



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de sistemas de control de humedad en el galpón
electromecánico

Autores:

Andy Fabricio Mero Montes

Luis Fernando Quijije Cevallos

Tutor

Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica,
Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

Carrera:

Electromecánica

Chone, Agosto del 2025

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio., en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

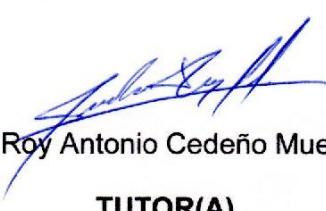
Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de sistemas de control de humedad en el galpón electromecánico." ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autores:

Andy Fabricio Mero Montes, Luis Fernando Quijije Cevallos

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, agosto del 2025.



Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes

TUTOR(A)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Andy Fabricio Mero Montes, Luis Fernando Quijije Cevallos

Estudiantes de la Carrera de **Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de sistemas de control de humedad en el galpón electromecánico", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Chone, septiembre del 2025



Andy Fabricio Mero Montes



Luis Fernando Quijije Cevallos



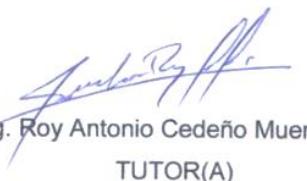
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de sistemas de control de humedad en el galpón electromecánico." de sus autores: Andy Fabricio Mero Montes, Luis Fernando Quijije Cevallos de la Carrera **"Electromecánica."**, y como Tutor del Trabajo el Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes

Chone, agosto del 2025



Ing. Andrés Gozoso García Mg.
DIRECTOR(A)



Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes
TUTOR(A)



Ing. Ricardo Javier Párraga Orellana
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. José Fabricio Mejía Saldarriaga
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL



Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

En este paso que estoy dando, quiero agradecer primeramente a Dios por guiarme y darme vida para cumplir ese tan anhelado sueño de ser profesional; luego, a mis padres que son mi guía desde pequeño para poder conseguir todos los objetivos que me he planteado alrededor de mi vida como esta meta, una meta tan importante para mí. Y, por último, agradecer también a mis docentes que han sido los pilares fundamentales para instruirme en esta carrera.

Andy Fabricio Mero Montes

Este agradecimiento va dirigido a mis padres por enseñarme el valor de la disciplina, constancia y, a enseñarme a no rendirme en el tránscurso de mi vida y en esta etapa universitaria. A mis compañeros de aula por la ayuda e ideas aportadas dentro y fuera de aula. A los docentes que nos aportaron e inculcaron sus conocimientos a nosotros para que de hoy en día ser un profesional más para inculcar y enseñar de la misma manera los conocimientos adquiridos.

Luis Fernando Quijije Cevallos

DEDICATORIA

Este gran logro se lo dedico con todo mi corazón a mi madre, a mi padre y a mi hermana, quienes han sido el motor principal para llegar hasta este momento. Verlos orgullosos de mi es lo que más satisfacción me da, no solo por culminar mis años de estudios, sino por esa maravillosa sonrisa que sé que vere en sus rostros al ver que alcance una de mis más grandes metas.

Andy Fabricio Mero Montes

Aprender algo que me gusta y que me apasiona es una satisfacción al momento de poner mi aprendizaje en marcha, a la igual manera este logro es gracias a mis padres sus nombres estarán permanentemente grabado en ellos en el fruto de mi empeño.

Luis Fernando Quijije Cevallos

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general implementar un sistema automatizado de control de humedad en el galpón electromecánico de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí con el fin de mejorar las condiciones ambientales que afectan la conservación de equipos y el desarrollo de prácticas académicas. El problema identificado fue la presencia de niveles irregulares de humedad relativa y una deficiente ventilación natural tales factores que comprometían la seguridad de los materiales y a la eficiencia del proceso formativo, la metodología empleada se basó en un enfoque práctico aplicando técnicas de diagnóstico técnico, diseño electrónico, programación de microcontroladores y validación experimental del sistema. Este sistema incorporó sensores DHT22, un microcontrolador Arduino y elementos como ventiladores y humidificadores todos configurados para funcionar de forma independiente. Los hallazgos evidenciaron que, tras la instalación del sistema, se consiguió mantener los niveles de humedad en el rango ideal para la utilización del galpón. El proyecto permitió identificar y solucionar los problemas de humedad en el galpón electromecánico mediante la implementación del sistema automatizado y de esa manera se concluye que la automatización aplicada fortaleció el vínculo entre la teoría y la práctica, aportando mejoras ambientales y pedagógicas al espacio educativo para los estudiantes.

PALABRAS CLAVE

Automatización, control de humedad, sensores, microcontrolador, galpón electromecánico.

