetro de resistencia, por lo general la fabricación de estos sensores son encapsulas de la misma forma que los termopares [23].

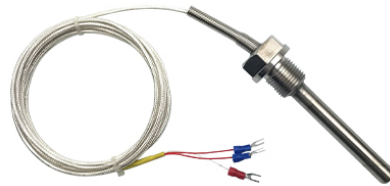


Figura 16: Sensor PT100 [23].

Tabla 6: Características del Sensor PT100

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Rango de medición</b>	0 a 600°C
<b>Material sensor</b>	Platino (Pt)
<b>Valor de resistencia a 0 °C</b>	100 Ω
<b>Tipo de construcción</b>	Sin cabezal de conexión
<b>Tipo de cableado</b>	3 hilos
<b>Diámetro de la sonda</b>	Comúnmente de 3 mm, 4 mm
<b>Longitud de la sonda</b>	Variable (puede ser de 50 mm, 100 mm, 150 mm)
<b>Tiempo de respuesta</b>	Rápido)

Fuente: [23].

#### 2.2.1.5. Horno eléctrico

Es un dispositivo eléctrico pequeño, usado en las cocinas modernas, este elemento aprovecha la energía como fuente y la genera en calor, mediante el uso de resistencias eléctricas para alcanzar altas temperaturas (véase la figura 17). Los hornos eléctricos usan este calor para calentar, fundir, cocer o tratar materiales diversos. Una de las cualidades más destacadas es su adaptabilidad, es un dispositivo que incorpora multiples funciones y modos de cocción, Algunos modelos incluyen programas automaticos que facilitan y optimizan

aún mas el proceso, ofrecen un control de temperatura, permitiendo ajustes y configuración de tiempos [24].



Figura 17: Horno eléctrico [24].

Tabla 7: Características del Horno eléctrico

Características Técnicas	
<b>Rango de medición</b>	0 a 230°C
<b>Fuente de calor</b>	resistencias eléctricas de tubo de acero inoxidable ubicadas en la parte superior y/o inferior
<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Configuración</b>	Control de temperatura
<b>Capacidad</b>	9 litros
<b>Temporizador</b>	80 minutos
<b>Indicador</b>	Luminoso de encendido
<b>Alimentación</b>	110V Ac

Fuente: [24].

#### 2.2.1.6. Relé de estado sólido SSR

Como se muestra en la figura 18 un SSR es un dispositivo electrónico compacto que realiza la misma función que un relé electromecánico para activar o desactivar un circuito eléctrico, en lugar de usar un sistema mecánico de contactos, utiliza componentes electrónicos como tiristores, triacs, transistores, optoacoplador, para hacer el cambio de encendido y apagado, son ideales en ambientes industriales ya que permite manejar cargas de corriente alterna, utilizando una señal de corriente continua, logran una conmutación rápida y su vida útil es mucho más prolongada ya que no sufren desgaste [25].



Figura 18: Relé de estado sólido [25].

Tabla 8: Características del Relé de estado sólido

Características Técnicas	
Material	Metal, plástico, partes eléctricas
Voltaje de salida	24 a 380 VAC
Corriente de nominal	25A
Tensión de entrada	3 – 32 VDC
Tamaño	60x45x23.4 mm
Peso	105 g
Color principal	Plateado gris

Fuente: [25].

### 2.2.1.7. Interfaz Humano-Máquina

HMI (véase la figura 19) es una pantalla táctil o gráfica que permite al usuario comunicarse o interactuar con un sistema o una máquina, en la HMI se muestra un entorno visual y se utiliza para supervisar variables, mostrar datos, gráficas, modificar parámetros, también permite recibir comandos del proceso y facilitar el control de operaciones industriales. Su implementación tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia operaria, reducir tiempos de inactividad y mantener una calidad constante de los procesos [26].



Figura 19: HMI Kinco GL070E [26].

Tabla 9: Características del HMI Kinco GL070E

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Marca</b>	Kinco
<b>Modelo</b>	GL070E
<b>Tipo de pantalla</b>	LCD TFT de 7 pulgadas
<b>Resolución</b>	800 × 480 píxeles
<b>Colores</b>	16,77 millones (24 bits)
<b>Brillo</b>	250 cd/m <sup>2</sup>
<b>Relación de contraste</b>	500:1
<b>Ángulos de visión</b>	70° izquierda/derecha, 60° arriba, 70° abajo
<b>Retroiluminación</b>	LED con una vida útil superior a 30,000 horas
<b>Tipo de panel táctil</b>	Resistivo de 4 hilos con dureza superficial 4H
<b>CPU</b>	ARM RISC de 32 bits a 800 MHz
<b>Memoria interna</b>	128 MB NAND Flash + 128 MB DDR3 RAM
<b>Memoria expandible</b>	1 puerto USB Host
<b>Ethernet</b>	Puerto RJ45 10/100 Mbps Base-T
<b>Puertos seriales</b>	2 COM (RS232, RS485, RS422)
<b>Dimensiones</b>	204 × 150 × 34 mm
<b>Tamaño de corte para montaje</b>	192 × 138 mm
<b>Peso</b>	0.5 kg
<b>Material</b>	Plástico de ingeniería
<b>Temperatura de operación</b>	0 a 50°C
<b>Voltaje de entrada</b>	24 VDC nominal

Fuente: [26].

#### 2.2.1.8. Switch de red

Un switch de red es un dispositivo Plug-and-Play que no requieren configuración, representa un componente fundamental para asegurar una co-

municación eficiente y segura entre dispositivos (véase la figura 20). Este equipo permite integrar diversos elementos, como computadoras, impresoras, cámaras dentro de una misma red. El switch opera dentro de una red área local (LAN) y se encarga de facilitar el intercambio de información entre los dispositivos conectados. Los switches funcionan como enlaces inteligentes, encargándose de recibir y redirigir los paquetes de datos, fragmentos de información que circulan por la red, hacia su destino correcto [27].



Figura 20: Switch TL-SF1005D [27].

Tabla 10: Características del Switch TL-SF1005D

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Marca</b>	Tp Link
<b>Modelo</b>	TL-SF1005D
<b>Tipo</b>	Switch de escritorio no gestionable
<b>Velocidad</b>	10/100 Mbps
<b>Cantidad</b>	5 puertos RJ45
<b>Función adicional</b>	Auto MDI/MDIX
<b>Ahorro de energía</b>	Hasta un 68 %
<b>Material</b>	Plástico
<b>Dimensiones</b>	103.5 × 70 × 22 mm
<b>Temperatura de operación</b>	0°C a 40°C
<b>Entrada del adaptador</b>	5 V DC / 0.6 A
<b>Consumo de energía</b>	Máximo 1.87 W

Fuente: [27].

### 2.2.1.9. Cable AWG

Como se muestra en la figura 21 el cable eléctrico es el conjunto formado por uno o varios conductores y su recubrimiento aislante que los protege y asegura un funcionamiento seguro. Un conductor eléctrico es un material que facilita el flujo de la corriente eléctrica, permite el movimiento libre de electrones a través de él. Su función principal es transportar energía eléctrica de un punto a otro dentro de un sistema o instalación. El material más utilizado en la fabricación de los cables es el cobre, ya que ofrece buen equilibrio entre rendimiento y precio. El cable AWG es un conductor eléctrico clasificado por su grosor, según el estándar americano American Wire Gauge [28].



Figura 21: Conductor AWG [28].

Tabla 11: Características del Conductor AWG

Características Técnicas	AWG 12	AWG 14	AWG 16
Diámetro del conductor (mm)	2.05	1.63	1.29
Sección transversal del conductor (mm <sup>2</sup> )	3.31	2.08	1.29
Amperaje máximo	20	15	13
Intensidad máxima soportable	100	75	65
Resistencia eléctrica ( $\Omega$ /km)	1.61	2.52	4.02
Peso por metro (kg/m)	1.59	1	0.63
Diámetro exterior del aislamiento (PVC)	5.18	4.11	3.28
Radio de curvatura mínimo (mm)	12.9	10.3	8.2
Voltaje máximo de operación (V)	600	600	600
Temperatura máxima de operación ( $^{\circ}$ C)	75	75	75

Fuente: [28].

## 2.2.2. Componentes Lógicos

En este apartado, se describen y analizan los programas o herramientas seleccionados para implementación de la propuesta. Estas herramientas permiten desarrollar la lógica de control, diseñar interfaces de visualización y establecer la comunicación entre los distintos dispositivos del sistema.

### 2.2.2.1. LOGO! Soft Comfort

El software LOGO! Soft Comfort (véase la figura [22](#)) es un programa desarrollado por Siemens para su gama de microcontroladores lógicos LOGO!, en el se pueden diseñar, simular trabajos prácticos para la industria y la domótica de manera gráfica, utilizando diagramas de bloques o lenguaje de contactos, este programa viene acompañado de los software LOGO! Access Tool y Web Editor que se utilizan para gestionar el acceso y personalizar la interfaz del servidor web. Esta interfaz intuitiva facilita la creación de programas de control, la configuración de comunicación y la integración de HMIs. LOGO! Soft Comfort permite realizar simulaciones del funcionamiento del sistema antes de cargar el programa en el PLC [29](#).



Figura 22: LOGO! Soft Comfort [29](#).

Tabla 12: Características del LOGO! Soft Comfort

Características Técnicas	
Lenguajes de programación	Diagrama de bloques y Ladder
Compatibilidad	Windows, Linux y macOS
Versión	8.4.1
Simulación	Prueba sin conectar PLC
Monitoreo	tiempo real
Compatible con varias versiones	Detecta modelo LOGO! automáticamente
Actualizaciones	Soporte de nuevas versiones LOGO!

Fuente: [29].

#### 2.2.2.2. LOGO! Web Editor

Se trata de un software complementario desarrollado por Siemens, diseñado para crear interfaces gráficas personalizadas que se alojan en el servidor web integrado del PLC LOGO!, y se muestra en navegadores web permitiendo al usuario interactuar con variables del controlador de forma remota (véase la figura 23). Su diseño visual esta basado en objetos gráficos, como botones, indicadores, sliders, cuadros de texto, etc. El acceso es remoto ya que se puede ingresar mediante una laptop, celular o tablet conectado a la misma red, mediante la direccion IP, existe la protección mediante la contraseña para limitar el acceso a usuarios no autorizados [30].

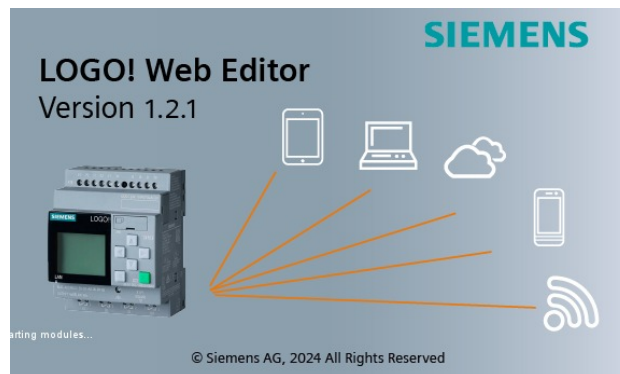


Figura 23: LOGO! Web Editor [30].

Tabla 13: Características del LOGO! Web Editor.

Características Técnicas	
Modelos compatibles	PLC Siemens LOGO! 8 con puerto Ethernet
Software necesario	LOGO! Soft Comfort v8.1 o superior
Navegadores web	Chrome, Firefox, Edge, Safari
Sistema operativo para edición	Windows 7/8/10/11
Entorno visual	arrastrar y soltar (drag and drop)
Páginas web	Hasta 10 páginas por proyecto
Elementos por página	Hasta 50 objetos
Personalización	Colores, formas, tamaños, tipografías.
Tamaño máximo	1 MB

Fuente: [30].

### 2.2.2.3. Kinco DTools

Es un software desarrollado por la empresa Kinco Electric (Shenzhen) Ltd. Esta plataforma de diseño gráfico se enfoca en la creación y configuración de interfaces HMI (véase la figura 24). Una de sus funciones principales es facilitar la interacción entre el operador y sistemas de automatización como PLC's, variadores, sensores mediante la interfaz gráfica. Esta herramienta integra un gran conjunto de funciones, incluye un biblioteca de elementos visuales prediseñados, es compatible con diversos protocolos de comunicación como Modbus RTU y Modbus TCP, también incluye herramientas avanzadas para la gestión de alarmas y gráficos en tendencia [31].



Figura 24: Kinco DTools [31].

Tabla 14: Características del Kinco DTools.

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Tipo de software</b>	Entorno de desarrollo gráfico para HMI
<b>Compatibilidad</b>	Compatible con pantallas HMI de la marca Kinco
<b>Lenguaje de interfaz</b>	Inglés
<b>Sistema operativo para edición</b>	Windows 7/8/10/11
<b>Diseño gráfico</b>	arrastrar y soltar (drag and drop)
<b>Comunicación</b>	Modbus RTU, Modbus TCP/IP
<b>Licencia</b>	Gratuita
<b>Actualizaciones</b>	Descargables desde el sitio web oficial de Kinco
<b>Aplicaciones típicas</b>	Automatización industrial, monitoreo y control de procesos.

