



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE EQUIPOS EN EL ÁREA
DE SOLDADURA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CIAUTO CIA. LTDA.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Molina Molina Williams René

Tutor

Ing. Saá Tapia David Fernando; Mg.

AMBATO – ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Molina Molina Williams René, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE EQUIPOS EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CIAUTO CIA. LTDA.**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 15 días del mes de Febrero de 2025, firmo conforme:

Autor: Molina Molina Williams René



Firma:

Número de Cédula: 0550062954

Dirección: Cotopaxi, Pujilí, San Buenaventura, Las Gardenias.

Correo Electrónico: willy_moli132@hotmail.com

Teléfono: 0997977584

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE EQUIPOS EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CIAUTO CIA. LTDA.” presentado por Molina Molina Williams René, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 15 de Febrero del 2025



Firmado electrónicamente por:
**FERNANDO DAVID SAA
TAPIA**

.....
Ing. Saá Tapia David Fernando; Mg.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 15 de febrero del 2025



Molina Molina Williams René

0550062954

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE EQUIPOS EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CIAUTO CIA. LTDA., previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 15 de febrero de 2025



.....
PhD. Varela Aldas José Luis
LECTOR



.....
PhD. Ayala Chauvin Manuel Ignacio
LECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía en cada paso. A mis padres, por su amor incondicional y sacrificio, pilares fundamentales en mi vida. A mis hermanas, a mis sobrinos y a mi primo Marcelo Cárdenas, quienes con su cariño y alegría han sido mi inspiración. A mis amigos, docentes y tutor, por su apoyo y enseñanzas a lo largo de este camino. A todos los que creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por darme la oportunidad de recorrer este camino, por iluminar mis días en los momentos de incertidumbre y por llenarme de esperanza cuando parecía que todo se volvía difícil.

A mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio me han enseñado el verdadero significado de la perseverancia y la dedicación. Gracias por ser mi ejemplo, por cada palabra de aliento y por confiar en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro es tan mío como suyo.

A mis hermanas, por su apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado, brindándome su cariño y sus consejos. A mis sobrinos, quien con su ternura y alegría me ha dado motivos para seguir adelante incluso en los días más agotadores. Su sonrisa ha sido un impulso en este viaje.

A mi primo Marcelo Cárdenas, por su amistad y apoyo incondicional. Su compañía, sus palabras de aliento y su confianza en mí han sido un gran respaldo en este proceso. Gracias por estar presente en cada etapa, por animarme a seguir adelante y por demostrarme que los lazos familiares son un pilar fundamental en la vida.

A mis docentes, por compartir su conocimiento y por ser guías en mi formación profesional. Cada enseñanza impartida ha dejado una huella en mi camino, y me han inspirado a dar siempre lo mejor de mí.

A mis amigos, quienes con su compañía y palabras de ánimo hicieron de este proceso una experiencia más llevadera. Gracias por estar ahí, por escucharme en los momentos de estrés y por celebrar conmigo cada pequeño avance.

Y, finalmente, a todas las personas que de una u otra manera han sido parte de este proceso, porque cada gesto de apoyo, cada consejo y cada muestra de confianza en mí ha sido invaluable. Esta meta alcanzada no es solo un logro personal, sino el reflejo de todo el cariño y el respaldo que he recibido en este camino.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| PORTADA..... | i |
| AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR | ii |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | iv |
| APROBACIÓN DE LECTORES..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | xi |
| ÍNDICE DE IMÁGENES..... | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiv |
| RESUMEN..... | xv |
| ABSTRACT | xvi |

CAPÍTULO I

| | |
|-----------------------------|---|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Antecedentes..... | 3 |
| Justificación..... | 5 |
| Objetivo General..... | 6 |
| Objetivos Específicos | 6 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| INGENIERÍA DEL PROYECTO | 7 |
| Diagnóstico de la situación actual de la empresa | 7 |
| Casa de la calidad QFD CIAUTO..... | 18 |

| | |
|--|----|
| Ubicación de la empresa a realizar el estudio..... | 20 |
| Área de estudio | 21 |
| Modelo Operativo..... | 22 |
| Desarrollo del modelo operativo | 23 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|----|
| PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS | 25 |
| Presentación de la propuesta..... | 25 |
| Esquemas de Conexión..... | 33 |
| Costos y Administración | 63 |
| Propuesta Económica de implementación | 63 |
| Cronograma valorado de componentes y actividades. | 64 |
| Análisis de costo y tiempo..... | 65 |

CAPÍTULO IV

| | |
|--------------------------------------|----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 67 |
| Conclusiones..... | 67 |
| Recomendaciones | 68 |
| Referencias bibliográficas | 69 |
| Anexos..... | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Parámetros requeridos soldadora de punto..... | 12 |
| Tabla 2. Proceso de encendido de equipos. | 13 |
| Tabla 3. Proceso de energizar las líneas productivas. | 15 |
| Tabla 4. Toma de tiempos según el método continuo. | 17 |
| Tabla 5. Ubicación donde se realiza el estudio..... | 21 |
| Tabla 6. Área de estudio. | 22 |
| Tabla 7. Elementos a utilizar con su descripción. | 25 |
| Tabla 8. Entradas digitales del PLC S7 1200..... | 48 |
| Tabla 9. Entradas analógicas del PLC S7 1200..... | 48 |
| Tabla 10. Salidas digitales del PLC S7 1200..... | 48 |
| Tabla 11. Resultado de tiempos en la propuesta..... | 60 |
| Tabla 12. Comparación de tiempo actual vs. Automatización. | 62 |
| Tabla 13. Cronograma de actividades septiembre 2024 – febrero 2025 | 63 |
| Tabla 14. Propuesta económica. | 63 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Cronograma valorado..... | 64 |
| Gráfico 2. Análisis de costo y tiempo..... | 66 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1. Alimentación de aire a la planta de soldadura..... | 16 |
| Imagen 2. Casa de la Calidad | 19 |
| Imagen 3. Modelo Operativo..... | 22 |
| Imagen 4. PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY | 29 |
| Imagen 5. PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY | 30 |
| Imagen 6. iTHERM ModuLine TM131 | 31 |
| Imagen 7. Sensor ultrasónico Prosonic FDU90..... | 31 |
| Imagen 8. Válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80 | 32 |
| Imagen 9. Siemens LOGO!POWER 24 V / 2.5 A | 32 |
| Imagen 10. Relé camscó a 220 V AC..... | 33 |
| Imagen 11. Alimentación del PLC S7 1200..... | 33 |
| Imagen 12. Alimentación de la pantalla táctil KTP 700..... | 34 |
| Imagen 13. Conexión del botón de parada de emergencia | 35 |
| Imagen 14. Conexión del interruptor de presión | 35 |
| Imagen 15. Conexión contacto NC guardamotor bomba 1 | 36 |
| Imagen 16. Conexión contacto NC guardamotor bomba 2 | 37 |
| Imagen 17. Conexión contacto NC guardamotor bomba 3 | 38 |
| Imagen 18. Conexión contacto NC guardamotor bomba de llenado..... | 39 |
| Imagen 19. Conexión contacto NC guardamotor bomba de recirculación..... | 40 |
| Imagen 20. Conexión contacto NC guardamotor ventilador 1 | 41 |
| Imagen 21. Conexión contacto NC guardamotor ventilador 2 | 42 |
| Imagen 22. Conexión del transmisor de temperatura | 42 |
| Imagen 23. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba 1..... | 43 |
| Imagen 24. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba 2..... | 43 |
| Imagen 25. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba 3..... | 44 |
| Imagen 26. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba de llenado | 44 |
| Imagen 27. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba de recirculación | 45 |
| Imagen 28. Conexión de la bobina del contactor que controla el ventilador 1 | 45 |
| Imagen 29. Conexión de la bobina del contactor que controla el ventilador 2 | 46 |

| | |
|--|----|
| Imagen 30. Conexión de la bobina del relé camscó electroválvula 1 | 46 |
| Imagen 31. Conexión de la bobina del relé camscó electroválvula 2 | 47 |
| Imagen 32. Conexión de la bobina del relé camscó electroválvula 3 | 47 |
| Imagen 33. Diagrama eléctrico del sistema de funcionamiento. | 49 |
| Imagen 34. Interfaz gráfica del proceso de la torre de enfriamiento | 51 |
| Imagen 35. Pantalla principal para el control y monitoreo del proceso | 52 |
| Imagen 36. Pantalla el control manual de bombas y ventiladores..... | 53 |
| Imagen 37. Programación de los interruptores de los dispositivos de seguridad | 53 |
| Imagen 38. Programación de control manual de la bomba 1 | 54 |
| Imagen 39. Pantalla para el control automático..... | 54 |
| Imagen 40. Espacio del HMI para selección de bombas | 55 |
| Imagen 41. Espacio del HMI para iniciar o parar el proceso | 55 |
| Imagen 42. Espacio del HMI donde se visualiza las variables del proceso | 55 |
| Imagen 43. Programación del control de encendido de la bomba seleccionada | 56 |
| Imagen 44. Programación del control válvula de control 2..... | 57 |
| Imagen 45. Programación del control automático de temperatura | 57 |
| Imagen 46. Programación del control automático del nivel del tanque | 58 |
| Imagen 47. Programación del control automático cuando se abre el switch de presión .. | 58 |
| Imagen 48. HMI de control automático..... | 59 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Transmisor de Temperatura..... | 71 |
| Anexo 2. Transmisor de Nivel | 74 |
| Anexo 3. Válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80 | 77 |
| Anexo 4. Fuente de Alimentación..... | 78 |
| Anexo 5. Controlador Lógico Programable | 79 |
| Anexo 6. Pantalla HMI..... | 80 |
| Anexo 7. Certificado de Conformidad de la Empresa..... | 81 |

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE EQUIPOS EN EL
ÁREA DE SOLDADURA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CIAUTO CIA. LTDA.

AUTOR(A): Williams René Molina Molina

TUTOR (A): Mg. David Fernando Saá Tapia

RESUMEN

El presente Trabajo de Integración Curricular tiene como objetivo principal proponer un sistema de automatización para el arranque de la torre de enfriamiento en el área de soldadura de CIAUTO CIA. LTDA., con el propósito de reducir los tiempos de encendido y mejorar la eficiencia operativa. Se plantea la hipótesis de que la implementación de un PLC Siemens S7-1200, una HMI KTP-700 y sensores de nivel y temperatura permitirá optimizar el proceso y disminuir los tiempos de arranque. La metodología empleada fue de tipo experimental, en la que se desarrolló un diseño de control automatizado basado en programación Ladder, cuya viabilidad fue evaluada a través de simulaciones y pruebas funcionales. Los resultados obtenidos indican que la automatización podría reducir significativamente el tiempo total de encendido, pasando de 1.800 segundos en el proceso manual a solo 50 segundos, además de mejorar la precisión en la medición de parámetros críticos como temperatura y nivel de agua. Se concluye que el sistema propuesto tiene el potencial de optimizar los tiempos de arranque, incrementar la seguridad operativa, minimizar errores y permitir un control más eficiente de la torre de enfriamiento, asegurando así mejores condiciones para la producción en el área de soldadura.

DESCRIPTORES: control, eficiencia operativa, tiempos de arranque, sistema de automatización.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: MOLINA MOLINA WILLIAMS RENE

TUTOR: MSc. SAA TAPIA FERNANDO DAVID

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE EQUIPMENT START-UP PROCESS IN THE WELDING AREA OF THE CIAUTO CIA. LTDA. PRODUCTION PLANT.

This Curricular Integration Project proposes an automation system for the startup process of the cooling tower in the welding area at CIAUTO CIA. LTDA. The main goal is to reduce startup times and improve operational efficiency. The proposed solution involves the implementation of a Siemens S7-1200 PLC, a KTP-700 HMI, and sensors for monitoring water level and temperature. An experimental methodology was applied, which included the design of an automated control system using Ladder logic programming. The feasibility of the system was verified through simulations and functional testing. Results showed a significant improvement, reducing the startup time from 1,800 seconds in the manual process to just 50 seconds. Additionally, the accuracy of key parameter measurements was enhanced. The study concludes that the proposed automation system can effectively optimize startup operations, increase safety, minimize human error, and ensure more efficient control of the cooling tower, ultimately contributing to improved working conditions in the welding area.

KEYWORDS: control, operational efficiency, start-up times, automation system.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

En la actualidad nos encontramos con un mundo netamente globalizado, la competitividad en el sector industrial se ha intensificado significativamente, impulsando a las empresas a buscar continuamente nuevas formas de mejorar sus procesos y aumentar su eficiencia. En este contexto macro, la Industria 4.0 ha surgido como una revolución en la manera en que las fábricas y plantas de producción operan, integrando tecnologías avanzadas como la automatización, la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IoT).

El desarrollo tecnológico a nivel mundial es un enfoque el cual permite el crecimiento de la industria, permitiendo mejorar cada uno de los procesos, reduciendo riesgos, mejorando tiempos de producción y obteniendo productos de calidad. En el Ecuador las actuales empresas automotrices no cuentan con la automatización necesaria para cada uno de sus procesos, utilizando equipos como, tecles, montacargas, equipos de sujeción, etc. (Andrade y Arteaga pag xix).

Estas innovaciones están transformando la manera en que las industrias gestionan sus operaciones, ofreciendo una oportunidad sin antecedentes para optimizar procesos y mejorar la calidad y consistencia de los productos. La capacidad de una empresa para adaptarse y adoptar estas tecnologías se ha convertido en un factor clave para su éxito y sostenibilidad en el mercado global (Saá Tapia, y otros, 2025).

En el Ecuador, la industria automotriz, uno de los sectores más competitivos y dinámicos del mundo, ha sido particularmente impactada por estas tendencias. Las plantas de producción de automóviles enfrentan la presión constante de maximizar la eficiencia y

reducir los costos, mientras mantienen estándares estrictos de calidad. En este contexto, la optimización de procesos específicos dentro de las plantas de producción es importante para alcanzar los objetivos de productividad y calidad que demanda el mercado. En particular, las plantas de soldadura, que juegan un papel central en la fabricación de componentes automotrices, han comenzado a explorar la automatización de sus procesos como una estrategia para reducir errores, minimizar el tiempo de inactividad y asegurar una producción más consistente.

La empresa CIAUTO CIA.LTDA., una planta de producción automotriz enfrenta un desafío específico en su proceso de arranque de equipos de soldadura. Actualmente, este proceso se realiza de manera manual, donde los operarios deben encender cada equipo de forma individual. Este método no solo consume tiempo valioso, sino que también es susceptible a errores humanos, lo que puede resultar en ineficiencias operativas y una variabilidad en la calidad de los productos.

En la actualidad CIAUTO cuenta con la planta de fabricación más moderna de Ecuador, la misma que cuenta con diferentes líneas de producción que permiten ensamblar vehículos tipo SUV, camionetas y busetas. CIAUTO ensambla vehículos de la marca Great Wall Motors (POER), SHINERAY (X30L, G01, G01f) y KYC (F3), brindando así a los clientes una gama de vehículos de calidad, con una gestión de los procesos mediante la norma ISO 9001. (CIAUTO, 2024)

La planta de soldadura cuenta con un gran número de equipos importantes para cumplir con los requerimientos propuestos por la organización, sin embargo, la presión constante de maximizar la eficiencia y reducir los costos, mientras mantienen estrictos estándares de calidad. En este contexto, la optimización de procesos para el arranque de los equipos de la planta de soldadura es importante para alcanzar los objetivos de productividad y calidad que demanda el mercado.

La planta de soldadura es un proceso importante en la fabricación de la carrocería del vehículo, debido al crecimiento de la empresa y la gran acogida en el mercado de sus vehículos, se ve en la necesidad de explorar la automatización de sus procesos como una estrategia para reducir errores humanos, minimizar el tiempo de arranque de equipos para de esta manera asegurar cada uno de sus procesos.

La "Ciudad del Auto" es una de las empresas automotrices que se encuentra en constante crecimiento, en la planta de soldadura existen un gran número de equipos indispensables en cada uno de estaciones que necesitan un constante monitoreo por el personal de mantenimiento, estas líneas productivas son en serie, por lo que una falla en uno de los equipos de las líneas productivas generaría el paro de línea de todo el proceso, generando pérdidas económicas significativas.

Antecedentes

La Ciudad del Auto es uno de los 3 ensambladores en el país que mantienen sus operaciones activas, lo que pone en evidencia la necesidad de seguir mejorando cada uno de sus procesos de ensamblaje para abastecer la demanda de vehículos a nivel nacional e internacional, este proyecto de integración curricular se centra en la planta de soldadura, el cual el proceso de arranque de los equipos de la sala de máquinas se realiza de modo manual.

La planta de ensamblaje de CIAUTO inicia su proceso de ensamblaje del vehículo en la planta de soldadura donde se sueldan cada uno de los componentes del vehículo. Este proceso es parte esencial para la continuar del proceso de ensamblaje. La eficiencia y precisión en estos procesos juegan un papel crucial para garantizar la calidad de los vehículos ensamblados, manteniendo la competitividad de la empresa en el mercado con los mejores estándares de calidad. Sin embargo, actualmente el arranque de los equipos en la planta de soldadura se realiza manualmente, lo que introduce una serie de retos que limitan el potencial de optimización de la producción (Barona López, 2021).

Al poner en marcha los equipos de la planta de soldadura se realiza de manera manual este proceso implica que los operarios enciendan individualmente cada máquina al inicio de cada turno, ha sido una práctica tradicional en la planta de soldadura. Aunque este método ha sido funcional durante varios años, presenta una serie de desventajas en el contexto de las demandas actuales de la industria automotriz. Entre ellas, se destaca el tiempo que los operadores deben dedicar a esta actividad (Tituaña Aman, 2015).

La operación manual para el arranque de los equipos no solo es ineficiente en términos de tiempo, sino que también es propensa a errores humanos, el operador puede olvidar o

saltarse uno de los pasos secuenciales encender un equipo o hacerlo en el orden incorrecto, lo que puede interrumpir el flujo de trabajo o incluso provocar defectos en las soldaduras. Estos errores no solo impactan la eficiencia operativa, sino también la calidad del producto final, perjudicando la capacidad de producción y pérdidas económicas significativas a la empresa (Villa González, 2023).

El presente trabajo de integración se centra en la automatización del proceso de arranque de la torre de enfriamiento, el mismo que se realiza de manera manual, este proceso lo realiza el personal técnico de mantenimiento al inicio de cada jornada productiva, consta de la apertura y cierre de válvulas de envío y retorno de agua considerando la presión y temperatura para la activación de diferentes bombas y ventiladores de acuerdo a las condiciones del proceso, el mismo que debe estar en constante monitoreo por el personal para la activación de modo manual de acuerdo a los requerimientos del proceso.

Diversos estudios han demostrado que la automatización de procesos industriales, pueden traer mejoras significativas en tiempo de arranque de equipos, producción y calidad de las unidades ensambladas. Por ejemplo, (Reyes, 2024) encontró que la implementación de sistemas automatizados en plantas de soldadura redujo el tiempo de inactividad en un 30% y disminuyó los errores humanos en un 25%. Estas mejoras resaltan la importancia de modernizar los procesos críticos para optimizar la operación general de la planta.

La Ciudad de Auto es una empresa que está en constante crecimiento, lo que pone en evidencia el seguir automatizando cada uno de sus procesos, lo que le permitirá alinear sus operaciones con los estándares de la Industria 4.0. (Sánchez & Morales, 2018). Con esta automatización permitirá mejorar la eficiencia operativa y reducir costos energéticos, también permitirá incrementar la calidad de los vehículos ensamblados. Además, de los procesos contribuirá a mejorar la seguridad laboral, reduciendo la intervención humana en tareas repetitivas y peligrosas, lo que fortalecerá un entorno de trabajo seguro y productivo.