ABSTRACT

The general objective of this research was to implement an automated humidity control system in the electromechanical warehouse of the Eloy Alfaro Laica University of Manabí. This system aimed to improve the environmental conditions affecting the conservation of equipment and the development of academic practices. The problem identified was the presence of irregular levels of relative humidity and poor natural ventilation, factors that compromised the safety of materials and the efficiency of the training process. The methodology employed was based on a practical approach applying technical diagnostic techniques, electronic design, microcontroller programming, and experimental validation of the system. This system incorporated DHT22 sensors, an Arduino microcontroller, and elements such as fans and humidifiers, all configured to operate independently. The findings showed that after the installation of the system, humidity levels were maintained within the ideal range for the warehouse's use. The project identified and resolved humidity problems in the electromechanical shed through the implementation of an automated system. It is concluded that the automation strengthened the connection between theory and practice, providing environmental and pedagogical improvements to the educational space for students.

KEYWORDS

Automation, humidity control, sensors, microcontroller, electromechanical shed.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| CERTIFICACION DEL TUTOR..... | I |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA..... | II |
| APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN..... | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| DEDICATORIA..... | V |
| RESUMEN | VI |
| PALABRAS CLAVE | VI |
| ABSTRACT | VII |
| KEYWORDS | VII |
| ÍNDICE | VIII |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | IX |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. PROBLEMA..... | 3 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 5 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 5 |
| 1.4. METODOLOGÍA..... | 6 |
| 1.4.1. Procedimiento | 6 |
| 1.4.2. Técnicas | 7 |
| 1.4.3. Métodos | 8 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1. DEFINICIONES | 9 |
| 2.2. ANTECEDENTES..... | 11 |
| 2.3. TRABAJOS RELACIONADOS | 13 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 15 |
| 3.1. OBJETIVO 1 | 16 |
| 3.2. OBJETIVO 2 | 17 |
| 3.3. OBJETIVO 3 | 18 |
| CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 19 |
| 4.1. CONCLUSIONES | 19 |
| 4.2. RECOMENDACIONES..... | 19 |
| BIBLIOGRAFÍA | 20 |
| ANEXOS | 22 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Imagen del ciclo de ventilación en un galpón | 16 |
| Ilustración 2 Control de humedad y temperatura con el módulo DHT22 por innova | 17 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 presupuesto de gastos en la implementación | 15 |
|--|----|

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La regulación adecuada de las condiciones ambientales en espacios de formación técnica es un factor determinante para garantizar la eficiencia operativa y la preservación de los equipos e instalaciones, el control de la humedad se presenta como una necesidad prioritaria en ambientes como es el galpón electromecánico donde se exige un entorno estable y seguros, estas variaciones en los niveles de humedad pueden provocar desde fallas prematuras por corrosión hasta la afectación del rendimiento, lo cual compromete directamente la continuidad y calidad de las actividades que se desarrollan en el lugar. Es importante saber que cada equipo o maquinaria industrial debe contar con ciertas condiciones ambientales las cuales garantizan un mejor funcionamiento del equipo y un tiempo de vida más largo (Metalinspec, 2022)

Además de los riesgos técnicos asociados a la humedad es fundamental considerar el impacto que esta variable ambiental tiene sobre la salud y el bienestar de los estudiantes y docentes que desarrollan actividades académicas y prácticas en el galpón, además los ambientes con exceso de humedad favorecen la proliferación de hongos, bacterias y otros agentes patógenos, lo que puede derivar en enfermedades respiratorias y condiciones laborales inadecuada, de igual forma los niveles de humedad por debajo del rango recomendado pueden generar electricidad estática, afectar la concentración y propiciar un ambiente incómodo.

Varios centros de educación superior en el país han llevado a cabo proyectos vinculados con la supervisión y regulación de la humedad en diferentes áreas de prácticas para los alumnos lo que ofrece un marco de referencia valioso para el presente estudio. En la Universidad Técnica de Cotopaxi, se implementó un sistema automatizado para la regulación de la humedad en un invernadero, utilizando sensores DHT22, en este sistema de Muso Lema & Quillupangui Salazar, (2018) se consiguió preservar las condiciones ambientales a través de la utilización de sensores y actuadores que posibilitaron la estabilidad climática para los cultivo

Mantener las condiciones ambientales estables permite preservar la integridad de equipos cuya exposición a niveles inadecuados de humedad podría comprometer su funcionamiento y vida útil, por otro lado, desde el enfoque formativo contar con un ambiente controlado mejora sustancialmente la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje ya que garantiza condiciones adecuadas para el desarrollo de prácticas, ensayos y demostraciones técnicas, así esta problemática aunque en ocasiones subestimada incide directamente en la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de las actividades que se llevan a cabo en instalaciones educativas de tipo electromecánico.

La presente propuesta permite integrar conocimientos esenciales en automatización, instrumentación, electrónica aplicada y favoreciendo una formación técnica completa a través del diseño e implementación de un sistema que regula la humedad, los estudiantes aplican competencias adquiridas en asignaturas del campo profesional y al mismo tiempo que desarrollan habilidades para resolver problemas reales en su entorno educativo, esta experiencia práctica impulsa la apropiación de metodologías de trabajo técnico y fortalecerá la capacidad para diagnosticar, proponer y ejecutar soluciones eficientes dentro de contextos controlados, lo que resulta fundamental para su futuro desempeño profesional.

1.1. PROBLEMA

Carencia de un sistema de control de humedad en el galpón electromecánico.

