

Mantenimiento preventivo de una sierra eléctrica y adaptación tecnológica de una incubadora de yogurt a una incubadora de huevos.***Preventive maintenance of an electric saw and technological adaptation of a yogurt incubator into an egg incubator.***

Almagro Cornejo Santiago Gabriel, Cruz Poma Carlos Andrés, Obaco Balladares Franklin Wladimir, Rodríguez Giler Jeremy Joel, Solorzano Proaño Shanelly Antonella, Valencia Ordoñez Ulises Paul.

DIMENSIÓN CIENTÍFICA**Julio - diciembre, V°7-N°2; 2026****Recibido: 01 -07-2026****Aceptado:08 -07-2026****Publicado:31- 12-2026****PAIS**

- Ecuador
- Ecuador
- Ecuador
- Ecuador
- Ecuador
- Ecuador

INSTITUCION

- Universidad UTE
- Universidad UTE
- Universidad UTE
- Universidad UTE
- Universidad UTE

CORREO:

- ✉ voup504536@ute.edu.ec
- ✉ shanelly.solorzano@ute.edu.ec
- ✉ carlos.cruzp@ute.edu.ec
- ✉ jeremy.rodriguezq@ute.edu.ec
- ✉ santiago.almagro@ute.edu.ec
- ✉ franklin.obaco@ute.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0000-4906-824X>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0008-3323-8230>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0007-8470-7941>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-3598-1659>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0004-5691-1767>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-5859-3827>

FORMATO DE

Almagro, S. Cruz, C. Obaco, F. Rodríguez, J. Solorzano, S. Valencia, U.. (2026). *Mantenimiento preventivo de una sierra eléctrica y adaptación tecnológica de una incubadora de yogurt a una incubadora de huevos*. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°2.). p. 1537- 1566.

Resumen

El presente proyecto integrador nace de la necesidad de recuperar equipos eléctricos y agroindustriales que han quedado fuera de servicio debido a fallas técnicas. En este caso, se trabaja con dos equipos principales: una sierra eléctrica, considerada un equipo electromecánico, y una máquina agroindustrial que originalmente era utilizada para la producción de yogurt; parte de esta será utilizada para funcionar como incubadora de huevos. La finalidad del proyecto es devolver la funcionalidad a estos equipos mediante procesos de mantenimiento. El objetivo de este trabajo es reacondicionar ambos equipos para que vuelvan a estar operativos y puedan ser utilizados en actividades prácticas. Para ello, se realiza primero un diagnóstico del estado en el que se encuentran y, posteriormente, se aplican los ajustes necesarios tanto a nivel mecánico como eléctrico. De esta manera, se busca que la sierra eléctrica funcione de manera adecuada y que la máquina agroindustrial cumpla correctamente su nueva función. Como resultado, se pretende demostrar que es posible transformar maquinaria defectuosa en equipos funcionales con utilidad productiva. El aprovechamiento de estos recursos mediante la innovación técnica permite optimizar materiales disponibles y darles una nueva vida. En este sentido, el proyecto resalta la importancia de aplicar conocimientos de ingeniería para mejorar equipos existentes y generar soluciones prácticas dentro del entorno académico.

Palabras clave: Adaptación, Agroindustria, Innovación, Mantenimiento, Reacondicionamiento.

Abstract

This integrative project arises from the need to recover electrical and agro-industrial equipment that has become out of service due to technical failures. In this case, two main pieces of equipment are analyzed: an electric saw, considered an electromechanical device, and an agro-industrial machine originally used for yogurt production, part of which will be adapted to operate as an egg incubator. The purpose of the project is to restore the functionality of these devices through maintenance processes. The main objective is to recondition both pieces of equipment so they can become operational again and be used in practical activities. To achieve this, an initial diagnosis of their current condition is carried out, followed by the application of the necessary mechanical and electrical adjustments. In this way, the electric saw is expected to operate properly, and the agro-industrial machine will successfully perform its new function. As a result, the project aims to demonstrate that defective machinery can be transformed into functional equipment with productive applications. The reuse of these resources through technical innovation allows the optimization of available materials and gives them a new purpose. Therefore, this project highlights the importance of applying engineering knowledge to improve existing equipment and develop practical solutions within the academic environment.

Keywords: Adaptation, Agroindustry, Innovation, Maintenance, Reconditioning.

Introducción

La gestión responsable de la maquinaria industrial ha cobrado una relevancia crucial a nivel mundial, pues es una vía directa para reducir el impacto ambiental y optimizar el aprovechamiento de los recursos. En este sentido, el reacondicionamiento de equipos se posiciona como una estrategia fundamental; al priorizar la reparación y reutilización sobre el desecho, no solo reducimos residuos, sino que extendemos significativamente la vida útil de los activos (Martínez et al., 2024).

En el Ecuador, y particularmente dentro del sector técnico y agroindustrial, esta visión es especialmente práctica debido a los altos costos de adquisición de maquinaria nueva. Por esta razón, el mantenimiento y la adaptación de equipos existentes se han vuelto una necesidad operativa. En el caso de las sierras eléctricas, el mantenimiento preventivo es nuestra principal herramienta para evitar fallas, aunque en ocasiones es indispensable realizar intervenciones correctivas, como la sustitución de motores. Por otro lado, cuando adaptamos equipos para procesos como la incubación, el desafío radica en el control preciso de variables críticas, como la temperatura y la humedad (Pancha y Llanes, 2020). Diversos estudios han validado que implementar tecnología adaptada de este modo mejora notablemente la eficiencia operativa de los sistemas (de la Rosa et al., 2022; Rodríguez-Cruz et al., 2018).

Bajo esta premisa, nuestro proyecto se centra en el ámbito local y formativo, abordando dos frentes específicos: el mantenimiento integral de una sierra eléctrica y la transformación de una máquina procesadora de yogurt en una incubadora de huevos. En la sierra, las acciones de mantenimiento preventivo se complementan con una intervención correctiva clave mediante la instalación de un nuevo motor para asegurar su operatividad. Respecto a la incubadora, el desarrollo de sistemas de control térmico ha sido fundamental para garantizar las condiciones necesarias en el proceso. Con este trabajo, demostramos que es posible recuperar maquinaria en desuso y transformarla en equipos altamente funcionales, aprovechando al máximo los recursos mediante una gestión técnica eficiente (Alzate, 2024; Valdés, 2025).

El proyecto se desarrolla en las instalaciones de la Universidad UTE, aprovechando nuestra infraestructura de formación técnica. Actualmente, tanto la sierra eléctrica como la máquina de yogurt se encuentran en el taller electromecánico, donde estamos trabajando en su reparación y adaptación técnica. Una vez completada la fase de construcción y su respectiva presentación, la incubadora será trasladada al galpón de agroindustrias para iniciar su puesta en marcha operativa. Desde una perspectiva socioeconómica, este trabajo

nace de nuestra iniciativa como estudiantes por encontrar alternativas de bajo costo que eviten el gasto que supone adquirir maquinaria nueva, apostando por darle una segunda vida a equipos que estaban en desuso. En el ámbito cultural, el proyecto promueve una mentalidad de innovación y uso responsable de los recursos, buscando generar soluciones prácticas con un impacto real que puedan ser aplicadas directamente en el sector productivo de nuestra zona. El propósito de este proyecto es que los estudiantes de la Universidad UTE apliquemos conocimientos teóricos en situaciones reales. El mantenimiento de la sierra eléctrica y la transformación de la máquina de yogurt nos permitieron trabajar directamente en el taller de electromecánica, facilitando un aprendizaje práctico. A través de este proceso, integramos contenidos de distintas asignaturas: desde circuitos eléctricos y electrónica para el diagnóstico y verificación de componentes, hasta mecánica para el reacondicionamiento de la sierra y agroindustria para la adaptación de la incubadora.

Desde el aspecto económico, el proyecto demuestra que no siempre es necesario adquirir maquinaria nueva. Al recuperar equipos que estaban fuera de servicio, optimizamos los recursos disponibles en la institución y les damos un nuevo propósito productivo. Esto es especialmente útil en agroindustrias, ya que la innovación a partir de equipos existentes permite reducir costos operativos sin afectar su funcionalidad. Finalmente, este trabajo beneficia a la universidad al dejar maquinaria plenamente operativa en sus espacios de práctica. De esta manera, los estudiantes actuales y futuros cuentan con herramientas funcionales para su formación, lo cual fomenta el desarrollo de habilidades técnicas y la capacidad de resolver problemas técnicos reales.

Métodos y Materiales

Este proyecto se desarrolló bajo un enfoque metodológico cualitativo, centrado en la observación, el diagnóstico y el análisis técnico de dos equipos: una sierra eléctrica y una máquina de yogurt, esta última adaptada para la construcción de una incubadora de huevos. Esta metodología nos permitió comprender a fondo el funcionamiento de ambos sistemas, identificar fallas críticas y determinar con precisión las acciones necesarias para su recuperación y puesta en marcha. El diseño de este estudio es de tipo aplicado y no experimental, ya que el trabajo se realizó directamente sobre los equipos en su estado original. Sin alterar las variables bajo condiciones artificiales, nos enfocamos en intervenir sobre situaciones reales para resolver un problema práctico: la recuperación de la sierra eléctrica y la construcción de una incubadora funcional a partir de la estructura de la máquina de yogurt.

