



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de un sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos.

Autores:

José Silvio Barberán Zambrano
Jemelly Anaí Pillasagua Palma

Tutora

Tnlga. Janela Alejandra Mendoza Santander

Unidad Académica:

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

Carrera:

Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos.

Tosagua, agosto del 2025.

CERTIFICACION DEL TUTOR

Tnlga. Janela Alejandra Mendoza Santander; 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(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de un sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos" 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 su(s) autor(es):

José Silvio Barberán Zambrano, Jemelly Anaí Pillasagua Palma

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Tosagua, agosto del 2025.



Tnlga. Janela Alejandra Mendoza Santander

TUTOR(A)

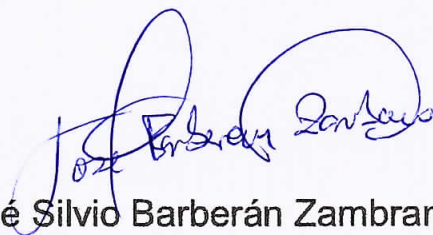
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

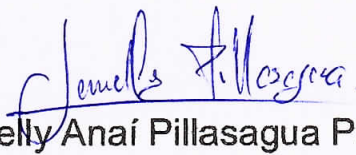
José Silvio Barberán Zambrano, Jemelly Anaí Pillasagua Palma

Estudiante(s) de la Carrera de **Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de un sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Tosagua, agosto del 2025



José Silvio Barberán Zambrano

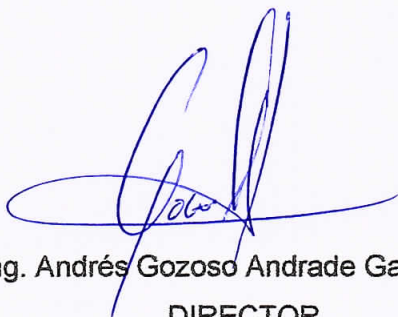


Jemelly Anaí Pillasagua Palma



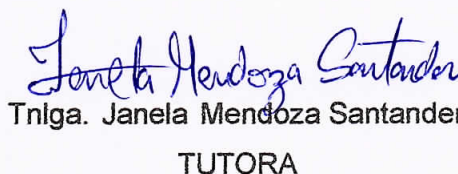
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de un sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos" de su(s) autor(es): José Silvio Barberán Zambrano, Jemelly Anaí Pillasagua Palma de la Carrera **"Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos"**, y como Tutor(a) del Trabajo el/la Tnlga. Janela Alejandra Mendoza Santander



Ing. Andrés Gozoso Andrade García. MBA.
DIRECTOR

Tosagua, agosto del 2025



Tnlga. Janela Mendoza Santander
TUTORA



Ing. John Jairo Ugalde Cedeño, Mg.
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg.
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL



Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mgs
SECRETARIA

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres y familias, quienes con su esfuerzo, amor y apoyo incondicional nos brindaron la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta. A nuestros docentes, por compartir sus conocimientos y guiarnos en el camino académico. Y a nuestros amigos, que con su compañía y ánimo hicieron más llevadero este proceso.

Jemelly Anaí Pillasagua Palma, José Silvio Barberán Zambrano

RESUMEN

El proyecto titulado “Implementación de un sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos” tiene como finalidad abordar la falta de detección temprana de irregularidades en dispositivos esenciales, cuya avería puede representar peligros para la seguridad, pérdidas económicas y afectar las condiciones en hospitales. Su meta principal es mejorar la fiabilidad y la seguridad operacional de los equipos electrónicos, en particular los biomédicos, como las máquinas de anestesia, mediante la inclusión de sensores que controlan variables como temperatura, presión, flujo, corriente y humedad.

La metodología utilizada abarcó la elección de sensores adecuados, el desarrollo de un circuito de prueba, la observación directa del funcionamiento de los equipos y el monitoreo en tiempo real. Se emplearon métodos experimentales y observacionales para verificar la capacidad del sistema para identificar averías, activar alarmas y recopilar datos relevantes para el mantenimiento predictivo.

Los hallazgos indicaron que el sistema puede identificar fallas críticas en menos de tres segundos, generando alertas sonoras y visuales que permiten una intervención rápida. Se concluye que la incorporación de sensores es una herramienta valiosa para disminuir el mantenimiento correctivo, asegurar la continuidad operativa y mejorar la seguridad del paciente en entornos clínicos.

PALABRAS CLAVE

Sensores, fallos, equipos electrónicos, biomédicos, mantenimiento predictivo.

