

**Informe final de pasantía Cocheros SAS Automatización de Horno Pizzero y Sistema de
Telemetría para Caldera Industrial**

Angelo Stiven Cuervo Beltrán

Asesor

Miguel Eduardo Ordoñez Mosquera

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería (ECBTI)

Ingeniería Electrónica

2025

Agradecimientos

Agradezco de manera especial a mi familia y amigos por brindarme la fuerza y la confianza necesarias para culminar con éxito esta etapa académica.

Expreso mi profunda gratitud a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, a sus docentes y en particular a mi asesor, el ingeniero Miguel Eduardo Ordoñez Mosquera, por su orientación, compromiso y acompañamiento durante el desarrollo de esta pasantía.

Extiendo mi agradecimiento a la empresa Cocheros SAS por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos en un entorno profesional real, así como por su apoyo logístico y humano durante el desarrollo de los proyectos.

A las personas que directa o indirectamente me apoyaron, gracias por su amor, confianza incondicional y apoyo constante, sin los cuales este logro no habría sido posible.

Resumen

Este informe presenta los resultados obtenidos durante el desarrollo de la pasantía realizada en la empresa Cocheros SAS, en la cual se ejecutaron dos proyectos independientes pero complementarios en el ámbito de la automatización y monitoreo industrial. El primero consistió en el diseño y ensamblaje de un sistema eléctrico automatizado para un horno pizzero a gas, el cual permite regular de forma precisa la temperatura y el tiempo de cocción, además de integrar un sistema de señalización audiovisual innovador. El segundo proyecto fue la implementación de un sistema de telemetría para una caldera industrial, basado en la plataforma ESP32 y sensores de voltaje ZMPT101B, con integración a la nube mediante la aplicación Blynk para monitoreo remoto en tiempo real. Ambos proyectos representan avances significativos en eficiencia, seguridad y control operativo dentro de la empresa.

Palabras clave: Automatización, Horno Pizzero, Sistema de Gas, Control e Temperatura, Telemetría, Iot, ESP32, Blynk, Sensores De Voltaje.

Abstract

This report presents the outcomes of an internship carried out at Cocheros SAS, where two engineering projects were developed in the fields of industrial automation and remote monitoring. The first project focused on the design, construction, and commissioning of an automated electrical system for a pizza oven, enabling precise control of temperature and cooking time. It also includes an audiovisual signaling system inspired by train sounds to indicate the end of the cooking cycle.

The second project involved the development and implementation of a telemetry system for an industrial boiler. This system utilizes an ESP32 microcontroller, ZMPT101B voltage sensors, and the Blynk IoT platform to monitor the boiler's alarm states in real time via a mobile device. The solution improved fault response time, preventive maintenance, and operational safety.

Both projects demonstrate the practical application of industrial electronics, automation, embedded programming, and IoT technologies, and offer scalable solutions that can be replicated in other industrial environments.

Keywords: automation, pizza oven, gas system, temperature control, telemetry, IoT, ESP32, Blynk, voltage sensors

Tabla de Contenido

Introducción	10
Justificación.....	11
Objetivos	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Proyecto 1 – Horno Pizzero	13
Proyecto 2 – Sistema de Telemetría.....	13
Proyecto 1 – Sistema Eléctrico Automatizado para Horno Pizzero.....	14
Descripción general del proyecto.....	14
Diseño del sistema.....	15
Componentes del tablero eléctrico	18
Construcción, ensamblaje y cableado del tablero eléctrico.....	27
Sistema de circulación de gas.....	34
Proyecto 2 – Sistema de Telemetría para Caldera Industrial	35
Descripción general del proyecto.....	35
Componentes electrónicos utilizados	36
Diseño del sistema de telemetría.....	39
Herramientas de software utilizadas.....	40
5.5 Montaje físico e integración con la caldera.....	43
Resultados	45
Resultados del Proyecto 1 – Horno Pizzero Automatizado.....	45
Resultados del Proyecto 2 – Sistema de Telemetría para Caldera	52

Comparación y Aplicación de Tecnologías.....	54
Evaluación de riesgos operativos y su mitigación.....	56
Propuestas de mejora y escalabilidad.....	59
Conclusiones	62
Referencias Bibliográficas.....	64
Apéndices	66

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Chasis y Horno Terminado Cocheros SAS</i>	14
Figura 2 <i>Diseño del Sistema en CADE SIMU</i>	15
Figura 3 <i>Funcionamiento del Controlador Full Gauge</i>	16
Figura 4 <i>Funcionamiento del Módulo Honeywell</i>	17
Figura 5 <i>Funcionamiento del Controlador TO-711F</i>	18
Figura 6 <i>Módulo Honeywell S8610U</i>	19
Figura 7 <i>Válvula de gas Honeywell VR8345M</i>	20
Figura 8 <i>Tarjeta de Control de Luces y Sonido Diseñada para el Horno Pizzero</i>	21
Figura 9 <i>Relé Electromagnético EBCHQ 49500</i>	22
Figura 10 <i>Generador de Chispa para Flautas</i>	23
Figura 11 <i>Ventilador axial 110 V AC</i>	23
Figura 12 <i>Sonda tipo J para Medición Térmica</i>	24
Figura 13 <i>Breaker de 10 Amperios</i>	25
Figura 14 <i>Transformador de 110 V AC a 24 V AC</i>	26
Figura 15 <i>Fuente de Poder de 110 V AC a 12 V DC</i>	26
Figura 16 <i>Cajón metálico del tablero eléctrico</i>	28
Figura 17 <i>Fijación de Regletas y Estructura Interna del Tablero</i>	29
Figura 18 <i>Proceso de Montaje de Componentes Eléctricos en el Tablero</i>	30
Figura 19 <i>Plano del Tablero Eléctrico Instalado en el Horno</i>	31
Figura 20 <i>Cableado de Componentes Principales</i>	32
Figura 21 <i>Cableado de Conexiones Internas y Externas del Horno</i>	33
Figura 22 <i>Ensamble de Tubería de Gas Galvanizada</i>	34

Figura 23 <i>Ajuste Final del Sistema de Gas y Ventilador</i>	35
Figura 24 <i>Placa ESP32 para Aplicaciones IoT</i>	36
Figura 25 <i>Sensor de Voltaje ZMPT101B</i>	37
Figura 26 <i>Adaptador de Voltaje 5 V DC</i>	38
Figura 27 <i>Diseño del Sistema de Telemetría</i>	39
Figura 28 <i>Entorno de Desarrollo Arduino IDE</i>	40
Figura 29 <i>Interfaz de Desarrollo de Blynk</i>	41
Figura 30 <i>Aplicación Móvil de Blynk</i>	42
Figura 31 <i>Base Metálica con Cubierta Aislante para Sensores</i>	43
Figura 32 <i>Hardware del Sistema de Telemetría Montado</i>	44
Figura 33 <i>Placa del Sistema de Monitoreo Instalada en la Caldera</i>	44
Figura 34 <i>Prueba de Encendido del Quemador</i>	45
Figura 35 <i>Lectura de temperatura por el Controlador TO-711F</i>	46
Figura 36 <i>Generador de Chispa Conectado a las Bujías</i>	47
Figura 37 <i>Tarjeta Activadora de Luces Y Sonido al Finalizar la Cocción</i>	48
Figura 38 <i>Preparación de la Primera Pizza para Pruebas</i>	49
Figura 39 <i>Pizza Cocinada Tras la Prueba del Horno Automatizado</i>	50
Figura 40 <i>Pizza en Proceso de Cocción con Puerta Cerrada</i>	51
Figura 41 <i>Sistema de Telemetría Activado en Condiciones Reales</i>	53

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Comparación y Aplicación de Tecnologías</i>	55
Tabla 2 <i>Evaluación de Riesgos Operativos y su Mitigación Horno Pizza</i>	56
Tabla 3 <i>Evaluación de Riesgos Operativos y su Mitigación Sistema de Telemetría</i>	58

Introducción

La ingeniería electrónica desempeña un papel fundamental en la transformación de procesos industriales a través de la automatización y el monitoreo inteligente. En la empresa Cocheros SAS, dedicada a la producción de alimentos para el consumo humano, se identificó la necesidad de optimizar dos equipos: un horno pizzero a gas y una caldera generadora de vapor. Estos sistemas requerían mejoras tanto en el control operativo como en la supervisión remota.

Durante el desarrollo de la pasantía, se abordaron estas necesidades mediante la implementación de soluciones tecnológicas aplicadas. El primer proyecto consistió en dotar al horno pizzero de un sistema eléctrico automatizado capaz de mejorar su precisión térmica, reducir riesgos y ofrecer una experiencia de operación más intuitiva que favoreciera su posicionamiento en el mercado. En paralelo, se desarrolló un sistema de telemetría para la caldera industrial, utilizando tecnología IoT para supervisar variables críticas de operación desde dispositivos móviles.

Este documento compila y articula ambos desarrollos, destacando su impacto técnico y su relevancia dentro del contexto industrial moderno.

Justificación

La implementación de soluciones tecnológicas en procesos industriales no solo responde a necesidades operativas, sino también a exigencias del mercado en términos de competitividad, seguridad y eficiencia. Durante la pasantía en la empresa Cocheros SAS se identificaron dos oportunidades claras de mejora: optimizar la tecnología del horno pizzero para incrementar su atractivo comercial, y reforzar la seguridad en la operación de la caldera industrial a través de un sistema de monitoreo constante.

Horno Pizzero

El horno pizzero desarrollado por la empresa requería una modernización tecnológica que permitiera diferenciarlo frente a la competencia y hacerlo más atractivo desde el punto de vista comercial. La incorporación de un sistema automatizado de control de temperatura y tiempo de cocción mejora no solo la eficiencia del equipo, sino también la calidad y consistencia del producto final. Además, el sistema de señalización audiovisual, inspirado en un tren, aporta un elemento innovador y distintivo que realza la experiencia del usuario final. Esta actualización tecnológica es clave para posicionar el producto en el mercado y aumentar su valor agregado.

Sistema de Telemetría para Caldera Industrial

Las calderas industriales son equipos de alto riesgo debido a las condiciones de presión, temperatura y uso de combustibles. Su operación requiere una supervisión constante para evitar fallos que puedan derivar en daños al equipo, pérdidas económicas o incluso accidentes graves. Tradicionalmente, el monitoreo de estas condiciones ha dependido de la supervisión manual por parte del personal técnico, lo que implica un margen significativo de error humano.

La implementación de un sistema de telemetría basado en tecnologías IoT permite automatizar este monitoreo, reduciendo la posibilidad de omisiones o demoras en la respuesta ante situaciones críticas. Además, brinda una herramienta de supervisión remota que mejora la seguridad operativa, optimiza el mantenimiento preventivo y facilita la toma de decisiones en tiempo real.