Para la recolección de datos, empleamos la observación directa junto con el registro constante de parámetros eléctricos y térmicos. En la sierra eléctrica, evaluamos el estado de los componentes mecánicos y el sistema eléctrico, registrando valores de corriente, especificaciones del cableado, capacidad del breaker y el rendimiento del sistema de refrigeración. Por otro lado, en la incubadora, monitoreamos variables críticas como temperatura interna, humedad, consumo eléctrico y la precisión del sistema de volteo. Todos estos datos fueron obtenidos mediante el uso de multímetros, sensores específicos y la verificación constante del funcionamiento de los equipos en el taller. En cuanto al análisis de datos, aplicamos un enfoque descriptivo basado en los resultados obtenidos tras las pruebas de funcionamiento.

En la sierra eléctrica, verificamos su desempeño operativo durante el corte de materiales, evaluando principalmente la estabilidad del motor, el estado de los componentes mecánicos y la eficacia del sistema de refrigeración. Por su parte, en la incubadora analizamos la estabilidad de la temperatura y la humedad durante periodos continuos de funcionamiento, evaluando la respuesta del sistema de control y los sensores de monitoreo instalados.

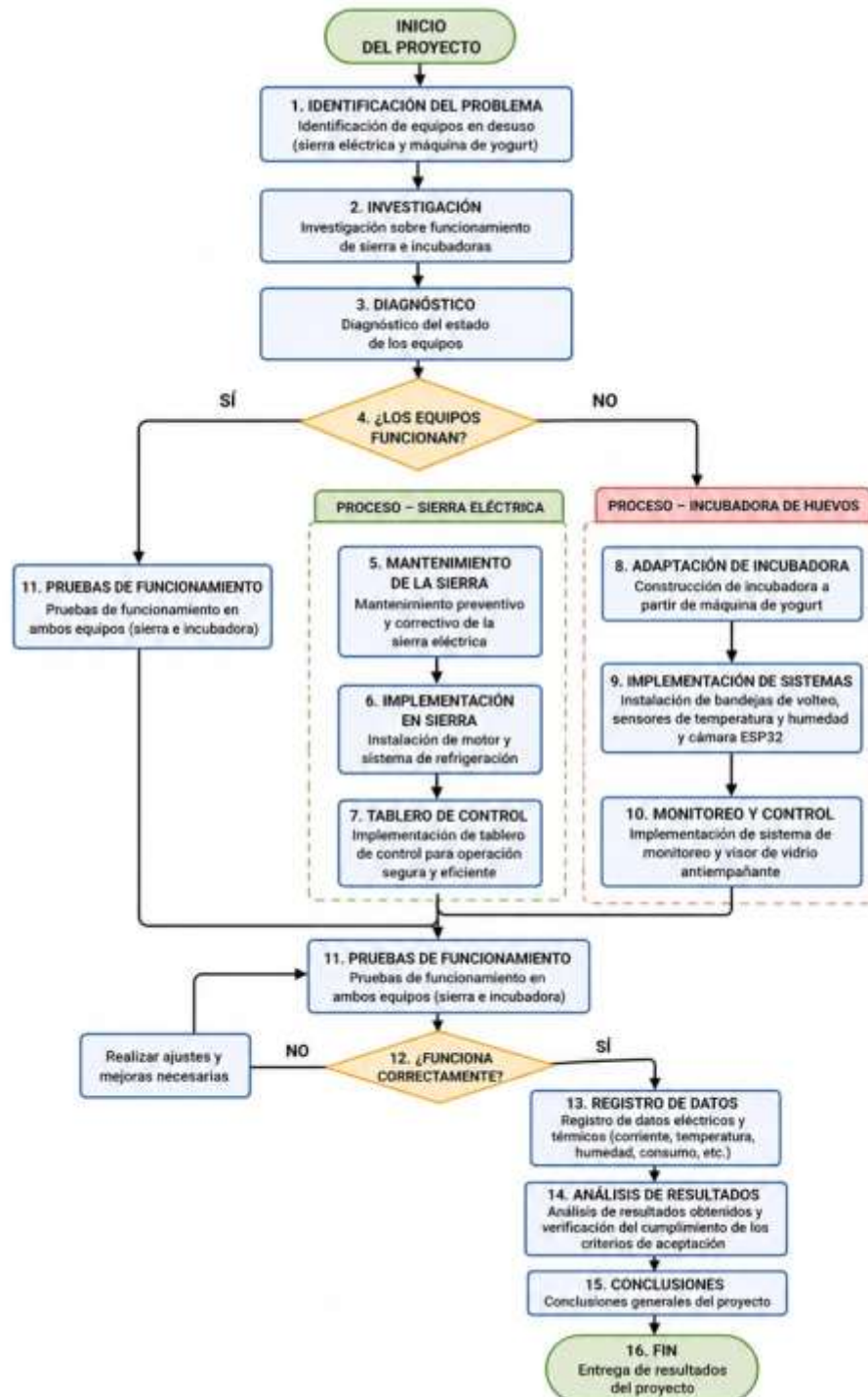
Todo este trabajo se desarrolló bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). El proceso comenzó con la conformación del equipo y la identificación de los equipos que estaban fuera de servicio. Posteriormente, realizamos una fase de investigación técnica que nos permitió planificar el mantenimiento preventivo y la verificación de componentes clave, como el cableado y las conexiones eléctricas.

Finalmente, esta metodología nos llevó a ejecutar la puesta a punto de los equipos, transformando el taller de electromecánica en el espacio donde hoy, gracias a este proyecto, contamos con maquinaria operativa para nuestra formación práctica.

Para una mejor comprensión del proceso seguido, a continuación, se presenta el flujograma de las actividades realizadas desde la fase inicial hasta la obtención de resultados.

Figura 1.-

Esquema de proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Posteriormente, ejecutamos las actividades de diagnóstico, desmontaje y mantenimiento integral de la sierra eléctrica. Este proceso incluyó tareas de mantenimiento

preventivo y correctivo, destacando la sustitución del motor y la adaptación de un sistema de refrigeración para optimizar la temperatura de operación. Además, implementamos un tablero de control centralizado que garantiza una operación más segura y eficiente.

De manera paralela, desarrollamos la incubadora de huevos utilizando la estructura de la máquina de yogurt. El trabajo consistió en la instalación de bandejas de volteo, sensores de temperatura y humedad, y la integración de un sistema de monitoreo visual mediante cámara ESP32. Para finalizar, validamos el funcionamiento del equipo mediante pruebas continuas, asegurando la estabilidad de las variables internas necesarias para el proceso de incubación.

Finalmente, realizamos las pruebas de funcionamiento de ambos equipos. En la sierra eléctrica, efectuamos ensayos de corte bajo condiciones reales de operación, verificando la estabilidad del motor, el tiempo de funcionamiento y la eficacia del sistema de refrigeración recién implementado. En el caso de la incubadora, realizamos pruebas durante periodos continuos de funcionamiento, registrando la temperatura y la humedad en intervalos regulares, así como la estabilidad general del sistema de control. Nuestro criterio de aceptación fue el mantenimiento constante de las condiciones ambientales necesarias para garantizar el éxito del proceso de incubación.

En cuanto a las consideraciones éticas, el proyecto se rigió bajo estrictos protocolos de seguridad en el manejo de herramientas y maquinaria. Fomentamos en todo momento el trabajo colaborativo, la responsabilidad en el uso de los recursos institucionales y el cumplimiento de las normativas de seguridad industrial del taller, asegurando que el desarrollo del proyecto fuera sostenible y seguro para todos los integrantes.

Análisis de Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos tras el rediseño, la adecuación y la restauración integral de la sierra eléctrica y la incubadora de huevos. A continuación, se detallan las condiciones de funcionamiento alcanzadas en los sistemas mecánicos, eléctricos y de control de ambos equipos, demostrando su plena operatividad y rendimiento dentro del taller de electromecánica.

Incubadora de huevos. - El proyecto se centró en el rediseño y construcción de una incubadora de huevos mediante la adaptación técnica de una unidad originalmente destinada a la producción de yogurt. En su estado inicial, el equipo presentaba limitaciones funcionales críticas: carecía de los sistemas necesarios para el control preciso de variables como la temperatura, la humedad relativa y la ventilación, factores indispensables para un proceso de incubación avícola exitoso. Esta deficiencia técnica, caracterizada por la

inestabilidad térmica y la ausencia de un sistema de control automatizado, imposibilitaba su uso para el desarrollo embrionario, marcando la necesidad de una intervención integral en sus componentes de control ambiental.

