



Diseño e implementación de un sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de vehículos transportadores de aves, complementado con un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos del sistema en Operadora Avícola Colombiana S.A.S.

Modalidad: Práctica Empresarial

Santiago Angel Moreno
CC:1007167420

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico
Bucaramanga 28/06/2026



Diseño e implementación de un sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de vehículos transportadores de aves, complementado con un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos del sistema en Operadora Avícola Colombiana S.A.S.

Modalidad: Práctica Empresarial

Santiago Angel Moreno
CC:1007167420

Informe de práctica para optar al título de
Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico

DIRECTOR

Daniel Alejandro Sánchez Botia

Johan Andrés Rojas Rivera
Coordinador de Mantenimiento
Grupo de investigación – SIGLA

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología Operación y Mantenimiento Electromecánico
Bucaramanga 28/06/2026

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos
exigidos por las Unidades Tecnológicas de
Santander, para optar al título de Tecnólogo en Operación
Y Mantenimiento Electromecánico, según el acta de comité
de trabajo de grado No. 19 del día 14 de julio de
2026

Daniel A. Sánchez B.

Firma del Evaluador

Daniel A. Sánchez B.

Firma del Director

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por brindarme la fortaleza y la sabiduría para alcanzar esta meta; a mi familia (mi madre) por su apoyo incondicional y motivación constante; y a todas las personas que hicieron parte de mi proceso de formación y contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Gracias al ingeniero Johan por su guía en el transcurso de la pasantía como coordinador, por enseñarme sobre los procesos en la empresa al técnico Ezequiel Villabona por compartir sus conocimientos en la rama eléctrica conmigo al técnico Luis rivera por compartir sus conocimientos en refrigeración conmigo y ayudarme a aclarar dudas sobre el ciclo de refrigeración

ABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	11
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	11
2.3. OBJETIVOS.....	11
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	13
3 MARCO REFERENCIAL	13
4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	24
5 RESULTADOS	62
6 CONSIDERACIONES ÉTICAS	64
7 CONCLUSIONES	65
8 RECOMENDACIONES	65
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
10 APENDICES	67
11 ANEXOS.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Taller de mantenimiento	24
Figura 2. Elementos de proteccion personal	25
Figura 3. Compresor vilter del sistema refrigeracion para tuneles y conserva	26
Figura 4. Indicador de temperatura de uno de los tuneles	27
Figura 5. Tuneles	28
Figura 6. Cuarto de conserva	29
Figura 7. Zona de descarga	30
Figura 8. Zona de guacales.....	31
Figura 9. Zona de colgado	32
Figura 10. Zona de insesibilizado.....	33
Figura 11. Sacrificio del animal	34
Figura 12. Parqueo de camiones	35
Figura 13. Listado de materiales	36-37
Figura 14. Armado de bandejas porta cables acometida	38
Figura 15. Armado de bandejas porta cables ventiladores	39
Figura 16. Terminacion instalado de bandejas.....	40
Figura 17. Tendido y etiquetado cables de ventiladores	41
Figura 18. Postura de coraza	42
Figura 19. Placa motor	43
Figura 20. Conexión de motores	44
Figura 21. Armado de tableros	45
Figura 22. Marcado de conductores	46
Figura 23. Participacion en el proceso de preparacion y organización del cableado del tablero.....	47
Figura 24. Instalacion de los guardamotores en el tablero electrico.....	48
Figura 25. Instalacion y cableado del variador de frecuencia en el tablero electrico	49
Figura 26. Instalacion del barraje de cobre para la distribucion de energia en el tablero electrico	50
Figura 27. Montaje de tablero.....	52
Figura 28. Conexión totalizador.....	53
Figura 29. Tablero de manual o automatico	54
Figura 30. Electrovalvulas y distribucion de tuberia del sistema de aspercion	55
Figura 31. Variador del sistema de bombeo.....	56
Figura 32. Bomba sistema aspercion	57
Figura 33. Conexión de la bomba	58
Figura A1. Plano unifilar 1	68
Figura A2. Plano unifilar plc, ventiladores extractores del tablero y bombas de agua del sistema	69
Figura B1. Instructivo del plan	70

TABLAS

Tabla 1. Fase 1**¡Error! Marcador no definido.**

INTRODUCCIÓN

La automatización industrial se ha convertido en una herramienta fundamental para optimizar los procesos productivos, mejorar la eficiencia energética y garantizar condiciones adecuadas de operación en los diferentes sectores industriales. En la industria avícola, los sistemas de ventilación y aspersion desempeñan un papel esencial, ya que permiten controlar variables ambientales como la temperatura y la humedad, contribuyendo al bienestar de las aves y al incremento de la productividad.

El presente informe corresponde al desarrollo de la práctica empresarial realizada en la empresa Friko S.A., donde se participó en actividades relacionadas con el montaje e instalación de un sistema automatizado de ventilación y aspersion para un hangar de producción avícola. Durante la práctica se ejecutaron labores de instalación de bandejas porta cables, tendido y marcación de conductores, conexión de motores eléctricos, armado e instalación de tableros eléctricos, montaje de dispositivos de protección y maniobra, instalación de variadores de frecuencia, alimentación de sistemas de control a 24 VDC, conexión de electroválvulas y puesta en servicio del sistema.

Adicionalmente, se participó en actividades de mantenimiento industrial enfocadas en motores eléctricos, tales como el cambio de rodamientos, limpieza de devanados, aplicación de barniz dieléctrico desplazador de humedad y secado en horno, con el propósito de recuperar las condiciones de aislamiento y prolongar la vida útil de los equipos.

La experiencia adquirida durante la práctica permitió fortalecer los conocimientos teóricos obtenidos durante la formación académica en tecnología Electromecánica, desarrollando competencias relacionadas con instalaciones eléctricas industriales, automatización, mantenimiento eléctrico, interpretación de planos, seguridad industrial y trabajo en equipo, aplicando procedimientos técnicos bajo los estándares de calidad y seguridad establecidos por la empresa.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Operadora Avícola Colombiana S.A.S., conocida comercialmente como Friko, es una empresa colombiana dedicada a la producción, beneficio, procesamiento y comercialización de productos avícolas. La empresa desarrolla sus procesos bajo estándares de calidad, inocuidad y bienestar animal, apoyándose en tecnologías que permiten optimizar la producción y garantizar la continuidad de la operación. La práctica empresarial se realizó en el área de Mantenimiento, responsable de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones de la planta mediante la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, la atención de fallas y el apoyo en proyectos de automatización industrial. Durante la práctica se participó en la instalación eléctrica, el cableado y las pruebas de funcionamiento del sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de vehículos transportadores de aves. Además, se apoyaron actividades de mantenimiento en motores eléctricos y otros equipos electromecánicos, fortaleciendo los conocimientos adquiridos durante la formación académica y contribuyendo al mejoramiento de los procesos desarrollados por la empresa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

En la planta de beneficio de Operadora Avícola Colombiana S.A.S., los vehículos transportadores de aves permanecen durante un tiempo de espera antes de ingresar al proceso de descargue. Las condiciones de temperatura y ventilación durante este periodo pueden generar estrés térmico en las aves, afectando su bienestar y aumentando el riesgo de pérdidas en el proceso productivo. Esta situación evidencia la necesidad de contar con un sistema que permita controlar de manera automática las condiciones ambientales del hangar, garantizando un funcionamiento oportuno y eficiente.

Con el fin de atender esta necesidad, se propone implementar un sistema automatizado de ventilación y aspersión mediante PLC, sensores fotoeléctricos, variador de frecuencia y electroválvulas. Asimismo, se plantea el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos del sistema, con el propósito de mejorar su confiabilidad, prolongar su vida útil y asegurar la continuidad de la operación.

Pregunta de investigación

¿Cómo contribuye la implementación de un sistema automatizado de ventilación y aspersión, complementado con un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos, al mejoramiento del bienestar animal y la confiabilidad de los equipos en Operadora Avícola Colombiana S.A.S.?

2.2. Justificación de la Práctica

El desarrollo de esta práctica es importante porque busca contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales del hangar de espera para vehículos transportadores de aves en Operadora Avícola Colombiana S.A.S., mediante la implementación de un sistema automatizado de ventilación y aspersión. Esta solución favorece el bienestar animal al reducir el estrés térmico de las aves

durante el tiempo de espera, apoyando el cumplimiento de los estándares establecidos por la empresa.

Desde el punto de vista tecnológico, la práctica permitió aplicar conocimientos en automatización industrial mediante el uso de un PLC Siemens LOGO!, sensores fotoeléctricos, variador de frecuencia y electroválvulas. Además, se propone un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos con el fin de mejorar su confiabilidad, prolongar su vida útil y disminuir la ocurrencia de fallas.

En el aspecto económico y ambiental, el sistema automatizado contribuye a optimizar el uso del agua y la energía, además de reducir costos asociados a paradas no programadas y reemplazo de equipos. Finalmente, esta práctica es relevante para las Unidades Tecnológicas de Santander, ya que permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en un entorno industrial real, fortaleciendo las competencias en automatización y mantenimiento electromecánico, y aportando una propuesta de mejoramiento para los procesos de la empresa.

2.3. Objetivos

2.3.1 *Objetivo General*

Diseñar e implementar un sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de vehículos transportadores de aves, complementado con un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos de la planta, con el fin de mejorar la operación del sistema, aumentar la confiabilidad de los equipos y contribuir al bienestar animal en Operadora Avícola Colombiana S.A.S.

2.3.2 *Objetivos Específicos*

- ☐ Diseñar e implementar el sistema de control automático del hangar utilizando PLC Siemens LOGO!, sensores fotoeléctricos, variador de frecuencia, bomba y electroválvulas.
- ☐ Participar en la instalación eléctrica, cableado y pruebas de funcionamiento del sistema automatizado.
- ☐ Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos de la planta, definiendo procedimientos, frecuencias de inspección y actividades de conservación.
- ☐ Evaluar el funcionamiento del sistema implementado y los beneficios obtenidos en términos de operación, mantenimiento y bienestar animal.

2.4 Antecedentes de la Empresa

Operadora Avícola Colombia S.A.S., reconocida comercialmente como Friko, es una empresa colombiana dedicada a la producción, beneficio, procesamiento y comercialización de productos avícolas. A lo largo de su trayectoria ha incorporado tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia de sus procesos, garantizar la calidad de sus productos y cumplir con los lineamientos relacionados con la inocuidad y el bienestar animal (Friko, s. f.).

Dentro de sus procesos productivos, la empresa emplea equipos electromecánicos y sistemas de automatización que requieren actividades permanentes de operación y mantenimiento para garantizar la continuidad de la producción. La incorporación de tecnologías como PLC, variadores de frecuencia y sensores industriales contribuye a optimizar la operación, mejorar la confiabilidad de los equipos y reducir la intervención manual en los procesos industriales (Groover, 2021).

Como parte de su compromiso con el bienestar animal, la empresa desarrolla acciones orientadas a reducir el estrés de las aves durante las diferentes etapas del proceso productivo. En este contexto, la implementación de un sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de los vehículos transportadores de aves, complementado con un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos, constituye una propuesta orientada a mejorar las condiciones de operación y fortalecer la confiabilidad de los equipos involucrados en este proceso (Friko, s. f.).

3 MARCO REFERENCIAL

Automatización industrial

a automatización industrial consiste en la aplicación de tecnologías de control, instrumentación y sistemas programables para operar procesos industriales con una mínima intervención humana. Su principal objetivo es mejorar la eficiencia de los procesos, incrementar la productividad, optimizar el uso de los recursos y aumentar la seguridad durante la operación de los equipos (Groover, 2021).

En la actualidad, la automatización se ha convertido en una herramienta fundamental para diferentes sectores industriales, ya que permite controlar procesos de forma precisa y repetitiva mediante el uso de controladores lógicos programables (PLC), sensores, actuadores, variadores de frecuencia y otros dispositivos electrónicos. La integración de estos elementos facilita la supervisión y

el control de equipos industriales, reduciendo errores operativos y mejorando la confiabilidad de los sistemas (Bolton, 2021).

En la industria avícola, la automatización desempeña un papel importante al contribuir al control de variables como la temperatura, la ventilación y la humedad, factores que influyen directamente en el bienestar animal y en la eficiencia de los procesos. En este sentido, la implementación de sistemas automatizados de ventilación y aspersión permite responder de manera oportuna a las condiciones de operación, optimizando el uso de agua y energía y disminuyendo la intervención manual.

Por lo tanto, la automatización industrial constituye el fundamento tecnológico del presente trabajo, ya que permite integrar sensores, ¡un PLC Siemens LOGO!, un variador de frecuencia Danfoss IC2 Micro, electroválvulas y motores eléctricos para controlar de forma automática el sistema de ventilación y aspersión del hangar de espera de vehículos transportadores de aves.

Controladores Lógicos Programables (PLC)

Los Controladores Lógicos Programables (PLC, por sus siglas en inglés *Programmable Logic Controller*) son dispositivos electrónicos diseñados para controlar y automatizar procesos industriales mediante la ejecución de instrucciones previamente programadas. Estos equipos reciben señales de entrada provenientes de sensores y otros dispositivos de campo, procesan la información de acuerdo con una lógica establecida y generan señales de salida para accionar actuadores, motores, válvulas y otros elementos del sistema (Bolton, 2021).

