



**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:**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEDICION Y ANALISIS DE  
CONSUMO ELECTRICO BASADO EN IOT PARA REDES DE  
DISTRIBUCION PARA CNEL EP ESMERALDAS**

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

**AUTOR:**

Ing. Alfonso Atahualpa Marchan Loor

**ASESOR:**

Mgt. Héctor F. Chinchero

**Esmeraldas, 26 de octubre del 2022**





## DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MEDICION Y ANALISIS DE CONSUMO ELECTRICO BASADO EN IOT PARA REDES DE DISTRIBUCION PARA CNEL EP ESMERALDAS.

Alfonso A. Marchan-Loor, Héctor F. Chinchero, *Member, IEEE*

---

### Resumen.

Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema de medición y análisis de variables eléctricas en un centro de carga de baja tensión para la Corporación Nacional de Electricidad CNEL E.P. Esmeraldas. La metodología utiliza dispositivos con Internet de las Cosas (IoT) para la recolección de datos de corriente, tensión y potencia. Esta información es enviada a la base de datos en un nodo concentrador del servidor web. El sistema de medición se compone de sensores de corriente no invasivos conectados a un Nodo de Medición Inteligente (SMN) de tres canales de IoT. El SMN utiliza un transceptor de comunicación inalámbrica con protocolo LoRa para transmitir los datos del contador al concentrador. El concentrador es un servidor web que recibe información de los dispositivos IoT a través de una red de sensores inalámbricos (WSN) de topología de malla. Las mediciones se presentan en una interfaz de usuario desarrollada con la herramienta NodeRED. En este trabajo se ha demostrado que el tiempo de lectura es en tiempo real con un retraso máximo de 500 milisegundos. La información recibida del SMN IoT en el concentrador a una distancia límite es de 800 metros. La resolución de los datos medidos es del 98% y se comprueba con un medidor digital ION7350 para verificar las mediciones. Con las mediciones obtenidas en el centro de carga, también se evidencia que la eficiencia de la energía entregada es del 95% con respecto a la recibida. Por último, es evidente que el sistema puede tener una total autonomía sin depender de la energía de la red eléctrica 24/7, ya que el SMN IoT se alimenta con energía renovable mediante energía fotovoltaica de 40W.

### Palabras claves:





## Abstract.

This paper presents the development of a measurement and analysis system for electrical variables in a low-voltage load center for the Corporación Nacional de Electricidad CNEL E.P. Esmeraldas. The methodology uses devices with Internet of Things (IoT) for the collection of current, voltage, and power data. This information is sent to the database in a web server concentrator node. The measurement system is made up of non-invasive current sensors connected to a three-channel IoT Smart Metering Node (SMN). The SMN uses a wireless communication transceiver with LoRa protocol to transmit data from the meter to the concentrator. The concentrator is a web server that receives information from IoT devices through a mesh topology wireless sensor network (WSN). The measurements are presented in a user interface developed using the NodeRED tool. In this work it has been shown that the reading time is in real time with a maximum delay of 500 milliseconds. The information received from the IoT SMN in the concentrator at a limit distance is 800 meters. Resolution of measured data is 98% checked against an ION7350 digital meter to verify measurements. With the measurements obtained in the load center, it is also evident that the efficiency of the energy delivered is 95% with respect to that received. Finally, it is evident that the system can have a total autonomy without dependence on power from the 24/7 power grid, since the IoT SMN is powered using renewable energy using 40W photovoltaic energy.

**Keywords:** Index Terms— Corporación Nacional de Electricidad (CNEL E.P), Internet of Things (IoT), Smart Meter Node (SMN), Wireless Sensor Network (WSN), NodeRED

**AUTOR DE CORRESPONDENCIA:** Alfonso Marchan Loor

- **Nombre de la revista científica:** IEEE Latin America Transactions
- **Enlace (URL) de la revista:**  
<https://www.ieee.org/>
- **ISSN de la revista:** 1548-0992
- **Medio(s) de indexación:**
  - Google Académico
  - Latindex
  - REDIB
  - ESJI, BASE
  - JCR
  - Scimago
  - Web of Science





- **Nombre del editor de la revista: Ilse Cervantes via**
- **Correo electrónico del editor de la revista: noreply@latamt.ieeer9.org**
- **Fecha de envío del artículo a la revista: 25/10/2022**
  
- **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



### ANEXO 8: CERTIFICADO DE APROBACIÓN

#### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Yo, Héctor Fernando Chinchero Villacís certifico que el maestrante Alfonso Atahualpa Marchán Loor, de la Maestría en Electricidad, Mención Eficiencia Energética y Energías Renovables, ha finalizado satisfactoriamente el TRABAJO DE FIN DE MAESTRÍA, y por tanto se encuentra apto para su presentación.