El proceso de incubación exige un control riguroso y continuo de los parámetros ambientales, dado que estos influyen directamente en la viabilidad del embrión, la uniformidad del desarrollo y la tasa de eclosión final. Investigaciones previas indican que las desviaciones en estos factores pueden comprometer seriamente el desarrollo embrionario, mientras que su regulación precisa optimiza el rendimiento del sistema (Rodríguez-Cruz et al., 2018; Pancha Ramos & Llanes Cedeño, 2020). En este contexto, la implementación de sistemas automatizados basados en sensores y microcontroladores permite el monitoreo en tiempo real y la corrección autónoma de las condiciones internas.

Atendiendo a estos requerimientos, ejecutamos la reingeniería del equipo integrando un controlador digital STC-3028, que opera bajo una lógica de control *Todo/Nada* (On-Off). Este dispositivo regula automáticamente el ciclo de calentamiento mediante la activación en paralelo de una resistencia eléctrica superior y focos incandescentes y el control de humedad, gestionando un humidificador ultrasónico de seis membranas ubicado en la sección inferior posterior. La niebla generada es conducida a través de tuberías de PVC hacia la zona superior, donde un ventilador de operación continua, junto a un sistema deflector, asegura la mezcla homogénea del aire caliente con el flujo de humedad. Este diseño permite mitigar gradientes térmicos y evitar variaciones bruscas de temperatura dentro de la cámara de incubación.

Para garantizar lecturas fiables, tanto el sensor del sistema como las bandejas de incubación fueron ubicados estratégicamente en la zona media de la cabina. Con esto, evitamos cualquier interferencia que pudiera causar la radiación directa o la proximidad excesiva a las paredes del equipo. Aunque adaptamos el espacio interno para una capacidad máxima de 250 huevos, decidimos trabajar con una carga operativa de 150. Esta decisión no fue al azar: al no llenar la máquina al límite, logramos una circulación de aire mucho más eficiente, lo que nos asegura un microclima estable y una distribución térmica mucho más homogénea.

Por otro lado, la renovación de oxígeno la resolvimos con un sistema de ventilación pasiva cruzada. Instalamos ductos de PVC en la parte inferior y superior de la estructura, permitiendo un flujo constante que facilita la entrada de aire fresco y, al mismo tiempo, la expulsión del dióxido de carbono que genera el proceso biológico de los huevos. Este detalle, aunque parece sencillo, fue clave para que el sistema no se sature y mantenga siempre condiciones saludables dentro de la cámara.

Figura 2.

Vista interna de la incubadora y distribución de canastas.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Adicionalmente, diseñamos un mecanismo de volteo automático que funciona de manera independiente al sistema principal mediante una lógica de temporización. Este sistema acciona un motor asíncrono de baja potencia que, a intervalos programados, genera una oscilación suave en las bandejas. Este movimiento es fundamental para garantizar que el calor se distribuya uniformemente por toda la superficie del huevo y, sobre todo, para prevenir que el embrión se adhiera a la membrana interna de la cáscara durante su desarrollo.

Como parte de la modernización, decidimos integrar un módulo de monitoreo visual basado en la tecnología ESP32-CAM, instalado en una sección segura y protegida de la cabina. Este sistema nos permite supervisar el estado interno de la incubadora de forma remota y en tiempo real. Gracias a esta mejora, podemos realizar un seguimiento detallado sin necesidad de abrir la puerta del equipo, evitando así cualquier pérdida de temperatura o humedad y garantizando que el microclima interno se mantenga siempre estable y constante.

Actualmente, la incubadora se encuentra en plena operación con una carga activa de 150 huevos. Aunque aún nos encontramos a la espera de los resultados finales de eclosión, los datos registrados hasta la fecha muestran una gran estabilidad en todas las variables controladas, lo que confirma un desempeño sólido tanto a nivel mecánico como electrónico. De esta manera, el proyecto consolida la transformación exitosa de un equipo que inicialmente tenía un propósito distinto, convirtiéndolo ahora en un sistema optimizado para la incubación avícola. Este resultado confirma que el sistema diseñado mantiene

condiciones estables, evidenciando que el dimensionamiento eléctrico y el control implementado son adecuados para el proceso de incubación (Alzate Alzate, 2024).

- Cargas del sistema:

En esta sección detallamos las cargas eléctricas que componen el sistema de la incubadora, integrando los elementos de calefacción, control, ventilación, volteo y monitoreo. A partir del análisis de estos componentes, calculamos la carga total del sistema, lo cual nos permitió establecer las bases técnicas necesarias para el dimensionamiento eléctrico adecuado y garantizar la seguridad operativa del equipo.

Tabla 1.

Potencias de carga del sistema de incubadora.

ELEMENTO	POTENCIA
Calefacción (resistencia + lámparas)	650 W
Ventilador	35 W
STC 3028	3 W
Humidificador	15 W
Bandejas de volteo	20 W

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Promedio de potencia del humidificador:

$$20 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 0,0139 \text{ duty}$$

$$15 \times 0,0139 = 0,21 \text{ W}$$

Potencia de calefacción con ciclo:

$$650 \times \frac{1}{6} = 108,33 \text{ W}$$

Potencia promedio total:

$$108,33 + 35 + 3 + 0,21 + 0,028 = 146,57 \text{ W}$$

Resistencia térmica (fibra de vidrio 25,4mm):

$$R = \frac{0,0254}{0,04} = 0,635$$

Flujo de calor:

$$Q = \frac{A \times \Delta T}{R}$$

$$Q = \frac{3,88 \times 12,5}{0,635} = 76,3 \text{ W}$$

Eficiencia térmica:

$$n = \frac{Q}{P}$$
$$n = \frac{76,3}{146,57} = 0,520$$
$$n = 52\%$$

- Cálculo de corrientes:

En esta sección, calculamos las corrientes nominales de los distintos circuitos que conforman la incubadora, partiendo de las potencias registradas en la tabla de cargas y considerando el voltaje de operación del sistema. Este análisis es fundamental para verificar que cada componente trabaje dentro de sus parámetros eléctricos adecuados y asegurar la integridad de toda la instalación.

Tabla 2.

Cargas eléctricas del sistema de la incubadora

CIRCUITO	CORRIENTE TOTAL
Circuito calefacción (STC 3028)	5.28 A
Ventilador (24/7)	0.28 A
Humidificador	0.12 A
STC 3028 (control)	0.024 A
Bandeja de volteo	0.16 A
Suma total	5.86 A

Fuente: Elaboración propia, 2026.

- Selección conductores:

En esta sección definimos los conductores eléctricos para cada circuito de la incubadora. Esta selección se basó en las corrientes calculadas, considerando la capacidad nominal del cable de cobre y las condiciones de operación del equipo. Con esto, garantizamos una instalación eléctrica eficiente, segura y adecuada para el funcionamiento continuo del sistema.

Tabla 3.

Dimensionamiento de conductores (AWG) del sistema de la incubadora.

CIRCUITO	CORRIENTE	CALIBRE USADO
Calefacción	5.28 A	AWG 12
Otros circuitos	< 0.3 A	AWG 14

Fuente: Elaboración propia, 2026.

- Protección eléctrica:

En esta sección seleccionamos los elementos de protección del sistema. Estos dispositivos garantizarán la seguridad de los circuitos ante sobre corrientes y posibles fallas eléctricas, asegurando así la integridad operativa de la incubadora durante su funcionamiento.

Tabla 4.

Elementos de protección eléctrica del sistema de la incubadora

Corriente total: 5.86 A
Margen de seguridad 125% : $I_{breaker}: 5.86 \times 1.25 = 7.33 A$
Breaker ideal: 10 A

Fuente: Elaboración propia, 2026.

- Acometida principal:

El sistema de la incubadora se alimenta desde una acometida general, la cual distribuye energía a los circuitos de control, calefacción, ventilación y monitoreo. Esta configuración asegura el suministro eléctrico necesario para el funcionamiento integral de todos los componentes del equipo.

Tabla 5.

Acometida principal para el sistema de la incubadora.

Acometida recomendada: AWG 12 cobre
Fuente: Elaboración propia, 2026.