Justificación

CIAUTO es una de las ensambladoras que se encuentra en crecimiento, lo que pone en evidencia mejorar y optimizar cada uno de sus procesos. El presente trabajo de integración está enfocado en la planta de soldadura, la misma que permitirá optimizar el proceso de arranque de los equipos.

La **importancia** de la optimización del proceso de arranque de equipos en la planta de soldadura radica en la automatización del arranque de la torre de enfriamiento, reduciendo la intervención humana y asegurando operaciones más eficientes y precisas, permitiendo así abordar los principales desafíos productivos y brindando la disponibilidad total de sus equipos.

El proceso de automatización permite tener mayor control de la sala de máquinas especialmente en la torre de enfriamiento de la planta de soldadura ya que se logrará tener un control de presión y temperatura del agua reduciendo la manipulación de la parte operativa.

La automatización de este proceso tiene un **impacto** notable en términos de eficiencia operativa y calidad del producto, factores que permitirán tener una rápida respuesta a los cambios bruscos que tenga el proceso de soldadura. La reducción del tiempo de inactividad, la eliminación de la variabilidad y el control más preciso del proceso de arranque contribuirán a una mejora integral del proceso. Esto permitirá tener mayor capacidad para cumplir con los requisitos de calidad y plazos de entrega, aspectos críticos para mantener la participación en el mercado.

La **utilidad** de la automatización de este proceso radica directamente en todas las soldadoras de punto que son equipos críticos si llegan a fallar por lo que esta propuesta radica brindar una solución sostenible y de largo plazo a los problemas actuales de producción en CIAUTO. Además de optimizar el arranque de los equipos, el sistema automatizado garantizará una operación confiable, aumentando la vida útil de los equipos y reduciendo costos operativos relacionados con fallas y mantenimiento correctivo. Esto permitirá a la empresa mejorar su eficiencia y, a su vez, su competitividad.

CIAUTO será el **beneficiario** directo permitiendo optimizar sus procesos, mejorar la calidad de sus productos y aumentar su competitividad en el mercado. Los operarios también se beneficiarán al contar con sistemas automatizados que reducirán el margen de error y el estrés asociado a la operación manual. Finalmente, el sector industrial ecuatoriano podrá tomar esta experiencia como un modelo para la adopción de tecnologías avanzadas en otras plantas de manufactura, impulsando así el desarrollo industrial del país.

La **factibilidad** de la propuesta es alta, dado que la tecnología necesaria para implementar un sistema de control secuencial automatizado está disponible y es viable para su adopción en la planta de soldadura de CIAUTO. Además, la inversión requerida para este tipo de mejoras puede ser amortizada en un plazo razonable gracias al aumento en la eficiencia y la reducción de costos operativos, lo que asegura su viabilidad financiera a mediano y largo plazo.

Objetivo General

Optimizar el proceso de arranque de equipos en el área de soldadura de la planta de producción CIAUTO CIA. LTDA.

Objetivos Específicos

- Analizar el proceso actual del arranque de equipos de la sala de máquinas de la planta de soldadura para identificar puntos de mejora continua.
- Diseñar un sistema automatizado que permita el arranque eficiente y seguro de los equipos de la planta de soldadura, integrando los requerimientos específicos de operación.
- Proponer un sistema de control automatizado en el arranque de equipos de soldadura, bajo los requerimientos establecidos.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La planta de soldadura en la actualidad cuenta con dos torres de enfriamiento que pueden funcionar en paralelo de acuerdo con la necesidad de sus procesos, y el seccionamiento de centros de carga para la alimentación respectiva de cada línea productiva. En la Imagen 1 se puede observar las diferentes líneas productivas de la planta de soldadura.

El proceso actual de arranque y operación en la planta de soldadura es completamente manual, lo que genera demoras significativas al inicio de cada jornada productiva. Los procedimientos detallados para encender las torres de enfriamiento y energizar las líneas productivas dependen de la intervención directa del personal, lo que incrementa los tiempos muertos y reduce la disponibilidad efectiva de los equipos. Esto se traduce en una disminución de la capacidad de producción y afecta la competitividad de la planta.

Los tiempos prolongados para realizar el arranque, que incluyen inspecciones, ajustes y verificaciones, suman más de 30 minutos diarios antes de que las operaciones puedan comenzar plenamente. Este retraso acumulativo representa un impacto considerable en la eficiencia global de la planta, especialmente en un entorno donde la demanda de productos puede requerir un ritmo más ágil para cumplir con los compromisos de producción.

La naturaleza manual del proceso también introduce el riesgo de errores humanos, tales como omitir pasos, ejecutar acciones fuera de secuencia o ajustar incorrectamente los parámetros de los sistemas. Esto no solo puede ocasionar daños en los equipos, sino que también aumenta la probabilidad de interrupciones no planificadas durante la operación, afectando directamente la calidad y continuidad de la producción.

Las torres de enfriamiento, aunque pueden operar en paralelo, no cuentan con un sistema automatizado para regular su funcionamiento de acuerdo con las condiciones de operación. La activación de ventiladores y bombas depende de lecturas y ajustes manuales, lo que resulta en una falta de precisión y eficiencia en el control de los parámetros críticos, como temperatura y presión.

La alimentación de energía a las diferentes líneas productivas también carece de integración eficiente. La necesidad de seccionamiento manual mediante breakers para cada línea incrementa los tiempos de preparación y limita la capacidad de respuesta del sistema ante cambios o ajustes en la programación de producción. Esto no es compatible con los estándares de flexibilidad que requieren las operaciones modernas.

El sistema de suministro de aire comprimido, aunque funcional, no dispone de controles avanzados para la distribución o monitoreo en tiempo real. Esto genera posibles ineficiencias en el uso de recursos energéticos y operativos, especialmente si existen variaciones en las necesidades de las líneas productivas durante el día.

La falta de automatización en los procesos clave de la planta de soldadura representa un obstáculo significativo para mejorar la productividad y la competitividad. Es esencial implementar tecnologías de control automatizado que optimicen los tiempos de arranque, reduzcan la intervención manual y aseguren un funcionamiento eficiente y seguro de los equipos, alineando la operación con los estándares de la Industria 4.0.

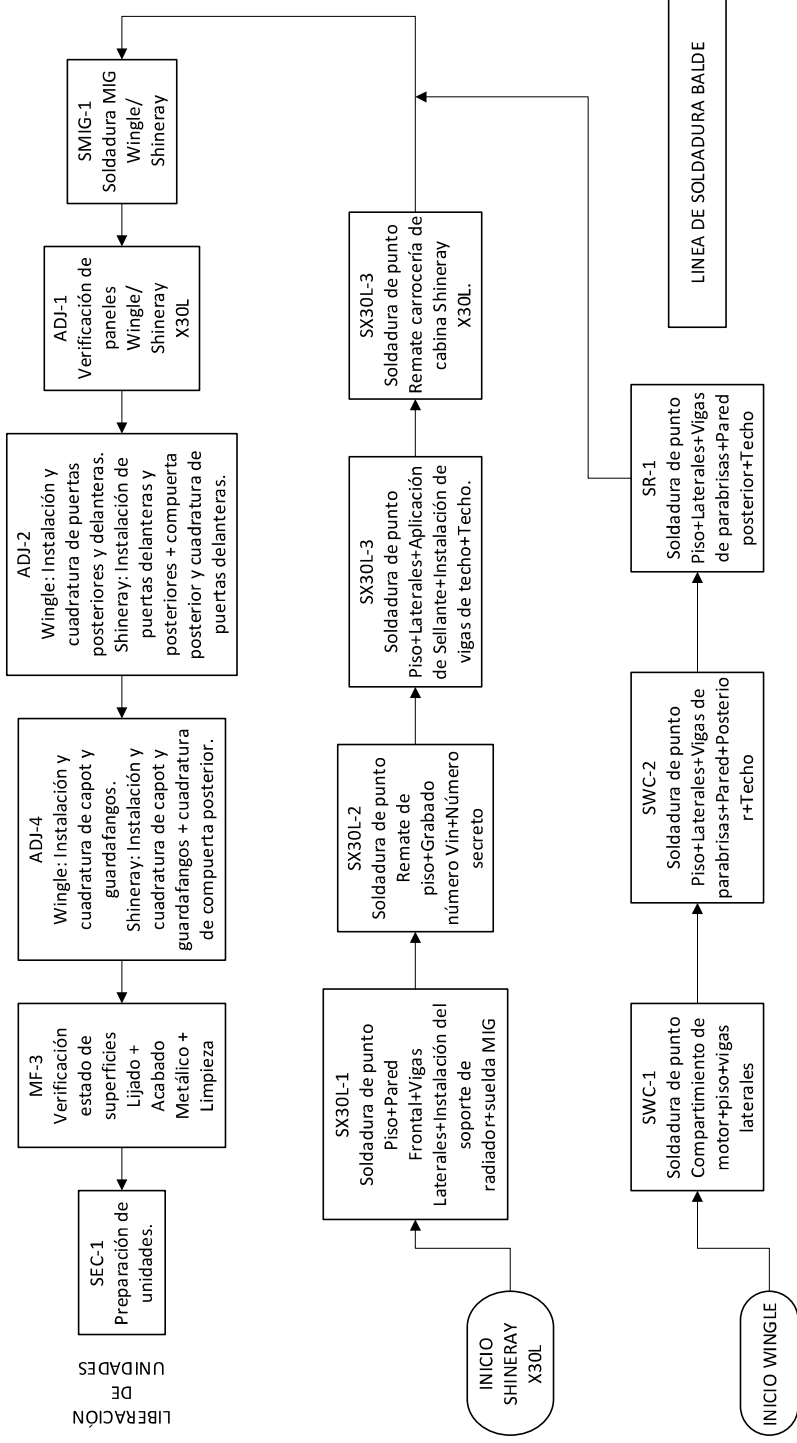

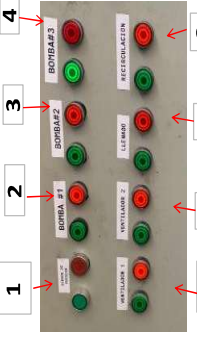
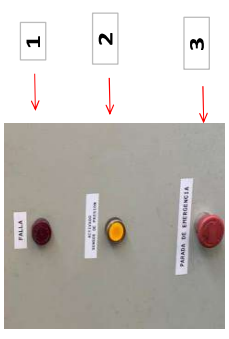



Imagen 1. Líneas productivas de la planta de soldadura.
Elaborado por: Molina, Williams (2024).

Las líneas productivas cuentan con diferentes equipos como: teclés, bombas sellantes, equipos de sujeción "JIG" y soldadoras de punto, para lo cual es importante el suministro de aire, energía y agua. Para el arranque de los equipos de la sala de máquinas al inicio de cada jornada productiva se realiza los siguientes procedimientos.

INSTRUCTIVO TORRE DE ENFRIAMIENTO # 1

|  | | <h2>INSTRUCCIONES DE TRABAJO TORRE DE ENFRIAMIENTO</h2> | | | | SOP-04-IT-16 | |
|---|-----|---|-------|---|--|--|--|
| Linea: Soldadura | | Operación: Tratamiento de agua | | Modelo: POER | | Versión: 00 | |
| Características Especiales: Confirmación de Calidad Característica Especial | | Equipo de Protección Personal: Mascara Facial Protección Auditiva | | Residuos Generados: Plástico Vidrio Peligrosos Papel / Cartón | | Fecha Emisión: 2014-05-02 | |
| Seguridad Industrial Medio Ambiente | | Zapatos de Seguridad Casco | | Guantes | | N°: 16044 | |
| Código | | Descripción | | HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES | | Documento Externo: N/A | |
| Item 1 | No. | Paso Principal (Elemento) | Cant. | Item | Torre de enfriamiento | Especificación Técnica | |
| GRAFICO / FOTOGRAFIA | | | | | | | |
|  | 1 | Revisar que todas las actividades del check list se cumplan | 1 | Símbolo | 1. Leer la actividad y confirmar que se cumpla. | Garantizar la integridad del equipo y de las personas que manipulen el equipo. | |
|  | 2 | Identificación de Control de Mando para funcionamiento adecuado | 2 | Símbolo | 1. Sensor de presión: Verde ON Rojo OFF 2. Bomba 1: Verde ON Rojo OFF 3. Bomba 2: Verde ON Rojo OFF 4. Bomba 3: Verde ON Rojo OFF 5. Ventilador 1: Verde ON Rojo OFF 6. Ventilador 2: Verde ON Rojo OFF 7. Llenado: Verde ON Rojo OFF 8. Recirculación: Verde ON Rojo OFF | Garantizar la integridad del equipo y de las personas que se encuentran a sus alrededores. | |
|  | 3 | Definir los parámetros a los cuales se somete el vehículo. | 3 | Símbolo | 9. Botón para detectar fallas 2. Luz piloto para saber la actividad del sensor 3. Botón parada de emergencia | Garantizar la calidad del trabajo. | |

Descripción del proceso de arranque de la torre de enfriamiento #1

1. Preparativos previos:

- **Revisar lista de verificación (checklist):** Asegurarse de que todos los ítems marcados en la checklist se cumplan.
 - Objetivo: Garantizar la integridad del sistema y la seguridad de las personas que operan los equipos.

2. Identificación de controles principales:

- Verificar el estado de los botones de control y asegurarse de que los indicadores estén en la posición inicial adecuada (OFF).

3. Encendido de los componentes:

- Activar los controles uno por uno según el procedimiento específico.
- Confirmar visualmente que los indicadores cambian al estado ON y que los equipos están funcionando de manera adecuada.

4. Monitoreo del sistema:

- Durante el arranque, verificar que los parámetros operativos se mantengan dentro de los valores esperados (por ejemplo, niveles de agua, presión, temperaturas, etc.).

5. Registro de datos:

- Documentar cualquier observación relevante o anomalía durante el arranque en el formato correspondiente.

6. Seguridad y protección:

- El procedimiento resalta la importancia de utilizar equipo de protección personal (EPP), como casco, gafas, guantes y calzado de seguridad.

SOLDADORAS DE PUNTO

Las soldadoras de punto son equipos importantes en el proceso de soldadura los mismos que necesitan de agua para el enfriamiento de las puntas o caps, aire para poder abrir y cerrar sus pinzas y energía para poder realizar el proceso de soldadura de chapas metálicas.

La torre de enfriamiento es parte importante en el proceso de soldadora de chapas metálicas, permite enfriar las puntas o caps de las soldadoras de punto, permitiendo la unión de chapas metálicas para obtener como producto final la carrocería soldada

En la Tabla 1 se puede observar el caudal necesario para asegurar el correcto funcionamiento de las soldadoras de punto de media y baja frecuencia.




Tabla 1. Parámetros requeridos soldadora de punto.

| Parámetros requeridos de soldadoras de punto | |
|--|--|
| 10.000 Hz | Soldadora de punto de media frecuencia |
| 60 Hz | Soldadora de punto de baja frecuencia |

Elaborado por: Molina, Williams (2024).

La Tabla 2 detalla el procedimiento que realiza el técnico de mantenimiento para el arranque de la torre de enfriamiento de la sala de máquinas.

Tabla 2. Proceso de encendido de equipos.

| Proceso de arranque de la torre de enfriamiento | |
|--|--|
| Procedimiento | Referencia |
| <p>Paso 1: Abrir la válvula de retorno del sistema</p> |  |
| <p>Paso 2: Abrir la válvula de la bomba a funcionar y pulsamos el botón start de la bomba seleccionada, el sistema cuenta con tres bombas que pueden funcionar en paralelo.</p> |  |
| <p>Paso 3: Abrir la válvula de envío de agua a las líneas productivas.</p> |  |

| | |
|--|--|
| <p>Paso 4: Verificar que la presión del sistema alcance 3 bares, caso contrario abrir la válvula y encender otra bomba.</p> |  |
| <p>Paso 5: Verificar el funcionamiento de los presostatos del sistema, para la activación de alarmas</p> |  |
| <p>Paso 6: Encender los ventiladores y recirculación se realiza manualmente del tablero principal y se da de acuerdo a las condiciones del sistema que son</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el agua del sistema se encuentra en un rango $< 20^{\circ}\text{C}$ no se enciende ningún equipo. -Si el agua del sistema se encuentra en un rango de entre $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$ se enciende un ventilador. -Si el agua del sistema se encuentra $>30^{\circ}\text{C}$ se enciende los dos |  |

| | |
|--|--|
| ventiladores y la recirculación del sistema. | |
|--|--|


Elaborado por: Molina, Williams (2024).

Cada una de las líneas productivas cuentan el seccionamiento de válvulas en el sistema hidráulico en las líneas de envío y retorno de agua para cualquier manipulación de las soldadoras de punto.

La Tabla 3 detalla el procedimiento que realiza el técnico de mantenimiento para energizar a las diferentes líneas productivas.

En la sala de máquinas contamos con dos tableros para energizar las diferentes líneas productivas las cuales se detallan a continuación.

Tabla 3. Proceso de energizar las líneas productivas.

| Energizar líneas productivas | |
|--|---|
| Procedimiento | Referencia |
| <p>Paso 1: Para energizar la línea productiva, hay que levantar el break se secciona cada línea productiva.</p> <p>Breaker 1: Energiza las líneas productivas de G01 y X3OL</p> <p>Breaker 2: Energiza las líneas productivas de POER cabina y baldes.</p> |  |



Elaborado por: Molina, Williams (2024).

El aire comprimido de la empresa es distribuido por la planta de pintura que cuenta con tres compresores para abastecer a toda la planta, el aire comprimido a la planta de soldadura llega a un tanque de almacenamiento, el mismo que cuenta con una válvula para alimentar a todas las líneas productivas, como se muestra en la Imagen 1.



Imagen 1. Alimentación de aire a la planta de soldadura.
Elaborado por: Molina, Williams (2024).

La Tabla 4 detalla las actividades realizadas durante el proceso de arranque de los equipos de la planta de soldadura, registrando cada etapa de acuerdo con el método continuo. En ella se especifican las tareas ejecutadas, los tiempos de inicio y fin, la duración de cada actividad y las observaciones relevantes, proporcionando una visión clara del tiempo requerido para completar cada paso y garantizar que los equipos se encuentren en condiciones óptimas para iniciar la producción.

Tabla 4. Toma de tiempos según el método continuo.

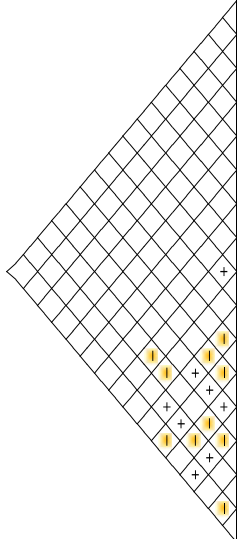
| Nº. | ACTIVIDAD | INICIO (HH:MM:SS) | FIN (HH:MM:SS) | DURACIÓN (S) | OBSERVACIONES |
|--------------|---|----------------------|-------------------|-----------------|---|
| 1 | Inspeccionar visualmente la torre. | 06:00:00 | 06:02:00 | 120 | Sin daños visibles. |
| 2 | Verificar nivel de agua en el sistema. | 06:02:00 | 06:04:00 | 120 | Nivel de agua óptimo. |
| 3 | Encender la bomba de agua. | 06:04:00 | 06:06:00 | 120 | Operación normal. |
| 4 | Verificar presión de agua en el circuito. | 06:06:00 | 06:08:00 | 120 | Presión estable dentro de los parámetros. |
| 5 | Encender el sistema de ventilación. | 06:08:00 | 06:10:30 | 150 | Funcionamiento estable; sin vibraciones. |
| 6 | Ajustar parámetros iniciales del sistema. | 06:10:30 | 06:13:00 | 150 | Parámetros ajustados correctamente. |
| 7 | Monitorear funcionamiento inicial. | 06:13:00 | 06:20:00 | 420 | Temperatura y flujo estables. |
| 8 | Finalizar verificación y dejar operativa | 06:20:00 | 06:30:00 | 600 | Todo en condiciones óptimas. |
| TOTAL | | | | 1800 | |

Elaborado por: Molina, Williams (2024).