ABSTRACT

The project entitled “Implementation of a Failure System through Sensors in Electronic Equipment” aims to address the lack of early detection of irregularities in essential devices, whose malfunction may pose safety hazards, economic losses, and affect conditions in hospitals. Its main objective is to improve the reliability and operational safety of electronic equipment, particularly biomedical devices such as anesthesia machines, through the inclusion of sensors that monitor variables such as temperature, pressure, flow, current, and humidity.

The methodology involved selecting appropriate sensors, developing a test circuit, directly observing the operation of the equipment, and real-time monitoring. Experimental and observational methods were applied to verify the system’s ability to identify failures, trigger alarms, and collect relevant data for predictive maintenance.

The findings indicated that the system can detect critical failures in less than three seconds, generating audible and visual alerts that allow rapid intervention. It is concluded that the integration of sensors is a valuable tool to reduce corrective maintenance, ensure operational continuity, and enhance patient safety in clinical environments.

KEYWORDS

Sensors, failures, electronic equipment, biomedical, predictive maintenance.

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 TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
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.....	12
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	15
3.1. OBJETIVO 1	15
3.2. OBJETIVO 2	16
3.3. OBJETIVO 3	17
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20

4.1. CONCLUSIONES	20
4.2. RECOMENDACIONES.....	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ANEXOS	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Pruebas ejecutadas	15
Tabla 2 Características clave del sistema de detección de fallos en equipos electrónicos.....	17
Tabla 3 Fallos simulados y respuesta del sistema de monitoreo preventivo....	18

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La implementación de un sistema de equipos eléctricos no se trata de solo de instalar tecnología y puesta en marcha de todos los componentes eléctricos necesarios para operar equipos, si no implica la planificación detallada de la distribución de los circuitos, estos sistemas permiten una visibilidad sin precedente del estado de las máquinas, posibilitando el mantenimiento predictivo y prescriptivo, la optimización continua del rendimiento y la eficiencia energética (Benbouzid, *Signal Processing for Fault Detection and Diagnosis in Electric Machines and Systems*, 2020).

Los sensores permiten errores internos o externos antes del colapso grave, también facilita las decisiones de mantenimiento previsibles y correctivas, la implementación de este tipo de sistema se puede utilizar para una amplia gama de equipos electrónicos, de biomédicos y en la industria, lo que extiende su alcance y su importancia técnica, por ejemplo, en un contexto quirúrgico, los dispositivos como los fanáticos, las pantallas múltiples o las estaciones de anestesia han evolucionado para integrar sensores e incluso sistemas de diagnóstico que fortalecen la seguridad clínica y optimizan el rendimiento. (Hill & Horn, 2022).

Los sensores en una máquina de anestesia son esenciales para identificar posibles fallos que podrían poner en riesgo la seguridad del paciente. Estos sensores monitorean frecuentemente aspectos críticos como la presión de los gases, el flujo, la mezcla adecuada de agentes anestésicos y los niveles de oxígeno. Si ocurre una anomalía los sensores lo detectan de inmediato activándose las alarmas visuales y auditivas que alertan al personal médico permitiendo una respuesta rápida para corregir el problema y evitar problemas durante procedimientos anestésicos (Hill & Horn, 2022).

Nuestro proyecto adquiere relevancia debido a que los equipos tecnológicos, en especial los utilizados en sectores como el biomédico, industrial y de servicios, requieren un funcionamiento continuo y confiable, por lo que una falla no detectada a tiempo puede generar consecuencias críticas como interrupción de

procesos, pérdidas económicas, riesgos en la seguridad de las personas o incluso la afectación directa a la salud en entornos hospitalarios, el enfoque no solo es mejorar la eficiencia operativa, sino en el ámbito de fortalecer la seguridad y confiabilidad de los sistemas electrónicos.

Este equipo médico está estrechamente relacionado con la carrera de equipos biomédicos ya que esta requiere de profesionales para poder realizar su correcta instalación, calibración y mantenimiento preventivo y correctivo, así mismo colabora con sistemas hospitalarios, se capacita al personal médico garantizando los procedimientos quirúrgicos.

1.1. PROBLEMA

Carencia de la Implementación de un sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos.