- Sistema de funcionamiento:

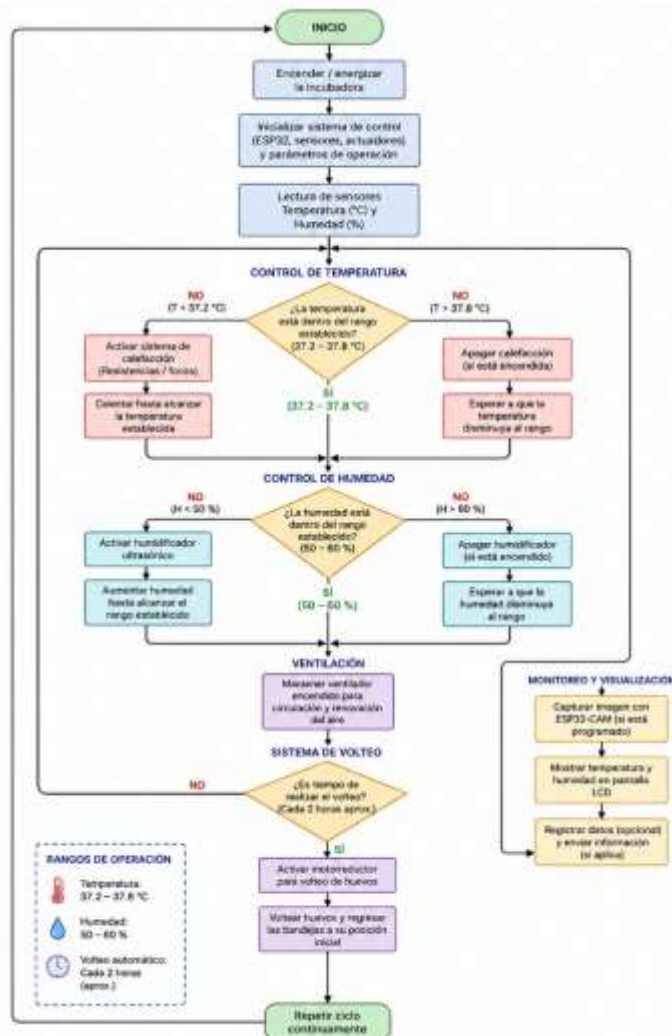
En esta sección detallamos el funcionamiento integral de la incubadora. El sistema articula de manera continua los módulos de control térmico, humedad, ventilación y volteo automático para mantener las condiciones óptimas durante todo el proceso de incubación. Este flujo operativo se logra mediante la interacción precisa entre los componentes eléctricos y el sistema de control, ajustando las variables internas según los parámetros requeridos para el desarrollo embrionario.

El control de temperatura y humedad se gestiona de forma autónoma, mientras que el sistema de ventilación garantiza una circulación constante y la renovación del aire dentro de la cámara. Complementariamente, el mecanismo de volteo permite la rotación periódica de las bandejas, asegurando que la distribución térmica sea uniforme en toda la carga.

El funcionamiento del sistema se presenta mediante un flujograma que describe la secuencia de operación de la incubadora.

Figura 3.

Flujograma incubadora de huevos.



Fuente: Elaboración propia

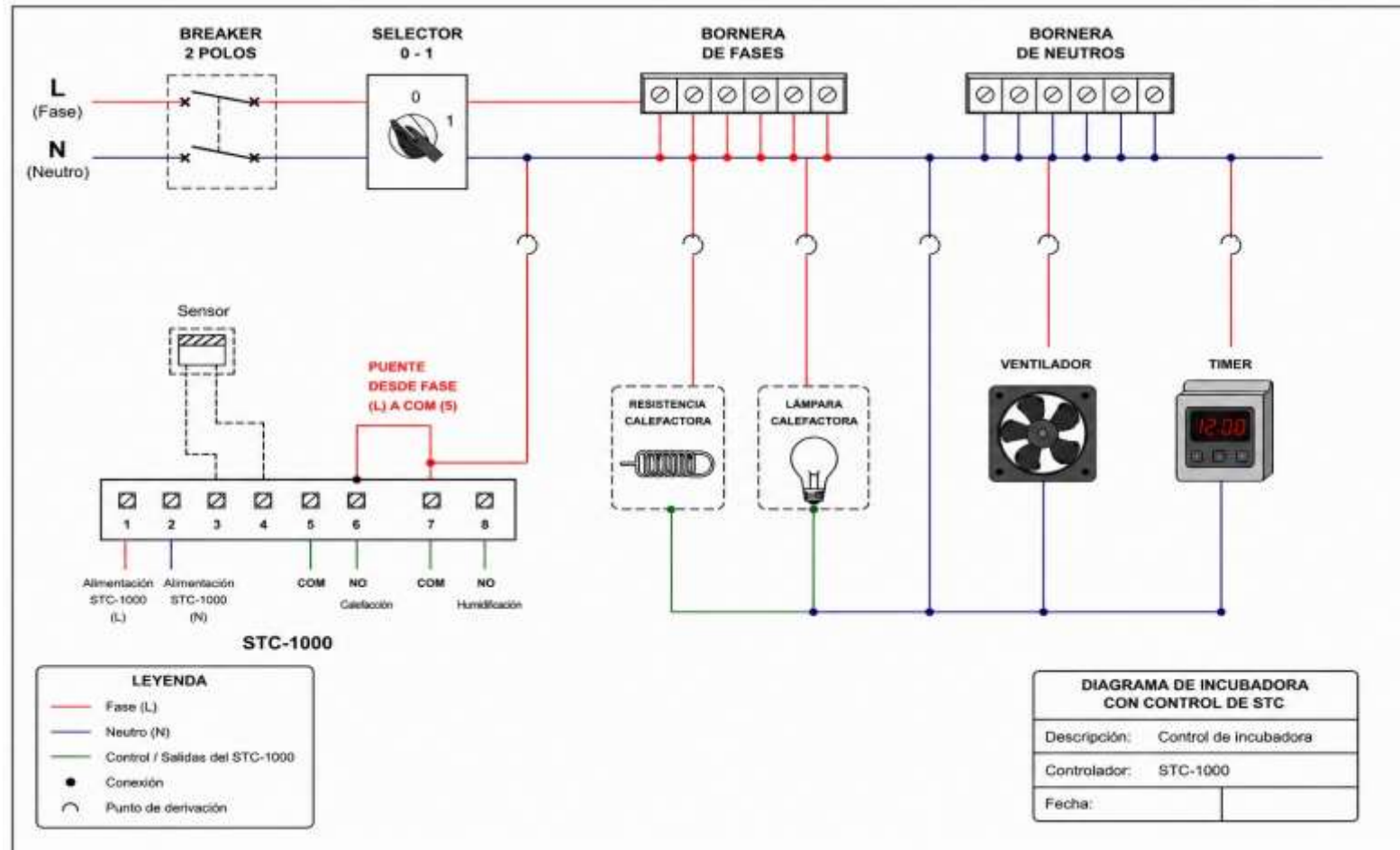
- Síntesis de resultados del sistema de incubación.

Los resultados obtenidos validan el funcionamiento del sistema, evidenciando un desempeño estable en el control de las variables críticas durante todo el proceso. La respuesta del sistema ante las variaciones internas es precisa, manteniendo las condiciones necesarias para garantizar el éxito de la incubación.

En este sentido, el prototipo cumple con los objetivos planteados, demostrando su viabilidad técnica y fiabilidad en condiciones reales de operación. Basándonos en la correcta integración de los componentes, el dimensionamiento eléctrico y la calibración realizada, estimamos alcanzar una eficiencia operativa de entre el 85 % y el 90 % (Rodríguez-Cruz et al., 2018; de la Rosa Galindo et al., 2022).

Para complementar la representación del sistema implementado, a continuación, se presenta el diagrama eléctrico de la incubadora.

Figura 4. -
Diagrama de conexión.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Sierra eléctrica. - El proceso de restauración permitió rehabilitar integralmente la sierra eléctrica, devolviéndola a un estado de operatividad plena. Mediante una intervención técnica profunda en sus sistemas mecánicos, eléctricos y de control, logramos no solo reactivar el equipo, sino optimizar su rendimiento general. Además, integramos nuevas medidas de protección y sistemas complementarios, lo que garantiza una operación más segura, un desempeño eficiente y una mayor facilidad para realizar el mantenimiento preventivo a futuro.