Los PLC surgieron como una alternativa a los sistemas de control basados en relés electromecánicos, permitiendo una mayor flexibilidad, facilidad de programación y reducción de costos asociados a modificaciones en los procesos industriales. Entre sus principales ventajas se encuentran la confiabilidad, la capacidad de operar en ambientes industriales exigentes, la facilidad de mantenimiento y la posibilidad de integrar múltiples dispositivos de control y monitoreo (Petruszella, 2020).

La estructura básica de un PLC está compuesta por una unidad central de procesamiento (CPU), módulos de entradas y salidas, memoria y una fuente de alimentación. A través de estos componentes, el controlador puede supervisar variables del proceso y ejecutar acciones de control de forma automática y en tiempo real (Bolton, 2021).

En la industria moderna, los PLC son ampliamente utilizados en sistemas de automatización debido a su capacidad para controlar procesos secuenciales, monitorear condiciones de operación y mejorar la eficiencia de los equipos. En el presente trabajo, el PLC constituye el elemento principal del sistema de control, ya que recibe la señal del sensor fotoeléctrico instalado en el hangar y ejecuta la lógica

necesaria para activar la bomba, las electroválvulas y el sistema de ventilación de manera automática.

PLC Siemens LOGO!

¡El Siemens LOGO! es un controlador lógico programable compacto diseñado para aplicaciones de automatización de pequeña y mediana complejidad. Este dispositivo integra entradas y salidas digitales, funciones lógicas, temporizadores, contadores y otros bloques de programación que permiten automatizar diferentes procesos industriales sin necesidad de emplear controladores de mayor capacidad (Siemens, 2023).

¡Una de las principales ventajas del PLC Siemens LOGO! ¡es su facilidad de programación mediante el software LOGO! **Soft Comfort**, el cual permite desarrollar programas utilizando diagramas de bloques de funciones (FBD) o diagramas de escalera (Ladder). Además, el equipo ofrece flexibilidad para ampliar el número de entradas y salidas mediante módulos de expansión, adaptándose a las necesidades de cada aplicación (Siemens, 2023).

¡Gracias a su confiabilidad, facilidad de instalación y bajo costo de implementación, el PLC Siemens LOGO! es ampliamente utilizado en sistemas de iluminación, bombeo, ventilación, control de motores, climatización y otras aplicaciones de automatización industrial. Su capacidad para procesar señales provenientes de sensores y controlar diferentes actuadores lo convierte en una solución eficiente para procesos que requieren un funcionamiento automático y seguro.

¡En el desarrollo de la práctica empresarial, el PLC Siemens LOGO! fue el elemento principal del sistema de control implementado para el hangar de espera de vehículos transportadores de aves. El controlador recibe la señal enviada por el sensor fotoeléctrico cuando un vehículo ingresa al hangar y, de acuerdo con la programación realizada, activa la bomba, la electroválvula correspondiente al módulo ocupado y el variador de frecuencia encargado de poner en funcionamiento los ventiladores. De esta manera, el sistema opera de forma automática, contribuyendo a mejorar las condiciones ambientales del hangar y favoreciendo el bienestar animal.

Sensores fotoeléctricos

Los sensores fotoeléctricos son dispositivos electrónicos utilizados para detectar la presencia, ausencia o paso de un objeto mediante la emisión y recepción de un haz de luz. Su funcionamiento se basa en la conversión de la energía luminosa en

una señal eléctrica, la cual es enviada a un sistema de control para ejecutar una acción determinada. Debido a su rapidez, precisión y facilidad de instalación, estos sensores son ampliamente utilizados en procesos de automatización industrial (Bolton, 2021).

Existen tres tipos principales de sensores fotoeléctricos: de barrera, difusos y autorreflex. Los sensores de barrera emplean un emisor y un receptor ubicados en extremos opuestos; los sensores difusos detectan el objeto mediante la reflexión directa del haz de luz sobre su superficie; mientras que los sensores autorreflex utilizan un reflector que devuelve el haz emitido al receptor, permitiendo detectar la interrupción de la señal cuando un objeto se interpone entre el sensor y el reflector (SICK AG, 2022).

Entre sus principales ventajas se encuentran la detección sin contacto físico, la alta velocidad de respuesta, la confiabilidad y la capacidad de operar en diferentes condiciones ambientales. Estas características hacen que los sensores fotoeléctricos sean ampliamente utilizados en sistemas de transporte, líneas de producción, clasificación de productos, control de acceso y procesos automatizados (Bolton, 2021).

En el desarrollo de la práctica empresarial se utilizó un sensor fotoeléctrico autorreflex de cuatro hilos para detectar el ingreso de los vehículos transportadores de aves al hangar. Cuando el camión interrumpe el haz de luz reflejado, ¡el sensor envía una señal al PLC Siemens LOGO!, el cual procesa la información y activa automáticamente la bomba, la electroválvula correspondiente y el variador de frecuencia encargado de poner en funcionamiento los ventiladores del módulo donde se encuentra el vehículo. De esta manera, el sistema inicia su operación sin necesidad de intervención manual, contribuyendo a mantener condiciones adecuadas para el bienestar de las aves durante el tiempo de espera.

Variadores de frecuencia

Los variadores de frecuencia (VFD, por sus siglas en inglés *Variable Frequency Drive*) son dispositivos electrónicos utilizados para controlar la velocidad y el torque de los motores eléctricos de corriente alterna mediante la variación de la frecuencia y el voltaje suministrados al motor. Su utilización permite adaptar el funcionamiento del motor a las necesidades del proceso, mejorando la eficiencia energética y reduciendo el desgaste mecánico de los equipos (Chapman, 2012).

El principio de funcionamiento de un variador de frecuencia consiste en convertir la corriente alterna de alimentación en corriente continua mediante un rectificador. Posteriormente, esta energía es procesada por un inversor electrónico que genera

una señal de corriente alterna con la frecuencia y el voltaje requeridos para controlar la velocidad del motor. Gracias a este proceso, es posible realizar arranques y paradas suaves, disminuir los esfuerzos mecánicos y optimizar el consumo de energía (Mohan, Undeland & Robbins, 2003).

Entre las principales ventajas de los variadores de frecuencia se encuentran la reducción del consumo energético, el incremento de la vida útil de los motores, la disminución de las corrientes de arranque, el control preciso de la velocidad y la protección de los equipos frente a condiciones anormales de operación. Estas características hacen que su aplicación sea frecuente en sistemas de bombeo, ventilación, compresores, bandas transportadoras y otros procesos industriales donde se requiere un control eficiente de motores eléctricos (Chapman, 2012).

En el desarrollo de la práctica empresarial, el variador de frecuencia permitió controlar el funcionamiento del sistema de ventilación del hangar. ¡Una vez el PLC Siemens LOGO! recibe la señal del sensor fotoeléctrico, envía la orden para activar el variador, el cual pone en operación los ventiladores encargados de generar el flujo de aire necesario para reducir el estrés térmico de las aves mientras permanecen en espera. De esta manera, el variador se convierte en un componente fundamental para garantizar el funcionamiento automático y eficiente del sistema implementado.

Variador de frecuencia Danfoss iC2 Micro

El **Danfoss iC2 Micro** es un variador de frecuencia compacto diseñado para el control de motores de inducción trifásicos en aplicaciones industriales de pequeña y mediana potencia. Este equipo permite regular la velocidad del motor mediante la variación de la frecuencia y el voltaje de alimentación, optimizando el funcionamiento de los equipos y reduciendo el consumo de energía. Además, incorpora funciones de protección que contribuyen a aumentar la confiabilidad y la vida útil de los motores eléctricos (Danfoss, 2024).

Entre sus principales características se encuentran su diseño compacto, facilidad de instalación, interfaz de programación intuitiva y capacidad para controlar procesos de ventilación, bombeo, transporte de materiales y otras aplicaciones industriales. El equipo dispone de entradas y salidas digitales, entradas analógicas y diferentes parámetros configurables que permiten adaptarlo a las necesidades específicas de cada proceso (Danfoss, 2024).

El variador también incorpora protecciones contra sobre corriente, sobre temperatura, sobretensión y pérdida de fase, reduciendo el riesgo de fallas en el motor y mejorando la seguridad del sistema. Adicionalmente, los arranques y

paradas suaves disminuyen los esfuerzos mecánicos sobre los equipos accionados, favoreciendo una mayor vida útil de los componentes y menores costos de mantenimiento.

En el desarrollo de la práctica empresarial se utilizó un variador de frecuencia Danfoss iC2 Micro para controlar el sistema de ventilación del hangar de espera de vehículos transportadores de aves. ¡Una vez el PLC Siemens LOGO! recibe la señal enviada por el sensor fotoeléctrico, el controlador ejecuta la secuencia programada y ordena el arranque del variador, el cual alimenta los ventiladores del módulo correspondiente. De esta manera, el sistema proporciona una ventilación automática que contribuye a mantener condiciones ambientales adecuadas para reducir el estrés térmico de las aves y apoyar el cumplimiento de los estándares de bienestar animal establecidos por la empresa.

Motores eléctricos trifásicos

Los motores eléctricos trifásicos son máquinas electromecánicas que convierten la energía eléctrica en energía mecánica mediante el principio de inducción electromagnética. Debido a su alta eficiencia, confiabilidad y facilidad de operación, son ampliamente utilizados en procesos industriales para accionar bombas, ventiladores, compresores, bandas transportadoras y otros equipos que requieren un funcionamiento continuo (Chapman, 2012).

El funcionamiento de un motor trifásico se basa en la interacción entre el campo magnético giratorio generado por el estator y el rotor, produciendo el movimiento de rotación del eje. Su velocidad depende principalmente de la frecuencia de alimentación y del número de polos del motor, razón por la cual es común controlar su operación mediante variadores de frecuencia cuando se requiere regular la velocidad de acuerdo con las necesidades del proceso (Fitzgerald, Kingsley & Umans, 2014).

Entre las principales ventajas de los motores eléctricos trifásicos se encuentran su elevada eficiencia, bajo costo de mantenimiento, larga vida útil y capacidad para operar durante largos periodos de tiempo bajo condiciones industriales. No obstante, para conservar su desempeño es indispensable realizar actividades periódicas de mantenimiento preventivo, como inspecciones visuales, limpieza, lubricación de rodamientos, medición de variables eléctricas y verificación del estado del aislamiento de los devanados (Chapman, 2012).

En el sistema automatizado implementado durante la práctica empresarial, los motores eléctricos trifásicos accionan los ventiladores encargados de suministrar el flujo de aire dentro de cada módulo del hangar, así como la bomba que alimenta

el sistema de aspersión de agua. El adecuado funcionamiento de estos motores es fundamental para garantizar la operación continua del sistema automatizado y contribuir al bienestar de las aves durante el tiempo de espera previo al descargue. Por esta razón, el presente trabajo incluye el diseño de un plan de mantenimiento preventivo orientado a mejorar la confiabilidad y prolongar la vida útil de estos equipos.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una estrategia de gestión que consiste en realizar inspecciones, ajustes y actividades programadas sobre los equipos antes de que se presenten fallas, con el propósito de conservar su correcto funcionamiento, prolongar su vida útil y garantizar la continuidad de la operación. A diferencia del mantenimiento correctivo, que se ejecuta después de una avería, el mantenimiento preventivo busca anticiparse a las posibles fallas mediante intervenciones periódicas basadas en el tiempo de operación, las recomendaciones del fabricante o las condiciones de servicio (Mobley, 2002).

Dentro de las actividades más comunes del mantenimiento preventivo en motores eléctricos se encuentran la inspección visual, limpieza, verificación de conexiones eléctricas, lubricación o reemplazo de rodamientos, medición de variables eléctricas, revisión del estado del aislamiento y aplicación de productos protectores cuando las condiciones de operación lo requieren. Estas actividades permiten disminuir el riesgo de fallas inesperadas, reducir los tiempos de inactividad y mejorar la confiabilidad de los equipos (Chapman, 2012).

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo genera beneficios técnicos y económicos, ya que reduce las paradas no programadas, optimiza la disponibilidad de los equipos, disminuye los costos de reparación y contribuye a mantener la eficiencia de los sistemas industriales. Además, facilita la planificación de las actividades de mantenimiento y mejora la seguridad durante la operación de los equipos (Mobley, 2002).

En el presente trabajo, el mantenimiento preventivo constituye un complemento del sistema automatizado de ventilación y aspersión implementado en el hangar de espera de vehículos transportadores de aves. El plan propuesto está orientado a los motores eléctricos que accionan los ventiladores y otros equipos asociados al sistema, incluyendo actividades como inspecciones periódicas, limpieza, verificación del estado de los rodamientos, aplicación de desplazador de humedad y barniz dieléctrico cuando sea necesario, con el fin de incrementar la confiabilidad de los equipos y asegurar su funcionamiento continuo.

Ventiladores industriales

Los ventiladores industriales son equipos diseñados para generar y dirigir el flujo de aire dentro de un proceso o instalación, con el propósito de mejorar la ventilación, controlar la temperatura y favorecer la renovación del aire. Su funcionamiento se basa en el accionamiento de un impulsor mediante un motor eléctrico, el cual produce el desplazamiento del aire hacia una dirección determinada. Estos equipos son ampliamente utilizados en aplicaciones de climatización, procesos industriales, granjas avícolas y sistemas de extracción y renovación de aire (ASHRAE, 2021).

