



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE ESMERALDAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

MENCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Energías Renovables y Redes Inteligentes

MODALIDAD:

Artículos profesionales de alto nivel

TÍTULO:

Escriba aquí el título de su investigación

**PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD**

AUTOR:

Ing. José Vicencio Bautista Sánchez

ASESOR:

Mgt. Flavio Trelles

Esmeraldas, 7 de Noviembre del 2022





SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES MEDIANTE HABILITADORAS DIGITALES DE LA INDUSTRIA 4.0

*Real-time measurement system and management of the energy consumption
of industrial machines through digital enablers of Industry 4.0*

José Bautista-Sánchez 1

Flavio Trelles-Cabrera 2

Manuel Nevárez-Toledo 3*

1 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Colaborador del Programa de Maestría en Electricidad. Esmeraldas, Ecuador. E-mail; jose.bautista@pucese.edu.ec

2 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Docente del Programa de Maestría en Electricidad. Esmeraldas, Ecuador. E-mail; flavio.trelles@pucese.edu.ec

3 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Coordinador de Cuarto Nivel,

Área Industria, Tecnología y Comunicación. Esmeraldas, Ecuador.

E-mail; manuel.nevarez@pucese.edu.ec

* Autor de correspondencia: manuel.nevarez@pucese.edu.ec

RESUMEN:

Este artículo se enfoca en proponer un sistema de monitoreo y gestión del consumo energético de equipos industriales manejados en los distintos sectores productivos, mediante la utilización de habilitadores de la industria 4.0. Para la solución de este requerimiento se planteó diseñar un sistema de medición en tiempo real el cual permite la gestión del consumo de energía eléctrica mediante la selección de la fuente de alimentación eléctrica sea del servicio público o de alguna alternativa de energía renovable. De igual manera mediante el uso previo de la técnica de recolección de datos bibliográficos se fundamentó la parte





teórica y referencial de la investigación, así como la aplicación de un método cuantitativo y cualitativo debido a las mediciones y comparaciones, aplicados en el sistema de medición en tiempo real y gestión del consumo energético. Como resultados obtenidos en la experimentación la aplicación del sistema de medición y gestión se generó un ahorro energético de hasta el 19% por el uso del sistema alterno. Mediante los datos obtenidos se pudo realizar una comparación de valor con los datos nominales del equipo y tener datos que reflejen el estado o condicione de trabajo para optimizar los mantenimientos y conservar la vida útil del mismo. La investigación permite concluir que la aplicación de los habilitadores enfocados en la industria 4.0 sirven de gran aporte para la reducción del consumo y genera ahorro en las industrias tanto en energía eléctrica como en costos de compra en equipos nuevos o de recambio.

Palabras clave: IIoT, generación distribuida, ciberseguridad, big data, computación de la nube, simulación, integración de sistemas, robots cobots, fabrica aditiva y realidad aumentada.

ABSTRACT:

This article focuses on proposing a system for monitoring and managing the energy consumption of industrial equipment managed in different productive sectors, through the use of Industry 4.0 enablers. For the solution of this requirement, it was proposed to design a real-time measurement system which allows the management of electrical energy consumption through the selection of the power supply source, either from the public service or from a renewable energy alternative. Likewise, through the previous use of the bibliographic data collection technique, the theoretical and referential part of the research was based, as well as the application of a quantitative and qualitative method due to the measurements and comparisons, applied in the real time measurement system and energy consumption management. As results obtained in the experimentation, the application of the measurement and management system generated energy savings of up to 19% through the use of the alternative system. By means of the data obtained it was possible to make a value comparison with the nominal data of the equipment and to have data that reflect the state or working conditions to optimize the maintenance and to conserve the useful life of the equipment. The research allows concluding that the application of the enablers focused on industry 4.0 is a great contribution to the reduction of consumption and generates savings in industries both in electrical energy and in purchase costs in new or replacement equipment.

Keywords: IIoT, distributed generation. cybersecurity. big data, cloud computing, simulation, systems integration, robot cobots, additive manufacturing and augmented reality.