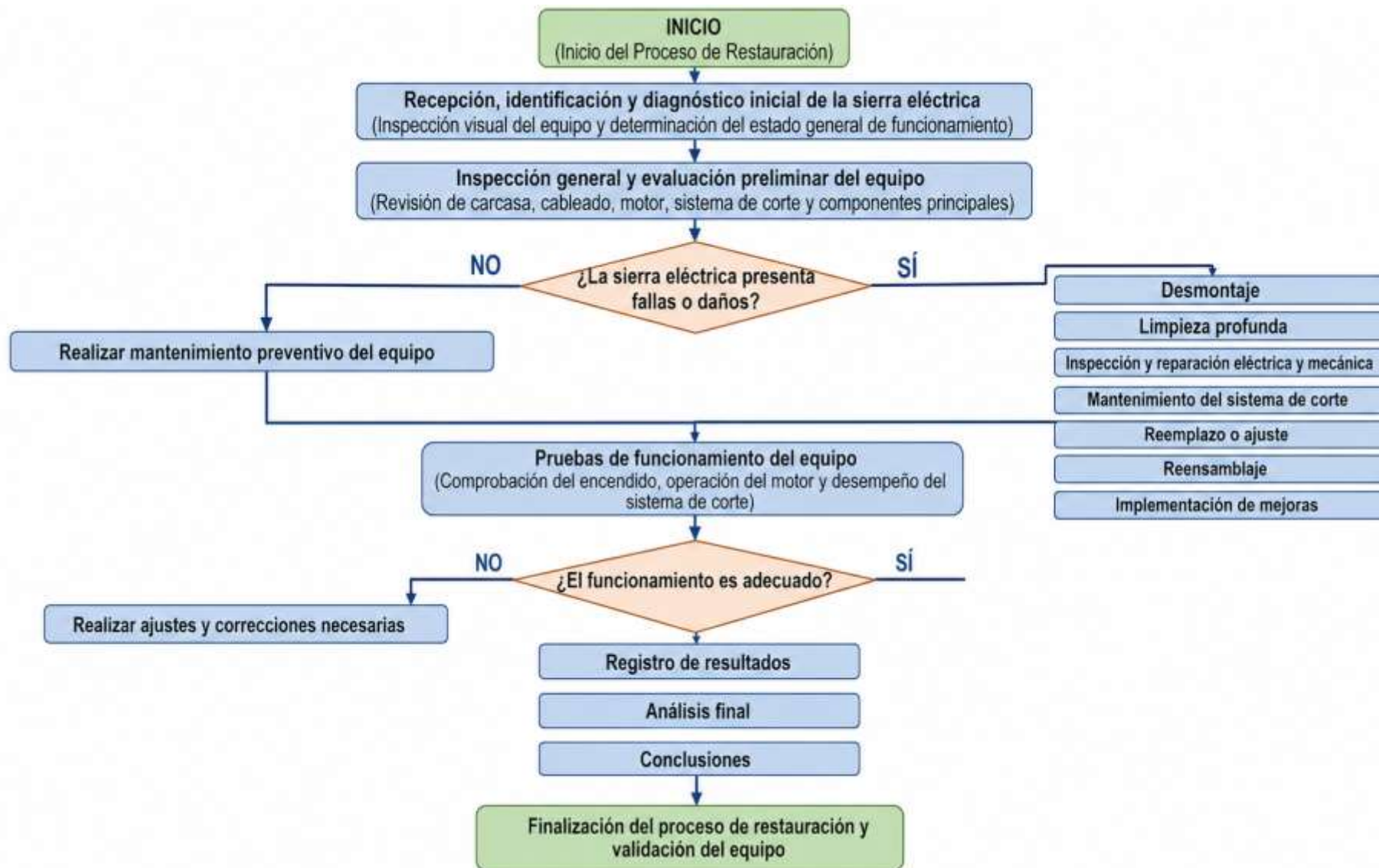
Figura 5.-

Estado inicial y condición de la sierra eléctrica antes de la intervención.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Con el propósito de documentar de forma organizada la recuperación de la sierra eléctrica, diseñamos un flujograma que esquematiza todas las actividades ejecutadas durante la intervención. Este diagrama ilustra la secuencia lógica que permitió restaurar la operatividad del equipo: desde la evaluación inicial y preparación de componentes, pasando por el proceso de restauración mecánica y eléctrica, hasta la implementación de mejoras tecnológicas que optimizaron tanto su desempeño como su facilidad de uso. Figura 6.- Flujograma sierra eléctrica.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Posteriormente, llevamos a cabo la recuperación del sistema mecánico mediante una limpieza profunda de los componentes de transmisión, la eliminación de residuos acumulados y el ajuste preciso de los elementos móviles. Para la lubricación, aplicamos grasa multipropósito a base de jabón de litio (grado NLGI 2), seleccionada por su excelente estabilidad mecánica y alta protección contra el desgaste. Como señala REPSOL (2025), este tipo de lubricantes son ideales en entornos industriales al mantener una película lubricante efectiva bajo condiciones de carga exigentes. Esta intervención no solo mejoró la fluidez de los componentes, sino que garantizó un funcionamiento más estable y preciso del mecanismo de corte.

Para restablecer la operatividad eléctrica de la sierra alternativa, implementamos un nuevo sistema de accionamiento basado en un motor de inducción trifásico de 1 HP, configurado en conexión delta para adaptarse a las condiciones de alimentación disponibles. Complementariamente, instalamos un tablero de control y protección equipado con dispositivos de maniobra y seguridad, lo que permite una operación mucho más fiable, eficiente y, sobre todo, segura para el usuario.

Tabla 6.

Parámetros utilizados para el cálculo de corriente del motor

PARÁMETRO	VALOR
Potencia	1HP = 746 W
Voltaje	220 V (delta)
Factor de potencia	0,80
Eficiencia	0,85

Fuente: Elaboración propia, 2026.

$$I = \frac{746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,80 \times 0,85} = 2,88 \text{ A}$$

Corriente nominal del fabricante: 3,7 A.

Como parte esencial de la modernización, incorporamos un sistema de refrigeración por circulación de taladrina, diseñado específicamente para optimizar el corte de acero. Este sistema emplea una bomba que suministra el refrigerante de forma continua hacia la zona de contacto, disipando eficazmente el calor generado por la fricción entre la cuchilla y el material. Esto no solo mitiga el desgaste térmico de la herramienta, sino que mejora significativamente la calidad del acabado. Como señalan *Fluidos de corte: principales funciones e inconvenientes del uso* (2020), la implementación de estos fluidos es clave en el mecanizado, ya que cumplen funciones críticas de refrigeración, reducción de fricción y mejora general del desempeño durante el proceso.

La implementación de este sistema permitió mejorar la operación de la sierra durante el corte de materiales metálicos, especialmente perfiles de acero, contribuyendo a prolongar la vida útil de la cuchilla y mantener una temperatura adecuada de trabajo. Cabe mencionar que para el corte de madera se utiliza una cuchilla diferente, diseñada para este material, por lo que no requiere la aplicación de taladrina durante dicha operación.

Finalmente, para complementar el sistema eléctrico, integramos una plataforma de monitoreo y control basada en un microcontrolador ESP32, vinculado directamente al circuito de mando de la sierra. Este dispositivo permite la comunicación inalámbrica mediante protocolo Bluetooth con una aplicación móvil desarrollada en MIT App Inventor; desde dicha interfaz, el usuario puede enviar comandos que el ESP32 procesa y ejecuta a través de un módulo de relés, el cual gobierna el contactor principal del motor.

Durante las pruebas de validación, confirmamos una comunicación estable y una respuesta inmediata a las instrucciones operativas. Además, la implementación del monitoreo digital habilita el registro preciso del tiempo de uso y la configuración de alertas automatizadas para el mantenimiento preventivo. Esta funcionalidad no solo facilita el seguimiento del estado técnico del equipo, sino que fortalece la seguridad integral durante su operación.

Tabla 7. –

Componentes aplicación.

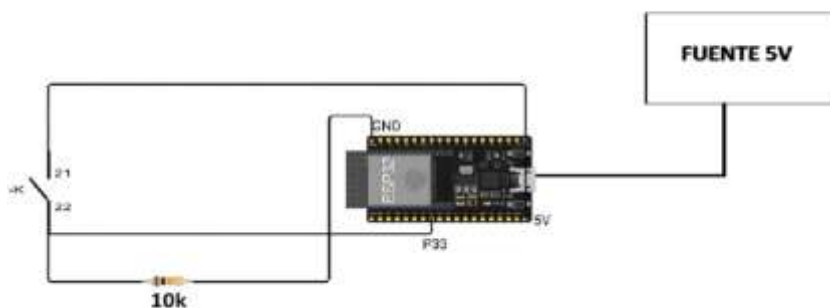
COMPONENTE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FUNCION
ESP32 DevKit V1 (38 pines)	1	Microcontrolador con conectividad Wi-Fi y Bluetooth integrada.	Recibe las órdenes enviadas por la aplicación y controla las salidas digitales.
MIT App Inventor	1	Plataforma de desarrollo de aplicaciones Android basada en programación por bloques.	Desarrollo de la aplicación móvil para el control de la máquina.
Arduino IDE	1	Entorno de programación para microcontroladores.	Programación del ESP32 utilizando lenguaje C++.

Bluetooth integrado del ESP32	1	Comunicación inalámbrica entre el teléfono y el microcontrolador.	Permite transmitir los comandos de la aplicación sin cables.
Módulo de relé	1	Dispositivo electrónico de aislamiento y conmutación.	Activa el circuito de mando del contactor mediante una señal de bajo voltaje.
Fuente de alimentación AC-DC (220 V a 5 V DC)	1	Fuente conmutada para alimentar el ESP32 y el módulo de relé.	Convierte la tensión de red a un nivel adecuado para los componentes electrónicos.
Contactor	1	Dispositivo electromecánico de potencia.	Conecta y desconecta la alimentación del motor.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Para una mejor comprensión de la integración de los componentes descritos, a continuación, se presenta el diagrama eléctrico del sistema. En este se ilustra de manera clara la interconexión entre la alimentación, los dispositivos de protección, los elementos de maniobra y el sistema de control, permitiendo visualizar la lógica de funcionamiento implementada en la sierra eléctrica y su correcta operación bajo condiciones de trabajo.