Objetivos

Objetivo General

Implementar soluciones electrónicas orientadas a la automatización y supervisión remota de equipos industriales en Cocheros SAS, con el fin de mejorar su funcionamiento, seguridad operativa y valor comercial.

Objetivos Específicos

Proyecto 1 – Horno Pizzero

Desarrollar un sistema de control electrónico que permita regular con precisión la temperatura y el tiempo de cocción del horno pizzero.

Incorporar un sistema de señalización audiovisual que aporte un elemento diferenciador al producto para mejorar su presentación comercial.

Proyecto 2 – Sistema de Telemetría

Diseñar un sistema de telemetría basado en ESP32 y sensores ZMPT101B para detectar en tiempo real las alarmas críticas de la caldera industrial.

Configurar una plataforma IoT (Blynk) para el envío de notificaciones automáticas al personal técnico, reduciendo la dependencia de la supervisión manual.

Proyecto 1 – Sistema Eléctrico Automatizado para Horno Pizzero

Descripción general del proyecto

Este proyecto consistió en el diseño, construcción e integración de un sistema eléctrico automatizado para un horno pizzero a gas, con el fin de mejorar la eficiencia del proceso de cocción, garantizar la seguridad operativa y aumentar el valor comercial del producto. El sistema desarrollado permite controlar de forma precisa la temperatura y el tiempo de horneado, además de incorporar una señalización audiovisual con luces y sonido que indica el fin del ciclo, simulando un tren antiguo. La automatización busca mejorar la operabilidad, evitar sobrecocciones y ofrecer un producto más competitivo.

Figura 1

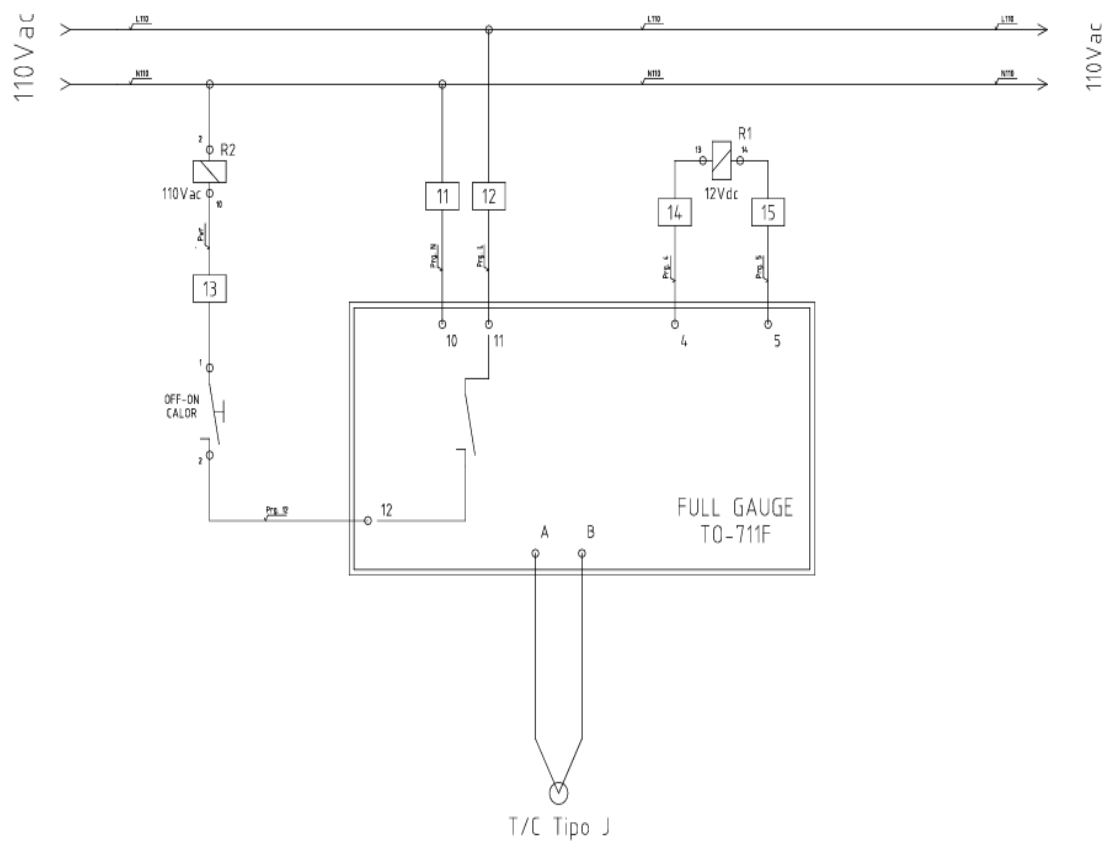
Chasis y Horno Terminado Cocheros SAS



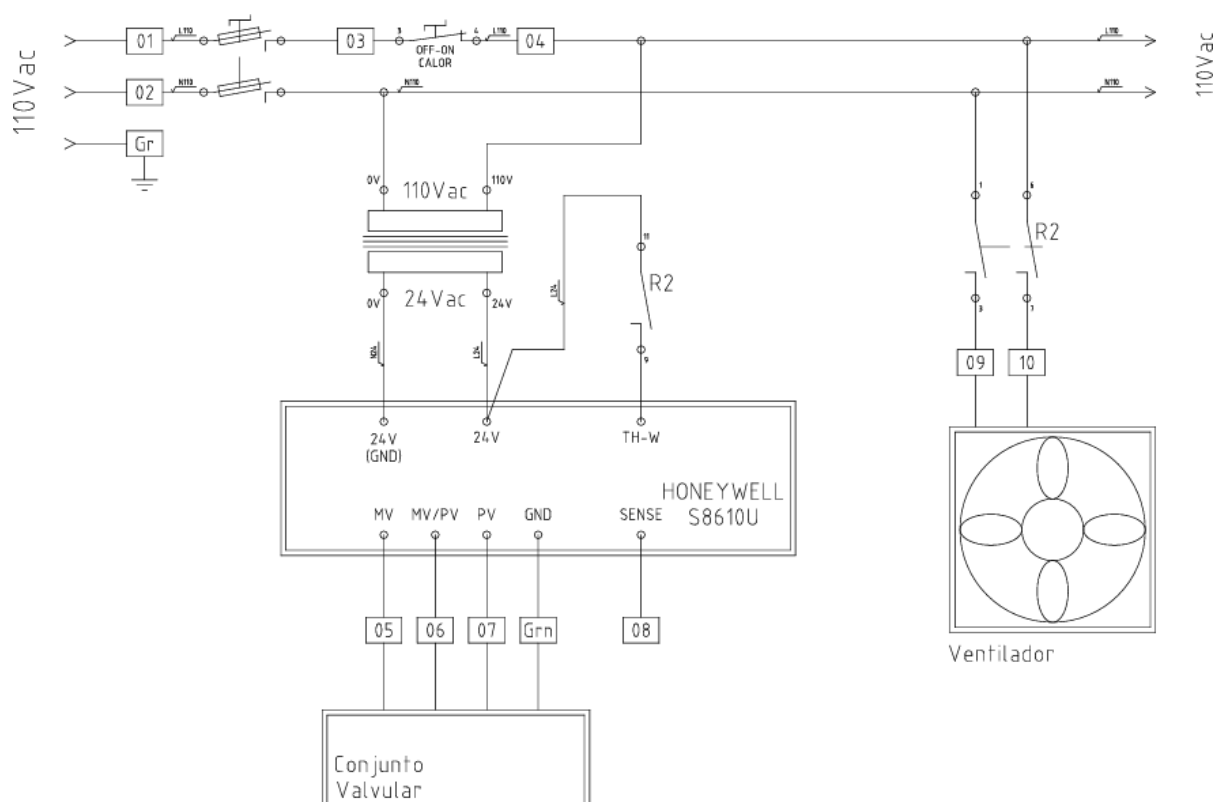
Nota. Autoría propia.

Figura 3

Funcionamiento del Controlador Full Gauge



Nota. Autoría propia

Figura 4*Funcionamiento del Módulo Honeywell**Nota. Autoría propia.*

Componentes del Tablero Eléctrico

Para La Implementación Del sistema de automatización del horno pizzero se utilizaron componentes eléctricos y electrónicos seleccionados por su fiabilidad, compatibilidad con el entorno térmico del horno y facilidad de mantenimiento. A continuación, se describen los más relevantes:

Controlador Full Gauge TO-711F. Encargado de monitorear y controlar la temperatura según el setpoint programado. Se energiza con 110 V AC y recibe la señal de temperatura desde una sonda tipo J.

Figura 5

Funcionamiento del Controlador TO-711F



Ilustración 5 Funcionamiento del controlador TO-711F

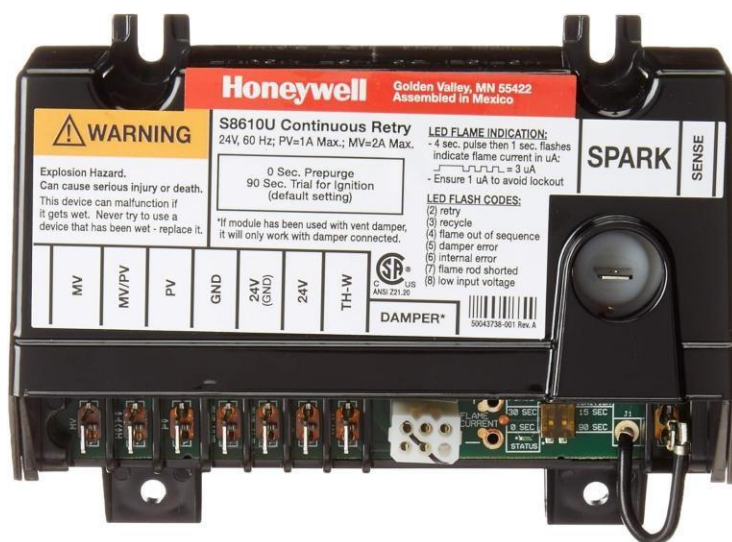
Nota. Adaptado de Controlador digital de temperatura TO-711F, por Full Gauge Controls, 2023, <https://www.fullgauge.com/> . Copyright 2023 por Full Gauge Controls

Es un controlador digital de temperatura diseñado para aplicaciones térmicas. Permite configurar un setpoint deseado y controlar una salida de relevo en función de la lectura de una sonda tipo J, regulando así el encendido y apagado del quemador según la temperatura del horno.

Módulo de Control Universal Honeywell S8610U. Gestiona el encendido del quemador, monitorea la llama y controla la válvula de gas.

