INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO "IDAT"

PROGRAMA DE ESTUDIOS EN ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

"CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UN HORNO INDUSTRIAL PARA SECADO DE MOTORES ELÉCTRICOS DE LA EMPRESA MONTALVO"

Trabajo de aplicación profesional para obtener el título Profesional Técnico en Electricidad Industrial

DANNY LINO LOPEZ CHAVARRIA

(0009-0000-5530-2055)

YURGUEN INSAPILLO GUTIERREZ

(0009-0006-5591-1321)

Lima – Perú

2026

Dedicatoria

A nuestros padres, por ser los grandes forjadores de nuestras bases para enfrentar y recorrer este difícil camino de la vida.

A nuestras esposas, por su apoyo incondicional y amoroso.

A nuestros hijos, por motivarnos y alegrarnos con sus miradas y ocurrencias a pesar del menor tiempo que le dedicamos.

Índice General

Resumen Ejecutivo **8**
Introducción **9**
Capítulo I: Generalidades **10**
Planteamiento del Problema **10**
Justificación del Estudio **12**
Antecedentes del Proyecto **13**
Nacionales *13*
Internacionales *18*
Normativa y Reglamentación Internacional **24**
Normas Técnicas Nacionales *24*
Normas Técnicas Internacionales *24*
Capítulo II: Objetivos, Soluciones y Marco Teórico **25**
Objetivo General **25**
Objetivo Especifico **25**
Planteamiento de Soluciones **26**
Soluciones Alternativas *26*
Solución Elegida y Justificación *27*
Ventajas Comparativas *27*
Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto **28**
Marco Teórico **29**
Marco Conceptual *29*
Estado de la Tecnología *41*
Capítulo III: Memoria Descriptiva **42**
Descripción General del Proyecto **42**
Diseño Mecánico *42*
Diagrama de Bloques *43*
Diagrama de Flujo del Proceso *45*
Diagrama Eléctrico y Electrónico General *47*
Descripción de Etapas *48*

Especificación Técnica General *49*
Descripción Técnica de Componentes *50*
Cálculos y Consideraciones de Diseño **58**
Sistema Eléctrico **59**
Diagrama Eléctrico *59*
Circuito de Suministro de Alimentación *60*
Circuito de Mando *60*
Circuito de Fuerza *61*
Sistema Mecánico **62**
Diagrama Mecánico *62*
Sistema de Software **63**
Diagrama de Flujo y/o Bloques *64*
Librerías Usadas *65*
Firmware y Software (a utilizar) *70*
Programa Lógico o Datos de Configuración *71*
Áreas Transversales de Impacto **73**
Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional. *73*
Ámbito de Conservación del Medio Ambiente. *73*
Ámbito de Eficiencia Energética. *73*
Ámbito de Calidad. *74*
Ámbito de Responsabilidad Social. *74*
Análisis de Costos y Presupuestos **75**
Costo de Equipamiento (hardware y software) *75*
Costo de Recursos de Personal *76*
Costo de Gestión y Otros *76*
Cálculo de Presupuesto *77*
Resultados del Proyecto **78**
Capítulo IV: Operación y Mantenimiento **88**
Operación **88**
Consideraciones de Seguridad para la Operación *88*
Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha *89*
Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación *91*

Mantenimiento Preventivo 92
Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo 92
Procedimiento de Mantenimiento Preventivo 93
Materiales, Equipos y Herramientas 94
Ficha de Mantenimiento Preventivo 96
Mantenimiento Correctivo 97
Procedimiento de Mantenimiento Correctivo 97
Materiales, Equipos y Herramientas 98
Ficha de Mantenimiento Correctivo 100
Conclusiones y Recomendaciones 101
Referencias Bibliográficas 103
Anexos 105

Índice de Tablas

Tabla 1 – Cuadro de ventajas comparativas 27

Tabla 2 - Diagrama de Gantt o plan de trabajo 28

Tabla 3 - Especificación técnica horno industrial para secado de motores eléctricos 49

Tabla 4 - Cálculos elección llave termomagnética y calibre de conductor eléctrico 58

Tabla 5 - Costos de equipamiento del sistema 75

Tabla 6 - Costos de personal 76

Tabla 7 - Costos de gestión 76

Tabla 8 - Costos generales del sistema 77

Tabla 9 - Tabla de averías y soluciones del sistema 91

Tabla 10 - Diagrama de Gantt de mantenimiento preventivo 92

Tabla 11 - Ficha de mantenimiento preventivo 96

Tabla 12 - Ficha de mantenimiento correctivo 100

Índice de Figuras

Figura 1 – Implementación de horno eléctrico industrial 14

Figura 2 – Secado por convección forzada 16

Figura 3 – Operacionalización de variables 18

Figura 4 – Interacción de la pantalla del PLC con el algoritmo de automatización 20

Figura 5 – Esquema de desarrollo de la metodología del proyecto 22

Figura 6 - Diagrama de control la temperatura y humedad 23

Figura 7 - PLC 33

Figura 8 - Sensores de temperatura 37

Figura 9 - Principales dispositivos de protección eléctrica 39

Figura 10 - Variadores 40

Figura 11 - Diseño mecánico horno industrial para secado de motores eléctricos 42

Figura 12 - Diagrama de bloques horno industrial para secado de motores eléctricos 44

Figura 13 - Diagrama de flujo horno industrial para secado de motores eléctricos 46

Figura 14 - Diagrama eléctrico general horno industrial para secado de motores eléctricos 47

Figura 15 - Diagrama eléctrico horno industrial para secado de motores eléctricos 59

Figura 16 - Circuito de mando horno industrial para secado de motores eléctricos 60

Figura 17 - Circuito de fuerza horno industrial para secado de motores eléctricos 61

Figura 18 - Diagrama mecánico horno industrial para secado de motores eléctricos 62

Figura 19 - Software LOGO! Soft Comfort V8.3 63

Figura 20 - Diagrama de flujo horno industrial 64

Figura 21 - Interfaz de control y supervisión celular 70

Figura 22 - Programación completa del horno industrial para secado de motores eléctricos 72

Resumen Ejecutivo

La industria o sector industrial específicamente en la ciudad metropolitana de Lima no es ajena a la gran demanda de motores eléctricos debido a su eficiencia, estos se pueden adaptar a diversas aplicaciones y son compatibles con energías limpias. Para extender la vida útil de los motores las empresas recurren o se apoyan en los mantenimientos preventivos y correctivos, un mantenimiento correctivo eficiente es efectuar el rebobinado que será importante realizarlo solo si el núcleo magnético se encuentra operativo.

La empresa Montalvo especializada en reparación y mantenimiento de motores cuenta con un horno industrial para secado de motores eléctricos manual que no pueden operar de forma automática o remota, debido a la creciente demanda de trabajo la empresa Montalvo desea mejorar o contar con un sistema automático en su horno eléctrico de secado industrial.

El proyecto de mejora propone como objetivo principal diseñar el control y supervisión de un horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, determinaremos los sensores y actuadores a emplear teniendo en cuenta lograr generar la temperatura requerida para el proceso, elaboraremos los planos de conexiones eléctricas utilizando el software CADe SIMU, programamos el PLC LOGO! 8 utilizando LOGO! Soft Comfort V8.3 para el control y supervisión del sistema, finalmente desarrollamos la interfaz de supervisión web empleando LOGO! Web Editor.

Llegando a la conclusión que implementando este sistema de control y supervisión remota se obtiene una mayor eficiencia energética, optimizando los tiempos de secado, asegurando un acabado de calidad en los devanados y reduciendo múltiples gastos.

Palabras clave: (horno industrial; motores eléctricos; control; supervisión; automático)

Introducción

La empresa Montalvo viene realizando el secado de motores eléctricos en su horno de forma manual y deficiente al no contar con un sistema de control automático que señale las variables o parámetros principales. Desarrollamos un sistema de control y supervisión automatizado para el horno industrial de la empresa Montalvo ubicada en el distrito metropolitano de Lima que necesita contar con este sistema para obtener calidad y ahorro.

Para lograr implementar el control y supervisión de un horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, desarrollamos este trabajo donde detallamos de manera específica los puntos más resaltantes, presentando en el capítulo 1: el planteamiento del problema, la justificación del estudio, los antecedentes nacionales e internacionales de proyectos relacionados a sistemas de climatización y las normativas a tener en cuenta para implementar el sistema de manera segura y con calidad, de la misma manera en el capítulo 2: se establecen los objetivos del proyecto, proponiéndose las soluciones tecnológicas, se realiza la planificación del tiempo para las actividades del proyecto y se desarrolla el marco teórico que respalda el control y supervisión de un horno industrial para secado de motores eléctricos, seguidamente en el capítulo 3: se expone la memoria descriptiva del proyecto, detallando los cálculos y consideraciones de diseño, sistema eléctrico, sistema mecánico, sistema electrónico y sistema de software aplicados en el sistema, finalmente en el capítulo 4: se establece la forma de operación del sistema y detallamos el procedimiento para el mantenimiento preventivo y correctivo, de esta manera se garantiza el correcto funcionamiento y la eficiencia del horno.

Capítulo I: Generalidades

Planteamiento del Problema

Los motores eléctricos tienen una demanda creciente a nivel mundial, principalmente en el sector industrial y otros, debido a que son muy eficientes, compatibles con energías renovables y se pueden adaptar a diversas aplicaciones. Por lo que efectuarles su mantenimiento preventivo y correctivo es indispensable para lograr generar mayor eficiencia, extender su vida útil y evitar averías costosas o incluso la compra de un motor nuevo en corto plazo.

Un mantenimiento correctivo eficiente para extender la vida útil del motor, generando ahorro y minimizando el impacto en el medio ambiente, es el rebobinado, que es importante realizarlo solo si su núcleo magnético no se encuentra dañado. El rebobinado consiste en el desmontaje y toma de datos del motor, limpieza, aislamiento, fabricar bobinas, instalación, barnizado, secado y pruebas.

En la ciudad de Lima está ubicada la empresa Montalvo que pertenece al rubro industrial, contando con un personal altamente calificado, expertos en mantenimiento y reparación de motores eléctricos.

Durante el desarrollo de sus labores muchas veces se encuentran con motores que presentan daños en sus devanados y se decide realizar el rebobinado, donde una de las etapas es el barnizado, para luego realizar el curado o secado utilizando un horno eléctrico industrial que tiene como sistema de calentamiento un conjunto de resistencias.

Este sistema de secado que vienen utilizando presenta las siguientes deficiencias:

- Al ser un sistema totalmente manual requiere permanentemente de personal dedicado exclusivamente a controlar y monitorear el proceso.

- No se puede conocer con exactitud la temperatura interna y el operario manipula el horno según su experiencia.
- La temperatura y el tiempo de secado muchas veces se excede, desperdiciando recursos y haciendo imposible obtener un trabajo final de excelentes resultados.

Es por todo esto que la empresa Montalvo desea implementar un control más detallado para su horno eléctrico de secado industrial y de esta manera lograr generar una mayor eficiencia energética, optimizando los tiempos de secado, asegurando un acabado de calidad en los devanados, reduciendo gastos en mantenimiento y desperdicio de materiales. La incorporación de un sistema de control automatizado permitirá monitorear variables críticas como temperatura, humedad y tiempo de exposición, asegurando un proceso uniforme y confiable que incremente la productividad y competitividad de la empresa en el mercado.

Justificación del Estudio

La necesidad de implementar un sistema de control para un horno industrial de secado de motores eléctricos se encuentra en los beneficios que obtendremos y evidenciaremos a nivel:

Tecnológico, se desarrollará un control y supervisión remoto a través del celular, logrando conocer en tiempo real desde cualquier parte las variables más importantes del proceso y permitiendo tomar decisiones sobre el funcionamiento.

Económico, no se dispondrá de personal exclusivo para cada proceso y el funcionamiento del horno será solo el indispensable, reduciendo tiempos y minimizando gastos operativos. Generando ahorro de múltiples recursos y obteniendo una recuperación rápida de la inversión.

Ambiental, realizando el rebobinado de los motores eléctricos se genera un menor impacto ambiental y al optimizar el uso del horno obtenemos un ahorro de energía importante que beneficia significativamente al planeta reduciendo la huella de carbono.

Antecedentes del Proyecto

Nacionales

“Implementación de un horno industrial para proceso de secado de barniz aplicado a motores eléctricos en la empresa FASEEL SAC”. El siguiente trabajo de investigación tiene como propósito especifico la implementación de un horno eléctrico industrial que consiga realizar el secado eficiente de los barnices y resinas empleados en los bobinados de los motores eléctricos para la empresa FASEEL SAC, empresa que se dedica a reparar generadores y motores eléctricos, en muchos casos tienen que aplicar el barniz aislante en el bobinado, para diseñar este horno se tomó en cuenta la norma ISO 13577 donde encontramos los requisitos de seguridad para hornos industriales y equipos de procesamiento asociados. Se desarrollaron los siguientes objetivos específicos, como primer objetivo se determinó la potencia necesaria al interior del horno, obteniendo una temperatura de 155 °C luego se establecieron las medidas o dimensiones más idóneas para el horno igual a 2.4 metros de ancho, 2.5 metros de alto y 2.9 metros de profundidad. A continuación se escogieron la fibra de vidrio y lamina de acero como los elementos estructurales principales para el horno eléctrico. El motor seleccionado para hacer funcionar el sistema fue de marca Weg Premium Efficiency de 5 HP y para el sistema de control emplearon un PLC Siemens Simatic S7-1200 con software WinCC RT Advanced que permitirá el control de todo el sistema. **(Oropeza de la Rosa, 2024)**

Figura 1 – Implementación de horno eléctrico industrial



(Oropeza de la Rosa, 2024)

“Optimización de un horno eléctrico con control de temperatura para mejorar el nivel de aislamiento en bobinas de motores eléctricos hasta 300 HP”. La finalidad principal que tiene este proyecto es obtener un funcionamiento o desempeño superior de un horno eléctrico para secado de bobinas de motores eléctricos que no superen los 300 hp, es por esto por lo que deciden implementar un controlador de temperatura que les permita o garantice al momento de realizar la medida de nivel de aislamiento lograr resultados excelentes. En este proyecto aplican la metodología de diseño y desarrollo de productos propuesta por los profesores Ulrich y Eppinger, que parten explicando la trascendencia de realizar un análisis conceptual, relacionar o

comparar el equipo a desarrollar con un equipo existente ya sea logrando tomar datos o a través de encontrar proveedores y obtener información. La optimización es la acción principal al diseñar el producto, debido a esto es que se aplica esta metodología como herramienta para optimizar. Al empezar el desarrollo de la optimización se realiza un estudio a nivel conceptual escogiendo tres alternativas de solución, estableciendo indicadores concretos a cada una de las alternativas que permitirán realizar progresos o avances en el horno. Seguidamente se procedió con el análisis térmico del horno, para llevar a cabo este análisis se reemplazó o aparento una bobina simplemente con un material cilíndrico de medidas o diámetros cercanos a la de un motor promedio y se procedió a efectuar el cálculo mediante dos opciones de secado, una por radiación más convección natural y el otro por convección forzada. Donde al obtener mejores resultados, se escogió el secado por convección forzada. También se optimizó la estructura principal empleando un marco simétrico con sus extremos empotrados. Seguidamente se optimizó el sistema eléctrico instalando un ventilador accionado por un motor trifásico de 1.5HP controlado mediante variador de frecuencia y se diseñó un diagrama de flujo para establecer el circuito de mando; se diseñaron los esquemas eléctricos de control y potencia. Se realizaron los esquemas del sistema en su totalidad y se diseñaron los planos de fabricación. Como parte final del proyecto se procedió a efectuar las pruebas, utilizando solo motores pequeños de hasta 20 hp en un prototipo de horno fabricado; durante el proceso o funcionamiento del sistema se anotaron todos los datos o parámetros principales obtenidos en sitio. Finalmente se llega a la conclusión que al realizar las diversas mejoras del horno en partes esenciales como la eléctrica, térmica y estructural, se logra aumentar la calidad del aislamiento de las bobinas de motores eléctricos. **(Sanchez Ramos & Sucasaire Villanueva, 2021)**

Figura 2 – Secado por convección forzada



(Sanchez Ramos & Sucasaire Villanueva, 2021)