Figura 7. – Conexión ESP 32.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Para el dimensionamiento eléctrico de la sierra, seleccionamos los dispositivos de protección, maniobra y conductores basándonos en la corriente nominal del motor (3,7 A) y bajo estrictos criterios de seguridad industrial.

Como protección principal, instalamos un breaker termo magnético tripolar de 10 A. Este valor se calculó aplicando un factor de seguridad de aproximadamente 2,5 veces la corriente nominal, lo cual nos permite absorber el pico de corriente durante el arranque sin disparos intempestivos. Complementariamente, incorporamos un relé térmico con rango de ajuste de 3,5 a 5,5 A, calibrado precisamente a 3,7 A para brindar una protección eficiente contra sobrecargas, asegurando la integridad del motor sin interrumpir su operación normal.

En cuanto a los elementos de maniobra, seleccionamos un contactor trifásico de 9 A. Al superar la capacidad nominal del motor, este componente ofrece un margen de seguridad robusto para las condiciones de carga y arranque del equipo. Finalmente, para el circuito de mando, implementamos un breaker de 4 A destinado a proteger la electrónica (bobina del contactor y señalización). Con una corriente de carga estimada en 0,045 A, este dispositivo garantiza una protección sensible y rápida ante cualquier posible falla en el sistema de control.

Para el cableado, seleccionamos conductores de cobre tipo 12 AWG (configuración 3x12) para el circuito de potencia. Esta sección garantiza una capacidad de corriente muy superior a la nominal, lo que asegura una operación térmica estable y elimina cualquier riesgo de sobrecalentamiento. Por otro lado, para el circuito de mando, implementamos conductores de 18 AWG, los cuales ofrecen la flexibilidad y capacidad adecuadas para la baja intensidad de control, garantizando una señal confiable en todo el sistema.

En conjunto, la selección técnica de estos componentes permite consolidar una instalación eléctrica segura, eficiente y perfectamente adaptada a las condiciones de carga de la sierra. Para finalizar esta sección, presentamos el diagrama eléctrico del sistema, el cual esquematiza de manera precisa la interconexión y lógica de funcionamiento de todos los dispositivos implementados.

El sistema de corte de la sierra eléctrica se basa en la transformación del movimiento rotativo generado por el motor en un movimiento alternativo de la cuchilla mediante un mecanismo de transmisión tipo biela-manivela. Este sistema permite convertir el giro del eje del motor en un desplazamiento lineal de ida y vuelta, necesario para realizar el proceso de corte.

Durante la operación, el mecanismo está sometido a diferentes fuerzas producto del contacto entre la cuchilla y el material, generando una resistencia al movimiento que se transmite hacia los elementos de transmisión y finalmente hacia el motor. Por esta razón,

se realizó un análisis de las fuerzas presentes en el sistema para comprender el comportamiento mecánico durante el corte.

Fuerza tecnológica de corte estática (F_c):

$$F_c = k_c \times A_c$$

k_c = Resistencia específica al corte de material.

A_c = Área total de viruta removida simultáneamente

$$F_{c_{teórica}} = 2200 \frac{N}{mm^2} \times 0,375 mm^2 = 825 N$$

Se considera un factor de corrección por pérdida de filo y desgaste progresivo de 10%

$$F_c = 825 \times 1,10 \approx 900 N$$

Fuerza de Inercia Dinámica (F_i):

Debido que la sierra eléctrica trabaja en vaivén, las masas combinadas al arco bastidor y el brazo – porta hoja (masa estimativa= 25Kg), para una posición de 90 grados. Aceleración horizontal en GIM es de 2,70 m/s².

$$F_i = m \times a_{xB} = 25kg \times 2,70 \frac{m}{s^2} = 67,5 N$$

Fuerza crítica total del diseño (P):

Suma de la oposición de material y el efecto dinámico de la masa en movimiento.

$$P_{total} = 900 N + 67,5 N = 967,5 N$$

Análisis en el punto muerto derecho:

Fuerza actuante: Fase de transición (no corte), fuerza puramente inercial por desaceleración máxima en el brazo. $P = 240,75 N$

Esfuerzo cortante en el perno, con un diámetro de 0,020m:

$$\tau = \frac{P}{A_{perno}} = \frac{240,75}{\frac{\pi \times (0,020)^2}{4}} = 0,77 MPa$$

Esfuerzo normal en la biela, con área de $6,0 \times 10^{-4} m^2$:

$$\sigma = \frac{P}{A_{biela}} = \frac{240,75}{6,0 \times 10^{-4}} = 0,40 MPa$$

Análisis en la cuadratura superior, ángulo de 90 grados:

Fuerza actuante: Fase de corte máximo, pleno rendimiento.

$P = 1000 N$.

Torque en la manivela (T):

Con una velocidad lineal validada en GIM de -0,7536 m/s y una velocidad angular del motor de 9,42 rad/s (90 rpm).

$$T = \frac{P \times |V_{xB}|}{w} = \frac{1000 \times 0,7536}{9,42} = 80 \text{ N} \times m$$

Momento flector en la biela:

Provocado por la inercia transversal de la propia biela.

$$M_{max} = \frac{(m_{biela} \times a_{xB}) \times l}{8} = \frac{(5 \times 2,70) \times 0,225}{8} = 0,38 \text{ N} \times m$$

Esfuerzo cortante en el perno:

Soportando la carga plena de corte.

$$\tau = \frac{1000}{3,1416 \times 10^{-4}} = 3,18 \text{ MPa}$$

Esfuerzo normal en la biela:

Trabajo bajo compresión axial directa.

$$\sigma = \frac{1000}{6,0 \times 10^{-4}} = 1,67 \text{ MPa}$$

Análisis en el punto muerto izquierdo, ángulo 180 grados:

Fuerza actuante: Fuerza inercial de retorno al cambiar de marcha en el extremo.

P= 114,25 N.

Esfuerzo cortante en el perno:

$$\tau = \frac{114,25}{3,1416 \times 10^{-4}} = 0,36 \text{ MPa}$$

Esfuerzo normal en la biela:

Compresión pura en el cambio de marcha para iniciar el retorno.

$$\sigma = \frac{114,25}{6,0 \times 10^{-4}} = 0,19 \text{ MPa}$$

Análisis en la cuadratura inferior, ángulo de 270 grados:

Fuerza actuante:

Fase de carrera de retorno en vacío. Se mantiene la condición nominal de diseño bajo fricciones cinemáticas.

P= 1000 N.

Torque en la manivela:

Por simetría operativa con la posición de 90 grados.

$$T = \frac{1000 \times 0,7536}{9,42} = 80 \text{ N} \times m$$

Momento flector en la biela:

Reitera el efecto de flexión por inercia lateral a la misma aceleración.

$$M_{max} = \frac{(5 \times 2,70) \times 0,225}{8} = 0,38 \text{ N} \times m$$

Esfuerzo cortante en el perno:

$$\tau = \frac{1000}{3,1416 \times 10^{-4}} = 3,18 \text{ MPa}$$

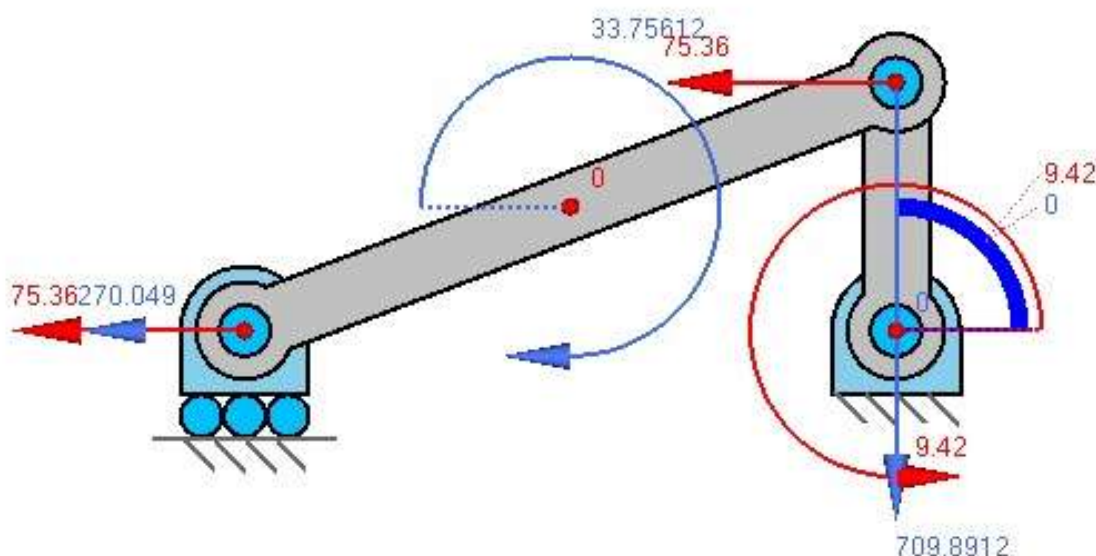
Esfuerzo normal en la biela:

$$\sigma = \frac{1000}{6,0 \times 10^{-4}} = 1,67 \text{ MPa}$$

Tras analizar el mecanismo de la sierra, identificamos que el torque varía durante el ciclo de operación: es nulo en los puntos muertos y llega a su máximo cuando el motor debe vencer la resistencia del material. La biela trabaja principalmente mediante esfuerzos de tracción y compresión, con efectos de flexión casi inexistentes, lo que confirma que el comportamiento mecánico es el adecuado.