El funcionamiento seguro y constante de los dispositivos electrónicos es fundamental en diversos sectores estratégicos, como son las telecomunicaciones, la medicina, la industria, entre otros, es necesario conocer primero que uno de los mayores desafíos en su funcionamiento es la ausencia de detección temprana de fallos, lo que podría poner en riesgo no solo el rendimiento, sino también la seguridad y durabilidad de estos aparatos, dicha circunstancia pone de manifiesto la exigencia de crear e implementar sistemas automatizados para detectar fallos, los cuales posibiliten mejorar las tareas de mantenimiento, disminuir los gastos operativos y asegurar la continuidad y confiabilidad en el empleo de los dispositivos electrónicos.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La incorporación de un sistema de detección de fallos mediante sensores de una máquina de anestesia mejora la seguridad del paciente al anticipar posibles errores técnicos, desde lo académico esta implementación promueve el aprendizaje interdisciplinario que integra la ingeniería, tecnología biomédica y ciencias de la salud, fortaleciendo la formación de profesionales comprometidos con una atención medica segura y con calidad.

Desde el enfoque tecnológico, la implementación de un sistema de detección de fallos mediante sensores en una máquina de anestesia representa un avance significativo en la mejora de la confiabilidad y eficiencia de estos equipos críticos. Este tipo de sistema permite monitorear el equipo en tiempo real en variables como la presión, flujo de los gases, temperatura y su funcionamiento de componentes electrónicos, detectando anomalías antes de que comprometan la seguridad del paciente.

Es una forma inteligente y preventiva de cuidar los equipos electrónicos, funciona como si fueran sentidos que ayudan al equipo a darse cuenta si algo anda mal como calor excesivo, vibraciones raras, caídas de voltaje y otras, en lugar de esperar que se dañe, el equipo detecta el problema y avisa, o incluso puede apagarse para evitar un daño mayor.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar un sistema de fallos electrónicos mediante sensores en equipos electrónicos.

1.3.2. Objetivos específicos

Optimizar la detección oportuna de fallos en equipos electrónicos mediante sensores inteligentes.

Evaluar la viabilidad de un sistema de detección de fallos mediante sensores en equipos electrónicos críticos, como mecanismo de mejora operativa y preventiva.

Efectuar un seguimiento constante con sensores para anticipar fallos y facilitar el mantenimiento, promoviendo un entorno seguro muy confiable.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Para llevar a cabo el proyecto, primero determinamos qué equipos electrónicos eran cruciales y dónde detectar fallas anticipadamente era fundamental, luego, investigamos a fondo la literatura y las especificaciones técnicas de los diversos sensores existentes, escogiendo los que ofrecieran la mejor exactitud, adaptabilidad y rendimiento para el monitoreo al instante.

Después de elegir los sensores correctos, se recomienda que en los equipos seleccionados, crear un circuito de prueba para verificar si los dispositivos podían registrar datos eléctricos y mecánicos relacionados con posibles averías. Una vez realizado lo propuesto, se debe realizar la evaluación del sistema si es factible en la práctica, examinando la fiabilidad de los datos recogidos y la facilidad con que se integraría en hospitales e industrias.

Así, se monitorea de forma constante los equipos a través de los sensores, para buscar evitar fallas y crear modelos de mantenimiento predictivo, dicha etapa además de confirmar la eficacia del sistema, también se proporcionó información importante para sugerir mejoras en la gestión de los equipos electrónicos.

1.4.2. Técnicas

Observación directa

Fundamentación de la técnica: la observación directa permite conocer el funcionamiento real de los procesos técnicos, identificando detalles que no se perciben en documentos o entrevista a si como lo plantea (Hernández Sampieri et al., 1991). Se eligió esta técnica porque permite entender de manera cercana cómo funcionan los equipos electrónicos en su ambiente real, sin alterar su uso, especialmente en el uso de la máquina de anestesia. La observación permitió analizar cómo responden estos equipos ante diferentes cargas de trabajo, como el uso continuo, variaciones eléctricas o errores humanos.

Aplicación en el proyecto: se aplicará en la etapa inicial del proyecto, permitiendo registrar datos relevantes como fluctuaciones de voltaje, tiempos de respuestas del equipo entre otros. Esta información es indispensable para decidir que sensores instalar y donde poder colocarlos y así mismo estos ayudan a definir con mayor precisión que variables que deberían ser monitoreadas por los sensores, así asegurar que el sistema de detección responda las necesidades reales del entorno y poder anticipar fallos y mejorar la seguridad.

Monitoreo en tiempo real

Fundamentación de la técnica: Es el monitoreo en tiempo real permite obtener datos inmediatos de las variables de operación, facilitando la supervisión constante de sistemas críticos (Da Costa & Costa , 2024).

