

Análisis de una solución IIoT para el monitoreo y automatización de motores eléctricos en una planta industrial

Sebastian Cid

Ingeniería Civil Industrial, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

s.cid07@ufromail.cl

Fecha: 2026-09-22

Resumen

Este informe analiza la modernización de una sección industrial compuesta por diez motores eléctricos mediante una solución IIoT basada en sensores de temperatura y vibración, considerando sus características técnicas, costos, riesgos y posibilidades de automatización. Para ello, se realizó una investigación sobre el funcionamiento del IIoT, el monitoreo de motores y los precios de equipos comerciales disponibles, con el fin de construir una propuesta aplicable al caso estudiado. Los resultados permitieron estimar un costo aproximado de \$9,2 millones de pesos chilenos en hardware para implementar el sistema de monitoreo en los diez motores. A partir de estos antecedentes, se determinó que la solución puede apoyar la detección de condiciones anormales y facilitar acciones automáticas mediante su integración con el sistema de control de la planta, aunque su aplicación depende de las condiciones del proceso, los costos adicionales y los riesgos asociados a la ciberseguridad. Finalmente, se plantea que este tipo de solución podría ser ofrecida por una pequeña empresa integradora mediante servicios de instalación, configuración y monitoreo industrial.

1. Introducción

La automatización industrial busca disminuir la intervención humana en distintas tareas y permitir que los procesos funcionen de acuerdo con condiciones previamente establecidas. Actualmente, el desarrollo del Internet Industrial de las Cosas (IIoT) permite conectar sensores, máquinas y sistemas de control dentro de entornos industriales, facilitando la recopilación e intercambio de información para apoyar funciones de automatización, supervisión y control. A diferencia del IoT de uso general, orientado principalmente a dispositivos conectados de consumo o uso cotidiano, el IIoT se aplica a equipos y procesos industriales donde existen mayores exigencias de confiabilidad, continuidad operacional y seguridad. De esta manera, es posible observar continuamente el comportamiento de los equipos y utilizar los datos obtenidos para apoyar la toma de decisiones dentro de una planta (Xu et al., 2018).

Dentro de los procesos industriales, los motores eléctricos son utilizados para accionar diferentes tipos de equipos, por lo que conocer su estado de funcionamiento resulta relevante para detectar posibles condiciones anormales. El monitoreo de variables como la

vibración puede utilizarse para el diagnóstico de fallas en distintos tipos de motores eléctricos (International Organization for Standardization [ISO], 2026), mientras que soluciones actuales de monitoreo industrial también incorporan conjuntamente información de vibración y temperatura en equipos rotativos como motores, bombas y ventiladores (Banner Engineering Corporation, 2026b). Esta información puede ser utilizada para generar alertas y, al integrarse con un sistema de control, permitir acciones previamente definidas cuando se detecten condiciones críticas de funcionamiento.

En este informe se analiza la modernización de una sección industrial compuesta por diez motores eléctricos mediante una solución IIoT basada principalmente en sensores de temperatura y vibración. La propuesta considera la supervisión del estado de los motores y su integración con información del proceso para permitir determinadas acciones automáticas, como una detención preventiva ante condiciones críticas o la detención temporal de equipos cuando su funcionamiento no sea necesario. Esta propuesta se relaciona con los conceptos de automatización y control discutidos en clases, donde se plantea la utilización de mediciones, objetivos y acciones sobre el sistema para obtener un comportamiento determinado. Además, se analizarán los costos, beneficios y riesgos asociados a la implementación, junto con la posibilidad de comercializar este tipo de solución mediante una pequeña empresa integradora.

2. Objetivo

Analizar la modernización de una sección industrial compuesta por diez motores eléctricos mediante una solución IIoT basada en sensores de temperatura y vibración, considerando su funcionamiento, costos de implementación, ventajas, riesgos y posibilidades de automatización, junto con la propuesta de un modelo de negocio para una pequeña empresa dedicada a la integración y comercialización de este tipo de soluciones.