Por otro lado, los esfuerzos calculados son muy inferiores a los límites del material. Esto demuestra que el sistema está sobredimensionado, lo que asegura una mayor durabilidad y resistencia ante cargas repetitivas. Para una mejor comprensión del funcionamiento del sistema, se incluirá una imagen recreada del mecanismo en GIM.

Figura 8. – Mecanismo en GIM.

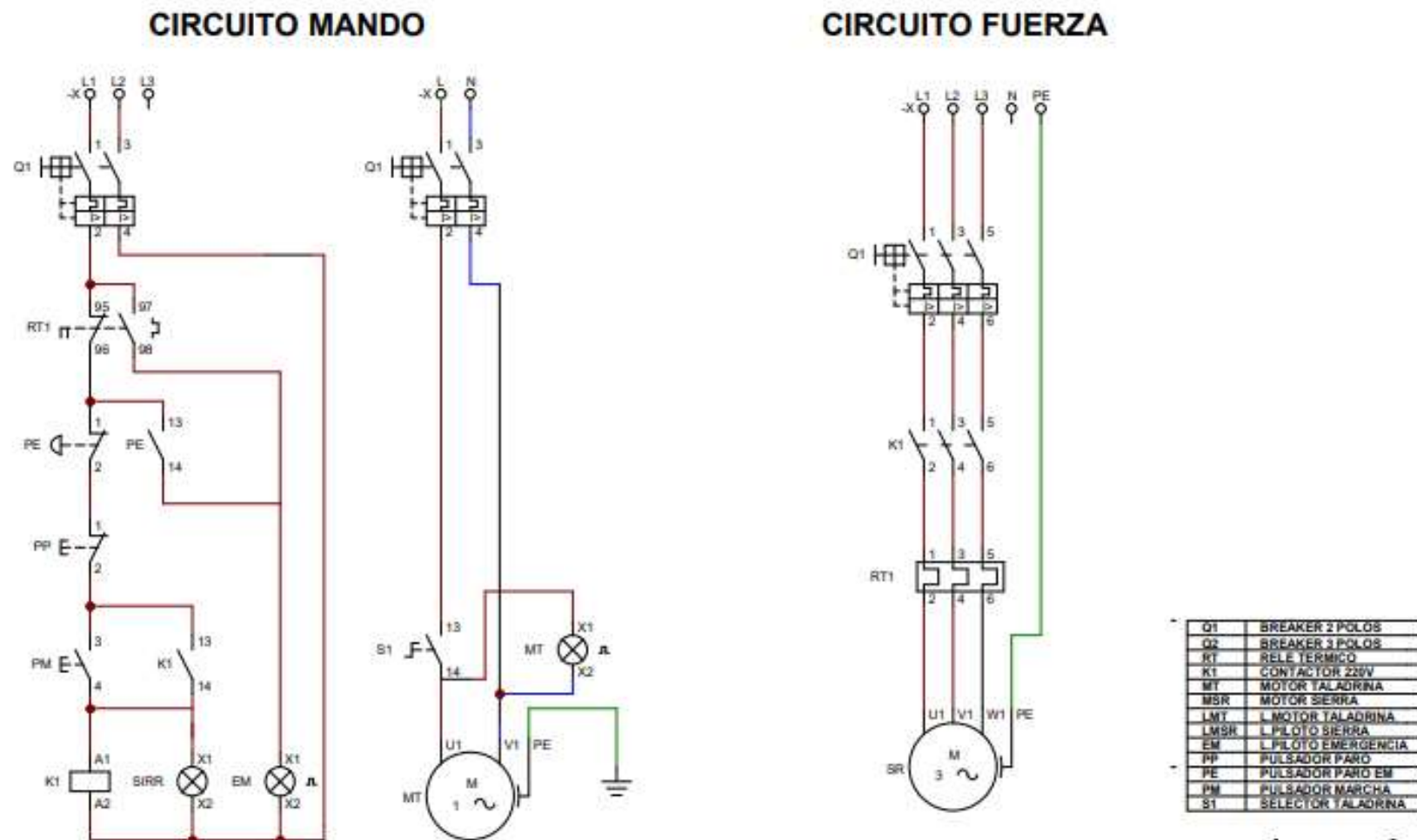


Fuente: Elaboración propia, 2026.

A continuación, se detalla el diagrama eléctrico de la sierra. En este esquema se muestra cómo están conectados los componentes del sistema y la lógica de funcionamiento que implementamos. Este gráfico permite entender fácilmente cómo se distribuye la energía, cómo se controla el motor y cuáles son las protecciones incorporadas.

Figura 9. –

Diagrama eléctrico de la sierra.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

- Medición de corriente durante la operación.

Para evaluar el desempeño eléctrico de la sierra, llevamos a cabo pruebas de corriente bajo distintos escenarios. Primero, medimos su consumo en vacío para conocer el estado base del motor y, posteriormente, monitoreamos el comportamiento de la corriente durante el corte de materiales metálicos. Esto nos brindó una visión clara de cómo responde el equipo ante diferentes exigencias de carga durante su operación cotidiana.

Tabla 8.

Corrientes tomadas

CONDICIÓN DE OPERACIÓN	CORRIENTE (A)
Corriente nominal	2,4 A
Corte de metal	2,9 A
Corte de madera	3,3 A

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Después de trabajar en la sierra eléctrica, logramos que volviera a funcionar a pleno rendimiento. No solo le hicimos mejoras mecánicas y eléctricas, sino que también añadimos sistemas de control, refrigeración y monitoreo que la dejaron como nueva. Al final, no solo conseguimos que la máquina fuera operativa otra vez, sino que la modernizamos para que sea más segura y eficiente. Este proyecto demuestra que, aplicando buenos criterios técnicos e innovación, es posible rescatar equipos que daban por perdidos y convertirlos en herramientas totalmente funcionales.

Interpretación de Resultados. - Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de técnicas de mantenimiento industrial, rediseño electromecánico y automatización permitió no solo la recuperación funcional de los sistemas, sino también una mejora significativa en su desempeño, confiabilidad y seguridad en comparación con su estado inicial.

Respecto a la sierra eléctrica, la actualización a un motor trifásico y la instalación de un tablero de control industrial con protecciones termo magnéticas, contactores y relés eliminaron las deficiencias de potencia y mejoraron la seguridad operativa. Asimismo, integramos un sistema de refrigeración por taladrina para mecanizado de metales, el cual es opcional para el corte de madera. Finalmente, la automatización mediante un ESP32 y una aplicación móvil permite registrar las horas de uso y gestionar alertas de mantenimiento de forma proactiva, optimizando así la eficiencia y disponibilidad del equipo en el taller.

Por otro lado, en la incubadora de huevos, el control preciso de variables críticas como la temperatura, humedad y ventilación forzada demuestra la efectividad del sistema diseñado. La estabilidad térmica alcanzada dentro del rango de 37,3 °C a 37,8 °C, junto con el volteo

automatizado de $\pm 45^\circ$, permitió crear un entorno controlado que reduce la influencia de factores externos. Asimismo, la aplicación de la técnica de ovoscopia al día 16 permitió evaluar la viabilidad de los embriones, determinando que, de un total de 155 huevos, 25 no eran fértiles, lo que representa aproximadamente un 16 % de pérdida. Este resultado se encuentra dentro de rangos esperados en procesos de incubación, validando el correcto funcionamiento del sistema y su capacidad para sostener condiciones adecuadas para el desarrollo embrionario.

En conjunto, los resultados confirman una integración efectiva entre los sistemas mecánicos, eléctricos y de control. Las mejoras implementadas no solo optimizan la operatividad de los equipos, sino que incrementan significativamente su eficiencia, seguridad y grado de automatización. La adopción de tecnologías de monitoreo en ambos proyectos permite una gestión basada en datos, facilitando la toma de decisiones informadas. Esto se traduce en una mayor confiabilidad, una reducción de fallas imprevistas y una optimización de los procesos de mantenimiento, consolidando soluciones funcionales, modernas y plenamente adaptadas a las exigencias técnicas actuales.