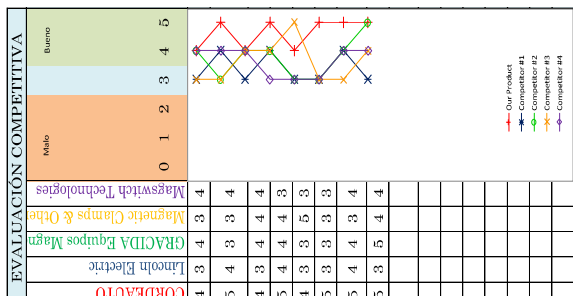
Casa de la calidad QFD CIAUTO.

QFD: Casa de la Calidad
 Proyecto: Automatización de la torre de enfriamiento del área de soldadura
 Nombre : Williams Molina
 Fecha: 17/12/2024

- Correlations**
 - Positive +
 - Negative -
 - No Correlation
- Relationships**
 - Strong
 - Moderate
 - Weak
- Direction of Improvement**
 - Target
 - Maximize
 - Minimize



| Row # | Weight Chart | Relative Weight | Customer Importance | Maximum Relationship | Affinidad | Direction of Improvement | Column # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | |
|-------|--------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---|----------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| 1 | 15% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Customer Requirements (Explicit and Implicit) | Funcion al Requir ements | 1 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 15% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Optimización del flujo de agua | Eficiencia energética. | 2 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 15% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Ventiladores de alta eficiencia | Bajo mantenimiento. | 3 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 14% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Sensores avanzados | Mayor vida útil del equip | 4 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 14% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Controladores automáticos (PLCs) | Automatización confiable | 5 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 14% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Sistema IoT | Reducción del tiempo de | 6 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 14% | 5 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Materiales de alta durabilidad | Compatibilidad con estát | 7 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 14% | 4 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Diseño modular | Sostenibilidad ambiental | 8 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 14% | 4 | 9 | Propiedad de flujo y entami | Bajo consumo eléctrico | Facilidad de monitoreo. | 9 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | Ventiladores de alta eficiencia | Facilidad de instalación y | 10 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



La Casa de la Calidad se observa en la Imagen 2 la cual fue desarrollada para el proyecto de automatización de la torre de enfriamiento en el área de soldadura de CIAUTO CIA. LTDA. es una herramienta fundamental del Despliegue de la Función de Calidad (QFD), cuyo propósito es transformar las necesidades del cliente en especificaciones técnicas claras y priorizadas. Este proceso asegura que los requisitos del cliente sean correctamente entendidos y que las soluciones técnicas sean diseñadas para satisfacer esas demandas de manera eficiente.

En cuanto a los requerimientos del cliente, se identificaron necesidades clave que incluyeron durabilidad, bajo consumo energético, seguridad para el usuario, compatibilidad con diferentes metales, y facilidad de aplicación. Cada uno de estos aspectos fue evaluado en términos de su importancia relativa, lo que permitió comprender mejor qué características son esenciales para satisfacer las expectativas de los clientes.

Respecto a los requerimientos técnicos, se incluyeron soluciones como sensores avanzados, PLCs interconectados, materiales resistentes a la corrosión y sistemas de monitoreo remoto IoT. Estas especificaciones técnicas buscan no solo cumplir con las necesidades del cliente, sino también superarlas, mejorando la eficiencia y fiabilidad del sistema de automatización.

La Casa de la Calidad permite una relación detallada entre las necesidades del cliente y las soluciones técnicas propuestas. Se asignaron relaciones fuertes (●), moderadas (○) y débiles (▽) para priorizar los aspectos técnicos más críticos. Además, se realizó una evaluación competitiva, comparando a CIAUTO con empresas líderes como ABB, Siemens, Rockwell Automation y Schneider Electric, lo que permitió destacar su competitividad en áreas clave como eficiencia energética y automatización avanzada. A través de la ponderación y priorización, se orientaron los esfuerzos de mejora, calculando los pesos relativos y las prioridades para maximizar los resultados del proyecto.

Ubicación de la empresa a realizar el estudio

La empresa CIAUTO CIA. LTDA. se encuentra ubicada en el Camino Real, sector de Unamuncho a 20 minutos del centro de la ciudad de Ambato.

El área de estudio se encuentra en la Tabla 5:

Tabla 5. Ubicación donde se realiza el estudio.

| Nivel | Descripción | Fotografía |
|---------|--------------------------|--|
| Empresa | La Ciudad del Auto |  |
| Planta | Soldadura |  |
| Área | Sala de maquinas |  |
| Sistema | Torre de enfriamiento #1 |  |

Elaborado por: Molina, Williams (2024).

Área de estudio

En la Tabla 6 se puede observar la ubicación de la empresa y la metodología a utilizar.

Tabla 6. Área de estudio.

| | |
|------------------------|--|
| Dominio | Sociedad y Empresa |
| Línea de investigación | Empresabilidad y productividad |
| Área | Ingeniería industrial |
| Campo | Optimización del proceso productivo de la planta de soldadura. |
| Aspecto | Sala de maquinas |
| Objeto de estudio | Proceso productivo |
| Periodo de análisis | Enero 2024- junio 2025 |

Elaborado por: Molina, Williams (2024).

Modelo Operativo

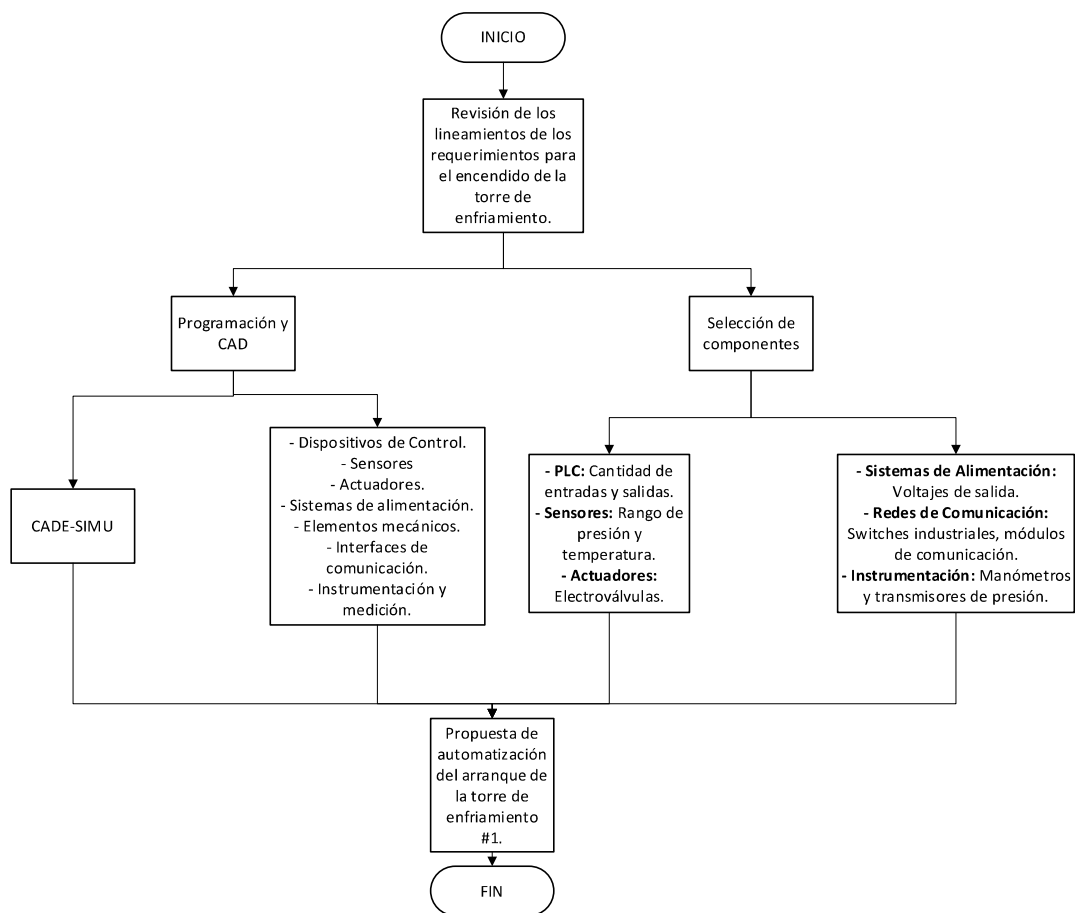


Imagen 3. Modelo Operativo

Elaborado por: Molina, Williams (2024).

Desarrollo del modelo operativo

El modelo operativo que se muestra es un diagrama de flujo que describe un proceso sistemático para la automatización del arranque de un sistema de enfriamiento. Se describe el flujo de manera detallada:

1. Inicio:

- Se inicia con la revisión de los lineamientos de los requerimientos para la electrónica del sistema de enfriamiento. Este paso asegura que los criterios de diseño y funcionalidad estén claramente definidos.

2. Ramas principales:

- Desde la etapa inicial, el proceso se divide en dos ramas principales:
 - Programación y CAD.
 - Selección de componentes.

3. Programación y CAD:

- En esta etapa, se realiza la programación del sistema y el diseño a través de herramientas de CAD.
- Se incluye la simulación del sistema en CADE SIMU, un software que permite validar el funcionamiento de las conexiones eléctricas y automatizadas antes de su implementación.

4. Selección de componentes:

- Esta sección detalla la identificación y adquisición de los elementos necesarios para el sistema:
 - **Dispositivos de control:** como sensores, actuadores, y sistemas de instrumentación.

- **PLC (Controlador Lógico Programable):** se definen las entradas y salidas necesarias, sensores de temperatura, actuadores y electroválvulas.
- **Sistemas de alimentación y redes de comunicación:** como módulos de comunicación industrial y transmisores de presión para asegurar el control y monitoreo del sistema.

5. Integración:

- Los componentes seleccionados y la programación son integrados para construir un sistema funcional.
- Esto incluye:
 - Interfaces de comunicación.
 - Instrumentación y dispositivos para la medición.

6. Resultado final:

- El proceso concluye con la automatización del arranque del sistema de enfriamiento #1, asegurando un arranque eficiente y seguro del sistema.

Desarrollo técnico:

- Este modelo operativo aplica principios de diseño estructurado y programación lógica.
- Es importante verificar la compatibilidad entre los componentes seleccionados y los requerimientos de diseño.
- La simulación previa permite prevenir errores antes de la implementación física, optimizando tiempos y costos.


CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

La optimización del proceso de arranque de los dispositivos que forman parte de la torre de enfriamiento consiste en mantener la etapa de potencia de las bombas y ventiladores; reemplazar la parte de control que actualmente está mediante lógica cableada, por un control de lógica programa mediante un autómata programable y una pantalla táctil (HMI).

Tabla 7. Elementos a utilizar con su descripción.

| ORD | DESCRIPCION | IMAGEN |
|-----|--|---|
| 1 | <p>TRANSMISOR DE TEMPERATURA TM 131</p> <p>Es un termómetro modular industrial TM 131, de la marca Endress+Hauser, rango de medición de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$$200\text{ }^{\circ}\text{C}$, salida de 4 a 20 mA. Ficha técnica en el anexo 1.</p> |  |

| | | |
|---|--|---|
| 2 | <p>TRANSMISOR DE NIVEL</p> <p>Es un sensor ultrasonico Prosonic FDU90, de la marca Endress+Hauser, rango de medición es hasta 3 metros, salida de 4 a 20 mA. Ficha técnica en el anexo 2.</p> |  |
| 3 | <p>VÁLVULA DE CONTROL</p> <p>Válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80, normalmente cerrada, de la marca Eltox, la bobina es a 220 V AC, la presión de trabajo es de 0 a 0.7 MPa (0 a 7 Bares). Ficha técnica en el anexo 3.</p> |  |
| 4 | <p>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</p> <p>Fuente de alimentación de 24 V DC a 2.5 A, de la marca Siemens. Ficha técnica en el anexo 4.</p> |  |
| 5 | <p>PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RELE</p> <p>Tiene 14 entradas digitales a 24 V DC; 10 salidas digitales a relé 2 A; 2 entradas analógicas de 0-10V DC y su alimentación es de 120-240 V AC. Ficha técnica en el anexo 5.</p> |  |

| | | |
|---|--|--|
| 6 | <p>SIMATIC HMI KTP 700</p> <p>Es un Panel Básico, manejado con teclado/táctil, pantalla TFT de 7", 65536 colores, Interfaz PROFINET. Ficha técnica en el anexo 6.</p> |  |
|---|--|--|

Elaborado por: Molina, Williams (2025).

La selección de estos elementos para la propuesta. Se basa en los siguientes criterios técnicos y funcionales:

1. **PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELE**

- Se eligió este PLC debido a su capacidad de manejar múltiples señales digitales y analógicas necesarias para la automatización del proceso.
- Su alimentación de 120-240 V AC permite integrarse fácilmente con la infraestructura eléctrica existente.
- Las salidas a relé permiten controlar dispositivos de diferentes características eléctricas sin necesidad de módulos adicionales.

2. **SIMATIC HMI KTP 700**

- Este panel HMI permite una interfaz de usuario amigable para monitorear y controlar la torre de enfriamiento.
- Su pantalla táctil de 7" facilita la visualización de datos en tiempo real, como temperatura y nivel del agua.
- La comunicación a través de PROFINET asegura una integración fluida con el PLC.

3. **TRANSMISOR DE TEMPERATURA TM 131**

- Se seleccionó este sensor porque permite medir con precisión la temperatura del agua en la torre de enfriamiento.
- Su salida de 4-20 mA es compatible con el PLC, facilitando el procesamiento de la señal analógica.
- Su amplio rango de medición (-50 °C a 200 °C) cubre los valores requeridos para el proceso.

4. TRANSMISOR DE NIVEL (Prosonic FDU90)

- Este sensor ultrasónico mide de forma continua el nivel del agua sin necesidad de contacto físico, lo que reduce el mantenimiento.
- Su rango de medición de hasta 3 metros es adecuado para la torre de enfriamiento.
- La señal de salida de 4-20 mA permite una fácil integración con el PLC.

5. VÁLVULA DE CONTROL (2W800-80)

- La válvula de solenoide regula el flujo de agua de manera automática en función de las señales del PLC.
- Su accionamiento a 220V AC coincide con la alimentación disponible en la planta.
- Su tamaño de 3 pulgadas y presión de trabajo hasta 7 bares son adecuados para el sistema de enfriamiento.

6. FUENTE DE ALIMENTACIÓN (Siemens 24V DC 2.5 A)

- Se requiere para alimentar los dispositivos de control que operan con 24V DC, incluyendo el PLC y los sensores.
- La capacidad de 2.5 A garantiza un suministro estable y confiable.

El autómata programable es un PLC de la marca Siemens, número de catálogo 6ES7214-1BG40-0XB0, la familia es la 1200 y la CPU la 1214C AC/DC/RLY, tiene 14 entradas digitales a 24 V DC; 10 salidas digitales a relé 2 A; 2 entradas analógicas de 0-10V DC y su alimentación es de 120-240 V AC (SIEMENS, 2022).

La pantalla táctil es una SIMATIC HMI, número de catálogo 6AV2123-2GB03-0AX0. La SIMATIC HMI KTP 700, es un Panel Básico, manejado con teclado/táctil, pantalla TFT de 7", 65536 colores, Interfaz PROFINET, con Imagenble a partir de WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13 (SIEMENS, 2025).

En la Imagen 4 se muestra un diagrama de cableado de un PLC Siemens CPU 215C AC/DC/RELAY, el cual es un controlador lógico programable de la serie SIMATIC S7-1200. Este diagrama presenta las conexiones eléctricas y los distintos módulos de entrada y salida del dispositivo.

En la parte superior, se encuentran las entradas digitales de 24V DC, organizadas en dos bloques (X10 y X11), con su respectiva numeración. También se observan las salidas y entradas analógicas, que permiten la conexión de sensores o actuadores que operan con señales variables. En la parte central del diagrama, se muestra la CPU del PLC, junto con los indicadores LED de estado (RUN, STOP, ERROR, MAINT) y los puertos de comunicación PROFINET (LAN) para la conexión en red. En la parte inferior, se detallan las salidas de relé (relay outputs), organizadas en bloques de conexión para el control de dispositivos externos.

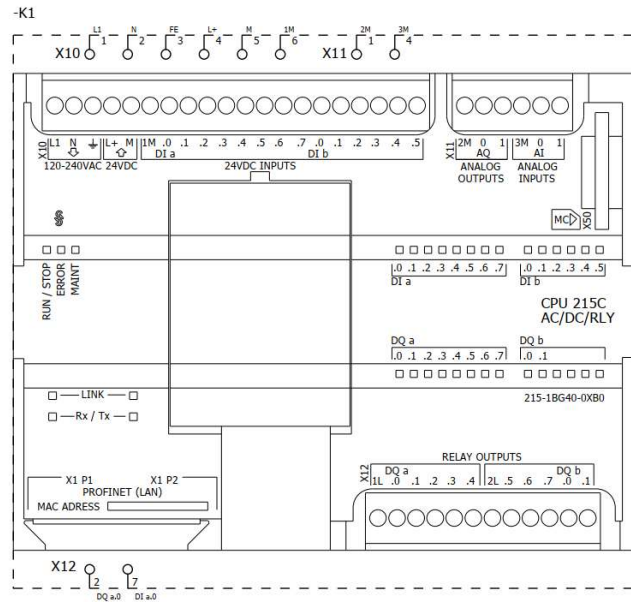


Imagen 4. PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

En la Imagen 5 se muestra un panel HMI (Human-Machine Interface) Siemens SIMATIC, que es una interfaz de operador utilizada en sistemas de automatización industrial. Este panel permite la supervisión y el control de procesos mediante una pantalla táctil y botones físicos de función.

En la parte superior izquierda, se observa el logotipo de Siemens, mientras que en la esquina superior derecha aparece la etiqueta SIMATIC HMI, indicando que es un dispositivo de la línea de interfaces hombre-máquina de Siemens. La pantalla central es la principal área de interacción, donde se pueden visualizar datos del sistema y acceder a los controles. A la derecha, la palabra TOUCH resalta que la pantalla es táctil. En la parte inferior, hay ocho botones físicos etiquetados de F1 a F8, que pueden programarse para realizar diferentes funciones según las necesidades de la aplicación.

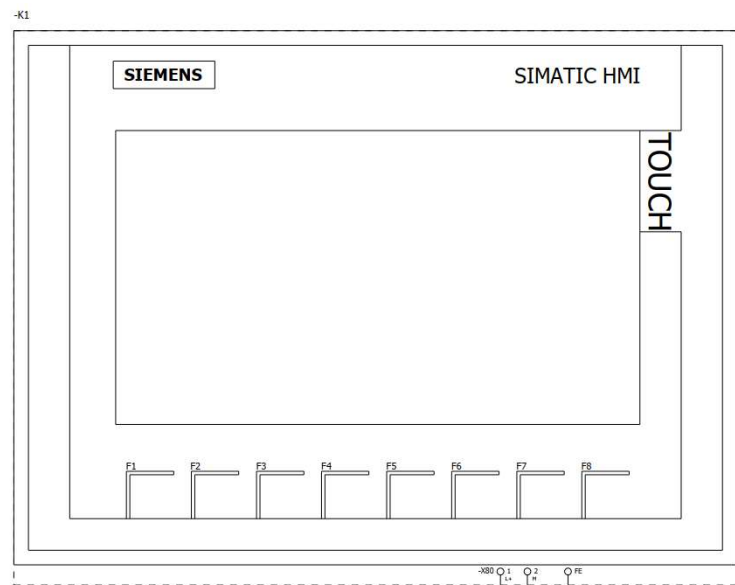


Imagen 5. PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY

Elaborado por: Molina, Williams (2025).