El porcentaje de plagio obtenido en el informe es de 0%

Héctor F. Chinchero Villacís





- Reporte de turnitin

Sistema de medición y análisis de consumos eléctricos en  
redes de distribución utilizando internet de las cosas para la  
unidad de negocios Esmeraldas CNEL E.P.

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

**/10**

COMENTARIOS GENERALES

**Instructor**

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9





- Carta al editor por medio del asesor

October 24<sup>th</sup>, 2022

To:

Editor of the IEEE Latin America Transactions

Dear Editor,

We hereby submit our paper entitled "Development of an IoT-Based Electrical Consumption Measurement and Analysis System for Distribution Networks for CNEL E.P. Esmeraldas" in order to be considered for possible publication in the IEEE Latin America Transactions.

The contribution of this paper is focused on measurement and analysis of electrical variables in low-voltage load centers. The methodology uses devices with Internet of Things (IoT) for the collection of current, voltage, and power data. This information is sent to the database in a web server concentrator node. The measurement system is made up of non-invasive current sensors connected to a three-channel IoT Smart Metering Node (SMN). The SMN uses a wireless communication transceiver with LoRa protocol to transmit data from the meter to the concentrator. The concentrator is a web server that receives information from IoT devices through a mesh topology wireless sensor network (WSN). The measurements are presented in a user interface developed using the NodeRED tool. In this work it has been shown that the reading time is in real time with a maximum delay of 500 milliseconds. In addition, the information received from the IoT SMN in the concentrator at a limit distance is 800 meters.

This paper has not been submitted to any other journal or conference.

We suggest the following specialists as potential candidates to serve as reviewers of this paper (all of them can read and understand Spanish):

Dr. Mario Ponce Silva  
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de México  
Cuernavaca, México  
mario.ponce.silva@gmail.com

Dr. Ricardo do Prado  
Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, Rio Grande del Sur, Brasil  
ricardo@gedre.ufsm.br

Dr. Marcos Alonso  
Universidad de Oviedo  
Gijón, Asturias, España  
marcos@uniovi.es

Sincerely,

The Authors



Escrito electrónicamente por:  
ALFONSO  
ATAHUALPA  
MARCHAN LOOR





- Capturas del envío

### Paso 1

#### Enviar un artículo

1. Empezar   2. Cargar envío   3. Introducir metadatos   4. Confirmación   5. Próximos pasos

**Idioma de envío**

Español (España) ▼

*Se aceptan presentaciones en varios idiomas. Elija el idioma principal del envío del menú desplegable de arriba. \**

**Sección**

Energía eléctrica ▼

*Los artículos deben ser enviados a una de las secciones de la revista. \**

**Sección Política**

Envíe su trabajo a esta sección si su trabajo se encuentra en el área de Energía eléctrica, Energía eléctrica renovable (modelado, generación, gestión), análisis de energía, electrificación del transporte, modernización y planificación de redes, electrónica de potencia, redes inteligentes: teoría y aplicaciones. Aplicaciones de IA en cualquier área de la energía eléctrica si la contribución es en el campo de la energía eléctrica.

[CodeOcean](#) [Se puede encontrar más información aquí.](#)

**Comentarios para el Editor**

Estimado editor, escribo par enviar el artículo titulado "Desarrollo de un Sistema de Medición y Análisis de Consumo Eléctrico Basado en IoT para Redes de Distribución para CNEL EP Esmeraldas", para su revisión.

Saludos cordiales.

Alfonso Marchán Lóor A.

Si, acepto que mis datos se recopilen y almacenen de acuerdo con la [declaración de privacidad](#).