Dependiendo de la aplicación, los ventiladores industriales pueden clasificarse en axiales y centrífugos. Los ventiladores axiales desplazan grandes volúmenes de aire a baja presión, mientras que los centrífugos generan mayores presiones para aplicaciones que requieren vencer pérdidas de carga en ductos o sistemas de conducción. La selección del tipo de ventilador depende de las necesidades del proceso y de las condiciones de operación (ASHRAE, 2021).

La correcta operación de los ventiladores depende del adecuado funcionamiento de sus componentes mecánicos y eléctricos, especialmente del motor, los rodamientos y el sistema de control. Por esta razón, es recomendable implementar programas de mantenimiento preventivo que incluyan inspecciones periódicas, limpieza, verificación de vibraciones, revisión de conexiones eléctricas y comprobación del estado de los rodamientos, con el fin de garantizar la confiabilidad del equipo y evitar fallas inesperadas (Mobley, 2002).

En el sistema desarrollado durante la práctica empresarial, cada uno de los seis hangares cuenta con dieciséis ventiladores accionados por motores eléctricos trifásicos, cuyo funcionamiento es controlado automáticamente mediante un variador de frecuencia y un PLC Siemens LOGO!. Estos ventiladores proporcionan la circulación de aire necesaria para reducir el estrés térmico de las aves durante el tiempo de espera previo al descargue, contribuyendo al cumplimiento de los estándares de bienestar animal establecidos por la empresa.

Sistema de aspersión de agua

Los sistemas de aspersión de agua son mecanismos diseñados para distribuir el agua en forma de pequeñas gotas mediante boquillas o aspersores, con el fin de controlar la temperatura, aumentar la humedad relativa o facilitar procesos de limpieza y enfriamiento en diferentes aplicaciones industriales y agroindustriales. Su funcionamiento depende de una fuente de suministro de agua, una bomba,

tuberías, válvulas de control y dispositivos de aspersión que permiten una distribución uniforme del líquido (Çengel & Cimbala, 2018).

En instalaciones donde las condiciones ambientales pueden afectar la calidad del proceso o el bienestar de los animales, los sistemas de aspersión constituyen una alternativa eficiente para disminuir el estrés ocasionado por las altas temperaturas. La evaporación del agua contribuye a reducir la temperatura del ambiente, mejorando las condiciones térmicas y favoreciendo un entorno más adecuado para la permanencia de los animales (FAO, 2012).

La automatización de estos sistemas permite optimizar el consumo de agua y garantizar que la aspersión solo se active cuando las condiciones del proceso lo requieran. Para ello, es común integrar bombas, electroválvulas, sensores y controladores lógicos programables (PLC), logrando una operación automática, segura y eficiente. Esta integración reduce la intervención del operador y mejora la confiabilidad del sistema.

En el desarrollo de la práctica empresarial, el sistema de aspersión fue implementado como complemento del sistema de ventilación del hangar de espera de vehículos transportadores de aves. Cuando el sensor fotoeléctrico detecta el ingreso de un vehículo, ¡el PLC Siemens LOGO! ejecuta la secuencia programada y activa la bomba junto con la electroválvula correspondiente al módulo ocupado, permitiendo el paso del agua hacia los aspersores. La combinación de ventilación y aspersión contribuye a disminuir el estrés térmico de las aves mientras permanecen en espera, apoyando el cumplimiento de los lineamientos de bienestar animal establecidos por la empresa.

Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos electromecánicos utilizados para controlar el paso de líquidos o gases dentro de un sistema mediante una señal eléctrica. Su funcionamiento se basa en la acción de una bobina electromagnética que, al ser energizada, desplaza un émbolo o núcleo móvil permitiendo la apertura o el cierre del paso del fluido. Gracias a su rapidez de respuesta y facilidad de integración con sistemas de automatización, las electroválvulas son ampliamente utilizadas en aplicaciones industriales, sistemas hidráulicos y procesos de control automático (Festo Didactic, 2020).

Las electroválvulas pueden clasificarse de acuerdo con su principio de funcionamiento en normalmente cerradas (NC) y normalmente abiertas (NO). En las válvulas normalmente cerradas, el paso del fluido permanece bloqueado mientras la bobina no recibe alimentación eléctrica; al energizarse, la válvula se

abre y permite el flujo del líquido. Por el contrario, las válvulas normalmente abiertas permiten el paso del fluido en estado de reposo y se cierran cuando reciben la señal eléctrica (Festo Didactic, 2020).

En los sistemas automatizados, las electroválvulas desempeñan un papel fundamental al permitir el control preciso del suministro de fluidos, reduciendo la intervención manual y mejorando la eficiencia del proceso. Su integración con PLC, sensores y otros dispositivos de control facilita la ejecución automática de secuencias de operación, garantizando una respuesta rápida y segura ante las condiciones del sistema (Bolton, 2021).

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se instalaron electroválvulas para controlar el suministro de agua hacia cada uno de los módulos del hangar de espera de vehículos transportadores de aves. Cuando el sensor fotoeléctrico detecta el ingreso de un camión, el PLC Siemens LOGO! procesa la señal y energiza la electroválvula correspondiente al módulo ocupado, permitiendo el paso del agua hacia los aspersores mientras el sistema de ventilación entra en funcionamiento. Esta secuencia automatizada optimiza el consumo de agua y garantiza que únicamente opere el módulo donde se encuentra el vehículo.

Bienestar animal en la industria avícola

El bienestar animal se define como el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y es manejado. De acuerdo con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), un animal presenta un adecuado nivel de bienestar cuando se encuentra sano, bien alimentado, protegido del dolor, el miedo y el estrés, además de poder expresar comportamientos propios de su especie (OMSA, 2023).

En la industria avícola, el bienestar animal constituye un aspecto fundamental para garantizar condiciones adecuadas durante la producción, el transporte y el beneficio de las aves. Factores como las altas temperaturas, la ventilación insuficiente y los tiempos prolongados de espera pueden generar estrés térmico, afectando la salud de las aves y disminuyendo su bienestar. Por esta razón, las empresas del sector implementan estrategias orientadas a controlar las condiciones ambientales y reducir los factores que puedan comprometer el estado de los animales (FAO, 2012).

Entre las medidas más utilizadas para mitigar el estrés térmico se encuentran los sistemas de ventilación y aspersión de agua, los cuales favorecen la circulación del aire y contribuyen a disminuir la temperatura del ambiente. Cuando estos sistemas son controlados mediante tecnologías de automatización, es posible

lograr una respuesta rápida y eficiente, garantizando que los equipos entren en funcionamiento únicamente cuando las condiciones del proceso lo requieren. Esto permite optimizar el consumo de energía y agua, además de mejorar la confiabilidad del sistema (OMSA, 2023).

En Operadora Avícola Colombia S.A.S., el bienestar animal hace parte de los lineamientos implementados para garantizar un manejo adecuado de las aves durante las diferentes etapas del proceso productivo. En este contexto, la automatización del hangar de espera mediante un sistema de ventilación y aspersión controlado por un PLC Siemens LOGO!, sensores fotoeléctricos, variador de frecuencia y electroválvulas representa una solución tecnológica que contribuye a reducir el estrés térmico de las aves mientras permanecen en los vehículos transportadores antes del descargue. De igual manera, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos asociados al sistema permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, favoreciendo la continuidad de la operación y el cumplimiento de los estándares de bienestar animal establecidos por la empresa.

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

La pasantía se realizó en las siguientes locaciones, Anillo Vial #46, Girón, Santander Operadora Avícola Colombia S.A.S, en el grupo de mantenimiento.

Figura 1 Taller de mantenimiento.



Nota. En este taller se lleva a cabo el mantenimiento de ciertos equipos

Al iniciar el primer día en la empresa para dar la inducción, hay que usar todos los EPP para evitar accidentes en el proceso y mantener la inocuidad

Figura 2 Elementos de protección personal (EPP)



Nota. Casco dieléctrico y botas de seguridad

Luego de vestir todos los EPP requeridos para cada proceso podemos ingresar, nos dan una inducción por la planta sobre todos los procesos y una charla sobre calidad y como mantener la inocuidad en el proceso ya que se trata de alimentos.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Figura 3 compresor vilter del sistema refrigeración para túneles y conserva



Nota. El frigorista de la empresa me llevo a ver los sistemas de refrigeración de la empresa y explicar su funcionamiento donde pude con mis conocimientos previos entender un poco mejor su funcionamiento.

Figura 4 Indicador de temperatura de uno de los túneles



Nota. En estos túneles el pollo entra a una temperatura promedio 1 grado Celsius y debe alcanzar una temperatura de -18 Celsius para luego ser trasladado a conserva

Figura 5 Túneles



Nota. Túnel donde el pollo entra a una temperatura de 1-5 °C y de ahí sale para conserva a -18 °C.

Luego que el pollo alcanza los 18 °C es llevado a conserva para mantener su temperatura.

Figura 6 cuarto de conserva



Nota. Para entrar a conserva debo usar tapabocas, casco y cofia, En este cuarto se almacena el pollo luego de alcanzar la temperatura deseada (18°C).

Luego de la inducción por los sistemas de refrigeración me mostraron una parte del proceso desde donde inicia todo.

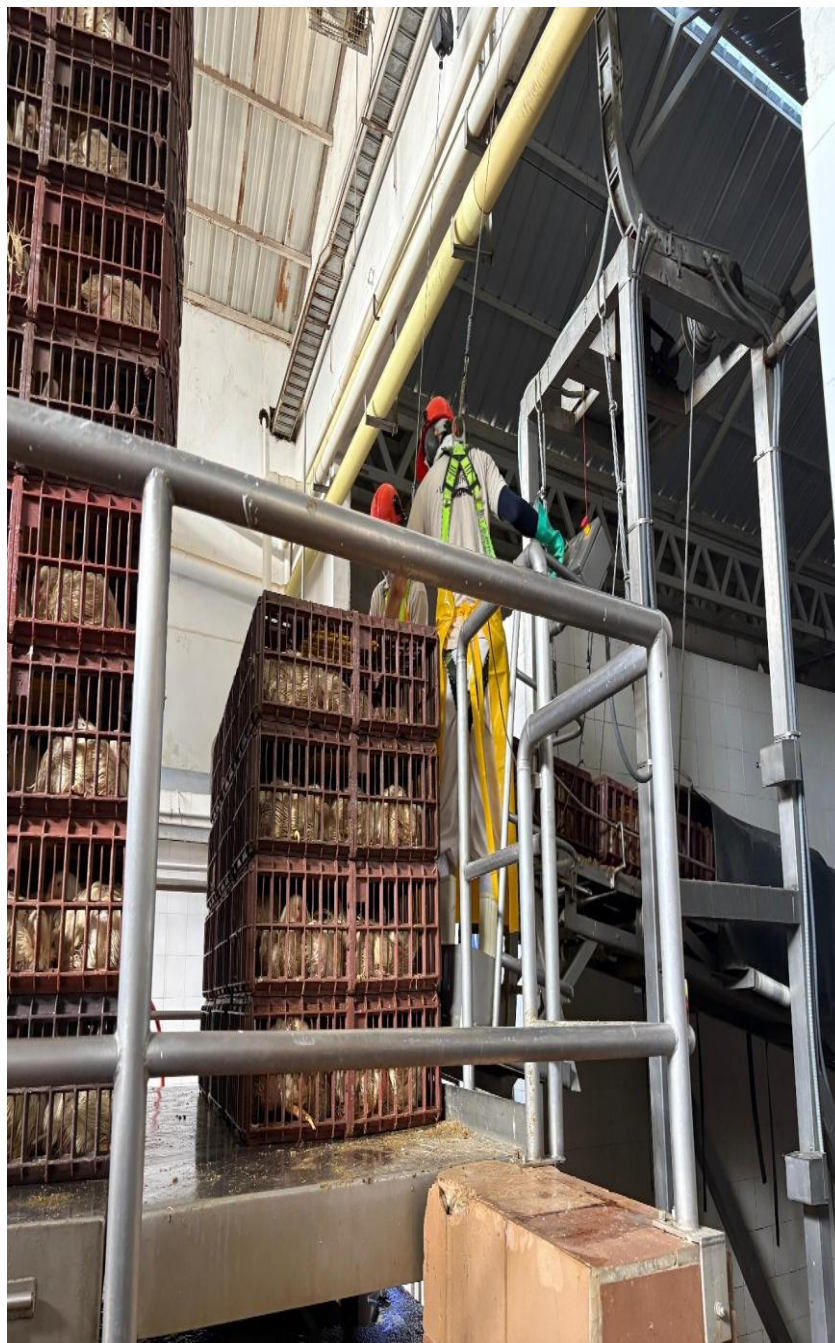
Figura 7 Zona de descarga



Nota. En esta zona descargan los pollos que son transportados por el camión dentro de guacales (jaulas plásticas).