Para medir la temperatura del tanque reservorio, se observa en la Imagen 6 un termómetro modular industrial TM 131, de la marca Endress+Hauser, rango de medición de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, salida de 4 a 20 mA (Endress+Hauser, 2024).



Imagen 6. iTHERM ModuLine TM131
Elaborado por: Endress+Hauser, (2024).

Para medir el nivel del tanque reservorio, se observa en la Imagen 7 un sensor ultrasónico Prosonic FDU90, de la marca Endress+Hauser, rango de medición es hasta 3 metros, salida de 4 a 20 mA (Endress+Hauser, 2024).



Imagen 7. Sensor ultrasónico Prosonic FDU90
Elaborado por: (Endress+Hauser, 2024).

Para control el paso de agua se observa en la Imagen 8 una válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80, normalmente cerrada, de la marca Eltox, la bobina es a 220 V AC, la presión de trabajo es de 0 a 0.7 MPa (0 a 7 Bares) (Vitality Water Solutions, 2022).



Imagen 8. Válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80
Elaborado por: (Vitality Water Solutions, 2022).

Se observa en la Imagen 9 el dispositivo para alimentar la pantalla táctil KTP 700 y los relés para el control de las electroválvulas, se necesitará una fuente de alimentación de 24 V DC a 2.5 A, de la marca Siemens, numero de articulo 6EP3332-6SB00-0AY0.

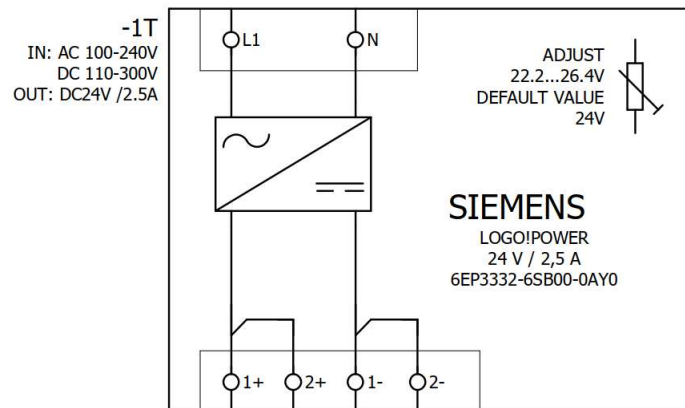


Imagen 9. Siemens LOGO!POWER 24 V / 2.5 A
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

En la Imagen 10 se observa el dispositivo para el control de la apertura y cierre de las electroválvulas, se seleccionó el relé marca camSCO de la serie MK, alimentación de la bobina a 220 V AC (CAMSCO, 1979).



Imagen 10. Relé camSCO a 220 V AC
Elaborado por: (CAMSCO, 1979).

Esquemas de Conexión

En la Imagen 11 y 12, se presentan los esquemas de conexión de cada uno de los dispositivos que formaran parte de la propuesta de automatización.

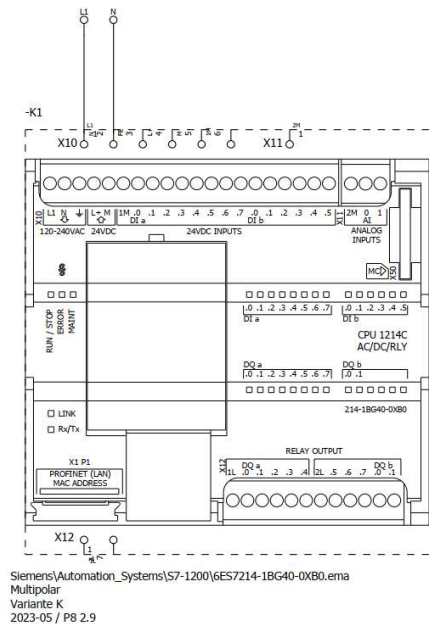


Imagen 11. Alimentación del PLC S7 1200.
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

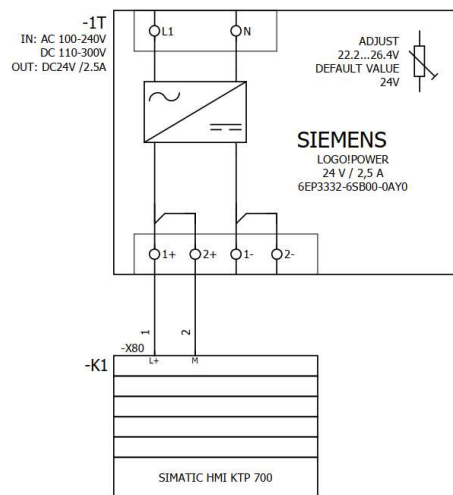


Imagen 12. Alimentación de la pantalla táctil KTP 700.
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

La norma ISO 13850 especifica «Seguridad de las máquinas-Función de parada de emergencia-Principios de diseño», una norma (normas de tipo B) que describe los requisitos de seguridad para el diseño del sistema de parada de emergencia.

En la Imagen 13 se observa el botón de parada de emergencias el cual es un dispositivo de seguridad que se agrega a las máquinas y equipos para detenerla en caso de atrapamiento o alguna otra situación de emergencia, es un componente eléctrico de accionamiento mecánico, esto significa que funciona de la misma manera en cómo funcionan los interruptores domiciliarios normales, pero con la diferencia de que una vez que se activa queda bloqueado en su última posición a esto se le conoce como enclavamiento.

Eléctricamente cuenta con dos estados al momento de estar inactivo o no pulsado se encuentra **normalmente cerrado** y al ser accionado pasa a estar normalmente abierto.

Este botón se encuentra conectado a la entrada digital cero del PLC S7 1200, I0.0.

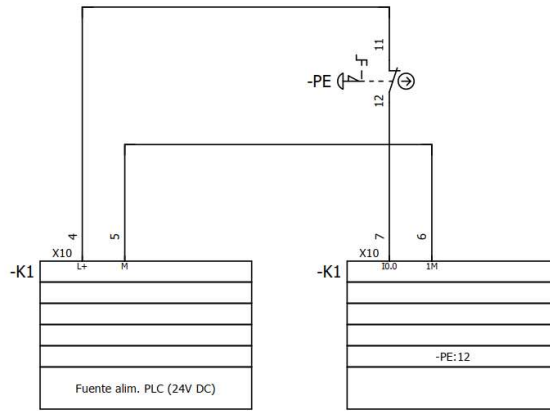


Imagen 13. Conexión del botón de parada de emergencia
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

En la Imagen 14 se observa el interruptor de presión es un instrumento que tiene la función de abrir o cerrar un circuito eléctrico, para ello es importante la lectura de la presión del fluido.

El fluido es el encargado de ejercer la presión en el pistón, permitiendo el movimiento, hasta alcanzar la unión de dos contactos. A estos dispositivos también se les conoce con el nombre de presostatos.

El interruptor de presión, en el sistema de bombeo esta seteado para cuando la presión sea superior a 3 Bares, este se cierre canso contrario se abra, este dispositivo esta conectado en la entrada digital uno del PLC s7 1200.

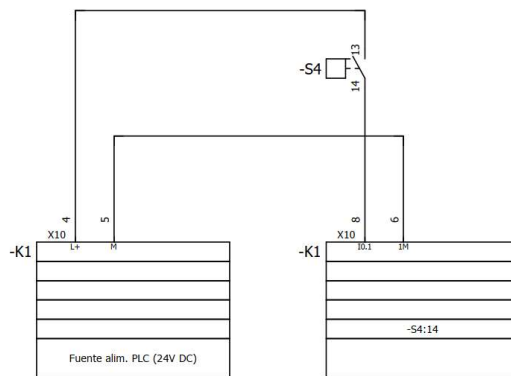


Imagen 14. Conexión del interruptor de presión
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

En la Imagen 15 se observa el guardamotor el cual es un dispositivo magnetotérmico que previene la sobrecarga. El guardamotor se encarga de desconectar el motor en cuanto la corriente (intensidad) que está consumiendo supera en un porcentaje a la corriente nominal que corresponde a la potencia del motor, dicho sistema trabaja cuando el motor indica tener un mal funcionamiento, por lo que entra en acción para desactivarlo y evitar que se recaliente y pueda llegar a quemarse.

Por esta razón se puede clasificar como un elemento de protección. Estos dispositivos protegen contra sobrecarga al motor, y contra cortocircuito y sobrecarga a la línea de alimentación y al motor, tienen 1 contacto NA y 1 contacto NC.

Se necesitan siete entradas digitales para conectar los contactos NC de los guardamotores de las 5 bombas y 2 ventiladores. Si existe falla el contacto se abre, en es instante la bomba o ventilador deben apagarse.

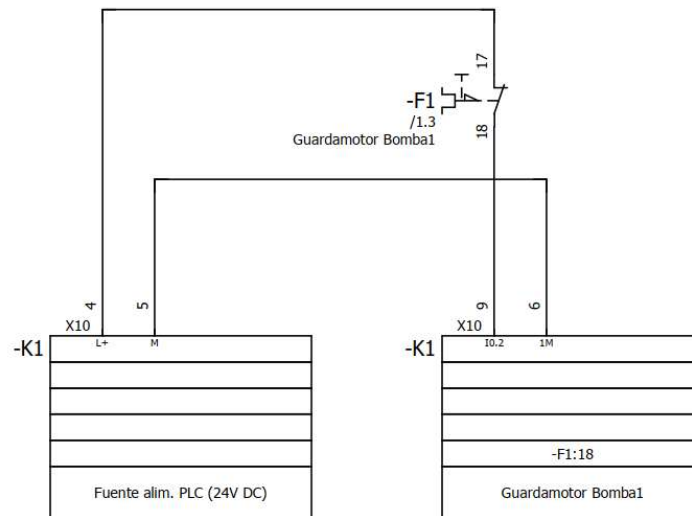


Imagen 15. Conexión contacto NC guardamotor bomba 1
Elaborado por: Molina, Williams (2025).

La Imagen 16 muestra un diagrama eléctrico de control en el que se representa la conexión entre una fuente de alimentación para un PLC (24V DC) y un guardamotor de una bomba.

En la parte izquierda del esquema, se observa la fuente de alimentación del PLC, identificada con X10 y los terminales L+ y M, que corresponden a los polos positivo y negativo de la alimentación de 24V DC. Desde esta fuente, una línea se conecta al guardamotor de la Bomba 2, representado a la derecha del diagrama.

El guardamotor (F2) tiene contactos numerados 17 y 18, los cuales funcionan como un interruptor de protección. Si el guardamotor detecta una sobrecarga en la bomba, abrirá el circuito para evitar daños en el sistema. La señal de estado del guardamotor se envía al PLC mediante el terminal 10.3 (entrada digital), permitiendo monitorear su condición en el sistema de control.

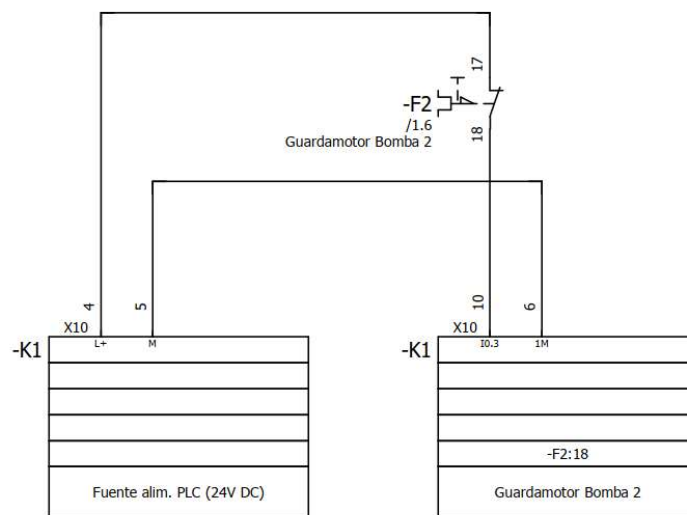


Imagen 16. Conexión contacto NC guardamotor bomba 2
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Imagen 17 muestra un circuito eléctrico de control donde una fuente de alimentación de 24V DC de un PLC se conecta a un guardamotor identificado como "Guardamotor Bomba 3" (-F3), con capacidad de 1.6A. El circuito permite monitorear el estado del guardamotor mediante una conexión entre sus contactos (17-18) y el PLC. Si el

guardamotor está cerrado, la señal fluye normalmente, pero si se dispara por sobrecarga, la señal se interrumpe, indicando una falla en la bomba al PLC.

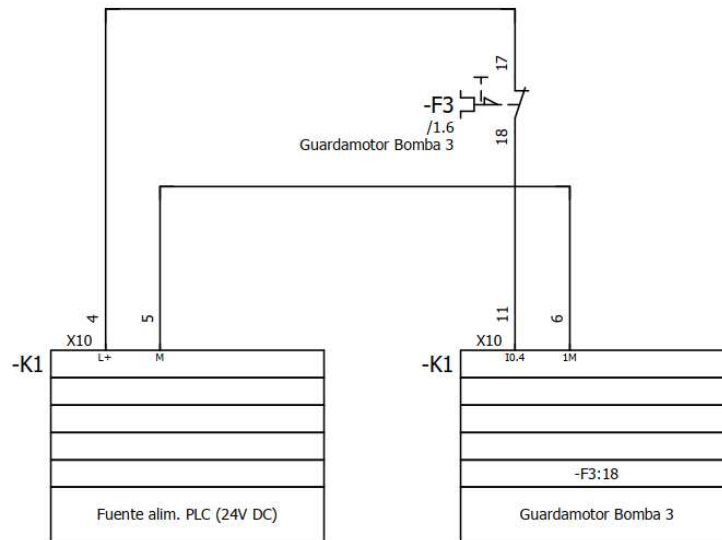


Imagen 17. Conexión contacto NC guardamotor bomba 3
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Imagen 18 muestra un circuito eléctrico de control donde una fuente de alimentación de 24V DC de un PLC se conecta a un guardamotor identificado como "Guardamotor Bomba Llenado" (-F4). El contacto normalmente abierto (17-18) del guardamotor se utiliza para supervisar su estado y está conectado al PLC. Si el guardamotor está cerrado, la señal fluye con normalidad, pero si se dispara por sobrecarga, la señal se interrumpe, indicando una falla en la bomba de llenado al PLC.

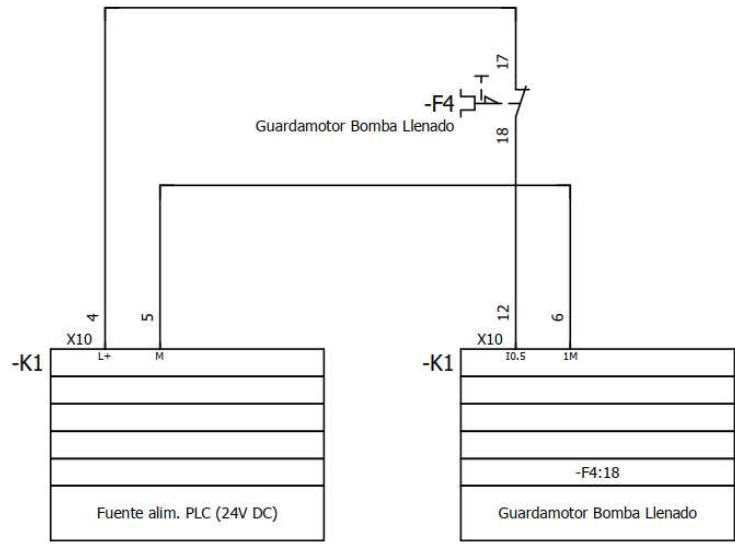


Imagen 18. Conexión contacto NC guardamotor bomba de llenado
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Imagen 19 muestra un circuito eléctrico de control en el que una fuente de alimentación de 24V DC de un PLC se conecta a un guardamotor identificado como "Guardamotor Bomba Recirculación" (-F5). El contacto normalmente abierto (17-18) del guardamotor se usa para monitorear su estado y está conectado al PLC. Si el guardamotor está cerrado, la señal circula con normalidad, pero si se dispara por sobrecarga, la señal se interrumpe, indicando una falla en la bomba de recirculación al PLC.

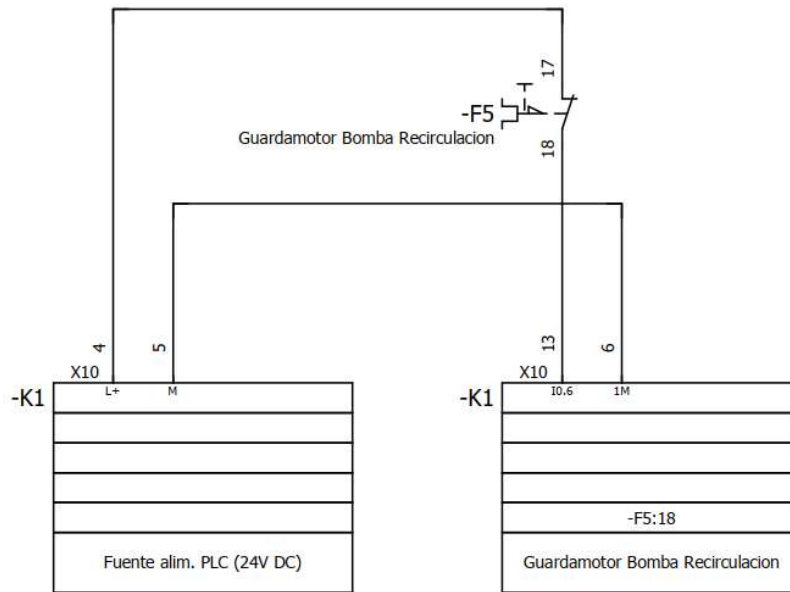


Imagen 19. Conexión contacto NC guardamotor bomba de recirculación
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Imagen 20 muestra un circuito eléctrico de control en el que una fuente de alimentación de 24V DC de un PLC se conecta a un dispositivo de protección identificado como "-F6 Ventilador 1". El contacto normalmente abierto (17-18) del dispositivo se usa para monitorear el estado del ventilador y está conectado al PLC. Si el contacto está cerrado, la señal fluye con normalidad, pero si se dispara por alguna falla, la señal se interrumpe, notificando al PLC una posible avería en el ventilador 1.

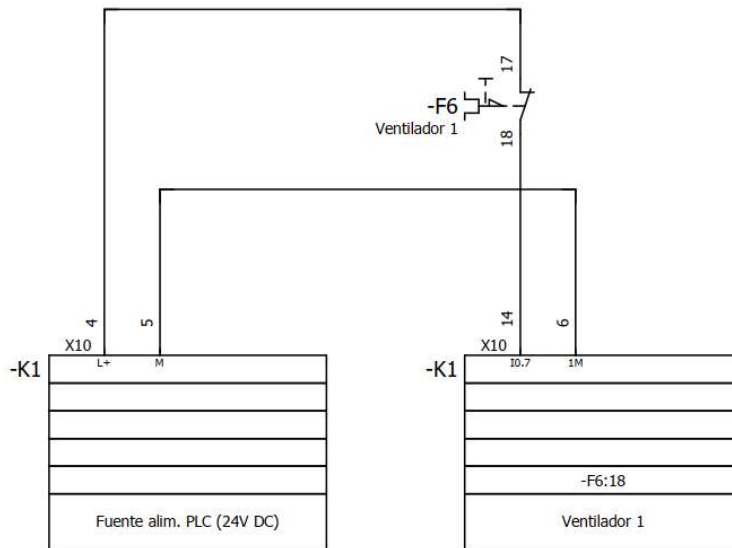


Imagen 20. Conexión contacto NC guardamotor ventilador 1
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Imagen 21 muestra un circuito eléctrico de control en el que una fuente de alimentación de 24V DC de un PLC se conecta a un dispositivo de protección identificado como "-F7 Ventilador 2". El contacto normalmente abierto (17-18) de este dispositivo permite monitorear el estado del ventilador y está conectado al PLC. Si el contacto está cerrado, la señal fluye normalmente, pero si se dispara por una falla, la señal se interrumpe, notificando al PLC un posible problema en el ventilador 2.