Figura 6

Módulo Honeywell S8610U.



Nota. Adaptado de Manual del controlador de llama RM7840, por Honeywell, 2023,

<https://www.honeywell.com/> . Copyright 2023 por Honeywell

Este módulo gestiona la secuencia de encendido del gas mediante chispa electrónica, supervisa la presencia de llama y controla la apertura de válvulas. Su función es garantizar un encendido seguro y automático, interrumpiendo el paso de gas si no se detecta combustión.

Válvula de Gas Honeywell VR8345M. Controla el paso de gas al quemador, actuando de forma segura y precisa.

Figura 7

Válvula de gas Honeywell VR8345M.



Nota. Adaptado de VR8345M Gas Valve Datasheet, por Honeywell, 2023,

<https://www.honeywell.com/> . Copyright 2023 por Honeywell.

Es una válvula electromecánica que regula el paso de gas al quemador principal. Funciona con señales de 24 V AC provenientes del módulo de control y se cierra automáticamente en caso de pérdida de llama, contribuyendo a la seguridad del sistema.

Tarjeta de Control de Luces y Sonido. Diseñada por Cocheros SAS para ejecutar una secuencia luminosa y reproducir sonidos tipo tren al finalizar el ciclo.

Figura 8

Tarjeta de Control de Luces y Sonido Diseñada para el Horno Pizzero



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Diseñada por Cocheros SAS, esta tarjeta ejecuta una secuencia de luces intermitentes y reproduce un sonido tipo tren al finalizar el tiempo de cocción. Se activa mediante un relevo y está alimentada por una fuente de 12 V DC.

Relevos Electromagnéticos (12 V DC y 110 V AC). Para activar y desactivar señales de control y potencia.

Figura 9

Relé Electromagnético EBCHQ 49500



Nota. Imagen tomada de catálogo técnico de relés industriales genéricos

Es un relé de 11 pines con bobina de 110 V AC, utilizado para activar dispositivos de alta potencia como transformadores o ventiladores. Posee múltiples contactos conmutables, lo que lo hace útil para controlar varias líneas desde una sola señal.

Generador de Chispa Electrónico. Produce la ignición del gas a través de bujías en el quemador y la flauta.

Figura 10

Generador de Chispa Para Flautas.



Nota. Imagen tomada de catálogo técnico de generadores de chispa de uso industrial.

Dispositivo que convierte la tensión de entrada de 110 V AC en impulsos de alto voltaje, generando una chispa capaz de encender el gas en el quemador. Dispone de múltiples salidas para conectar varias bujías de encendido.

Ventilador axial 110 V AC: Suministra aire para la combustión del gas.

Figura 11

Ventilador Axial 110 V AC.



Nota. Imagen tomada de especificación técnica en catálogo de ventiladores industriales.

Suministra el flujo de aire necesario para una combustión eficiente en el quemador del horno. Su velocidad fija permite mantener una mezcla adecuada de gas y aire para asegurar una llama estable.

Sonda Termopar Tipo J. Mide la temperatura del horno y transmite la señal al controlador.

Figura 12

Sonda tipo J para medición térmica.



Nota. Imagen tomada de hoja de datos de sonda tipo J.

Sensor de temperatura de contacto directo que convierte la diferencia térmica entre sus extremos en una señal eléctrica. Es compatible con el controlador Full Gauge y ofrece buena precisión en rangos de hasta 750 °C.

Breaker de 10 A. Protección del circuito general del sistema.

Figura 13

Breaker de 10 Amperios.



Nota. Imagen tomada de hoja de datos de interruptores termomagnéticos.

Interruptor termo-magnético que protege el sistema eléctrico ante sobrecargas o cortocircuitos. Su función es desconectar automáticamente la alimentación en caso de anomalías eléctricas.

Transformador 110 V AC a 24 V AC. Alimenta el módulo Honeywell.

Figura 14

Transformador de 110 V AC a 24 V AC.



Nota. Imagen tomada de hoja técnica de transformadores industriales.

Convierte la tensión de línea de 110 V AC en 24 V AC, necesaria para alimentar el módulo de control Honeywell y la válvula de gas. Aísla eléctricamente la carga y estabiliza el

suministro.

Fuente 110 V AC a 12 V DC. Alimenta la tarjeta de luces y sonido.

Figura 15

Fuente de Poder de 110 V AC a 12 V DC.



Nota. Imagen tomada de catálogo de fuentes reguladas industriales.

Convierte la corriente alterna en corriente continua de 12 V, utilizada para alimentar la tarjeta de luces y sonido. Su diseño compacto la hace adecuada para montajes en tableros eléctricos.

Estos elementos fueron montados en un tablero metálico diseñado a medida, con aislamiento térmico y disposición estructurada para facilitar el cableado, mantenimiento y futuras modificaciones.

Construcción, Ensamblaje y Cableado del Tablero Eléctrico

Una vez definido el diseño del sistema y seleccionados los componentes, se procedió a la fabricación del tablero eléctrico. La estructura del cajón metálico fue elaborada por el área de metalmecánica de Cocheros SAS, con medidas adaptadas a la distribución interna de los elementos electrónicos. El diseño incluyó un doble fondo para fijar rieles DIN y mejorar la organización del cableado.

Figura 16*Cajón Metálico del Tablero Eléctrico*

Nota. Fotografía de elaboración propia.

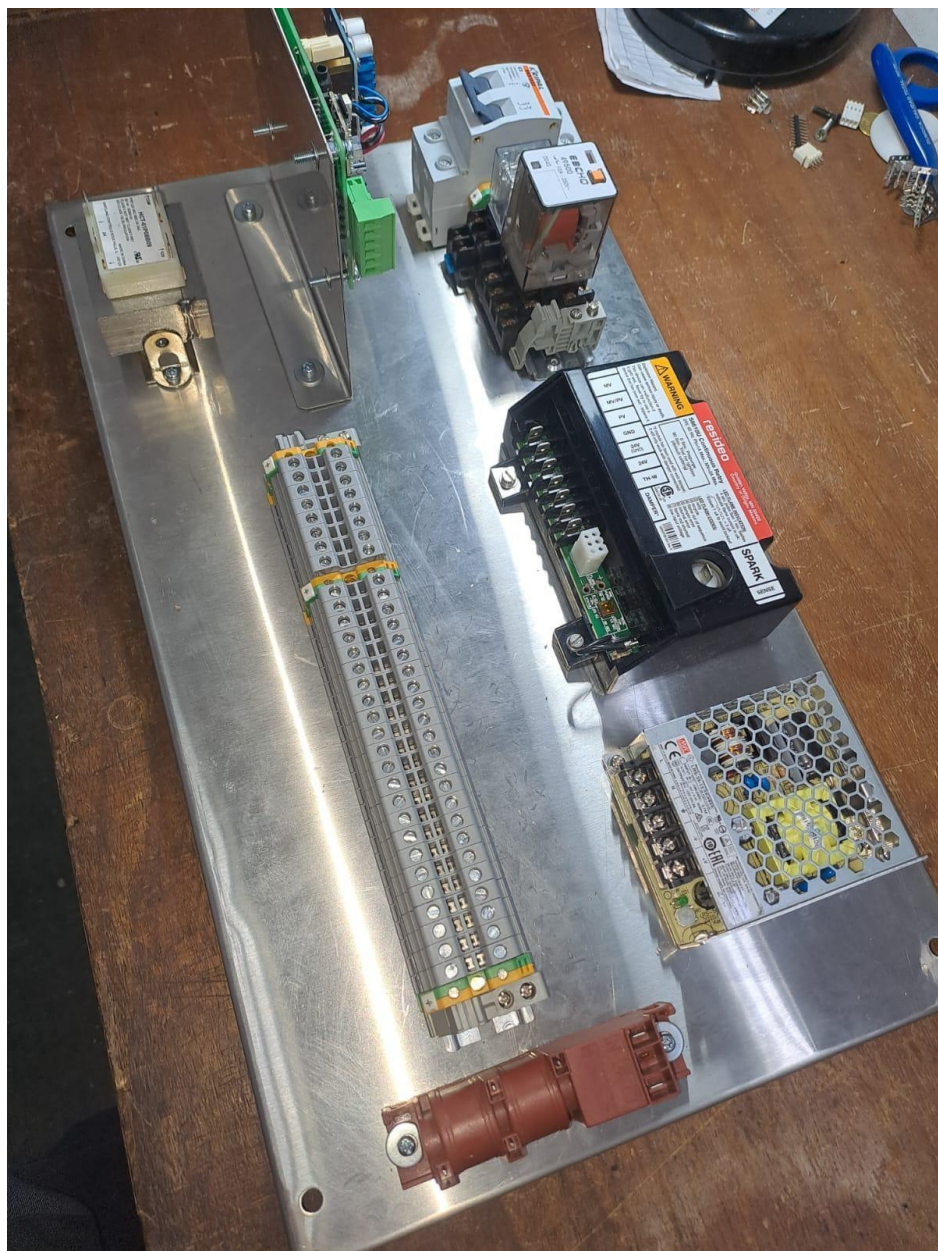
Figura 17*Fijación de Regletas y Estructura Interna del Tablero*

Nota. Fotografía de elaboración propia.

El montaje de los elementos comenzó con la instalación física de los dispositivos, como el controlador de temperatura, la fuente de alimentación, transformadores, ventilador, relés, generador de chispa y borneras. Estos componentes fueron fijados en rieles metálicos siguiendo normas técnicas de instalación eléctrica, cuidando la separación entre líneas de control y potencia para evitar interferencias.