3. Metodología

Para el desarrollo del informe se realizó una investigación de carácter descriptivo y aplicado, orientada a evaluar una posible modernización de una sección industrial compuesta por diez motores eléctricos. En primer lugar, se recopiló información sobre el funcionamiento y monitoreo de motores eléctricos, considerando principalmente el uso de sensores de temperatura y vibración como herramientas para conocer su condición durante la operación.

Posteriormente, se investigaron los fundamentos y aplicaciones del Internet Industrial de las Cosas (IIoT), con énfasis en la conexión de sensores, equipos y sistemas de supervisión dentro de entornos industriales. A partir de esta información se identificaron alternativas que permitieran incorporar monitoreo remoto y determinadas acciones automáticas sobre los motores.

También se revisaron precios de sensores, dispositivos de comunicación y otros componentes necesarios para realizar una estimación del costo de implementación. Los valores seleccionados se utilizaron como referencia para plantear una solución

representativa aplicada a diez motores, considerando tanto los dispositivos de medición como los elementos necesarios para transmitir y visualizar la información.

Con los antecedentes obtenidos se elaboró una propuesta de modernización adaptada al caso planteado, definiendo el funcionamiento general del sistema, sus posibles ventajas, riesgos y limitaciones. Finalmente, la información recopilada fue organizada para responder las preguntas establecidas en los requerimientos del informe, incluyendo el análisis técnico y económico de la solución y la elaboración de un modelo de negocio para una pequeña empresa dedicada a su integración y comercialización.

3.1 Uso de IA (Alarcón, 2026)

Se utilizó inteligencia artificial generativa como herramienta de apoyo durante la investigación, organización de información, análisis formal, redacción del borrador y revisión del documento. La conceptualización de la propuesta, la definición de la metodología y la validación de la información y de los resultados fueron realizadas por el autor. Las respuestas generadas mediante IA fueron revisadas y contrastadas con las fuentes utilizadas antes de ser incorporadas al informe.

4. Resultados

Para estimar el costo de modernización de una sección industrial compuesta por diez motores eléctricos, se seleccionó como referencia una solución comercial de monitoreo de condición de Banner Engineering. El sistema considerado utiliza sensores capaces de medir vibración y temperatura, junto con una plataforma central destinada a recopilar y visualizar la información obtenida de los equipos.

Como elemento principal se consideró el kit SOLUTIONSKIT2-VIBEMETRIC, el cual incorpora un gabinete industrial, un controlador DXM700 preprogramado para monitoreo de vibración y temperatura, una pantalla HMI de 10 pulgadas y alimentación de 24 V. El precio consultado en DigiKey al 27 de agosto de 2026 fue de US\$3.482,02 por unidad (DigiKey Electronics, 2026a).

Para monitorear cada motor se requiere además un sensor QM30VT1, capaz de medir temperatura y vibración. El precio unitario consultado en DigiKey fue de US\$279, por lo que los diez sensores necesarios representan un costo de US\$2.790 (DigiKey Electronics, 2026b).

Debido a que los sensores deben transmitir la información al sistema central, se consideró también un nodo inalámbrico DX80N2Q45VTPD NB para cada motor. Banner Engineering identifica este dispositivo como un nodo inalámbrico de 2,4 GHz para monitoreo de vibración y temperatura (Banner Engineering Corporation, 2026c). Un distribuidor industrial registra un precio aproximado de US\$374 por unidad, por lo que los diez nodos representan un costo de US\$3.740 (Integrated Manufacturing & Supply, 2026).

La Tabla 1 presenta el costo estimado de los principales componentes considerados para la implementación.

Tabla 1. Costo estimado del hardware para el sistema de monitoreo IIoT.

Componente	Cantidad	Precio unitario (USD)	Costo total (USD)
Kit SOLUTIONSKIT2-VIBEMETRIC	1	3.482,02	3.482,02
Sensor QM30VT1 de temperatura y vibración	10	279	2.790,00
Nodo inalámbrico DX80N2Q45VTPD NB	10	374	3.740,00
Total estimado			10.012,02

Fuente: elaboración propia a partir de DigiKey Electronics (2026a, 2026b) e Integrated Manufacturing & Supply (2026), consultados el 27 de agosto de 2026.