*Fuente:* [37].

## 2.3. Diseño experimental

En este apartado, se detalla cada uno de los procesos que se llevaron a cabo para la elaboración del diseño, construcción e integración de los dispositivos y sistemas utilizados para la implementación del servidor web y la solución de monitoreo y control de temperatura del horno eléctrico. El diseño experimental contempla la selección, conexión, programación del hardware y software necesario para lograr un sistema funcional, estable y replicable.

### 2.3.1. Diagrama de conexión del sistema de control y monitoreo de temperatura

En este diagrama se muestra la arquitectura de conexión de un sistema de control de temperatura para un horno eléctrico, en primera instancia contamos con un breaker o disyuntor que se conectará a 110V, este elemento habilita o deshabilita la alimentación y protegerá el circuito de fallas eléctricas o sobrecargas, el cerebro de este sistema es un PLC LOGO! 12/24 RCE que trabaja a 24V, por lo tanto se usará una fuente de alimentación que se conecta al breaker, de esta manera se alimentará y protegerá los elementos

de nuestro sistema. Para alimentar el PLC LOGO! se conecta la fase y neutro de la fuente hacia el PLC LOGO!.

La planta es un horno eléctrico que se alimenta a 110v, en la fase de este elemento se conecta un relevador de estado sólido (SSR) que estará conectado su terminal positivo a la salida del PLC y su terminal negativo a la fuente de alimentación, este equipo va a trabajar dependiendo de la configuración o programa que se realice de acuerdo al control ON-OFF con histéresis, el sensor que nos medirá la temperatura de nuestra planta será una PT100 de 3 hilos que trabaja de 0 a 600 (°C), este sensor se conectará a un transmisor de temperatura que convierte la señal de 4 a 20mA y trabaja de 0 a 200 (°C), el terminal positivo del trasmisor se conectará a la fuente de alimentación y el terminal negativo a la entrada I7 del PLC LOGO! cabe resaltar que el PLC LOGO! no recibe la señal en mA, para esto se debe conectar una resistencia de 500 ohmios entre la entrada I7 y el M del PLC LOGO! esto permitirá que el LOGO! pueda leer la señal en voltios (véase la figura 25).

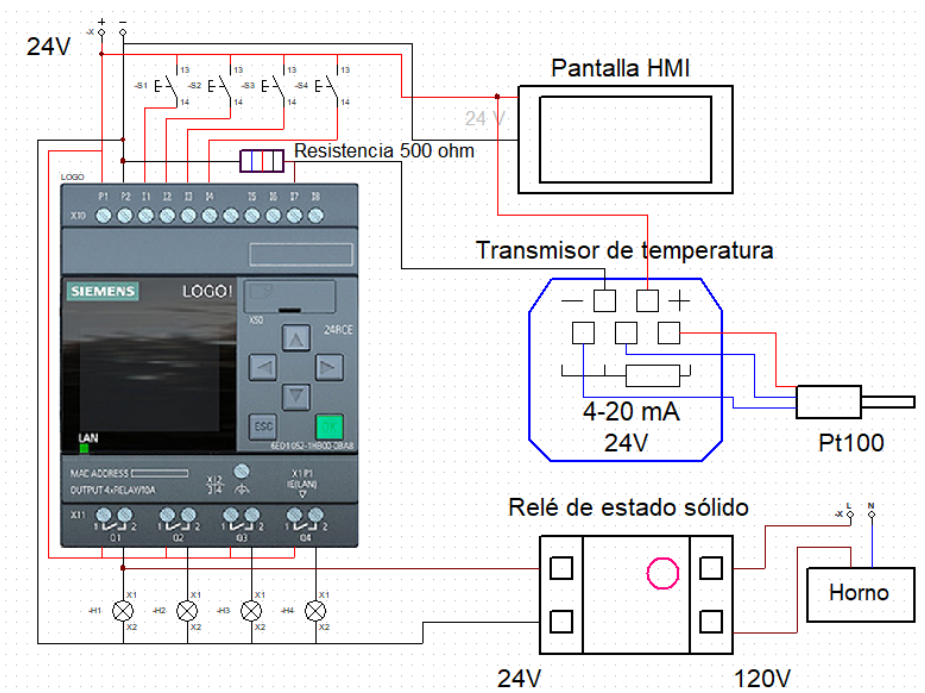


Figura 25: Diagrama de conexión del sistema de control y monitoreo de temperatura.

Fuente: Autor.

### 2.3.2. Configuración de red del sistema

El PLC LOGO! trae incorporado un servidor web embebido esto nos facilita la comunicación con la interfaz, para acceder a la interfaz se puede acceder desde cualquier dispositivo conectado a la misma red a través de un navegador web usando la IP estática del PLC LOGO!. Para la comunicación entre los dispositivos de control y visualización, se implementó una red local cableada mediante un router con salida a internet y un switch TP-Link. El PLC Siemens y la pantalla HMI Kinco se conectaron al switch mediante cables ethernet, formando parte de la misma subred local (LAN). Para su correcta configuración se accedió al símbolo del sistema de windows para verificar la IPv4, la máscara de subred, y la puerta de enlace predeterminada (véase la figura 26).

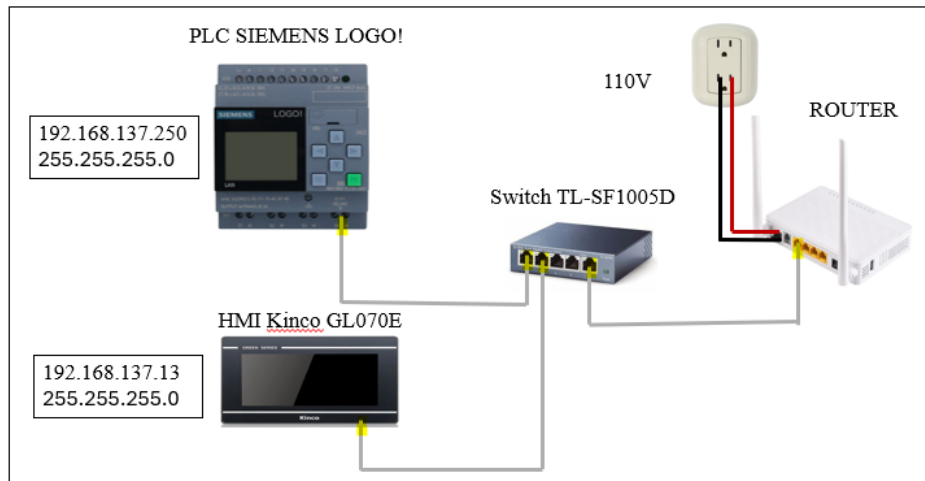


Figura 26: Configuración de red del sistema.

Fuente: Autor.

### 2.3.3. Diseño en 3D de la estructura del módulo

En la siguiente imagen (27) se representa el diseño en 3D de la estructura del módulo para el monitoreo y control del horno eléctrico realizado en el software Sketchup, con las medidas previamente analizadas de los equipos a utilizar para el desarrollo de este proyecto. Este módulo está conformado por el breaker o disyuntor, fuente de alimentación, PLC LOGO! 12/24 RCE, transmisor de temperatura, relevador de estado sólido (SSR), HMI física, horno eléctrico, PT100, luces piloto y cableado estructurado. Este diseño garantiza la facilidad de mantenimiento, visualización ordenada y segura de los equipos, expansión futura del sistema.

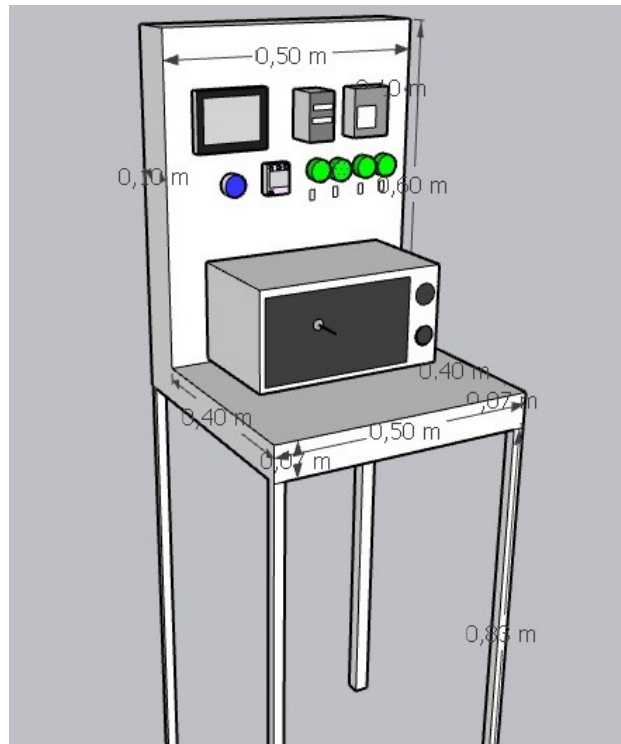


Figura 27: Diseño en 3D de la estructura del módulo.  
Fuente: Autor.

#### 2.3.4. Construcción del módulo y montaje de equipos

El módulo fue diseñado sobre una base rígida construida de aluminio, la parte inferior sirve como plataforma de soporte, la estructura superior esta construida de panel de aluminio compuesto un material liviano, resistente a la corrosión, adecuado para usos educativos e industriales, esta estructura permite organizar los equipos y el cableado de los sensores, HMI, PLC, actuadores o protecciones, es accesible cuando se requiere realizar un mantenimiento (véase la figura [28](#)).



Figura 28: Construcción completada del módulo.  
Fuente: Autor.

### Conexión del Disyuntor Chint

En la parte superior, del lado izquierdo del módulo se instaló el breaker o disyuntor. Este debe estar cerca del ingreso de la alimentación eléctrica ya que se alimenta a 110V, este elemento debe ser visible y accesible ya que es la protección principal del sistema, para su fijación se utilizó riel DIN (véase la figura 29). Su salida debe conectarse a la fase y neutro de la fuente de alimentación ya que los equipos del sistema trabajan a 24v.

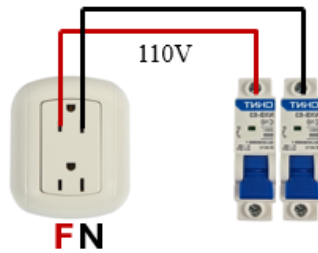


Figura 29: Conexión del Disyuntor Chint.  
Fuente: Autor.

### Conexión de la fuente de alimentación QYR-60W-24V/ZGQNYI

La fuente de alimentación fue instalada en la parte superior y central de la estructura, para su montaje y fijación se utilizó riel DIN, está ubicada cerca del PLC para facilitar la distribución de 24V, esta fuente de alimentación recibe de 100 a 240V. Su posición garantiza una ventilación adecuada, evitando el sobrecalentamiento. Se conectó a la red eléctrica a través del breaker térmico, garantizando la protección del sistema (véase la figura 30). Las salidas V+ y V- alimentan tanto al PLC Siemens como a los demás elementos que requieran un bajo voltaje.

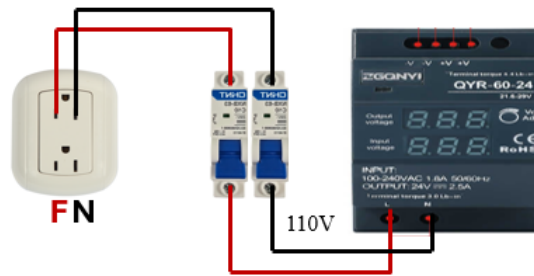


Figura 30: Conexión de la fuente de alimentación QYR-60W-24V/ZGQNYI.  
Fuente: Autor.

### Conexión del PLC Siemens LOGO! 12/24 RCE

El controlador lógico programable Siemens LOGO! 12/24 RCE fue instalado en el lado derecho del módulo, sobre un riel DIN fijado a la base de aluminio compuesto. Está posición facilita la conexión de los cables de entrada y salida, así como el acceso al puerto Ethernet y su conexión que se realizó

a través de un switch de red. El PLC recibe alimentación directa de la fuente de alimentación de 24V (véase la figura 31) y se conecta a los dispositivos de salidas como el SSR para luego activar o desactivar el horno eléctrico. Se tomó en consideración un pequeño espacio, para posibles expansiones y linealidad.

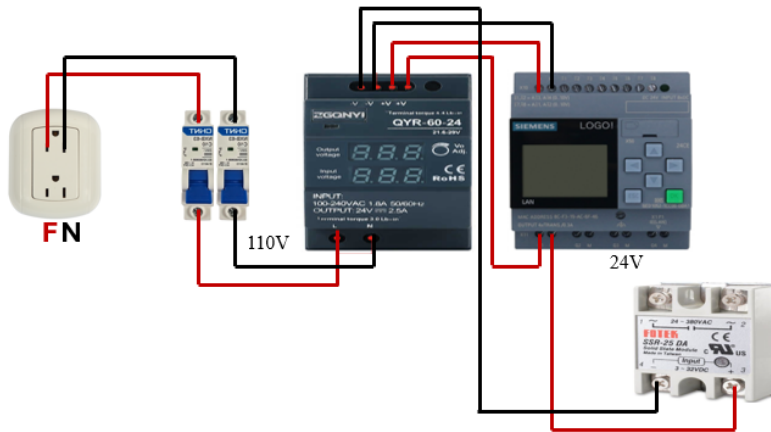


Figura 31: Conexión del PLC Siemens LOGO! 12/24 RCE.  
Fuente: Autor.