El principal problema radica en la ausencia de un sistema que controle la humedad en el galpón electromecánico ya que sin esto provoca condiciones ambientales inadecuadas para el desarrollo de actividades académicas y técnicas lo que esta deficiencia genera daños en los equipos, corrosión en materiales metálicos y fallos en dispositivos electrónicos, afectando directamente la calidad de las prácticas a esto se suma el deterioro progresivo de los recursos, la interrupción de tareas formativas y la incomodidad de estudiantes y docentes al trabajar en un ambiente poco estable.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Justificación desde lo académico

La falta de un sistema de control de humedad en el galpón electromecánico representa una limitación importante para el desarrollo de actividades prácticas porque las condiciones ambientales inestables afectan el rendimiento de los equipos y reducen la calidad del proceso formativo ya que impiden que los estudiantes realicen ejercicios técnicos en un entorno adecuado, esta situación compromete el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje establecidos en la carrera y limita la aplicación efectiva de los contenidos teóricos en situaciones reales.

Justificación desde lo tecnológico

Al implementar un sistema de control de humedad, permite de mejor manera aplicar principios de automatización, electrónica y control de variables físicas en un entorno real ya que este tipo de solución integra sensores, actuadores y lógica de programación lo que contribuye al desarrollo de competencias técnicas alineadas con las exigencias del campo profesional por lo que se promueve la incorporación de tecnologías emergentes en la infraestructura institucional fortaleciendo el vínculo entre innovación y formación técnica.

Justificación desde relación del título con la línea de investigación institucional

Al desarrollar un sistema de control de humedad se busca no solo optimizar las condiciones de infraestructura del galpón sino asimismo fomentar prácticas sostenibles y responsables en el uso de recursos en consonancia con los principios de sostenibilidad, innovación tecnológica y mejora continua que promueve la carrera, así esta iniciativa por lo tanto no solo contribuye al fortalecimiento académico del estudiante sino que además aporta al cumplimiento de los objetivos institucionales al vincular teoría, práctica y compromiso con el desarrollo sustentable ya que se alinea con los objetivos del campo de la Ingeniería, el cual promueve el desarrollo de soluciones inteligentes orientadas a la eficiencia energética, la automatización y la resiliencia de los espacios técnico.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar un sistema de control de humedad en el galpón electromecánico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de humedad y ventilación presentes en el galpón.
- Diseñar un sistema automatizado de control de humedad acorde a las necesidades detectadas.
- Instalar y configurar los componentes tecnológicos que permitan la regulación eficiente de la humedad.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Para llevar a cabo la implementación del sistema de control de humedad en el galpón electromecánico se desarrolló un proceso metodológico estructurado que permitió abordar de manera secuencial los objetivos específicos, en una primera fase se realizó un diagnóstico técnico del estado actual del galpón identificando las condiciones ambientales, los niveles de humedad presentes y los factores que inciden en su variación, esta etapa contempló la observación directa, la recolección de datos mediante instrumentos de medición y el análisis del entorno físico con el fin de establecer una línea base que sustentara la propuesta.

Posteriormente se procedió a la selección de los dispositivos y componentes necesarios para el sistema tales como sensores de humedad, microcontroladores, ventiladores y elementos de control automatizado, con base en los datos obtenidos se diseñó el sistema considerando criterios de eficiencia, viabilidad técnica y adaptabilidad al espacio, también se elaboraron esquemas de conexión, asegurando la coherencia del sistema con las necesidades detectadas durante el diagnóstico.

Finalmente se ejecutó la implementación física y técnica del sistema dentro del galpón instalando los dispositivos, configurando los parámetros de funcionamiento y realizando las pruebas de verificación así una vez en marcha se llevó a cabo una evaluación del desempeño mediante registros periódicos de funcionamiento y análisis de respuesta ante distintas condiciones de humedad lo que permitió validar el cumplimiento de los objetivos planteados y fundamentar la pertinencia de la solución propuesta.

1.4.2. Técnicas

Técnica de observación directa. - La observación directa consiste en el seguimiento sistemático de los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural. En este caso fue utilizada para identificar las zonas críticas del galpón donde las condiciones de humedad afectaban negativamente el funcionamiento o conservación de equipos y materiales. Podemos juzgar aproximadamente el estado de humedad del suelo observándolo directamente con nuestros ojos (Renker, 2025).

Técnica de Medición directa de variables físicas. - Se aplicó durante la fase de implementación y puesta en marcha del sistema permitiendo verificar su efectividad y realizar ajustes según las lecturas obtenidas, esta técnica fue esencial para garantizar que el sistema de control responda de manera precisa a las variaciones de humedad. En una investigación de Artedinamico (2022) afirma que, la medición de la humedad es un proceso verdaderamente analítico en el cual el sensor debe estar en contacto directo con el proceso a medir, esto tiene, por supuesto, implicancias en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables dependiendo de la naturaleza del ambiente.