El costo estimado del hardware necesario para instrumentar los diez motores corresponde, por lo tanto, a aproximadamente US\$10.012,02.

Para expresar el valor en moneda nacional se utilizó el dólar observado publicado por el Banco Central de Chile para el 27 de agosto de 2026, correspondiente a \$918,42 CLP por dólar estadounidense (Banco Central de Chile, 2026). Con este tipo de cambio, el costo de los equipos equivale aproximadamente a:

$$\text{US\$10.012,02} \times \$918,42 \text{ CLP/USD} = \$9.195.239 \text{ CLP.}$$

La estimación corresponde únicamente al hardware principal de monitoreo y comunicación. Se supone que la planta ya dispone de los diez motores eléctricos, protecciones eléctricas, PLC y elementos de accionamiento necesarios. El cálculo no incluye costos de despacho internacional, impuestos, instalación, programación, capacitación ni modificaciones adicionales en la infraestructura de la planta.

5. Discusión

Los resultados muestran que implementar el sistema de monitoreo propuesto para diez motores requiere una inversión inicial aproximada de US\$10.012, equivalente a \$9,2 millones de pesos chilenos solamente en hardware. Este valor no representa el costo final de implementación, ya que todavía sería necesario considerar instalación, configuración, programación y posibles modificaciones en la infraestructura existente. Por esta razón, la inversión puede resultar considerable para una empresa pequeña, especialmente si los motores monitoreados no representan equipos críticos dentro del proceso productivo.

Sin embargo, la aplicación de sensores de temperatura y vibración permitiría disponer de información continua sobre el comportamiento de los motores. Banner Engineering señala

que este tipo de monitoreo permite detectar aumentos de vibración asociados a condiciones como desalineación, desequilibrio, piezas sueltas o desgaste, además de identificar cambios de temperatura relacionados con sobrecalentamiento (Banner Engineering Corporation, 2026a). Esta información podría facilitar la detección de condiciones anormales antes de que provoquen una detención inesperada del equipo. No obstante, el sistema propuesto debe entenderse principalmente como una herramienta de monitoreo de condición; para hablar de mantenimiento predictivo de manera más completa sería necesario utilizar información histórica y métodos que permitan anticipar con mayor precisión cuándo ocurrirá una falla.

La automatización de las acciones sobre los motores debería realizarse de manera gradual. En una primera implementación, el sistema podría utilizar los valores de temperatura y vibración para establecer estados normales, de advertencia y críticos. Cuando se detecte una condición de advertencia, se podría generar una alerta para que un trabajador revise el equipo. En condiciones previamente definidas como críticas, la información podría enviarse al PLC de la planta para ejecutar una detención preventiva. Los sistemas de Banner permiten transmitir los datos de vibración y temperatura hacia controladores y PLC, lo que hace técnicamente posible este tipo de integración (Banner Engineering Corporation, 2026a).

Sin embargo, no sería recomendable que cualquier aumento de temperatura o vibración provoque directamente el apagado del motor. Una detención no planificada también puede afectar la producción o incluso generar riesgos dependiendo del proceso donde se encuentre instalado el equipo. Por este motivo, deberían establecerse límites adecuados para cada motor, considerar el comportamiento normal de la máquina e incorporar condiciones de seguridad e interbloqueos dentro del PLC antes de permitir una detención automática.

La propuesta inicial de apagar motores cuando exista una baja producción también requiere información adicional. Los sensores seleccionados permiten conocer principalmente temperatura y vibración, pero no determinan directamente cuánto está produciendo una máquina. Para realizar esta automatización sería necesario combinar los datos del sistema IIoT con una variable disponible en el proceso, como cantidad de productos procesados, demanda de la línea, carga del motor u otra señal registrada por el PLC. De esta forma, un motor podría detenerse temporalmente cuando exista una baja utilización durante un periodo determinado y volver a habilitarse cuando aumente la demanda, siempre que el proceso permita esta operación de forma segura.