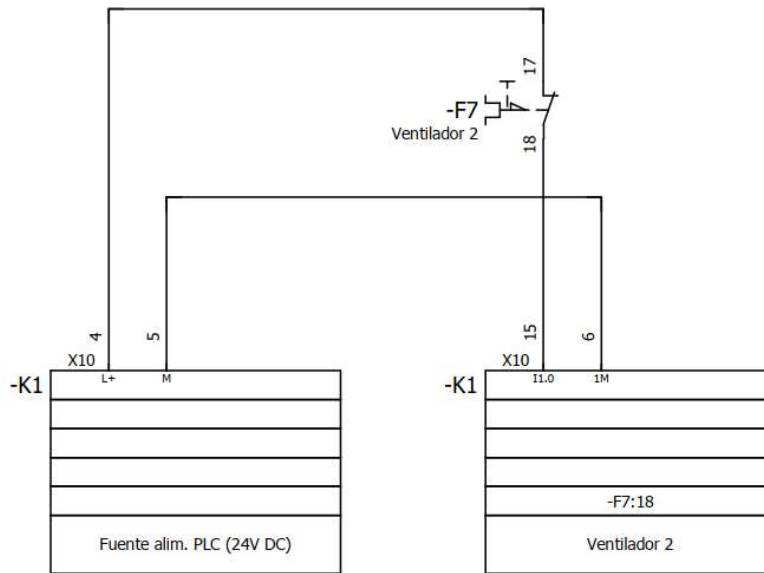


Imagen 21. Conexión contacto NC guardamotor ventilador 2
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

Para medir la temperatura y el nivel del tanque reservorio, se observa en la Imagen 22 un transmisor de temperatura de salida de 4 a 20 mA y un transmisor ultrasónico de salida de 4 a 20 mA, los mismos se conectan a las entradas analógicas 0 y 1 del PLC S7 1200, respectivamente.

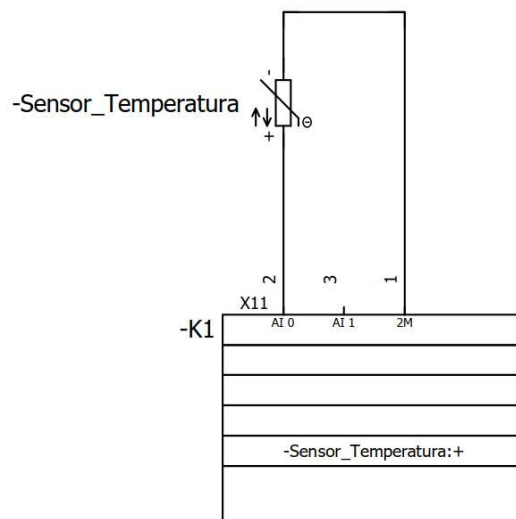


Imagen 22. Conexión del transmisor de temperatura
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

Se observa en la Imagen 23 el PLC S7 1200 CPU 1214 C AC/DC/RLY, tiene 10 salidas digitales a relé, de 2 amperios máximo para cargas resistivas, por lo tanto, las bobinas de control de los contactores de potencia 3RT2015-1AP01-1AA0, que controlan a las bombas y ventiladores, se conectarán directamente a las salidas del PLC. Se deben unir los terminales 1L y 2L del bloque de salidas digitales y conectar a L2 (220 V AC).

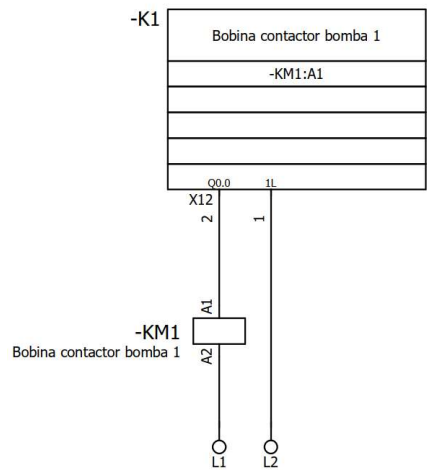


Imagen 23. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba 1
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

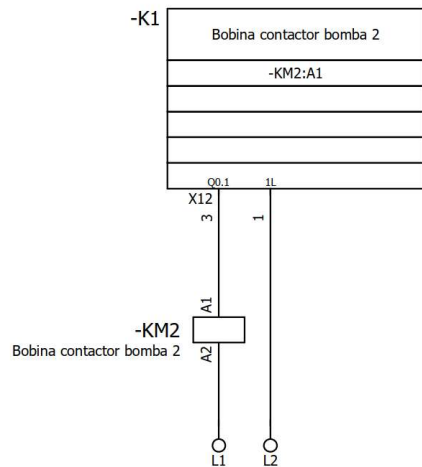


Imagen 24. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba 2
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

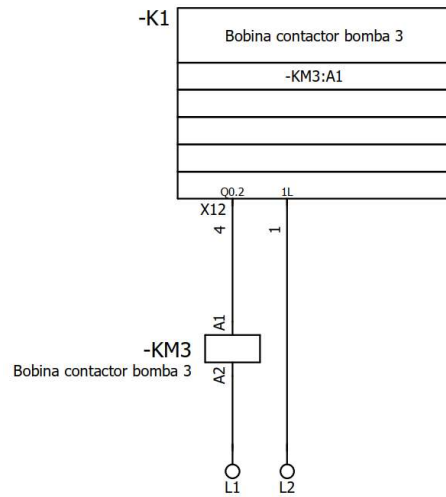


Imagen 25. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba 3
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

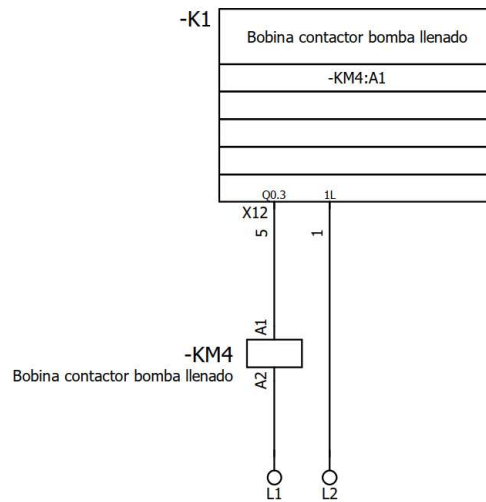


Imagen 26. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba de llenado
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

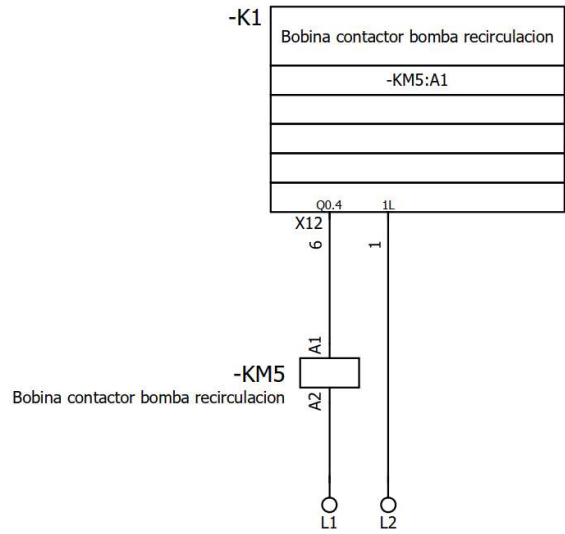


Imagen 27. Conexión de la bobina del contactor que controla la bomba de recirculación
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

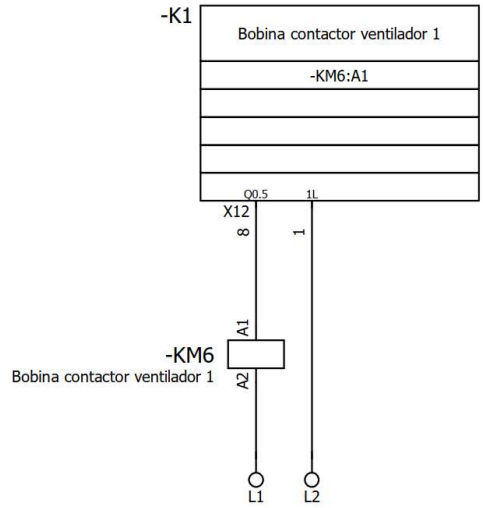


Imagen 28. Conexión de la bobina del contactor que controla el ventilador 1
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

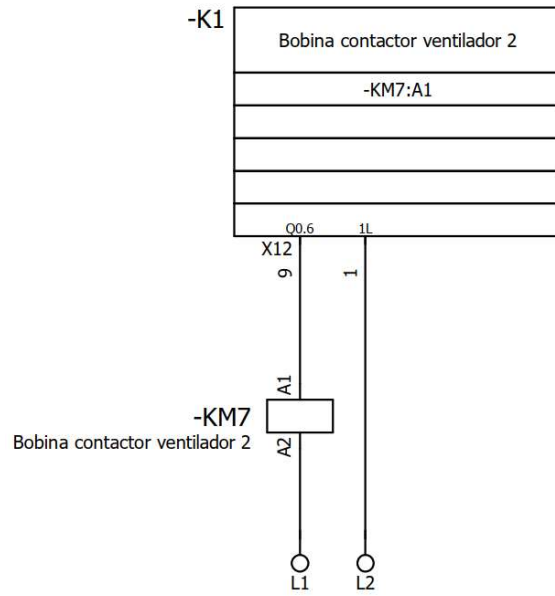


Imagen 29. Conexión de la bobina del contactor que controla el ventilador 2
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

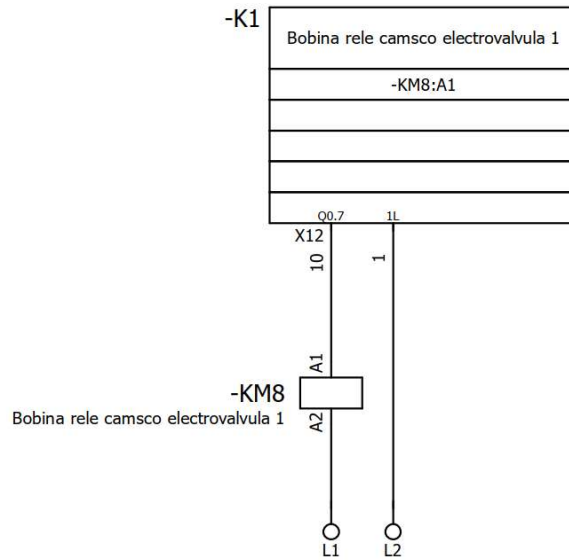


Imagen 30. Conexión de la bobina del relé camscó electroválvula 1
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

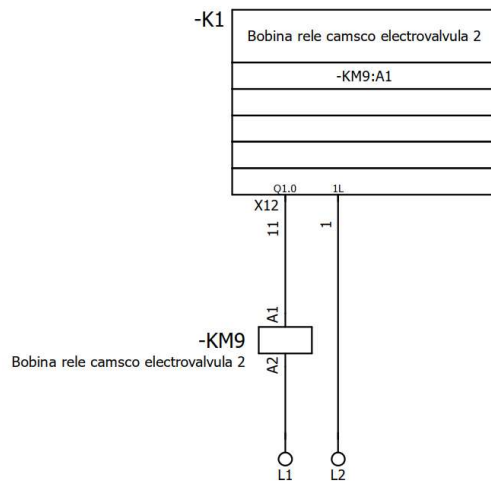


Imagen 31. Conexión de la bobina del relé camcso electroválvula 2
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

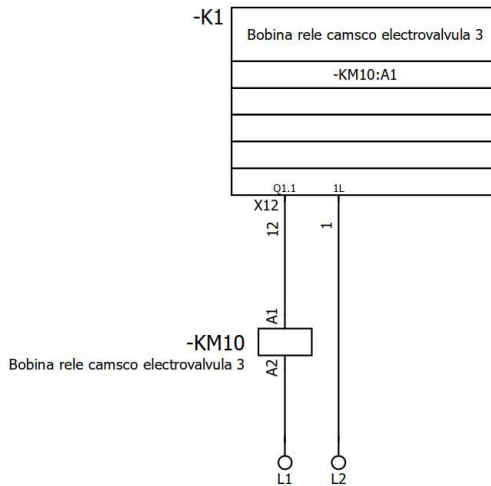


Imagen 32. Conexión de la bobina del relé camcso electroválvula 3
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

Las siguientes Tablas 8 y 9 describen la funcionalidad de cada uno de los pines de las entradas y salidas del PLC S7 1200.

Tabla 8. Entradas digitales del PLC S7 1200

| ORD | ENTRADA DIGITAL | DESCRIPCIÓN |
|-----|-----------------|--|
| 1 | I0.0 | Botón de parada de emergencia |
| 2 | I0.1 | Interruptor de presión |
| 3 | I0.2 | Contacto NC guardamotor bomba 1 |
| 4 | I0.3 | Contacto NC guardamotor bomba 2 |
| 5 | I0.4 | Contacto NC guardamotor bomba 3 |
| 6 | I0.5 | Contacto NC guardamotor bomba de llenado |
| 7 | I0.6 | Contacto NC guardamotor bomba de recirculación |
| 8 | I0.7 | Contacto NC guardamotor ventilador 1 |
| 9 | I1.0 | Contacto NC guardamotor ventilador 2 |

Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Tabla 8 describe las entradas físicas del PLC, cada una con su funcionalidad; es decir, a que sensor o contacto del dispositivo de protección está conectado.

Tabla 9. Entradas analógicas del PLC S7 1200

| ORD | ENTRADA ANALÓGICA | DESCRIPCIÓN |
|-----|-------------------|---------------------------|
| 1 | AI0 | Transmisor de temperatura |
| 2 | AI1 | Transmisor de nivel |

Elaborado por: Molina, Williams (2025)

En la Tabla 9 se especifica a que entrada analógica del PLC están conectadas las salidas de los transmisores de temperatura y nivel.

Tabla 10. Salidas digitales del PLC S7 1200

| ORD | SALIDA DIGITAL | DESCRIPCIÓN |
|-----|----------------|---|
| 1 | Q0.0 | Bobina del contactor que controla la bomba 1 |
| 2 | Q0.1 | Bobina del contactor que controla la bomba 2 |
| 3 | Q0.2 | Bobina del contactor que controla la bomba 3 |
| 4 | Q0.3 | Bobina del contactor que controla la bomba de llenado |
| 5 | Q0.4 | Bobina del contactor que controla la bomba de recirculación |
| 6 | Q0.5 | Bobina del contactor que controla el ventilador 1 |
| 7 | Q0.6 | Bobina del contactor que controla el ventilador 2 |
| 8 | Q0.7 | Bobina del relé camsco electroválvula 1 |
| 9 | Q1.0 | Bobina del relé camsco electroválvula 2 |
| 10 | Q1.1 | Bobina del relé camsco electroválvula 3 |

Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Tabla 10 describe las salidas físicas del PLC, cada una con su funcionalidad; es decir a que actuador o dispositivo controla.

Esquema eléctrico

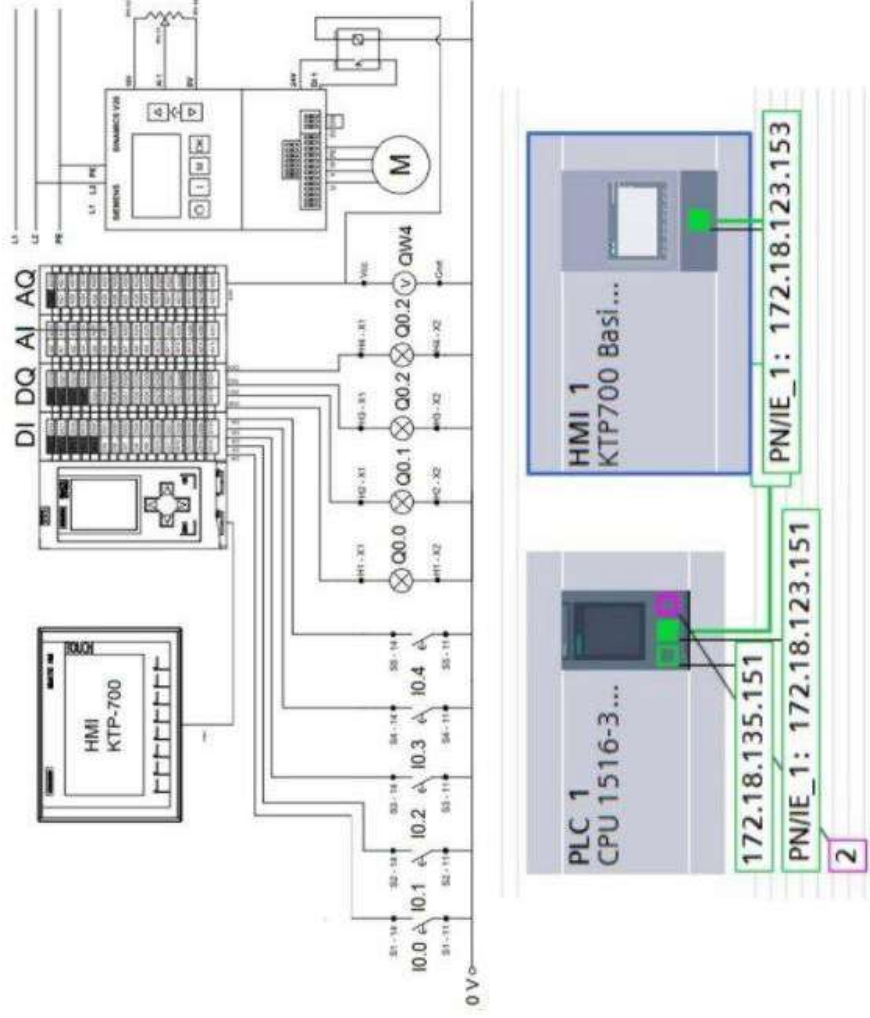


Imagen 33. Diagrama eléctrico del sistema de funcionamiento.
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La Imagen 33, muestra un diagrama eléctrico de control y comunicación para un sistema automatizado que incluye un PLC Siemens, un HMI KTP-700, y un variador de frecuencia Siemens Sinamics V20. En la parte superior, se observa el esquema de cableado con entradas y salidas digitales (DI, DQ), analógicas (AI, AQ) y la conexión del HMI. El PLC se encarga de gestionar señales de entrada y salida, activando actuadores como contactores y válvulas. Además, el variador de frecuencia controla un motor trifásico, permitiendo el ajuste de su velocidad.

En la parte inferior, se muestra la configuración de la red de comunicación PROFINET, donde el PLC tiene la dirección IP 172.18.135.151 y el HMI tiene la dirección 192.181.0.3, lo que permite la interacción entre ambos dispositivos. La comunicación facilita la supervisión y operación del sistema desde la interfaz gráfica del HMI. Este diseño optimiza el control del proceso automatizado, asegurando una respuesta eficiente y precisa a los parámetros definidos en el PLC.

Programación en el PLC S7 1200

Por pedido de la empresa CIAUTO únicamente se realizó una simulación de la propuesta de optimización del proceso de arranque de los dispositivos que forman parte de la torre de enfriamiento.

El flujo de diagrama del proceso fue desarrollado en el SIMATIC WinCC Runtime Advanced que es un software de visualización de alto rendimiento para tareas de visualización sencillas y orientadas a máquinas.