- **Nombre de la revista científica:** Ingeniear
- **Enlace (URL) de la revista:**
https://www.ingeniare.cl/index.php?option=com_ingeniare&view=vv&vid=114&lang=es
- **ISSN 0718-3291 Versión Impresa**
- **ISSN 0718-3305 Versión en línea**
- **Medio(s) de indexación:**
 - ✓ SciELO
 - ✓ Scopus
 - ✓ Latindex
 - ✓ Redalyc
 - ✓ ProQuest
 - ✓ Risk Abstract
 - ✓ DIALNET
 - ✓ Directory of Open Access Journals (DOAJ)
 - ✓ Google Scholar
 - ✓ Socolar
- **Nombre del editor de la revista:** Dr. Kristopher Chandía Valenzuela
- **Correo electrónico del editor de la revista:** kchandia@academicos.uta.cl
- **Fecha de envío del artículo a la revista:** 04/10/2022
- **Enlace del artículo en repositorio privado de la PUCESE (se almacena solo como evidencia hasta que el artículo se publique. Bajo ningún concepto el repositorio será público). Dentro del directorio “año/programa-maestría” se debe crear un directorio que siga el siguiente patrón: “Apellido1Apellido2Nombre-TitulodelEstudio”**

Evidencias de envío a medio científico.

- Certificado de Aprobación por el asesor





PARA EVALUAR EL TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

TEMA: "SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES MEDIANTE HABILITADORAS DIGITALES DE LA INDUSTRIA 4.0".

DOCENTE EVALUADOR: MGT FLAVIO DANIEL TRELLES CABRERA

ESTUDIANTE: JOSÉ VICENCIO BAUTISTA SÁNCHEZ

FECHA: 30 DE AGOSTO DEL 2022

INFORME DEL TFM

CRITERIOS	VALOR	NOTA
Redacción académica	4	3
El documento es claro y coherente	4	4
El objetivo general y específicos son medibles y concretos	2	2
Se enuncia con claridad y profundidad la perspectiva teórica desde la que se aborda la construcción del proyecto	5	5
Se describe claramente la metodología utilizada	5	4
Se presentan y discuten claramente los resultados obtenidos en la investigación	5	5
El documento sigue la estructura y formatos establecidos en el instructivo del TFM.	2	1
Las conclusiones sintetizan la idea y argumento principal, así como evaluar lo planteado y señalar las implicaciones o elaborar nuevos interrogantes	3	3
TOTAL	30	27

Firma:

FLAVIO
DANIEL
TRELLES
CABRERA

Firmado
digitalmente por
FLAVIO DANIEL
TRELLES CABRERA
Fecha: 2022-09-01
22:53:25 -0500'





Sistema de medición en tiempo real y gestión del consumo energético de máquinas industriales mediante habilitadoras digitales de la Industria 4.0.

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

/0

COMENTARIOS GENERALES

Instructor

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

- Carta al editor por medio del asesor, Capturas del envío, Captura del recibido





4/10/22, 18:55

#INGENIARE-2201 SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS...

Ingeniare. Revista chilena de ingeniería



[INICIO](#) [ACERCA DE...](#) [ÁREA PERSONAL](#) [ANUNCIOS](#) [GUÍA PARA AUTORES](#)

[Inicio](#) > [Usuario/a](#) > [Autor/a](#) > [Envíos](#) > [#9299](#) > [Resumen](#)

#INGENIARE-2201 SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES MEDIANTE HABILIDADORAS DIGITALES DE LA INDUSTRIA 4.0

RESUMEN | [REVISIÓN](#) | [EDITAR](#)

Envío

Autores José Vicencio Bautista-Sánchez, Flavio Daniel Trelles-Cabrera, Manuel Rogelio Nevárez-Toledo

Título SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES MEDIANTE HABILIDADORAS DIGITALES DE LA INDUSTRIA 4.0

Fichero original [INGENIARE-2201-9299-37098-3-SM.DOCX](#) 2022-10-04

Ficheros ad. Ninguno [AÑADIR FICHERO ADICIONAL](#)

Remitente Magister Manuel Rogelio Nevárez-Toledo

Fecha de envío octubre 4, 2022 - 08:39

Sección Artículos

Editor/a Ninguno asignado

Estado

Estado Esperando asignación

Iniciado 2022-10-04

Última modificación 2022-10-04

Envío de metadatos

Autores

Nombre José Vicencio Bautista-Sánchez

Filiación Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

País Ecuador

Conflicto de intereses —

Resumen biográfico Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Colaborador del Programa de Maestría en Electricidad. Esmeraldas, Ecuador. E-mail; jose.bautista@pucese.edu.ec