Técnica de Pruebas experimentales. - Se utilizó en la etapa final del proyecto, posterior a la implementación, con el propósito de validar la eficacia del sistema automatizado y ajustar parámetros de configuración para optimizar su desempeño dentro del galpón electromecánico. Las pruebas de humedad permiten evaluar productos y materiales en condiciones de humedad relativa (Alessandro, 2024)

1.4.3. Métodos

Método analítico. - Este método se aplicó durante la etapa inicial del proyecto para descomponer y comprender los distintos factores que intervienen en el control de la humedad dentro del galpón electromecánico. A través del análisis de componentes, condiciones ambientales, y parámetros físicos relacionados con la humedad, se logró identificar los requerimientos específicos del sistema. Este procedimiento permitió estructurar la solución técnica desde una base lógica y fundamentada. La determinación exacta del contenido de humedad desempeña, por lo tanto, un rol esencial para asegurar la calidad (Kalstein, 2022).

Método inductivo. - Se empleo para extraer conclusiones a partir de observaciones puntuales realizadas durante el diagnóstico del espacio físico al identificar patrones de comportamiento de la humedad y fallas en los sistemas existentes y se generaron criterios que orientaron el diseño de una propuesta integral. Mayormente se basa a partir de observaciones particulares, permite establecer generalizaciones y principios universales, lo que contribuye a la comprensión profunda (Narvaez, 2024).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

El control de la humedad relativa tuvo un aspecto esencial para preservar la integridad de los materiales, el buen funcionamiento de los equipos y la seguridad de las personas. La humedad relativa fue definida como la relación entre la presión de vapor de agua presente en el aire y la presión de vapor que el aire puede retener a una temperatura determinada, expresada en porcentaje. La humedad relativa fue definida como la relación entre la presión de vapor de agua presente en el aire y la presión de vapor que el aire puede retener a una temperatura determinada, expresada en porcentaje. Controlar adecuadamente la humedad en su hogar mejorará la eficacia de su sellado de aire y aislamiento esfuerzos, y estos esfuerzos a su vez ayudarán a controlar la humedad (Energy, 2020).

Los sistemas de control de humedad funcionan mediante sensores y dispositivos automatizados capaces de medir y regular el contenido de vapor de agua en el aire. Estos sistemas podrán operar de forma autónoma o estar integrados a redes domóticas más complejas empleando tecnologías como microcontroladores, relés, actuadores, ventiladores y deshumidificadores. Según SDI (2023) la humedad es un parámetro crítico en una amplia gama de aplicaciones industriales, desde la agricultura y la meteorología hasta la producción de alimentos y productos químicos, la medición precisa de la humedad es esencial para garantizar la calidad y la eficiencia de los procesos.

En lo académico al aplicar este tipo de sistemas tendrá una relevancia especial ya que el desarrollo de proyectos tecnológicos orientados a la automatización de procesos responderá a la necesidad de vincular la formación teórica con la práctica profesional de los estudiantes. Emily (2024) afirma que, el control de la humedad es esencial para mantener un ambiente educativo seguro, saludable y eficiente. Por ello, la incorporación de un sistema de control de humedad no solo atiende una necesidad técnica y de salud, sino que fortalece el vínculo entre el conocimiento académico y su aplicación.

La automatización de procesos se ha consolidado como un fundamento importante en la modernización de sistemas productivos, industriales y educativos, este concepto se refiere al uso de tecnologías que permiten ejecutar tareas de forma continua, precisa y con mínima intervención humana, la automatización será clave para garantizar el funcionamiento autónomo del sistema de control de humedad en el galpón de la UNITEV.

Robotnik (2024) en una investigación explica que, la automatización se refiere a un concepto más amplio que implica utilizar tecnología para realizar tareas de forma automática, sin intervención humana directa. Esta definición se comprende de una manera mejor la aplicabilidad en el concepto dentro de un sistema de control como en este caso en la humedad, en el que se requiere monitoreo y respuesta continua ante las variaciones en los niveles de humedad ya que la implementación de sensores, microcontroladores programables y actuadores permitirá automatizar esta función, eliminando la necesidad de supervisión permanente por parte del personal técnico.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) es una institución pública de educación superior ecuatoriana, ubicada su matriz en la ciudad de Manta, provincia de Manabí desde su creación El 13 de noviembre de 1985, a través de un decreto ejecutivo, la ULEAM se estableció como una organización dedicada a la educación integral, la creación de conocimiento y la asistencia a la sociedad en concordancia con los principios del sistema de educación superior ecuatoriano,

Durante los últimos años la universidad fortaleció su modelo académico a través de la implementación de un sistema educativo orientado a la innovación, la investigación aplicada y la vinculación con el entorno, en este sentido la ULEAM estructuró sus carreras con base en las necesidades sociales, productivas y ambientales de la región especialmente en áreas técnicas como la electromecánica, donde se impulsaron proyectos de carácter práctico con proyección comunitaria. Una de las misiones de la ULEAM es, formar profesionales competentes y emprendedores a través de la articulación de las funciones sustantivas, acreditando oferta académica de grado, postgrado, técnicas y tecnológicas, para contribuir al desarrollo integral de los territorios (Zambrano & Anchundia, 2022).