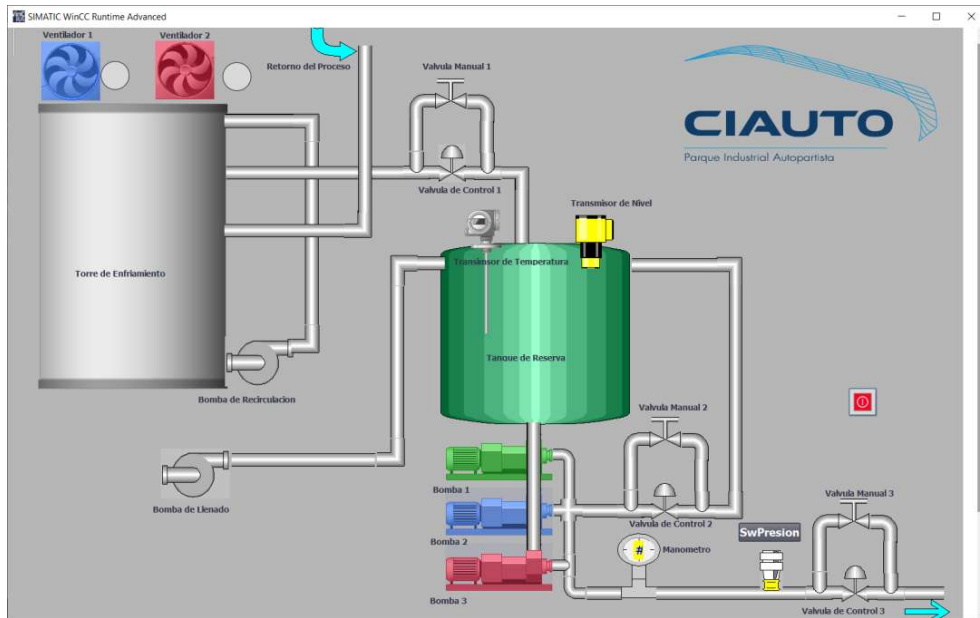


Imagen 34. Interfaz gráfica del proceso de la torre de enfriamiento
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

En la Imagen 34, se visualiza, la torre de enfriamiento, en la parte superior de la misma están los 2 ventiladores, también se observa la tubería de agua que retorna del proceso de soldadura, la bomba de recirculación y la tubería que sale para el tanque de reserva.

La función de la bomba de llena es activarse cuando el nivel del tanque de reserva no es el adecuado.

En el tanque de reserva están instalados 2 transmisores, un transmisor de nivel tipo ultrasónico que mide el nivel de agua en el interior del tanque de reserva, y el transmisor de temperatura mide la temperatura del agua dentro del tanque de reserva.

La válvula de control 1, permite el paso del líquido desde la torre de enfriamiento hacia el tanque de reserva, esta evita el retorno.

La válvula de control 2, divide el caudal de las salidas de las bombas 1, 2 o 3 para el proceso de soldadura y el tanque de reserva.

La válvula de control 3, control el paso de agua hacia el proceso de soldadura.

Existe un manómetro instalado en la tubería de salida, el cual monitorea la presión en esa línea.

El switch de presión en la tubería de salida, esta seteado para que se abra cuando la presión sea menor a 3 bares.

La interfaz para el control y monitoreo se implementó en un panel táctil KTP 700 de siemens.



Imagen 35. Pantalla principal para el control y monitoreo del proceso
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

En la Imagen 35 se observa la propuesta la cual consta de un control manual y un automático. En el control manual se controla cada dispositivo del proceso de manera individual, esto es indispensable para comprobar el funcionamiento de cada uno.

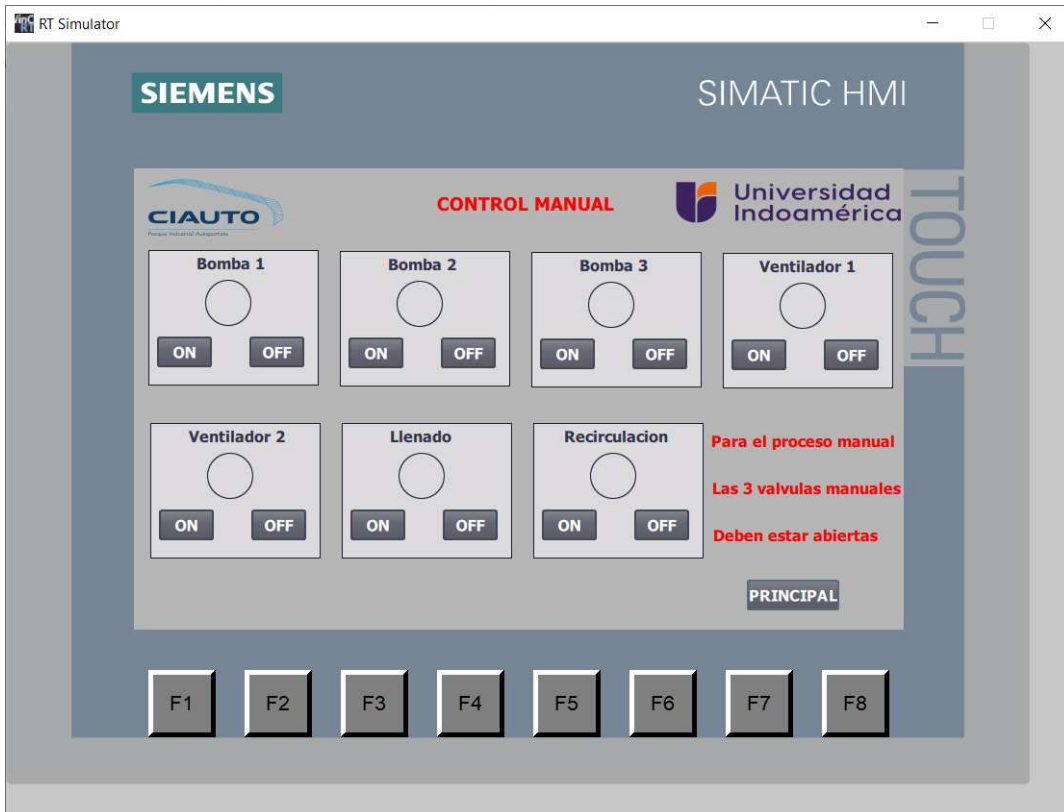


Imagen 36. Pantalla el control manual de bombas y ventiladores
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

Para que funcione el control manual y automático, la programación Ladder se debe cargar en el PLC físico S7 1200.

De acuerdo con lo explicado en la Tabla 8, la programación de las seguridades se programa de la siguiente manera.

En la Imagen 37 se muestra la programación de los interruptores de seguridad.

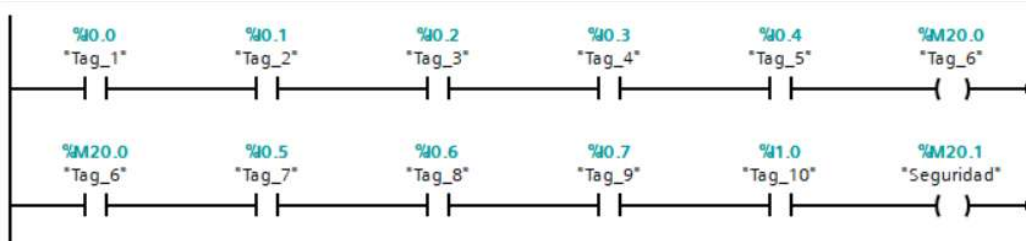


Imagen 37. Programación de los interruptores de los dispositivos de seguridad
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

Un segmento de ejemplo para el control manual se observa en la siguiente Imagen 38.

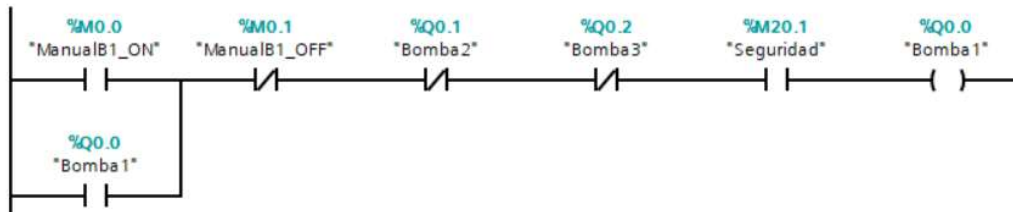


Imagen 38. Programación de control manual de la bomba 1
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

La pantalla del control automático se muestra en la siguiente Imagen 39.

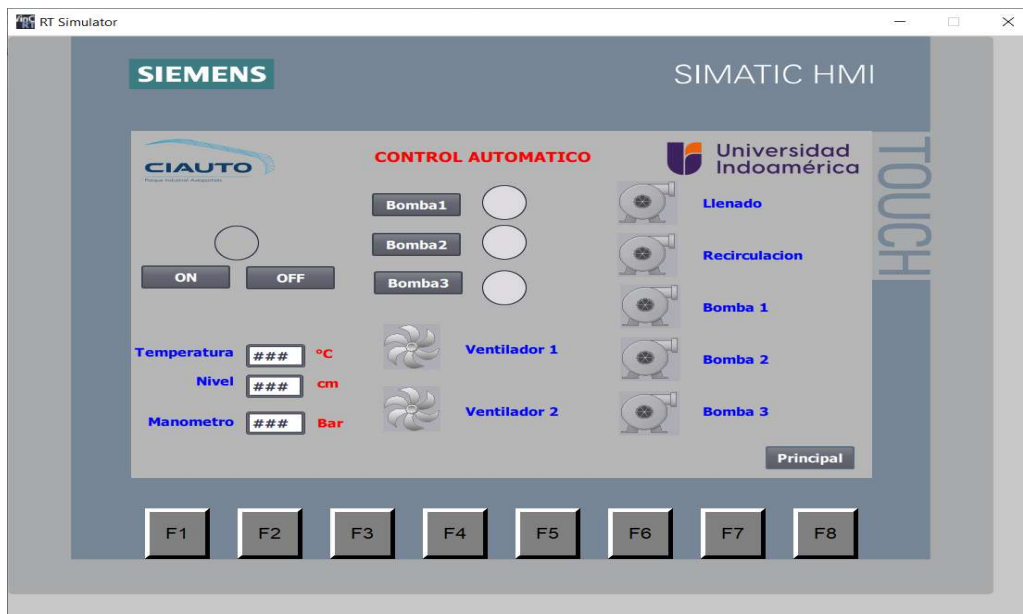


Imagen 39. Pantalla para el control automático
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

El proceso automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- Seleccionar unas de las 3 bombas, en la parte correspondiente de la pantalla se observa en la Imagen 40.

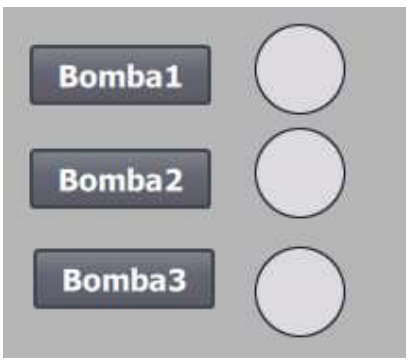


Imagen 40. Espacio del HMI para selección de bombas
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- Pulsar el botón ON la cual se puede observar en la Imagen 41.

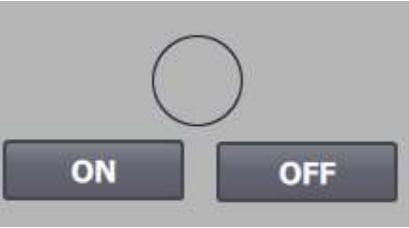


Imagen 41. Espacio del HMI para iniciar o parar el proceso
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- En este momento verifica si el nivel de reserva es superior a 80, si no se cumple enciende la bomba de llenado la cual se observa en la Imagen 42.

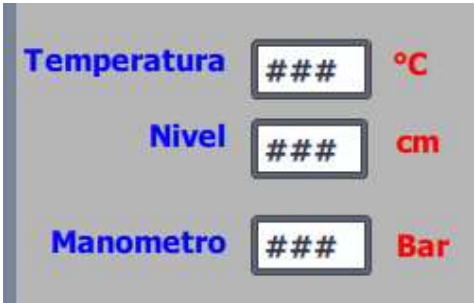


Imagen 42. Espacio del HMI donde se visualiza las variables del proceso
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- Cuando el nivel alcanza el nivel adecuado, se enciende la bomba seleccionada, se activan los solenoides de las 3 válvulas de control y la bomba de recirculación. La

bomba de llenado se apaga automáticamente y en el manómetro se muestra un valor de 2 bares la programación se observa en la Imagen 43.

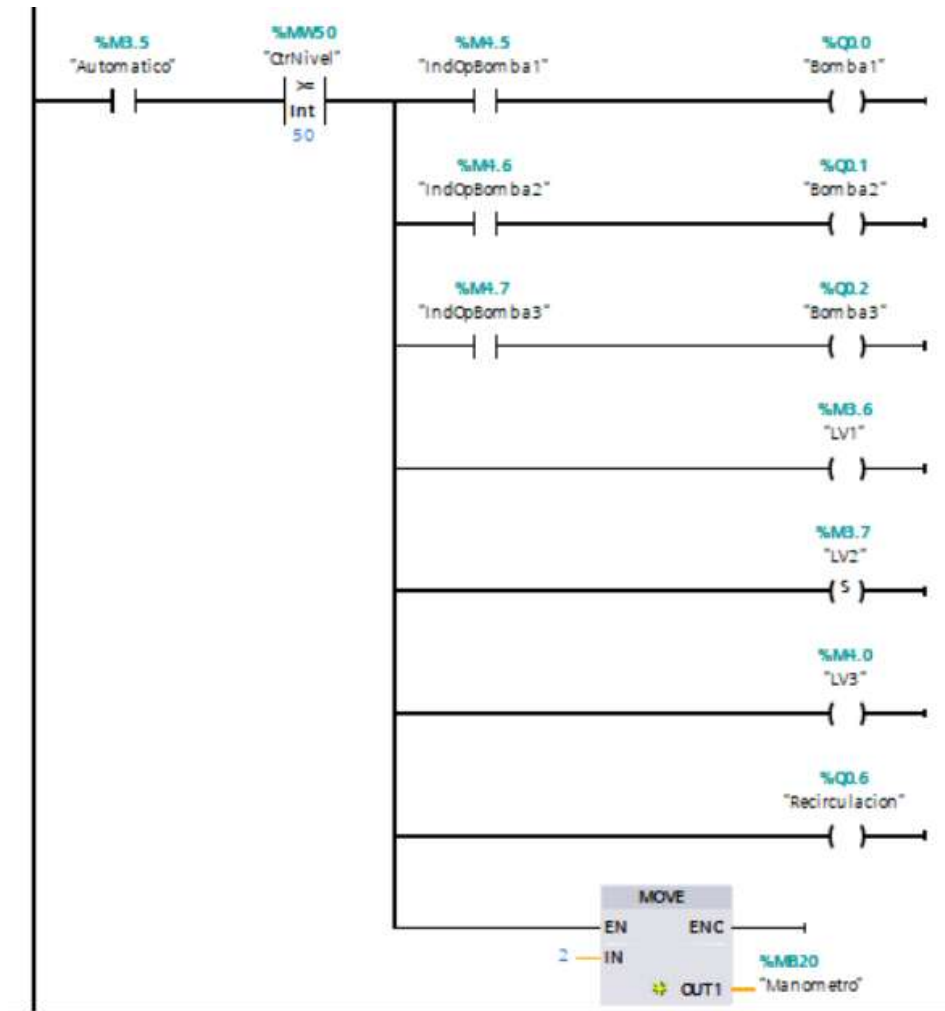


Imagen 43. Programación del control de encendido de la bomba seleccionada
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- La válvula de control 2 se apaga después de 5 segundos de haberse encendido la bomba seleccionada. En ese momento la lectura del manómetro es de 3 bares. Se observa en la Imagen 44.

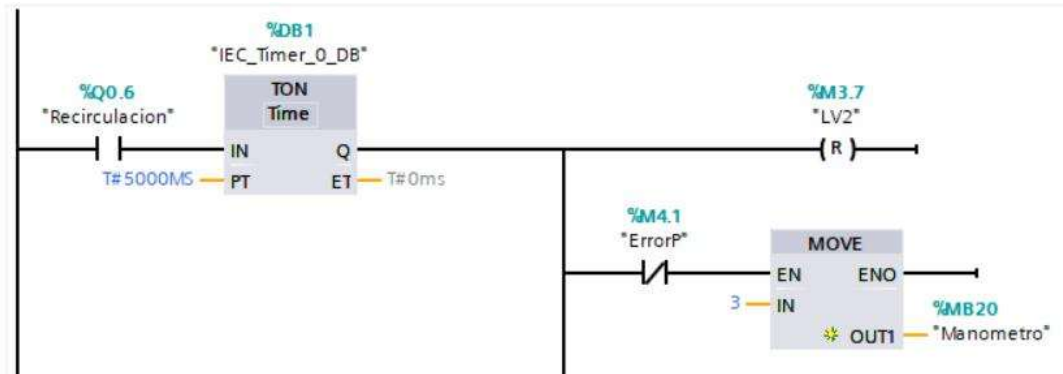


Imagen 44. Programación del control válvula de control 2
 Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- En la Imagen 45 se observa que cuando el sistema arranco con normalidad, si la temperatura del tanque de reserva es menor a 20°C, los 2 ventiladores de la torre de enfriamiento están apagados, si la temperatura es mayor a 20°C y menor a 25°C, se enciende el ventilador 1, si la temperatura es mayor a 25°C y menor a 30°C, se enciende el ventilador 2.

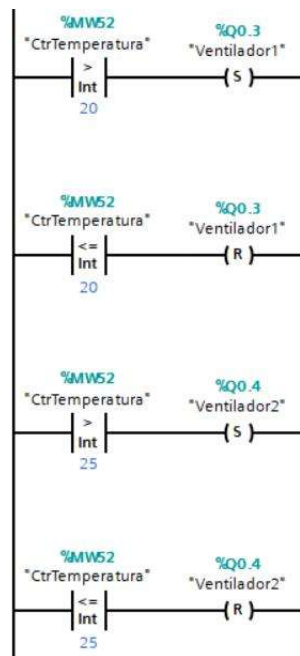


Imagen 45. Programación del control automático de temperatura
 Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- En la Imagen 46 se observa que si por alguna circunstancia durante el funcionamiento normal, el nivel del tanque de reserva baja de 50, se enciende la bomba de llenado hasta alcanzar el nivel adecuado.

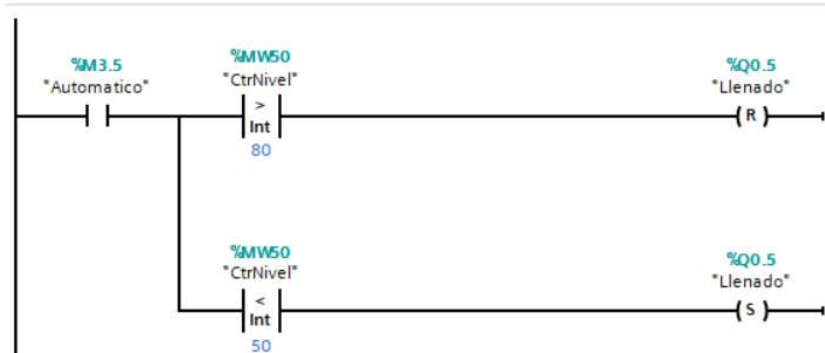


Imagen 46. Programación del control automático del nivel del tanque
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

- En la Imagen 47 se observa que si el switch de presión se abre, indica que la presión descendió de los 3 bares, en ese momento debe activarse otra bomba adicional a la seleccionada.