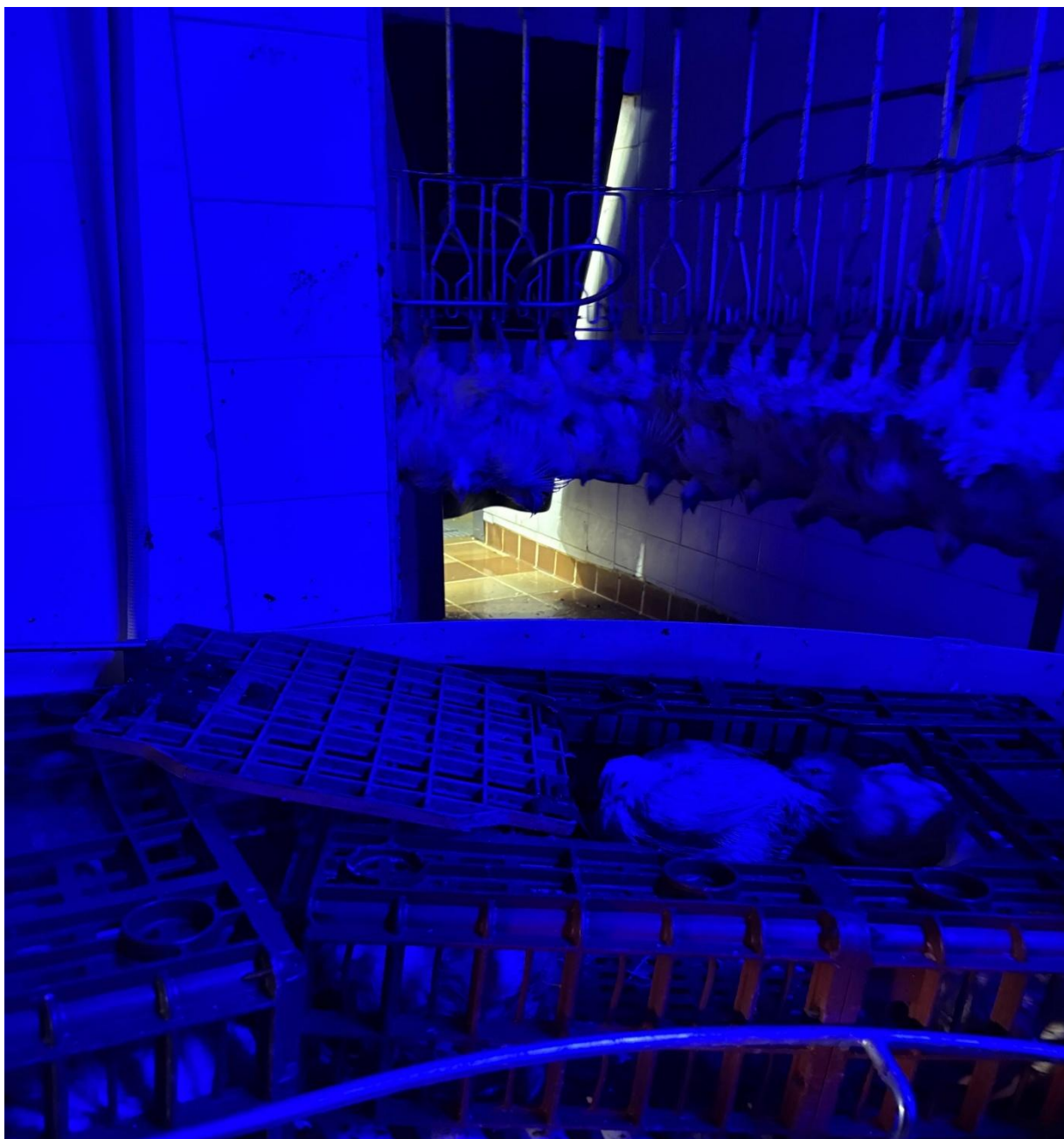
Podemos observar en la foto que el hangar donde descarga no cuenta con un espacio climatizado de descarga solo ventiladores.

Figura 8 Zona de guacales



Nota. En esta zona los ponen en una banda transportadora que los lleva a otra zona llamada zona de colgado.

Figura 9 Zona de colgado



Nota. En esta zona los operarios se encargan de colgar el pollo, la luz azul hace que el pollo este mas relajado y menos aleteo relacionado con el bienestar animal.

Figura 10 **Zona insensibilizado**



Nota. La insensibilización eléctrica es un proceso diseñado para que el pollo **pierda la consciencia de forma inmediata antes del sacrificio**, evitando que sienta dolor durante el corte de sangría. No busca matar al ave en ese momento, sino dejarla inconsciente.

El bienestar animal busca que los pollos sufran lo menos posible durante el proceso de sacrificio. Por esta razón, antes del corte de sangría las aves son insensibilizadas

mediante una corriente eléctrica. Esta corriente atraviesa el cerebro del pollo y provoca una pérdida inmediata de la consciencia, de manera que el ave ya no percibe dolor durante el sacrificio. Para que este procedimiento cumpla su objetivo, la intensidad de la corriente y el tiempo de exposición deben estar correctamente ajustados y el personal debe verificar que el pollo haya quedado inconsciente antes de realizar el corte.

Figura 11 **Sacrificio del animal**



Nota. El animal es sacrificado luego de ser insensibilizado

Descripción de la línea de sacrificio: La línea de sacrificio corresponde al sistema de transporte aéreo encargado de desplazar continuamente los pollos a través de las diferentes etapas del proceso de beneficio, como la insensibilización, la sangría, el escaldado, el desplumado y las demás operaciones posteriores.

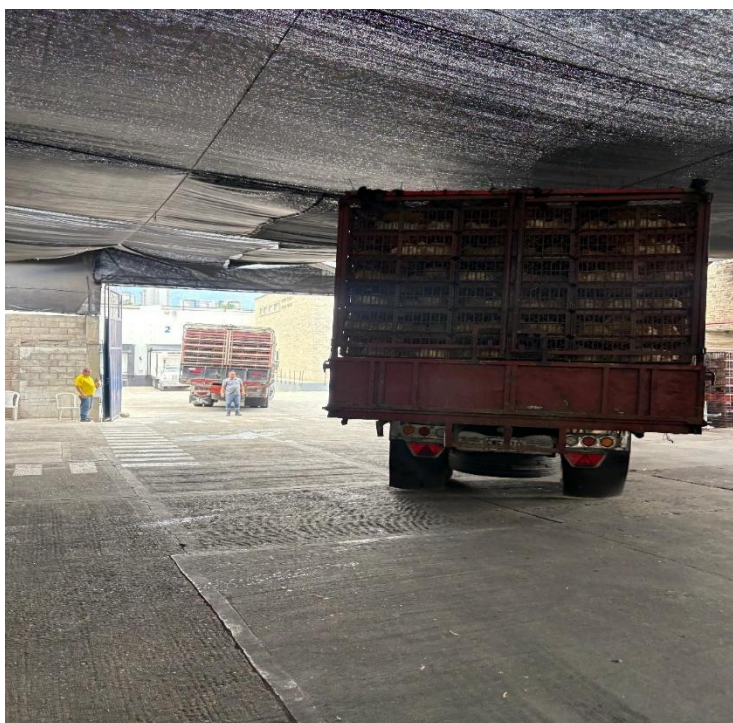
Este sistema está conformado por una cadena transportadora equipada con grilletes metálicos, donde las aves son sujetadas por las patas para garantizar un desplazamiento uniforme durante todo el proceso.

El movimiento de la cadena es generado por **tres motorreductores de gran capacidad**, los cuales suministran el torque necesario para mover de manera sincronizada toda la línea, soportando el peso de la cadena, los grilletes y las aves. La utilización de motorreductores permite reducir la velocidad del motor eléctrico y aumentar el par de salida, asegurando un desplazamiento continuo, estable y seguro del sistema.

La velocidad de la línea es un parámetro fundamental que es dependiente de la configuración del variador, ya que determina el rendimiento de producción y debe mantenerse constante para garantizar el correcto funcionamiento de cada una de las etapas del proceso y la sincronización con los demás equipos de la planta.

Una vez conocido el proceso general desarrollado en la planta de beneficio, se identificó una situación que requería una solución desde el área de mantenimiento y automatización. Antes del descargue, los vehículos transportadores de aves permanecían durante un tiempo en un área destinada únicamente como parqueadero, la cual no contaba con sistemas de ventilación ni de aspersión de agua para controlar las condiciones ambientales.

Figura 12 parqueo de camiones



Nota. En este lugar esperan los camiones mientras descargan los otros.

Durante este tiempo de espera, especialmente en las horas de mayor temperatura, las aves podían verse afectadas por el estrés térmico debido a la acumulación de calor al interior de los vehículos. Esta situación representaba un reto para la empresa, ya que Operadora Avícola Colombia S.A.S. mantiene un compromiso con

el bienestar animal y busca implementar mejoras que contribuyan a garantizar condiciones adecuadas durante todas las etapas del proceso productivo.

Como respuesta a esta necesidad, durante el desarrollo de la práctica empresarial participé en la implementación del sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de los vehículos transportadores de aves. Inicialmente se realizó la planeación de las actividades, la selección de los equipos y la distribución de los componentes que harían parte del sistema, con el propósito de garantizar un funcionamiento eficiente y adaptado a las condiciones del área.

Figura 13 Listado de materiales

CANTIDAD	HANGAR NUEVO
20	BANDEJAS MECANO DE 30 X 8 CON TAPAS
30	BANDEJAS MECANO DE 10 X 8 CON TAPAS
1	COFRE EN INOX DE 2.50MTS X 2 MTS SEGÚN DISEÑO
12	TEE PARA BANDEJA MECANO DE 30 X 8 CON TAPAS
12	REDUCCIONES PARA BANDEJA MECANO DE 30 X 8 A 10 X 8 CON TAPAS
4	CURVAS PLANAS PARA BANDEJA MECANO DE 30 X 8 CON TAPA
4	CURVAS INTERNA PARA BANDEJA MECANO DE 30 X 8 CON TAPAS
4	CURVAS EXTERNAS PARA BANDEJA MECANO DE 30 X 8 CON TAPAS
10	CURVAS INTERNAS PARA BANDEJA MECANO DE 10 X 8 CON TAPAS
10	CURVAS EXTERNAS PARA BANDEJA MECANO DE 10 X 8 CON TAPAS
10	CURVAS PLANAS PARA BANDEJA MECANO DE 10 X 8 CON TAPA
450	MTS DE CABLE THWN # 2
150	MTS DE CABLE THWN # 4 COLOR VERDE
1	FUENTE DE VOLTAJE DE 440 A 24VDC SCHNEIDER REF:ABL8RPS 24050
1	LOGO SIEMENS V8 24 VDC 24R
6	SENSORES AUTO REFLEX REF: BX700-DFR-T AUTONICS
3	BLOQUES DE EXPANSION PARA LOGO SIEMENS 24VDC REF:DM16 24R 8 SALIDAS
6	ELECTROVALVULAS DANFOS DE 24VDC DE 1/2"
90	GUARDAMOTORES GV2 ME DE 1 A 1.6 AMP
6	VARIADORES DANFOS 440V IC2 REF:132L6136 11 KW
3	INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 2 X 3 AMP
500	MTS DE CABLE 4 X 14
2500	MTS DE CABLE ENCAUCHETADO 4 X 16
5	BORNERAS MULTIPLES EBCHQ REF:36736
2	TOTALIZADORES DE 125 AMP SCHNEIDER REF:GOPACT G1F 3A 125 AMP
4	MTS DE PLATINA DE COBRE DE 20mm X 5mm
2	JUEGOS DE AISLADORES TIPO ESCALERA REF: CT4-20
18	BORNERAS PARA CONEXIÓN A GUARDAMOTOR REF:GV1G9
18	BARRAJES DE ASOCIACION REF:GV2G554 DE 5 PUESTOS
250	MTS DE CABLE APANTALLADO 4 X 18
300	MTS DE CORAZA DE 1/2"
120	CONECTORES RECTOS PARA CORAZA DE 1/2"
100	CONECTORES CURVOS PARA CORAZA DE 1/2"
20	CANALETAS RANURADAS DE 60 X 60
20	MTS DE RIEL OMEGA EN ALUMINIO
300	MTS DE CABLE VEHICULO 18
250	MTS DE CABLE APANTALLADO 3 X 18
12	CAJAS CUADRADA DE 10 X 10 CON TAPA
500	TERMINAL PIN HUECO # 14
300	TERMINAL DE OJO # 14 COLOR AZUL
30	TORNILLO DE BRONCE DE 1/4" CON TUERCA Y DOBLE ARANDELA
300	TERMINALO PIN HUECO # 18
30	BORNERAS # 12
2	UNIONES DE 10 PINES PARA BORNERA # 12
10	FRENOS PARA BORNERA # 12
4	AISLADORES PARA BARRAJE TIPO SN DE 12 MM

1	MT PLATINA DE COBRE DE 12MM X 3 MM
100	TORNILLOS DE BRONCE DE 5MM X 20MM CON DOBLE ARANDELA Y TUERCA
6	BARRAJES DE ASOCIACION DE 2 PUESTOS REF:GV2G245 SCHNEIDER
20	LUCES PILOTO COLOR VERDE 24VDC
10	LUCES PILOTO COLOR AZUL 24 VDC
6	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3 X30 AMP SOBRE RIEL
6	SELECTOR MULETILLA DE 3 POSICIONES PLASTICOS
6	SELECTOR MULETILLA DE 2 POSICIONES PLASTICOS
400	TERMINAL PIN HUECO # 16
50	TORNILLO INOX DE 5MM X 20MM CABEZA BRISTOL CON DOBLE ARANDELA Y TUERCA
20	SOPORTE TIPO MENSULA PARA BANDEJA MECANO DE 30
400	AMARRES COLOR NEGRO DE 8"
30	SOPORTES TIPO MENSULA PARA BANDEJA MECANO DE 10 CM X 8
12	MTS DE ESPARRAGO INOX DE 5 /1406
30	TUERCAS INOX DE 5 /16
60	ARANDELAS INOX DE 5 /16
10	CAJAS DE NUMEROS DEL 0 AL 9 QUE SEAN SCHNEIDER
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2 X 3 AMP SOBRE RIEL
50	MTS DE CABLE VEHICULO # 12
50	MTS CABLE VEHICULO # 10
100	TERMINAL DE OJO # 10 COLOR AZUL
10	COPASIERRAS DE 22MM PARA METAL
100	TERMINAL PIN HUECO # 10
100	TERMINAL PIN HUECO # 12
100	BORNERAS # 12 PARA CONEXIÓN A TIERRA COLOR VERDE
2	AEROSILES AMARILLO,MARRON, NARANJA,VERDE
6	REFLECTORES DE SILVANIA DE 150 W
1	TABLERO PARA BREAKER DE RIEL 12C 75A CILES REF.PT730303T MARCA CILES

El listado de materiales fue elaborado durante la etapa de planificación del proyecto, considerando los requerimientos eléctricos y de automatización del sistema. Para la selección de los conductores eléctricos se tuvieron en cuenta criterios como la corriente nominal de los equipos, la longitud de los circuitos, la caída de tensión permitida y la capacidad de conducción de corriente, de acuerdo con las características de la instalación. Asimismo, la selección de los demás componentes, como el PLC, los variadores de frecuencia, los sensores fotoeléctricos, las electroválvulas y los dispositivos de protección, se realizó de acuerdo con las necesidades operativas del sistema automatizado.

