

Propuesta de Sistema portable de monitoreo y Diagnóstico industrial

Portable System for Industrial monitoring and Diagnostic



<https://cu-id.com/2144/v16e06>

^{id}Fidel Ernesto Hernández Montero^{1*}, ^{id}Mario Luis Ruiz Barrios¹, ^{id}Diana Rosa Hernández Valdés²,
^{id}Osniel Alejandro García Orihuela¹, ^{id}Samuel Casanova Calzadilla¹, ^{id}Juan Carlos Sepúlveda Peña¹

RESUMEN: En este trabajo se presenta una propuesta de sistema portable de monitoreo y diagnóstico industrial, el cual constituye un resultado recientemente obtenido en el marco de un proyecto asociado a programa nacional de ciencia y técnica. A partir de la exposición de un conjunto de requerimientos técnicos generales a seguir, en este trabajo se presentan el Concepto básico propuesto, el cual está integrado por tres módulos, así como los elementos de diseño fundamentales, en particular, los concernientes al esquema eléctrico que se requirió implementar, los programas involucrados y el diseño industrial que hubo que proponer para uno de los módulos.

Palabras clave: mantenimiento, diagnóstico, monitoreo, industria.

ABSTRACT: This paper presents a proposal for a portable industrial monitoring and diagnostic system, which is a result recently obtained within the framework of a project associated with a national science and technology program. From the exposition of a set of general technical requirements to be followed, this work presents the basic concept proposed, which is integrated by three modules, as well as the fundamental design elements, in particular, those concerning the electrical scheme that had to be implemented, the programs involved and the industrial design that had to be proposed for one of the modules.

Keywords: maintenance, diagnostics, monitoring, industry.

INTRODUCCIÓN

La sociedad contemporánea en general y la disponibilidad de imprescindibles servicios y producciones de bienes de consumo, se encuentran íntimamente vinculadas con la disponibilidad energética, la cual, por el cada vez más agudo impacto del cambio climático y el cada vez más cercano agotamiento de los combustibles fósiles, requiere su uso más eficiente. En este contexto representa importancia trascendental el aseguramiento de elevados niveles de confiabilidad de la tecnología industrial instalada, ya no solo para el uso más eficiente de los portadores energéticos, sino también para el aumento de la productividad y la seguridad operacional, y la reducción del impacto ambiental. La estrategia más sintonizada con esta cuestión lo constituye el mantenimiento basado en la condición, para lo cual se requiere monitorear regularmente la condición de los sistemas para tomar decisiones en función de la desviación de su funcionamiento en relación con su

comportamiento esperado; es una estrategia de mantenimiento predictivo (Pérez Rondón, 2021; Pérez & Gassinski, 2022).

Existen ejemplos de empresas cubanas donde se ha aplicado de manera limitada tecnología foránea moderna de monitoreo y diagnóstico, adquirida a precios apreciablemente elevados, que no se encuentra adaptada a las características propias del contexto industrial nacional. Por otro lado, también existen muchas empresas nacionales que no están utilizando la tecnología más actualizada. A este contexto se suma el hecho de que los fabricantes de los sistemas que se encuentran en uso en el país, por ejemplo, PRUFTECHNIK y SCHENK, o han sido asimilados por firmas estadounidenses, o han decidido no extender los vínculos con nuestro país, por tanto, se puede plantear categóricamente que los sistemas introducidos han perdido sus contactos con sus proveedores, sin poder acceder a los necesarios servicios de postventa, mantenimiento, entre otros.

Recibido: 10/07/2024

Aprobado en su forma original: 30/10/2024

¹Universidad Tecnológica de La Habana, calle 114 entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba.
E-mail: samuelca@tele.cujae.edu.cu, jcarlos@ceis.cujae.edu.cu, osnielaga@tele.cujae.edu.cu.

²Instituto Superior de Diseño, Belascoain No. 710 entre Estrella y Maloja, Centro Habana, La Habana, Cuba.
E-mail: danirosa625@gmail.com

*Correo electrónico: fhernandez@tele.cujae.edu.cu

Conflicto de Intereses: Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: **Conceptualización:** Fidel Ernesto Hernández Montero. **Investigación:** Fidel Ernesto Hernández Montero, Mario Luis Ruiz Barrios, Diana Rosa Hernández Valdés, Osniel Alejandro García Orihuela, Samuel Casanova Calzadilla y Juan Carlos Sepúlveda Peña. **Redacción-revisión y edición:** Fidel Ernesto Hernández Montero.