Motivo para utilizarlo: Se usó para vigilar continuamente parámetros como temperatura, presión, flujo y humedad, con el fin de detectar cualquier desviación o anomalía en el funcionamiento del equipo.

Aplicación en el proyecto: Durante la etapa de implementación del sistema de sensores en la máquina de anestesia, asegurando una respuesta inmediata ante cualquier condición anómala.

1.4.3. Métodos

Método Experimental

La perspectiva experimental simplifica el reconocimiento de las relaciones causa-efecto a través del dominio y ajuste de distintos factores, ratificando suposiciones en ambientes supervisados (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Dicha táctica resultó fundamental durante la fase de chequeo del sistema. Con el propósito de confirmar que los dispositivos de detección eran capaces de identificar fallos y activar las alertas necesarias, se simulaban diversos tipos de errores en los equipos, como, por ejemplo, subidas de temperatura o interrupciones en el suministro eléctrico. De esta forma, fue posible garantizar el funcionamiento adecuado del sistema antes de su puesta en marcha definitiva.

Método Observacional

Se realizó este análisis observacional documentando metódicamente las actividades o éxitos en su entorno original (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Al inicio del proyecto se eligió este método para examinar el rendimiento del equipo en el uso diario, con especial atención al equipo de anestesia. Su funcionamiento facilitó la identificación de posibles problemas, puntos débiles y momentos en los que el dispositivo tenía mayor demanda. Los detalles fueron esenciales para elegir los sensores necesarios y señalar su ubicación exacta.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

La detección de fallos y la aplicación de acciones preventivas son factores que tienen un impacto significativo en la disponibilidad y confiabilidad de los dispositivos electrónicos. En ambientes vitales, tales como hospitales, industrias manufactureras o sistemas de transporte, un error que no se detecte a tiempo puede provocar graves interrupciones, pérdidas financieras e incluso riesgos para la seguridad humana (Smith, 2019), por esto, los sistemas de detección que emplean sensores se han vuelto una solución automatizada y eficaz para la supervisión ininterrumpida de parámetros operativos (Engineering, 2025).

Parámetros físicos se encuentran entre las variables críticas de los equipos que deben ser monitoreadas por un sistema de detección de caídas basado en sensores, estos sensores permiten la recopilación de datos en tiempo real, que posteriormente se analizan mediante algoritmos o sistemas de diagnóstico automático para detectar patrones de comportamiento anómalos que puedan indicar un error. Según(Isermann, 2006) “los sensores juegan un papel esencial en la detección de fallos, ya que proporcionan las señales necesarias para comparar el comportamiento real del sistema con su modelo esperado”.

La estructura permite implementar estrategias de mantenimiento predictivo, más efectivas que los enfoques correctivos o preventivos tradicionales. Desde un punto de vista técnico, los sensores modernos utilizan tecnologías como MEMS (sistemas microelectromecánicos), fibra óptica, sensores piezoeléctricos, sensores de efecto Hall, entre otros.

Aplicaciones críticas como las máquinas de anestesia ya han integrado tecnologías similares, estos dispositivos, pueden detectar fallas en el suministro de gases, flujo o voltaje, lo cual permite detener automáticamente el proceso y emitir alertas, así se puede demostrar la importancia de contar con sistemas inteligentes en cualquier equipo electrónico con funciones críticas o sensibles.

Los sensores son muy importantes para capturar problemas al inicio del equipo electrónico, especialmente donde debe ser perfecto, mantener las cosas funcionando sin problemas y mantenerse a salvo, como en hospitales, fábricas o aviones. Su trabajo es vigilar cosas como la temperatura, la presión, las vibraciones, la humedad, la corriente eléctrica o el voltaje, y convertir esa información en señales que podemos medir para detectar cualquier cosa extraña con el sistema.

Revelar problemas en cómo se hacen las cosas es un gran problema para hacer que las cosas funcionen de forma correcta, es lo principal al tratar con cosas raras que salieron mal, el GEA es el encargado de detectar, descubrir y solucionar cualquier cosa extraña o problema que aparezca en un proceso.