Luego de eso pasaron unos días mientras llegaban los materiales, primero llegaron unos, Una vez se recibió la totalidad de los materiales requeridos para el proyecto, se iniciaron las actividades de instalación eléctrica del sistema automatizado. La primera actividad consistió en el tendido de los conductores principales de alimentación desde el transformador de la planta hasta los tableros eléctricos del hangar. Para ello se instalaron los tres conductores correspondientes a las fases del sistema trifásico, además del conductor de puesta a tierra, el cual garantiza la

protección de las personas y los equipos ante posibles fallas eléctricas. Durante esta actividad se verificó el correcto recorrido de los conductores, su fijación y el cumplimiento de las condiciones de seguridad establecidas para la instalación.

Figura 14 armado de bandejas porta cables acometida.



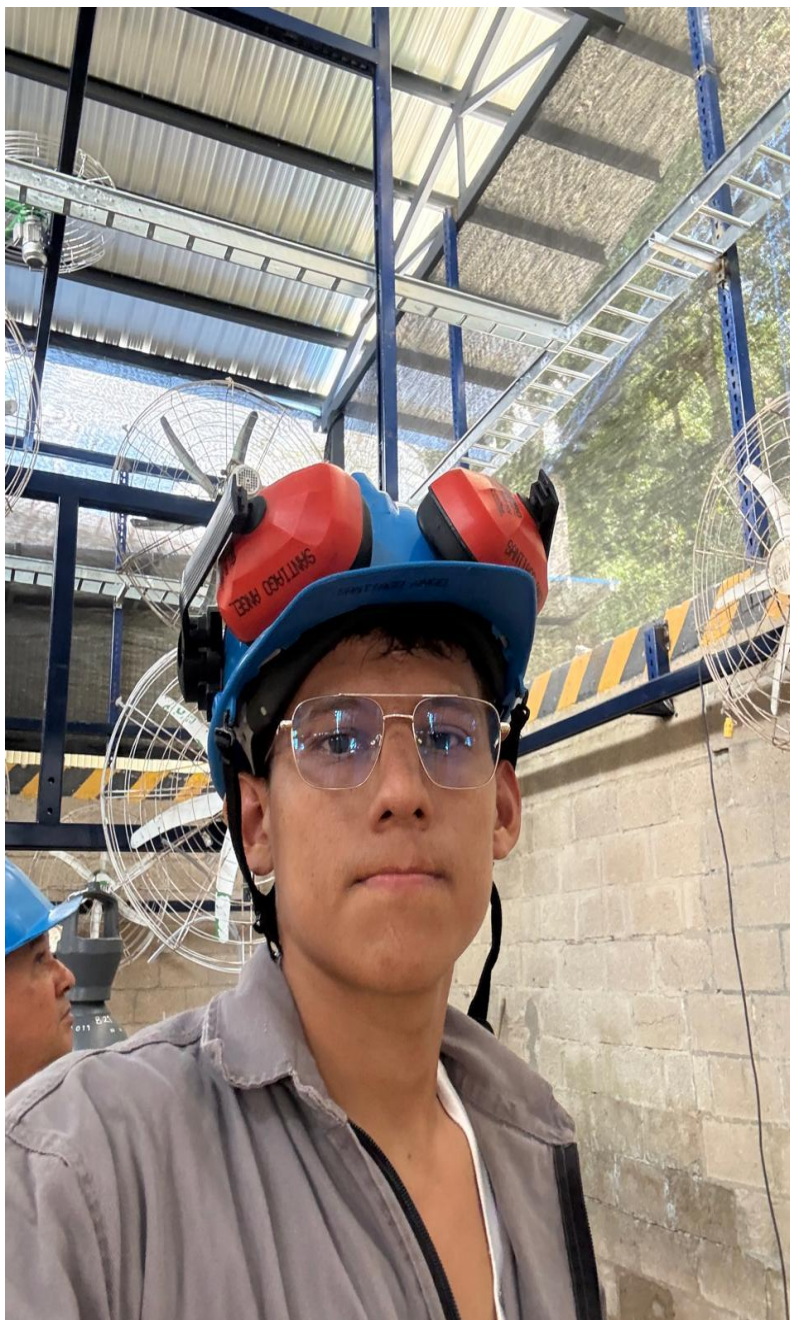
Esta bandeja fue usada para transportar los cuatro cables que venían de alimentación para los tableros, las tres líneas y la puesta a tierra.

Figura 15 **Armado de Bandeja porta cables ventiladores.**



En este momento algunas bandejas no quedaban precisas, entonces tuve que medir y cortar algunas a la medida.

Figura 16 **terminación de instalado de bandejas.**



En este momento terminamos de instalar todas las bandejas luego de eso el quipo de soldadores de la empresa procedió a soldar las ménsulas (soportes de las

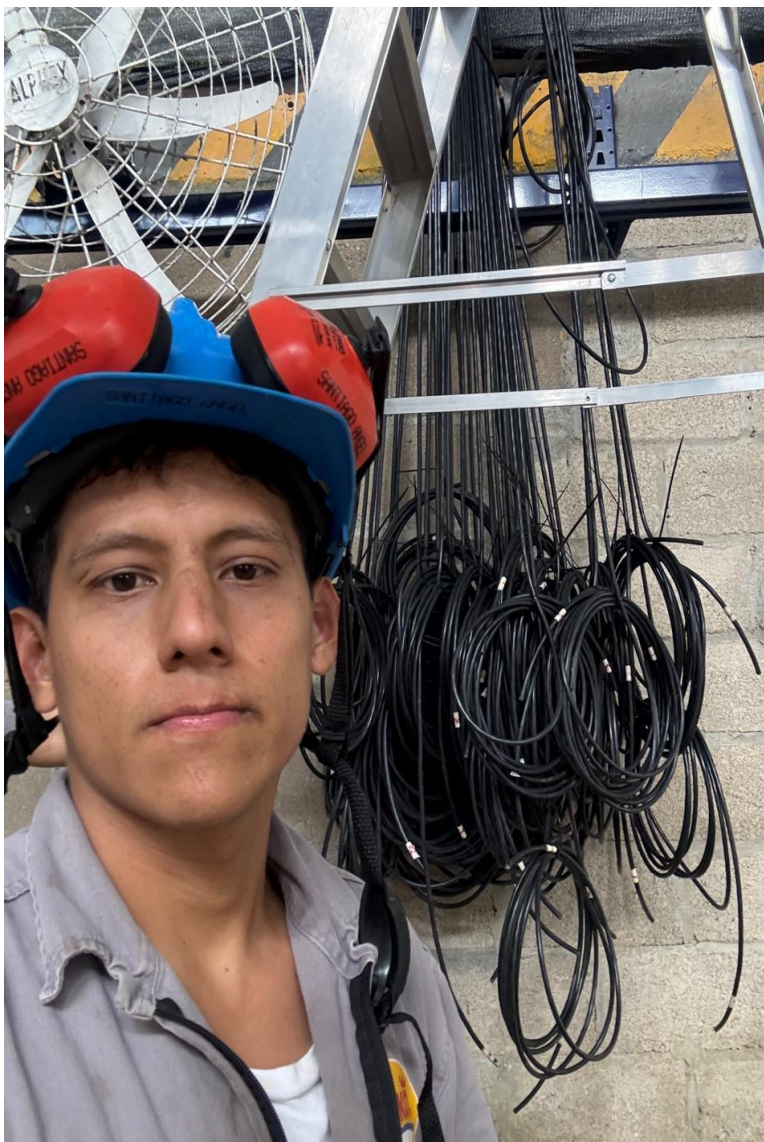
ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

bandejas) cabe aclarar que le empresa contratista nos instalo los ventiladores en las estructura, pero no los conecto.

Figura 17 Tendido y etiquetado cables de ventiladores.



Tuve que guiarme de la medida de las bandejas para saber de cuantos metros cortaba cada cable para cada ventilador, algunos estaban un poco más lejos de donde pensábamos dejar el tablero y otros más cerca, para no tener problemas a la hora de conectar los cables y evitar confusión por que habían demasiados cables procedimos a ponerle una etiqueta con el número del ventilador según el orden que

decidimos y el número del hangar un ejemplo (H1-M1) hangar 1 motor 1 y así a la hora de conectar tantos ventiladores no tener problemas y poder dejar en el tablero etiquetado cual cable era para cada ventilador en el caso de que a futuro se presente alguna falla.

Figura 18 postura de coraza.



Una vez instaladas las bandejas porta cables, se procedió a llevar los conductores hasta cada uno de los ventiladores. Para el tramo comprendido entre la bandeja y el motor se utilizó tubería flexible metálica (coraza), debido a que esta proporciona

protección mecánica a los conductores frente a golpes, vibraciones y posibles daños ocasionados durante la operación o las labores de mantenimiento. Además, la coraza facilita la conexión de equipos que pueden presentar pequeñas vibraciones, como los motores de los ventiladores, evitando esfuerzos excesivos sobre el cableado y aumentando la confiabilidad de la instalación.

Figura 19 placa motor.



Nota. Placa de los ventiladores destinados para el hangar.

Como la acometida que hicimos era para 440v, los motores se conectaron (y)

Figura 20 **Conexión de motores.**



Una vez finalizada la instalación del cableado, se procedió a realizar la conexión de los motores eléctricos de los ventiladores. Debido a que la alimentación disponible para el sistema era de **440 V trifásicos**, los motores fueron configurados en **conexión estrella (Y)**, de acuerdo con la información suministrada por el fabricante en la placa de características. Esta configuración garantiza que cada devanado reciba la tensión de operación para la cual fue diseñado, permitiendo un funcionamiento seguro y eficiente del motor, evitando sobrecalentamientos y posibles daños en el aislamiento.