Artículo bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta situación aleja aún más al país de la posibilidad de aprovechar los beneficios que la aplicación de esta tecnología brinda, sobre todo cuando esta tecnología se enfoca al paradigma de Industria 4.0, en cuyo caso no se alcanzaría la mayor integralidad en el desarrollo de soluciones con base en las necesidades del negocio (Hernández-Montero *et al.*, 2023).

En este contexto se viene desarrollando, con una proyección claramente en sintonía con el paradigma de Industria 4.0, tecnología de monitoreo y diagnóstico industrial en Cuba, la cual incidiría favorablemente en los indicadores de eficiencia y productividad de la industria nacional cubana. De manera concreta, en el siguiente trabajo se aborda la propuesta consistente en un sistema portable de monitoreo y diagnóstico industrial, lo cual es uno de los resultados recientemente obtenidos en el marco del proyecto Desarrollo de Tecnología de Monitoreo y Diagnóstico Industrial, asociado al PNCTI Desarrollo Energético Integral y Sostenible (Montero *et al.*, 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

Características Técnicas

El sistema portable de monitoreo y diagnóstico se diseñó siguiendo determinados requerimientos técnicos básicos:

- Portabilidad, manuable.

En general, se desarrolló un sistema en esquema portable, el cual, por su concepción constituye una alternativa más económica para lograr implementar el monitoreo y diagnóstico industrial de un modo más económico y adaptado a las características de la mayoría de las industrias de nuestro país.

- Semejanza en cuanto a forma de uso y funcionalidades con homólogos del mercado
 - Funciones básicas (preanálisis) en el dispositivo colector
 - Funciones más complejas en la computadora

Este requerimiento es necesario por cuanto ya existe cierta experiencia en el empleo de sistemas similares adquiridos en mercados foráneos, y, por tanto, en algunas esferas se ha creado una cultura en el empleo de esta tecnología. El sistema diseñado pretende seguir el modo general de utilización de esta tecnología, en la modalidad concreta a desarrollar (Martínez Castro, 2011).

- Cierta grado de robustez

Desde el diseño se ha previsto el logro de cierto grado robustez del sistema, motivado por el ambiente de explotación adverso al cual está expuesto.

Módulos principales del sistema. Concepto

El sistema está compuesto esencialmente por 3 módulos principales, que se emplearán según esquema mostrado en Figura 1. Los módulos son los siguientes:

- Aditamento de fijación del teléfono móvil (interfaz Sensor de Aceleración - Teléfono Móvil)
- Teléfono Móvil
- Computadora

El Aditamento tendrá capacidad para conectar un sensor piezoeléctrico de aceleración y tendrá la función de digitalizar la señal y entregarla al teléfono para su procesamiento y registro. Este Aditamento, en conjunto con el Teléfono Móvil, constituyen el dispositivo portable colector y preanálisis de la vibración. En el Teléfono Móvil estará corriendo un programa que estará interactuando con el especialista y ejecutando algunas funciones útiles para esta etapa del proceso. Después de la campaña de registro y preanálisis, será posible descargar los datos en una base de datos en la Computadora. Un programa en la Computadora estará permitiendo la realización de un análisis más profundo de los datos con el propósito de diagnosticar la condición de los sistemas bajo supervisión.

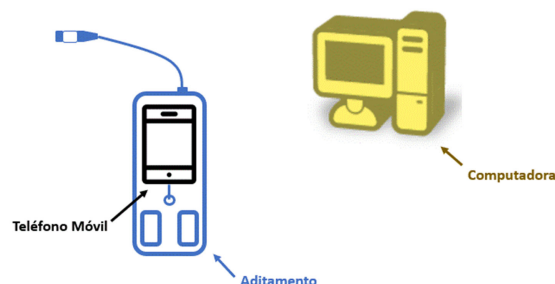


Figura 1. Módulos principales del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elementos de diseño

Diferentes aspectos fueron abordados para llegar a una concepción de diseño lo más completa posible y que se encuentra actualmente ya en fase de construcción de prototipo.

Circuito Eléctrico del Aditamento

El esquema eléctrico del dispositivo portable de diagnóstico y monitoreo industrial está constituido por los siguientes componentes (ver Figura 2):

- Acelerómetro piezoeléctrico, que es el encargado de transformar las vibraciones de la maquinaria a diagnosticar en impulsos eléctricos mediante el efecto piezoeléctrico.