[Guardar y continuar](#) [Cancelar](#)





- Paso 2

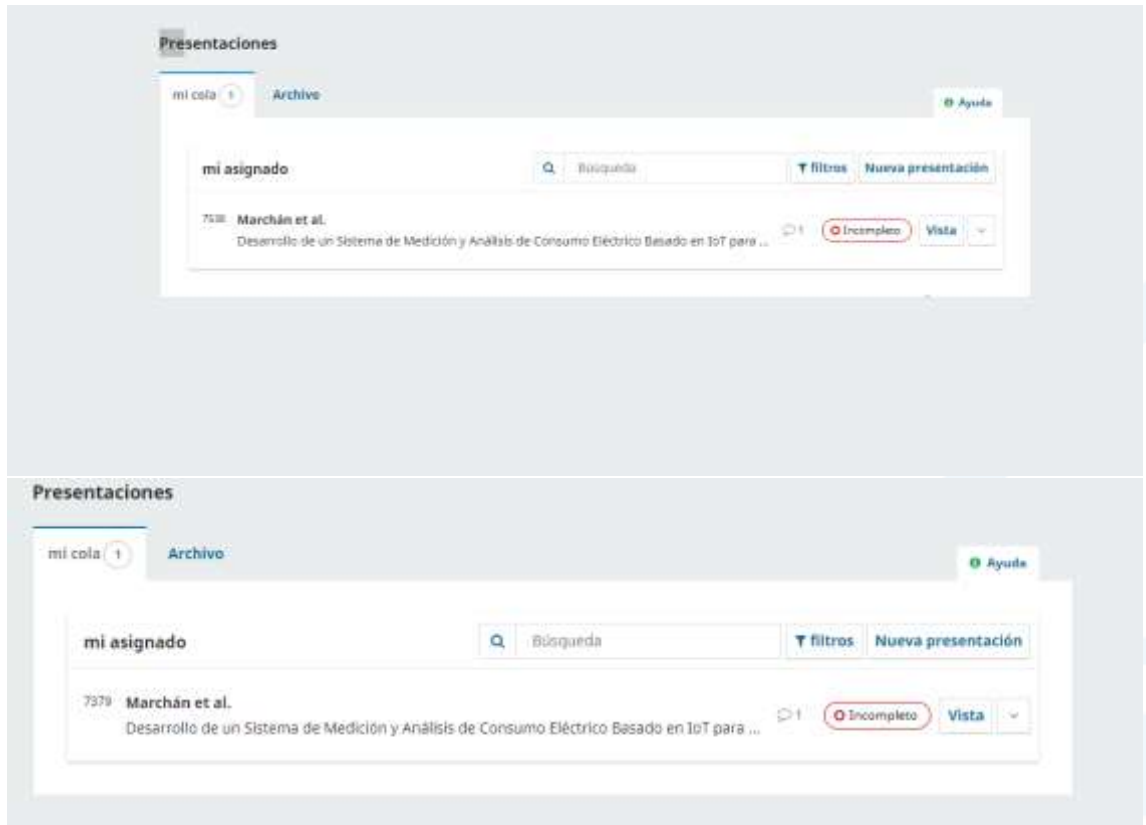
The image displays three sequential screenshots of a web interface for submitting an article, titled "Enviar un artículo".

**Top Screenshot (Step 2):** The interface shows a progress bar with five steps: 1. Empezar, 2. Cargar envío (highlighted), 3. Introducir metadatos, 4. Confirmación, and 5. Próximos pasos. Below the progress bar, there is a text input field labeled "archivos" and a button "Agregar archivo". A message states: "Cargue los archivos que el equipo editorial necesitará para evaluar su envío [Subir archivo](#)". At the bottom right, there are buttons for "Guardar y continuar" and "Cancelar".

**Middle Screenshot (Step 3):** The progress bar now highlights step 3, "Introducir metadatos". The "archivos" field contains a file entry: "4Sistema Medicion y Analisis Consumo IoT - Alfonso Marchan - 2022-08-24.pdf". To the right of the file name are buttons for "Editar" and "Remover". Below the file entry, there are several links: "¿Qué tipo de archivo es este? [Carta al Editor \(obligatorio\)](#) [Texto del artículo \(PDF, obligatorio\)](#) [Resumen gráfico \(PNG, obligatorio\)](#) [Enlace de resumen de video \(PDF, obligatorio\)](#) [Factura \(proporcionada por IEEE RS\)](#) [Otro](#)". The "Guardar y continuar" and "Cancelar" buttons remain at the bottom right.