“Diseño de un sistema de control automático para optimizar el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica el Dorado S.A.C. – Lima 2020”. Este trabajo de estudio aspira como objetivo principal, recabar amplia información y obtener la comprensión específica del diseño de un sistema de control automático y su enlace o relación con el balance térmico de un horno industrial dentro de la compañía. Como metodología emplean el método científico de naturaleza básica, identificado como práctico o empírico, con un enfoque descriptivo - correlacional. Para ello desarrollan o plantean la siguiente hipótesis: Existe una correlación significativa entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa. Emplearon diversas estrategias para lograr obtener información primordial y detallada, en este estudio podemos mencionar las siguientes: Análisis documental, observación y encuestas. Las diversas herramientas que aplicaron incluyeron: Observación directa, cuestionarios e incluso la utilización de fichas bibliográficas y documentos hemerográficos de investigación. Para lograr procesar toda esta cantidad de información recurrieron y emplearon el software estadístico SPlSS25.0, considerando la interpretación de datos, tablas y cifras estadísticas una vez obtenido un resultado de correlación de Spearman que arrojó un valor de 0.865 en la hipótesis general, indicando una asociación muy significativa. Finalmente llegan a la conclusión general, que efectivamente se ha logrado determinar una relación sustancial entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa. **(Medina Garcia, 2020)**

Figura 3 – Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicador
Variable Independiente: Sistema de control automático	• Sensores	- Magnetismo - Velocidad - Conductividad eléctrica - Termoeléctrica
	• Controladores	- Controladores dedicados - Controladores lógicos programables
	• Actuadores	- Eléctricos - Neumáticos - Hidráulicos
Variable Dependiente: Equilibrio térmico	• Cantidad de calor	- Fundición - Evaporación
	• Calor latente	- De fusión - Solidificación

(Medina Garcia, 2020)

Internacionales

"Diseño de un sistema de automatización para el horno de curado de pintura electrostática de la compañía PROIND S.A.S". El siguiente proyecto se desarrolla en las instalaciones de la compañía PROIND S.A.S, empresa colombiana dedicada a ofrecer soluciones industriales, en la actualidad cuentan con dos equipos en funcionamiento, una cabina de pintura electrostática y un horno de curado donde aceleran el secado para obtener un excelente resultado final. El proceso consiste inicialmente en aplicar la pintura en polvo al interior de la cabina separando el residuo

de polvo de la pintura y controlando la segregación del material particulado al ambiente que fue generado mediante la aplicación de la pintura, luego de esto todo lo pintado es introducido en el horno para su curado mediante un proceso de calentamiento con quemadores a gas, iniciando la optimización de todo el procedimiento de pintura, tomando en cuenta que el control industrial empleado en los equipos es ineficiente, contando con un accionamiento que solo se limita a un encendido y apagado simple al manipular un interruptor ON/OFF. El proyecto tiene como objetivo principal dentro de la primera etapa realizar la automatización del proceso general, se pretende diseñar un sistema de automatización para el horno de curado donde se mejoren las condiciones operativas del mismo, implementando un controlador lógico programable (PLC) y una interfaz Hombre-maquina (HMI), donde por intermedio de esta última se pueda visualizar y controlar las variables del proceso incluidas dentro la primera etapa del proyecto. **(Vargas Rico, 2022)**

Figura 4 – Interacción de la pantalla del PLC con el algoritmo de automatización



(Vargas Rico, 2022)

“Diseño del sistema electrónico, control y monitoreo de un horno de secado para recuperación y mantenimiento de motores eléctricos en industrias papeleras”. El siguiente trabajo se enfoca en el uso primordial de motores eléctricos durante los procesos industriales, teniendo muy en cuenta que el correcto funcionamiento de estos equipos durante los procesos es fundamental, enfocados específicamente en empresas que elaboran papel y cartón diariamente. Luego de sus investigaciones llegaron a la conclusión que en este tipo de industrias papeleras los motores eléctricos trabajan bajo condiciones de humedad y temperatura que no son las más ideales o recomendadas, es por todo esto que se diseña un sistema de un horno de secado de

motores para su mantenimiento y recuperación. Para realizar su investigación toman como referencia la empresa SURPAPELCORP S.A., empresa productora de papel y cartón del Ecuador. En primer lugar se determinó el tipo de motores que allí se emplean y se tomó la información de su placa y dimensiones solo de los que entregan una potencia de hasta 100HP, las cuales sirvieron para el diseño del prototipo del horno. Además, se utilizó el software Studio5000 para el diseño del sistema de control y monitoreo, así como CADe_Simu para los circuitos de control y fuerza del proceso. También se empleó la herramienta FactoryTalk ViewPoint para visualizar las ventanas de la interfaz de usuario desde el navegador. De esta manera se logró el diseño de un sistema electrónico moderno que permitió llevar un control del proceso de secado de manera fácil e intuitiva. Finalmente, el sistema diseñado es capaz de secar y brindar mantenimiento a motores eléctricos teniendo un bajo consumo de energía, contando con una mejora del 100% gracias a su comunicación cliente-servidor que monitorea el proceso desde el computador. **(Zamora Tandazo & Vásquez Briones, 2020)**

Figura 5 – Esquema de desarrollo de la metodología del proyecto

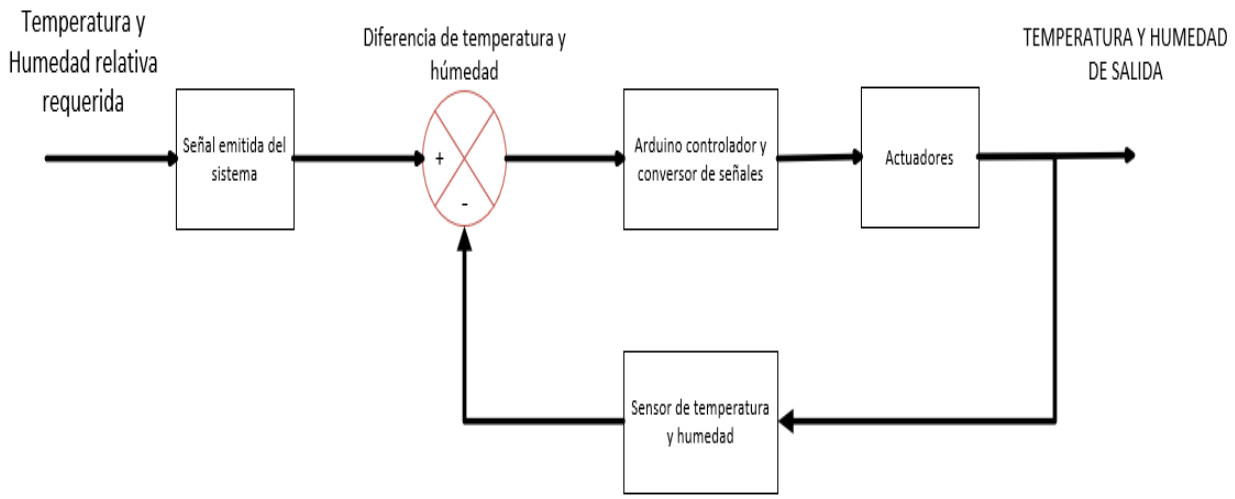


(Zamora Tandazo & Vásquez Briones, 2020)

"Diseño de un sistema de control de temperatura y humedad para un horno de secado de madera" Caso: SOEX SRL. Luego de haber realizado un estudio profundo y obteniendo la información que el proceso de secado es fundamental y de muchísima importancia en la manufactura de artículos elaborados a base de madera, es por ello que el siguiente proyecto desarrolla un sistema que mantenga el control de temperatura y humedad dentro del horno cumpliendo con los parámetros especificados y respetando las variables y solicitudes de la empresa SOEX S.R.L. para lograr obtener mayor rendimiento en el área y producción de los mismos. El diseño de control de temperatura y humedad dentro del horno de secado tiene como fin primordial eludir y reducir la perdida de recursos durante la realización de las mediciones y

cuando entran en funcionamiento los componentes que forman parte de control en el secado de madera, para ello durante el desarrollo se ve la separación de las herramientas y metodologías empleadas, estableciendo una mejor comprensión cuando se efectúa el armado de los tableros eléctricos como también al realizar un análisis minucioso para la creación de un HMI que se interrelacione amigablemente con el usuario final. Para poder cumplir con éxito todo lo mencionado, se realiza la confección de diagramas eléctricos en donde se logren ver claramente las conexiones eléctricas indispensables para que no existan conflictos durante el funcionamiento para impedir que existan sobrecargas y corto circuitos, igualmente los diagramas necesarios para obtener el diseño de la interfaz de control para el horno de secado HMI. Finalmente, se termina el proyecto con el diseño del sistema de control de temperatura y humedad hasta un punto de prototipo para la comprobación del funcionamiento, junto con recepción y emisión de señales del HMI hacia el tablero de control para el accionamiento de la potencia, de esta forma se alcanza con ejecutar todos los objetivos establecidos durante la investigación. **(Casas Mamani, 2020)**

Figura 6 - Diagrama de control la temperatura y humedad



(Casas Mamani, 2020)

Normativa y Reglamentación Internacional

Normas Técnicas Nacionales

Código Nacional de Electricidad

Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

NTP 370.053:1999 Seguridad eléctrica

NTP 399.450:2003 Eficiencia energética de motores eléctricos.

Normas Técnicas Internacionales

Norma IEC 60900 Herramientas manuales para trabajos en tensión

Norma IEC 60204 Seguridad eléctrica en máquinas

Norma IEC 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión

Norma IEC 60034 Máquinas eléctricas rotativas

Normas NFPA 86 Los códigos y normas de la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios) proporcionan una guía para minimizar los riesgos de incendio y explosión en hornos.

Capítulo II: Objetivos, Soluciones y Marco Teórico

Objetivo General

Diseñar el control y supervisión de un horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo.

Objetivo Especifico

Objetivo Específico 1

Determinar los sensores y actuadores del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, teniendo en cuenta lograr generar la temperatura requerida para el proceso.

Objetivo Específico 2

Elaborar los planos de conexiones eléctricas del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, utilizando un software de diseño eléctrico confiable.

Objetivo Específico 3

Desarrollar la programación del PLC del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, para el control y supervisión del sistema.

Objetivo Específico 4

Desarrollar la interfaz de supervisión web local del del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo.

Planteamiento de Soluciones

Durante nuestra investigación encontramos proyectos o trabajos que han abordado la misma o parecida situación problemática, pero que ofrecen otro tipo de soluciones y detallamos a continuación:

Soluciones Alternativas

Solución 1

Para el sistema de control del horno eléctrico emplearon un PLC Siemens Simatic S7-1200 con software WinCC RT Advanced que permitirá el control de todo el sistema.

Solución 2

Se utilizó el software Studio5000 para el diseño del sistema de control y monitoreo, así como CADe_Simu para los circuitos de control y fuerza del proceso. También se empleó la herramienta FactoryTalk ViewPoint para visualizar las ventanas de la interfaz de usuario desde el navegador.

Solución 3

Diseñar un sistema de automatización para el horno de curado donde se mejoren las condiciones operativas del mismo, implementando un controlador lógico programable (PLC) y una interfaz Hombre-maquina (HMI), donde por intermedio de esta última se pueda visualizar y controlar las variables del proceso.

Solución Elegida y Justificación

Diseñar el control y supervisión de un horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, utilizando un PLC y su software para controlarlo mediante el celular.

Ventajas Comparativas

Realizamos una tabla comparativa en función de las soluciones propuestas, que puedan beneficiar al proyecto de investigación.

Tabla 1 – Cuadro de ventajas comparativas

	Para el sistema de control del horno eléctrico emplearon un PLC Siemens Simatic S7-1200 con software WinCC RT Advanced que permitirá el control de todo el sistema.	**Se utilizó el software Studio5000 para el diseño del sistema de control y monitoreo, así como CADe_Simu para los circuitos de control y fuerza del proceso. También se empleó la herramienta FactoryTalk ViewPoint para visualizar las ventanas de la interfaz de usuario desde el navegador.**	**Diseñar un sistema de automatización para el horno de curado donde se mejoren las condiciones operativas del mismo, implementando un controlador lógico programable (PLC) y una interfaz Hombre-maquina (HMI), donde por intermedio de esta última se pueda visualizar y controlar las variables del proceso.**	**Proyecto elegido**
Sistema automático	SI	SI	SI	SI
Producción continua	NO	NO	NO	.SI
Seguridad de diseño	SI	SI	SI	SI
Costos accesibles	NO	NO	NO	SI
Innovación	SI	SI	SI	SI

Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto

Tabla 2 - Diagrama de Gantt o plan de trabajo

CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UN HORNO INDUSTRIAL PARA SECADO DE MOTORES ELÉCTRICOS DE LA EMPRESA MONTALVO					Plan de Trabajo										
N°	Requerimiento Funcional	Acciones	Como lo Logramos	Materiales	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	Diseño del sistema	Estudio y análisis del proyecto	Diagrama de flujo	Computadora/Laptop para pruebas. Software para simulaciones												
		Diseño conceptual	Diagrama de bloques													
		Plano esquemático del sistema.	Diseño CadeSimu													
		Diseño mecánico	Simulaciones													
2	Adquisición de materiales	Seleccionar proveedores	Solicitar cotizaciones	Computadora/laptop, contacto proveedores, fichas técnicas, planos finales, transporte y medios de pago diversos.												
		Negociación	Análisis de costos													
		Gestionar compras	Generar órdenes de compra													
3	Montaje e instalación del sistema			Computadora/Laptop, herramientas, materiales, instrumentos de medición, sensores y PLC												
		Implementar tablero eléctrico	Conexiones eléctricas													
		Instalar sensores y actuadores	Montaje sensores y PLC													
4	Programación y configuración	Programar PLC	Calibrar sensores	Computadora/Laptop, herramientas, instrumentos de medición y software												
		Configurar Web-Editor V2.0	Usar software compatible													
5	Pruebas, ajustes y puesta en marcha del sistema	Prueba general de todo el sistema	Verificar la integración de todos los componentes del sistema y su correcto funcionamiento	Computadora/Laptop, herramientas, instrumentos de medición y software												
6	Documentación y capacitación	Documentación completa	Compilación ordenada de documentos	Computadora/Laptop para pruebas, planos y software												
		Asistencia técnica y soporte	Plan de mantenimiento y soporte técnico													
			Sesiones de capacitación													

Marco Teórico

Marco Conceptual

Controlador lógico programable PLC:

Considerado como un computador u ordenador inteligente, procesa la información de los sensores o dispositivos de entrada que tiene conectados y activa sus salidas con las funciones establecidas o programadas. Es muy utilizado en la industria para automatizar sus procesos, regular, monitorear y controlar los diversos sistemas, representando una solución eficiente de operatividad. Los sistemas automatizados controlados con PLC sustituyen acciones manuales por operaciones automáticas, permitiendo una mayor precisión, velocidad, flexibilidad y robustez en la producción. Cuando iniciamos el funcionamiento del PLC, es indispensable que se realice una programación inicial en base a la función que se desea realizar. Para generar esta programación es necesario contar con el software específico de la marca y su lenguaje de programación. La función básica que realiza es encontrar diversos tipos de señales de un proceso, generar y ejecutar acciones según lo programado. También almacena las configuraciones programadas y reporta a los encargados que pueden variar o realizar cambios a la programación en caso lo consideren indispensable.

El PLC obtiene los datos de cualquier sensor o elemento de entrada, estos datos son procesados y activa las salidas siguiendo la programación previa ingresada o configurada.

Obedeciendo a las entradas y salidas el PLC logra monitorear y registrar datos de tiempo de funcionamiento, temperatura de trabajo, encender y apagar procesos automáticamente, generar alarmas cuando la máquina presenta falla y más. Los controladores lógicos programables

permiten una eficiente solución de control flexible y robusta que se puede adaptar a todo tipo de sistema.

Un PLC tiene tres componentes principales:

Unidad central de procesamiento (CPU): Es el cerebro del PLC, donde se lleva a cabo el proceso del programa almacenado y las señales de entrada, para establecer las tareas que se ejecutaran.

Módulos de entrada: Son todos los elementos que reciben señales del ambiente externo, como sensores, interruptores u otros dispositivos, y las convierten en señales digitales para que la CPU las pueda procesar.

Módulos de salida: Son todos los elementos que reciben señales de la CPU y las convierten en acciones físicas, como activar luces, motores, válvulas y demás.

Para programar un PLC se debe tener en cuenta la marca de este y según ello dependerá el lenguaje de programación especifico a utilizar, ejemplo el lenguaje KOP (Ladder) es uno de los lenguajes de programación más utilizados en la programación de controladores lógicos programables (PLC) siendo avalado por la gran mayoría de los productores de PLC en el mercado

Los PLC ofrecen varias mayores ventajas en comparación con otros sistemas de control y automatización. Algunas de las principales ventajas de utilizar un PLC son las siguientes:

Flexibilidad y reconfiguración: Si se requiere cambiar o adaptar algún proceso o sus controles nos facilita la reprogramación y reconfiguración., siendo posible ejecutar cambios en el programa sin alterar el cableado físico, lo que genera un gran ahorro de tiempo y costos.

Facilidad de programación: Los lenguajes de programación de PLC, como el ladder logic, son relativamente fáciles de comprender al ser muy intuitivos, especialmente para ingenieros y técnicos con conocimientos eléctricos o electrónicos. Esto simplifica el desarrollo y mantenimiento de programas.