El gran problema de la GEA, que cuesta a la industria petroquímica como 20 mil millones de dólares al año, finalmente está recibiendo algo de atención. Entonces, ahora es muy interesante, con la gente de la industria y los investigadores realmente interesados, a diferencia de hace unos diez años. Hay un montón de cosas sobre cómo descubrir cuándo las cosas salen mal, desde las formas de la vieja escuela hasta las últimas IA y técnicas de crujido numérica. Cuando miras modelos, tienes algunos tipos diferentes. Por otro lado, hay formas de hacer cosas que no dependen de ningún modelo prefabricado y solo usan lo que ya sucedió en el pasado, sabiendo cómo funcionan las cosas, hay varias formas de buscar y descubrir qué está sucediendo para lidiar con todas estas diferentes formas de hacer las cosas y las elecciones puede ser muy difícil para alguien que no es un experto en esos métodos.

A veces, parece que estas ideas están separadas por mundos, y un novato o incluso un profesional podría preguntarse si una cierta manera de hacer las cosas se ajusta a su situación específica a pesar de que se han dicho algunas cosas geniales sobre esta área antes, muchos de los elogios fueron solo, por una parte, como los modelos analíticos, de todo.

El objetivo principal de estos artículos de tres partes es darnos una mirada detallada y de lado a lado a diferentes formas de diagnosticar cosas desde

diferentes ángulos, solucionamos cómo detectar fallas en tres tipos principales: los que usan números, que usan descripciones y las que miran lo que sucedió antes. Al comienzo de esta serie, hablan sobre descubrir por qué las cosas salen mal y consulte algunos métodos en número para abordarlo. En las últimas dos secciones, están revisando los métodos que utilizan modelos cualitativos y datos del historial de procesos también, observarán cómo estas diferentes formas se comparan entre sí utilizando la misma lista de verificación que hablamos anteriormente, concluiremos esta serie mirando cómo el diagnóstico de fallas se relaciona con otras cosas en el proceso y lo nuevo, como esta pizarra para descubrir cuando las cosas salen mal (Venkatasubramanian, 2003).

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, nace por la decisión y el deseo de un grupo de docentes y estudiantes universitarios dirigidos por el Dr. Medardo Mora Solórzano, quien creía en la conveniencia de convertir a Manta en ciudad universitaria y plantea su idea en Febrero de 1981 quien presenta ante el Congreso Nacional el 11 de Agosto de 1983 el proyecto de ley de creación de la Universidad, venciendo la férrea oposición para que se creasen nuevas Universidades y Politécnicas en el país, oposición que existía tanto por parte del Congreso Nacional, del Gobierno Nacional y de parte del máximo organismo de las Universidades y Escuelas Politécnicas del país, como lo era el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (CONUEP).

El Campus Chone de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) se ha consolidado como uno de los principales centros de educación superior en la región norte de la provincia de Manabí. Cuenta con una infraestructura adecuada para el desarrollo académico, incluyendo aulas, laboratorios, áreas administrativas y espacios recreativos que favorecen el bienestar estudiantil. Además, el campus destaca por sus actividades vinculadas al rescate del patrimonio cultural, especialmente mediante investigaciones arqueológicas que recuperan y conservan piezas de valor histórico, fortaleciendo así la identidad local. Se ofertan varias carreras orientadas al desarrollo regional, con programas que integran la teoría con la práctica a través de proyectos de vinculación con la comunidad, pasantías y trabajo conjunto con instituciones locales. Por su parte, la Extensión Tosagua, aunque más reciente, representa un avance significativo en el proceso de descentralización educativa de la ULEAM. Esta extensión ha permitido que jóvenes de sectores rurales accedan a estudios universitarios sin tener que desplazarse grandes distancias.

La extensión de Tosagua también ha establecido alianzas estratégicas con organismos gubernamentales, locales y comunitarios, con el objetivo de promover proyectos de desarrollo sustentable, prácticas preprofesionales y actividades de integración con la sociedad. Tanto el campus Chone como la extensión Tosagua reflejan el compromiso institucional de la ULEAM con una

educación superior de calidad, inclusiva y articulada con las realidades sociales, culturales y productivas de cada territorio. Ofrece una infraestructura adecuada para el desarrollo de clases, prácticas y actividades universitarias, así como una oferta educativa orientada a las necesidades locales. Además de su enfoque académico, esta extensión ha participado en proyectos de rescate patrimonial y arqueológico, recuperando piezas de valor histórico que fortalecen la identidad cultural de la región. También promueve la vinculación con la comunidad a través de prácticas preprofesionales y proyectos sociales, lo que refuerza su compromiso con el desarrollo territorial. (Manabí, Reseña historica de la Uleam, 2012).