Figura 18

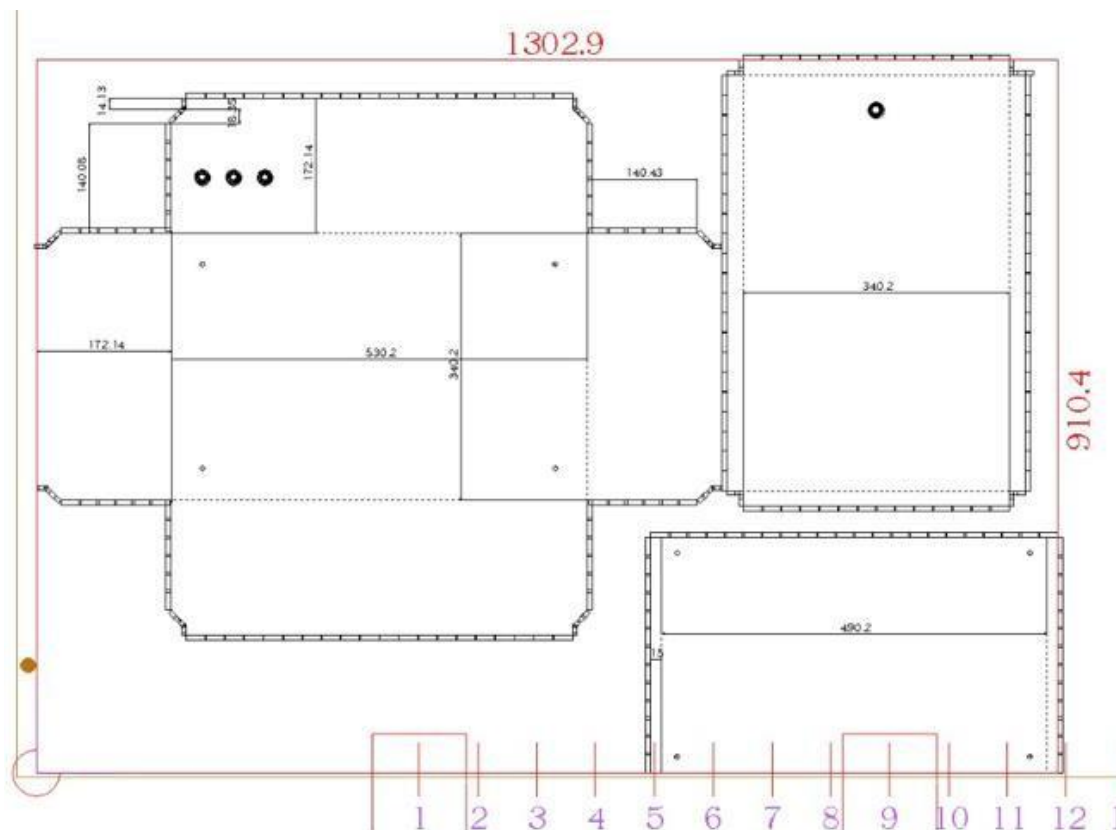
Proceso de Montaje de Componentes Eléctricos en el Tablero



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Figura 19

Plano del Tablero Eléctrico Instalado en el Horno.

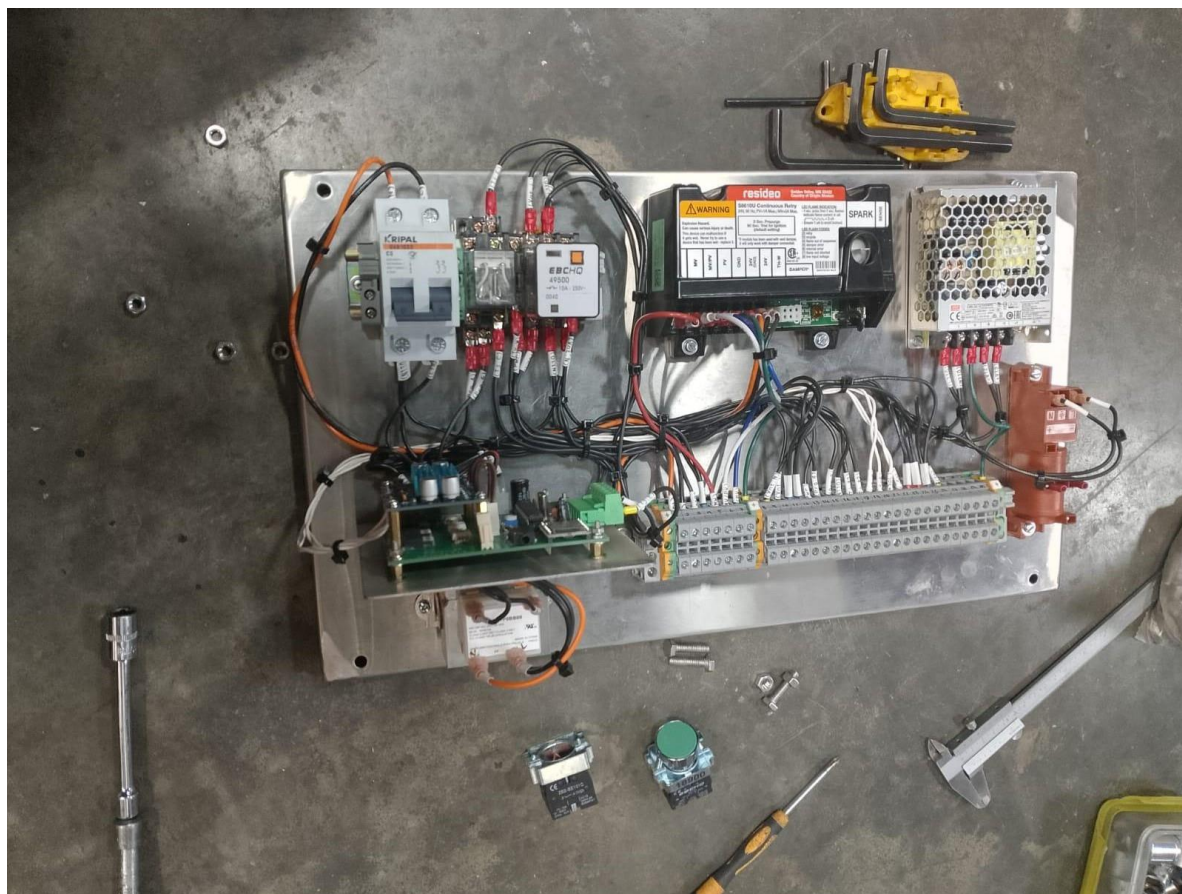


Nota. Fotografía de elaboración propia.

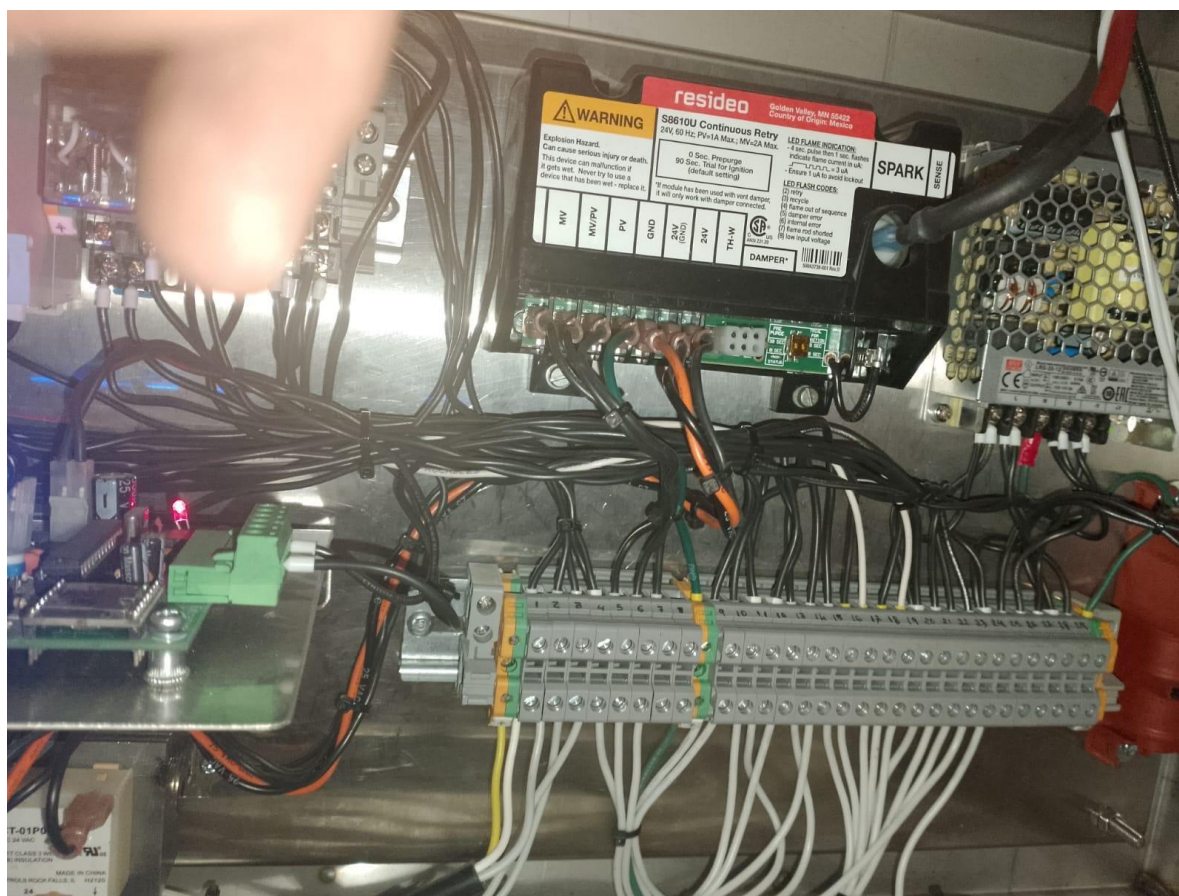
Una vez instalados los elementos, se procedió al cableado del sistema. Se utilizaron conductores siliconados por su alta resistencia térmica, dada la cercanía del horno a los componentes eléctricos. El cableado se realizó conforme al diagrama diseñado en CADE SIMU, conectando las borneras con cada dispositivo interno, y dejando accesos preparados para los sensores, válvulas, luces y actuadores externos.

Figura 20

Cableado de Componentes Principales.



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Figura 21*Cableado de Conexiones Internas y Externas del Horno*

Nota. Fotografía de elaboración propia.