### Conexión de la HMI Kinco GL070E

La HMI Kinco es un equipo que se instaló en la parte superior derecha de la estructura, permitiendo una interacción clara e intuitiva por parte del usuario. Se montó empotrada en el panel de aluminio compuesto, mediante un corte a medida y asegurada con los clips posteriores. La pantalla recibe alimentación de 24V desde la fuente principal (véase la figura 32). Su conexión Ethernet se realizó mediante un switch de red, el cual también interconecta el PLC y el router, permitiendo una comunicación fluida entre el HMI y el LOGO!. Esta pantalla permite la visualización de las variables, la temperatura en tiempo real, y los estados de las salidas.

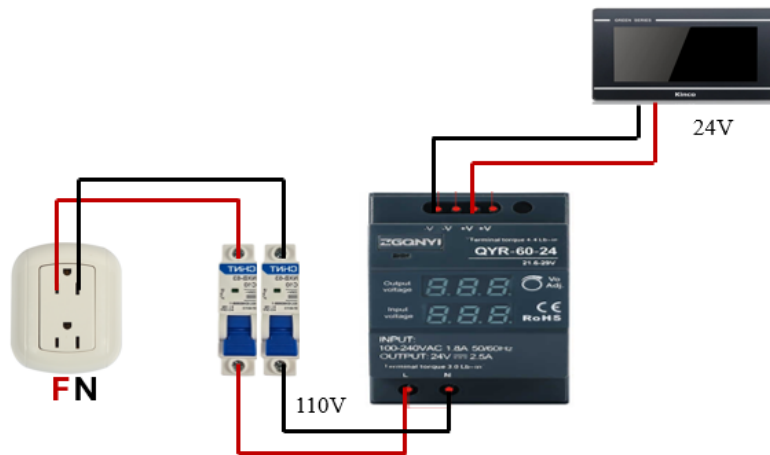


Figura 32: Conexión de la HMI Kinco GL070E.  
Fuente: Autor.

### Conexión del sensor PT100 y el transmisor de temperatura

El sensor PT100 fue instalado en el interior del horno eléctrico, fijado en una zona estratégica para captar de forma precisa la temperatura del proceso. Las terminales del sensor PT100 son conectados al transmisor de temperatura, el cual convierte la lectura a una señal estándar de corriente de 4 a 20 mA (véase la figura 33). El transmisor de temperatura es fijado mediante tornillos en la parte frontal del módulo debajo de la fuente de alimentación y el PLC, ya que sus terminal negativa es conectada a la entrada I7 del PLC y su terminal positiva es conectada al V+ de la fuente de alimentación. Cabe resaltar que el PLC no recibe señales en mA, es por tal motivo que se utiliza una resistencia de 500 ohmios entre la entrada I7 y M del PLC esto permitirá que el LOGO! pueda leer la señal en voltios.

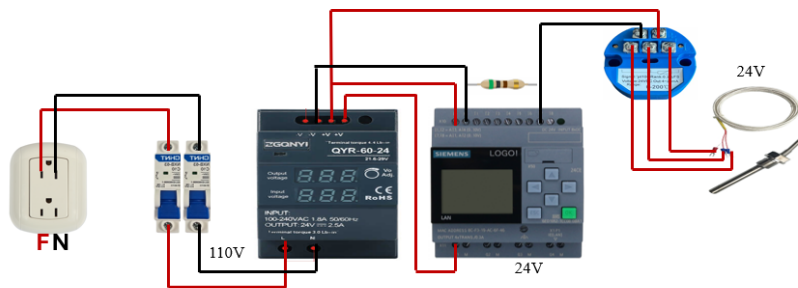


Figura 33: Conexión del sensor PT100 y Transmisor.  
Fuente: Autor.

### Conexión del horno eléctrico Westinghouse y SSR

El horno eléctrico fue incorporado como elemento calefactor del módulo, simulando un proceso térmico controlado. Se montó firmemente en la base de la estructura rígida y estable. La alimentación de 110V fue gestionada mediante un relé de estado sólido (SSR), que actúa como interruptor controlado por el PLC Siemens. El encendido del horno es determinado por la lógica de control del sistema, en función a la temperatura medida por el sensor PT100. El SSR conecta su terminal positiva a la salida del PLC, y su terminal negativa a V- de la fuente de alimentación (véase la figura 34).

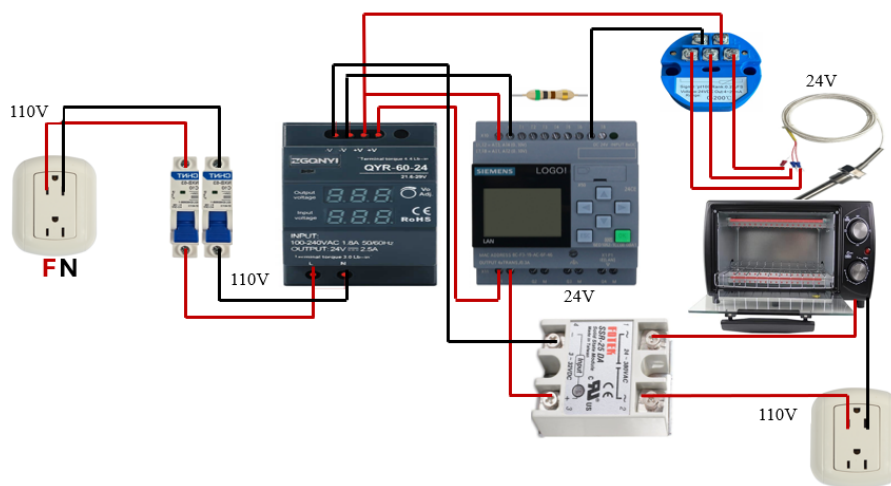


Figura 34: Conexión del horno y SSR.  
Fuente: Autor.

## 3. Resultados y conclusiones

En este apartado presentamos las pruebas realizadas y los resultados obtenidos de conexión, programación y diseño, para la implementación del servidor web para el monitoreo y control de temperatura de un horno eléctrico.

### 3.1. Resultados

Se realizaron diversas pruebas en el laboratorio, con distintos valores de temperatura para ver el funcionamiento cuando el sistema presenta una temperatura baja, media y alta. Fue posible ubicar diversos límites superiores e

inferiores para ver el funcionamiento del horno y su debido control mediante la histerésis configurada.

### 3.1.1. Inicio de sesión en el HMI

Para poder iniciar sesión en el HMI, se debe ingresar la contraseña, que esta predeterminada como (12345) (veáse la figura 35), una vez ingresado al sistema se encuentra la ventana del menú (veáse la figura 36) mediante esta ventana se puede acceder al Proceso General, Históricos, Parámetros y Alarmas. Una de las pantallas a la que se va a ingresar en primer lugar es a la ventana de proceso (veáse la figura 37) ya que en ella se puede dar marcha al sistema y a su vez ubicar los límites de histéresis para el control de la temperatura.

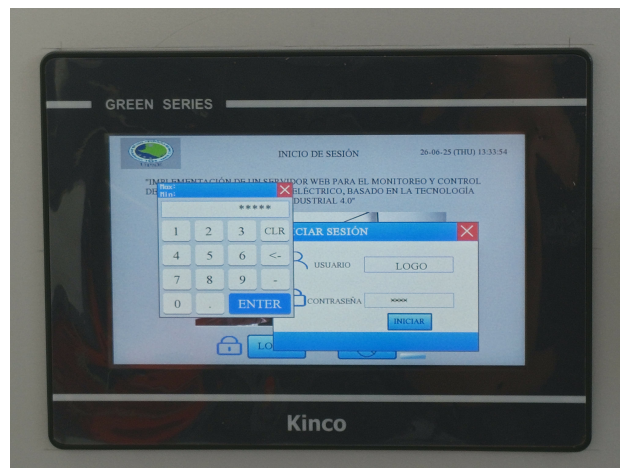


Figura 35: Inicio de sesión-HMI.  
Fuente: Autor.



Figura 36: Ventana-Menú-HMI.  
Fuente: Autor.



Figura 37: Ventana-Proceso-Principal-HMI.  
Fuente: Autor.

### 3.1.2. Inicio de sesión en el servidor web

Para poder ingresar al servidor web se debe acceder a un navegador web, ya sea mediante una laptop, celular o tablet, que mediante la IP configurada del PLC direcciona al servidor web, se debe seleccionar la opción para visualizar la interfaz personalizada, ingresando con la contraseña predeterminada "LOGO". Como se puede visualizar en la imagen (38) se realizó el acceso mediante un celular. Mientras tanto en la imagen (39) se muestra el acceso mediante una laptop, cabe resaltar que los dispositivos deben estar

conectados a la misma red para así asegurar la comunicación con el servidor web.

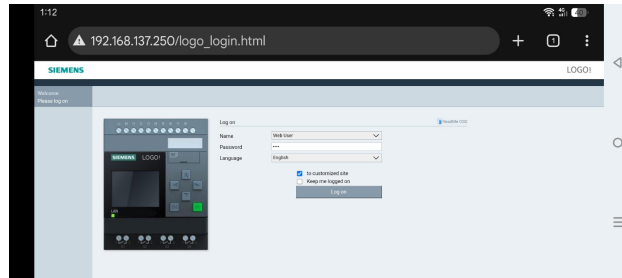


Figura 38: Inicio de sesión en celular.  
Fuente: Autor.

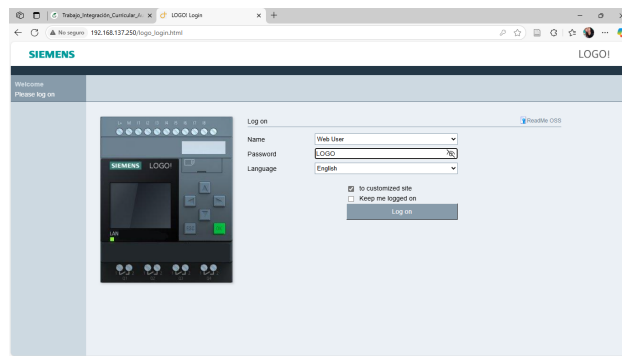


Figura 39: Inicio de sesión en laptop.  
Fuente: Autor.

Luego de haber iniciado sesión nos aparece la ventana principal de la interfaz web como se muestra en la figura 40, también se visualiza el navegador de ventanas a las que se puede acceder.



Figura 40: Ventana Principal-Servidor Web.  
Fuente: Autor.

### 3.1.3. Prueba 1: Comportamiento del sistema en condiciones de Temperatura Baja

Se ingresa a la ventana del proceso general el mismo que fue diseñado para controlar y monitorear la temperatura del horno, para iniciar el sistema se debe seleccionar el botón de marcha que se encuentra en el servidor web, en el HMI, o directamente de la marcha física I1 del módulo, una vez realizada esta acción, se debe ingresar el límite superior e inferior para definir la histéresis (veáse en la figura 41).



Figura 41: Encendido y Apagado del sistema.  
Fuente: Autor.

Como se puede visualizar en la imagen (42) se ha iniciado el sistema mediante el botón marcha y se ha configurado una ventana de histéresis de 10°C asignando como límite superior un valor de 65°C y un límite inferior de 55°C, esto quiere decir que el control funciona de la siguiente manera: El horno se activa y empieza a subir su temperatura, en el servidor web al igual que en el HMI se puede observar en la ventana del proceso general que mientras la temperatura sea baja es decir, se encuentre entre el rango de 0 a 70°C se presentará una barra de color naranja.



Figura 42: Prueba 1: Temperatura Baja.  
Fuente: Autor.

Cuando la temperatura del horno llega a 65°C o más el horno se apaga manteniendo su estado hasta alcanzar nuevamente el valor del límite inferior asignado, en este caso se toma en consideración el calor que se ha generado dentro del horno, el mismo que debe ser extraído para que de esta manera el horno alcance una temperatura igual o menor que el límite inferior y pueda encenderse nuevamente (véase en la figura 43).



Figura 43: Prueba 1: Reducción de temperatura.  
Fuente: Autor.

En la ventana de Históricos del servidor web se observa la gráfica de la señal de la temperatura en tiempo real, esta ventana también permite identificar el comportamiento del control ON-OFF con histéresis (véase en la figura 44), que fueron definidos en la ventana principal del proceso de temperatura. De la misma manera en la ventana del Histórico del HMI se pueden visualizar las mismas señales anteriormente definida, el comportamiento del control, el aumento o reducción de la temperatura (véase la figura 45).