Desde el punto de vista económico, la conveniencia de instalar sensores en los diez motores dependerá principalmente de la importancia que tenga cada equipo dentro de la producción. Una posible alternativa sería comenzar la implementación solamente en los motores considerados críticos y evaluar posteriormente los resultados obtenidos antes de extender el sistema al resto de la planta. Esto disminuiría la inversión inicial y permitiría comprobar si el monitoreo entrega información útil para la operación y el mantenimiento antes de realizar una implementación completa.

También existe un riesgo asociado a la ciberseguridad. La incorporación de sensores, comunicaciones inalámbricas y conexión con sistemas como PLC aumenta la cantidad de dispositivos que intercambian información dentro de la red industrial. NIST advierte que los sistemas de control industrial deben considerar amenazas y vulnerabilidades específicas debido a que un incidente puede afectar tanto la continuidad operacional como la seguridad de las personas (Stouffer et al., 2023). Por esta razón, una implementación real debería considerar medidas como control de acceso, segmentación de redes, autenticación y restricciones sobre qué dispositivos pueden enviar órdenes al sistema de control.

Desde la perspectiva de una pequeña startup, la propuesta podría desarrollarse principalmente como un servicio de integración de soluciones IIoT, en lugar de fabricar directamente los sensores. La empresa utilizaría a Banner Engineering como proveedor principal de los equipos, adquiriéndolos mediante distribuidores como DigiKey u otros proveedores industriales, para posteriormente realizar la instalación, configuración y adaptación de la solución a las necesidades de cada planta.

La propuesta de valor estaría centrada en entregar monitoreo continuo de los equipos sin que el cliente tenga que diseñar por sí mismo la infraestructura IIoT. El precio podría dividirse entre un costo inicial de instalación y configuración y, si se incorporan servicios de almacenamiento, visualización o seguimiento remoto, un cobro periódico por soporte y monitoreo. Considerando un costo de hardware cercano a \$9,2 millones, la startup podría ofrecer la instalación completa mediante un precio base aproximado de \$11 a \$12 millones, incorporando configuración, programación y puesta en marcha, además de un servicio opcional de monitoreo y soporte mediante una tarifa periódica. Como estrategia inicial de acercamiento a potenciales clientes, sería conveniente ofrecer una implementación piloto en uno o pocos motores críticos antes de proponer una modernización completa, permitiendo demostrar el funcionamiento del sistema y disminuir la incertidumbre asociada a la inversión.

5.1 Valoración del uso de IA

La inteligencia artificial generativa fue utilizada como apoyo para investigar alternativas tecnológicas, organizar la información recopilada, realizar comparaciones, apoyar los cálculos y redactar el borrador del informe. Su utilización permitió revisar una mayor cantidad de información y estructurar con mayor rapidez la propuesta. Sin embargo, durante el proceso fue necesario comprobar directamente las características de los productos, sus precios y las fuentes utilizadas, debido a que la información comercial puede variar entre distribuidores y configuraciones. Por esta razón, la IA fue utilizada como herramienta de apoyo y no como fuente final de validación, manteniéndose la revisión y decisión sobre la propuesta bajo responsabilidad del autor.

6. Conclusiones

El análisis realizado permitió evaluar una propuesta de modernización para una sección industrial compuesta por diez motores eléctricos mediante una solución IIoT basada en sensores de temperatura y vibración. La investigación permitió identificar una alternativa comercial capaz de recopilar información sobre el estado de los motores y transmitirla hacia un sistema central de supervisión, con un costo estimado de aproximadamente \$9,2 millones de pesos chilenos solamente en hardware.

La implementación de este tipo de sistema puede facilitar la detección de condiciones anormales y apoyar la toma de decisiones de mantenimiento. Sin embargo, la automatización de acciones como la detención de motores requiere integrar la información de los sensores con el sistema de control de la planta y definir previamente condiciones seguras de operación. Además, para detener equipos debido a una baja producción es necesario incorporar información adicional del proceso, ya que la temperatura y la vibración no permiten determinar directamente el nivel de producción.