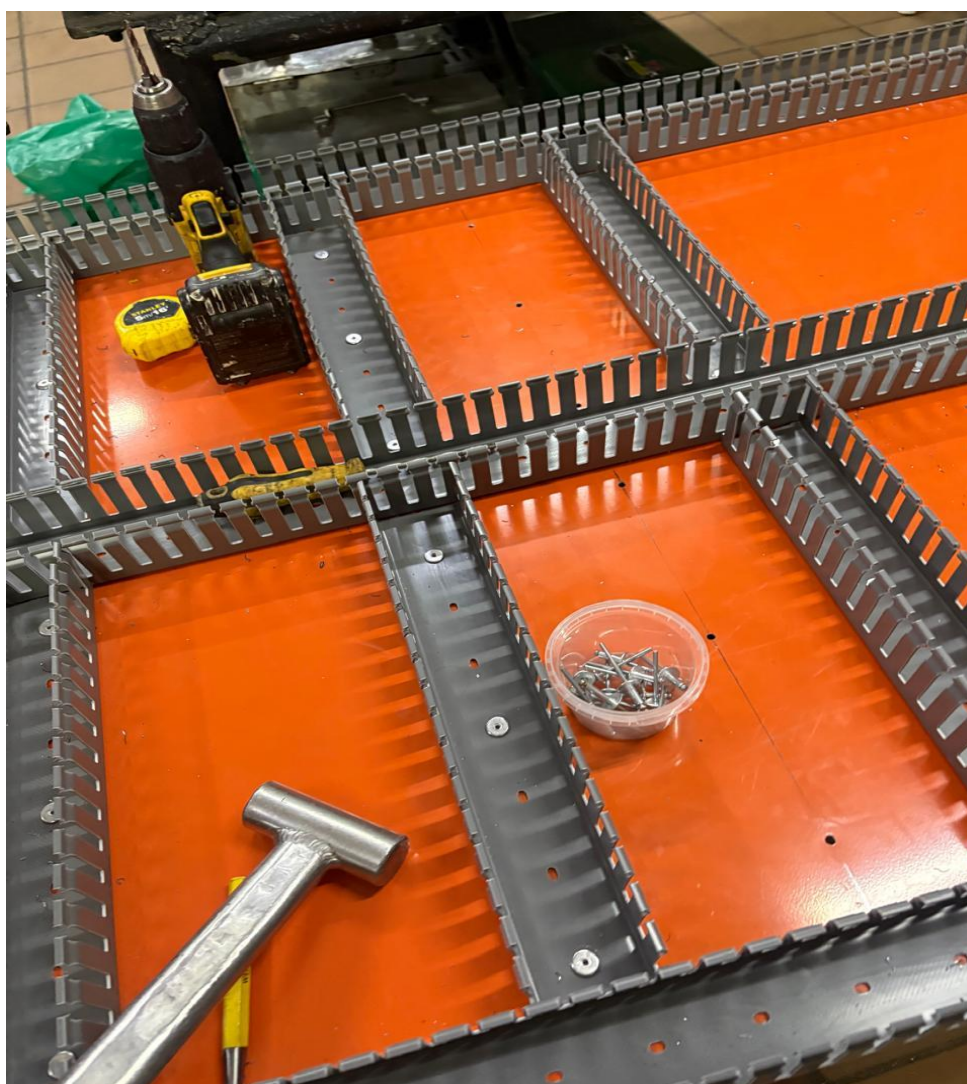
Una vez finalizada la instalación de los conductores de alimentación y del cableado hacia los diferentes equipos del sistema, se dio inicio al armado de los tableros eléctricos, los cuales constituyen el centro de control y distribución de energía del sistema automatizado de ventilación y aspersión del hangar.

Durante esta etapa participé en el montaje de los diferentes dispositivos eléctricos dentro del tablero, siguiendo el diseño previamente establecido. Inicialmente se realizó la instalación de los rieles DIN y las canaletas ranuradas, las cuales permitieron fijar y organizar los componentes eléctricos y el cableado interno.

Posteriormente se instalaron los equipos de protección, maniobra y control, garantizando una distribución ordenada que facilitara el cableado, la identificación de los circuitos y futuras labores de mantenimiento.

El armado del tablero se realizó procurando mantener una adecuada organización de los conductores, respetando la separación entre los circuitos de potencia y de control, con el fin de mejorar la seguridad, facilitar la localización de fallas y garantizar una operación confiable del sistema automatizado.

Figura 21 Armado de tableros.



Nota. En el diseño y organizado de los componentes para distribuir bien el tablero uno de los eléctricos con mas experiencia me instruyo como quedaría mejor distribuido.

Durante esta etapa participé en la organización del cableado, el montaje de los dispositivos de protección y maniobra, el marcado de los conductores y el cableado interno del tablero, procurando mantener una distribución ordenada que facilitara las labores de operación y mantenimiento.

Figura 22 **Marcado de conductores.**



En esta etapa se realizó la identificación de cada conductor mediante marcadores numéricos, con el propósito de facilitar el proceso de cableado, la identificación de los circuitos y las futuras labores de mantenimiento y diagnóstico de fallas. La correcta marcación de los conductores reduce la posibilidad de errores durante las conexiones y mejora la organización del tablero eléctrico.

Figura 23 Participación en el proceso de preparación y organización del cableado del tablero eléctrico.



Durante el armado del tablero participé en la preparación e identificación de los conductores, verificando su longitud, organización y marcación antes de realizar las conexiones con los diferentes dispositivos de protección y control.

Figura 24 Instalación de los guardamotores en el tablero eléctrico.



Como parte del montaje del tablero se instalaron los guardamotores encargados de proteger los motores de los ventiladores contra sobrecargas y cortocircuitos. La selección de estos dispositivos se realizó de acuerdo con la corriente nominal de cada motor, permitiendo proteger los equipos y garantizar una operación segura del sistema.

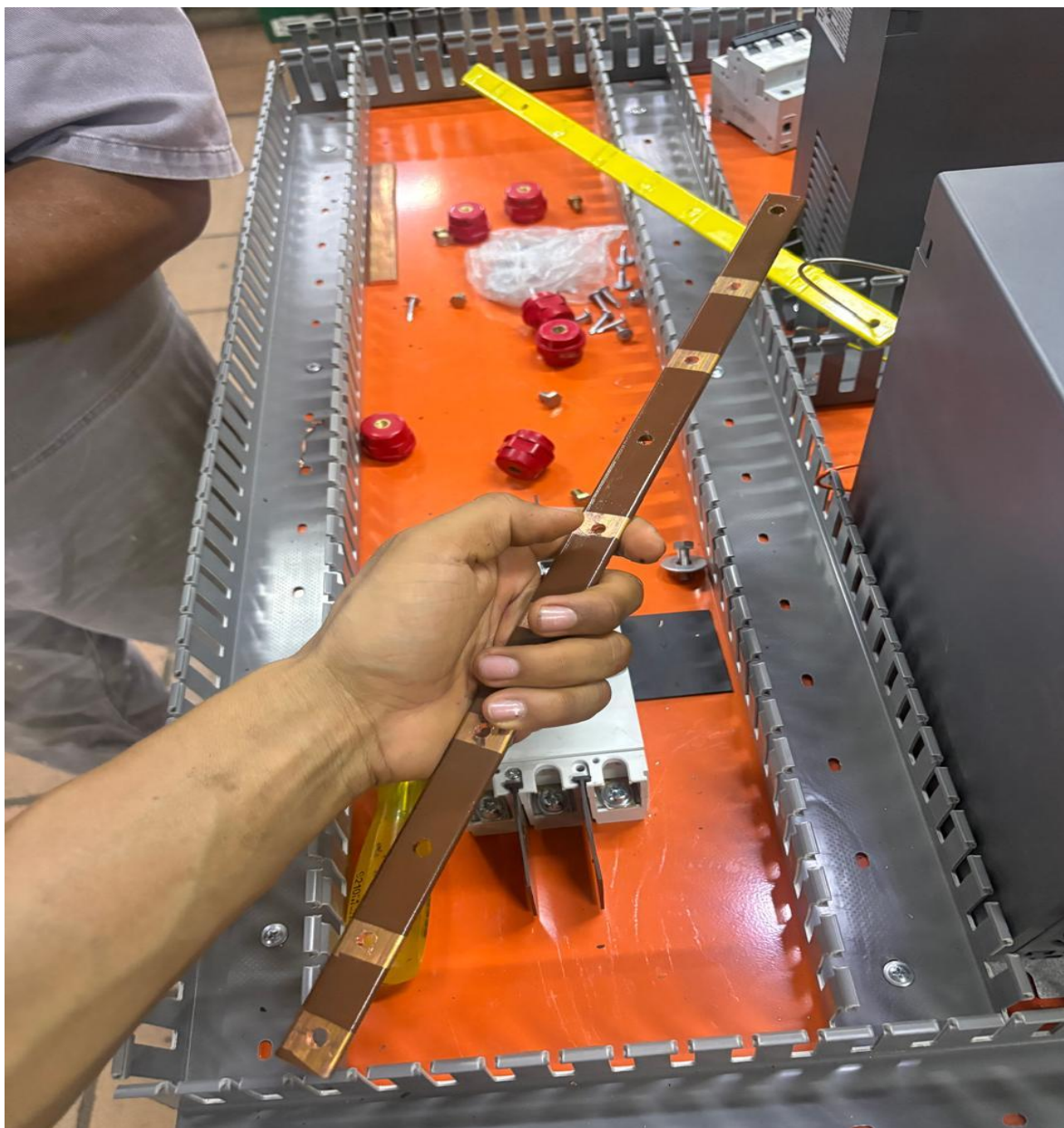
Figura 25 Instalación y cableado del variador de frecuencia en el tablero eléctrico.



Como parte del armado del tablero eléctrico se realizó la instalación y el cableado del variador de frecuencia **Danfoss iC2 Micro**, encargado de controlar el funcionamiento de los ventiladores del hangar. Durante esta actividad se efectuó la conexión de los conductores de alimentación, salida hacia los motores y terminales de control, verificando que cada conexión correspondiera con los planos eléctricos del sistema. La utilización del variador permitió realizar un arranque controlado de los ventiladores, reduciendo la corriente de arranque, disminuyendo los esfuerzos

mecánicos sobre los motores y mejorando la eficiencia y confiabilidad del sistema de ventilación.

Figura 26 Instalación del barraje de cobre para la distribución de energía en el tablero eléctrico.



Como parte del armado del tablero eléctrico se realizó la instalación del barraje de cobre, el cual tiene la función de distribuir la energía eléctrica hacia los diferentes dispositivos de protección y maniobra del sistema. La utilización de barras de cobre permite obtener una distribución de corriente más segura y confiable, debido a su alta conductividad eléctrica y a su capacidad para soportar las corrientes de operación del tablero. Además, este tipo de montaje reduce la cantidad de empalmes y conductores de gran calibre, mejorando la organización interna del tablero y facilitando futuras labores de mantenimiento e inspección.

Protección del variador de frecuencia

Antes de la instalación del variador de frecuencia se incorporó un interruptor automático (breaker) con el fin de proteger el equipo frente a sobre corrientes y facilitar su aislamiento durante las labores de mantenimiento. La instalación de esta protección permite desenergizar el variador de forma segura cuando se requiere realizar inspecciones o intervenciones, contribuyendo a la protección tanto del equipo como del personal de mantenimiento.

Alimentación del sistema de control

El sistema de control fue diseñado para operar a 24 VDC, tensión utilizada para alimentar el PLC Siemens LOGO! y los dispositivos de control asociados. La utilización de este nivel de tensión proporciona una operación más segura para los circuitos de automatización y es ampliamente utilizada en aplicaciones industriales por su confiabilidad y facilidad de integración con sensores y actuadores.

Alimentación de los ventiladores extractores del tablero

Durante el montaje del tablero también se instalaron ventiladores extractores encargados de disipar el calor generado por los equipos electrónicos, principalmente el variador de frecuencia. Debido a que estos ventiladores operaban a **110 VAC** y la alimentación disponible en la planta era de **440 VAC trifásicos**, fue necesario instalar un transformador reductor de **440/110 VAC**, permitiendo suministrar la tensión adecuada para su funcionamiento. La incorporación de los extractores contribuye a mantener una temperatura adecuada en el interior del tablero, favoreciendo el correcto desempeño y prolongando la vida útil de los equipos.

Traslado e instalación de los tableros eléctricos

Una vez finalizado el armado y verificado el cableado interno de los tableros eléctricos, estos fueron trasladados desde el taller hasta el hangar con el apoyo del personal del área de mantenimiento. Posteriormente se instalaron sobre las bases de concreto construidas previamente por la empresa contratista, garantizando una adecuada fijación y estabilidad para su operación en el entorno industrial.

Figura 27 **Montaje de tablero.**



Luego de traer todos los tableros el paso siguiente fue ponchar los cables de alimentación al barraje y empezar a cablear los ventiladores.

Figura 28 Conexión totalizador principal.



En esta fotografía se observa el interruptor principal o breaker general del tablero de potencia. Este dispositivo fue conectado a la alimentación proveniente del tablero

totalizador y cumple la función de proteger el sistema frente a sobrecargas y cortocircuitos, además de permitir el seccionamiento de toda la instalación durante labores de mantenimiento o en situaciones de emergencia.

Figura 29 **tablero de manual o automático.**



En la imagen se observa el tablero de control Manual/Automático del sistema de humidificación. Este tablero está alimentado a **24 VDC** y cuenta con selectores tipo multitapa que permiten elegir el modo de operación de cada hangar. Cuando el

selector se encuentra en la posición **Automático**, el funcionamiento queda bajo el control del PLC, el cual acciona las electroválvulas y los demás elementos del sistema de acuerdo con la lógica de programación establecida. Por el contrario, al seleccionar el modo **Manual**, el operador puede intervenir directamente el funcionamiento del sistema para realizar pruebas, mantenimiento o verificar el correcto accionamiento de los equipos sin depender del programa del PLC.

Figura 30 electroválvulas y distribución de tubería del sistema de aspersión.



En la figura se observa el múltiple de distribución de agua del sistema de aspersión, conformado por varias **electroválvulas de 24 VDC**, encargadas de controlar el paso

del agua hacia cada una de las líneas del sistema. Estas electroválvulas son accionadas por el PLC de acuerdo con la lógica de control programada, permitiendo la apertura y el cierre automático del flujo de agua en cada hangar.

Como parte de las actividades desarrolladas durante la práctica, se participó en la **conexión eléctrica de las electroválvulas** al sistema de control, verificando la correcta polaridad, continuidad y organización del cableado hacia el tablero de control. Por otra parte, la instalación de la tubería hidráulica y el montaje del múltiple fueron ejecutados por el personal encargado de la parte mecánica del proyecto.

Figura 31 **variador del sistema de bombeo.**



En la figura se observa el **variador de frecuencia Danfoss iC2** utilizado para el control de la electrobomba del sistema de aspersión. Este equipo permite regular la velocidad del motor mediante la variación de la frecuencia de alimentación, logrando un funcionamiento más eficiente y adaptando el caudal de agua a las necesidades del proceso.