El principal problema detectado era la fluctuación constante de la humedad dentro del galpón especialmente durante temporadas de alta humedad y estas condiciones provocaban deterioro progresivo en algunos componentes eléctricos y electrónicos lo que dificultaban la conservación de materiales y reducían la eficiencia en el aprendizaje práctico aunque se habían desarrollado prácticas académicas relacionadas con el uso de sensores y microcontroladores, estas se mantenían a nivel experimental, sin alcanzar una aplicación real dentro de la infraestructura institucional.

Durante este periodo tampoco se había planteado de manera concreta una propuesta de intervención que incorporara dispositivos electrónicos ni sistemas de censado para monitorear y regular la humedad relativa al interior del galpón lo que evidenciaba una brecha significativa entre el avance tecnológico disponible y su aplicación en los espacios de formación técnica, pese a contar los recursos básicos para emprender una transformación en el entorno las actividades prácticas continuaban ejecutándose bajo condiciones ambientales cambiantes lo que impedía estandarizar procesos y resultados en el aprendizaje de los estudiantes.

Además, se observó una falta de integración entre los conocimientos de automatización adquiridos en aula y su aplicación directa en contextos reales lo cual disminuía la motivación y la capacidad de innovación frente a situaciones técnicas del entorno, en este sentido resultaba fundamental proponer una solución concreta que permita crear condiciones estables como mejorar el uso de los recursos y fortalecer el vínculo entre teoría y práctica en beneficio del proceso formativo.

Por estas razones resultaba necesario plantear una solución que permita implementar un sistema automatizado capaz de monitorear y regular los niveles de humedad ya que la falta de acciones previas en esta área representaba no solo una deficiencia en el ambiente físico del galpón sino que también una oportunidad para aplicar conocimientos técnicos mediante una propuesta funcional y así de este modo se busca fortalecer el vínculo entre la teoría y la práctica y al tiempo se mejoraran las condiciones de operación y seguridad en el espacio destinado a las actividades.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En Asia específicamente en China se desarrolló un trabajo con el título “Research on automatic control system of greenhouse”, llevado a cabo por Liu et al. (2017). Esta investigación presentó un sistema basado en microcontrolador que integraba sensores de temperatura y humedad con lógica de control automatizado lo que permitió regular eficazmente las condiciones internas de un invernadero. Este estudio describió la estructura del hardware, el principio de funcionamiento y se realizaron numerosos experimentos que confirmaron que el sistema podía controlar de forma óptima tanto la temperatura como la humedad en espacios cerrados.

en Perú se desarrolló un proyecto titulado “Sistema automatizado para el monitoreo y control de humedad en un invernadero” como parte de su tesis de Ingeniería Electrónica en la Pontificia Universidad Católica del Perú, el trabajo planteó el diseño de un sistema que incorporaba un sensor de humedad DHT22 con rango de operación del 0 % al 100 % y el uso de actuadores para nebulizar o ventilar el espacio así como una electroválvula para controlar el flujo de agua hacia nebulizadores y motores para abrir o cerrar ventanas junto con una interfaz de usuario que permitía supervisar y operar el sistema desde una computadora. Se realizaron pruebas y simulaciones del sistema diseñado, las cuales demostraron que el sensor de humedad elegido puede usarse para este tipo de aplicaciones, obteniendo mediciones de humedad de una manera rápida y sencilla (Huamán, 2015).

En la provincia de Loja un trabajo similar fue desarrollado con la implementación de un sistema automático de control de humedad para un invernadero destinado al cultivo de orquídeas. Esta propuesta incluyó el uso de sensores digitales conectados a una plataforma Arduino y un sistema de control basado en lógica difusa lo que permitió automatizar procesos de ventilación, calefacción y nebulización, esta implementación tuvo lugar directamente en las instalaciones del jardín botánico, con el objetivo de garantizar condiciones ambientales adecuadas para las plantas en un entorno cerrado. El uso de sistemas de sistemas de control automático permiten reducir considerablemente la

intervención humana en invernaderos, actuando directamente sobre sus variables climáticas como la humedad relativa, temperatura, radiación, ventilación, entre otras (Berrú, 2014).

En Manabí, no se ha llevado a cabo ningún proyecto relacionado con Implementación de un sistema de control de humedad en el galpón de electromecánica.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En primer lugar, se abordan los aspectos relacionados con el diseño general del sistema los cuales incluyen los esquemas funcionales, diagramas de conexión y planos estructurales que explican cómo se integran los distintos dispositivos electrónicos, sensores y actuadores en el sistema de control.