Seguridad: Implementan funciones de seguridad como bloqueos o protecciones reduciendo riesgos y peligros para ofrecer una operación segura sobre todo en entornos industriales.

Monitoreo y diagnóstico: Realizan en tiempo real la supervisión de todos los elementos y del sistema en general. Identificando fallas y problemas de funcionamiento, lo que permite una rápida solución de estas y su mantenimiento respectivo.

Interconexión con sistemas SCADA y redes industriales: Interconexión con sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y otras redes industriales.

Tiempo de respuesta rápido: Ofrecen un tiempo de respuesta rápido que será indispensable en múltiples aplicaciones, cuando se requiera una actuación precisa y rápida.

Durabilidad y confiabilidad: Fabricados especialmente para trabajar en ambientes industriales exigentes, soportando condiciones extremas como polvo, humedad, vibraciones y temperaturas adversas.

Modularidad y escalabilidad: Se pueden colocar más módulos o ampliarse según el requerimiento o necesidad del proceso.

Un programa de PLC se instala generalmente en un ordenador y luego se descarga al controlador. Ladder Logic es el lenguaje de programación más usado, se inicia con una o varias entradas (contactos) que dan como resultado una salida (bobina). Por su naturaleza visual,

Ladder Logic resulta mucho más fácil de implementar en comparación con otros lenguajes de programación.

El Diagrama de Bloques de Funciones es otro de los lenguajes de programación para PLC ampliamente utilizado. Es una forma fácil y gráfica de programar que resulta fácil de comprender y ofrece varias opciones.

Los avances tecnológicos y renovaciones que se implementan generan diferentes tipos de PLC que se agrupan en cuatro categorías principales:

Tipo compacto: Se denomina así al PLC que se ajusta a las especificaciones generales de los mismos y tiene incorporada la CPU, la fuente de alimentación y los diferentes módulos. Existen PLC que cuentan con un tamaño muy pequeño o nano, aunque su operación básica está muy limitada por sus características.

Tipo modular: Esta conformado por módulos ampliables, generándole propiedades más potentes que el tipo compacto. Opera con programas más complejos y tiene una memoria de mayor capacidad.

Montaje en rack: Facilita el intercambio de información entre los distintos módulos, permitiendo una mayor velocidad de transmisión de datos y optimizando el funcionamiento del PLC.

PLC con HMI: El HMI (Human Machine Interface) Elemento programable que cuenta con una interfaz gráfica, logrando una adecuada programación que se muestra en la pantalla grafica según como sea programada y reduce el cableado de los dispositivos del PLC.

Figura 7 - PLC



(Siemens, 2024)

Sensores de temperatura:

Son componentes eléctricos y electrónicos que, en calidad de sensores, permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada. Dicha señal puede enviarse directamente o mediante el cambio de la resistencia. También se denominan sensores de calor o termo sensores. Un sensor de temperatura se usa, entre otras aplicaciones, para el control de circuitos. Los sensores de temperatura también se llaman sensores de calor, detectores de calor o sondas térmicas.

Existen varios tipos de sensores de temperatura, agrupados según su funcionamiento y la forma en la que transforman la señal, las tres categorías principales son: Sensores RTD (PT100, PT1000, Termistores) termopares e infrarrojos

El termopar por ser económico, de fácil instalación y de buena precisión es el sensor más utilizado en los sistemas de medición de temperatura. Su fortaleza radica en un funcionamiento excelente, tiene una desventaja en su respuesta que puede ser algo lenta en comparación con otros tipos de sensores de temperatura.

El principio de funcionamiento de los termopares radica en dos hilos metálicos fabricados de diferentes materiales unidos por un extremo, el cual se conoce como junta caliente o junta de medición. Cuenta con otro extremo separado, llamado junta fría. La diferencia de temperatura entre ambas juntas produce un diferencial de tensión, que será la señal derivada al dispositivo electrónico.

Incluidos en estos sensores, encontramos diversos tipos de termopares clasificados según los materiales usados para su fabricación. Los más conocidos son los siguientes:

Termopar Tipo J: Fabricado de una combinación de hierro y constatan (aleación de cobre y níquel). No se recomienda su uso en entornos oxidantes y trabaja con un rango de temperatura de 0°C a 750°C.

Termopar Tipo T: Fabricado o compuesto por un alambre de cobre y otro de constatan. Se recomienda su uso en entornos de humedad y trabaja con un rango de temperatura de -250°C a 350°C.

Termopar Tipo K: Hecho de una junta de chromega (aleación de cromo y níquel) y alomega (aleación de aluminio y níquel), es un sensor de temperatura muy utilizado debido a que trabaja con un rango de temperatura muy grande -200°C a 1250°C.

Termopar Tipo E: Para su fabricación se mezclan chromega y constatan y trabaja con un rango de temperatura de -200°C a 900°C.

Estas cuatro formas de termopares son las más conocidas, pero también existen otras muchas variantes. Destacables son los formatos para altas temperaturas, como el Termopar Tipo S (entre 0°C y 1650°C) o el Termopar Tipo R (entre 0°C y 1750°C).

Sensores RTD, PT100 y PT1000

Estos sensores radican su operatividad en la resistencia a la temperatura del compuesto o metal del que está fabricado. Su diseño normalmente consta de un alambre bien enrollado con un núcleo de vidrio o cerámica estratificada que lo rodea.

Estos sensores de temperatura se fabrican primordialmente con metales como el platino y el níquel, se emplean generalmente en el sector industrial y tienen como ventaja su inmunidad frente al ruido eléctrico.

Al existir una gran variedad y tipos de sensores de temperatura no podemos determinar cuál de ellos es el mejor, podemos elegir el mejor para las especificaciones particulares de cada proyecto, dependiendo del ambiente a controlar y las opciones de medición requeridas, pero contar con el sensor PT100 siempre es una buena opción.

El PT100 es un sensor de temperatura de tipo RTD y se denomina así debido a los 100Ω que establece cuando está en 0°C, luego su resistencia se eleva conforme se va elevando su temperatura, trabaja con temperaturas aproximadas entre los -200°C y los 850°C.

Termistores NTC y PTC

Los termistores resaltan por tener un buen funcionamiento, debido a que están conformados por insumos semiconductores y su resistencia a la temperatura cambia según la lectura de grados de

esta. Cuenta con electrodos internos que detectan el calor y realizan la medición por impulsos eléctricos.

Dentro de los termistores también existen diferencias y por esto logramos identificar los siguientes según su tipo de funcionamiento:

Termistor NTC. El sensor de temperatura NTC se emplea esencialmente para medir amplios rangos de temperaturas. Cuando hay más temperatura, es menor la resistencia. Generalmente fabricados de magnesio, cobre, níquel o cobalto.

Termistor PTC. El sensor de temperatura PTC es empleado cuando existen cambios drásticos en la resistencia y la temperatura que se desea controlar. Contrariamente al sensor NTC, cuando aumenta la temperatura, aumenta también la resistencia. Se utiliza normalmente en su fabricación titanio de bario.

Sensores Infrarrojos sin contacto

Estos sensores se les denomina así por detectar la radiación infrarroja sin necesidad de hacer contacto con el objeto y son utilizados para establecer temperaturas altas en objetos inalcanzables o que se encuentren en movimiento.

Con estos sensores infrarrojos se logra medir temperaturas de -20ºC a 2000ºC y conforme sea su resolución óptica para medir diversos objetos podemos establecer diversas versiones

Los sensores infrarrojos vienen con un software amigable para ser configurados utilizando una computadora, de esta manera el usuario puede establecer diversas variables según lo requiera.

Figura 8 - Sensores de temperatura



(Termold, 2024)

Sistemas de protección eléctrica:

Se emplean en el sector eléctrico para proteger a las personas, instalaciones y equipos, garantizando su seguridad e integridad. También para evitar posibles fallas que generan inoperatividad de instalaciones o equipos. Los sistemas de protección aíslan la zona donde se ha originado el fallo con el fin de evitar la expansión del error y la aparición de consecuencias más graves, consiguiendo minimizar los riesgos de extender el fallo a otras partes del equipo eléctrico correspondiente.

Podemos denominar que una instalación eléctrica es segura y brinda protección a las personas, entornos, bienes y componentes eléctricos, cuando cuenta con dispositivos de protección

eléctrica adecuada, los mismos que pueden clasificarse en tres categorías principales: tomas de tierra, interruptores y relés, y otros protectores y aislantes.

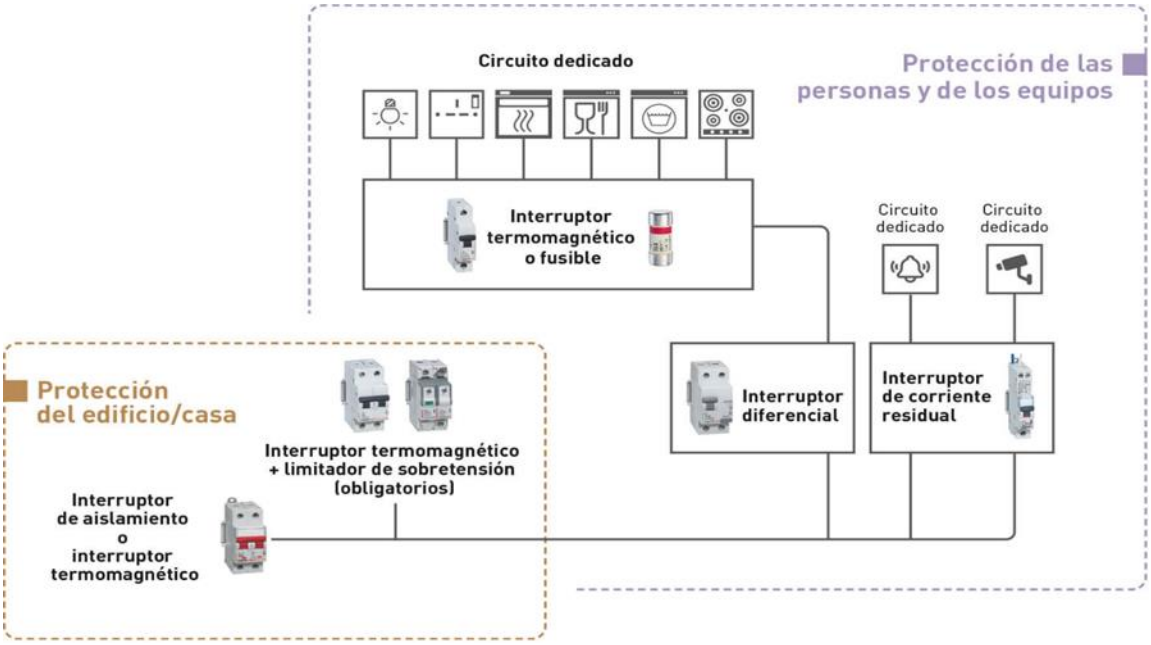
Tomas de tierra: parte fundamental de cualquier instalación eléctrica segura, establece una vía de escape para la corriente eléctrica cuando existe una falla en el aislamiento de los conductores, protegiendo a las personas y equipos eléctricos.

Interruptores y relés: dispositivos empleados para interrumpir o desconectar la corriente eléctrica en caso exista una falla o sobrecarga eléctrica. Mientras los relés son dispositivos automáticos los interruptores son dispositivos manuales.

Protectores y aislantes: son dispositivos cuya función principal es proteger los componentes eléctricos de la instalación. Estos dispositivos pueden incluir fusibles, disyuntores, protectores contra sobretensiones, entre otros.

Las fallas más frecuentes cuando se realiza el diseño eléctrico en las instalaciones son el sub-dimensionamiento generando la incapacidad de suministrar eficientemente la energía que se requiere y el sobredimensionamiento que por el contrario, es inseguro y generalmente ocasiona sobrecalentamiento de los conductores eléctricos, muchas veces ocasionando incendios, también es un problema excederse o no realizar un buen ajuste en las conexiones, instalar dispositivos de protección con rangos o especificaciones diferentes a las que se necesitan, mala instalación de pozos a tierra y otros. Para realizar una correcta instalación eléctrica es indispensable realizar el procedimiento LOTO, de esta manera se trabaja de manera segura y sin riesgos.

Figura 9 - Principales dispositivos de protección eléctrica



(Legrand, 2024)

Dispositivos de accionamiento eléctrico:

Los dispositivos de accionamientos eléctricos son aquellos equipos que garantizan el desempeño y controlan el funcionamiento de una máquina eléctrica rotatoria, a través de elementos de electrónica, comunicación y potencia. Para realizar la compra de un accionamiento eléctrico va a depender mucho del lugar donde se quiera emplear y la aplicación que se le quiera dar, hablamos de sistemas de partida estrella-triángulo o de equipos como partidores suaves, variadores de frecuencia, convertidores de corriente continua y convertidores de corriente alterna, entre los más comunes.

Al existir una mayor presencia de dispositivos de accionamiento eléctrico en el sector industrial también se requiere realizar los mantenimientos respectivos que demandan conocimiento y especialización de los encargados de dichas tareas.

Cuando se realiza la elección o compra de un dispositivo de accionamiento eléctrico se debe tomar muy en cuenta las siguientes características: potencia, corriente, tensión de entrada, torque de carga y revoluciones por minuto.

Finalmente no basta con realizar la compra adecuada de un dispositivo de accionamiento eléctrico tomando como referencia las características antes descritas, se recomienda priorizar o incluir un cronograma de mantenimiento especializado, ya que estos dispositivos son muy costosos y una falla podría causar daños irreparables o generar costosas pérdidas operacionales y de la reparación misma también.

Figura 10 - Variadores



(Sur Automatización y Control SL, 2024)

Estado de la Tecnología

Investigación Descriptiva:

Las técnicas de investigación descriptivas se centran en brindar una representación precisa y detallada de los hechos observados, sin tratar de establecer relaciones de causa y efecto.

En resumen, la primera fase de la exploración en nuestro proyecto es la observación y conocimiento de todo el proceso que solo se realiza de forma manual del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, donde el operario manipula el equipo según su experiencia al no contar con un sistema automatizado, tomar nota de los problemas o dificultades y peligros que existen.

En la segunda fase describimos las soluciones a través del proceso funcional para luego ver los errores que podemos corregir con nuestro sistema automatizado a plantear. Estas dos fases preparan la información para aplicar métodos inferenciales y construcción de modelos.

Investigación Explicativa:

Las técnicas de investigación explicativas utilizan toda la información descrita para encontrar o dar respuestas específicas del objeto investigado.

En resumen, la primera fase de constante y empírica manipulación del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo se da por el desconocimiento de las nuevas tecnologías o poco interés en los beneficios que ofrece un sistema automatizado, entre ellos el ahorro de múltiples recursos.

De esta manera iremos dando respuesta a todas y cada una de las situaciones presentadas para poder obtener la mejor propuesta de solución.

Capítulo III: Memoria Descriptiva

Descripción General del Proyecto

A continuación detallamos y adjuntamos los diseños principales que se realizaron para lograr elaborar el proyecto. De esta forma entregamos material que ayuda a conocer de manera clara el proyecto.

Diseño Mecánico

Presentamos el diseño mecánico del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, donde podemos apreciar el acabado final del proyecto.