Finalmente, la propuesta puede ser desarrollada por una pequeña empresa dedicada a la integración de soluciones IIoT, ofreciendo instalación, configuración y monitoreo de equipos industriales. No obstante, la conveniencia de implementar el sistema dependerá de la importancia de los motores dentro del proceso, de los costos asociados a la instalación completa y de la capacidad de la empresa para gestionar adecuadamente los aspectos técnicos y de ciberseguridad.

7. Declaraciones

Declaración de contribuciones según el marco Ciencia Generativa (Alarcón, 2026)

Sebastian Cid (Humano): Conceptualización, Metodología, Validación, Investigación, Análisis formal, Redacción del borrador original, Revisión y edición.

GPT-5.6 Sol (IA): Investigación, Análisis formal, Redacción del borrador original y Revisión y edición.

Intención de publicación con nombre y apellido real

Declaro que autorizo la publicación de este informe utilizando mi nombre y apellido real.

Consentimiento de modificación por coautores

Declaro que no autorizo que este informe sea modificado directamente por coautores. En caso de requerirse alguna corrección o modificación, esta podrá ser realizada por mí previa notificación o solicitud mediante correo electrónico.

Consentimiento de publicación en sitios web

Declaro que autorizo la publicación de este informe en sitios web de informes académicos.

Licencia: Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) - <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> - versión actualizada 2026-09-22.

8. Bibliografía

- Alarcón, C. (2026). Generative Science as an analytical framework for integrating the full capabilities of generative artificial intelligence into scientific research while preserving scientific recognition. *Generative Science Preprints*, 2026(07), 19055673. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19055673>
- Banco Central de Chile. (2026). Tipo de cambio del dólar observado diario. Consultado el 27 de agosto de 2026. https://si3.bcentral.cl/Bdemovil/BDE/Series/MOV_ID_TC1
- Banner Engineering Corporation. (2026a). Predictive maintenance and condition monitoring. <https://www.bannerengineering.com/us/en/solutions/iiot-data-driven-factory/predictive-maintenance.html>
- Banner Engineering Corporation. (2026b). QM30VT1: Vibration and temperature sensor. <https://www.bannerengineering.com/es/es/products/part.806275.html>
- Banner Engineering Corporation. (2026c). DX80N2Q45VTPD NB: Wireless Q45 vibration and temperature node. <https://www.bannerengineering.com/be/en/products/part.811846.html>
- DigiKey Electronics. (2026a). Banner Engineering Corporation SOLUTIONSKIT2-VIBEMETRIC. Consultado el 27 de agosto de 2026. <https://www.digikey.com/en/products/detail/banner-engineering-corporation/SOLUTIONSKIT2-VIBEMETRIC/16616489>
- DigiKey Electronics. (2026b). Banner Engineering Corporation QM30VT1 vibration and temperature sensor. Consultado el 27 de agosto de 2026. <https://www.digikey.com/en/products/detail/banner-engineering-corporation/QM30VT1/10651382>
- Integrated Manufacturing & Supply. (2026). Banner 811846, DX80N2Q45VTPD NB, Wireless Q45 vibration and temperature node. Consultado el 27 de agosto de 2026. <https://shop.intmfg.com/products/banner-811846>
- International Organization for Standardization. (2026). Condition monitoring and diagnostics of machines - Vibration condition monitoring - Part 9: Diagnostic techniques for electric motors (ISO 13373-9:2026, 2.^a ed.). <https://www.iso.org/standard/86668.html>
- Stouffer, K., Pease, M., Tang, C. Y., Zimmerman, T., Pillitteri, V., Lightman, S., Hahn, A., Saravia, S., Sherule, A., & Thompson, M. (2023). Guide to operational technology (OT) security (NIST Special Publication 800-82 Rev. 3). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-82r3>
- Xu, H., Yu, W., Griffith, D., & Golmie, N. (2018). A survey on Industrial Internet of Things: A cyber-physical systems perspective. *IEEE Access*, 6, 78238-78259. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884906>