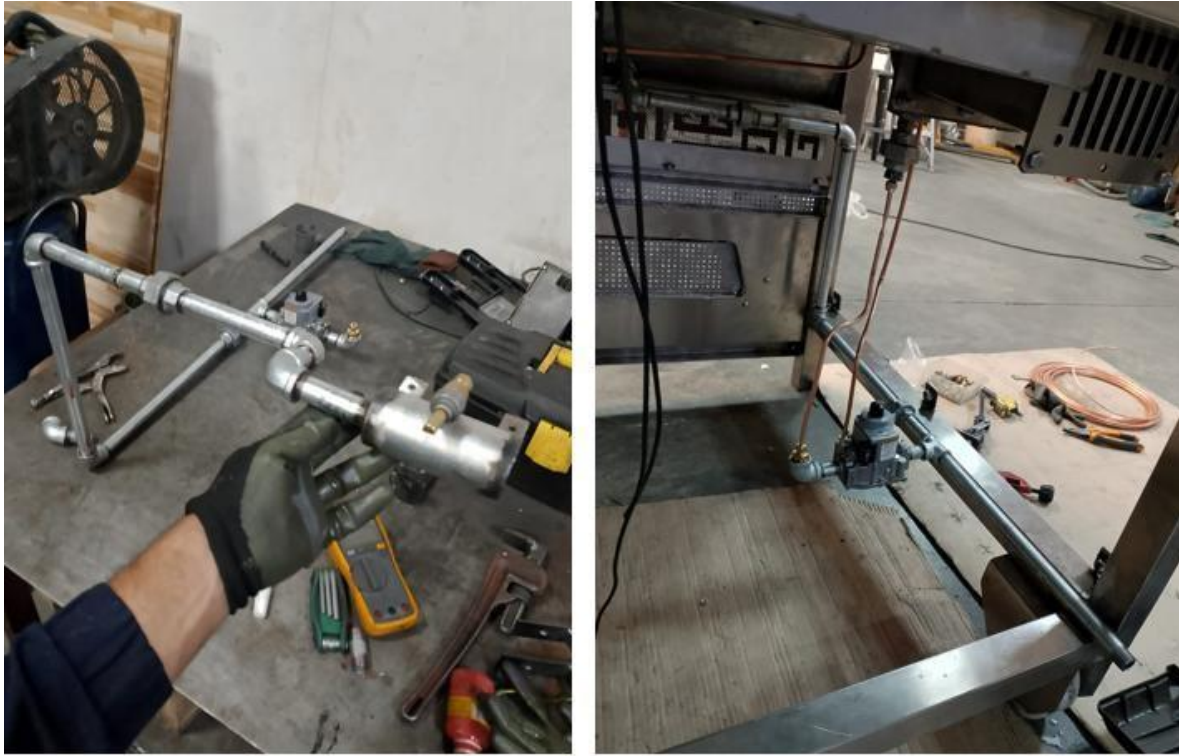
Este proceso aseguró una conexión limpia, segura y ordenada, facilitando futuras intervenciones de mantenimiento. El tablero quedó listo para ser integrado al chasis del horno y someterse a las fases de prueba.

Sistema de Circulación de Gas

El sistema de gas fue diseñado para manejar tanto el flujo principal como una flauta auxiliar que mantiene caliente la piedra del horno. Se usó tubería galvanizada de ½” y cobre de ¼” para lograr una distribución eficiente y segura del gas.

Figura 22

Ensamble de Tubería de Gas Galvanizada.



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Figura 23

Ajuste final del sistema de gas y ventilador.



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Proyecto 2 – Sistema de Telemetría para Caldera Industrial

Descripción general del proyecto

El segundo proyecto desarrollado durante la pasantía consistió en el diseño e implementación de un sistema de telemetría para una caldera industrial de Cocheros SAS. La caldera es un equipo crítico y de alto riesgo, cuya operación requiere monitoreo constante para prevenir fallas técnicas como bajo nivel de agua, presión inadecuada o fallos en el encendido. Para reducir la dependencia de la supervisión manual y minimizar el error humano, se implementó una solución basada en tecnologías IoT. Esta solución permite detectar alarmas en tiempo real y enviar notificaciones inmediatas al personal técnico a través de la plataforma móvil Blynk.

Componentes Electrónicos Utilizados

ESP32. Microcontrolador con conectividad Wi-Fi, encargado de leer los sensores, procesar los datos y enviarlos a la nube.

Figura 24

Placa ESP32 para Aplicaciones Iot.



Nota. Adaptado de ESP32 Overview, por Espressif Systems, 2023, <https://www.espressif.com/>.

Copyright 2023 por Espressif Systems.

El ESP32 es un microcontrolador de alto rendimiento con conectividad Wi-Fi y

Bluetooth integrada, ideal para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT). Cuenta con múltiples entradas y salidas digitales y analógicas, lo que permite la lectura de sensores y la comunicación con plataformas en la nube como Blynk. Su bajo consumo de energía y capacidad de procesamiento lo convierten en una excelente opción para sistemas de monitoreo remoto.

Sensores ZMPT101B. Detectan la presencia de voltaje AC en los circuitos de alarma de la caldera y entregan una señal proporcional que se interpreta como un estado de activación.

Figura 25

Sensor de voltaje ZMPT101B.



Nota. Adaptado de ZMPT101B Datasheet, por ZhiXun Electronic, 2024,

<https://www.electrodragon.com/> . Copyright 2024 por ZhiXun.

Este sensor está diseñado para medir de manera segura y precisa el voltaje de corriente alterna (AC). Utiliza un transformador de voltaje para aislar la señal de entrada y proporciona una salida analógica proporcional al voltaje detectado. Es ampliamente utilizado en aplicaciones de monitoreo de energía y se adapta bien a sistemas con microcontroladores como el ESP32.

Fuente de voltaje 5 V DC. Alimenta tanto al ESP32 como a los sensores. Convierte la red eléctrica de 110 V AC a una salida estable de 5 V DC.

Figura 26

Adaptador de Voltaje 5 V DC



Nota. Imagen tomada de hoja de datos de adaptadores industriales.

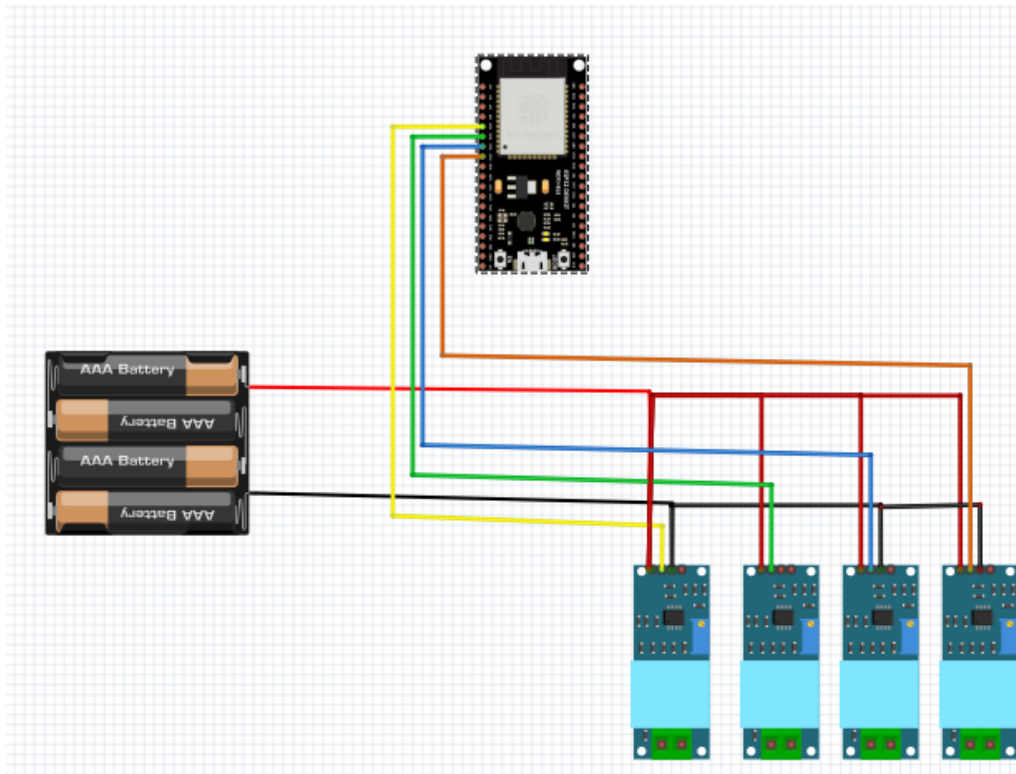
Este componente convierte el voltaje de entrada de 110 V AC a una salida de 5 V DC estable, necesaria para alimentar tanto la placa ESP32 como los sensores. Su tamaño compacto y capacidad de regulación hacen que sea ideal para sistemas electrónicos que requieren una alimentación continua y segura desde la red eléctrica.

Diseño del Sistema de Telemetría

El sistema se diseñó para detectar el estado de cuatro alarmas principales de la caldera (falta de encendido, bajo nivel de agua, baja presión de gas y alta presión de gas). Cada sensor ZMPT101B se conectó en paralelo con una línea de alarma (alimentada con 110 V AC). Al detectar voltaje, el sensor envía una señal analógica al ESP32, que interpreta este valor y determina si la alarma está activa o no.

Figura 27

Diseño del Sistema de Telemetría.



Nota. Diagrama elaborado en base a componentes electrónicos comunes. Referencia técnica general elaboración propia.

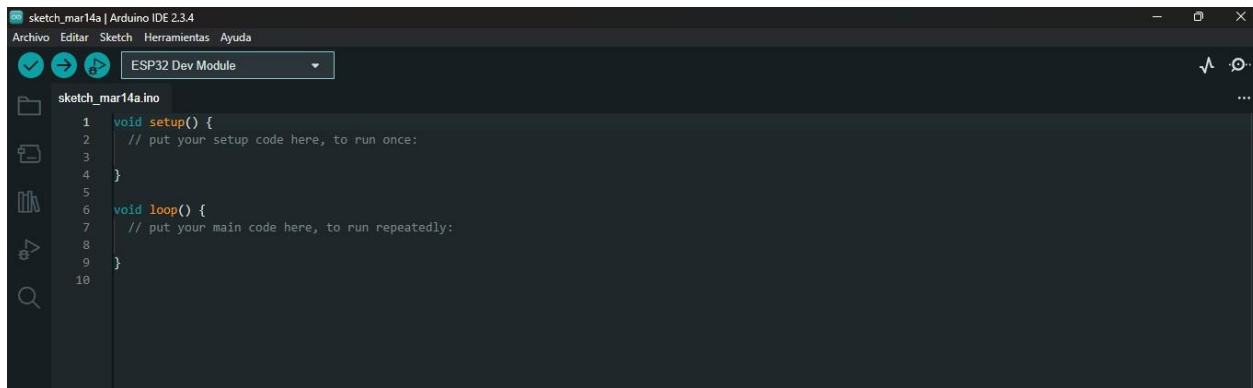
Los sensores fueron configurados para enviar su salida a los pines IO32, IO33, IO34 e IO35 del ESP32. Esto permitió identificar individualmente cada evento y convertirlo en una notificación digital.

Herramientas de Software Utilizadas

El microcontrolador fue programado en el entorno Arduino IDE, utilizando la biblioteca Blynk y EmonLib para el manejo de sensores de voltaje AC. El programa establece la conexión Wi-Fi, configura el token de autenticación del proyecto en Blynk, y envía notificaciones push cuando una señal supera el umbral de activación (70 V AC).

Figura 28

Entorno de Desarrollo Arduino IDE.