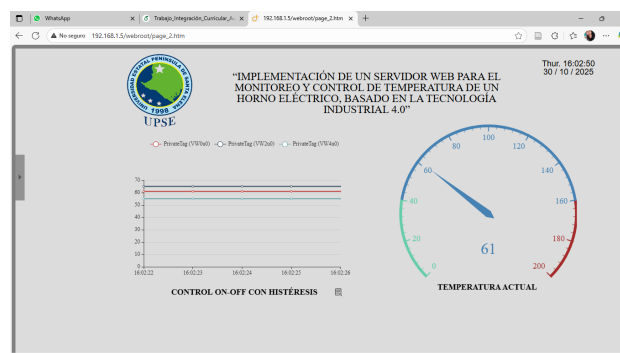


Figura 44: Prueba 1: Histórico del Servidor Web.  
Fuente: Autor.

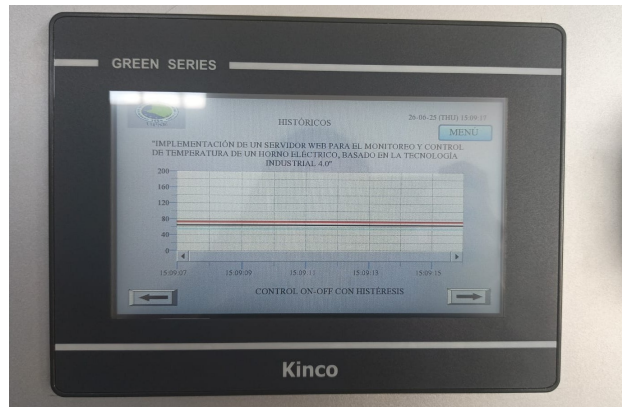


Figura 45: Prueba 1: Histórico del HMI.  
Fuente: Autor.

En la siguiente figura (46) se muestra la ventana de los Parámetros en este caso se presenta la temperatura actual, el estado del horno y el voltaje que va a depender del estado en el que se encuentre el sistema. De la misma manera en la ventana de Parámetros del HMI se muestran los mismo valores según el funcionamiento del horno, como se muestra en la figura (47).

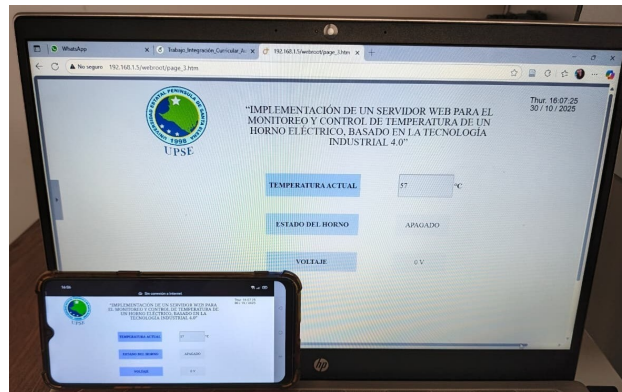


Figura 46: Prueba 1: Parámetros del Servidor Web.  
Fuente: Autor.



Figura 47: Prueba 1: Parámetros del HMI.  
Fuente: Autor.

En la ventana de Alarmas del servidor web no se mostrará ningún tipo de aviso o señalética encendida ya que estas alarmas están diseñadas y configuradas para que se presenten cuando se esta trabajando con temperaturas elevadas, cabe mencionar que en la interfaz del servidor web, no se pueden mostrar los datos guardados de las alarmas, ya que estos datos se guardan directamente en la interfaz predeterminada del LOGO, para visualizar estos datos se debe ingresar al servidor sin seleccionar la interfaz personalizada y en la sección de registros, podemos observar los datos registrados y a su vez se puede actualizar y exportar mediante un archivo excel. De la misma forma en la ventana de Alarmas del HMI se mostrará solo la lectura de la temperatura, junto con el cuadro de Alarmas pero sin ningún dato guardado ya que no se han registrados alarmas en este rango de temperatura (Veáse en la figura 48).



Figura 48: Prueba 1: Alarmas-HMI-Servidor.  
Fuente: Autor.

En la primera prueba se analizó el desempeño del sistema de control frente a escenarios de temperatura baja obteniendo como resultado, datos, señales, gráficas de los rangos establecidos. De esta manera se puede comprobar el funcionamiento del sistema, se verifica el control y monitoreo en el servidor web, accediendo mediante dispositivos conectamos a la misma red local.

#### 3.1.4. Prueba 2: Comportamiento del sistema en condiciones de Temperatura Media

Esta segunda prueba se realiza usando como límites valores que correspondan a temperatura media, en este caso como se mencionó anteriormente se debe ingresar al servidor para acceder al sistema y a su vez ubicar los límites para el control y ver el funcionamiento. Como se puede visualizar en la figura (49) se ha activado el botón marcha y se ha ubicado el valor de 120°C como límite superior y límite inferior 100°C dejando una ventana de histéresis de 20°C.

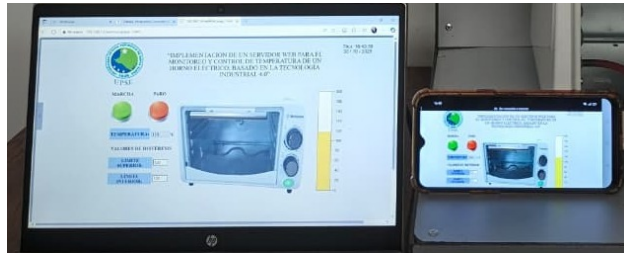


Figura 49: Prueba 2: Temperatura Media.  
Fuente: Autor.

En la ventana del proceso general o principal se puede ver (50) la barra con la lectura de la temperatura, cuando se trabaja en el rango de 110°C a 130°C la barra tomará un color amarillo representando así el aumento de la temperatura. De la misma manera ocurre en la ventana del HMI, con esto se puede corroborar que el sistema está trabajando con una temperatura media.



Figura 50: Prueba 2: Aumento de Temperatura.  
Fuente: Autor.

Mientras la temperatura del horno se mantenga por debajo del valor asignado como límite superior (130°C) el horno se mantendrá encendido, pero una vez que alcance una temperatura mayor o igual que el límite superior el horno se apaga (véase la figura 51). Las señales de este control se pueden visualizar en la ventana de los históricos del servidor web o HMI (véase la figura 52).



Figura 51: Prueba 2: Temperatura Media superior al límite.  
Fuente: Autor.

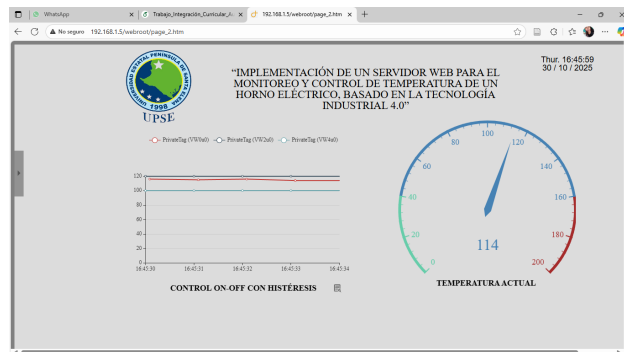


Figura 52: Prueba 2: Históricos-Servidor.  
Fuente: Autor.

Cabe resaltar que mediante el funcionamiento en que se mantenga el horno se mostrarán los parámetros ya sea en el Servidor web o HMI, si el horno esta apagado mostrará un voltaje de 0v y si el horno esta encendido mostrará un voltaje de 110v, de la misma forma se presentará en pantalla la temperatura actual (véase en la figura 53).

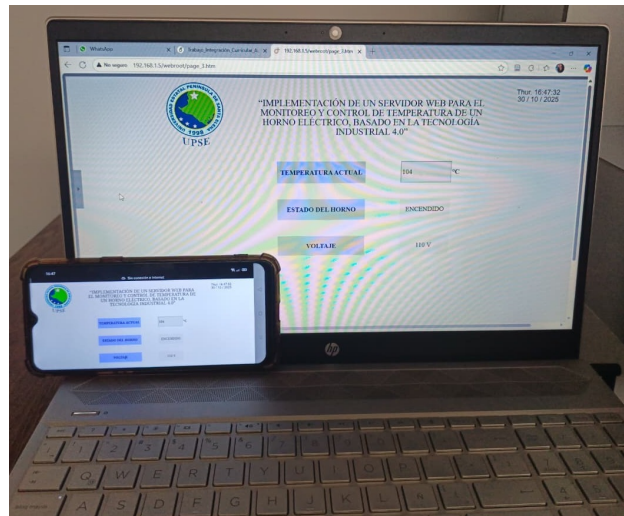


Figura 53: Prueba 2: Parámetros-Servidor.  
Fuente: Autor.

Con respecto a las ventana de alarmas, como se está tomando como referencia una temperatura media, estas señaléticas no se activarán puesto que están configuradas para que se presenten cuando se trabaja con temperaturas máximas. De la misma forma se mostrará la ventana de Alarmas en el HMI (véase en la figura 54).



Figura 54: Prueba 2: Alarmas-HMI-Servidor.  
Fuente: Autor.

### 3.1.5. Prueba 3: Comportamiento del sistema en condiciones de Temperatura Alta

Para realizar esta prueba se realiza el inicio de sesión en el servidor web y en el HMI para corroborar que los datos y el funcionamiento concuerden. Una vez realizado esto se puede ingresar y dar marcha e ingresar los límites para el funcionamiento del control de la temperatura del horno eléctrico (véase en la figura 55).



Figura 55: Prueba 3: Temperatura Alta Servidor.  
Fuente: Autor

En esta prueba se utilizarán rangos de temperatura alta, en este caso se

define un valor de 170°C como límite superior y un valor de 140°C como límite inferior, dejando así una ventana de histéresis de 30°C, cuando la temperatura ingrese al rango de 131°C hasta alcanzar su máximo valor la barra tomará un colo rojo indicando que la temperatura esta muy alta. De la misma manera se podrá visualizar en la pantalla HMI (véase en la figura 56).



Figura 56: Prueba 3: Temperatura Alta.  
Fuente: Autor.

Mediante estos valores definidos el horno se mantendrá encendido cuando se encuentre por debajo de 170°C, si la temperatura es igual o mayor a este límite, el horno se apagará, este comportamiento al igual que el valor de la temperatura actual lo podemos visualizar mediante el histórico que se encuentra en el HMI o servidor web. Para que el horno vuelva a encenderse el calor que se generó dentro de la planta debe salir para que la temperatura empiece a disminuir y pueda alcanzar el valor del límite inferior y así se vuelva a repetir el proceso de control de temperatura (véase en la figura 57).

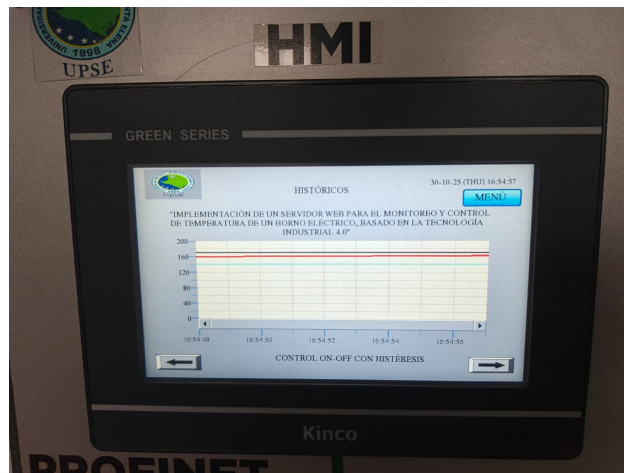


Figura 57: Prueba 3: Históricos Temperatura Alta.  
Fuente: Autor.

En la ventana de parámetros se puede visualizar la temperatura que se monitorea en tiempo real, el estado del horno y el voltaje en el que se encuentra, estos valores van a depender del control ya que si la temperatura se encuentra entre la ventana de histéresis, el horno se mantendrá apagado y por lo tanto su voltaje será 0v (véase en la figura 57). Cuando el horno se vuelva a encender su voltaje cambiará a 110v (véase en la figura 58).



Figura 58: Prueba 3: Parámetros Temperatura Alta.  
Fuente: Autor.

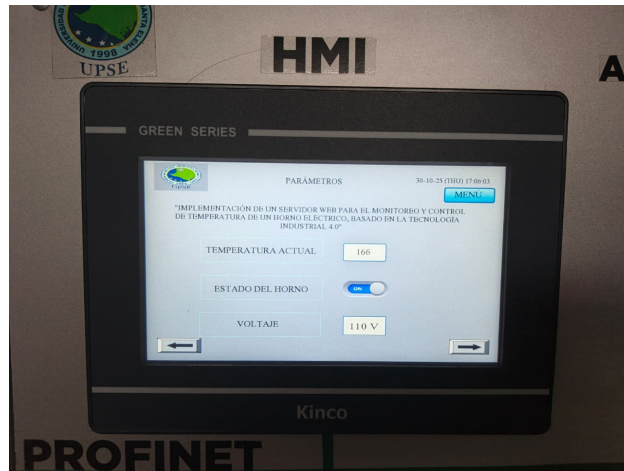


Figura 59: Prueba 3: Parámetros Temperatura Alta.  
Fuente: Autor.

En la ventana de Alarmas, como se está trabajando a temperatura alta si se presentarán las señaléticas es decir, si la temperatura se encuentre en un rango de 170 a 175°C aparecerá una alerta (señalética de color amarillo) (véase la figura 60) indicando que la temperatura está elevada y si la temperatura alcanza un valor mayor al rango de la alerta se encenderá una alarma (señalética de color rojo) indicando que la temperatura es alta y ha alcanzado un valor muy superior (véase la figura 61).