Como parte del montaje del tablero, el variador fue instalado junto con sus respectivas protecciones eléctricas. Antes de su alimentación se dispuso un **interruptor termomagnético (breaker)**, encargado de proteger el equipo frente a sobre corrientes y cortocircuitos, además de facilitar su desconexión durante labores de mantenimiento.

En el mismo tablero también se observa la **fuentes de alimentación de 24 VDC**, utilizada para energizar el PLC y los dispositivos de control, así como el PLC Siemens LOGO!, responsable de ejecutar la lógica de funcionamiento del sistema y controlar el accionamiento de las electroválvulas y demás elementos asociados al proceso de aspersión.

Figura 32 Bomba sistema aspersión.

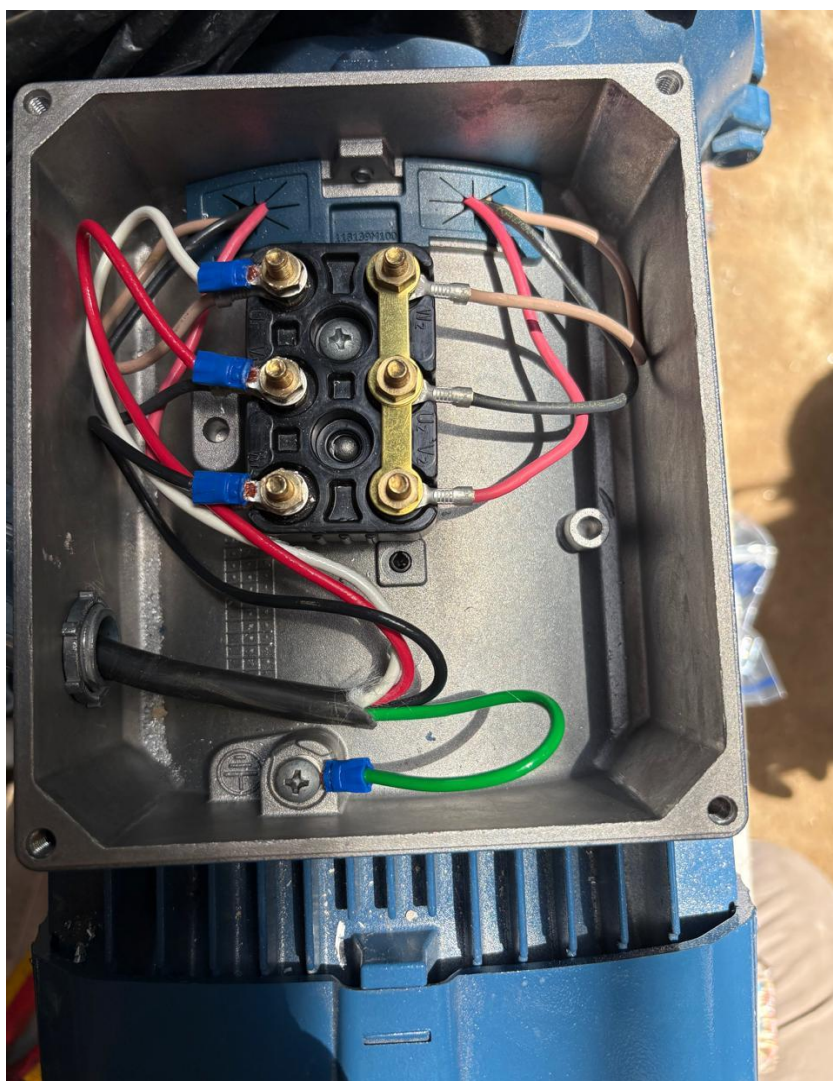


Como parte de las actividades desarrolladas, participé en la conexión eléctrica de la electrobomba del sistema. Inicialmente se retiró la tapa de la caja de bornes para

identificar la disposición de los terminales y verificar la configuración requerida del motor.

Posteriormente se realizaron las conexiones de alimentación, respetando la identificación de fases y la conexión del conductor de puesta a tierra. Finalmente se aseguró el apriete de los bornes y se reinstaló la tapa de protección, garantizando el adecuado sellado de la caja de conexiones y evitando el ingreso de humedad o contaminantes.

Figura 33 **Conexión de la bomba.**



Una vez finalizado el montaje eléctrico y verificadas todas las conexiones, se procedió a la energización del tablero principal desde el tablero totalizador. Se comprobó el correcto funcionamiento de las protecciones, la fuente de alimentación de 24 VDC, el PLC y los variadores de frecuencia antes de realizar las pruebas de operación.

Parametrización de los variadores de frecuencia

Una vez finalizada la instalación eléctrica del tablero, se procedió a la parametrización de los variadores de frecuencia **Danfoss iC2** utilizados para el control de las electrobombas. Esta actividad fue realizada con el acompañamiento de personal técnico de **Danfoss**, quienes brindaron soporte para la configuración de los parámetros de operación de acuerdo con las características de cada motor y los requerimientos del sistema de aspersión.

Durante este proceso se verificaron parámetros como la tensión nominal, la frecuencia de operación, la corriente nominal del motor, los tiempos de aceleración y desaceleración, así como las protecciones incorporadas en el variador, con el fin de garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de las electrobombas, en el variador de la bomba tuvimos un problema con la presión entonces tuvimos que hacer ajustes en el porcentaje de funcionamiento de la bomba(potencia) haciendo uso de las funciones del variador

Pruebas de giro de ventiladores y bombas

Energizamos el sistema para confirmar que estuviera girando en el sentido correcto, algunos ventiladores estaban girando en sentido contrario, tuvimos que trucar una fase para que giraran en el sentido correcto.

Pruebas de electroválvulas

Se realizaron pruebas individuales de accionamiento de las electroválvulas de 24 VDC para comprobar la apertura y cierre de cada línea del sistema. Durante estas pruebas se verificó el correcto funcionamiento de las señales enviadas por el PLC y la respuesta de cada actuador.

Prueba del modo manual y automático

Posteriormente se verificó el funcionamiento del tablero de selección Manual/Automático, comprobando que en modo automático el PLC ejecutara la lógica programada para el accionamiento de las electroválvulas y que, en modo manual, cada hangar pudiera ser operado de forma independiente mediante las muletillas instaladas.

Plan de mantenimiento preventivo para motores eléctricos

Como complemento al sistema automatizado de ventilación y aspersión implementado en el hangar de espera de vehículos transportadores de aves, se

diseñó un plan de mantenimiento preventivo dirigido a los motores eléctricos trifásicos que accionan los ventiladores y demás equipos asociados al sistema. El objetivo principal del plan es aumentar la confiabilidad de los motores, disminuir la ocurrencia de fallas inesperadas y prolongar su vida útil mediante actividades programadas de inspección, limpieza y reparación.

Las actividades contempladas dentro del plan son:

En cada intervención se realiza una inspección visual del motor verificando:

- Estado general de la carcasa.
- Existencia de fisuras.
- Presencia de corrosión.
- Estado del ventilador de enfriamiento.
- Estado de la caja de conexiones.
- Ajuste de los tornillos y tornillos de la bornera.
- Condición de los cables de alimentación.

Limpieza del motor

Se efectúa limpieza utilizando aire comprimido y brochas suaves para eliminar:

- Polvo
- Grasa
- Residuos orgánicos
- Humedad

El motivo es por que esto mejora la disipación de calor y evita el deterioro de aislamiento por altas temperaturas.

Revisión eléctrica

Se verifican:

- Continuidad de los devanados
- Resistencia de aislamiento mediante megohmetro
- Apriete de bornes
- Estado de las conexiones

Cuando los valores del aislamiento disminuyen respecto a los valores recomendados por el fabricante, el motor es sometido al proceso de secado.

Cambio de balineras

Durante el mantenimiento mayor se inspeccionan los rodamientos verificando:

- Ruido

- Juego axial
- Vibraciones
- Temperatura

Cuando presentan desgaste se reemplazan por balineras nuevas del mismo tipo y referencia indicada por el fabricante.

Posteriormente se realiza:

- Limpieza del alojamiento
- instalación mediante herramientas adecuadas
- Lubricación correspondiente
- Verificación que el eje quede girando libre

El remplazo oportuno de los rodamientos disminuye vibraciones y evita daños en el eje y en los devanados.

Aplicación de desplazador de humedad

Después de la limpieza interna se aplica un desplazador de humedad sobre los devanados y conexiones eléctricas.

Este producto elimina la humedad acumulada, protege contra la corrosión y mejora la resistencia del aislamiento eléctrico, especialmente en ambientes donde existe alta humedad como la industria avícola.

Aplicación de barniz dieléctrico

Cuando el estado del devanado lo requiere, se aplica barniz dieléctrico sobre las bobinas.

El barniz permite:

- Mejorar el aislamiento
- Aumentar la rigidez dieléctrica
- Fijar las espiras
- Reducir vibraciones
- Proteger contra humedad y contaminantes

Secado al horno

Después de aplicar el barniz, el motor es llevado al horno de secado.

El proceso consiste en mantener el motor a una temperatura aproximada entre **110 °C y 130 °C durante un tiempo de 6 a 8 horas**, dependiendo del tamaño del motor y de las recomendaciones del fabricante del barniz.

Este procedimiento permite:

- Eliminar completamente la humedad
- Acelerar el curado del barniz
- Mejorar las propiedades dieléctricas del devanado

Una vez terminado el proceso se deja enfriar naturalmente antes del montaje.

Pruebas finales

Antes de instalar nuevamente el motor se realizan:

- Medición de resistencia de aislamiento
- Verificación del sentido de giro
- Medición de corriente
- Prueba en vacío
- Prueba bajo carga

Con estas pruebas podemos garantizar su correcto funcionamiento.

5 RESULTADOS

Como resultado de la práctica empresarial se implementó exitosamente el sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera de vehículos transportadores de aves. ¡El sistema permitió integrar un PLC Siemens LOGO!, sensores fotoeléctricos, variadores de frecuencia, electroválvulas y motores eléctricos, logrando una operación automática de los ventiladores y del sistema de aspersión de acuerdo con la presencia de los vehículos.

Durante el desarrollo del proyecto se participó en el tendido de conductores, instalación de bandejas porta cables, montaje y cableado de tableros eléctricos, conexión de motores trifásicos, instalación de dispositivos de protección y puesta en marcha del sistema.

Adicionalmente, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos de la planta, incluyendo actividades de inspección, limpieza, medición del aislamiento, cambio de balineras, aplicación de desplazador de humedad, aplicación de barniz dieléctrico y secado en horno,

con el propósito de incrementar la confiabilidad y prolongar la vida útil de los equipos.

La implementación del sistema contribuyó a mejorar las condiciones ambientales del hangar, optimizar el uso de agua y energía y apoyar el cumplimiento de los lineamientos de bienestar animal establecidos por Operadora Avícola Colombiana S.A.S.

6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Indicar en este espacio si el proyecto desarrollado incluyó alguna de las siguientes consideraciones:

- i) Uso o manejo de recurso vivo, agentes o muestras biológicas
- ii) Datos personales, entrevistas o encuestas
- iii) Representación de algún riesgo sobre la vida, el ambiente o los derechos humanos. Si fue así, debe indicar cómo se garantizó el cumplimiento de los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia y sus respectivos anexos (ver Procedimiento Comité de Ético y formato en BD, para que de ser necesario el comité de ética CEI_UTS pueda emitir su concepto.

7 CONCLUSIONES

- Se logró implementar satisfactoriamente el sistema automatizado de ventilación y aspersión para el hangar de espera, mejorando las condiciones ambientales durante la permanencia de los vehículos transportadores de aves.
- La utilización del PLC Siemens LOGO!, sensores fotoeléctricos, variadores de frecuencia y electroválvulas permitió automatizar el proceso, reduciendo la intervención manual y aumentando la confiabilidad del sistema.
- La participación en la instalación eléctrica y el montaje de tableros fortaleció los conocimientos adquiridos durante la formación como Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico.
- El diseño del plan de mantenimiento preventivo proporciona una herramienta para reducir fallas, aumentar la disponibilidad de los motores eléctricos y prolongar su vida útil.
- La práctica permitió integrar conocimientos de automatización, electricidad industrial y mantenimiento electromecánico en un entorno industrial real.