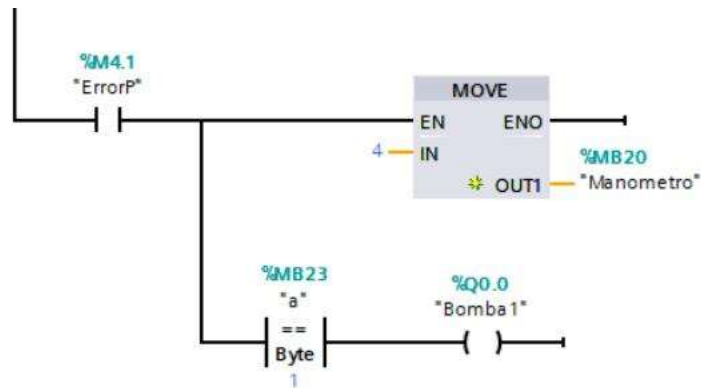


Imagen 47. Programación del control automático cuando se abre el switch de presión
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

En la Imagen 48 se presenta un ejemplo del funcionamiento automático.

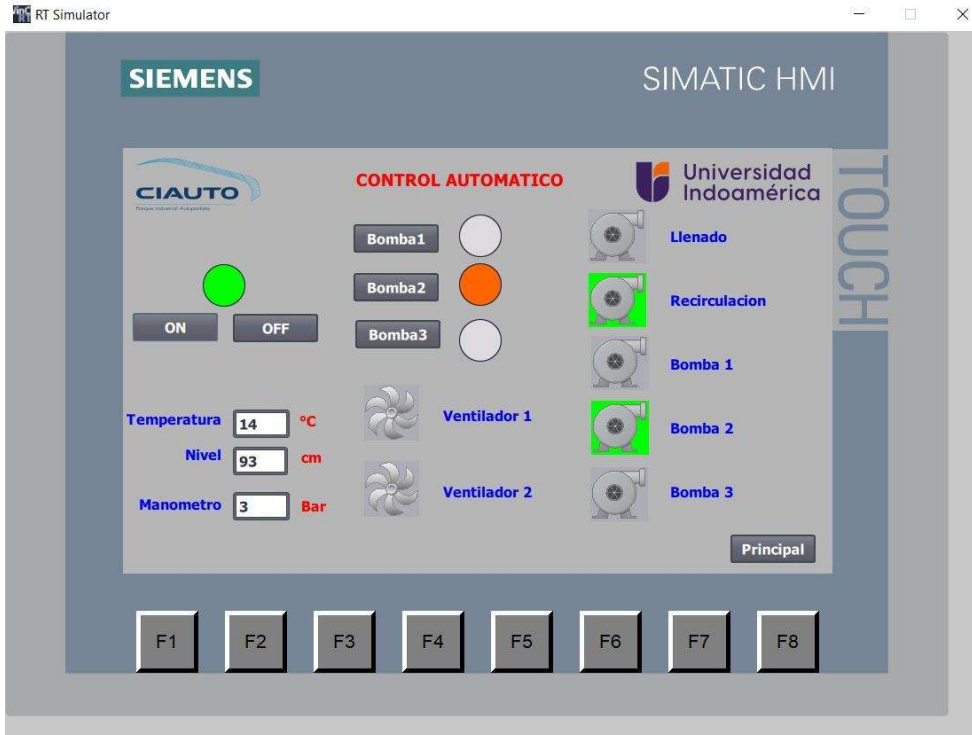


Imagen 48. HMI de control automático
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

Con la explicación antes descrita sobre el funcionamiento de la propuesta se cumple las exceptivas de la empresa, porque el operador ya no estará pendiente al 100 % del funcionamiento normal del proceso de la torre de enfriamiento.

RESULTADOS DE LA PROPUESTA

En la Tabla 4 se observa que se necesita 30 minutos para ejecutar todas las actividades del proceso de arranque de los equipos de la planta de soldadura, estas actividades se lo realizan de manera visual y manual, sin evitar posibles errores o fallos en el sistema.

La propuesta consiste en crear una Interface Humano Máquina (HMI), que muestre el estado de los sensores y actuadores del proceso de arranque, de manera manual y automática. El dispositivo central es el PLC S7 1200, el mismo que en base a las señales de los sensores y transmisores y al programa cargado en su memoria de programa cambiara el estado de los actuadores, como son las bombas, ventiladores y electroválvulas.

Cuando el proceso está en reposo, la HMI mostrará la pantalla principal, en esta me permite seleccionar el control manual y automático, cuando se selecciona el control manual, permite activar y desactivar las bombas y ventiladores del proceso de manera individual, con esta opción se comprobará el funcionamiento correcto de cada dispositivo.

Al seleccionar el control automático, el primer paso es, seleccionar el número de bomba que se desea arrancar, una vez que el indicador de esa bomba cambia a color rojo, se debe pulsar el botón ON, la bomba seleccionada arranca de manera simultánea con la de bomba de recirculación y las 3 válvulas de control, siempre y cuando el nivel del tanque de reserva sea superior a 50, si no se cumple esta condición automáticamente se enciende la bomba de llenado hasta cuando el nivel supere los 80, de ahí se apaga. A partir que se encendió la bomba seleccionada, la válvula de control 2 de apagará después de 5 segundos, permitiendo que todo el caudal entregado por la bomba circule por la tubería que va hacia el proceso de soldadura. Este proceso se repite para cualquiera de las bombas seleccionadas. Al pulsar el botón OFF, se apaga todo el sistema-

En el tanque de reserva existe un transmisor de temperatura, el cual monitorea la temperatura del agua, la señal entregada por este transmisor permitirá realizar el control automático del encendido y apagado de los ventiladores. El ventilador 1 se enciende cuando la temperatura sea mayor a 20° C y el ventilador 2 se enciendo cuando la temperatura supere los 25° C.

Tabla 11. Resultado de tiempos en la propuesta.

| Nº. | ACTIVIDAD | DURACIÓN (S) | OBSERVACIONES |
|-----|---|--------------|-----------------------|
| 1 | INSPECCIONAR VISUALMENTE LA TORRE. | 10 | SIN DAÑOS VISIBLES. |
| 2 | VERIFICAR NIVEL DE AGUA EN EL SISTEMA. | 2 | TRANSMISOR DE NIVEL. |
| 3 | ENCENDER LA BOMBA DE AGUA SELECCIONADA. | 10 | OPERACIÓN AUTOMÁTICA. |

| | | | |
|-------|---|----|---|
| 4 | VERIFICAR PRESIÓN DE AGUA EN EL CIRCUITO. | 5 | SWITCH DE PRESIÓN. |
| 5 | ENCENDER EL SISTEMA DE VENTILACIÓN. | 3 | CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA. |
| 6 | AJUSTAR PARÁMETROS INICIALES DEL SISTEMA. | 10 | EN EL HMI |
| 7 | MONITOREAR FUNCIONAMIENTO INICIAL. | 10 | TRANSMISORES DE NIVEL Y TEMPERATURA SWITCH DE PRESIÓN |
| TOTAL | | 50 | |

Como resultado final en base a la Tabla 11, el tiempo para ejecutar todas las actividades del proceso de arranque de los equipos de la planta de soldadura, bajo de 30 minutos a 50 segundos, además este proceso es más seguro, porque si se detecta mediante los sensores alguna anomalía, el proceso se detiene de inmediato, evitando causar daños al operador y a los equipos.

Tabla 12. Comparación de tiempo actual vs. Automatización.

| Nº | ACTIVIDAD | DURACIÓN ACTUAL (S) | DURACIÓN CON AUTOMATIZACIÓN (S) | DIFERENCIA (%) |
|--------------|--|------------------------|---------------------------------|----------------|
| 1 | INSPECCIONAR VISUALMENTE LA TORRE | 120 | 10 | -91.67% |
| 2 | VERIFICAR NIVEL DE AGUA EN EL SISTEMA | 120 | 2 | -98.33% |
| 3 | ENCENDER LA BOMBA DE AGUA | 120 | 10 | -91.67% |
| 4 | VERIFICAR PRESIÓN DE AGUA EN EL CIRCUITO | 120 | 5 | -95.83% |
| 5 | ENCENDER EL SISTEMA DE VENTILACIÓN | 150 | 3 | -98.00% |
| 6 | AJUSTAR PARÁMETROS INICIALES DEL SISTEMA | 150 | 10 | -93.33% |
| 7 | MONITOREAR FUNCIONAMIENTO INICIAL | 420 | 10 | -97.62% |
| 8 | FINALIZAR VERIFICACIÓN Y DEJAR OPERATIVA | 600 | N/A | N/A |
| TOTAL | TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN | 1800 S (30 MIN) | 50 S (0.83 MIN) | -97.22% |

En la Tabla 12 se puede observar la comparación de tiempos la cual permitiría reducir el tiempo total de arranque de **30 minutos a solo 50 segundos**, lo que representa una mejora del **97.22%** en eficiencia operativa. Cada actividad clave, como la verificación de nivel y presión de agua, el encendido de la bomba y el sistema de ventilación, y el ajuste de parámetros, se optimiza significativamente gracias a la integración de sensores, un PLC

y un HMI. Además, la eliminación de la verificación manual final mejora la continuidad del proceso, reduciendo la intervención humana y minimizando errores, lo que se traduce en **mayor productividad y menor consumo de recursos**.

Tabla 13. Cronograma de actividades septiembre 2024 – febrero 2025

| TIEMPO | MES 1 | | | | MES 2 | | | | MES 3 | | | | MES 4 | | | | MES 5 | | | | MES 6 | | | |
|--|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
| ACTIVIDADES | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selección de la empresa donde se realizará el tema propuesto | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL CIAUTO | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO - SOLDADURA CIAUTO | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| CULMINACIÓN DE INFORMES Y PRESENTACIÓN A JURADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| ENTREGA DE LA PROPUESTA AL GERENTE GENERAL DE CIAUTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO REALIZADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Elaborado por: Molina, Williams (2025).

Costos y Administración

Propuesta Económica de implementación.

Tabla 14. Propuesta económica.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P.UNITARIO | P. TOTAL |
|------|---------------------------|----------|-------------|--------------|
| 1 | PLC | 1 | \$ 800,00 | \$ 800,00 |
| 2 | HMI | 1 | \$ 1.400,00 | \$ 1.400,00 |
| 3 | TRANSMISOR DE NIVEL | 1 | \$ 800,00 | \$ 800,00 |
| 4 | PRESOSTATOS | 1 | \$ 20,00 | \$ 20,00 |
| 5 | ELECTROVALVULAS | 3 | \$ 1.000,00 | \$ 3.000,00 |
| 6 | BOMBAS | 5 | \$ 750,00 | \$ 3.750,00 |
| 7 | MANÓMETRO | 1 | \$ 50,00 | \$ 50,00 |
| 8 | VENTILADORES | 2 | \$ 30,00 | \$ 60,00 |
| 9 | CONTACTORES | 7 | \$ 45,00 | \$ 315,00 |
| 10 | TRANSMISOR DE TEMPERATURA | 3 | \$ 1.300,00 | \$ 3.900,00 |
| 11 | INGENIERÍA | 1 | \$ 4.000,00 | \$ 4.000,00 |
| 12 | TOTAL | | | \$ 18.095,00 |

Elaborado por: Molina, Williams (2025).

En la Tabla 14 se detalla los materiales y la mano de obra necesarios para la ejecución del proyecto. Incluimos diez ítems con su respectiva descripción, cantidad requerida, precio unitario y costo total. Entre los principales componentes considerados están un PLC, una HMI, termocuplas, presostatos, electroválvulas, bombas, manómetros, ventiladores y contactores. Además, contemplamos el costo de la mano de obra. Se calcula el valor total de cada ítem multiplicando la cantidad por el precio unitario, lo que nos permite visualizar el impacto de cada elemento en el costo global del proyecto.

Cronograma valorado de componentes y actividades.

| TIEMPO | MES 1 | | | | MES 2 | | | | MES 3 | | | | MES 4 | | | | MES 5 | | | | MES 6 | | | | MES | SEMANA |
|-----------------------------------|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ACTIVIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 1 | Semana 1 |
| APROBACIÓN DEL DISEÑO | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 1 | Semana 1 |
| ADQUISICIÓN DE MATERIALES: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPRA PLCs | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 1 | Semana 2 |
| COMPRA HMI | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 1 | Semana 2 |
| TRANSMISOR DE NIV EL | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 1 | Semana 3 |
| PRESOSTATOS | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 1 | Semana 3 |
| ELECTROVÁLVULAS | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 2 | Semana 2 |
| BOMBAS | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mes 2 | Semana 2 |
| MANÓMETRO | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | Mes 3 | Semana 3 |
| VENTILADORES | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | Mes 3 | Semana 3 |
| CONTACTORES | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | Mes 4 | Semana 1 |
| TRANSMISOR DE TEMPERATURA | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | Mes 5 | Semana 1 |
| INGENIERÍA | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | Mes 5 | Semana 2 |
| CAPACITAR AL OPERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | Mes 5 | Semana 3 |
| EJECUTAR LA PROPUESTA | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | Mes 5 | Semana 3 |

Gráfico 1. Cronograma valorado.

Elaborado por: Molina, Williams (2025)

A continuación, se describe las actividades del Gráfico 1 el cual organiza el desarrollo del proyecto en varias fases, asegurando una ejecución eficiente dentro del tiempo establecido.

Presentación de la propuesta

Inicia el proyecto con la presentación de la propuesta, exponiendo los objetivos, alcances y beneficios del sistema automatizado.

Aprobación del diseño

Una vez presentada la propuesta, se procede con la aprobación del diseño, validando que cumpla con los requerimientos técnicos y operativos.

Adquisición de materiales

Para garantizar el correcto desarrollo del proyecto, se gestiona la compra de los componentes esenciales en diferentes etapas:

Adquisición de PLCs y HMI en la primera fase.

Posteriormente, adquirir termocuplas, presostatos y electroválvulas.

Se continua con la compra de bombas, manómetros, ventiladores y contactores.

Mano de obra y preparación

Con los materiales disponibles, se organiza la mano de obra necesaria para la instalación y con integración del sistema. Además, se realiza el reconocimiento de conexiones manuales para verificar la disposición de los elementos en el tablero.

Ensamblaje del tablero

Se inicia el armado del tablero, asegurando que cada componente esté correctamente instalado. Luego, se realiza las conexiones necesarias para su funcionamiento.

Pruebas piloto

Antes de la implementación final, se ejecutará pruebas piloto para verificar el correcto desempeño del sistema, corrigiendo posibles errores o ajustes requeridos.

Capacitación del operador

Se brindará formación al personal encargado de operar el sistema, asegurándonos de que comprendan su funcionamiento y mantenimiento.

Ejecución de la propuesta

La puesta en marcha de la propuesta lo realizara la empresa CIAUTO CIA.LTDA. en conjunto con el equipo de mantenimiento soldadura.

Análisis de costo y tiempo.

En el Gráfico 2, representa el "ANÁLISIS DE COSTO Y TIEMPO", que muestra la relación entre el costo en dólares y el tiempo medido en semanas. En el eje vertical (Y),

se indica el costo en dólares, con valores que van desde 0 hasta 20,000 dólares. En el eje horizontal (X), se representan diferentes semanas de avance del proyecto.

La línea azul ilustra el aumento progresivo del costo a lo largo del tiempo. En las primeras semanas, el incremento es moderado, pero conforme avanza el proyecto, se observan aumentos más significativos en ciertos puntos, lo que indica fases de mayor inversión. Al final del periodo analizado, el costo alcanza aproximadamente los 18,000 dólares, lo que refleja el presupuesto acumulado tras varias etapas de ejecución.

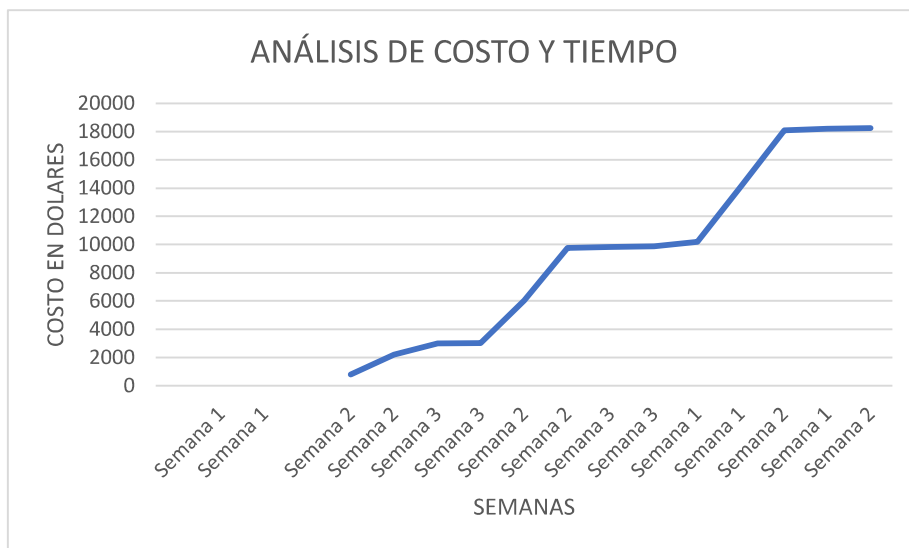


Gráfico 2. Análisis de costo y tiempo.
Elaborado por: Molina, Williams (2025)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se determinó que el arranque manual de los equipos en la planta de soldadura toma 30 minutos (1800 s) debido a la ejecución secuencial de tareas como inspección visual, verificación de nivel y presión de agua, encendido de bombas y ventiladores, y ajustes de parámetros iniciales. Además, el proceso depende completamente de la intervención del operario, lo que genera posibles errores humanos y variabilidad en la eficiencia operativa.
- Se desarrolló una propuesta basada en un PLC Siemens S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELE, el cual cuenta con 14 entradas digitales, 10 salidas digitales a relé y 2 entradas analógicas. Además, se implementó un panel HMI SIMATIC KTP 700 para la supervisión y control del proceso. La automatización permitirá reducir el tiempo de arranque a 50 segundos, asegurando la activación secuencial de las bombas y ventiladores según condiciones específicas de presión y temperatura.
- Se diseñó un control automático basado en la integración de sensores y actuadores, incluyendo un transmisor de temperatura TM 131 (rango de -50 °C a 200 °C, salida 4-20 mA) y un transmisor de nivel ultrasónico Prosonic FDU90 (rango hasta 3 metros, salida 4-20 mA). La lógica de control asegura que si la presión baja de 3 bares, se activa automáticamente otra bomba, y que los ventiladores se encienden progresivamente según la temperatura del agua: >20 °C un ventilador, >25 °C ambos ventiladores. Esta propuesta garantiza una operación eficiente y reduce la intervención manual, mejorando la seguridad y prolongando la vida útil de los equipos.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar transmisores con salida de 4-20 mA, como el TM 131 para temperatura y el Prosonic FDU90 para nivel, ya que esta señal es menos susceptible a interferencias y permite una transmisión confiable en entornos industriales. Además, los sensores deben seleccionarse con un rango de medición cercano a los valores operativos del sistema para mejorar la precisión y evitar errores en la automatización.
- Se sugiere instalar botones de paro de emergencia conectados a las entradas digitales del PLC S7-1200, lo que permitiría una detención inmediata del sistema en caso de fallas o emergencias. Asimismo, los guardamotores con contactos NC deben ser verificados periódicamente para prevenir sobrecargas en las bombas y ventiladores, reduciendo el riesgo de fallos en los equipos.
- Es recomendable ejecutar pruebas periódicas en los componentes eléctricos y mecánicos del sistema, como válvulas de solenoide 2W800-80, contactores 3RT2015-1AP01-1AA0 y relés CAMSCO, para evitar fallos en la automatización. Además, se debe monitorear regularmente la presión del sistema mediante el switch de presión, asegurando que no baje de 3 bares, lo que podría afectar la eficiencia del circuito de enfriamiento.

