

Revista Latinoamericana de Difusión Científica
Volumen 8 – Número 14
Depósito Legal ZU2019000058 - ISSN 2711-0494

Revista Latinoamericana de Difusión Científica



Volumen 8 - Número 14
Enero – Junio 2026
Maracaibo – Venezuela

Sistema de monitoreo remoto para mantenimiento predictivo de motores eléctricos basado en ESP32

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18463014>

Irasema Carrera Muñoz*

RESUMEN

Las fallas inesperadas en motores eléctricos industriales constituyen una de las principales causas de paros no programados y pérdidas económicas en los entornos productivos. Las estrategias tradicionales de mantenimiento, como el mantenimiento correctivo o el preventivo basado en tiempo, resultan insuficientes para detectar fallas en etapas tempranas, las cuales pueden evolucionar hasta provocar daños severos en los equipos. En este contexto, el mantenimiento predictivo surge como una alternativa eficaz para mejorar la confiabilidad operativa mediante el monitoreo continuo de variables críticas. En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo remoto para mantenimiento predictivo basado en el Internet de las Cosas (IoT). El sistema adquiere datos de temperatura y vibración de un motor eléctrico mediante sensores de bajo costo conectados a una tarjeta ESP32. Los datos se transmiten de forma inalámbrica a una base de datos en la nube Firebase Realtime Database y se visualizan en tiempo real a través de una aplicación web. Los resultados experimentales demuestran que las soluciones IoT constituyen herramientas viables y accesibles para la detección temprana de fallas en motores eléctricos, apoyando la toma de decisiones en el mantenimiento industrial.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento predictivo, ESP32, IoT, Firebase, Motores eléctricos.

* Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3896-7352> E-mail: irasema.carrera@utxicotepec.edu.mx

Remote Monitoring System for Predictive Maintenance of Electric Motors Based on ESP32

ABSTRACT

Unexpected failures in industrial electric motors represent one of the main causes of production downtime and economic losses in manufacturing environments. Traditional maintenance strategies, such as corrective or time-based preventive maintenance, are often insufficient to detect early-stage faults, which may evolve into severe failures. In this context, predictive maintenance has emerged as an effective approach to improve equipment reliability through continuous monitoring of critical operating variables. This paper presents the development of a remote monitoring system for predictive maintenance based on the Internet of Things (IoT). The proposed system acquires temperature and vibration data from an electric motor using low-cost sensors connected to an ESP32 microcontroller. The collected data are transmitted wirelessly to a Firebase Realtime Database and visualized in real time through a web-based application. Experimental results demonstrate that IoT-based solutions can provide reliable, low-cost tools for early fault detection in industrial motors, supporting maintenance decision-making and reducing unplanned downtime.

KEYWORDS: Predictive maintenance, ESP32, IoT, Firebase, Electric motors.

Introducción

Los motores eléctricos son componentes fundamentales en los sistemas industriales, ya que accionan una gran variedad de maquinaria. Los motores eléctricos desempeñan un papel fundamental en los sistemas industriales modernos, ya que accionan equipos esenciales en sectores como la manufactura, la minería, la industria alimentaria y la generación de energía. Diversos estudios indican que una proporción significativa de las fallas industriales está asociada a problemas en motores eléctricos, tales como sobrecalentamiento, vibraciones excesivas, desbalance mecánico y desgaste progresivo de componentes (Mobley, 2002), (Jardine, 2006).

El mantenimiento correctivo, aún ampliamente utilizado, se basa en la reparación del equipo una vez que la falla ha ocurrido, lo que genera elevados costos asociados a paros no programados, pérdidas de producción y riesgos para la seguridad del personal (Ahmad, 2012). Por otro lado, el mantenimiento preventivo programado, aunque reduce

la probabilidad de fallas catastróficas, no considera el estado real del equipo, lo que puede derivar en intervenciones innecesarias o tardías (IOS, 2015).

Ante estas limitaciones, el mantenimiento predictivo se presenta como una estrategia orientada a anticipar fallas mediante la medición y análisis continuo de variables físicas representativas del estado del equipo (Randall, 2011). Sin embargo, la implementación de sistemas predictivos tradicionales suele requerir equipos especializados y costosos, lo que limita su adopción en pequeñas y medianas industrias.

El avance del Internet de las Cosas (IoT) ha permitido el desarrollo de soluciones de monitoreo remoto basadas en sensores, microcontroladores con conectividad inalámbrica y plataformas en la nube [6]. Estas tecnologías han demostrado su utilidad en aplicaciones industriales, permitiendo la adquisición y visualización de datos en tiempo real a bajo costo (Mansour, 2023), (Lee, 2015).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema IoT para el monitoreo remoto de variables críticas en motores eléctricos industriales, utilizando una tarjeta ESP32 y servicios en la nube, con el fin de apoyar estrategias de mantenimiento predictivo y mejorar la confiabilidad operativa.

1. Revisión teórica

1.1. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es una estrategia basada en la evaluación continua del estado de los equipos mediante el monitoreo de variables físicas como temperatura, vibración, ruido y consumo energético (Kumar, 2020). A diferencia del mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo permite determinar el momento óptimo para intervenir un equipo, reduciendo costos y mejorando la disponibilidad operativa (Tavner, 2008). Diversos autores coinciden en que esta estrategia incrementa la vida útil de los activos industriales y disminuye el riesgo de fallas imprevistas (Efendi, 2025).