Figura 11 - Diseño mecánico horno industrial para secado de motores eléctricos

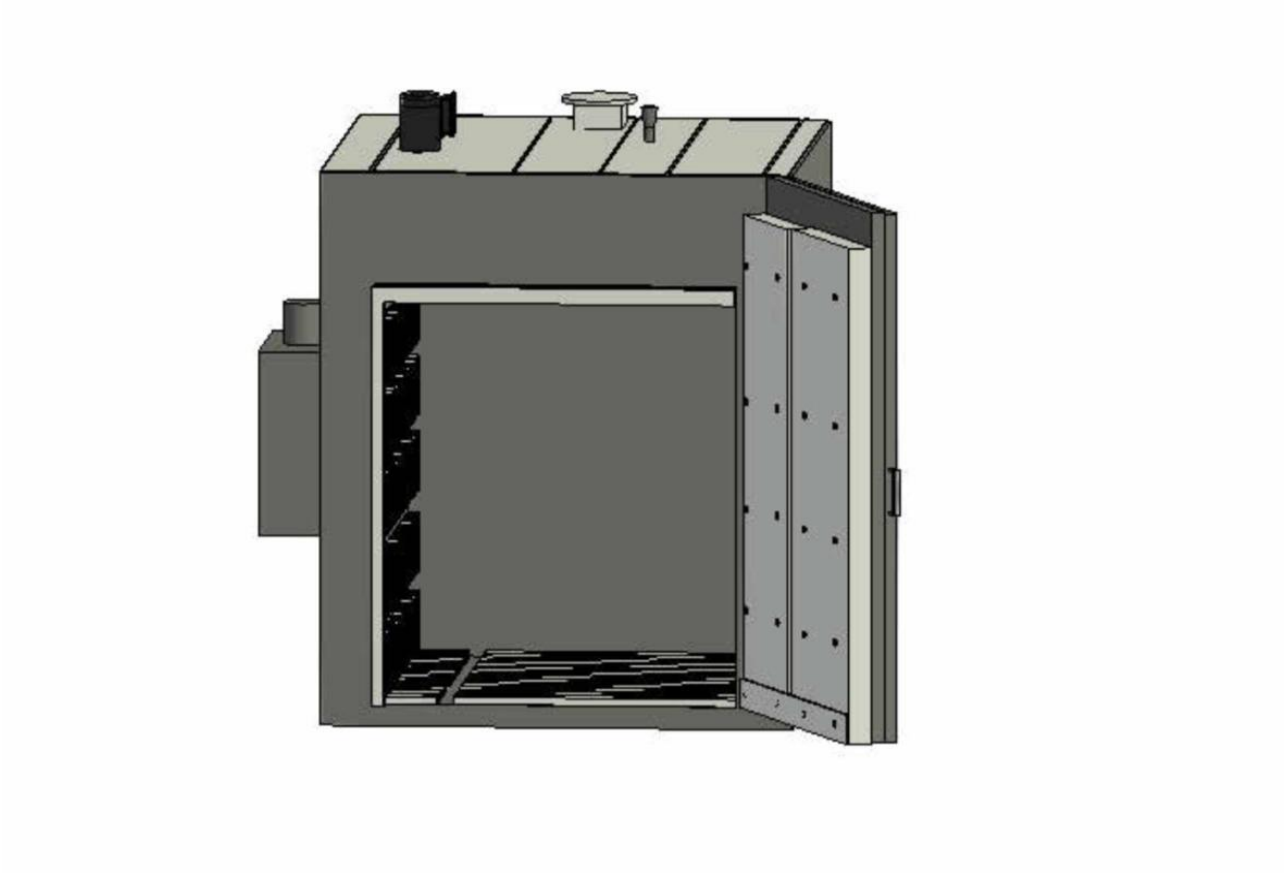


Diagrama de Bloques

El sistema de control y supervisión del horno industrial se diseñó para garantizar un proceso de secado eficiente, seguro y automatizado, asegurando estabilidad térmica y monitoreo continuo de las variables de temperatura y tiempo.

De acuerdo con el diagrama de bloques, el sistema cuenta con una alimentación principal de 220 VAC monofásica, la cual energiza el tablero de control y los elementos de potencia del proceso. A partir de esta alimentación, se incorpora una fuente de alimentación de corriente continua de 24 VDC, destinada para la alimentación del PLC y el transmisor del PT100 que previamente fueron programados con los parámetros requeridos, todo el proceso puede ser monitoreado y controlado conectándose a la red local configurada desde un dispositivo móvil o laptop.

El diseño implementado mejora la confiabilidad operativa del horno industrial y reduce la intervención manual, incrementando la eficiencia y seguridad del proceso productivo.

Figura 12 - Diagrama de bloques horno industrial para secado de motores eléctricos

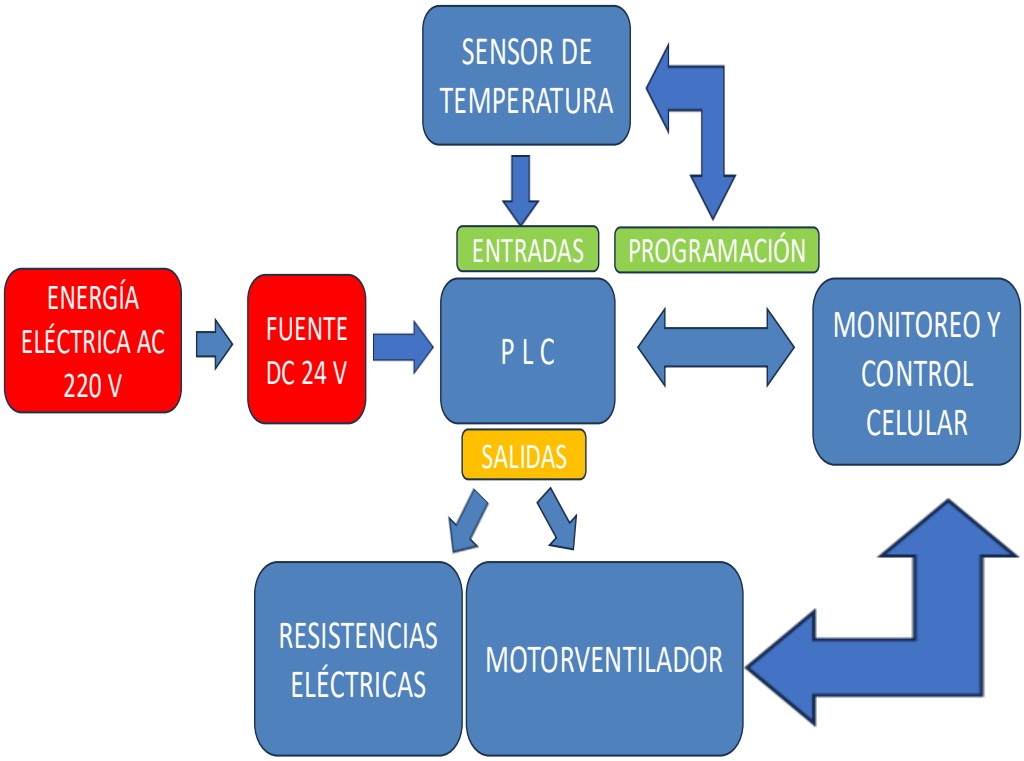


Diagrama de Flujo del Proceso

El proceso comienza con la etapa 1 representa la energización del sistema de control y potencia. En esta fase se habilita la alimentación eléctrica de 220 VAC y se activa la fuente de 24 VDC para el PLC y los dispositivos de instrumentación.

En la etapa 2 el operador establece los parámetros fundamentales del proceso de secado, se configura los parámetros de operación de setpoint y tiempo mediante el celular, estos valores son ingresados en el PLC a través de la interfaz de supervisión.

En la etapa 3 se procede a la apertura de la puerta del horno e ingresar cuidadosamente el motor eléctrico, luego de ingresar el motor se cierra la puerta del horno, activamos el selector on/off se enciende el sistema e inicia el proceso, de no existir ningún inconveniente se espera la culminación del proceso y resultado eficiente.

Figura 13 - Diagrama de flujo horno industrial para secado de motores eléctricos

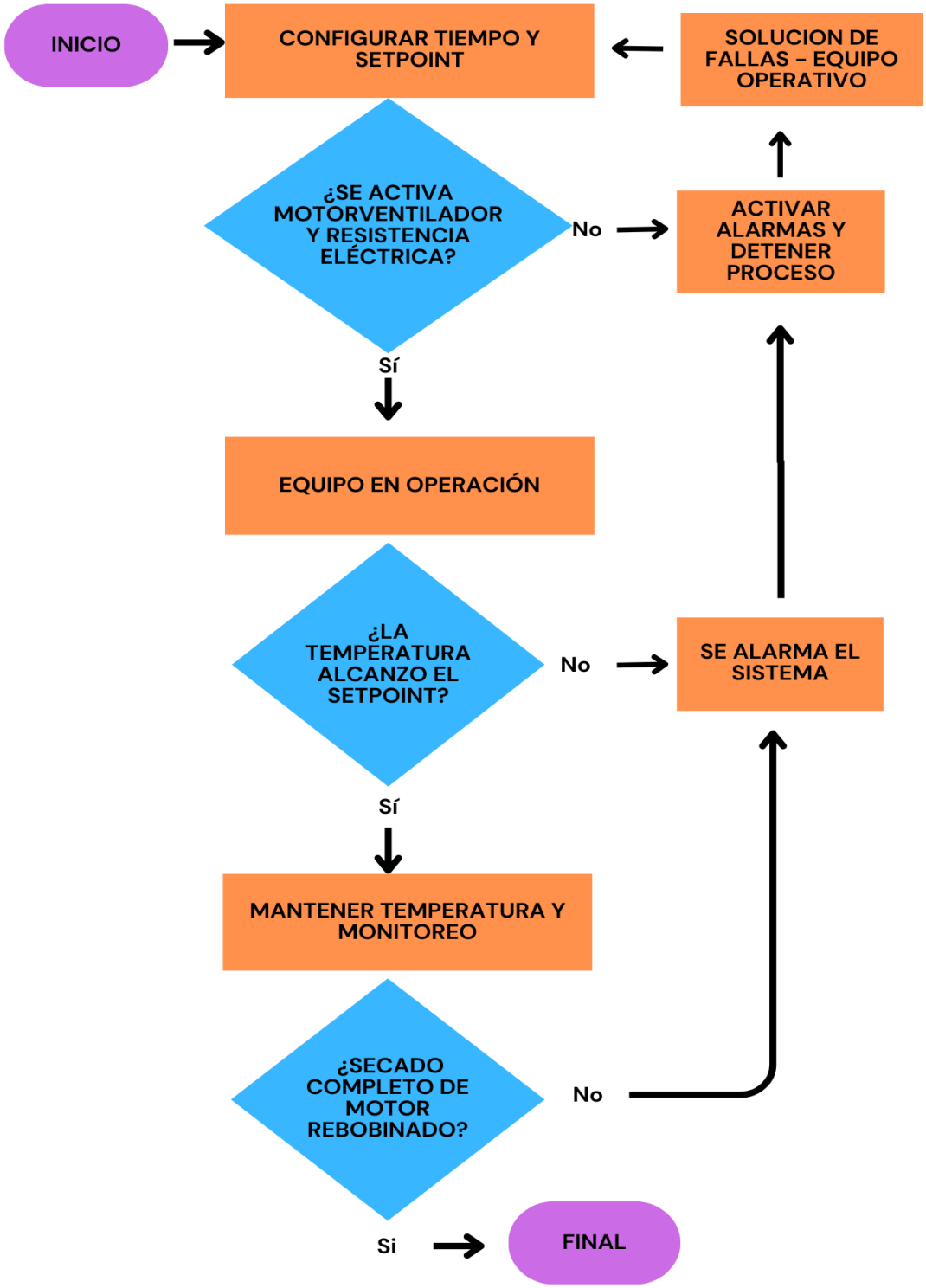
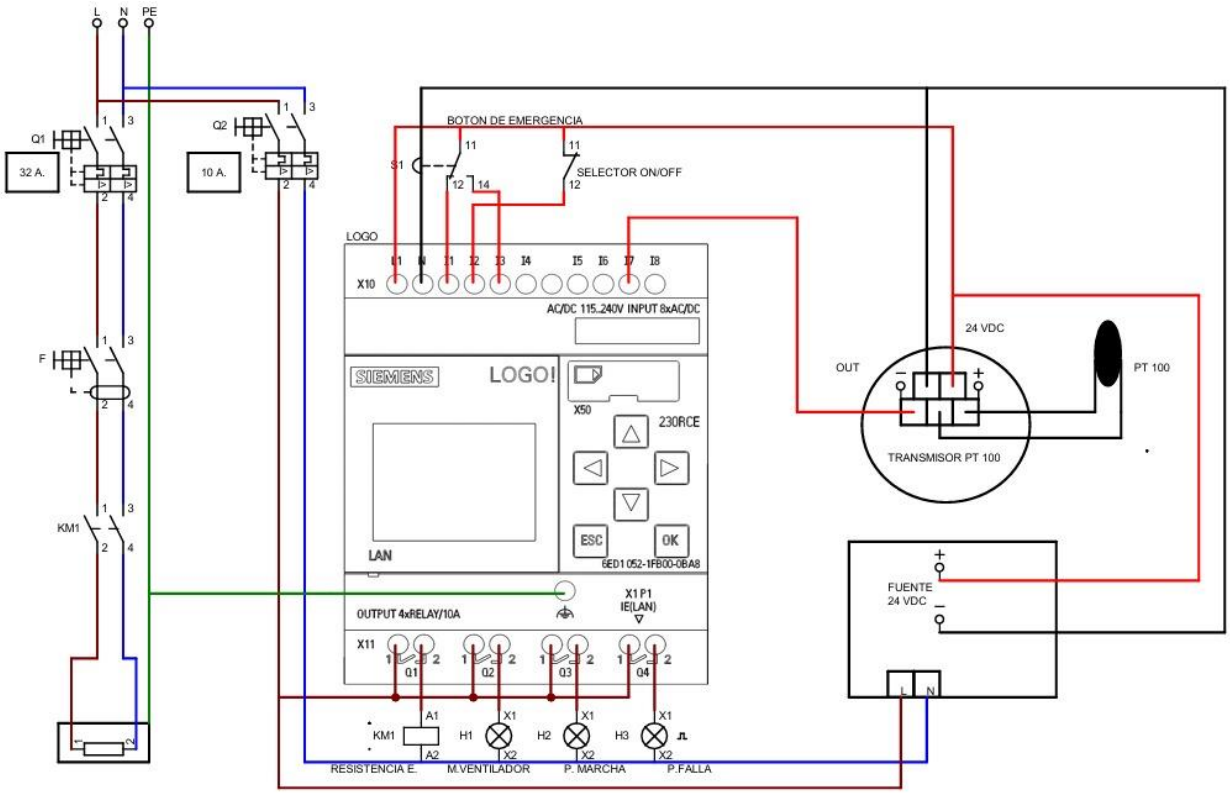


Diagrama Eléctrico

Figura 14 - Diagrama eléctrico general horno industrial para secado de motores eléctricos



Descripción de Etapas

El proyecto tiene como objetivo controlar, supervisar de forma automática y remota un horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, asegurando un proceso uniforme y confiable que incremente la productividad y competitividad de la empresa en el mercado, para ello se debe seguir un procedimiento con las siguientes etapas:

Etapa de inicio o programación, se programan todas las variables requeridas según el tamaño del motor y trabajo a realizar.

Etapa de apertura del horno e ingreso del motor, una vez programado el sistema, cuando se abre la puerta del horno el sistema queda bloqueado por seguridad y se procede a ingresar el motor rebobinado.

Etapa de secado o curado y supervisión remota, se cierra la puerta del horno e inicia el trabajo del horno según programación efectuada inicialmente, todo el proceso se puede controlar y monitorear remotamente a través del celular hasta que finaliza.

Especificación Técnica General

Tabla 3 - Especificación técnica horno industrial para secado de motores eléctricos

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Tipo:	Automatizado
Control y monitoreo:	Remoto
Conexión:	Wi-fi
Potencia:	5000 watts
Modo de operación:	Automático
Nivel de ruido:	Silencioso
Temperatura de trabajo:	60° - 130°
Voltaje:	220 VAC
Frecuencia:	60 Hz
Tiempo de secado	6 horas – 14 horas
Tamaño de motor	1 hp – 10 hp

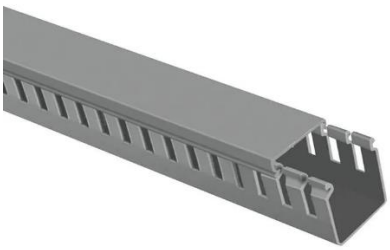
Descripción Técnica de Componentes

- **Tablero eléctrico:**
- Marca: Siemens
- Modelo: AUD1B12DLM
- Tamaño: 40cm x 30cm x 15cm de fondo
- Protección: IP66
- Tipo: Adosable
- Color: Ral 7035



- **Canaleta ranurada:**
- Tamaño: 25mm x 25mm

- Color: Gris
- Material: PVC



- **Interruptor termomagnético:**
- Marca: bticino
- Modelo: FN820YC20
- Corriente: 32 A
- Voltaje: 220VAC
- Tensión máxima: 400VAC



- **Fuente conmutada:**
- Marca: Mean Well
- Modelo: MDR-60-24
- Tensión input: 100 – 240 VAC
- Tensión output: 24 VDC
- Corriente: 2.5 A



- **Pilotos luminosos led:**
- Marca: Camsco
- Modelo: AD16-220/S
- Voltaje: 220 VAC
- Diámetro: 22 mm
- Material: Plástico



- **Selector metálico de 2 posiciones:**
- Marca: Schneider
- Modelo: XA2ED25
- Voltaje: 220 VAC
- Diámetro: 22 mm
- Material: Metal cromado

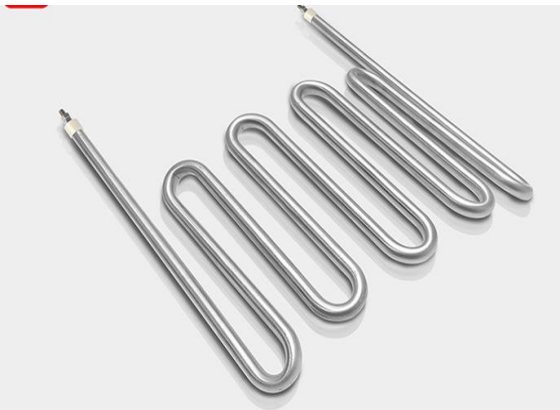


- **Motor ventilador:**
- Marca: WEG
- Voltaje: 220 VAC
- Corriente: 1 A
- Potencia: 1/2 hp
- RPM: 825



- **Resistencia tipo tubular**
- Marca: Thermolaser
- Modelo: THL TBM04
- Material: Acero inoxidable
- Diametro: 10mm
- Forma: Doble M tipo parrilla

- Potencia: 5000 watts
- Voltaje: 220 VAC



- **PLC:**
- Marca: Siemens
- Modelo: LOGO!8
- Tensión: 12/24 VDC
- Entradas: 8 digitales, 4 convertibles en analógicas
- Salidas: 4 tipo relay



- **Sensor de temperatura PT100:**
- Conexión: 3 hilos
- Rango de trabajo: -100°C / +400°C
- Longitud de cable: 1m
- Material de sonda: Acero inoxidable



- **Transmisor de temperatura:**
- Voltaje: 24VDC
- Salida: 4-20 mA



Cálculos y Consideraciones de Diseño

A continuación detallaremos algunos cálculos que se realizaron para obtener o escoger correctamente los materiales a emplear:

Llave termomagnética y Conductor eléctrico: Elección de la llave termomagnética y el conductor eléctrico para el horno industrial de secado de motores eléctricos, ubicamos la potencia de los equipos y la dividimos por su voltaje aplicando la ley de Watt, identificando la intensidad o corriente elegimos la llave termomagnética buscando en el mercado el valor nominal inmediatamente superior para asegurar la protección y evitar cortes innecesarios, en el cuadro de conductores eléctricos el calibre adecuado para la intensidad o corriente hallada:

Tabla 4 - Cálculos elección llave termomagnética y calibre de conductor eléctrico

CÁLCULOS LLAVE TERMOMAGNETICA Y CALIBRE DE CONDUCTOR ELÉCTRICO	
Potencia del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo.	5500 watts
Voltaje	220 VAC
Usando ley de Watt I = P / V	25 amperios

Eligiendo colocar una llave termomagnética de 32A y emplear cable calibre de 6mm2 en marca Indeco NH-90 para realizar la instalación del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo.