Tabla 1 presupuesto de gastos en la implementación

| Nombre del artículo | Valor unitario (USD) | Cantidad | Total |
|---------------------------------------|----------------------|----------|-----------|
| Sensor de humedad y temperatura DHT22 | \$ 5,00 | 8 | \$ 40,00 |
| Microcontrolador Arduino UNO | \$ 10,00 | 4 | \$ 40,00 |
| Módulo relé 5V de 2 canales | \$ 4,00 | 4 | \$ 16,00 |
| Ventilador extractor 12V | \$ 12,00 | 2 | \$ 24,00 |
| Bomba de agua sumergible | \$ 10,00 | 3 | \$ 30,00 |
| Fuente de alimentación 12V 5A | \$ 15,00 | 3 | \$ 45,00 |
| Tubo de PVC ½ pulgada (2 metros) | \$ 3,00 | 9 | \$ 27,00 |
| Protoboard grande | \$ 7,00 | 1 | \$ 7,00 |
| Conectores y jumpers eléctricos | \$ 0,25 | 50 | \$ 12,50 |
| Cable eléctrico (rollo pequeño) | \$ 5,00 | 3 | \$ 15,00 |
| Tornillos, tuercas y fijaciones | \$ 0,10 | 30 | \$ 3,00 |
| Soportes plásticos para sensores | \$ 1,00 | 4 | \$ 4,00 |
| Caja plástica para circuito | \$ 4,00 | 3 | \$ 12,00 |
| Display LCD 16x2 | \$ 6,00 | 1 | \$ 6,00 |
| Placa de expansión para Arduino | \$ 3,00 | 3 | \$ 9,00 |
| Cinta aislante | \$ 1,50 | 3 | \$ 4,50 |
| Termocontraíble | \$ 0,50 | 10 | \$ 5,00 |
| Total general | | | \$ 300,00 |

Se incorpora el desglose detallado de los materiales utilizados representado a través de una tabla que incluye los nombres de cada artículo su valor unitario, la cantidad utilizada y el costo total con el fin de evidenciar la correcta planificación de los recursos adaptándose a \$300.

Finalmente se presentaron los cálculos técnicos requeridos para la calibración y dimensionamiento del sistema, así como la configuración del microcontrolador, la programación lógica, la simulación previa y los procedimientos realizados durante la instalación y así este conjunto de actividades permitió verificar la operatividad del sistema cumpliendo con los parámetros deseados de control de humedad dentro del galpón.

3.1. OBJETIVO 1

DIAGNOSTICAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE HUMEDAD Y VENTILACIÓN PRESENTES EN EL GALPÓN.

Se realizó una inspección técnica integral que permitió identificar los niveles de humedad relativa y la circulación del aire en distintos puntos del espacio y para ello se utilizaron herramientas de medición de humedad de manera sencilla y la observación directa en las zonas húmedas y con recolección de información se pudo evidenciar zonas con acumulación de humedad y deficiente renovación de aire sobre todo en áreas con poca ventilación natural, asimismo se documentaron factores externos como la temperatura ambiente y la orientación del galpón, los cuales inciden directamente en las condiciones internas.

Ilustración 1 Imagen del ciclo de ventilación en un galpón



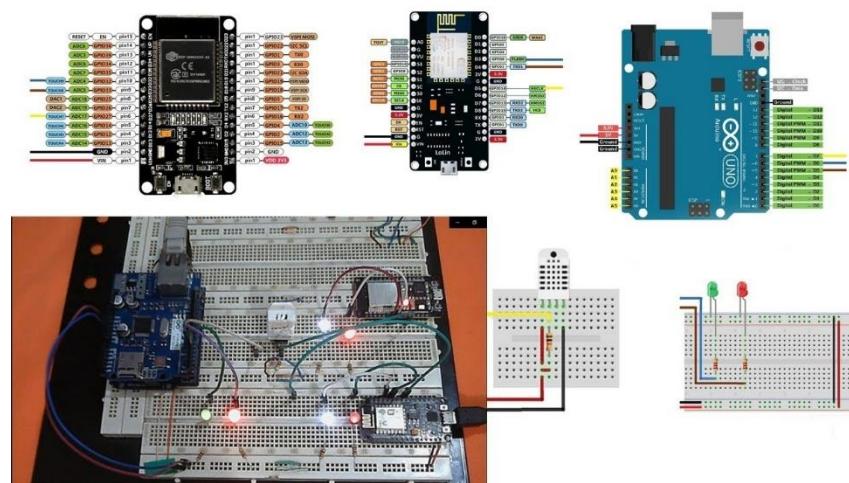
3.2. OBJETIVO 2

DISEÑAR UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE HUMEDAD ACORDE A LAS NECESIDADES DETECTADAS.

Se diseño un sistema automatizado de control de humedad que respondiera a las condiciones reales detectadas durante el diagnóstico este diseño se fundamentó en la incorporación de sensores DHT22 reconocidos por su precisión en la medición de temperatura y humedad los cuales fueron integrados con una placa Arduino como unidad central de procesamiento.

Este microcontrolador permitió programar rangos específicos de humedad relativa que al ser superados activaban automáticamente dispositivos como extractores de aire o humidificadores por lo tanto se elaboró un diagrama que organizó la distribución de los sensores, los actuadores y las conexiones eléctricas necesarias asegurando de esa forma que el sistema fuera eficiente y funcional dentro del entorno del galpón, además se consideraron aspectos prácticos como el acceso a la energía eléctrica, la protección de los componentes frente a factores ambientales y la facilidad de mantenimiento.