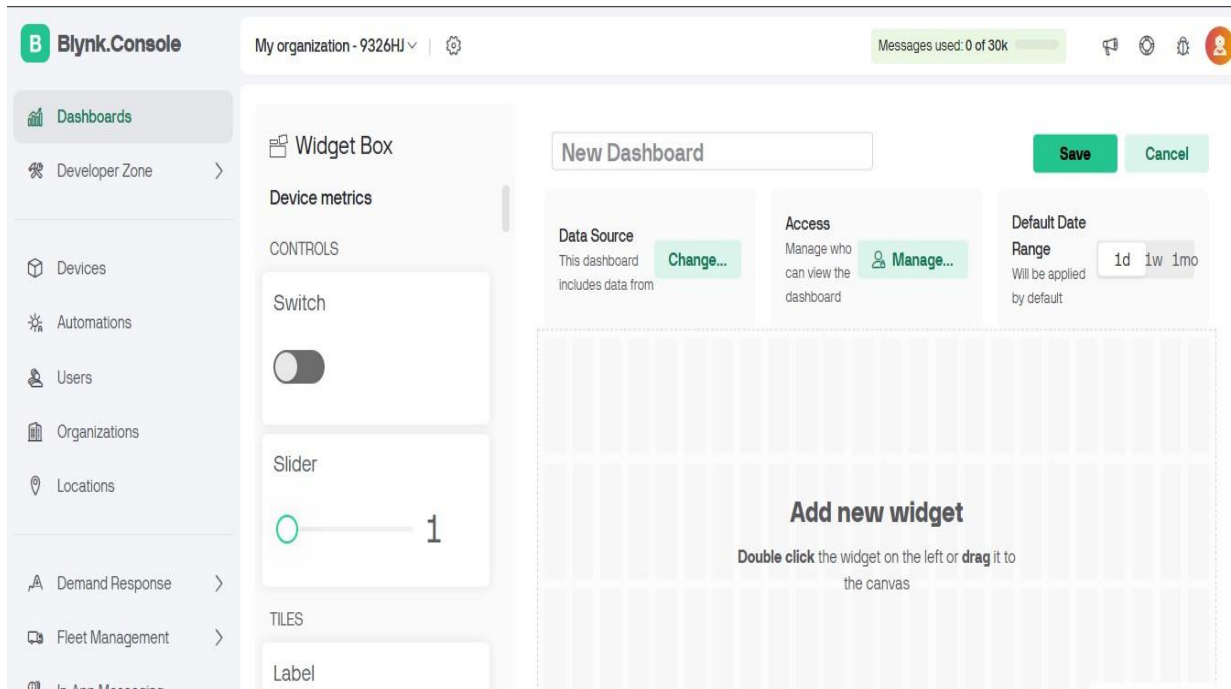


Nota. Captura de pantalla de Arduino IDE, por Arduino, 2025, <https://www.arduino.cc/>.

Copyright 2025 por Arduino.

Figura 29

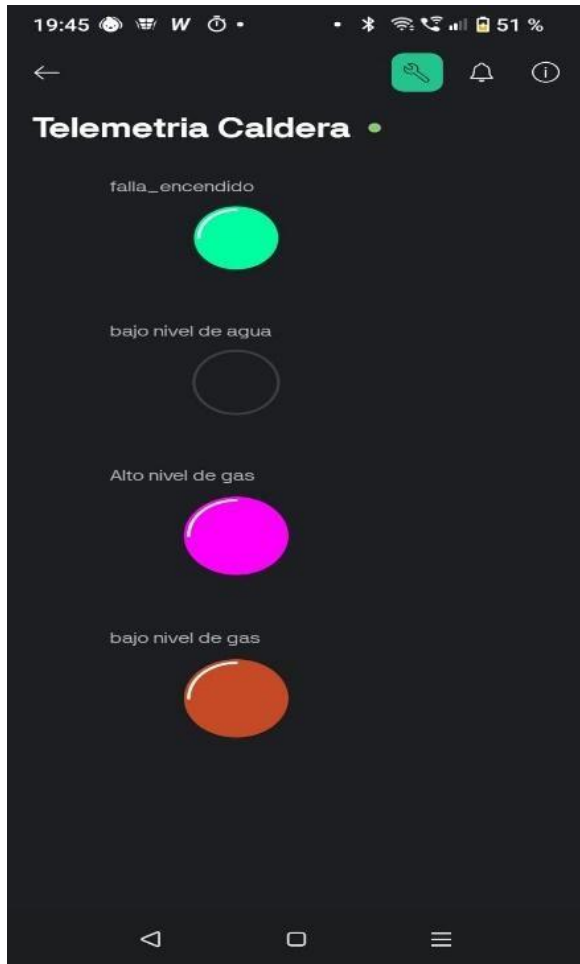
Interfaz de Desarrollo de Blynk.



Nota. Adaptado de Blynk IoT Platform, por Blynk Inc., 2025, <https://www.blynk.io/>. Copyright 2025 por Blynk.

Figura 30

Aplicación Móvil de Blynk



Nota. Adaptado de Blynk App Interface, por Blynk Inc., 2025, <https://www.blynk.io/>.

Copyright 2025 por Blynk.

El sistema permite visualizar en tiempo real el estado de las alarmas desde un smartphone y registrar eventos críticos en el historial de la aplicación.

Montaje Físico e Integración con la Caldera

Para garantizar un montaje seguro y profesional, se fabricó una base metálica con perforaciones adaptadas a los componentes. La parte inferior de los sensores se recubrió con

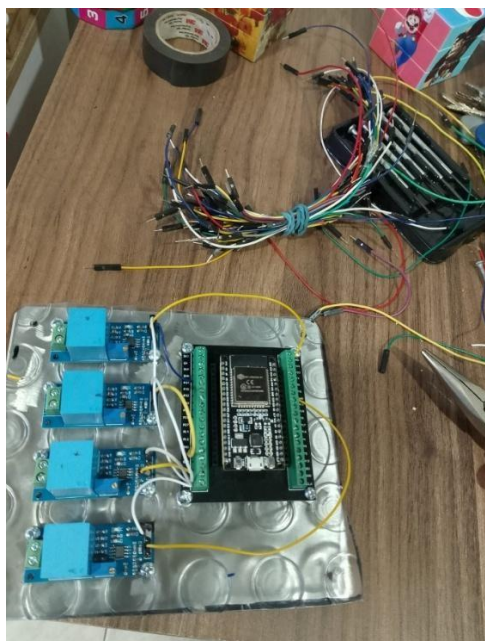
caucho aislante para evitar cortocircuitos. Luego se fijó el conjunto al tablero eléctrico de la caldera.

Figura 31

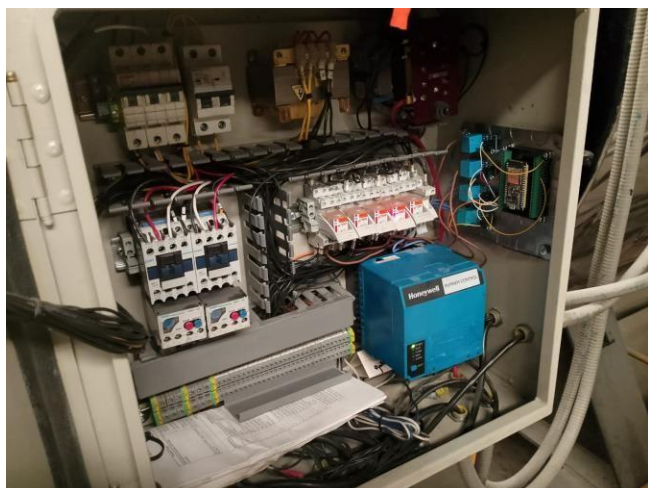
Base Metálica con Cubierta Aislante para Sensores



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Figura 32*Hardware del Sistema de Telemetría Montado*

Nota. Fotografía de elaboración propia.

Figura 33*Placa del Sistema de Monitoreo Instalada en la Caldera*

Nota. Fotografía de elaboración propia.

Resultados

Resultados del Proyecto 1 – Horno Pizzero Automatizado

Durante la fase de validación del sistema eléctrico automatizado para el horno pizzero se llevaron a cabo distintas pruebas, tanto técnicas como funcionales. Estas permitieron comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Pruebas de Funcionamiento

Se verificó la correcta conexión del sistema, la lectura precisa de la temperatura a través del controlador Full Gauge TO-711F, la ignición automática mediante el módulo Honeywell S8610U, y la respuesta adecuada de los relés y luces de señalización. Se corrigieron fallas como la chispa continua sin control y errores de conexión entre componentes.

Figura 34

Prueba de Encendido del Quemador.



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Muestra el momento en que se activa el módulo de encendido automático del horno, evidenciando la chispa de ignición generada por el generador de chispa y el funcionamiento correcto de la válvula de gas.

Figura 35

Lectura de Temperatura por el Controlador TO-711F

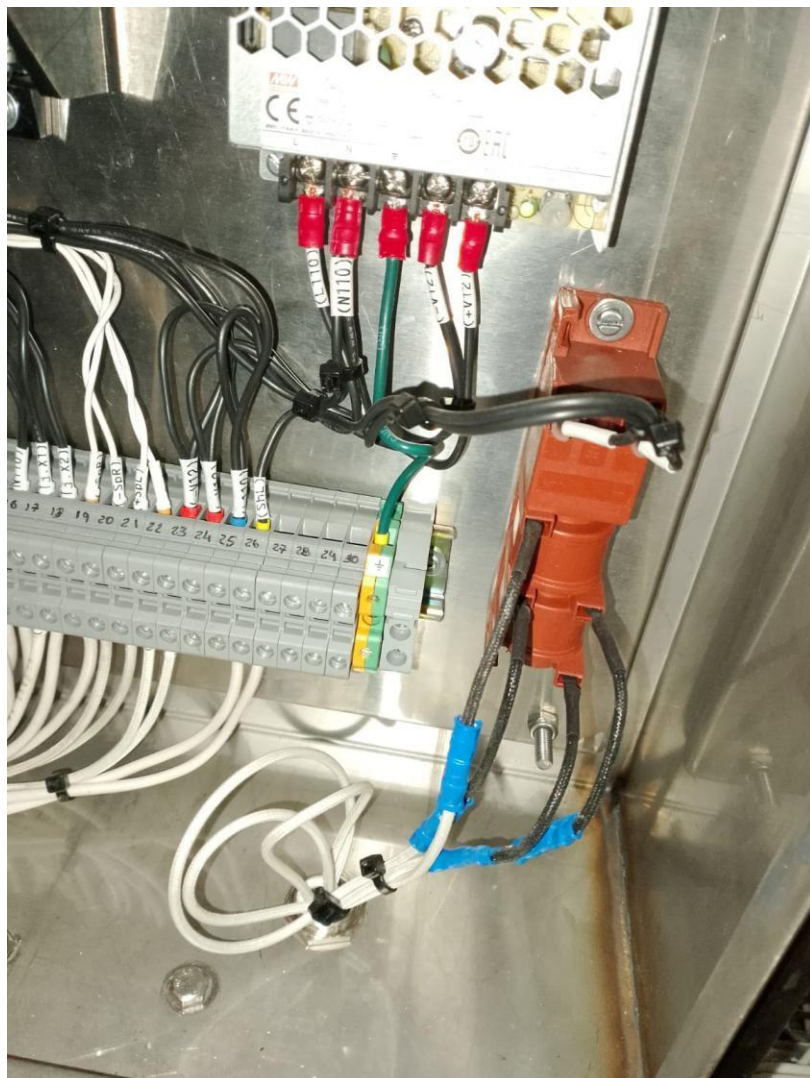


Nota. Fotografía de elaboración propia.