Nombre Flavio Daniel Trelles-Cabrera

Filiación Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

País Ecuador

Conflicto de intereses —

USUARIO/A

Su identificación actual es... **manuelnevarez**

[Mis Revistas](#)
[Mi Perfil](#)
[Salir](#)

NOTIFICACIONES

[Ver \(3 nuevo\)](#)
[Administrar](#)

AUTOR/A

Envíos

[Activo \(1\)](#)
[Archivo \(0\)](#)
[Nuevo envío](#)

IDIOMA

[Español \(España\)](#) ▼





4/10/22, 18:55 #INGENIARE-2201 SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS...

CI POLICY

Resumen biográfico Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Docente del Programa de Maestría en Electricidad. Esmeraldas, Ecuador. E-mail; flavio.trelles@pucese.edu.ec

Nombre Manuel Rogelio Nevárez-Toledo 
URL del curriculum vitae en línea <https://orcid.org/0000-0001-5628-3351>

Filiación —

País Ecuador

Conflicto de intereses —

CI POLICY

Resumen biográfico Mgt. Manuel Nevárez Toledo Coordinador de Cuarto Nivel Unidad Académica del área de Industria, Tecnología y Comunicación (593) 6 2721 459 Ext. 3074 / Móvil: (593) 9 5945 5405 Calle Espejo y subida a Santa Cruz PUCE - Esmeraldas - Ecuador

Contacto principal para correspondencia editorial.

Título y resumen

Título SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES MEDIANTE HABILITADORAS DIGITALES DE LA INDUSTRIA 4.0

Resumen Este artículo se enfoca en proponer un sistema de monitoreo y gestión del consumo energético de equipos industriales manejados en los distintos sectores productivos, mediante la utilización de habilitadores de la industria 4.0. Para la solución de este requerimiento se planteó diseñar un sistema de medición en tiempo real el cual permite la gestión del consumo de energía eléctrica mediante la selección de la fuente de alimentación eléctrica sea del servicio público o de alguna alternativa de energía renovable. De igual manera mediante el uso previo de la técnica de recolección de datos bibliográficos se fundamentó la parte teórica y referencial de la investigación, así como la aplicación de un método cuantitativo y cualitativo debido a las mediciones y comparaciones, aplicados en el sistema de medición en tiempo real y gestión del consumo energético. Como resultados obtenidos en la experimentación la aplicación del sistema de medición y gestión se generó un ahorro energético de hasta el 19% por el uso del sistema alterno. Mediante los datos obtenidos se pudo realizar una comparación de valor con los datos nominales del equipo y tener datos que reflejen el estado o condición de trabajo para optimizar los mantenimientos y conservar la vida útil del mismo. La investigación permite concluir que la aplicación de los habilitadores enfocados en la industria 4.0 sirven de gran aporte para la reducción del consumo y genera ahorro en las industrias tanto en energía eléctrica como en costos de compra en equipos nuevos o de recambio.

Indexación

Disciplina académica y sub-disciplinas HABILITADORAS DIGITALES DE LA INDUSTRIA 4.0

Palabras clave IIoT; generación distribuida; ciberseguridad; big data; computación en la nube; simulación; integración de sistemas; robots cobots; fabricación aditiva; realidad aumentada

Idioma es

Agencias de patrocinio

Agencias Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

Citas

Citas [1] L. F. Grisales, B. J. Restrepo Cuestas, and F. E. Jaramillo, "Ubicación y dimens





4/10/22, 18:55

#INGENIARE-2201 SISTEMA DE MEDICIÓN EN TIEMPO REAL Y GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE MÁQUINAS...