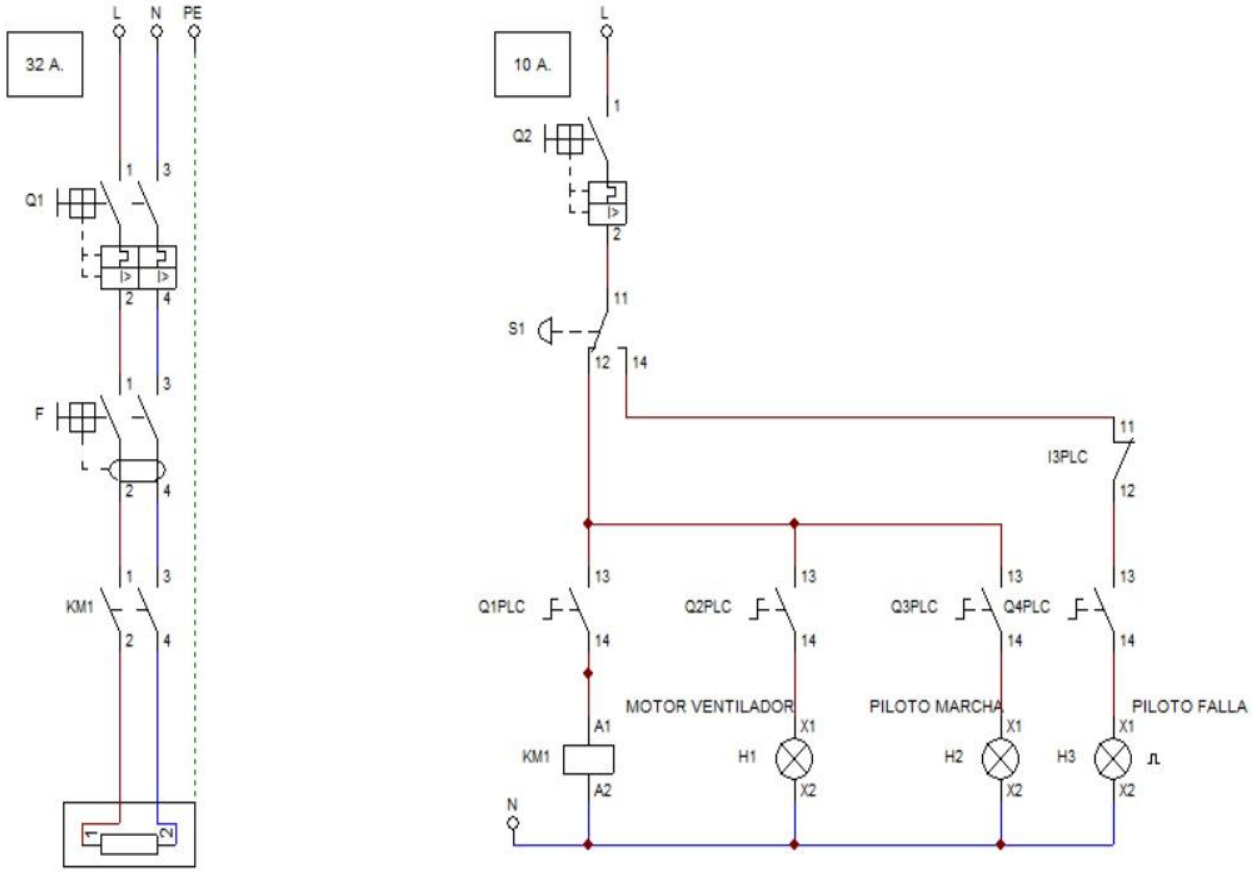
Sistema Eléctrico

A continuación procedemos a describir específicamente el sistema eléctrico del horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo, adjuntamos el diagrama eléctrico general y explicaremos sus principales etapas:

Diagrama Eléctrico

En la siguiente imagen observamos el diagrama eléctrico general de todo el sistema que tiene una alimentación monofásica de 220 VAC.

Figura 15 - Diagrama eléctrico horno industrial para secado de motores eléctricos



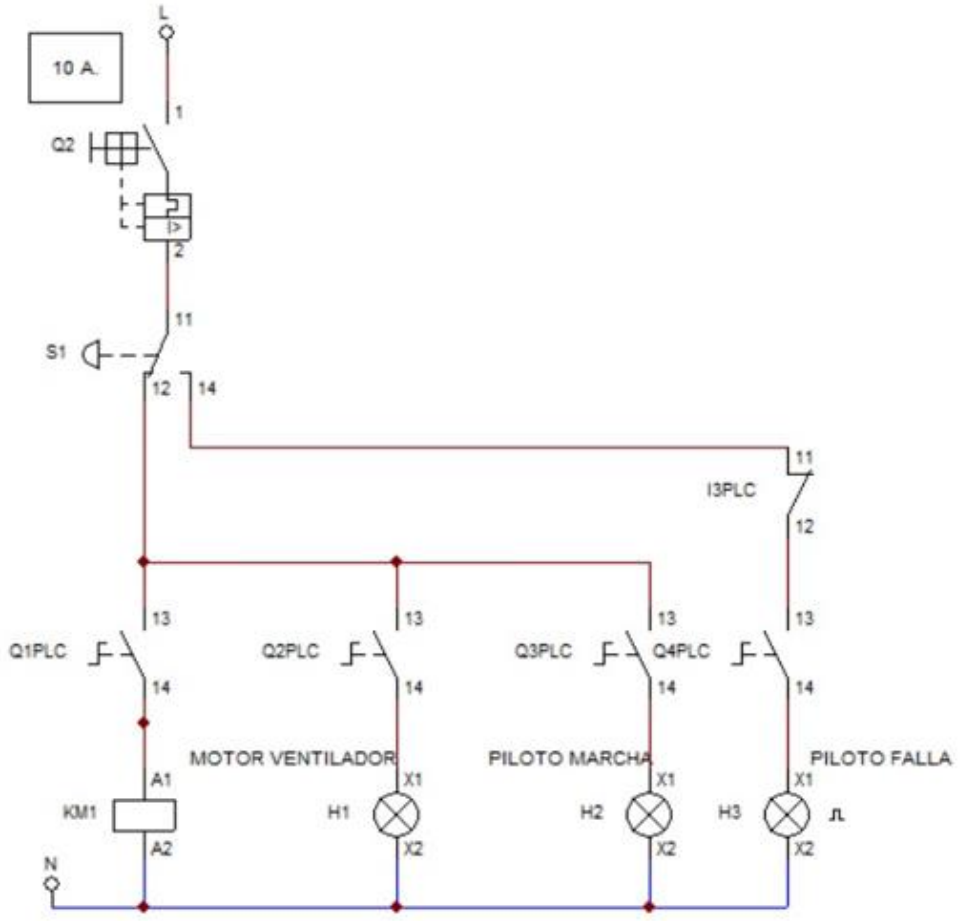
Circuito de Suministro de Alimentación

La alimentación general del sistema es monofásica 220 VAC que llega al motor ventilador, resistencias y a la fuente conmutada que luego alimenta al PLC con 24 VDC.

Circuito de Mando

El PLC recibe 24VDC de la fuente conmutada y activa el sensor PTC10

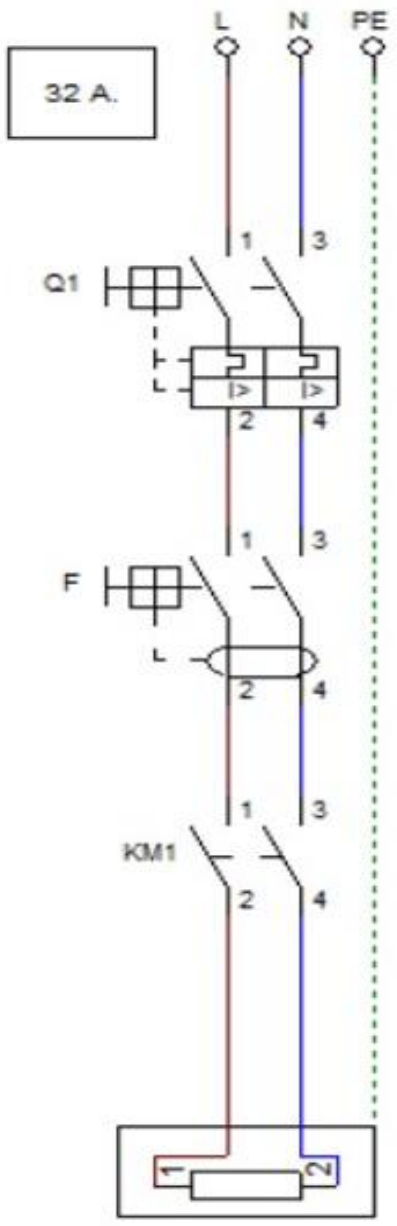
Figura 16 - Circuito de mando horno industrial para secado de motores eléctricos



Circuito de Fuerza

La alimentación monofásica 220 VAC activa las resistencias y el motor ventilador.

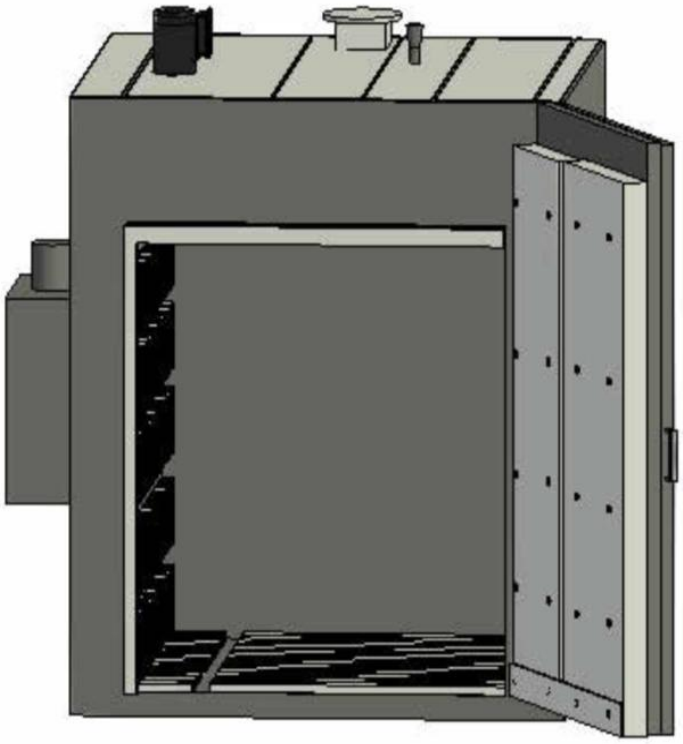
Figura 17 - Circuito de fuerza horno industrial para secado de motores eléctricos



Sistema Mecánico

Diagrama Mecánico

Figura 18 - Diagrama mecánico horno industrial para secado de motores eléctricos



Sistema de Software

En la programación con el software LOGO! Soft Comfort V8.3 se utilizaron las entradas, contactos abiertos, cerrados y las salidas. También algunas funciones especiales.