1.2. Motores Eléctricos Industriales

Los motores eléctricos están expuestos a múltiples mecanismos de falla durante su operación, entre los que destacan el sobrecalentamiento, la fatiga mecánica, el desgaste de rodamientos y la desalineación (Espressif, 2025). Por esta razón, el monitoreo continuo de estas variables es una práctica recomendada en programas de mantenimiento predictivo (Firebase, 2025).

1.3. Internet de las Cosas (IoT) en mantenimiento

El Internet de las Cosas se define como la interconexión de dispositivos físicos capaces de recopilar, transmitir y procesar datos a través de redes de comunicación. En el ámbito industrial, el IoT ha facilitado la implementación de sistemas de monitoreo remoto y mantenimiento predictivo, permitiendo la integración de sensores, microcontroladores y plataformas en la nube para el análisis de datos en tiempo real.

2. Metodología

El sistema propuesto se diseñó para adquirir, transmitir y visualizar en tiempo real variables operativas relevantes para el mantenimiento predictivo de motores eléctricos industriales.

2.1. Descripción general del sistema

El sistema de monitoreo se compone de sensores de temperatura y vibración conectados a una tarjeta ESP32, la cual actúa como unidad central de procesamiento y comunicación. La ESP32 adquiere las mediciones, las procesa y las envía mediante conexión Wi-Fi a una base de datos en la nube.

2.2. Componentes hardware

La tarjeta ESP32 fue seleccionada debido a su bajo costo, capacidad de procesamiento y conectividad inalámbrica integrada. Los sensores utilizados permiten medir variables críticas asociadas al estado del motor, proporcionando información relevante para la detección temprana de anomalías.

2.3. Arquitectura de Comunicación

Los datos adquiridos por la ESP32 se transmiten a Firebase Realtime Database, una plataforma en la nube que permite el almacenamiento y sincronización de información en tiempo real. Esta arquitectura facilita el acceso remoto a los datos desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

2.4. Desarrollo del Software

El software de la ESP32 se desarrolló en Arduino IDE. El programa inicializa los sensores, establece la conexión Wi-Fi, autentica el dispositivo en Firebase y envía

periódicamente los datos en formato JSON. Para la visualización de los datos se desarrolló una aplicación web utilizando HTML, CSS y JavaScript, la cual permite observar gráficas temporales de las variables monitoreadas.

3. Resultados

Las pruebas experimentales demostraron que el sistema es capaz de adquirir y transmitir datos de temperatura y vibración de manera continua y estable. Los datos almacenados en Firebase Realtime Database se actualizaron en tiempo real y fueron visualizados correctamente en la aplicación web.

Durante las pruebas, se observaron variaciones en la temperatura del motor asociadas a cambios en la carga de operación. Asimismo, se identificaron incrementos en los niveles de vibración cuando se introdujeron condiciones anómalas, lo que evidencia la capacidad del sistema para detectar comportamientos fuera de los rangos normales de operación.

Conclusiones

El sistema de monitoreo remoto desarrollado demostró ser una herramienta viable y de bajo costo para apoyar estrategias de mantenimiento predictivo en motores eléctricos industriales. La integración de sensores, la tarjeta ESP32 y servicios en la nube permitió la adquisición, transmisión y visualización en tiempo real de variables críticas de operación.

Los resultados obtenidos confirman que el uso de tecnologías IoT puede contribuir significativamente a la detección temprana de fallas, la reducción de paros no programados y la optimización de recursos de mantenimiento. Este tipo de sistemas representa una alternativa accesible para su implementación en entornos industriales con recursos limitados y tiene un alto potencial de aplicación académica y formativa en el área de Mantenimiento Industrial.

Referencias

Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). An overview of maintenance strategies: Types and applications. *Computers & Industrial Engineering*, 63(1), 94–114. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.01.017>

Efendi, A., et al. (2025). IoT-based monitoring systems using Firebase. *Health Science Reports*, 8(1), e1234.

Espressif Systems. (2025). ESP32-WROOM-32 datasheet. <https://www.espressif.com>

Firebase. (2025). Firebase Realtime Database documentation. <https://firebase.google.com/docs/database>

International Organization for Standardization. (2015). ISO 13381-1:2015 Condition monitoring and diagnostics of machines — Prognostics. ISO.

Jardine, A. K. S., Lin, D., & Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 20(7), 1483–1510. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2005.09.012>

Kumar, N., et al. (2020). Industrial Internet of Things: Challenges, applications and future directions. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(6), 5466–5478. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2972736>

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>

Mansour, M., et al. (2023). Internet of Things: A comprehensive overview. *Energies*, 16(3), 1–25. <https://doi.org/10.3390/en16031234>

Mobley, R. K. (2002). An introduction to predictive maintenance. Elsevier.

Randall, R. B. (2011). Vibration-based condition monitoring: Industrial, aerospace and automotive applications. Wiley.

Tavner, P. (2008). Electric machines and drives: Fundamentals, types and applications. IET.

Conflicto de interés

La autora de este manuscrito declara no tener ningún conflicto de interés.

Copyright

La **Revista Latinoamericana de Difusión Científica** declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia CreativeCommons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