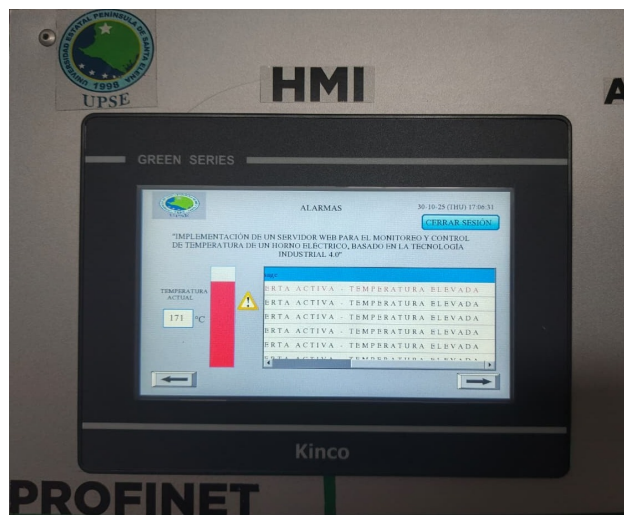


Figura 60: Prueba 3: Alerta activa-temperatura elevada.  
Fuente: Autor.



Figura 61: Prueba 3: Alarma activa-temperatura alta.  
Fuente: Autor.

Cuando se activa la alerta es decir la temperatura a alcanzado un rango de 170 a 175°C también aparece una señalética color amarillo en la ventana del proceso general tanto en el servidor web como en el HMI (véase la figura 62). De la misma manera ocurre con la alarma se activa y se presenta en la ventana principal cuando la temperatura ha alcanzado un valor aun mayor a la de la alerta (véase la figura 63). En la ventana de Alarmas del HMI se puede visualizar cuando una alerta o alarma estan activas mediante las señaléticas de color amarillo o rojo esto depende del rango en que se encuentre el valor de la temperatura, de la misma manera se visualiza el cuadro de alarmas indicando la fecha y la hora, hasta incluso un mensaje indicando cuando la alerta o la alarma esten activas, de la misma forma se indica que si la temperatura está elevada o es muy alta.



Figura 62: Prueba 3: Alerta activa-ventana principal.  
Fuente: Autor.



Figura 63: Prueba 3: Alarma activa-ventana principal.  
Fuente: Autor.

Cabe resaltar que para poder ingresar al registro de las alarmas debemos ingresar al servidor predeterminado del LOGO!, ya que halli es donde se

guarda el registro ,no se debe marcar la casilla de la interfaz personalizada (véase la figura 64), en este apartado se puede visualizar la fecha y la hora en la que se activó la alerta(M4) o la alarma(M5), de la misma forma se puede actualizar para visualizar las más recientes o se puede exportar un archivo de excel para guardar la información como documento (véase la figura 65).

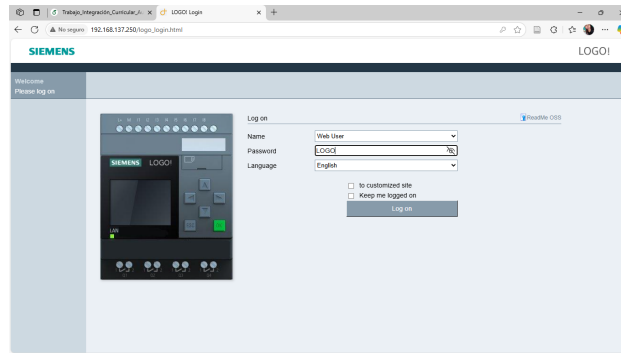


Figura 64: Prueba 3: Servidor predeterminado de LOGO!.  
Fuente: Autor.

Row No.	Time	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
3288	2025-06-26 17:29:59	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3289	2025-06-26 17:29:59	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3290	2025-06-26 17:29:59	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3291	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3292	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3293	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3294	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3295	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3296	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3297	2025-06-26 17:30:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 65: Prueba 3: Registro de alarmas.  
Fuente: Autor.

En la prueba 3 se puede verificar el funcionamiento del control ON-OFF con histéresis, de la misma forma se puede observar cuando la temperatura alcanza valores altos mostrando en el sistema señaléticas, guardando la información con fecha, hora y mensaje respecto a las actividades que se presentaron en el momento.

## 4. Conclusiones

Se estudiaron las condiciones de funcionamiento del horno eléctrico y las variables térmicas del proceso, lo que permitió identificar las necesidades técnicas y comunicación del sistema. Estas consideraciones se alinearon con los conceptos de la Industria 4.0 dando como resultado un diseño estructurado que posibilita la supervisión remota, el control automático y seguimiento continuo del proceso.

Se eligieron e incorporaron dispositivos capaces de monitorear y regular la temperatura del horno con exactitud. la selección se realizó considerando criterios de compatibilidad eléctrica, confiabilidad, rango de operación y facilidad de integración al sistema.

Se desarrolló un sistema integral, tanto a nivel físico como lógico, que integra la medición de temperatura, el control ON-OFF con histéresis, la visualización a través de una interfaz web y la capacidad de control. Durante las pruebas en condiciones reales, el sistema demostró un comportamiento estable y con rápida capacidad de respuesta ante los cambios térmicos, logrando estabilizar el proceso de temperatura en apenas 3 milisegundos.

Se implementó una interfaz web funcional a través del servidor web integrado en el sistema de control, lo que permitió supervisar y operar el proceso de forma remota. Las pruebas realizadas confirmaron el correcto desempeño del sistema, con una visualización en tiempo real, un margen de error máximo de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  y una respuesta estable. Además el servidor web actualiza los datos cada 1 milisegundo, lo que garantiza una representación precisa y actualizada del estado del proceso en todo momento.

Se logró establecer un entorno de red local confiable, donde la interfaz web fue accesible desde múltiples dispositivos, tales como computadoras, tablets y teléfonos móviles.

## 5. Recomendaciones

Incluir una memoria de respaldo, para que se permita guardar las configuraciones y datos importantes que pueden ser útiles en caso de que exista un reinicio del sistema o algún fallo.

Se recomienda la integración de equipos o sensores adicionales, incluso la expansión de salidas, con el fin de lograr realizar proyectos más avanzados o complejos.

Instalar un interruptor de emergencia cerca del sistema, que permita cortar rápidamente el control en caso de fallas.

En futuros proyectos implementar un control PID para realizar una comparativa del comportamiento del sistema ante otros parámetros y visualizar la señal de oscilación de temperatura.

Crear un manual técnico para el usuario que incluya instrucciones sobre cómo conectar, operar y mantener el sistema, así como solucionar problemas frecuentes, siendo especialmente útil si el sistema se entrega a terceros.

Se recomienda realizar pruebas con equipos que generen diferentes cargas térmicas para realizar una comparativa ante estos equipos de baja, media y altas temperaturas generadas durante un período de tiempo y validar el comportamiento del sistema manteniéndose estable.

En la lógica de control, considerar la implementación de un temporizador que limite el tiempo máximo de encendido de la salida, evitando sobrecalentamientos.

Evaluar la posibilidad de conectarse a la interfaz web desde fuera de la red local, usando internet, para permitir la supervisión del sistema de forma remota desde cualquier ubicación.

# Bibliografía

## Referencias

- [1] ALHERSEM, «Ventajas de los hornos eléctricos industriales,» 17 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://alhersem.com/blog/ventajas-de-los-hornos-electricos-industriales/>. [Consultado: 31-mayo-2023].
- [2] T. Gascó, «EconomíaSimple.net,» 11 de febrero de 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.economiasimple.net/las-grandes-revoluciones-industriales-y-su-impacto.html>. [Consultado: 15-mayo-2023].
- [3] E. Arrieta, «Expansión Economía Digital,» 8 de noviembre de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.expansion.com/economiadigital/innovacion/2017/11/08/59f8a85922601d1b458b4618.html>. [Consultado: 15-mayo-2023].
- [4] S. A. De la Cruz Guanoluisa y V. M. Jiménez Álvarez, «Implementación de Servidores Web en Plataformas Linux y Windows en el Laboratorio de Desarrollo de Software de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Período Académico 2013 – 2014,» diciembre 2014. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4758>. [Último acceso: 25 julio 2023].
- [5] F. Medina y M. Stefania, «Diseño e implementación de un sistema automático de control de temperatura de un horno industrial,» marzo 2016. [En línea]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13082>. [Último acceso: 26 julio 2023].
- [6] S. Rubiano y J. Sebastián, «Diseño de un sistema automatizado para el control y monitoreo del proceso de fabricación de hielo en la empresa MOSATEC utilizando herramientas de la industria 4.0,» 17 marzo 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9175>. [Último acceso: 25 julio 2023].
- [7] S. Web, «Servidores web - Concepto, usos y características», *Concepto*, [En línea]. Disponible en: <https://concepto.de/servidor-web/>. [Último acceso: 28 junio 2023].

- [8] M. Coppola, «Hubspot.es,» Que es un servidor web, para que sirve, como funciona y ejemplos, 01 Agosto 2022. [En línea]. Disponible: <https://blog.hubspot.es/website/que-es-servidor-web#:~:text=5%20caracter%C3%ADsticas%20de%20un%20servidor%20web%201%201.,de%20informaci%C3%B3n%20...%205%205.%20Alta%20capacidad%20.> [Último acceso: 18 julio 2023].
- [9] Invercorp Perú, *¿Qué es y para qué sirve un horno industrial?*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.invercorp-peru.com/que-es-y-para-que-sirve-un-horno-industrial/> [Accedido: 16-jun-2025].
- [10] «Ecured.cu,» Horno eléctrico, 06 junio 2023. [En línea]. Disponible: [https://www.ecured.cu/Horno\\_el%C3%A9ctrico](https://www.ecured.cu/Horno_el%C3%A9ctrico). [Último acceso: 06 junio 2023].
- [11] S. de la Casa, «HomeServe,» ¿Cómo funciona un horno eléctrico?, 08 agosto 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.homeserve.es/blog/2022/08/08/como-funciona-horno-electrico>. [Último acceso: 19 julio 2023].
- [12] «Significados,» Temperatura, 26 agosto 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.significados.com/temperatura/>. [Último acceso: 28 junio 2023].
- [13] «1Library.co,» Control On/Off con histeresis, 31 mayo 2023. [En línea]. Disponible: <https://1library.co/article/control-on-off-con-hist%C3%A9resis-m%C3%A9todo-de-control-qmj7319q>. [Último acceso: 18 julio 2023].
- [14] «Sistemas de control: Definición, tipos y función,» 03 enero 2020. [En línea]. Disponible: <https://siaguanta.com/c-tecnologia/sistemas-de-control/>. [Último acceso: 19 julio 2023].
- [15] I. Mecafenix, «Que es y para que sirve un PLC,» Ingeniería Mecafenix, 16 enero 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/plc/que-es-un-plc/>. [Último acceso: 18 julio 2023].
- [16] Soluciones de Adquisición de Datos, «¿Qué es un sensor y qué hace?», 01 julio 2023. [En línea]. Disponible: <https://dewesoft.com/es/blog/que-es-un-sensor>. [Último acceso: 18 julio 2023].

- [17] Ibm.com, «¿Qué es la tecnología móvil?», [En línea]. Disponible: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/mobile-technology>. [Último acceso: 01 agosto 2023].
- [18] D. Hwang, «Red de área local o LAN», ComputerWeekly.es, 23 abril 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-de-area-local-o-LAN>. [Último acceso: 28 junio 2023].
- [19] Significado de Interfaz, «Interfaz», 31 agosto 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.significados.com/interfaz/>. [Último acceso: 28 junio 2023].ew
- [20] Conectrol, “Fuente Carril DIN 24VDC 2.5A 60W DISPLAY QYR blanco”, [En línea]. Disponible en: <https://conectrol.com/producto/fuente-carril-din-24vdc-2-5a-60w-display-qyr-60-blanco/>. [Accedido: 18-abr-2025].
- [21] Indumatic Ecuador, “LOGO! Siemens – Módulo Lógico”. [En línea]. Disponible en: <https://indumatic.com.ec/logo-siemens/>. [Accedido: 18-abr-2025].
- [22] MTLAB, “Transmisor de temperatura de 4-20mA para PT100, 24V”, Mtlab.pe. [En línea]. Disponible en: [https://mtlab.pe/producto/transmisor\\_temperatura\\_4-20ma/](https://mtlab.pe/producto/transmisor_temperatura_4-20ma/). [Consultado: 28-abr-2025].
- [23] Omega Engineering. *¿Qué es una Pt100 y cómo funciona?*. Recuperado el 28 de abril de 2025, de <https://es.omega.com/prodinfo/pt100.html>
- [24] Hornos Económicos. *¿Cuáles son las características principales de un horno eléctrico y cómo funciona?*. Recuperado el 28 de abril de 2025, de <https://hornoseconomicos.com/cuales-son-las-caracteristicas-principales-de-un-horno-electrico-y-como-func>
- [25] Vistronica. *Relé de Estado Sólido SSR-25DA 24-380 -VAC 25-A*. Recuperado el 28 de abril de 2025, de <https://www.vistronica.com/potencia/rele-estado-solido-24-380vac-25a-ssr-25da-detail.html>
- [26] SICMA21, “¿Qué es un HMI y cómo funciona?”, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>. [Accedido: 21 de mayo de 2025].
- [27] A. Rodríguez, “¿Qué es un Switch de Red y cómo funciona?”, Instaladores de Telecom Hoy, 24 de febrero de 2023. [En

- línea]. Disponible en: <https://www.instaladoresdetelecomhoy.com/que-es-un-switch-de-red-y-como-funciona/>. [Accedido: 21 de mayo de 2025].
- [28] Área Tecnología, “Cables Eléctricos y Tipos Cables Conductores”, [En línea]. Disponible en: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-conductores.html>. [Accedido: 21 de mayo de 2025].
- [29] Electronica.guru. *¿Qué es LOGO! Soft y para qué sirve?*. Recuperado el 28 de abril de 2025, de <https://electronica.guru/app01/12654/que-es-logo-soft-y-para-que-sirve>
- [30] M. Multimedia, *¿Qué es LOGO Web Editor y cómo funciona?*, Medium Multimedia, [En línea]. Disponible en: <https://www.mediummultimedia.com/disenio/que-es-logo-web-editor-y-como-funciona/>. [Accedido: 21-may-2025].
- [31] Kinco Electric (Shenzhen) Ltd., Kinco DTools HMI Software, [En línea]. Disponible en: <https://en.kinco.cn/download/dsoft.html>. [Accedido: 26-may-2025].