Visualización del controlador Full Gauge TO-711F en operación, registrando la temperatura interna del horno y regulando el sistema según el setpoint programado.

Figura 36

Generador de Chispa Conectado a las Bujías



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Imagen del generador de chispa conectado a las bujías en la flauta secundaria, demostrando el sistema de encendido independiente para mantener la piedra caliente.

Figura 37

Tarjeta Activadora de Luces y Sonido al Finalizar la Cocción



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Vista de la tarjeta desarrollada para activar luces intermitentes y reproducir un sonido tipo tren al finalizar el tiempo de cocción, como parte del sistema de señalización audiovisual.

Pruebas con Producto

El horno fue probado en condiciones reales de cocción con pizzas. Se configuró una temperatura desde 200°C hasta 250 °C por tiempos estimados entre 4-7 minutos según el tipo de pizza . El resultado fue una cocción uniforme, textura crujiente y funcionamiento estable del sistema de encendido y apagado automático al abrir la puerta del horno la tabla de tiempos y temperaturas de cada pizza se encuentra en el anexo (manual de funcionamiento horno pizza).

Figura 38

Preparación de la Primera Pizza para Pruebas



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Fotografía del proceso de preparación de la primera pizza utilizada en las pruebas funcionales del horno.

Figura 39

Pizza Cocinada Tras La Prueba del Horno Automatizado.



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Resultado de la primera prueba con producto: cocción uniforme, textura ideal y validación del tiempo y temperatura programados.

Figura 40*Pizza en Proceso de Cocción con Puerta Cerrada*

Nota. Fotografía de elaboración propia.

Pizza posicionada en la piedra del horno con el sistema en funcionamiento activo, durante la fase de cocción. Estado final de la cocción con la puerta cerrada, evidenciando el aislamiento térmico y la activación de todos los sistemas del horno.

Manual de Operación

Se elaboró un manual técnico de operación y mantenimiento, entregado a la empresa. Este documento describe cómo encender el sistema, programar parámetros, realizar mantenimientos y responder ante posibles fallas, lo que facilita su uso por parte del personal. Este manual se encuentra en el Apéndice A (manual de funcionamiento horno pizza)

Diseño Sistema Eléctrico (Cade Simu)

Se desarrolló un diagrama eléctrico detallado utilizando el software CADE SIMU, el cual representa de forma clara la estructura y conexión de los componentes del sistema automatizado. Este esquema fue útil tanto para el montaje como para el diagnóstico de fallas y ajustes posteriores. El diagrama completo puede consultarse en el Apéndice B (*esquema eléctrico en CADE SIMU – horno pizza*).

Resultados

- Automatización completa del proceso de cocción.
- Reducción del riesgo operativo mediante controladores seguros.
- Mejora del producto final y de su valor comercial.
- Documentación técnica entregada al cliente.

Resultados del Proyecto 2 – Sistema de Telemetría para Caldera

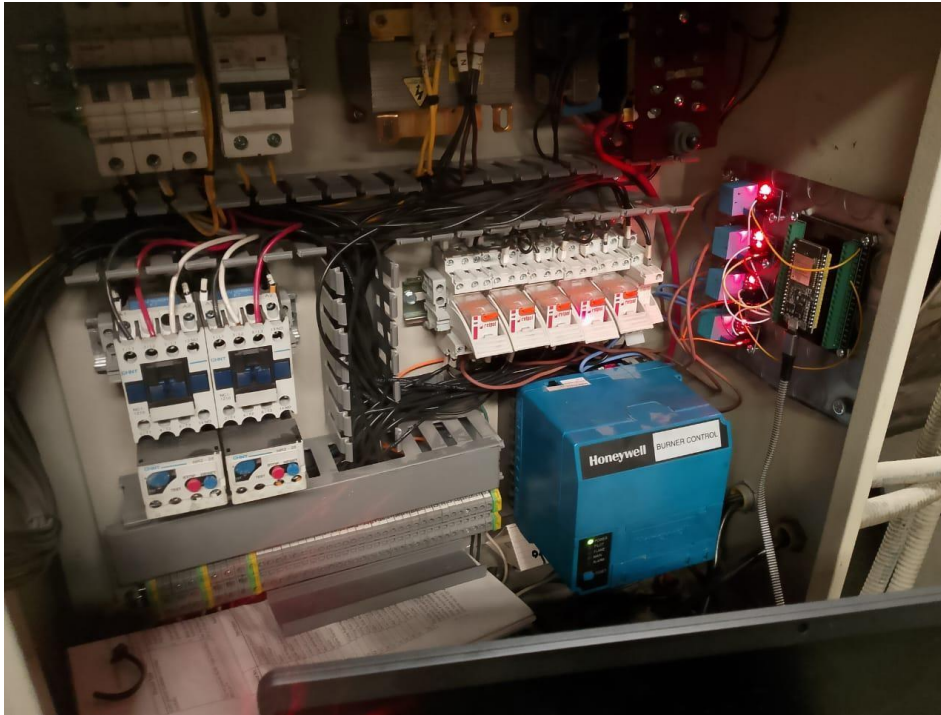
Tras el diseño e integración del sistema, se realizaron pruebas de funcionamiento del monitoreo remoto en tiempo real, verificando la respuesta del sistema ante eventos simulados de activación de alarmas en la caldera.

Pruebas de Funcionamiento

Se simuló señales de 110 V AC en los sensores ZMPT101B, los cuales detectaron correctamente la presencia de voltaje. El ESP32 interpretó estas señales y envió notificaciones automáticas a la aplicación Blynk. Se probó la conectividad Wi-Fi, la estabilidad del sistema y su comportamiento bajo condiciones continuas de operación.

Figura 41

Sistema de Telemetría Activado en Condiciones Reales.



Nota. Fotografía de elaboración propia.

Video Funcionamiento del Sistema

Se elaboro un video evidenciando el funcionamiento del sistema de telemetría este se encuentra en el apartado de **Apendice C (Video demostrativo – Sistema de Telemetría)**

Código Fuente

El programa fue desarrollado en el entorno Arduino IDE y utiliza librerías como BlynkSimpleEsp32 y EmonLib. El código incluye la conexión Wi-Fi, la lectura de voltaje, los umbrales de activación, y el envío de notificaciones. El código completo se incluye en el **Apéndice de (Código Sistema De Telemetría)**.

Resultados

- Sistema de monitoreo remoto completamente funcional.
- Lectura confiable de alarmas activas en la caldera.
- Reducción de la supervisión manual y del riesgo humano.
- Posibilidad de replicar el sistema en otros equipos industriales.

Comparación y Aplicación de Tecnologías

Ambos proyectos, aunque distintos en propósito, tienen un enfoque común: mejorar la eficiencia, seguridad y control de procesos industriales mediante soluciones electrónicas.

Tabla 1*Comparación y Aplicación de Tecnologías*

Característica	Horno Pizzero	Sistema de Telemetría
Tipo de solución	Automatización local	Monitoreo remoto (IoT)
Tecnología principal	Controladores industriales y relés	Microcontrolador ESP32 + Blynk
Medio de control/visualización	Físico (panel eléctrico)	Digital (aplicación móvil)
Señales procesadas	Temperatura, tiempo, encendido de gas	Voltaje AC en líneas de alarma
Interacción del usuario	Manual (botones y luces)	Remota (interfaz móvil)
Riesgo abordado	Seguridad operativa en cocción	Prevención de fallas críticas

Nota. Esta tabla compara diferentes tecnologías disponibles para la automatización, evaluando su aplicabilidad, ventajas y limitaciones en el contexto de los proyectos desarrollados.

Ambos proyectos son complementarios: el horno aporta eficiencia al proceso productivo, mientras que el sistema de telemetría garantiza la continuidad y seguridad del entorno industrial. Además, ambos pueden escalarse o adaptarse a otras aplicaciones, contribuyendo a la transformación digital de la empresa.

Evaluación de Riesgos Operativos y su Mitigación

Durante el desarrollo e implementación de ambos proyectos se identificaron riesgos técnicos y operativos relacionados con el uso de equipos industriales a gas y eléctricos. Esta sección presenta los riesgos detectados y las acciones tomadas para mitigarlos a través del diseño electrónico, automatización y monitoreo remoto.

Proyecto 1 – Automatización de Horno Pizzero

Tabla 2

Evaluación de Riesgos Operativos y Su Mitigación Horno Pizza

Riesgo Identificado	Descripción	Medida de mitigación aplicada
Encendido manual inseguro	El operario debía acercarse al quemador con chispero o llama	Implementación de módulo Honeywell con encendido automático y monitoreo de llama
Fugas de gas por mal cierre de válvula	La válvula podía quedar abierta en caso de falla de encendido	Uso de válvula Honeywell VR8345M que se cierra si no detecta llama
Sobrecalentamiento o cocción inadecuada	Falta de control preciso de temperatura	Controlador Full Gauge TO-711F con sensor tipo J y relé de potencia

Error humano en el tiempo de cocción	El operario debía calcular y vigilar el tiempo de forma manual	Sistema programable con timer digital y señalización automática al finalizar el ciclo
Confusión o falta de aviso al final del ciclo	No había una señal clara de finalización del horneado	Tarjeta con luces intermitentes y sonido tipo tren para señalización visual y auditiva
Riesgos eléctricos por cableado expuesto o desorganizado	Posibles cortocircuitos o contacto accidental	tablero metálico estructurado con canalización, cable siliconado y separación control/potencia
Alta temperatura cerca del sistema eléctrico	Proximidad del horno al tablero y riesgo de derretimiento de aislamiento	Uso de conductores siliconados resistentes al calor y ventilación forzada con extractor axial

Nota. Se identifican los principales riesgos asociados a la operación del horno pizzero, junto con las estrategias implementadas para reducir su probabilidad o impacto.