8 RECOMENDACIONES

- Implementar completamente el plan de mantenimiento preventivo propuesto para todos los motores eléctricos del sistema.
- Registrar cada intervención en hojas de vida de los motores.
- Realizar mediciones periódicas de aislamiento y vibraciones para detectar fallas tempranas.
- Capacitar al personal de mantenimiento sobre el uso adecuado del PLC y del variador de frecuencia.
- Mantener actualizado el respaldo del programa del PLC y los planos eléctricos del sistema.
- Evaluar en el futuro la incorporación de monitoreo remoto de variables como corriente, temperatura y horas de funcionamiento.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABB. (2021). *Low Voltage Motors Manual*. ABB.
- Bolton, W. (2021). *Programmable Logic Controllers* (7th ed.). Elsevier.
- Danfoss. (2023). *iC2-Micro Drive Operating Guide*. <https://www.danfoss.com>
- Festo Didactic. (2020). *Electroneumatics Basic Level*. Festo Didactic GmbH & Co. KG.
- ICONTEC. (2020). *NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Manual de bienestar animal para plantas de beneficio avícola*. Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE*. <https://www.minenergia.gov.co>
- Mora Gutiérrez, A. (2018). *Mantenimiento industrial efectivo* (3.^a ed.). Alfaomega.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2023). *Código Sanitario para los Animales Terrestres. Bienestar animal durante el transporte y sacrificio*. <https://www.woah.org/es>
- Siemens AG. (2023). *LOGO! Manual*. Siemens AG. <https://www.siemens.com>
- WEG Equipamientos Eléctricos S.A. (2022). *Manual de mantenimiento de motores eléctricos*. WEG. <https://www.weg.net>

10 APENDICES

APÉNDICE A. Plan de mantenimiento preventivo para motores eléctricos

Como complemento del desarrollo de la práctica empresarial, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos de la planta, con el propósito de aumentar la confiabilidad de los equipos, disminuir fallas inesperadas y prolongar su vida útil. El plan contempla actividades de inspección, limpieza, medición de aislamiento, cambio de rodamientos, lubricación, aplicación de barniz dieléctrico desplazador de humedad, secado en horno y pruebas de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE B. Formato de inspección para motores eléctricos

Se diseñó un formato de inspección para registrar las actividades de mantenimiento preventivo realizadas a los motores eléctricos, permitiendo llevar un control de las intervenciones efectuadas, el estado de los equipos y las observaciones registradas durante cada inspección.

Fuente: Elaboración propia.

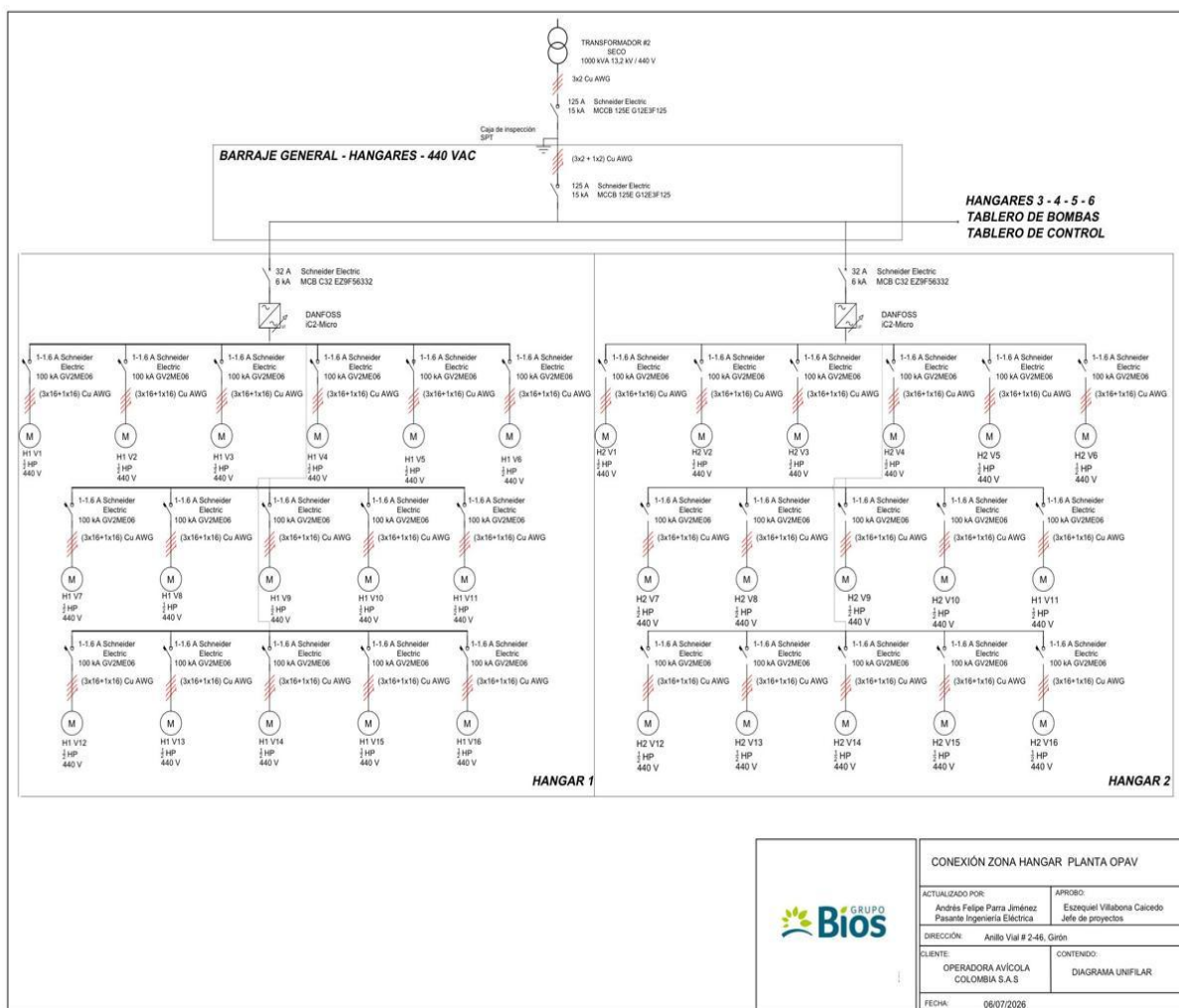
APÉNDICE C. Relación de equipos y herramientas utilizados durante la práctica

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se utilizaron equipos y herramientas para la ejecución de las actividades de montaje eléctrico, automatización y mantenimiento, entre los que se destacan el PLC Siemens LOGO!, variadores de frecuencia Danfoss iC2, electroválvulas de 24 VDC, electrobomba, multímetro digital, pinza amperimétrica, megóhmetro, destornilladores, llaves combinadas, pelacables, ponchadora para terminales y demás herramientas necesarias para la instalación y puesta en marcha del sistema.

11 ANEXOS

Anexo A. Planos eléctricos del sistema automatizado.

Figura A1 Plano unifilar 1.

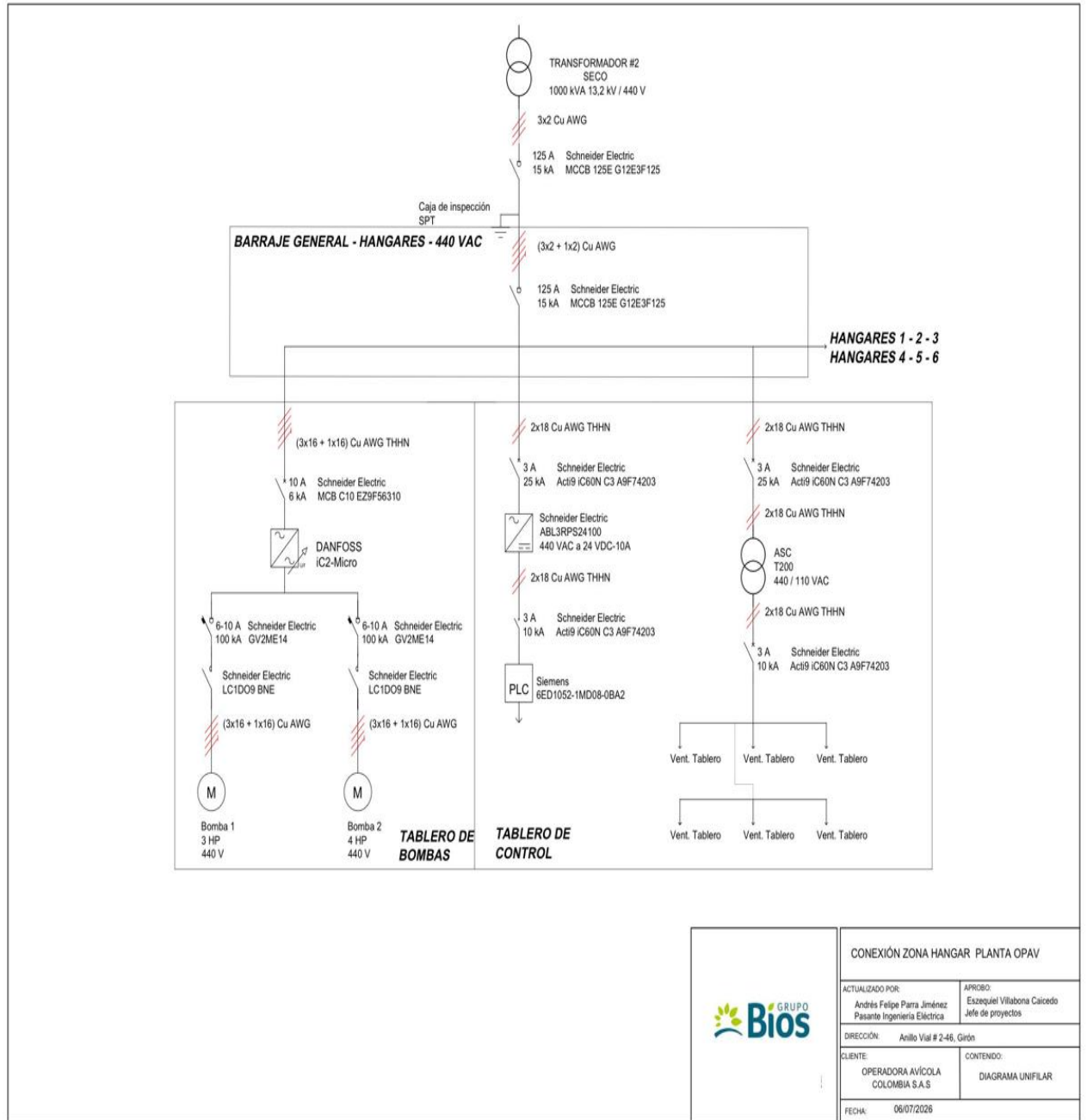


ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Figura A2 Plano unifilar plc, ventiladores extractores del tablero y bombas de agua del sistema.



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Anexo B Plan de mantenimiento preventivo de motores eléctricos.

Figura B1 Instructivo del plan.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MOTORES ELÉCTRICOS				
Objetivo: Garantizar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los motores eléctricos utilizados en el sistema de ventilación y aspersión del hangar de espera.				Código: PM-ME-01
Alcance: Aplica a todos los motores eléctricos de ventiladores axiales y bomba de aspersión de la planta.				Versión: 01
Responsable: Área de Mantenimiento – Técnico Electricista.				Fecha: 28/06/2026
Actividad	Descripción	Frecuencia	Herramientas / Materiales	Responsable
1. Inspección visual	Verificar estado general del motor, limpieza exterior, ruidos anormales, vibraciones, fijaciones y estado de cableado.	Mensual	Linterna, multimetro, destornilladores	Técnico eléctrico
2. Limpieza externa	Retirar polvo, grasa o residuos que puedan afectar la ventilación del motor.	Mensual	Brocha, aire comprimido, trapos limpios	Técnico eléctrico
3. Lubricación de rodamientos (si aplica)	Verificar el tipo de rodamiento y aplicar lubricante adecuado según especificación del fabricante.	Trimestral	Grasa para rodamientos, engrasadora	Técnico eléctrico
4. Cambio de rodamientos	Desmontar el motor, retirar rodamientos en mal estado y reemplazarlos por nuevos del mismo tipo.	Según condición o cada 12-18 meses	Extractor, prensa, rodamientos nuevos, herramientas manuales	Taller de mantenimiento
5. Limpieza interna	Eliminar polvo y suciedad del estator, rotor y ductos de ventilación.	Cada intervención del motor	Aire comprimido, brocha, aspirador industrial	Taller de mantenimiento
6. Aplicación de barniz dieléctrico	Aplicar barniz desplazador de humedad en los embobinados para mejorar el aislamiento eléctrico y proteger contra la humedad.	Cada intervención del motor	Barniz dieléctrico, brocha o pistola de aplicación	Taller de mantenimiento
7. Secado en horno	Secar el motor en horno para asegurar el curado correcto del barniz y eliminar completamente la humedad.	Cada intervención del motor	Horno eléctrico industrial (temperatura según ficha técnica del barniz)	Taller de mantenimiento
8. Medición de aislamiento	Medir la resistencia de aislamiento de los embobinados para verificar el estado eléctrico del motor.	Semestral	Megóhmetro (500 V – 1000 V)	Técnico eléctrico
9. Verificación eléctrica	Medir corriente, voltaje y balanceo de fases durante la operación.	Trimestral	Multímetro, pinza amperimétrica	Técnico eléctrico
10. Prueba de funcionamiento	Poner el motor en marcha, verificar vibraciones, temperatura y nivel de ruido.	Cada intervención del motor	Termómetro infrarrojo, tacómetro (si aplica)	Técnico eléctrico
Notas importantes: - Todos los trabajos deben realizarse con el motor desenergizado y aplicando el protocolo de bloqueo y etiquetado (LOTO). - Respetar las recomendaciones del fabricante en cuanto a lubricación, voltaje y mantenimiento. - Registrar cada actividad en el formato de mantenimiento.				
Elaborado por: Área de Mantenimiento		Revisado por: Supervisor de Mantenimiento		Aprobado por: Gerencia de Planta
Fecha: 28/06/2026		Fecha: 28/06/2026		Fecha: 28/06/2026

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023