La UAFFT (Unidad Académica de Formación de Técnicos y Formación Terminal) es una estructura interna de la ULEAM enfocada en la formación técnica especializada y el desarrollo de capacidades aplicadas. En el Campus Chone, esta unidad desempeña un papel clave en la planificación de actividades logísticas y académicas, así como en el diseño de proyectos presentes y futuros orientados a fortalecer la oferta técnica.

El proyecto se llevará a cabo en la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio (UNITEV), una institución educativa enfocada en la formación de profesionales con una sólida preparación teórica y práctica, especialmente en áreas tecnológicas y científicas. La universidad cuenta con diversas carreras de técnicas, entre ellas la de equipos biomédicos, que es el campo en el que se ejecutará este proyecto. Unitev se destaca porque se trata de preparar a los estudiantes para el mundo real, con capacitación práctica y la última tecnología en particular, el Departamento de los equipos biomédicos de Unitev se tratan de mantener a los técnicos listos para abordar los problemas tecnológicos en la atención médica, haciéndolos hábiles en cosas como mantener el equipo médico en forma, instrumentos de manejo y la automatización de los sistemas médicos. (Manabí, Reseña historica de la Uleam, 2012).

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En Europa, varios investigadores han desarrollado sistemas avanzados de detección de fallos mediante sensores integrados en dispositivos biomédicos críticos, un caso, en subsistemas de monitoreo de glucosa continua (Litwak, Carreño, & Carnero, 2020), diseñaron un algoritmo combinado basado en modelos de primer principio y aprendizaje estadístico para detectar con alta precisión errores en sensores subcutáneos de glucosa en valores muy exactos.

En Perú, (Frontera, 2023) realizaron una revisión sistemática de literatura sobre sensores inteligentes en el mantenimiento predictivo entre 2000 y 2021, el enfoque del estudio concluye que el uso de sensores IoT y de vibración en equipos industriales crece de forma constante, destacando su importancia para prevenir fallos e incrementar la competitividad industrial.(Kulieva et al., 2023).

En la ciudad de Guayaquil (provincia de Guayas), los investigadores de la Universidad Politécnica de Salesiana desarrollaron un sistema de diagnóstico de fallas en componentes electrónicos del motor CRDI 2.2, mediante el análisis del espectro de vibraciones generado en el bloque motor, centrado en el nivel del cigüeñal. Intentaron estropear las partes principales del sistema de inyección (como la temperatura del refrigerante, la presión y el sensor de combustible) y luego verificaron qué tipo de cambios aparecieron en el espectro para que pudieran vincular ciertos patrones de vibraciones con diferentes tipos de fallas, lo que lo hizo súper rápido y fácil de detectar de dónde venía el problema(Yagual Villacís & Orellana Pesantez, 2023).

En cuanto a los esfuerzos específicos en la provincia de Manabí, y en particular en otros cantones distintos a Portoviejo y Manta, no se han encontrado antecedentes documentados de estudios que involucren la detección de fallos en equipos electrónicos mediante sensores, ya sea en contextos industriales, médicos o institucionales.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se presenta detalladamente el desarrollo del sistema de fallos mediante sensores en equipos electrónicos. El contenido está estructurado según los objetivos específicos del proyecto, y se incluyen esquemas, cálculos, diagramas, desglose de componentes, diseño del prototipo y pruebas realizadas, con el fin de evidenciar el proceso de ejecución técnica.

3.1. OBJETIVO 1

- **Diseño del sistema:** Bocetos y planes de cableado que muestran la configuración general, cómo se conectan los sensores y cómo funcionan los microcontroladores, más el proceso paso a paso que siguen.
- **Cálculos técnicos:** Estimaciones de consumo energético, frecuencia de muestreo adecuada para la detección rápida, y parámetros críticos (umbrales de alerta).
- **Programación y lógica:** Explicación de los algoritmos implementados para la detección de fallos y generación de alertas automáticas.

Tabla 1 Pruebas ejecutadas

Aspectos Evaluados	Resumen
Posibles fallas detectadas	Sobrecalentamiento, sobrecorriente, caída de corriente, humedad excesiva, entre otras
Sensores que pueden ser utilizados	DHT22 (temperatura/humedad), ACS712 (corriente), SW-420 (vibración).
Precisión en el sistema	Alta precisión en todas las pruebas bajo condiciones simuladas.
Tiempo de respuesta ante fallas	Inferior a 3 segundos en todas las situaciones evaluadas.
Pruebas mixtas	El sistema puede detectar múltiples fallos simultáneos de manera eficiente.

Resultados de pruebas de detección de fallas con sensores en sistemas electrónicos (Javaid & Haleem, 2021).