Figura 19 - Software LOGO! Soft Comfort V8.3

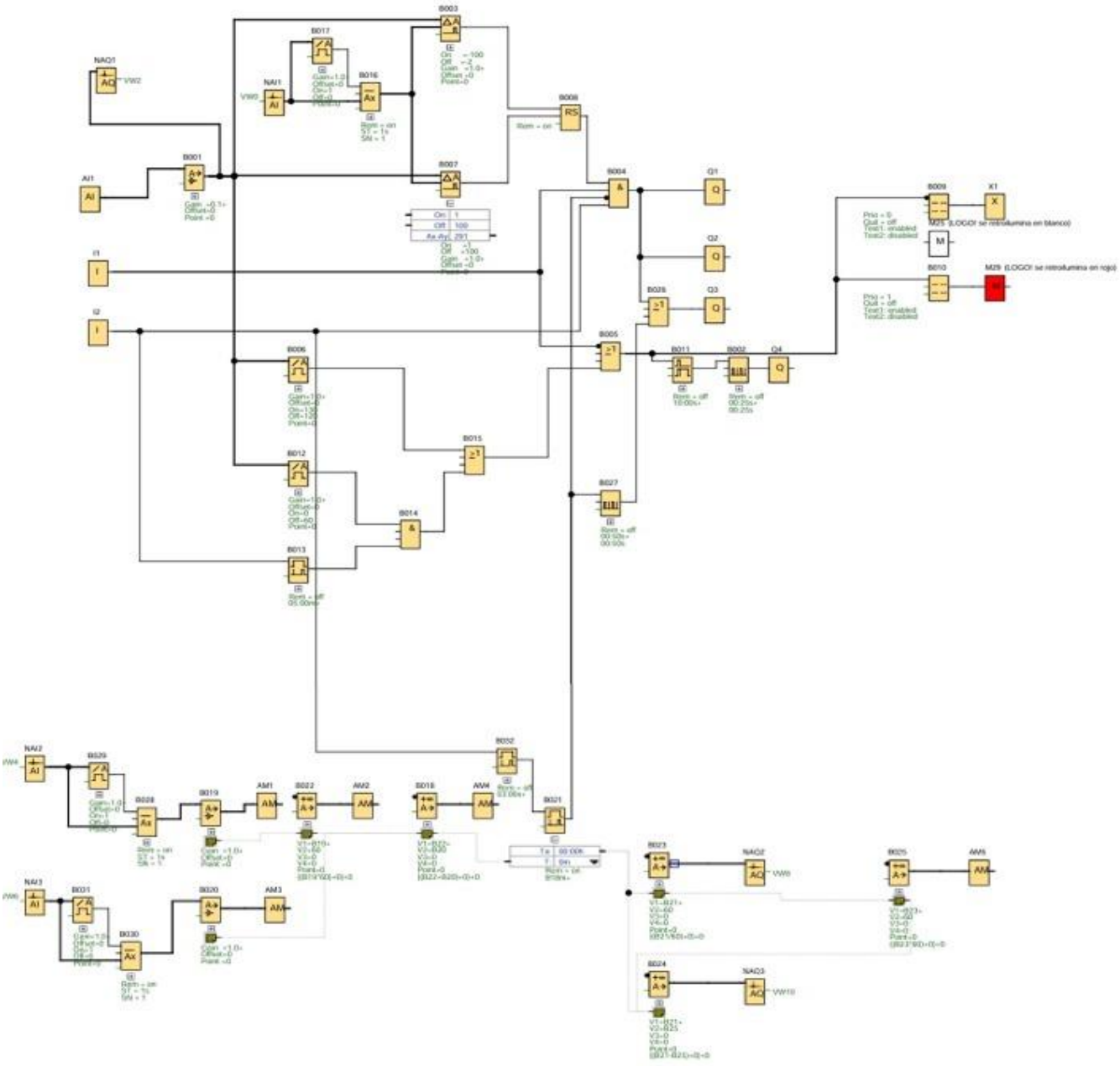
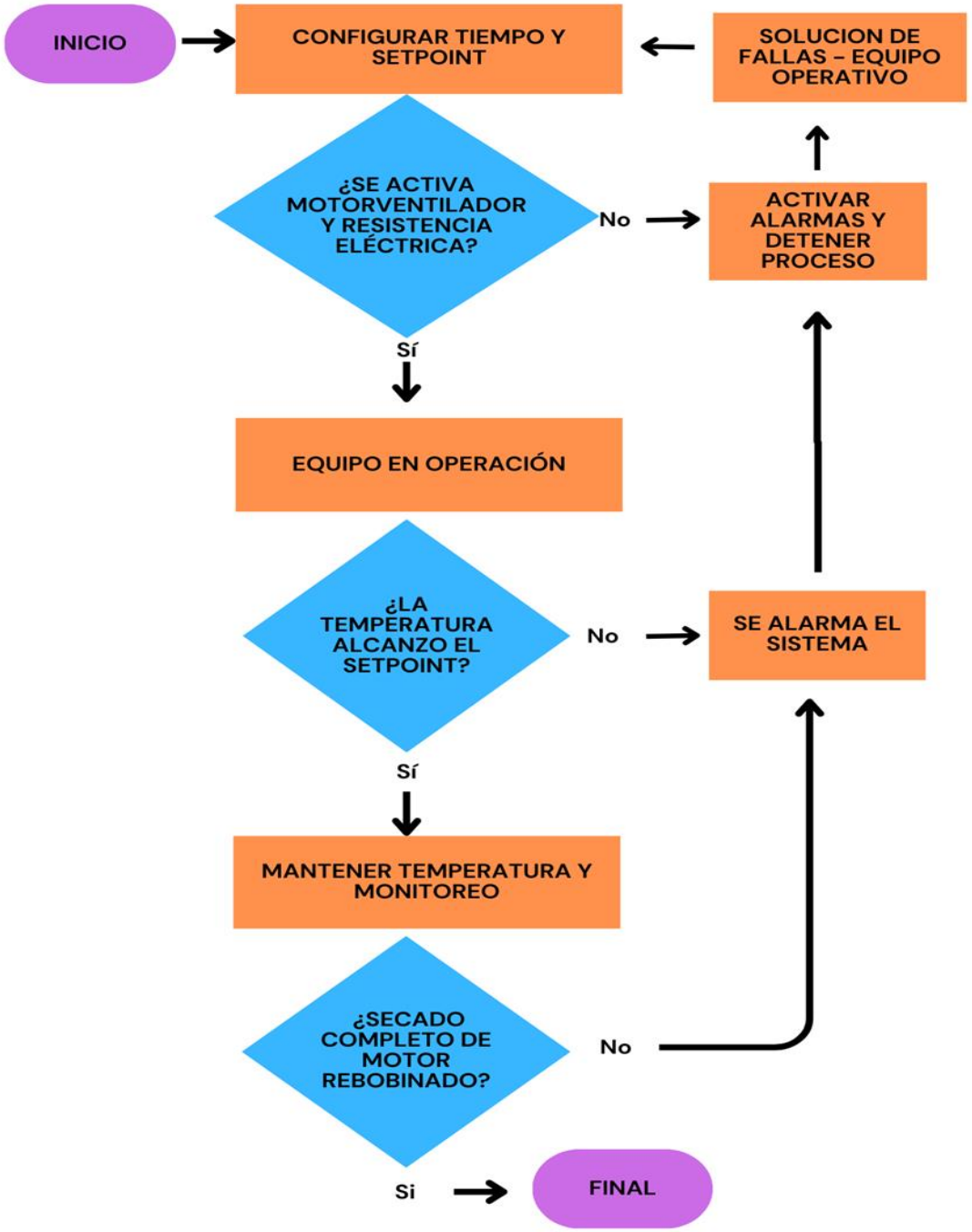


Diagrama de Flujo y/o Bloques

Figura 20 - Diagrama de flujo horno industrial



Librerías Usadas

Detallamos todos los bloques utilizados durante la programación

Número de bloque (tipo) Parámetro

B011(Retardo a la desconexión) : Rem = off

10:00s+

B012(Conmutador analógico de valor umbral) : Gain=1.0+

Offset=0

On=0

Off=60

Point=0

B013(Retardo a la conexión) : Rem = off

05:00m+

B016(Valor medio) : Rem = on

ST = 1s

SN = 1

B017(Conmutador analógico de valor umbral) : Gain=1.0+

Offset=0

On=1

Off=0

Point=0

B018(Instrucción aritmética) : V1=B22+

V2=B20

V3=0

V4=0

Point=0

((B22+B20)+0)+0

B019(Amplificador analógico) : Gain =1.0+

Offset=0

Point =0

B020(Amplificador analógico) : Gain =1.0+

Offset=0

Point =0

B021(Retardo a la conexión) : Rem = on

B18m+

B022(Instrucción aritmética) : V1=B19+

V2=60

V3=0

V4=0

Point=0

((B19*60)+0)+0

B023(Instrucción aritmética) : V1=B21+

V2=60

V3=0

V4=0

Point=0

((B21/60)+0)+0

B024(Instrucción aritmética) : V1=B21+

V2=B25

V3=0

V4=0

Point=0

((B21-B25)+0)+0

B025(Instrucción aritmética) : V1=B23+

V2=60

V3=0

V4=0

Point=0

((B23*60)+0)+0

B027(Generador de impulsos asíncrono) : Rem = off

00:50s+

00:50s

B028(Valor medio) : Rem = on

ST = 1s

SN = 1

B029(Conmutador analógico de valor umbral) : Gain=1.0+

Offset=0

On=1

Off=0

Point=0

B030(Valor medio) : Rem = on

ST = 1s

SN = 1

B031(Conmutador analógico de valor umbral) : Gain=1.0+

Offset=0

On=1

Off=0

Point=0

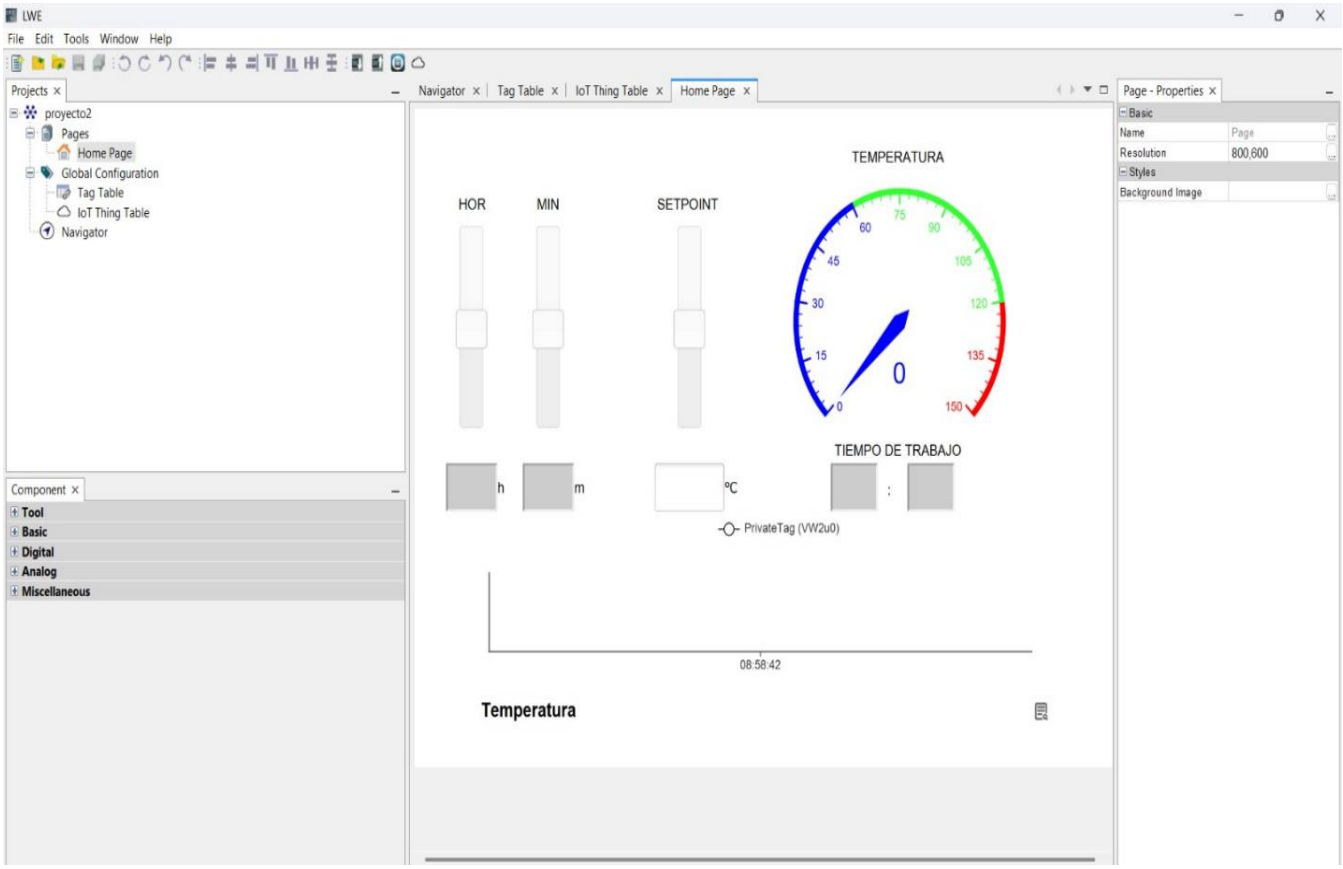
B032(Retardo a la conexión) : Rem = off

03:00s+

Firmware y Software

Se utilizo el programa Siemens LOGO! Web Editor para configurar la interfaz de control y supervisión celular, donde apreciaremos los controles que diseñados, como temperatura de trabajo, mínima y máxima, también tiempo y setpoint.

Figura 21 - Interfaz de control y supervisión celular

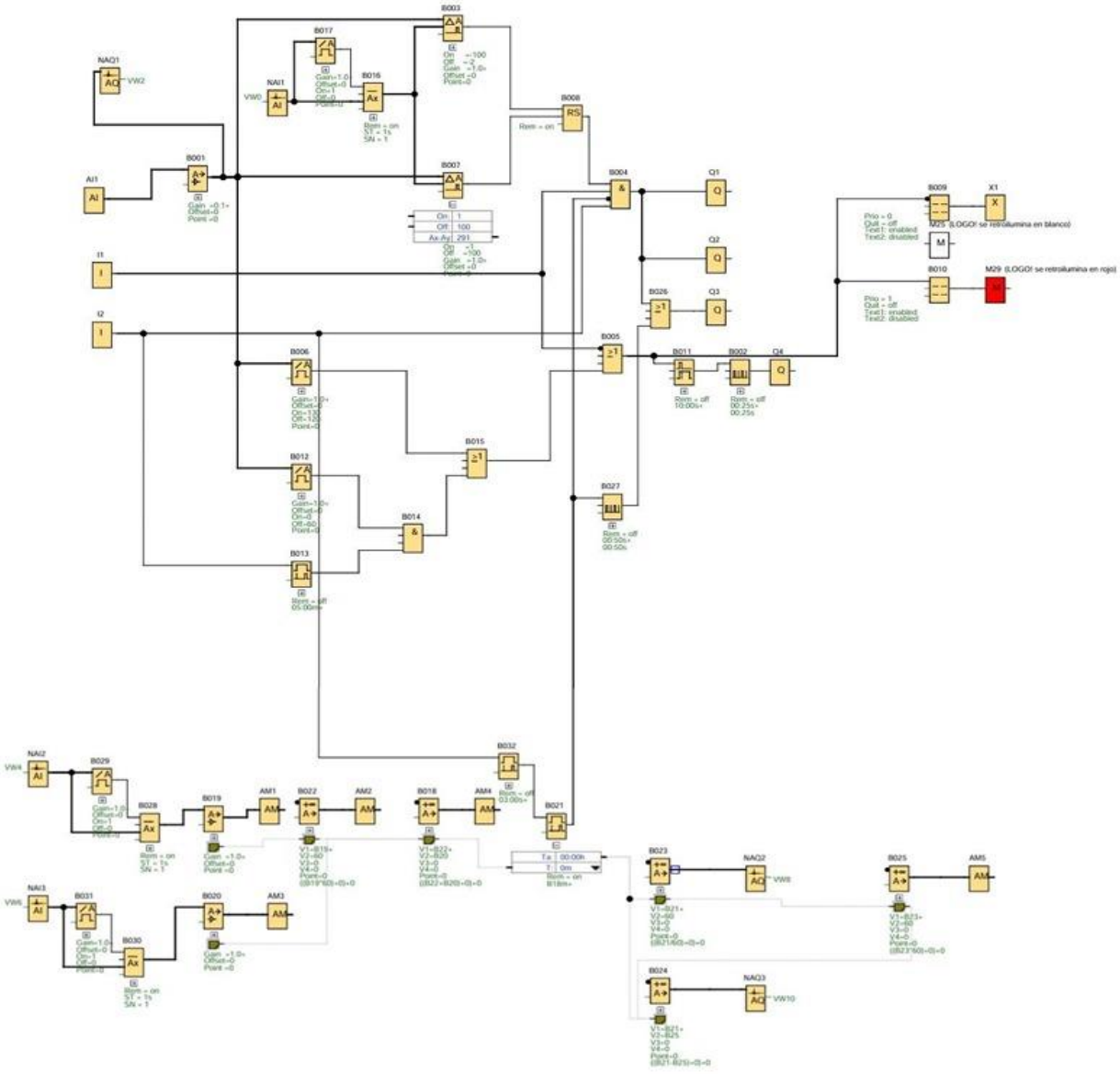


Programa Lógico o Datos de Configuración

Se puede visualizar en la parte superior izquierda la lectura del setpoint la cual cuenta con remanencia, asimismo esta señal es enviada a 2 comparadores para poder establecer el momento de encendido y apagado, se programó 2 grados centígrados de diferencial.

Luego en la parte inferior se tiene comparadores que nos permite conocer las temperaturas mínimos y máximos programados para poder asistir a las alertas, en el lado derecho tenemos las activaciones de manera condicionada con la compuerta AN que permite la activación de la resistencia eléctrica, motor ventilador y el piloto de funcionamiento, en el lado inferior tenemos la captación de los valores de tiempo de funcionamiento a nivel de horas y minutos y realiza la operación para obtener la suma en un total de minutos y esto es enviado a un temporizador y para finalizar se muestra en la interface web el tiempo actual transcurrido.

Figura 22 - Programación completa del horno industrial para secado de motores eléctricos



Áreas Transversales de Impacto

Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional.

En el ámbito de seguridad y salud ocupacional para realizar el proyecto se tomó como referencia y se respetaron las normas técnicas peruanas vinculadas a electricidad, hornos industriales y afines, también algunas internacionales relacionadas al proyecto. Al momento de la implementación se usaron todos los EPP correspondientes, usando un área segura o especial para realizar el proyecto. Con el sistema automatizado de monitoreo y control del horno industrial para secado de motores eléctricos se evita tener personal exclusivo monitoreando de cerca el proceso y expuesto a peligros innecesarios, de esta forma se elimina o reduce significativamente los accidentes de trabajo.

Ámbito de Conservación del Medio Ambiente.

En el ámbito de conservación del medio ambiente al reparar o específicamente realizar un rebobinado de un motor eléctrico y alargar su vida útil se genera un menor impacto ambiental y al optimizar el uso del horno obtenemos un ahorro de energía importante que beneficia significativamente al planeta reduciendo la huella de carbono.

Finalmente durante toda la construcción o implementación del proyecto se aplicó el reciclaje y segregación de residuos evitando contaminar nuestra comunidad.

Ámbito de Eficiencia Energética.

Para el ámbito de eficiencia energética en el proyecto se estableció como prioridad escoger un sistema automatizado que ayude a reducir el tiempo de encendido del sistema, optimizando el

trabajo del equipo y generando eficiencia. Todas estas variables nos permitirán múltiples combinaciones y ayudarán a disminuir el consumo energético.

Ámbito de Calidad.

El horno industrial para secado de motores eléctricos en el ámbito de calidad cumple con varios factores para ser considerado muy eficiente o de calidad como por ejemplo lograr mantener una temperatura interior constante y humedad adecuadas, este sistema está diseñado para tener mayor vida útil y ser más seguro.

Ámbito de Responsabilidad Social.

Teniendo claro que al desarrollar nuestras actividades dentro de una comunidad generaríamos un impacto positivo o negativo como vecinos dentro de ella, en una reunión general de la empresa se decidió participar o involucrarse con la comunidad de manera positiva. Conocedores de nuestras limitaciones económicas al ser una empresa en desarrollo pero también al interactuar con los pobladores e informarnos cercanamente de sus múltiples carencias, decidimos con mucho entusiasmo apoyarlos contribuyendo con liderazgo activo, innovación, creatividad y mucho voluntariado para lograr una mejora social y económica para toda la comunidad donde nos encontramos ubicados.