Ilustración 2 Control de humedad y temperatura con el módulo DHT22 por innova



3.3. OBJETIVO 3

INSTALAR Y CONFIGURAR LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS QUE PERMITAN LA REGULACIÓN EFICIENTE DE LA HUMEDAD.

Se instaló y configuró los componentes tecnológicos necesarios para lograr una regulación efectiva de la humedad en el galpón electromecánico con esto la instalación se llevó a cabo respetando los parámetros establecidos en el diseño y garantizando la ubicación estratégica de cada sensor DHT22 para una lectura precisa del ambiente interno. De la misma manera se fijaron los módulos de control (Arduino y relés) sobre superficies protegidas del polvo y la humedad directa asegurando la durabilidad de los equipos.

Se conectaron varios ventiladores de extracción y un humidificador ultrasónico ambos activados mediante programación condicional previamente cargada en el microcontrolador, durante la configuración del sistema se definieron umbrales de operación que permitieran activar o desactivar los actuadores de forma automática, sin intervención humana, por último se realizaron pruebas de funcionamiento en distintos horarios y condiciones para verificar la respuesta del sistema observándose una adecuada estabilización de los niveles de humedad relativa en rangos óptimos para el ambiente de trabajo.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se logró cumplir con el diagnóstico de las condiciones actuales de humedad y ventilación mediante una evaluación sistemática del entorno físico y ambiental también se identificaron niveles irregulares de humedad relativa así como deficiencias en la ventilación natural del espacio lo cual representaba un riesgo potencial para el almacenamiento de equipos y materiales, por consiguiente este análisis permitió establecer una línea base técnica que fundamentó las decisiones tomadas en el diseño de este sistema automatizado.

El diseño del sistema automatizado fue ejecutado con base en los requerimientos obtenidos del diagnóstico inicial, también se estableció una arquitectura funcional compuesta por sensores de humedad, microcontroladores y mecanismos de activación de ventilación forzada, este diseño respondió de manera efectiva a las condiciones detectadas y fue formulado considerando criterios de eficiencia energética, bajo costo y facilidad de mantenimiento.

Se completó de manera exitosa la instalación y configuración de los dispositivos previstos en el diseño y la implementación incluyó la calibración de sensores como la integración del microcontrolador y la verificación del funcionamiento automático del sistema, ya con el sistema instalado se logró mantener niveles de humedad controlados.

4.2. RECOMENDACIONES

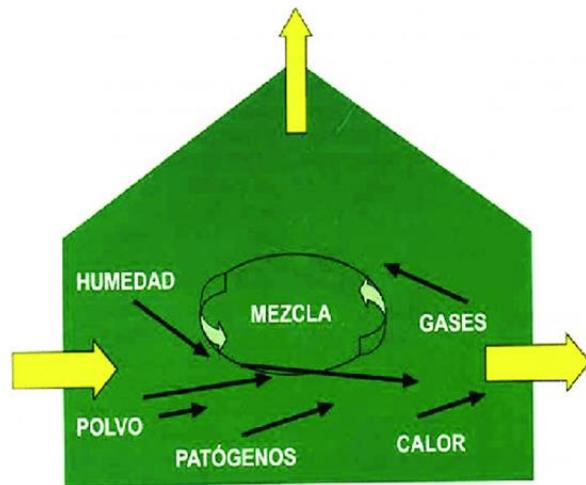
- Realizar un mantenimiento preventivo mensual al sistema automatizado de control de humedad verificando el estado físico y funcional de los sensores, conexiones eléctricas y el microcontrolador.
- Sugiero monitorear constantemente los datos registrados por el sistema especialmente durante los primeros meses de operación, con el objetivo de detectar cualquier desviación o comportamiento anómalo que pueda comprometer la eficiencia del control ambiental en el galpón.
- Sugiero implementar un plan de supervisión periódica para verificar el estado y el rendimiento del sistema instalado.