3.2. OBJETIVO 2

- **Sobrecalentamiento del sistema**

Se colocó un sensor DHT22 cerca del área electrónica del equipo. Al elevar artificialmente la temperatura, el sistema detectó un sobrecalentamiento peligroso ($>45^{\circ}\text{C}$), lo que podría afectar el funcionamiento interno. Se activó una alarma sonora y visual como medida de seguridad.

- **Fuga en línea de gases**

Usando el sensor de presión MPX5700, se simuló una fuga en el circuito de gases desconectando levemente una manguera. El sistema identificó una caída brusca de presión, indicando fuga. Esto es vital ya que una fuga puede poner en riesgo al paciente por falta de anestesia o mezcla incorrecta de gases.

Obstrucción del flujo respiratorio

Mediante el sensor de flujo YF-S201 se detectó una reducción del caudal por un pinzamiento parcial del tubo. Esta condición representa un riesgo de hipoxia. El sistema activó la alerta y detuvo la operación para evitar daños.

- **Humedad excesiva en componentes**

El sensor DHT22 también midió la humedad relativa en zonas sensibles. Se simuló condensación interna, superando el 80%. Esto alertó sobre posibles cortocircuitos o fallos eléctricos, recomendando mantenimiento preventivo inmediato.

- **Fallo múltiple (combinado)**

Se combinaron varias condiciones de fallo (temperatura elevada, baja presión, flujo anormal), para probar la respuesta del sistema ante eventos críticos simultáneos. El sistema respondió correctamente, identificando cada variable fuera de rango, activando múltiples alertas y registrando los eventos.

Tabla 2 Características clave del sistema de detección de fallos en equipos electrónicos.

Aspecto	Resumen
Tipos de fallos detectados	Sobrecalentamiento, fuga de gas, obstrucción de flujo, humedad excesiva y fallos múltiples.
Sensores usados	DHT22 (temperatura y humedad), MPX5700 (presión), YF-S201 (flujo).
Respuesta del sistema	Alertas sonoras, visuales y registro de eventos en tiempo real.
Tiempo de respuesta	Rápido, entre 1.8 y 2.7 segundos en todas las pruebas.
Importancia	Permite detección oportuna y prevención de fallos críticos en la máquina de anestesia.

3.3. Características clave del sistema de detección de fallos en equipos electrónicos *((PDF) Sistema de Detección de Fallos de Máquinas Inteligentes Mediante IoT, n.d.)*

3.4. OBJETIVO 3

Este objetivo se trata de configurar un sistema que vigile cosas importantes como la temperatura, la presión, el flujo y la humedad utilizando sensores cuando el sistema ve cualquier cosa fuera de la pista habitual, puede predecir problemas antes de que sucedan, para que podamos arreglar las cosas a tiempo y mantener todo el equipo importante que funcione suavemente en lugares como hospitales, laboratorios o fábricas.

El sistema tiene como propósito:

- **Detectar desviaciones tempranas**

En variables como temperatura, presión, flujo y humedad, que puedan anticipar un posible fallo en el funcionamiento del equipo.

- **Generar alertas preventivas**

Antes de que ocurra una avería, permitiendo tomar acciones correctivas a tiempo (por ejemplo, limpieza de componentes, verificación de conexiones, reemplazo de piezas desgastadas).

- **Reducir el mantenimiento correctivo**

y los tiempos de inactividad del equipo, optimizando la disponibilidad y confiabilidad del mismo.

- **Proteger a los usuarios y paciente**
especialmente en contextos clínicos como el uso de una máquina de anestesia, donde cualquier fallo puede representar un riesgo crítico.
- **Facilitar la trazabilidad y el análisis histórico** mediante el registro automático de eventos, lo que permite implementar programas de mantenimiento basados en datos (predictivo).

El sistema debe estar compuesto por sensores calibrados, un microcontrolador o procesador para el análisis local, y una interfaz de alerta (visual y/o sonora) o comunicación con personal técnico. De esta forma, se garantiza un entorno tecnológico más seguro y preparado para responder a condiciones de falla antes de que se conviertan en emergencias.