## Anexos

### Anexo 1: Programación y configuración en el Software LOGO! Soft Comfort

#### Configuración entrada analógica

La Lógica del control del horno fue programada en el software LOGO! Soft Comfort utilizando un esquema en KOP (diagrama de contactos), se utilizó una entrada analógica para captar la señal de temperatura del sensor PT100, esta entrada AI1 representa la entrada I7 del PLC, es conectada al amplificador que está configurado para convertir la señal de 0 a 10V ya que es un estándar con esta configuración se consigue un valor normalizado. Para obtener un valor escalado se pasa los valores de lectura del PLC a valores del rango del sensor, para esto se utiliza un bloque de instrucción aritmética con la siguiente configuración, en la primera referencia se ubica el amplificador usado anteriormente, en la segunda referencia se ubica el desplazamiento que en este caso es 0, en la tercera referencia se ubica el rango máximo de la temperatura 200 , y la última referencia es el valor máximo normalizado 1000 (veáse en la figura 66). Se ubica un contacto abierto del amplificador y una salida analógica para que el programa no envíe mensaje de error.

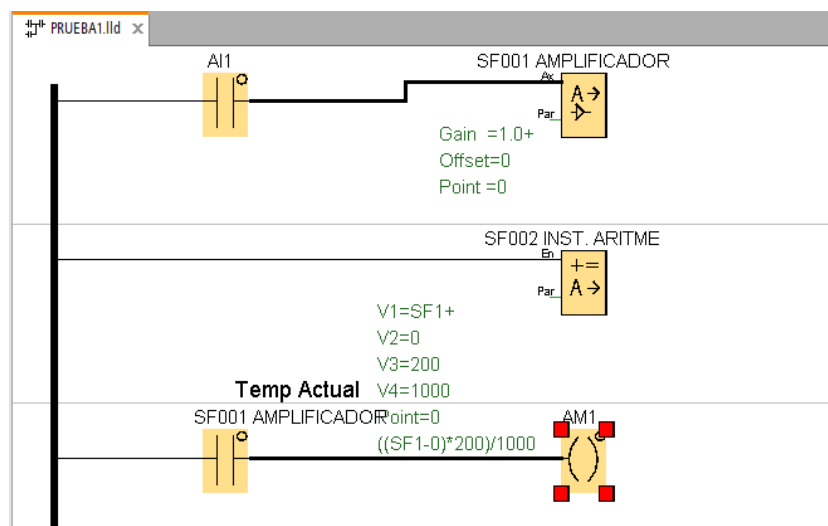


Figura 66: Configuración entrada analógica.

Fuente: Autor.

## Bloques de control

Se selecciona un contacto abierto para el bloque de la función aritmética y conectamos con un conmutador analógico de valor umbral donde se configura el valor ON y OFF del control, en este caso se ha utilizado un valor ON de 200 y el valor OFF de 0, estos valores permiten que los límites de la histéresis sean editable. Se conecta dos compadores analógicos, se configura mediante el valor ON de 170 y valor OFF 175 asignado con el nombre alerta, para la alarma se configura mediante el valor ON de 175 y valor OFF 200. Para poder ver el funcionamiento de estos bloques debemos activarlos mediante contactos, y conectarlos a una salida ya sea una marca o bobina, para el registro de datos de la activación de estas salidas se debe conectar contactos abiertos de las bobinas y conectarlos en paralelo al bloque de registro de datos, estos datos se guardarán en el servidor web y posterior pueden ser visualizadas en la pagina web, exportadas y vistas en excel (veáse en la figura 67).

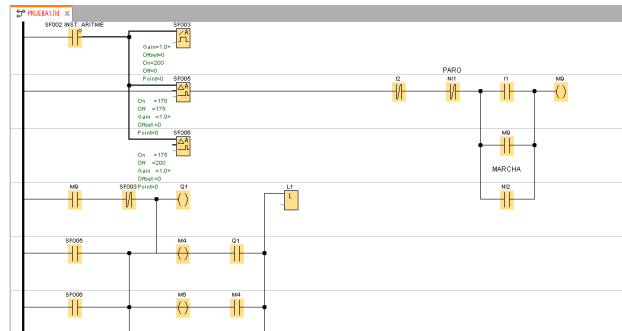


Figura 67: Bloques de control.

Fuente: Autor.

## Configuración texto de alarmas

En el bloque texto de aviso se configura las variables que deseen que se muestre en la pantalla del PLC LOGO! o en la página web. Como se observa en la figura 68, se mostrará el valor de la temperatura actual y una barra para mostrar dicha temperatura, el estado del horno, alarma y alerta, fecha y hora.

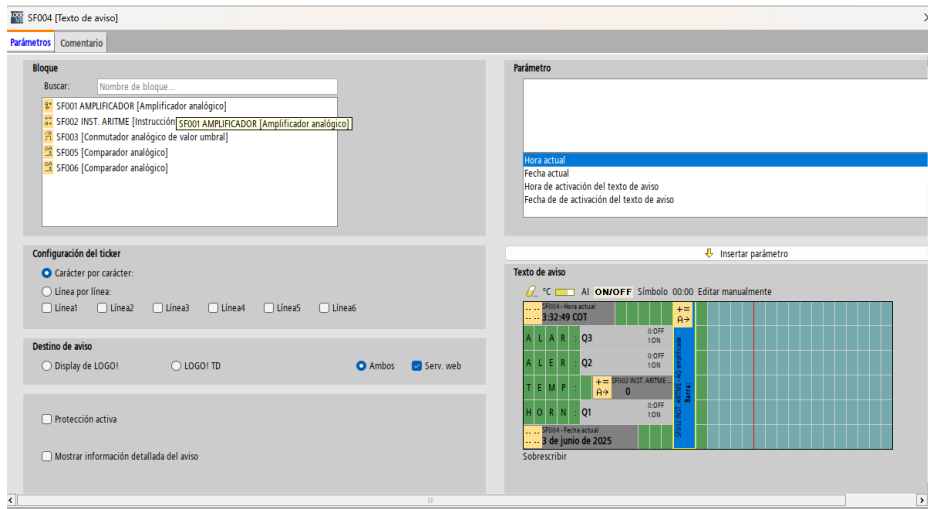


Figura 68: Configuración texto de aviso.  
Fuente: Autor.

Para poder activar la pantalla se debe conectar un contacto normamente abierto del texto de aviso conectado a una marca para que el programa no genere un error y se pueda subir el programa al PLC LOGO! correctamente (veáse en la figura 69).

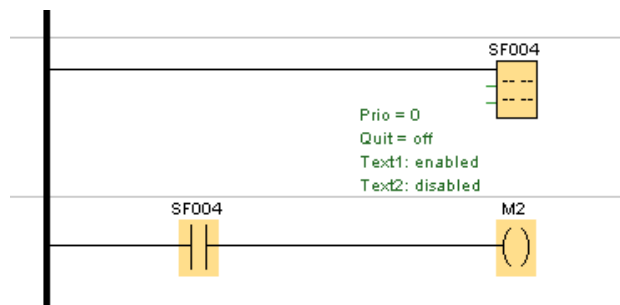


Figura 69: Configuración texto de alarmas.  
Fuente: Autor.

## Anexo 2: Configuración y Carga del programa al PLC LOGO!

Para poder observar el funcionamiento del código, se puede seleccionar la tecla de simulación que se encuentra en el apartado de la vista general (veáse en la figura 70). El botón de simulación tiene como referencia unos bloques de diagramas conectados entre si y la palabra SIM.



Figura 70: Vista general.  
Fuente: Autor.

Para cargar el programa al PLC LOGO! directamente se debe presionar el botón que se encuentra en la vista general de la barra de herramientas estándar, llamada PLC-LOGO se identifica por tener un PLC con una flecha hacia abajo (véase en la figura 71).

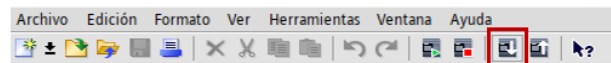


Figura 71: Barra de herramientas.  
Fuente: Autor.

## Configuración y Carga al PLC LOGO! mediante Ethernet

Nos aparecerá una pantalla con nombre Interfaz, podemos cargar el programa mediante la conexión de un cable ethernet conectado desde una laptop hacia el PLC, en la parte superior debemos seleccionar conectar mediante Ethernet y del otro lado seleccionar Realtek PCIe GbE Family Controller, la IP del logo la encontramos en la parte posterior en este caso es 192.168.0.3 con su máscara de subred y pasarela, la seleccionamos y probamos la conexión. Así nuestro programa se carga directamente al LOGO! y podremos visualizar en la pantalla lo que se configuró en el texto de aviso, el control y el estado de las salidas (véase en la figura 72).

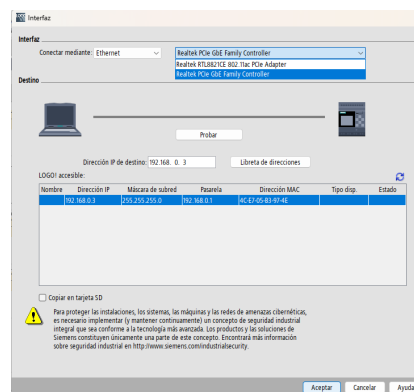


Figura 72: Configuración mediante Ethernet.  
Fuente: Autor.

De la misma forma se puede ingresar mediante la IP del LOGO! a la página web para visualizar lo que se ha programado. Pero antes de ingresar se debe configurar el texto de aviso, en el apartado destino de aviso se debe seleccionar Ambos para que se muestre en la pantalla del Logo! y en el servidor web (veáse en la figura **73**).



Figura 73: Configuración Ethernet para servidor web.  
Fuente: Autor.

### Configuración y Carga al PLC LOGO! mediante Wifi

Como se indicó anteriormente el logo se conecta a una conexión de red LAN, por lo tanto la IP del LOGO! la obtendremos desde el símbolo del sistema de windows que es 192.168.137.12 para el PLC en este caso será 192.168.137.250 ya que se encuentra en el mismo rango. Para cargar el programa la laptop debe estar conectada a la misma red Wifi. En la ventana de Interfaz solo se debe agregar la IP fija que nos mostró el símbolo del sistema (veáse en la figura **74**).

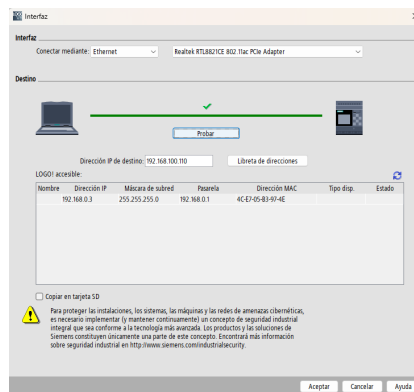


Figura 74: Configuración mediante Wifi.  
Fuente: Autor.

De la misma manera se debe configurar el texto de aviso dirigiendose a Archivos se debe seleccionar Configuración online y seleccionar Ajuste de control de acceso, en esta ventana se debera ingresar la IP fija y se debe habilitar o permitir Acceso de servidor web se debe configurar una contraseña para poder ingresar a la página web (veáse en la figura 75).