Análisis de Costos y Presupuestos

Costo de Equipamiento (hardware y software)

Tabla 5 - Costos de equipamiento del sistema

Item	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Horno industrial para secado de motores eléctricos	1	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
2	Sensor de temperatura PT100	1	S/. 200.00	S/. 200.00
3	Transmisor PT100	1	S/. 100.00	S/. 100.00
4	Módulo PLC LOGO! 12/24RCE C/ DISPLAY SIEMENS	1	S/. 770.00	S/. 770.00
5	Laptop DELL INSPIRON I3520-Ci5 -8GB -512GB -Win11 15.6 FULL HD	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
6	Interruptor termomagnético 20A marca MAXYM	1	S/. 30.00	S/. 30.00
7	Interruptor diferencial 25A marca MAXYM	1	S/. 50.00	S/. 50.00
8	Fuente Conmutada 24VDC MDR-60	1	S/. 250.00	S/. 250.00
9	Pilotos led	3	S/. 7.00	S/. 21.00
10	Pulsador de emergencia	1	S/. 25.00	S/. 25.00
11	Selector ON / OFF	1	S/. 15.00	S/. 15.00
12	Tablero eléctrico	1	S/. 500.00	S/. 500.00
13	Resistencia eléctrica Thermolaser de 5000 watts	1	S/. 300.00	S/. 300.00
			TOTAL	S/. 7,761.00

Costo de Recursos de Personal

Tabla 6 - Costos de personal

Ítem	Descripción	Horas	Sueldo hora	Sueldo total
1	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	72	S/. 40.00	S/. 2,880.00
2	TÉCNICO DE REFRIGERACIÓN 1	72	S/. 20.00	S/. 1,440.00
3	TÉCNICO DE REFRIGERACIÓN 2	72	S/. 20.00	S/. 1,440.00
			TOTAL	S/. 5,760.00

Costo de Gestión y Otros

Tabla 7 - Costos de gestión

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	DIBUJO DE PLANOS	4	S/. 500.00	S/. 2,000.00
2	CAPACITACIONES Y ENTRENAMIENTOS	4	S/. 100.00	S/. 400.00
3	TRAMITES MUNICIPALES	1	S/. 55.00	S/. 55.00
			TOTAL	S/. 2,455.00

Cálculo de Presupuesto

Tabla 8 - Costos generales del sistema

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	COSTOS DE EQUIPAMIENTO	1	S/. 7,461.00	S/. 7,761.00
2	COSTOS DE PERSONAL	1	S/. 5,760.00	S/. 5,760.00
3	COSTOS DE GESTIÓN	1	S/. 2,455.00	S/. 2,455.00
			TOTAL	S/. 15,976.00

Resultados del Proyecto

Analizando o evaluando los resultados conseguidos durante la implementación del proyecto podemos afirmar que se siguieron rigurosamente las normativas peruanas e internacionales buscando obtener un proyecto que ofrezca seguridad, confort y calidad.

En relación con la elección de los componentes para implementar el horno industrial para secado de motores eléctricos se buscó que sean respetuosos del medio ambiente, energéticamente eficientes, silenciosos y no necesariamente los de mayor costo.

Respecto al sistema de control y supervisión remota es simple, intuitiva y moderna al usar la red celular logramos control y monitoreo total sobre el sistema automatizado desde cualquier lugar que tenga conectividad.

Figura 23 - Instalación de motor ventilador



Figura 24 - Instalación de resistencia



Figura 25 - Elaboración de cámara de secado



Figura 26 - Implementación de tablero eléctrico

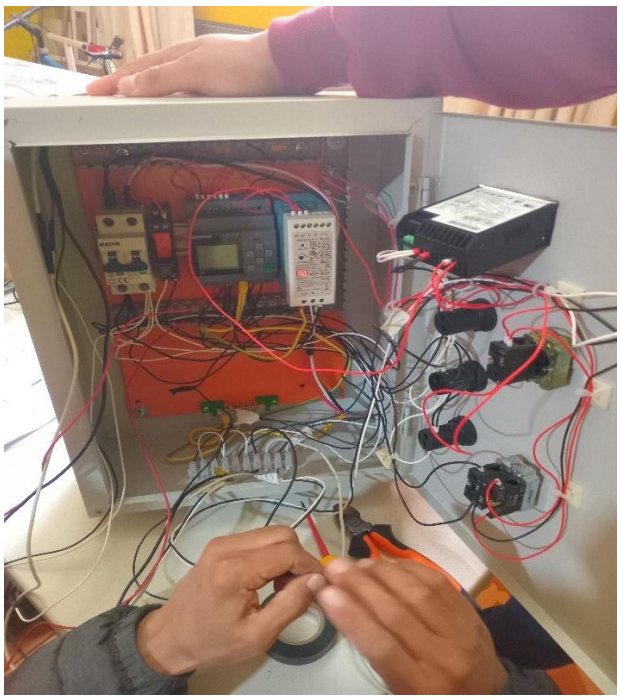


Figura 27 - Desarrollo de programación



Figura 28 - Primeras pruebas de funcionamiento

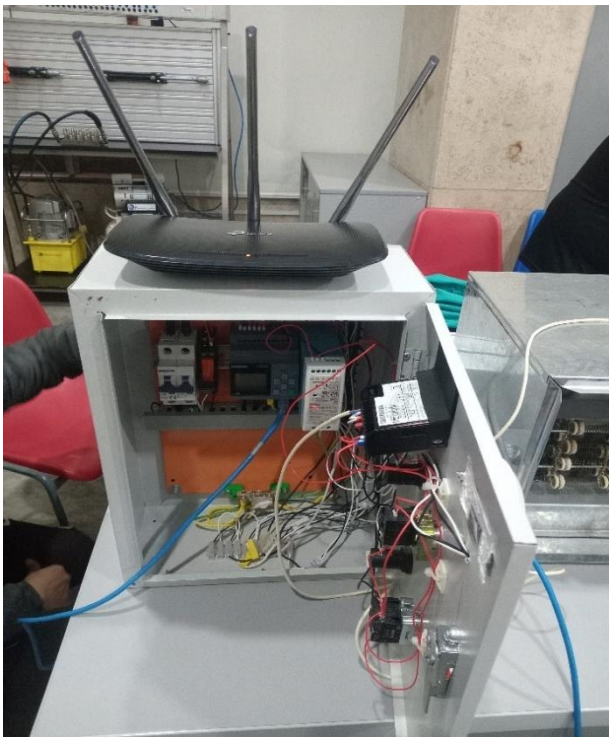


Figura 29 - Instalación final de motor ventilador y resistencias

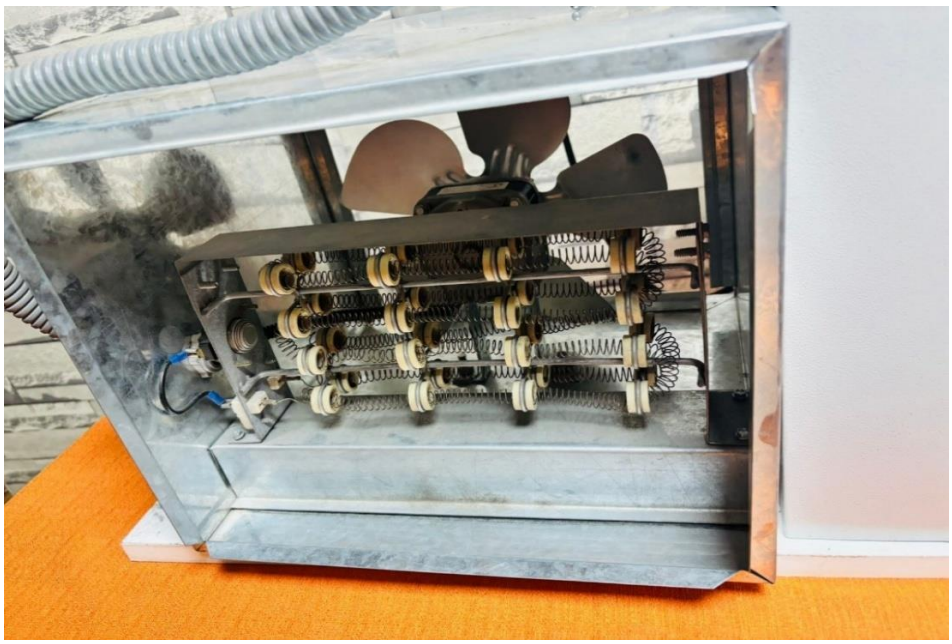


Figura 30 - Tablero eléctrico totalmente implementado

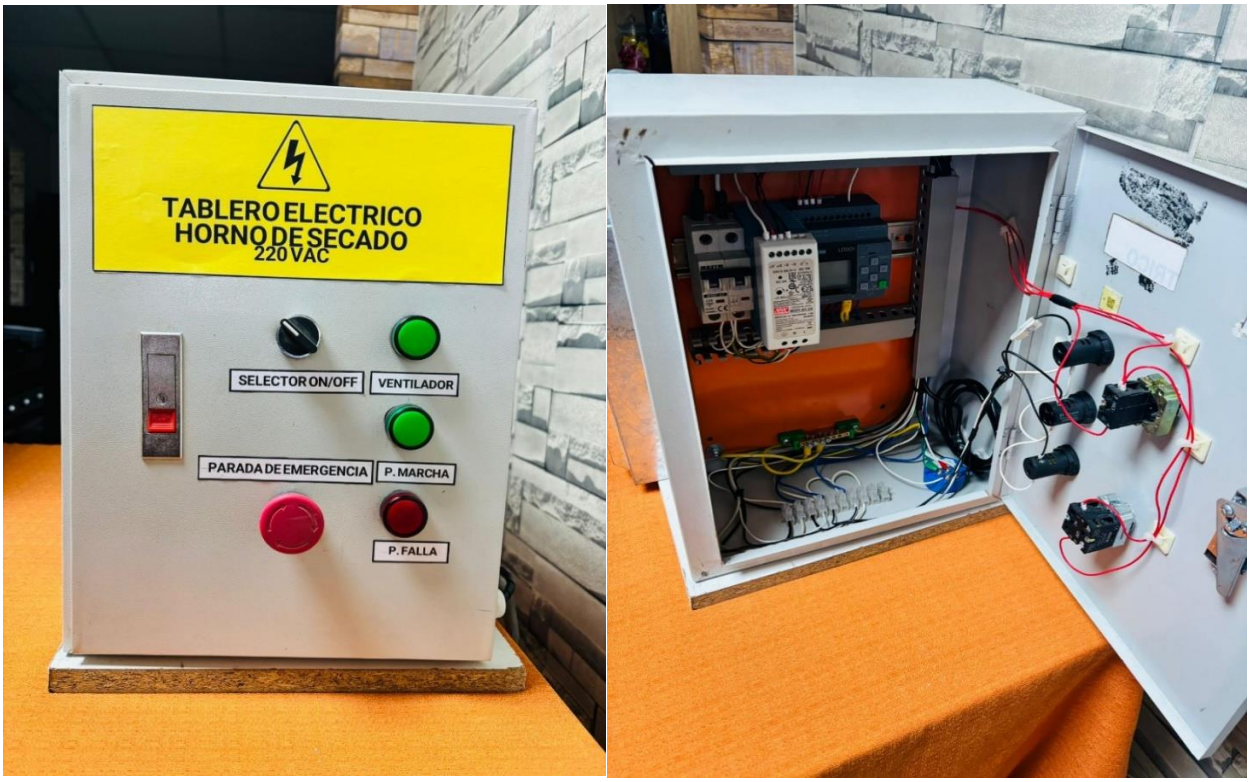


Figura 31 – Instalación tablero eléctrico con unidad calefactora



Figura 32 - Ensamble cámara de secado con unidad calefactora



Figura 33 - Sistema totalmente implementado



Figura 34 - Programación



Figura 35 - Pruebas finales

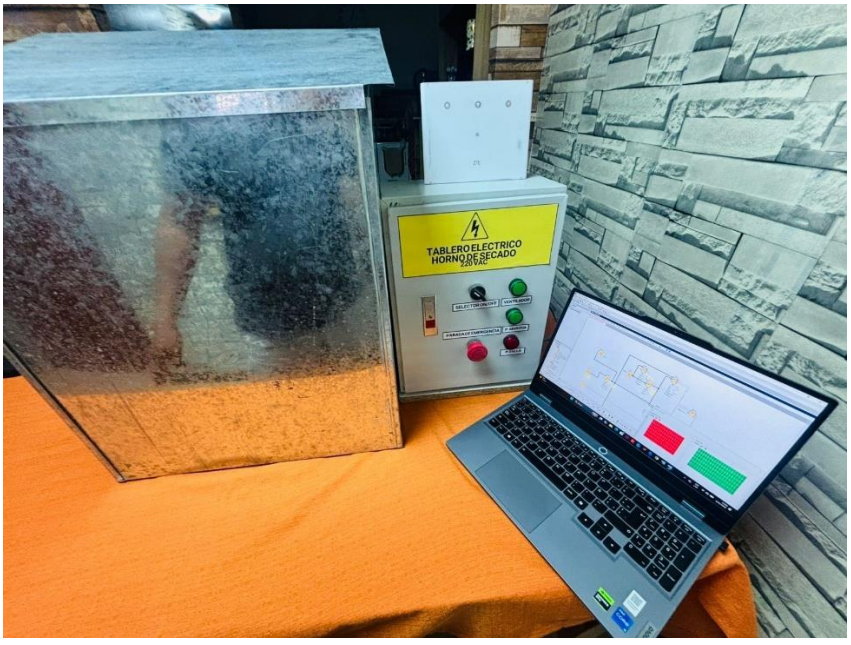


Figura 36 – Set point y tiempo de trabajo



Figura 37 - Prueba con motor eléctrico



Figura 38 - Sistema en funcionamiento



Figura 39 - Funcionamiento completo

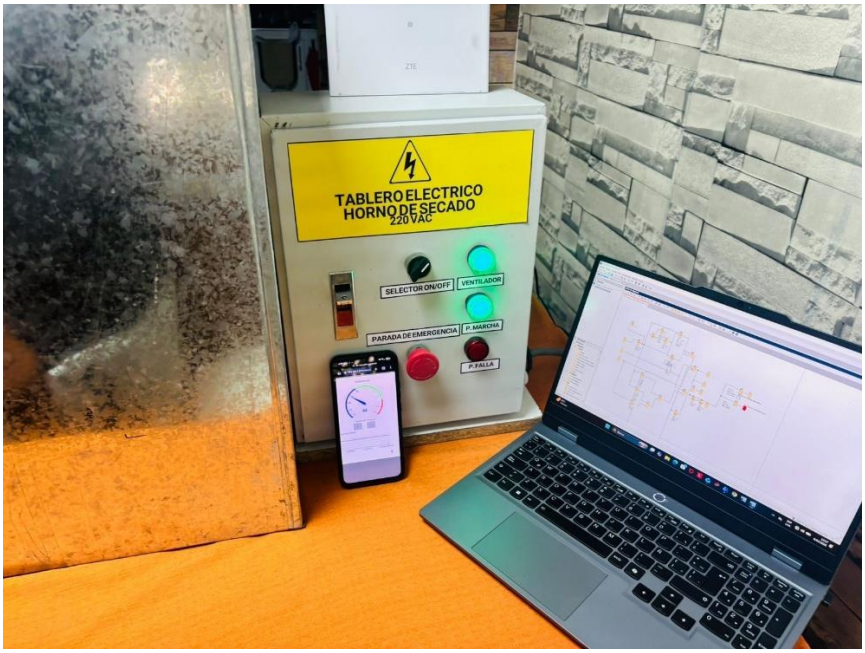


Figura 40 - Control y supervisión de un horno industrial para secado de motores eléctricos de la empresa Montalvo



Capítulo IV: Operación y Mantenimiento

Operación

Una vez realizadas las verificaciones de seguridad correspondientes procederemos a poner en funcionamiento el sistema y explicar todas las acciones necesarias que nos permitan garantizar una puesta en marcha adecuada y cumplir satisfactoriamente el trabajo requerido.

Consideraciones de Seguridad para la Operación

Personal Capacitado, el personal debe tener los conocimientos necesarios o estar debidamente capacitado para operar el sistema de climatización automatizada.

Equipos de protección personal (EPP), contar con el equipo de protección personal apropiado.

Normas de seguridad, cumplir con las normas de seguridad o estándares nacionales e internacionales.

Zona de trabajo, laborar en un área segura, señalizada, con buena iluminación y suficiente ventilación.

Equipos y herramientas, trabajar con equipos debidamente calibrados, herramientas revisadas y apropiadas, ambos deben brindar confiabilidad.