- review," *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 27, no. 2, pp. 157–176, 2017.
- [2] R. Real-Calvo, A. Moreno-Munoz, V. Pallares-Lopez, M. J. Gonzalez-Redondo, "Interconexión entre Equipamiento de Generación Distribuida y la Red Eléctrica," *10.1016/j.riai.2016.11.002*.
- [3] Z. Qiu, R. Chen, and M. Yan, "Monitoring data analysis technology of smart g 750, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/750/1/012221.
- [4] J. C. Cuisano, L. R. Chirinos, and E. J. Barrantes, "Eficiencia energética en sis optimizar costos de consumo de energía eléctrica," *Inf. tecnológica*, vol. 31, no. 2
- [5] L. Luque, T. Nacional, ARCONEL, N. L. No, R. Oficial, and N. Suplemento, "Est p. 214, 2019, [Online]. Available: <https://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/EstadísticaAnualMultianual2018.pdf%0Ahttp://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Consti>.
- [6] E. M. Andrago, "Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de
- [7] J. Del Val Roman, "Industria 4.0. La Transformación Digital de la Industria Es CODDII-Industria-4.0.pdf.
- [8] J. L. Granda, "Industria 4-0 en Ecuador," *Mi region la informacion que me gu*
- [9] Grace Estefanía Gancino Bustamante, "Análisis de escenarios de la gestión en
- [10] J. L. Román Del Val, "La Digitalización y la Industria 4.0. Impacto industrial <https://industria.ccoo.es/4290fc51a3697f785ba14fce86528e1000060.pdf>.
- [11] "Industria 4.0: la necesidad de gestionar la transición para afrontar el impac tecnicos/energias-alternativas-at/industria-4-0-la-necesidad-de-gestionar-la-tran
- [12] J. Reinoso and G. Salazar, "Sistema de Medición Inteligente de Energía Eléct Política," vol. 39, no. 2, pp. 33–40, 2017, doi: 10.33333/rp.v39i2.767.
- [13] R. M. A. Zambrano, "La revolucion industrial y la industrialización del Ecuad
- [14] F. C. M. La Rivera, P. Hermosilla, J. Delgado, and D. Echeverría, "Propuesta industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)," *Form. Univ.*, vol. 14
- [15] L. S. Ramón de Jesús, "Sistema para el monitoreo del consumo de Energía l
- [16] J. H. Carvajal Rojas, "La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Ir Conference Eng. Educ. Technol. "Global Partnerships Dev. Eng. Educ., no. July, pp educacion-superior-ingenieria.pdf.
- [17] R. M. Hinojosa Meza, "Sistema Integral de Monitoreo de Consumo de Energ de Pabellón de Arteaga, 2020.
- [18] EDX, "Curso de ciberseguridad," 2022. <https://www.edx.org/es/aprende/cib>
- [19] "IPSA – Ingeniería de proyectos y servicios en automatización." <https://ipsa>
- [20] D. M. Herramientas, "Metrología en la Industria 4.0," 2018. <https://www.de> (accessed Feb. 27, 2022).
- [21] "Medir en tiempo real en procesos industriales Vs muestreo de laboratorio."
- [22] D. Madathil et al., "An Energy Management Control Strategy for Efficient Sci PACT 2019, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/I-PACT44901.2019.8960067.
- [23] S. Zhou et al., "Application Research of Big Data Real-time Processing Technr doi: 10.1088/1755-1315/696/1/012044.
- [24] A. M. Al-Ghaili, H. Kasim, N. M. Al-Hada, B. N. Jorgensen, M. Othman, and " Access, vol. 9, pp. 63790–63813, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3075485.
- [25] M. M. Islam, M. F. Islam, and S. Singha, "Design and Implementation of Ras
- [26] N. A. G. Gómez, "Diseño de un sistema de monitoreo de un prototipo de mé Colombia.," *Universidad Nacional Abierta Y A Distancia Escuela*, 2021.
- [27] J. T. Cavata, A. A. Massote, R. F. Maia, and F. Lima, "Highlighting the benefi 2020, doi: 10.1590/0104-530x5619-20.
- [28] I. Shields, "Automatización con PLC Arduino, HMI y PLC Raspberry Pi y ESP8
- [29] ENTES, *en-emm-series-multimeters-user-manuel*. 2021.

© 2021 Universidad de Tarapacá

18 de septiembre # 2222
Código Postal Arica 1000000

Arica - Chile



ingeniare@uta.cl

cl.submission.scielo.org/index.php/ingeniare/author/submission/9299

3/3





**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

ESMERALDAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA
EN ELECTRICIDAD



Dirección: Espejo y Subida a Santa Cruz
Código postal: 08-01-0065 / **Teléfono:** (593-2) 272 1983 / 272 1595 **Ext.** 3074
Esmeraldas - Ecuador / www.pucese.edu.ec