**Bottom Screenshot (Step 3):** This screenshot is similar to the middle one, showing the same file entry and links. The "Guardar y continuar" button now has a dropdown arrow on its left side.





- Paso 3





**Enviar un artículo**

1. Empezar 2. Cargar envío 3. Introducir metadatos 4. Confirmación 5. Próximos pasos

**Prefijo**  
Ejemplo: A. E1

**Título \***  
Development of an IoT-Based Electrical Consumption Measurement and Analysis System for Distrib...

**Subtitular**

**Resumen**

Resumen: este trabajo presenta el desarrollo de un sistema de medición y análisis de variables eléctricas en un centro de carga de baja tensión para la Corporación Nacional de Electricidad CNELEP Esmeraldas. La metodología utiliza dispositivos con Internet de las Cosas (IoT) para la recolección de datos de corriente, tensión y potencia. Esta información se envía a la base de datos en un nodo concentrador del servidor web. El sistema de medición está compuesto por sensores de corriente no invasivos conectados a

**Refinamientos adicionales**

**Palabras clave \***  
Agregue información adicional para su envío. Pulse "enter" después de cada término.

Términos del Índice— Corporación Nacional de Electricidad (CNELEP), Internet de las Cosas (IoT), Nodo de Medición Inteligente (SMI), Red de Sensores Inalámbricos (WSN), NodeRED. >

**Agencias de apoyo**  
Agregue información adicional para su envío. Pulse "enter" después de cada término.

Inglés  
Portugués (Brasil)

**Referencias \***  
no aplica.

**Lista de Colaboradores** Ordenar Añadir colaborador

Nombre	Correo electrónico	Rol	Contacto primario	En listas de navegación
▶ Pocho Marchán	alfonso_marchan@yahoo.com	Autor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
▶ Héctor F. Chinchero	hfchinchero@pucese.edu.ec	Autor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Refinamientos adicionales**

**Palabras clave \***  
Agregue información adicional para su envío. Pulse "enter" después de cada término.

Términos del Índice— Corporación Nacional de Electricidad (CNELEP), Internet de las Cosas (IoT), Nodo de Medición Inteligente (SMI)

- Paso 4

**Enviar un artículo**

1. Empezar 2. Cargar envío 3. Introducir metadatos 4. Confirmación 5. Próximos pasos

Su presentación ha sido cargada y está lista para ser enviada. Puede volver a revisar y ajustar cualquier información que haya ingresado antes de continuar. Cuando esté listo, haga clic en "Finalizar envío".