Articulación de Saberes

A continuación, se detalla la articulación de los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas, evidenciando su aplicación técnica en la restauración, automatización y puesta en marcha de los sistemas desarrollados en este proyecto integrador

Asignatura	Resultado de Aprendizaje de la asignatura (Lo que dice el sílabo)	Sustento Teórico y Evidencia de Aplicación	Competencia (Habilidad Técnica)	Adquirida Blanda y
Circuitos eléctricos	Analiza y aplica circuitos eléctricos para el correcto funcionamiento de sistemas eléctricos.	Componente Teórico: Uso de principios fundamentales de electricidad, como la correcta selección de conductores y el manejo de flujos de corriente en sistemas de control y potencia.	Blanda: Pensamiento lógico y responsabilidad en el manejo de sistemas eléctricos operativos. Técnica: Habilidad para montar y verificar circuitos eléctricos, asegurando que cada componente cumpla	

		Aplicación: Diseñamos y montamos el tablero eléctrico de la sierra, conectando el motor, contactor y luces piloto para asegurar la maniobra. En la incubadora, instalamos el sistema de control STC-3028 con sus respectivos sensores y actuadores (resistencias y ventiladores), garantizando que el circuito cierre correctamente y opere con estabilidad.	su función dentro del sistema.
Mecanismos	Analiza y aplica sistemas de mecanismos para la transmisión y transformación del movimiento en máquinas.	Componente Teórico: Principios de transmisión de potencia, tipos de engranajes, cinemática de ejes y sistemas de rotación. Aplicación: Restauramos el sistema de transmisión de la sierra, ejecutando la limpieza, alineación y lubricación de ejes y engranajes para optimizar la eficiencia y reducir el desgaste. En la incubadora, diseñamos y montamos el mecanismo de volteo automático, logrando un movimiento	Blanda: Capacidad de análisis crítico y resolución de problemas mecánicos en equipo. Técnica: Destreza en el mantenimiento, ajuste y diseño de sistemas mecánicos para el control de movimiento en maquinaria.

		preciso y cíclico necesario para el desarrollo embrionario.	
Electrónica	Desarrolla sistemas automatizados para mejorar la eficiencia y el control de procesos.	Componente Teórico: Lógica de mando, sistemas de control de lazo cerrado y gestión autónoma de variables operativas. Aplicación: Implementamos el control automático de volteo en la incubadora mediante temporizadores, asegurando la frecuencia requerida sin intervención humana. En la sierra, configuramos la secuencia de arranque y el monitoreo de estado para que el funcionamiento del equipo sea autónomo, preciso y repetible.	Blanda: Capacidad para identificar y eliminar tareas manuales innecesarias. Técnica: Diseño y montaje de sistemas de control industrial que garantizan la operación autónoma y eficiente de maquinaria.
Transferencia de calor	Analiza mecanismos de transferencia de calor para el control térmico en sistemas.	Componente Teórico: Principios de conducción (aislamiento), convección (distribución de aire) y control térmico en volúmenes cerrados. Aplicación: Diseñamos el sistema térmico de la incubadora manteniendo una temperatura estable de 37.3 °C a 37.8 °C. Usamos fibra de vidrio para minimizar la conducción (pérdidas de calor) y ventiladores para forzar la convección, logrando que el calor se distribuya de forma uniforme en todo el interior.	Blanda: Pensamiento analítico y enfoque en la eficiencia operativa. Técnica: Capacidad para diseñar y regular sistemas térmicos, seleccionando materiales aislantes y métodos de distribución de aire para procesos controlados.

Instalaciones eléctricas residenciales e industriales	Diseña e implementa instalaciones eléctricas seguras cumpliendo normas técnicas y de protección.	Componente Teórico: Criterios de diseño, selección técnica de conductores según su capacidad y aplicación de dispositivos de protección. Aplicación: Instalamos el tablero de la sierra incorporando protecciones (breaker, relé térmico y paro de emergencia) y dimensionamos los conductores (12 AWG para potencia y 18 AWG para control) para evitar sobrecalentamientos. En la incubadora, ejecutamos una instalación eléctrica estable que garantiza la alimentación continua y segura de los elementos de control.	Blanda: Responsabilidad y conciencia sobre la seguridad en sistemas eléctricos operativos . Técnica: Capacidad para diseñar e instalar sistemas eléctricos funcionales, protegidos y bajo criterios técnicos en entornos industriales y residenciales.
Seguridad y salud ocupacional	Aplica normas de seguridad y prevención de riesgos en entornos de trabajo.	Componente Teórico: Principios de prevención, gestión de riesgos laborales y uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP). Aplicación: En la sierra, implementamos medidas críticas como el uso de guantes, gafas y la instalación de un botón de parada de emergencia. También protegimos el circuito eléctrico para evitar fallas. En la incubadora, prevenimos riesgos térmicos y eléctricos mediante un aislamiento adecuado y conexiones seguras, minimizando el riesgo de cortocircuitos.	Blanda: Responsabilidad, autodisciplina y cultura de prevención ante riesgos. Técnica: Capacidad para identificar, evaluar y controlar riesgos operativos en maquinaria y sistemas eléctricos.

Conclusiones

La restauración de la sierra eléctrica industrial permitió recuperar su funcionalidad mediante la aplicación de procesos de mantenimiento mecánico y adecuaciones en su sistema de potencia. Estas intervenciones contribuyeron a mejorar su desempeño operativo, logrando que el equipo pueda ser utilizado nuevamente en actividades prácticas de manera más eficiente y segura.

La implementación de un tablero de mando con protecciones eléctricas y un sistema de control permitió optimizar la operación de la sierra eléctrica. Estas mejoras brindan mayor confiabilidad al equipo, reducen posibles riesgos durante su uso y facilitan la supervisión de sus condiciones de funcionamiento mediante una gestión más precisa.

La adaptación de una máquina destinada originalmente para la producción de yogurt como incubadora de huevos demostró la posibilidad de reutilizar equipos existentes mediante soluciones de ingeniería. Gracias a esta transformación, se logró obtener un sistema capaz de mantener condiciones adecuadas de temperatura y humedad para favorecer el proceso de incubación.

La incorporación de mecanismos como el volteo automático y la ventilación forzada permitió mejorar el rendimiento de la incubadora, generando un ambiente más uniforme para el desarrollo embrionario. La evaluación del proceso mediante el seguimiento de variables y la observación de la viabilidad de los huevos permitió comprobar la funcionalidad del sistema desarrollado.

Como recomendación, se considera importante continuar utilizando la aplicación diseñada para la gestión del mantenimiento preventivo de la sierra eléctrica, ya que permite llevar un registro del tiempo de uso del equipo y establecer acciones de mantenimiento oportunas. Además, se recomienda realizar revisiones periódicas de los componentes eléctricos, mecánicos y del sistema de refrigeración para garantizar su correcto funcionamiento y aumentar la vida útil del equipo.

Finalmente, se recomienda mantener un control constante de las variables de temperatura y humedad durante los ciclos de incubación, así como analizar los resultados obtenidos mediante pruebas futuras de ovoscopia y porcentaje de eclosión. Esto permitirá realizar ajustes y mejoras en los sistemas de control y automatización, ampliando las posibilidades de aplicación de estas soluciones tecnológicas en diferentes equipos y procesos productivos.

Referencias bibliográficas

- Alzate Alzate, S. (2024). Desarrollo de un prototipo de máquina de incubación para huevos de gallina. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11059/15341>
- de la Rosa Galindo, A., Peláez Estrada, U. V., Gasga Perez, L., Santiago Martinez, I., & Guzmán Hernandez, J. C. (2022). Incubadora avícola sustentable, automatizada con microprocesadores ATmega2560 aplicando la lógica difusa. *Revista Ipsumtec*, 5(2), 20–26. <https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v5i2.122>
- Fluidos de corte: principales funciones e inconvenientes del uso. (2020, Septiembre 8), recuperado desde Escuela de Postgrado Industrial: <https://postgradoindustrial.com/fluidos-de-corte-funciones/>
- Lubricantes, R. (2025, 22 de julio). ¿Qué son las grasas de litio? Una guía práctica sobre lubricantes industriales [Entrada de registro web], de la página web de REPSOL: <https://lubricantes.repsol.com/es/noticias/que-son-grasas-litio-lubricantes-industriales/>
- Martínez, L. O. F., Fiallos, J. N. C., Asimbaya, L. A. F., & Moreno, A. G. A. (2024). Control de motores eléctricos. Editorial Internacional Alema. <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/28>
- Pancha Ramos, J. M., & Llanes Cedeño, E. A. (2020). Estudio de las tecnologías de control utilizadas en las incubadoras avícolas. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 2(4), 13–23, de <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/129>
- Rodríguez-Cruz, A., Quijano-Castillo, C. I., Hernández-Bautista, G., Vázquez-Hernández, O. O., & Vélez-Díaz, D. (2018). Control de temperatura para incubación de huevos. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, 6(11). <https://doi.org/10.29057/xikua.v6i11.2780>
- Valdés, L.-C. (2025). Construcción y análisis de una incubadora solar con flujos de termosifón para incubación de huevos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 34. Recuperado de <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/2223>