Proyecto 2 – Sistema de Telemetría para Caldera Industrial

Tabla 3

Evaluación de Riesgos Operativos y su Mitigación Sistema de Telemetría

Riesgo Identificado	Descripción	Medida de mitigación aplicada
Fallas no detectadas por operarios	Alarmas de la caldera podían pasar desapercibidas	Implementación de monitoreo remoto en tiempo real vía Blynk
Error humano en la vigilancia de alarmas	Supervisión manual continua por parte del operario	Notificaciones automáticas al móvil, sin necesidad de vigilancia directa
Cortocircuito en sensores o tarjeta ESP32	Montaje directo sobre superficie metálica	Aislamiento con base de caucho, fijación con pernos y montaje protegido en tablero
Sobrecarga o alimentación inestable de 5 V DC	Posibilidad de fallas en la fuente del sistema	Uso de fuente regulada con protección contra sobrevoltaje y corto
Caída de conectividad Wi-Fi	Desconexión de la plataforma de monitoreo	Manejo de reconexión automática en el código del

		ESP32 y almacenamiento
		local de estados
Manejo de reconexión automática en el código del ESP32 y almacenamiento local de estados	Interferencias o valores fuera de rango en líneas de alarma	Calibración de sensores ZMPT101B con umbral seguro (>70 V) y uso de entradas analógicas filtradas
Falsas alarmas por ruidos eléctricos	Activación incorrecta de notificaciones	Aplicación de lógica de validación por umbral sostenido (evita notificaciones intermitentes)

Nota. Esta tabla presenta los riesgos identificados durante el diseño e implementación del sistema de telemetría, junto con las acciones correctivas propuestas para su control.

La identificación temprana y la mitigación de estos riesgos permitió implementar soluciones confiables, seguras y acordes al entorno industrial. Los sistemas instalados no solo mejoran la eficiencia y el control, sino que también reducen significativamente la posibilidad de accidentes, errores operativos o fallas no detectadas.

Propuestas de Mejora y Escalabilidad

Tanto el sistema automatizado para horno pizzero como el sistema de telemetría para caldera industrial representan soluciones funcionales, innovadoras y adaptadas a las necesidades reales de Cocheros SAS. No obstante, es posible identificar mejoras técnicas y estratégicas que

permitirían optimizar aún más los desarrollos, así como ampliar su alcance en el contexto industrial.

Propuestas de Mejora para el Horno Pizzero Automatizado

Interfaz Digital con Pantalla LCD O Táctil

Sustituir los elementos de control actuales (botones físicos y potenciómetros) por una interfaz gráfica que permita visualizar el estado del horno, ajustar la temperatura y tiempo mediante menús intuitivos, y almacenar recetas programadas.

Sensores de Seguridad Adicionales

Se puede incluir un sensor de detección de llama redundante o un sensor de presencia de gas para fortalecer el sistema de seguridad del horno, activando alertas tempranas en caso de fuga o fallo en la ignición.

Módulo de Conectividad Wi-Fi

Incorporar un módulo ESP32 o similar permitiría monitorear y controlar el horno de forma remota, ideal para panaderías o cocinas industriales que deseen integrar el equipo a sistemas de gestión o automatización general.

Versión Modular del Sistema

Rediseñar el tablero eléctrico para hacerlo intercambiable y reutilizable en diferentes modelos de horno, reduciendo costos de producción y facilitando el mantenimiento.

Propuestas de Mejora para el Sistema de Telemetría para Caldera

Monitoreo de más Variables Críticas

El sistema actual supervisa las alarmas básicas. Se podría ampliar para monitorear variables como presión, nivel de agua, temperatura de salida, consumo de gas, etc., usando sensores adicionales.

Respaldo de Energía y Memoria Local

Añadir una batería de respaldo (UPS) y una tarjeta SD permitiría mantener el monitoreo activo durante cortes de energía y almacenar un historial de eventos para análisis posterior.

Notificaciones por Múltiples Canales

Además de la app Blynk, se puede configurar el sistema para enviar alertas vía correo electrónico o mensajes de texto SMS, mejorando la redundancia del sistema de comunicación.

Panel Web de Gestión (Dashboard)

Desarrollar una interfaz web que permita visualizar en tiempo real todos los equipos monitoreados dentro de la planta (no solo la caldera), como parte de una plataforma de mantenimiento preventivo más robusta.

Escalabilidad de Ambos Proyectos

Ambos desarrollos tienen potencial de replicabilidad en otros equipos de la empresa o incluso como línea de productos comercializables. El horno automatizado puede escalarse como producto para el sector gastronómico, y el sistema de telemetría puede adaptarse a monitorear compresores, bombas, generadores, cámaras de refrigeración, entre otros. La estandarización de módulos, el uso de protocolos IoT abiertos y la documentación generada durante el proyecto facilitan esta expansión.

Conclusiones

El desarrollo de los dos proyectos durante la pasantía en la empresa Cocheros SAS permitió evidenciar cómo la ingeniería electrónica puede transformar y optimizar procesos industriales reales, al aplicar conocimientos técnicos en escenarios concretos que demandan eficiencia, seguridad y competitividad.

En cuanto al Proyecto 1 – Horno Pizzero, se logró una automatización completa del proceso de cocción a gas, mejorando significativamente la precisión en el control de temperatura y tiempo, así como la seguridad operativa. El sistema resultante no solo es funcional, sino que incorpora un diseño innovador mediante un sistema audiovisual tipo tren, que añade valor comercial al producto final. Esto posiciona el horno como un equipo más competitivo y atractivo para el mercado, superando el modelo de funcionamiento manual anterior.

Además, el proyecto fortaleció competencias en diseño eléctrico, selección de componentes industriales, ensamblaje de tableros, integración de sistemas de encendido seguro y señalización electrónica. La entrega de un manual técnico reforzó el compromiso con la usabilidad y sostenibilidad del sistema a largo plazo.

En relación con el Proyecto 2 – Sistema de Telemetría, se diseñó e implementó una solución basada en tecnologías IoT con ESP32 y sensores ZMPT101B, permitiendo la supervisión remota de alarmas críticas en una caldera industrial. Esto representó una mejora sustancial en la seguridad, al reducir la dependencia de la supervisión humana constante y minimizar el riesgo de fallos no detectados.

El uso de la plataforma Blynk y la programación en Arduino IDE permitieron una integración eficaz y una visualización práctica en dispositivos móviles. Esta experiencia también

permitió validar la importancia de la programación embebida, el diseño de hardware electrónico seguro, y la adaptabilidad de soluciones tecnológicas a procesos tradicionales.

Ambos proyectos demostraron ser escalables, replicables y alineados con las tendencias de la industria 4.0. Su implementación no solo generó mejoras operativas tangibles, sino que también dejó instalada una cultura de innovación tecnológica en la empresa.

Finalmente, esta experiencia permitió al pasante consolidar habilidades clave para su futuro profesional: trabajo técnico aplicado, solución de problemas reales, comunicación de resultados y documentación técnica. La pasantía cumplió así su propósito académico y práctico, dejando aportes duraderos tanto para la empresa como para la formación del estudiante.

Referencias Bibliográficas

- Politeknik STMI Jakarta. (2021). *IoT-based machine condition monitoring simulation using ESP32* [Artículo]. *Hexagon*, 6(1), 314–318. <https://doi.org/10.36761/hexagon.v6i1.5034>
- Keote, R., Dronkar, S., Keote, M., & Karule, P. (2023). *Development of IoT based industrial automation SCADA system. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(9), 2179–2184.
<https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i9.9221>
- Butun, I., Österberg, P., & Song, H. (2019). *Security of the Internet of Things: Vulnerabilities, Attacks and Countermeasures* [Preprint]. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1910.13312>
- Arduino. (2025a). Referencia de programación para ESP32 en IDE Arduino.
<https://www.arduino.cc>
- Arduino. (2025b). Arduino IDE [Captura de pantalla]. <https://www.arduino.cc>
- Blynk. (2025a). Guía de usuario de Blynk IoT Platform. <https://blynk.io>
- Blynk Inc. (2025b). Blynk IoT Platform [Captura de pantalla]. <https://www.blynk.io>
- Boyes, W. (Ed.). (2022). *Instrumentation reference book* (5.ª ed.). Butterworth-Heinemann.
- Espressif Systems. (2023a). Documentación oficial del ESP32. <https://www.espressif.com>
- Espressif Systems. (2023b). ESP32 Overview [Hoja de producto]. <https://www.espressif.com>
- Full Gauge Controls. (2023). Controlador digital de temperatura TO-711F [Imagen].
<https://www.fullgauge.com>

Güngör, V. Ç., & Hancke, G. P. (Eds.). (2013). Industrial wireless sensor networks: Applications, protocols, and standards. CRC Press.

Honeywell. (2023a). Manual del controlador de llama RM7840 [Documento técnico].

<https://www.honeywell.com>

Honeywell. (2023b). VR8345M Gas Valve Datasheet [Hoja técnica].

<https://www.honeywell.com>

Honeywell. (2024). Manual del controlador de llama RM 7840. Honeywell International Inc.

McDonnell & Miller. (2023). Especificaciones técnicas del control de bajo nivel de agua. Xylem Inc.

National Fire Protection Association. (2023). NFPA 85: Seguridad en calderas y sistemas de combustión. NFPA.

Ray, P. P. (2023). Internet of Things for Sustainable Community Development. Springer Nature.

ZMPT101B Datasheet. (2024). Hoja de datos del sensor ZMPT101B. Shanghai ZhiXun Electronic Technology Co.

Apéndices

Apéndice A

Manual Técnico de Operación – Horno Pizzero

Incluye instrucciones de encendido, programación de temperatura, mantenimiento preventivo y respuesta ante fallas.

<https://drive.google.com/file/d/1o93DI0-efaPTsCPGb2Sq3bO-65hfi1q5/view?usp=sharing>

Apéndice B

Esquema eléctrico en cade simu – Horno pizza

<https://drive.google.com/drive/folders/1F0C331Tix4vJFVmemFrCiMBHBA0IfbAk?usp=sharing>

Apéndice C

Video demostrativo – Sistema de Telemetría

Video corto que muestra el sistema funcionando en tiempo real con notificaciones activas.

<https://drive.google.com/file/d/1WmqlZ62Onxgw0AxdSjs98mMbwzKSPWzI/view?usp=sharing>

Apéndice D

Código fuente – Sistema de Telemetría

Archivo .ino con la programación del ESP32, estructura del código, calibración de sensores y conexión con Blynk.

[https://drive.google.com/drive/folders/15LuV_jjAbCT01jNBAenQ20WEt1tBHdkN?usp=sh
aring](https://drive.google.com/drive/folders/15LuV_jjAbCT01jNBAenQ20WEt1tBHdkN?usp=sharing)