Figura 41 - Configurar tiempo y set point mediante celular



Figura 42 - Ingresar motor eléctrico a la cámara de secado del horno

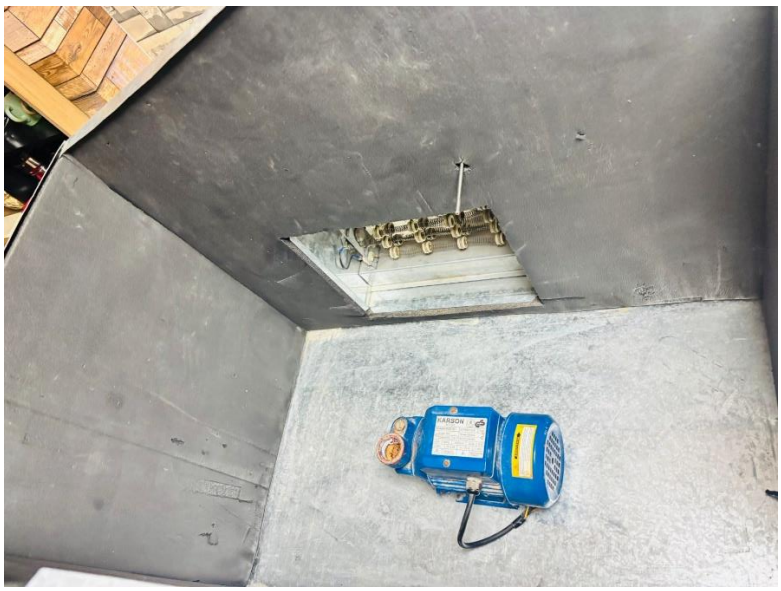


Figura 43 - Encendido y funcionamiento del sistema



Figura 44 - Control y supervisión mediante red celular hasta finalizar proceso



Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación

Tabla 9 - Tabla de averías y soluciones del sistema

TABLA DE AVERÍAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA	
FALLA / AVERIA	SOLUCIÓN
Sistema no enciende	Comprobar alimentación (corriente), revisar conexión del enchufe, funcionamiento del circuito de protección, que el voltaje sea apto para el arranque del sistema.
Resistencias no calientan	Comprobar alimentación, cambiar resistencias
Ruidos extraños	Pueden indicar varios problemas y tener origen en diversas partes, algunos de los cuales pueden requerir atención inmediata para prevenir daños mayores o fallos en el sistema.
Motor no funciona	Comprobar alimentación, verificar temperatura, olores extraños, cambiar motor.
Sensor de temperatura inoperativo	Revisar conexión y probar funcionamiento
PLC no activa sistema	Revisar funciones de PLC, programación, reiniciar y cargar nuevamente el programa.

Mantenimiento Preventivo

Detallamos la importancia de realizar el mantenimiento preventivo y explicamos las acciones que realizamos durante las inspecciones periódicas, respetando un plan de trabajo ya elaborado y establecido. Todo esto nos permitirá conseguir un mayor tiempo de vida útil de los componentes y de todo el sistema, asegurando un funcionamiento idóneo, generando ahorro, estableciendo altos niveles de seguridad para los operarios y en general para todos los involucrados.

Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo

Tabla 10 - Diagrama de Gantt de mantenimiento preventivo

HORNO INDUSTRIAL PARA SECADO DE MOTORES ELÉCTRICOS					
ELEMENTOS POR REVISAR		PARÁMETROS POR CONTROLAR		PRUEBAS POR EJECUTAR	
Enumerar Elementos	Periodicidad Revisión	Enumerar Parámetros	Periodicidad Revisión	Enumerar Pruebas	Periodicidad Pruebas
Tablero Eléctrico	Semestral	Voltaje	Semestral	Termografía	Semestral
PLC	Semestral	Voltaje	Semestral	Programación	Semestral
Sensor de temperatura	Semestral	Ohmiaje	Semestral	Parámetros	Semestral
Motor	Semestral	Velocidad nominal	Semestral	Megado	Semestral
Resistencia	Semestral	Ohmiaje	Semestral	Parámetros	Semestral

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

Es muy importante mantener nuestro horno industrial para secado de motores eléctricos en condiciones de seguridad y optimo desempeño mediante inspecciones programadas o mantenimiento preventivo, para obtener ahorro económico, evitando desencadenar gastos en correctivos o reducir averías en el sistema, alargamos la vida útil de los equipos que la conforman y logramos reducir los consumos energéticos.

El calendario o programación de los mantenimientos preventivos se realizará según los siguientes criterios:

Condiciones medioambientales del lugar donde se encuentra el sistema o los equipos que lo conforman.

Tiempo de operatividad o funcionamiento del sistema.

Una vez determinado el cronograma, el mantenimiento preventivo se realiza de la siguiente manera:

Coordinación con el responsable o encargado de la empresa solicitante y presentación de documentación solicitada o requerida.

Personal calificado, capacitado, con EPP adecuados, equipos calibrados y herramientas apropiadas.

Revisar, asegurar y señalizar el área donde se encuentran los equipos a los que se realizara el mantenimiento preventivo.

Procedimientos establecidos, el procedimiento de bloqueo y etiquetado es indispensable antes de iniciar el mantenimiento.

Empezaremos observando que todos los componentes eléctricos, electrónicos y otros del sistema no presenten daños.

Se procede a desmontar todos los componentes o equipos para hacerles una revisión interna, luego se eliminará el polvo de la estructura interior, este paso se hace con una brocha de cerdas suaves, comprobar lubricación y ajustes.

También procedemos a verificar el PLC, limpieza, comprobar conexiones y copia de seguridad de los programas operativos.

Después de realizar la limpieza, lubricación, ajustes y otros verificamos si hay algún componente eléctrico que podría fallar. Si no se tiene daños se procede a realizar con todos los procedimientos de seguridad respectivos las mediciones de verificación o parámetros correspondientes como termografía que serán indispensables para un buen diagnóstico.

Luego de haber culminado estos pasos procederemos a colocar los componentes o equipos con sus respectivos tornillos y de esta manera dejarlos listo para su operatividad con el sistema.

Se realizan pruebas y al finalizar se procede a redactar un informe.

Materiales, Equipos y Herramientas

Seguidamente adjuntamos la relación de todos los materiales, equipos y herramientas utilizados en el mantenimiento preventivo:

Limpiador de contactos

Solvente dieléctrico

Trapo industrial

Laptop

Celular

Pinza amperimétrica

Cámara termográfica

Pirómetro

Aspiradora de mano

Desarmadores dieléctricos

Alicates dieléctricos

Brocha

Ficha de Mantenimiento Preventivo

Tabla 11 - Ficha de mantenimiento preventivo

MONTALVO MEGA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE HORNO INDUSTRIAL

CLIENTE:	FECHA:

PERSONAL ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
NOMBRE	CARGO	FIRMA

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CALIFICACION			COMENTARIOS
		SI	NO	N/A	
1	FECHA DE INSPECCIÓN PROGRAMADA				
2	REVISAR RECOMENDACIONES DE FABRICANTE				
3	REALIZAR MANTENIMIENTO SEGÚN INDICACIONES DE FABRICANTE				
4	COMPROBAR EL ENCENDIDO Y APAGADO DEL HORNO				
5	INSPECCIÓN VISUAL DE EQUIPO Y EL AREA DONDE SE ENCUENTRA UBICADO				
6	PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO Y ETIQUETADO				
7	INSPECCIONAR MOTOR				
8	REVISAR VENTILADOR				
9	COMPROBAR ESTADO DE LAS RESISTENCIAS				
10	INSPECCIONAR CONEXIONES ELÉCTRICAS				
11	VERIFICAR EL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y CALIBRAR				
12	VERIFICAR Y COMPROBAR LOS CONTROLES DE SEGURIDAD DEL SISTEMA				
13					
14					
15					
16					
18					
19					
20					

DATOS DE EQUIPO		OBSERVACIONES
MARCA		
MODELO		
SERIE		
UBICACIÓN		

Mantenimiento Correctivo

Detallamos la importancia del mantenimiento correctivo y la importancia de minimizar el tiempo de respuesta para realizar la reparación o correctivo y dejar en operatividad nuevamente el sistema.

Procedimiento de Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo de nuestro horno industrial para secado de motores eléctricos consistirá en realizar varias actividades para lograr corregir desperfectos o fallas que presente el sistema, estas pueden deberse a una simple limpieza o el remplazo de piezas dañadas.

Este mantenimiento no es planificado, se lleva a cabo cuando el funcionamiento del equipo o sistema se ve afectado. En la mayoría de los casos, la falla se presenta y no se cuenta con el personal apropiado, herramientas necesarias o el poder adquisitivo para realizarlo.

Algunas veces, no se puede evitar llevar a cabo un mantenimiento correctivo. Sin embargo, casi siempre este tipo de ajustes puede evitarse si se hace una planificación previa para un cuidado preventivo.

El mantenimiento correctivo implica efectuar algunas modificaciones y correcciones de ciertos tipos de componentes, el procedimiento se desarrolla de la siguiente manera:

Coordinación con el responsable o encargado de la empresa solicitante y presentación de documentación solicitada o requerida.

Personal calificado, capacitado, con EPP adecuados, equipos calibrados y herramientas apropiadas.

Revisar, asegurar y señalizar el área donde se encuentran los equipos a los que se realizara el mantenimiento preventivo.

Procedimientos establecidos, el procedimiento de bloqueo y etiquetado es indispensable antes de iniciar el mantenimiento.

Detección y confirmación de falla, localización de falla en un componente o equipo específico del sistema, diagnóstico de la avería y ubicar la causa de la falla.

Proceder con el correctivo, reparar o sustituir la pieza o elemento defectuoso del sistema.

Alinear y calibrar la pieza reparada o nueva en relación con el sistema, iniciando la comprobación, o la serie de pruebas del elemento para determinar su estado operativo.

Limpieza general, lubricación y otros para finalizar el mantenimiento, validando el funcionamiento correcto antes de regresar el sistema a funcionamiento normal.

Materiales, Equipos y Herramientas

Seguidamente adjuntamos la relación de todos los materiales, equipos y herramientas utilizados en el mantenimiento correctivo:

Repuestos

Limpiador de contactos

Solvente dieléctrico

Trapo industrial

Laptop

Celular

Pinza amperimétrica

Cámara termográfica

Pirómetro

Aspiradora de mano

Desarmadores dieléctricos

Alicates dieléctricos

Brocha

Ficha de Mantenimiento Correctivo

Tabla 12 - Ficha de mantenimiento correctivo

MONTALVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE HORNO INDUSTRIAL

CLIENTE:	FECHA:

PERSONAL ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
NOMBRE	CARGO	FIRMA

DESCRIPCION DEL TRABAJO	RECOMENDACIONES

DATOS DE EQUIPO		OBSERVACIONES
MARCA		
MODELO		
SERIE		
UBICACIÓN		

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusión 1

La selección del sensor de temperatura fue importante para lograr simular las temperaturas requeridas, el sensor PT100 fue clave para realizar el monitoreo, desempeñándose exitosamente al realizar el control de la temperatura.

Recomendación 1

Es primordial trabajar con el sensor PT100 para conseguir éxito al momento de operar el sistema, en el mercado es el de mejor desempeño para la exigencia del proyecto realizado.

Conclusión 2

Realizar los planos eléctricos utilizando el software Cade Simu fue fundamental para conseguir realizar correctas instalaciones y conexiones eléctricas, al permitirnos realizar diversas simulaciones que nos permiten trabajar con confianza y garantizan el éxito del proyecto sin exponernos o malograr componentes.

Recomendación 2

Recomendamos utilizar el software Autocad Electrical para complementar y obtener mejores resultados al momento de realizar los planos, por tener mayores herramientas que aportarían al crecimiento del proyecto.

Conclusión 3

Obtuvimos éxito programando el PLC Logo8 con su software LOGO! Soft Comfort V8.3, nos permite de manera amigable realizar la programación y la interfaz LOGO! Web Editor programar y visualizar los controles en el celular.

Recomendación 3

Complementar o mejorar el sistema colocando un PLC S7 1200 para lograr realizar un control y monitoreo totalmente remoto.

Referencias Bibliográficas

ABB. (2024). *https://new.abb.com*.

AUDOCOL. (2026). *Automatización industrial.* Cali - Colombia.

Bracsan. (2024). *https://bracsan.pe/producto/fuente-de-alimentacion-24vdc-2-5a-riel-din-mean-well-mdr-60-24/*.

Casas Mamani, J. E. (2020). *Diseño de un sistema de control de temperatura y humedad para un horno de secado de madera. Caso: SOEX S.R.L.* El Alto - Bolivia: Universidad Pública de El Alto.

ClimaStar. (2024). Obtenido de ClimaStar: https://www.climastar.com.ar/que-es-mejor-calefaccion-central-o-individual/

Dartel Electricidad. (2023). *https://dartel.com.pe/pulsador-parada-de-emergencia-40mm-diam-1nc-xa2es542-schneider-electric.html*.

Fluke. (2024). *Fluke*. Obtenido de https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/calibracion-de-presion/como-calibrar-su-sensor-de-temperatura-pt100-y-otras-sondas-internamente#:~:text=Las%20sondas%20de%20term%C3%B3metro%20como,debe%20calibrarse%20para%20ser%20exacta.

Freepik. (2024). Obtenido de Freepik: https://www.freepik.es/vector-premium/hombre-congelandose-oficina-calefaccion-sensacion-frio-trabajo-crisis-energetica-economia-gas_33880785.htm

Hyperled Perú EIRL. (2022). *https://hyperledperu.pe/product/interruptor-diferencial-2x25a-30ma-bticino/*.

JC Electro Innovation. (2024). *https://jcelectrinno.pe/producto/ventilador-g-9225-220v-0-08a-2-cables-90x90x25mm-marca-boxer/*. Obtenido de https://jcelectrinno.pe/producto/ventilador-g-9225-220v-0-08a-2-cables-90x90x25mm-marca-boxer/

Legrand. (2024). Obtenido de Legrand Web site: https://www.legrand.com.pe/es/herramientas-y-recursos/preguntas-frecuentes/cuales-son-los-principales-dispositivos-proteccion-una-instalacion-electrica

Medina Garcia, H. L. (2020). *Diseño de un sistema de control automático para optimizar el equilibrio térmico de un horno.* Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Megatronica. (2024). *https://megatronica.cc/producto/celda-peltier-tec1-12706/.*

Naylamp Mechatronics. (2024). *https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/330-sensor-de-temperatura-mlx90614.html*.

Oropeza de la Rosa, E. A. (2024). *Implementación de un horno industrial para proceso de secado de barniz aplicado a motores eléctricos en la empresa FASEEL SAC.* Lima: Universidad Tecnologica del Perú.

Peptel. (2024). *https://peptel.com.pe/product/fuente-de-poder-switching-12v-30a-360w/*.

RS . (2024). *https://es.rs-online.com/web/c/interruptores/pulsadores-y-componentes/botones-pulsadores-de-parada-de-emergencia/*.

Saisac Mecatrónica. (2024). *https://saisac.pe/producto/modulo-refrigerador-termoelectrico-peltier-tec1-12706/*.

Sanchez Ramos, N., & Sucasaire Villanueva, W. K. (2021). *Optimización de un horno eléctrico con control de temperatura para mejorar el nivel de aislamiento en bobinas de motores eléctricos hasta 300 HP.* Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.

Siemens. (2024). *https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ED1052-1MD08-0BA1*.

Siemens. (2024). *https://www.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc.html.*

Sur Automatización y Control SL. (2024). *Accionamientos eléctricos de Sur Automatizacion Y Control SL*. Obtenido de https://www.suraccanarias.com/es/producto/accionamientos-electricos/

Termold. (2024). *https://termold.com.ar/sensores-de-temperatura/.*

Vargas Rico, S. N. (2022). *Diseño de un sistema de automatización para el horno de curado de pintura electrostatica de la compañia PROIND S.A.S.* Bogota - Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Wia Automation. (2024). *https://pe.wiautomation.com/siemens/plc-sistemas/plc-sistemas/6ED10521MD080BA1?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw-r-vBhC-ARIsAGgUO2CuNaJxIigmZcLCO4LmGl3jgIK3FzuDE5w5kmoi2wBtjlCMS1sufLMaAvUmEALw_wcB*.

WordPress. (2019). *https://ie2mmo.wordpress.com/2017/06/12/t04-2-protecciones-electricas-interruptores-termomagneticos/*.

Zamora Tandazo, J. P., & Vásquez Briones, B. V. (2020). *Diseño del sistema electrónico, control y monitoreo de un horno de secado para recuperación y mantenimiento de motores eléctricos en industrias papeleras.* Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.

Anexos

Fichas técnicas

Planos eléctricos

Diseño mecánico

Programación LOGO! Soft Comfort V8.3

Interfaz LOGO! Web Editor