- Conversor Analógico/Digital (A/D), el cual recibe la señal analógica proveniente del sensor piezoeléctrico mediante un cable coaxial, y tendría el encargo de digitalizar la señal analógica.
- Kit de Microcontrolador, el cual recibe la señal digital proveniente del Conversor A/D y la transmite al Teléfono Móvil a través de la interfaz USB.

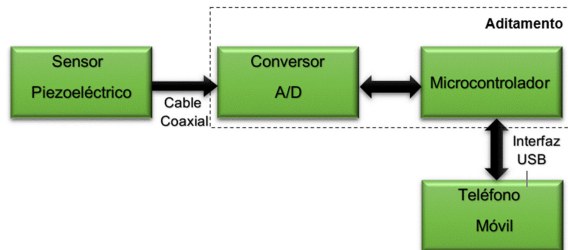


Figura 2. Componentes del esquema eléctrico del Aditamento

Software/Funcionalidades

Se ha desarrollado un software con el objetivo de disponer de las diferentes funcionalidades previstas. De modo general, además de cuestiones propias de la disponibilidad de interacción con el usuario, estas funcionalidades fueron las siguientes:

- En el Teléfono Móvil:
 - Cálculo de valores globales (rms, peak, peak-to-peak).
 - Espectro (aceleración, velocidad, desplazamiento).
 - Gestión de la Ruta de Medición.
- En la Computadora:
 - Gestión de la Ruta de Medición.
 - Análisis de Tendencia.
 - Valores globales.
 - Establecimiento de niveles Normal, Alarma y Alerta.
 - Espectro.
 - Establecimiento de bandas de análisis.
 - Tendencia de los valores de las componentes de amplitud máxima en determinada banda.

Tanto en el Teléfono Móvil, como en la Computadora, los datos se almacenan en una base de dato, y para controlar el acceso a los datos se asignaron usuarios a roles de seguridad.

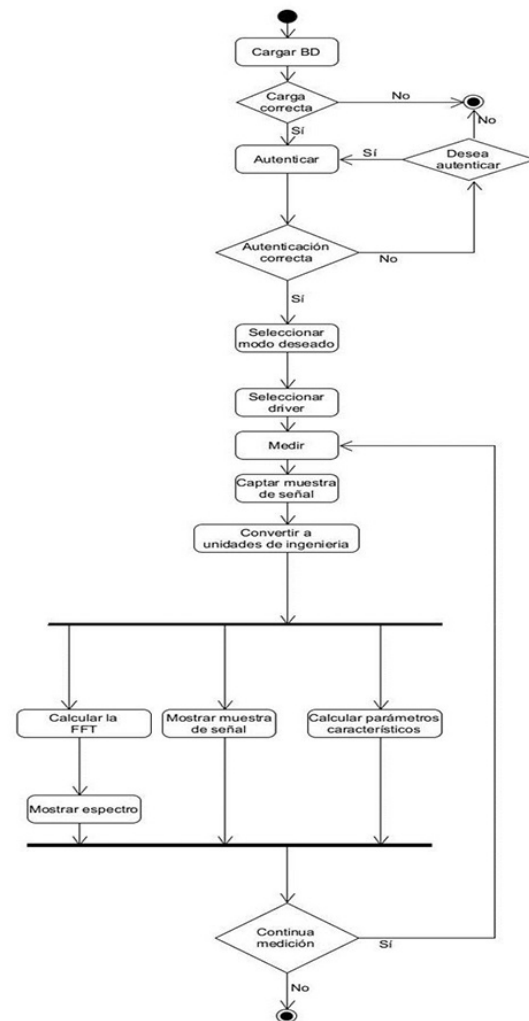


Figura 3. Diagrama de actividades del proceso de medición

En la Figura 3, se muestra un el diagrama de una de las actividades que corre en el Teléfono Móvil, mientras que en la Figura 4, se muestra una de las ventanas que se visualizan, asociadas a esta actividad.