Tabla 3 Fallos simulados y respuesta del sistema de monitoreo preventivo

Prueba Ejecutada	Sensor Utilizado	Variable Monitoreada	Condición Simulada	Fallo Detectado	Respuesta del Sistema	Tiempo de Respuesta
1. Monitoreo prolongado de temperatura	DHT22	Temperatura ambiente (°C)	Aumento gradual por mala ventilación	Tendencia de sobrecalentamiento	Alerta preventiva, log y sugerencia de revisión	2.5 s
2. Disminución sostenida de presión	MPX5700	Presión de gas/fluido (kPa)	Microfuga controlada en línea	Pérdida lenta de presión	Registro continuo, alerta moderada al técnico	2.3 s
3. Inestabilidad de flujo	YF-S201	Flujo de aire (L/min)	Fluctuación constante del caudal	Riesgo de suministro intermitente	Aviso y registro de eventos repetitivos	2.7 s
4. Aumento progresivo de humedad	DHT22	Humedad relativa (%)	Ambiente húmedo sin extracción adecuada	Condensación interna	Alarma preventiva, sugerencia de mantenimiento	2.6 s
5. Análisis de comportamiento anómalo	Todos	VARIABLES múltiples	Condiciones irregulares en	Fallo probable a corto plazo	Activación de protocolo de mantenimiento	3.0 s

			distintas áreas		nto predictivo	
--	--	--	--------------------	--	-------------------	--

Fallos simulados y respuesta del sistema de monitoreo preventivo. *Monitoreo y Control de Fallas En Transformadores de Distribución de Energía Basado En IoT, n.d.*

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La implementación de sensores ha permitido mejorar la identificación temprana de anomalías, lo que ayuda a reducir interrupciones y a aumentar la confiabilidad operativa de los dispositivos, lo que ha demostrado ser una estrategia efectiva para fortalecer la seguridad y asegurar un funcionamiento continuo en entornos donde la disponibilidad de los equipos es crucial.

Se puede validar que la integración de sensores actúa como un mecanismo preventivo y de mejora operativa, el mismo facilita la transición de un mantenimiento correctivo a uno predictivo, lo que resulta en una notable disminución de los tiempos de inactividad.

Se pueden anticipar posibles fallas y generar información valiosa que facilita la planificación del mantenimiento, de esa forma, se promueve un entorno más seguro y confiable, alineándose con los principios de sostenibilidad tecnológica y eficiencia operativa.

4.2. RECOMENDACIONES

Mantener un plan de revisiones periódicas a cargo de personal responsable, capacitar tanto a docentes como a estudiantes para un uso adecuado de la solución, y dejar documentados los procedimientos básicos de operación y mantenimiento. También es importante evaluar periódicamente el sistema para implementar mejoras, establecer normas claras de uso y asegurar que cuente con los recursos necesarios para su funcionamiento. Además, sugerimos medir su impacto y recoger opiniones de los usuarios, con el fin de optimizar su desempeño y garantizar que cumpla plenamente con sus objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Benbouzid, M. (2020). *Signal Processing For Fault Derection and Diagnosis in Electric Machines and Systems*.
- Benbouzid, M. (2020). *Signal Processing for Fault Detection and Diagnosis in Electric Machines and Systems*. ResearchGate.
- Da Costa, T., & Costa , D. (2024). *Una revisión sistemática del monitoreo de datos en tiempo real y su posible aplicación para respaldar inventarios dinámicos del ciclo de vida*. ResearchGate.
- Frontera, R. d. (2023). Sensores inteligentes empleados en el mantenimiento predictivo de equipos y máquinas: una revisión sistemática de la literatura. *Universidad Nacional de Frontera*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. En R. Hernández Sampieri, *Metodología de la Investigación* (pág. 263). Cánada : Panameriacana Formas e Impresos S.A.
- Hernández, F. &. (2014). *Metodología de la investigación*. REVISTA.
- Hill, N., & Horn, D. (2022). *Máquina de anestesia*. Miami: StatPearls.
- Hill, N., & Horn, D. (2022). *Máquina de anestesia*. StatPearls.
- Litwak, L., Carreño, N., & Carnero, R. (2020). *Continuous glucose monitoring: indications*. Argentina: Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes Vol. 54 N°.
- Manabí, d. d. (2012). *Reseña historica de la Uleam*. Uleam.
- Manabí, d. d. (2012). *Reseña historica de la Uleam*. Uleam.
- Solórzano Palma, A. T. (2024). Implementación de un sistema de agricultura de precisión basado en IOT y redes de sensores inalámbricos para la gestión integral de cultivos de café en la finca experimental Lodana de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. *Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí*.
- Venkatasubramanian, V. (2003). Una revisión de la detección y diagnóstico de fallas de procesos Parte I: Métodos basados en modelos cuantitativos. *ResearchGate*.

ANEXOS