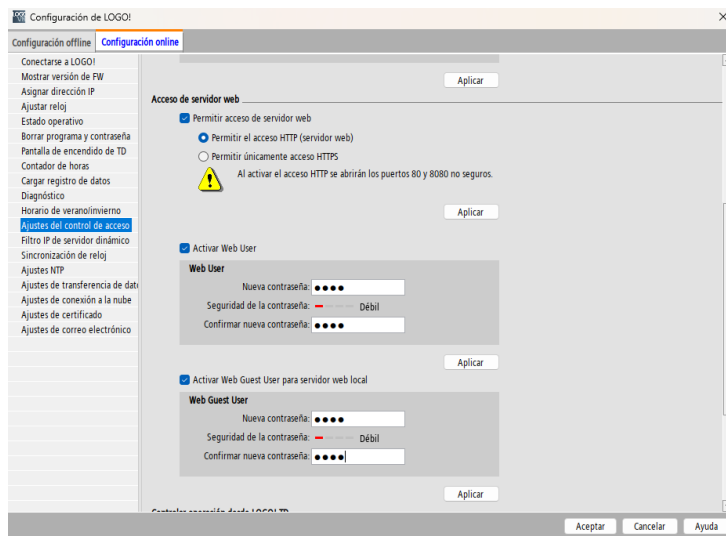


Figura 75: Configuración de acceso al servidor web.

Fuente: Autor.

Una vez realizada la configuración se debe ingresar a la página web con la nueva IP fija, y mediante esta IP podemos ingresar desde cualquier dispositivo móvil que se encuentre conectado a la red (veáse en la figura 76).

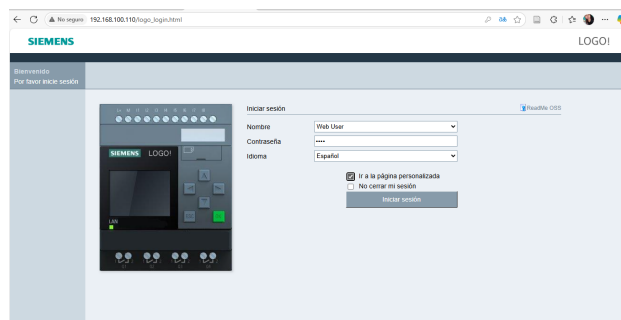


Figura 76: Configuración Wifi para servidor web.

Fuente: Autor.

### Anexo 3: Diseño de Intefaz gráfica personalizada en el software Web Editor

Para crear la intefaz gráfica intuitiva en el software web editor se debe seleccionar File y seleccionar nuevo proyecto, se abrirá una pantalla donde se debe configurar el tamaño de la pantalla que se visualizará en la pagina web (veáse en la figura [77](#)).

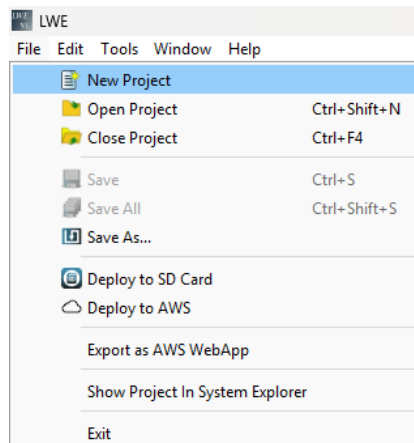


Figura 77: Nuevo proyecto en Web Editor.  
Fuente: Autor.

En el apartado de Projects podemos visualizar el nombre del nuevo proyecto, una sección de Pages y dentro de está sección se encontrará Home page que viene siendo la página principal de está intefaz, para crear más páginas en el Web Editor se debe seleccionar Pages y dar click en New Page, este software permite crear hasta 10 páginas y editarlas de manera personalizada.

Para la interfaz de este proyecto se crearán 5 páginas más, con los siguientes nombres, Proceso general, Históricos, Parámetros, Alarmas, el Home Page que viene por defecto, también se puede visualizar un apartado de Navigator, que es un navegador de páginas donde se puede cambiar de una página a otra facilmente.

Debajo de la ventana Projects encontramos los componentes accesibles para crear la interfaz como, agregar imagen, agregar texto, botones, escala, hora y fecha entre otros (veáse en la figura [78](#)).

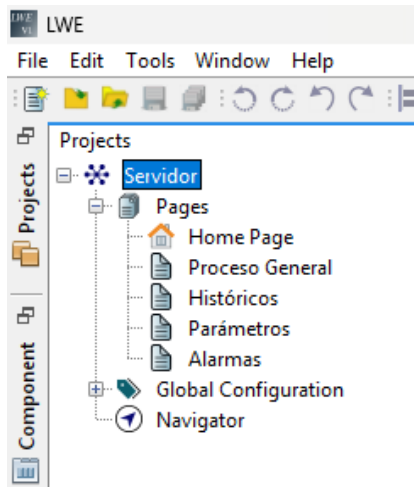


Figura 78: Ventanas de Web editor.  
Fuente: Autor.

La manera más sencilla de trabajar en Web editor es arrastrando el componente hacia la página, posterior a ello se debe realizar la configuración respectiva para su debido funcionamiento, este panel se conoce como Properties donde podemos agregar la variable, editar el color del componente, cambiar tamaño entre más opciones (véase en la figura [79](#)).

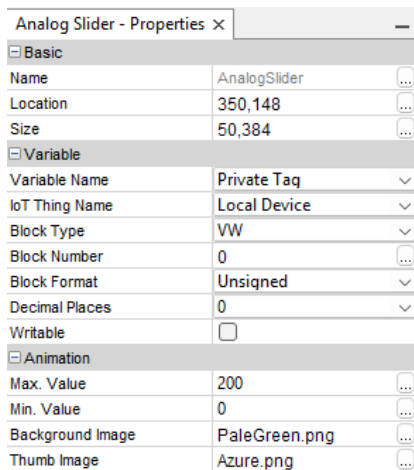


Figura 79: Ventanas de Propiedades.  
Fuente: Autor.

## Diseño de la ventana principal Home Page

Esta página tendrá una dimensión de 1440 de ancho y 900 de alto, el color del fondo es gris claro, en el centro agregaremos un cuadro de texto donde ubicaremos el tema del proyecto, agregaremos una imagen en el centro y en las propiedades se debe seleccionar la imagen referente al proceso de temperatura, también insertaremos un botón LOGO! Clock que nos permitirá observar la fecha y hora, y se agregará una imagen del logo UPSE (véase en la figura 80).



Figura 80: Ventada de Home Page.

Fuente: Autor.

## Diseño de la ventana de proceso general

En esta segunda página tendrá una dimensión de 1440 píxeles de ancho y 900 de alto aproximadamente, el color del fondo es gris claro, en el centro agregaremos un cuadro de texto donde aparecerá el título del proyecto, se insertará en el centro una imagen del horno, agregaremos un led en la parte baja del horno este led tendrá como variable la salida Q1 que dependerá del control ON-OFF con histerésis para su encendido y apagado, se insertará un slider o barra junto a un tiempo de escala, ambos componentes será configurados con VW0 que representa la instrucción aritmética amplificada que es nuestra temperatura actual (véase en la figura 81).



Figura 81: Ventana de Proceso General.  
Fuente Autor.

Se agrega un analog bar que está configurado con la variable de la temperatura actual, se agregan diferentes rangos y colores para identificar en encendido del horno (Q1), alerta (M4) y alarma (M5), cuando se activen esas salidas se simulará mediante un switch button reflejando la salida activa en ese instante. Se inserta un LOGO! Clock que reflejará la fecha y hora, y el logo de la UPSE (véase en la figura 82).



Figura 82: Rangos y colores del Analog Bar.  
Fuente: Autor.

## Diseño de la ventana de históricos

En esta tercera página contará un tamaño aproximado de 1440 de ancho y 900 de alto, con un fondo de color gris claro, en el centro mostrará el tema del proyecto, se insertará un Trend View y un Rainbow que se configuran con la temperatura actual VW0, estas dos gráficos mostrarán la señal y el valor de la temperatura en tiempo real. También se muestra el logo de la UPSE, la fecha y hora mediante el LOGO! Clock (veáse en la figura 83).

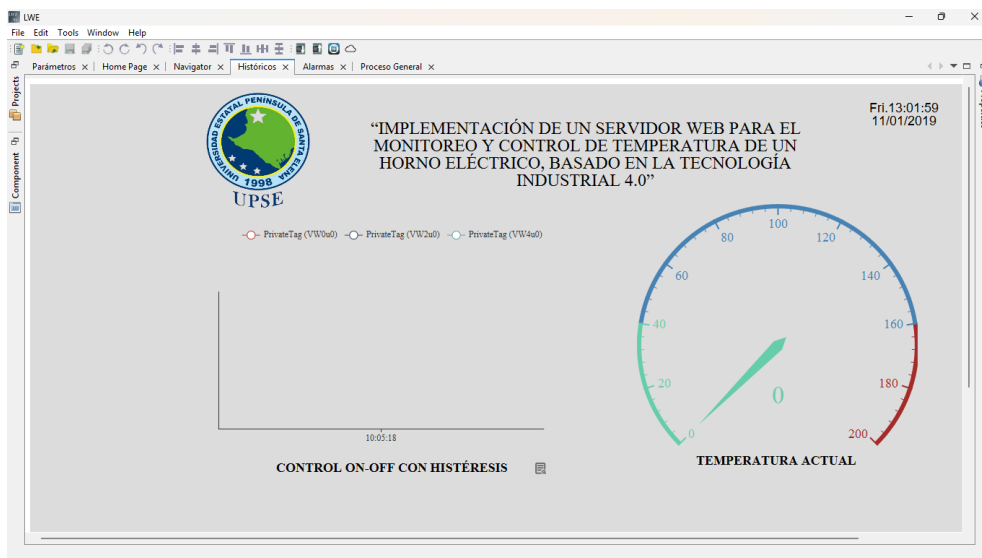


Figura 83: Ventana de Históricos.  
Fuente: Autor.

## Diseño de la ventana de parámetros

En esta página se configura el estado del horno mediante la salida Q1, cuando esta salida se active mostrará en pantalla que el horno esta encendido, si no está activa se mostrará como estado apagado. En esta pantalla también se muestra la temperatura actual del horno y el voltaje de 110v con que trabaja. En esta cuarta pantalla se establecerá una resolución aproximada de 1440 píxeles de ancho y 900 de alto, utilizando un tono gris claro como fondo, en el área central se incorporará un cuadro de texto que contendrá donde el título del proyecto, se visualizará la fecha y hora, al igual que el logo institucional de la UPSE (veáse en la figura 84).

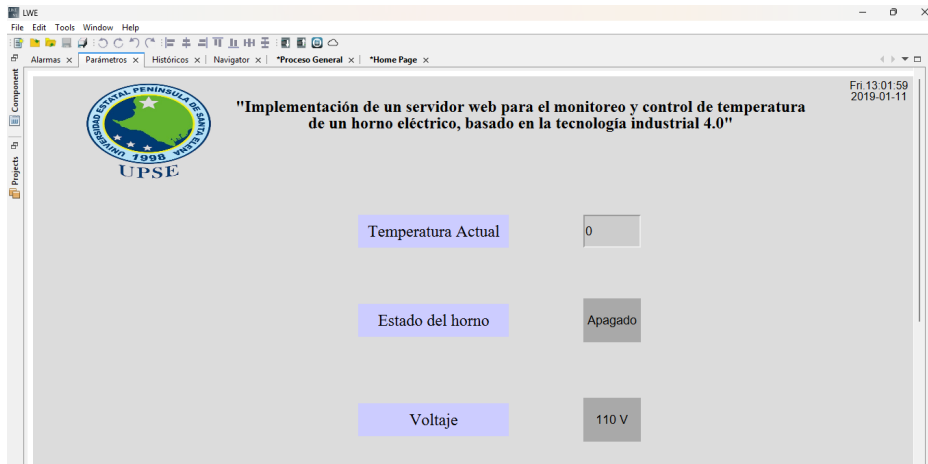


Figura 84: Ventana de Parámetros.  
Fuente: Autor.

### Diseño de la ventana de alarmas

En esta última pantalla las dimensiones son 900 píxeles de alto y 1440 de ancho, con un fondo de color gris claro, está pantalla mostrará un cuadro con la simulación de la alarma y alerta definidas como Q2 Y Q3, estas dependerán del valor de la temperatura actual que se visualizará a un lado de la pantalla mediante un slider. En el centro de la pantalla se mostrará el título del proyecto, se inserta un LOGO! Clock para poder visualizar la fecha y hora al igual que el logo de la UPSE (véase en la figura 85).

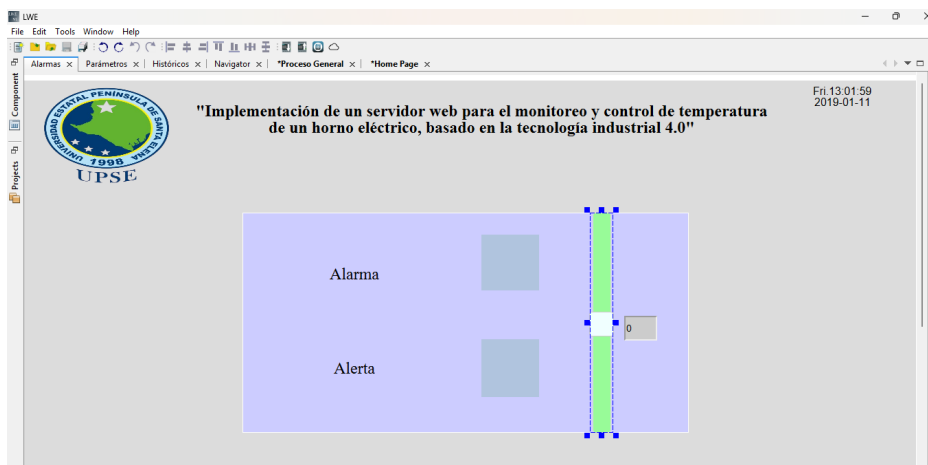


Figura 85: Ventana de Alarmas.  
Fuente: Autor.