Diseño Industrial del Aditamento

El Aditamento presenta tiene las dimensiones 21.0 cm x 8.0 cm x 5.5 cm con la finalidad de alcanzar una adecuada convivencia con otras herramientas de trabajo en el cinturón del uniforme del especialista durante su traslado. En la zona

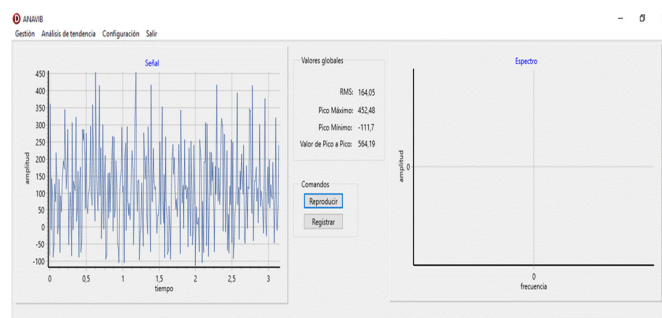


Figura 4. Ventana de muestra en tiempo de real de datos

trasera del Aditamento se concibió una cavidad con dimensiones superiores a la anterior para almacenar el cable coaxial y el sensor mientras no se requiera su utilización (Valdés *et al.*, n.d.).

En la figura 5 se muestran algunas imágenes del diseño realizado.

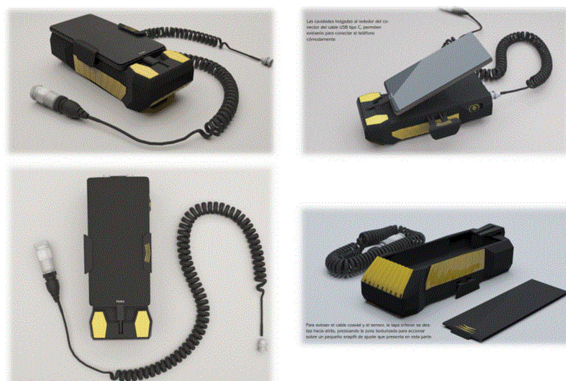


Figura 5. Imágenes del diseño industrial realizado.

CONCLUSIONES

1. Se ha presentado una propuesta de desarrollo de sistema portable de monitoreo y diagnóstico industrial, que ya se encuentra en construcción.
2. Esta propuesta constituye una de las vertientes que se viene abordando en lo relativo al desarrollo de tecnología de monitoreo y diagnóstico industrial en Cuba. Desde su concepción, el sistema se presenta como una alternativa más económica para lograr implementar el monitoreo y diagnóstico industrial más adaptado a las características de la mayoría de las industrias de nuestro país, para lo cual se siguió el modo general de utilización de esta tecnología, en la modalidad concreta a desarrollar. Al mismo tiempo se previó cierto grado robustez del sistema, motivado por el ambiente de explotación adverso al cual estaría expuesto.

3. El sistema está compuesto por varios módulos, y se espera que el concepto plasmado pueda generar tiempos de construcción, y, por tanto, de puesta en marcha, muy cortos. La línea de diseño industrial concebida sigue tendencias internacionales y está en sintonía con las características funcionales y de uso del dispositivo.

RECONOCIMIENTOS

Esta investigación contó con el financiamiento de OGFPI, referencia PN211LH005-037.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández-Montero, F. E.; Calderón, C. A. & Ruiz-Barrios, M. L. 2023. "El camino hacia la implementación del mantenimiento predictivo 4.0 en Cuba". *Ingeniería Industrial*, 44(3): 1–12, ISSN: 1815-5936.
- Martínez Castro, V. H. 2011. "Monitoreo y diagnóstico de sistemas de automatización SIMATIC."
- Montero, F. E. H.; Barrios, M. L. R.; Suárez, J. R. R.; Martínez, M. E. I.; Gómez, J. P.; Uribe, V. A.; Marín, E. P.; Mancilla, J. C. G.; Hernández, Y. P.; Lorenzo, A. R.; Román, J. H.; Soberao, M. H. & Rodríguez, I. D. 2023. "Contribución al desarrollo nacional de tecnología de monitoreo y diagnóstico industrial". *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 13(3): 1282, ISSN: 2304-0106.
- Pérez, F. M. & Gassinski, L. 2022. "La eficiencia energética y el papel del mantenimiento en la misma: Energy Efficiency and the Role of Maintenance on it". *Ingeniería Energética*, 43(2): 11–11, ISSN: 1815-5901.
- Pérez Rondón, F. A. 2021. "Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial".
- Valdés, M. S. D. R. H.; Montero, C. F. E. H.; Luna, D. R. D. H. & Ruiz, D. V. A. n.d. "Diseño para el monitoreo y diagnóstico industrial."