BIBLIOGRAFÍA

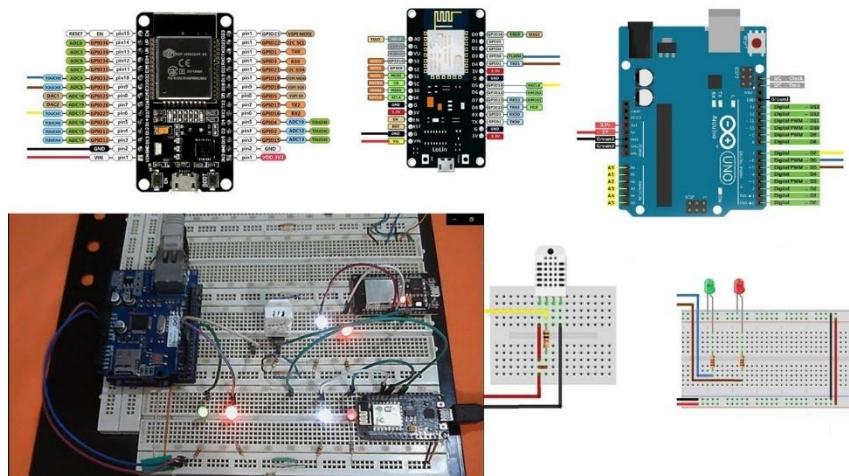
- Alessandro. (2024). ¿Para qué sirve la prueba de humedad y cómo funciona? *FDM - Environment Makers*. <https://www.dellamarca.it/es/para-que-se-utilizan-las-pruebas-de-humedad-y-como-funcionan/>
- Artdinamico. (2022). *MEDICION DE HUMEDAD* (Colombia). Equipos y laboratorio de Colombia; [equiposylaboratorio.com](https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/medicion-de-humedad). <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/medicion-de-humedad>
- Berrú. (2014). *DIRECTOR: Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego, Mg. Sc.*
- emilydirigible. (2024, julio 2). Abordar los problemas de humedad en las escuelas. *Quest Climate*. <https://www.questclimate.com/es/abordar-los-problemas-de-humedad-en-las-escuelas/>
- Energy. (2020). *Moisture Control*. Energy.gov. <https://www.energy.gov/energysaver/moisture-control>
- Huamán, C. E. R. (2015). *SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE HUMEDAD EN UN INVERNADERO*.
- Kalstein. (2022). Métodos que se utilizan para la determinación de humedad en una muestra. *Kalstein*. <https://kalstein.es/metodos-que-se-utilizan-para-la-determinacion-de-humedad-en-una-muestra/>
- Liu, Y., Qi, G., Li, Z., Wu, Q., & Meng, Y. (2017). Research on automatic control system of greenhouse. *AIP Conference Proceedings*, 1820(1), 070011. <https://doi.org/10.1063/1.4977353>
- Metalinspec. (2022). *La importancia del Control de la Humedad en la Industria*. <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/la-importancia-del-control-de-la-humedad-en-la-industria>
- Muso Lema, J. I., & Quillupangui Salazar, E. P. (2018). *Diseño e implementación del control de humedad en un invernadero del campus Salache*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5620>

- Narvaez, M. (2024). Método inductivo: Qué es, características y ejemplos. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-inductivo/>
- Renker. (2025). *Formas eficaces de medir y mantener la humedad del suelo—Renke*. <https://www.renkeer.com/measure-and-maintain-soil-moisture/>
- Robotnik. (2024, abril 15). ¿Cuál es la diferencia entre robótica y automatización? *Robotnik*. <https://robotnik.eu/es/cual-es-la-diferencia-entre-robotica-y-automatizacion/>
- SDI. (2023, noviembre 29). *Sensor de humedad | ¿Qué es y cómo funciona? | SDI*. <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensor-de-humedad/>
- Zambrano, D. M. Z., & Anchundia, D. P. Q. (2022). *AUTORIDADES INSTITUCIONALES*.

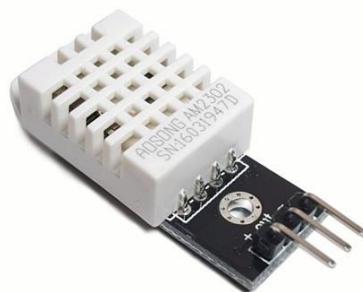
ANEXOS



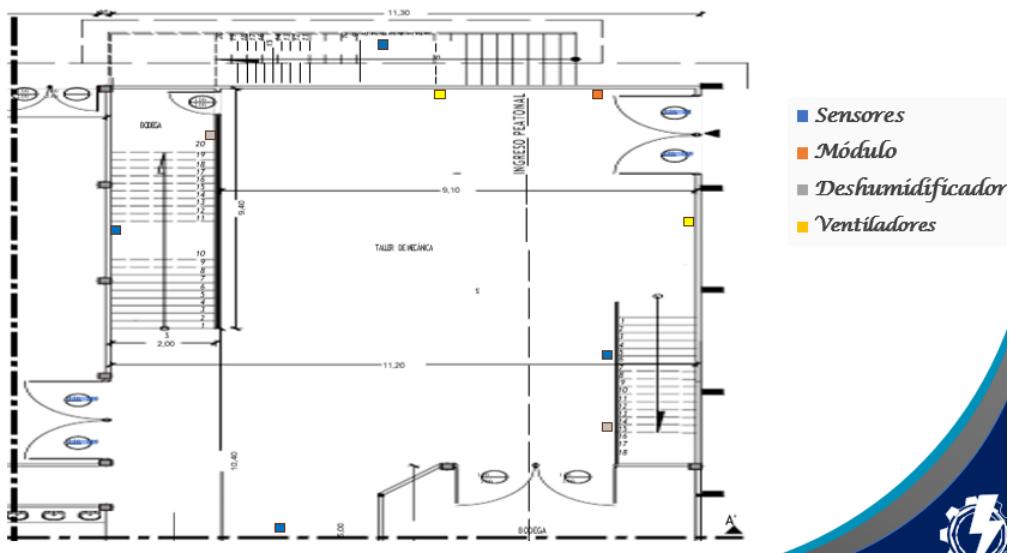
Anexo 1: Ciclo de ventilación en un galpón



Anexo 2: 3 Control de humedad y temperatura con el módulo DHT22



Anexo 3: Sensor DHT22



Anexo 4: Galpón