Referencias bibliográficas

- Barona López, G., & Velasteguí, L. E. 2021.** Alfa Publicaciones. [En línea] 2021. [Citado el: 29 de Agosto de 2024.]
<https://www.alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/80>.
- CAMSCO. 1979.** CAMSCO ELECTRIC CO., LTD. [En línea] 1979. [Citado el: 08 de Febrero de 2025.] <https://www.camsco.com.tw/spa/phase-voltage-protection-relay/relay-MY-LY-MK.html>.
- CIAUTO. 2024.** LA CIUDAD DEL AUTO. [En línea] 2024. [Citado el: 10 de Diciembre de 2024.] <https://ciauto.ec/>.
- Cousen Torres, Esteban Eduardo. 2021.** DSpace ESPOCH. [En línea] 02 de 06 de 2021. [Citado el: 01 de 09 de 2024.]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15971>.
- Endress+Hauser. 2024.** Group Services AG. [En línea] 7 de Marzo de 2024. [Citado el: 08 de Febrero de 2025.] <https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-temperatura/sensor-de-temperatura-intrinsecamente-seguro-itherm-tm131>.
- . 2024. Group Services AG. [En línea] 2024. [Citado el: 08 de Febrero de 2025.] <https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-nivel/sensor-ultrasonico-nivel-caudal?t.tabId=product-overview>.
- Reyes, Abraham. 2024.** Universidad Politécnica Salesiana. [En línea] 24 de Marzo de 2024. [Citado el: 13 de Diciembre de 2024.]
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27656/4/UPS-GT005096.pdf>.
- Saá Tapia, Fernando y Lascano, César. 2025.** Implementación de un sistema automatizado para el despliegue de neumáticos de emergencia en autobuses. 2025.
- SIEMENS. 2022.** SIEMENS. [En línea] 01 de Febrero de 2022. [Citado el: 15 de Enero de 2025.] <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7214-1BG40-0XB0>.

—. **2025**. SIEMENS. [En línea] 01 de Febrero de 2025. [Citado el: 08 de Febrero de 2025.] <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6AV2123-2GB03-0AX0>.

Tituaña Aman, Roberto Xavier. 2015. BIBDIGITAL. [En línea] 14 de 01 de 2015. [Citado el: 29 de 08 de 2024.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9104>.

Villa González, Jorge. 2023. UVa. [En línea] 2023. [Citado el: 01 de 09 de 2024.] <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/58679>.

Vitality Water Solutions, CIA.LTDA. 2022. Vitality Water. [En línea] 2022. [Citado el: 08 de Febrero de 2025.] <https://www.vitalitywater.com.ec/producto/valvula-solenoides-varias-medidas/>.

Anexos

Anexo 1. Transmisor de Temperatura

iTHERM ModuLine TM131 Termómetro modular industrial

Termómetro RTD/TC métrico con vaina soldada para una amplia gama de aplicaciones industriales



Más información y precios actuales:
www.lasc.endress.com/TM131

Ventajas:

- Barrera de proceso secundaria con indicación de fallos que ofrece información relevante sobre la condición de estado
- Elementos de inserción iTHERM: producción automatizada y única globalmente. Trazabilidad total y un producto con consistente alta calidad para unos valores de medición fiables
- iTHERM QuickSens: tiempos de respuesta más rápidos (1,5 s) para un control de procesos óptimo
- iTHERM StrongSens: una resistencia a vibraciones inmejorable (> 60 g) para la mayor seguridad de planta
- iTHERM QuickNeck - Ahorro de tiempo y costes gracias a la simple recalibración sin herramientas del inserto utilizado
- iTHERM TA30x: un gran número de cabezales de conexión para un manejo más sencillo y menos costes de instalación y mantenimiento
- Certificación internacional: protección contra explosiones conforme a ATEC, IECEx, CSA C US y NEPSI

Resumen de especificaciones

- **Precisión** Clase AA conforme a IEC 60751 Clase A conforme a IEC 60751 Clase B conforme a IEC 60751 Clase especial o estándar conforme a ASTM E230 Clase 1 o 2 conforme a IEC 60584-2
- **Tiempo de respuesta** el mejor tiempo de respuesta con termopozo t90 que comienza por debajo de los 10 s según la configuración
- **Máx. presión de proceso (estática)** según la configuración hasta 100 bar

Rango de temperatura de operación PT100 TF StrongSens: -50 °C ... 500 °C (-58 °F ... 932 °F) PT100 QuickSensTF: -50 °C ... 200 °C (-58 °F ... 392 °F) PT100 WW: -200 °C ... 600 °C (-328 °F ... 1.112 °F) PT100 TF: -50 °C ... 400 °C (-58 °F ... 752 °F)
 Termopar: Tipo K hasta 1.100 °C (2.012 °F) Tipo J hasta 800 °C (1.472 °F) Tipo N hasta 1.100 °C (2.012 °F)

- **Máx. longitud de inmersión bajo demanda** hasta 4.500,0 mm (177")

Ámbito de aplicación: Portasondas con RTD o TC completo con termopozo fabricado o producido para usarse con un termopozo existente. Con un transmisor para cabezal opcional, con todos los protocolos de comunicación habituales, incluida la tecnología Bluetooth®, y funciones especiales como iTHERM QuickNeck, para una simple recalibración sin herramientas, resistentes ante vibraciones y de rápida respuesta (iTHERM StrongSens, QuickNeck), así como certificados para zonas peligrosas, el equipo está listo para su uso con una mayor precisión y fiabilidad de medición.

Características y especificaciones

Termómetro

Principio de medida

Detector de Temperatura de Resistencia

Característica / Aplicación

tipo métrico

portasondas de temperatura modular

rango de aplicación universal

apto para zonas con peligro de explosión

con cuello o QuickNeck

con termopozo / tubo de protección incluido (metal) o para instalación en termopozo

se puede utilizar con elemento de inserción StrongSens y QuickSens para tiempos de respuesta rápidos

termopozo / tubo de protección

con tubo de protección soldado o destinado al uso con termopozo

Termómetro

Rango de temperatura de operación

PT100 TF StrongSens:

-50 °C ... 500 °C

(-58 °F ... 932 °F)

PT100 QuickSensTF:

-50 °C ... 200 °C

(-58 °F ... 392 °F)

PT100 WW:

-200 °C ... 600 °C

(-328 °F ... 1.112 °F)

PT100 TF:

-50 °C ... 400 °C

(-58 °F ... 752 °F)

Termopar:

Tipo K hasta 1.100 °C (2012 °F)

Tipo J hasta 800 °C (1472 °F)

Tipo N hasta 1.100 °C (2.012 °F)

Máx. presión de proceso (estática)

según la configuración hasta 100 bar

Precisión

Clase AA conforme a IEC 60751

Clase A conforme a IEC 60751

Clase B conforme a IEC 60751

Clase especial o estándar conforme a ASTM E230

Clase 1 o 2 conforme a IEC 60584-2

Tiempo de respuesta

el mejor tiempo de respuesta con termopozo t90 que comienza por debajo de los 10 s

según la configuración

Integración del transmisor de cabezal

sí (4 ... 20 mA; HART; PROFIBUS PA; FOUNDATION FIELDBUS)

Anexo 2. Transmisor de Nivel

Medición ultrasónica por tiempo de retorno

Prosonic FDU90

Sensor ultrasónico de medición de nivel y caudal para conexión a FMU9x (rango de medida hasta 3 m)



Más información y precios actuales:

www.lasc.endress.com/FDU90

Ventajas:

- Sensor de temperatura integrado para la corrección del tiempo de retorno. Mediciones de precisión, incluso en presencia de cambios de temperatura
- Sensor de PVDF con soldadura hermética para la máxima resistencia química
- Adecuado para condiciones ambientales agresivas gracias a que el transmisor está lejos de la instalación (hasta 300 m)
- Bajo nivel de formación de adherencias gracias al efecto de la función de autolimpieza
- Detección automática de sensores integrada para transmisores FMU90/FMU95, para una puesta en marcha sencilla
- Resistencia a las condiciones climatológicas y a prueba de inundaciones (IP68)
- Un circuito de calentamiento integrado contra la formación de adherencias de hielo en el sensor (opcional) asegura una medición fiable

Resumen de especificaciones

- **Precisión** +/- 2mm + 0.17% de la distancia medida
- **Temperatura del proceso** -40 °C ... 80 °C (-40 °F ... 176 °F)
- **Presión de proceso absoluta / límite de sobrepresión máx.** 0.7 bar ... 4 bar abs (10 psi ... 58 psi)
- **Máx. distancia de medición** Liquids: 3 m (9.8 ft), Solids: 1.2 m (3.9 ft)

▪ Principales partes húmedas PVDF (IP68 / NEMA6P)

Ámbito de aplicación: El sensor ultrasónico FDU90 para una medición de nivel continua, no invasiva y sin necesidad de mantenimiento, de fluidos, pastas, fango y sólidos pulverulentos y granulados. Pero también para medición de caudal en canales abiertos y vertederos. La medición no se ve afectada por la constante dieléctrica, la densidad ni la humedad, y tampoco por adherencias, gracias al efecto de la función de autolimpieza de los sensores. Apto para zonas con peligro de explosión. Rango de medida máximo para líquidos: 3 m (9,8 pies); sólidos: 1,2 m (3,9 pies).

Características y especificaciones

Continuo / Líquidos

Principio de medida

Ultrasónico

Característica / Aplicación

Versión separada con cubierta de campo o carcasa con riel omega para instrumentación en gabinete de control, 300m entre sensor y transmisor

Especialidades

Tubo de protección flotante

Suministro / Comunicación

4 hilos (HART, Profibus DP)

Precisión

+/- 2mm + 0.17% de la distancia medida

Temperatura ambiente

-40 °C ... 80 °C

(-40 °F ... 176 °F)

Temperatura del proceso

-40 °C ... 80 °C

(-40 °F ... 176 °F)

Continuo / Líquidos

Presión de proceso absoluta / límite de sobrepresión máx.

0.7 bar ... 4 bar abs
(10 psi ... 58 psi)

Principales partes húmedas

PVDF (IP68 / NEMA6P)

Conexión a proceso

Rosca frontal:
G / NPT 1 1/2"
Rosca trasera:
G / NPT 1"
Montaje en techo

Distancia de bloqueo

0.07 m (0.23 ft)

Máx. distancia de medición

Líquids: 3 m (9.8 ft),
Solids: 1.2 m (3.9 ft)

Comunicación

Transmisor:
4 ... 20 mA HART
Profibus DP

Certificados / Aprobaciones

ATEX, FM, CSA, IEC Ex, INMETRO, NEPSI, EAC Ex

Opciones

Segunda salida 4...20mA

Componentes

Transmisor:
FMU90, FMU95

Anexo 3. Válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80

Especificaciones técnicas

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Fabricante | ELTOX |
| Número de pieza | ELTOX |
| Dimensiones del paquete | 1,18 x 0,79 x 0,39 pulgadas |
| Número de modelo del producto | ELTOX |
| Tamaño | AC24V |
| Color | Un color |
| Material | Cobre |
| Cantidad de paquetes de artículos | 1 |
| Cantidad de piezas | 1 |

Descripción del producto

Válvulas solenoides

Válvulas/Electroválvulas

Válvula de solenoide de 3 pulgadas 2W800-80 válvula de solenoide de resorte de salto subacuática válvula de agua de cobre llena interfaz DN80 3 pulgadas normalmente cerca 2W800-80 Tipo de cable

Voltaje: 220 V CA, 24 V CC.

La bobina sellada al vacío se utiliza para garantizar la acción subacuática, el diafragma de alto rendimiento y la estructura razonable alcanzan la vida útil de 200.000. La estructura del diafragma tiene las características de apertura y cierre rápidos, rendimiento estable, uso conveniente y alta confiabilidad.

Válvula Solenoide de agua de la serie 2W

1. Especificación

Material del cuerpo: cobre

Utilice fluido: aire, agua

Modo de transmisión: acción directa

Tipo: Normalmente cerrado

Apertura de recogida: G3 DN80

Apertura de flujo: 80MM

Material del sello de aceite: NBR

Rango de presión: 0.15-0.7Mpa

Temperatura del fluido: -5 a 176.0 °F

válvula solenoide 2,5 pulgadas

Embalaje

Válvula de una pieza + un cartón

Anexo 4. Fuente de Alimentación

Hoja de datos

6EP3332-6SB00-0AY0



LOGO!Power/1AC/DC24V/2.5A

LOGO!POWER 24 V/2.5 A fuente de alimentación estabilizada entrada: 100-240 V AC salida: 24 V DC/2,5 A

| entrada | |
|---|--|
| forma de la red de alimentación | AC monofásica o DC |
| tensión de alimentación con AC | |
| • valor nominal mínimo | 100 V |
| • valor nominal máximo | 240 V |
| • valor inicial | 85 V |
| • valor final | 264 V |
| tensión de entrada con DC | 110 ... 300 V |
| entrada de rango amplio | SI |
| capacidad de sobrecarga en caso de sobretensión | AC 300 V para 1 s |
| tiempo de puenteo con valor nominal de la intensidad de salida en caso de fallo de red mín. | 40 ms |
| condición operativa del respaldo de red | Con Ue = 187 V |
| frecuencia de red | 50/60 Hz |
| frecuencia de red | 47 ... 63 Hz |
| intensidad de entrada | |
| • con valor nominal de la tensión de entrada 120 V | 1,22 A |
| • con valor nominal de la tensión de entrada 230 V | 0,66 A |
| limitación de intensidad de intensidad de conexión con 25 °C máx. | 52 A |
| valor I2t máx. | 3 A²·s |
| tipo de protección | Interno |
| tipo de protección en el cable de red | Interruptor magnetotérmico recomendado: a partir de 10 A, característica B o a partir de 6 A, característica C |
| salida | |
| forma de curva de la tensión en la salida | Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente |
| tensión de salida con DC valor nominal | 24 V |
| tensión de salida | |
| • en la salida 1 con DC valor nominal | 24 V |
| tensión de salida es ajustable | SI; Mediante potenciómetro |
| tensión de salida ajustable | 22,2 ... 26,4 V |
| tolerancia total relativa de la tensión | 3 % |
| precisión de regulación relativa de la tensión de salida | |
| • con fluctuación lenta de la tensión de entrada | 0,1 % |
| • con fluctuación lenta de la carga resistiva | 0,1 % |
| ondulación residual | |
| • máx. | 200 mV |
| • típico | 30 mV |
| pico de tensión | |
| • máx. | 300 mV |
| • típico | 50 mV |

Anexo 5. Controlador Lógico Programable

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1BG40-0XB0

Siemens
EcoTech



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta, AC/DC/relé, E/S integradas: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10 V DC, alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, memoria de programas/datos 150 KB



Figura similar

| Información general | |
|--|--|
| Designación del tipo de producto | CPU 1214C AC/DC/Relais |
| Versión de firmware | V4.6 |
| Ingeniería con | |
| <ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación | STEP 7 V18 o superior |
| Tensión de alimentación | |
| Valor nominal (AC) | |
| <ul style="list-style-type: none"> 120 V AC 230 V AC | Sí |
| Rango admisible, límite inferior (AC) | 85 V |
| Rango admisible, límite superior (AC) | 264 V |
| Frecuencia de red | |
| <ul style="list-style-type: none"> Rango admisible, límite inferior Rango admisible, límite superior | 47 Hz 63 Hz |
| Intensidad de entrada | |
| Consumo (valor nominal) | 100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC |
| Consumo, máx. | 300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC |
| Intensidad de cierre, máx. | 20 A; con 264 V |
| I ² t | 0,8 A ² s |
| Intensidad de salida | |
| Para bus de fondo (5 V DC), máx. | 1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM |
| Alimentación de sensores | |
| Alimentación de sensores 24 V | |
| <ul style="list-style-type: none"> 24 V | 20,4 a 28,8 V |
| Pérdidas | |
| Pérdidas, típ. | 14 W |
| Memoria | |
| Memoria de trabajo | |
| <ul style="list-style-type: none"> integrada | 150 kbyte |
| Memoria de carga | |
| <ul style="list-style-type: none"> integrada enchufable (SIMATIC Memory Card), máx. | 4 Mbyte con SIMATIC Memory Card |
| Respaldo | |
| <ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento sin pila | Sí Sí Sí |

Anexo 6. Pantalla HMI

Hoja de datos

6AV2123-2GB03-0AX0



SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Basic Panel, Manejo con teclado/táctil, pantalla TFT de 7", 65536 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, incluye software Open Source, que se cede gratuitamente ver CD adjunto

| Información general | |
|--|---|
| Designación del tipo de producto | KTP700 Basic color PN |
| Display | |
| Tipo de display | Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED |
| Diagonal de pantalla | 7 in |
| Achura del display | 154,1 mm |
| Altura del display | 85,9 mm |
| Nº de colores | 65 536 |
| Resolución (píxeles) | |
| • Resolución de imagen horizontal | 800 pixel |
| • Resolución de imagen vertical | 480 pixel |
| Retroiluminación | |
| • MTBF de la retroiluminación (con 25 °C) | 20 000 h |
| • Retroiluminación variable | Si |
| Elementos de mando | |
| Fuentes de teclado | |
| • Teclas de función | |
| — Nº de teclas de función | 8 |
| — Nº de teclas de función con LED | 0 |
| • Teclas con LED | No |
| • Teclas del sistema | No |
| • Teclado numérico | Si; Teclado en pantalla |
| • Teclado alfanumérico | Si; Teclado en pantalla |
| Manejo táctil | |
| • Variante con pantalla táctil | Si; Analógica resistiva |
| Diseño/montaje | |
| Posición de montaje | vertical |
| Montaje en pared/directo | No |
| Montaje vertical (formato retrato) posible | Si |
| Montaje horizontal (formato apaisado) posible | Si |
| Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa | 35° |
| Tensión de alimentación | |
| Tipo de tensión de la alimentación | DC |
| Valor nominal (DC) | 24 V |
| Rango admisible, límite inferior (DC) | 19,2 V |
| Rango admisible, límite superior (DC) | 28,8 V |
| Intensidad de entrada | |
| Consumo (valor nominal) | 230 mA |
| Intensidad transitoria de conexión I _t | 0,2 A ² s |
| Potencia | |

Anexo 7. Certificado de Conformidad de la Empresa.



CERTIFICADO

Ambato, 28 de marzo del 2025

Yo, Ing. Miguel Ángel Taipe Guamán, en mi calidad de Coordinador de Mantenimiento de la empresa Ciudad del Auto Cia. Ltda., con RUC N° 1715636211, certifico que el Sr. Molina Molina Williams René, con cédula de identidad 0550062954, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica, realizó su trabajo de titulación con el tema:

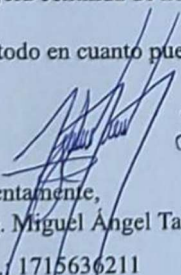
“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE EQUIPOS EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CIAUTO CIA. LTDA.”

El presente trabajo tiene como objetivo proponer una estrategia de automatización para el arranque de los equipos utilizados en el área de soldadura, con la finalidad de mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos de espera y minimizar errores en la activación manual de los dispositivos. Se ha considerado la implementación de un sistema automatizado que optimiza la secuencia de encendido de los equipos, garantizando un proceso más ágil y seguro.

La empresa reconoce la importancia de este estudio para el mejoramiento de los procesos productivos y la innovación en el área de manufactura, por lo que respalda la investigación realizada y valida la pertinencia de su aplicación en la planta de producción.

En virtud de lo expuesto, extendemos nuestra conformidad sobre el desarrollo de este trabajo, dejando constancia de nuestro apoyo y agradecimiento por la contribución a la mejora continua de nuestros procesos industriales.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.


Atentamente,
Ing. Miguel Ángel Taipe Guamán
C.I./ 1715636211

CIAUTO
CIA. LTDA.