## Diseño del Navegador de ventanas

Para realizar este navegador de páginas se seleccionó el panel navegador y se insertó cada una de las páginas creadas, esta pequeña pantalla llamada navegador aparecerá a un costado de la página web. En el panel de propiedades se puede cambiar el color y el tipo de letra (véase en la figura 86).

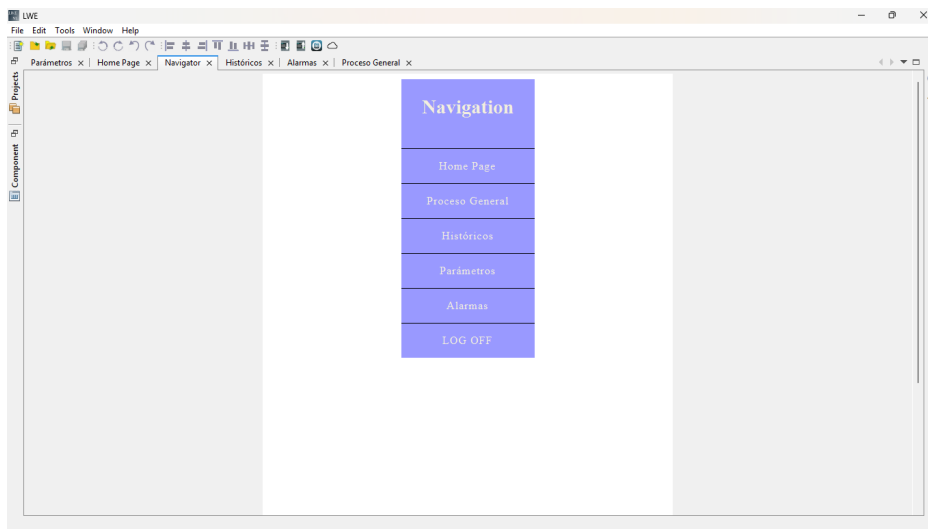


Figura 86: Navegador de ventanas.  
Fuente: Autor.

## Anexo 4: Diseño de la interfaz para el HMI Kinco GL070E

Para realizar el diseño de la interfaz se ha usado el software Kinco Dtools en su versión 4.5 que viene siendo una de las actualizaciones más recientes, esta versión viene con muchas más herramientas y funciones, que pueden utilizarse de diferentes maneras para la personalización de la interfaz. Para el diseño se tomó en cuenta la primera interfaz realizada en el software Web Editor ya que se tratan de las mismas variables, de esta manera se prioriza la visualización clara e intuitiva para el usuario.

Para empezar a diseñar la interfaz debemos crear un nuevo proyecto en la pestaña de File, seguido a esto se debe realizar la configuración donde se selecciona la serie y el modelo del HMI que se va a utilizar (véase en la figura 87).





una imagen referente al tema, y dos botones que previamente fueron configurados. El primer botón es Login, dentro de este botón tenemos asignado la pantalla 9 que viene por defecto, se realizaron los cambios respectivos como la configuración del usuario y contraseña, en este caso el usuario fue definido como (LOGO) y para la contraseña solo es permitido usar números por lo tanto (12345) fue la seleccionada, cabe resaltar que mientras no se inicie sesión no se podrá acceder a la pantalla del Menú (véase en la figura 91).

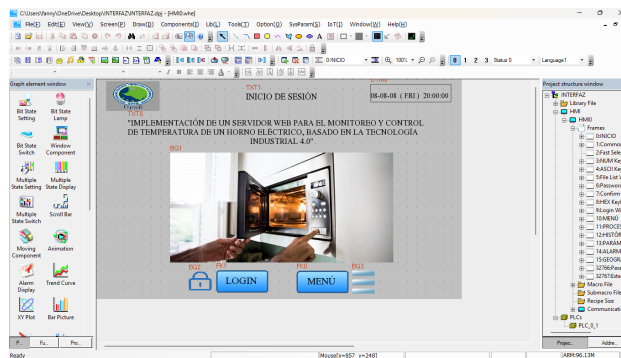


Figura 91: Diseño de la ventana Inicio de Sesión.  
Fuente: Autor.

### Diseño de la ventana de menú

En el Menú se van a alojar las pantallas como Proceso General, Históricos, Parámetros, Alarmas. Cada una de estas pantallas mantienen una imagen representativa y a su vez un botón el cual esta configurado para su ingreso, visualización del proceso y de las variables asignadas en cada elemento seleccionado (véase en la figura 92).

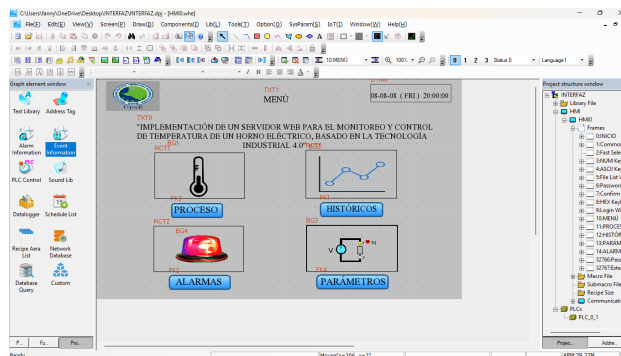


Figura 92: Diseño de la ventana de menú.  
Fuente: Autor.

## Diseño de la ventana de proceso general

En la siguiente pantalla se muestra el proceso y control de la temperatura del horno eléctrico, mediante una luz led se identifica cuando el horno esta encendido o apagado, de la misma manera se ha configurado una barra donde se mostrará la reducción o aumento de la temperatura y el valor real que se esta generando en este instante, En esta pantalla también se ha asignado un botón de Marcha y Paro que sirven para incializar o detener el proceso, en la parte inferior se configuró dos botones para ingresar o regresar a la pantalla siguiente o anterior, y un botón llamdo Menú para regresar donde se encuentran todas las pantallas disponibles (veáse en la figura 93).

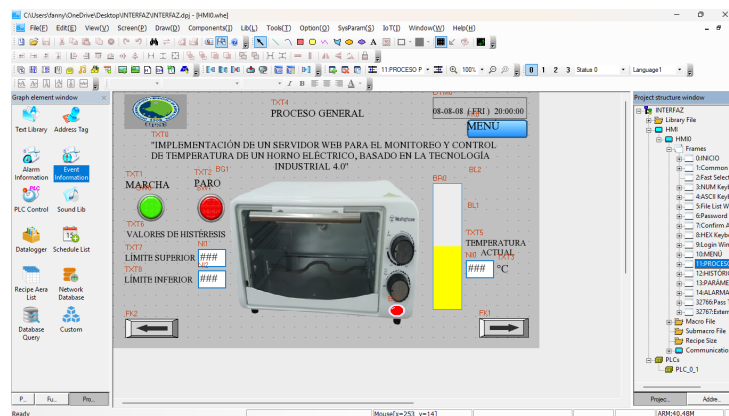


Figura 93: Diseño de la ventana proceso general.

Fuente: Autor.

## Diseño de la ventana de históricos

En esta pantalla se muestra el comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo, cabe resaltar que la variable que se toma en consideración para lograr esta tendecia es la temperatura actual. En el gráfico se podrá observar el crecimiento o decrecimiento de la temperatura, de la misma manera contará con los botones para ingresar o retroceder a la próxima o anterior pantalla (veáse en la figura 94).

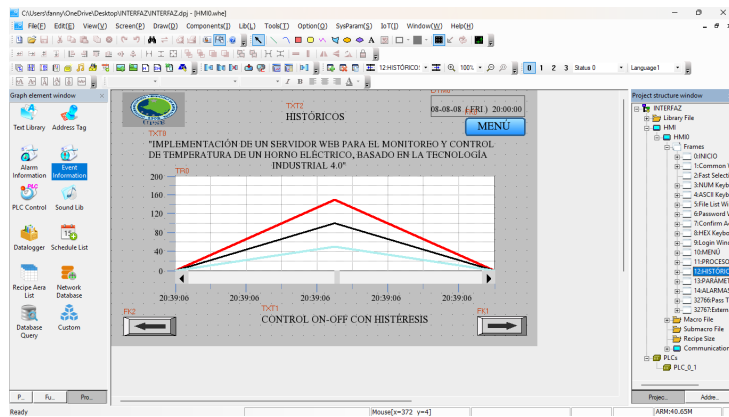


Figura 94: Diseño de la ventana de históricos.

Fuente: Autor.

### Diseño de la ventana de parámetros

En la siguiente pantalla se muestra el Logo de la universidad, la hora y fecha, el tema del proyecto, y los datos más relevantes del proceso como, la temperatura actual, el estado en el que se encuentra el horno eléctrico, y el voltaje que se genera dependiendo del estado del horno. Del mismo método se asignó y configuró los botones para seguir o retroceder de pantalla al igual que el menú de opciones (veáse en la figura 95).

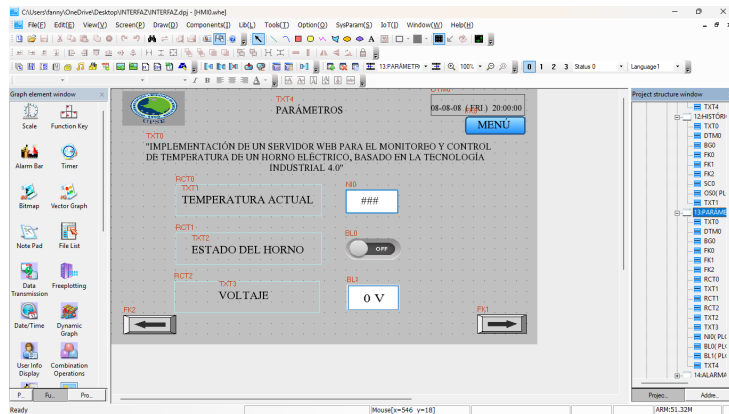


Figura 95: Diseño de la ventana de parámetros.

Fuente: Autor.

### Diseño de la ventana de alarmas

En la pantalla denominada Alarmas se muestra el valor de la temperatura actual ya que mediante el control se configura un valor máximo que debe

alcanzar, si este valor sobrepasa el límite mostrará un símbolo de alerta cerca de la barra donde se muestra el valor de la temperatura, y si este valor sigue incrementando a pesar de que el horno está apagado mostrará un ícono de alarma, en la parte central mostrará, como alerta y alarma los datos de sus variables representativas, en la parte de evento presentará un cuadro con la fecha, hora, número y mensaje, cuando estas esten activas generando un pequeño historial (véase en la figura 96).

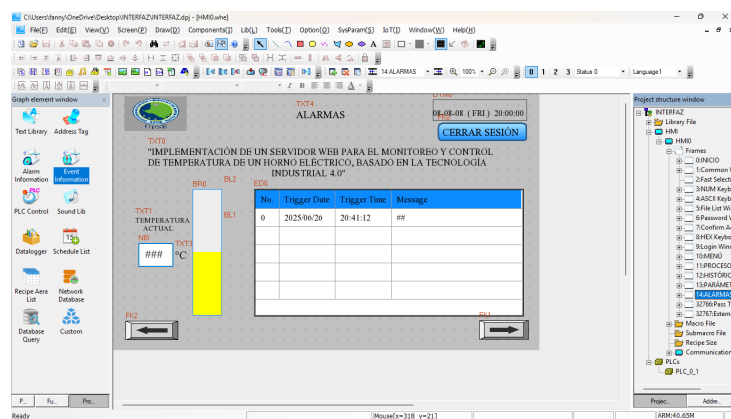


Figura 96: Diseño de la ventana de alarmas.

Fuente: Autor.



# Trabajo\_Integración\_Curricular\_Auto\_\_Fanny\_Final\_(3)\_removed



<b>Nombre del documento:</b> Trabajo_Integración_Curricular_Auto__Fanny_Final_(3)_removed.pdf <b>ID del documento:</b> 9d52d2b3eec5f6f140b88d805ec2f56a96cde858 <b>Tamaño del documento original:</b> 45,96 MB	<b>Depositante:</b> FRANKLIN CESAR RAMIREZ BAQUERIZO <b>Fecha de depósito:</b> 14/11/2025 <b>Tipo de carga:</b> interface <b>fecha de fin de análisis:</b> 14/11/2025	<b>Número de palabras:</b> 12.978 <b>Número de caracteres:</b> 82.921
--	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-de-area-local-o-LAN">www.computerweekly.com</a>   ¿Qué es Red de área local o LAN? - Definición en C... https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-de-area-local-o-LAN	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (56 palabras)

## Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Objetivos.docx</b>   OBJETIVOS DE LA PROPUESTA TECNOLOGICA(618282)... #2ac62b Viene de de mi grupo	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)