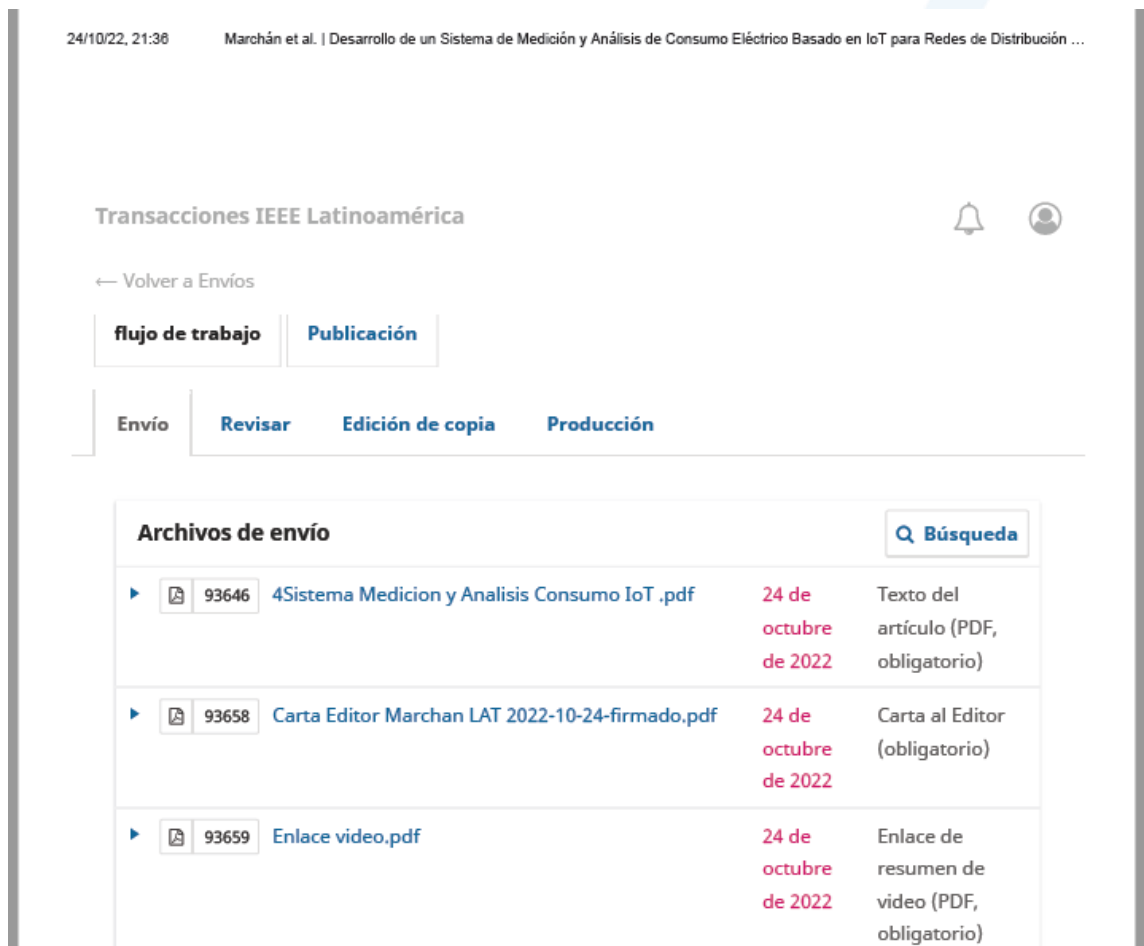
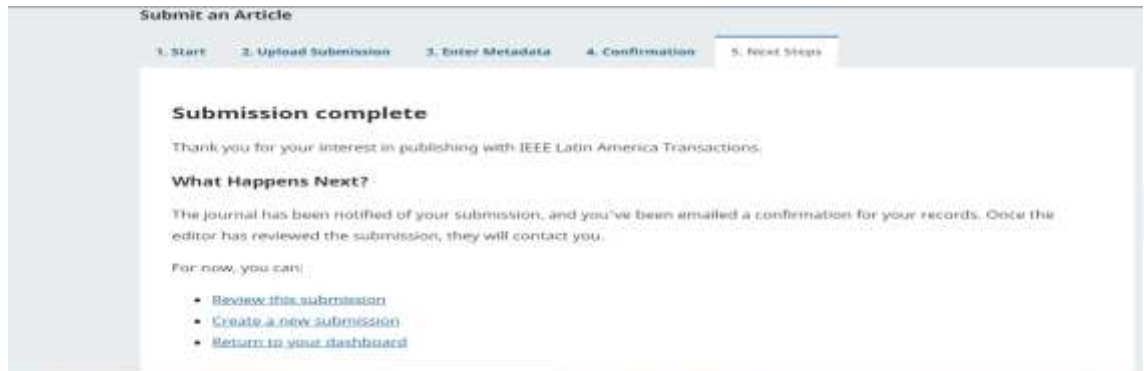
Finalizar envío Cancelar

queda.





- Paso 5





24/10/22, 21:37

Presentaciones | Transacciones IEEE Latinoamérica

Transacciones IEEE Latinoamérica



## Presentaciones

mi cola 1

Archivo

Ayuda

mi asignado



Búsqueda

filtros

Nueva presentación

7538 Marchán et al.

Desarrollo de un Sistema de Medición y Análisis de Consu...



Envío

Vista



- Responden corre de envió del Artículo

**Ilse Cervantes via** <noreply@latamt.ieeer9.org>

**Para:** Alfonso Marchan

lun, 24 de oct a las 9:34 p. m.

Alfonso Marchan:

Thank you for submitting the manuscript, "Development of an IoT-Based Electrical Consumption Measurement and Analysis System for Distribution Networks for CNEL E.P. Esmeraldas" to IEEE Latin America Transactions. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission

URL: <https://latamt.ieeer9.org/index.php/transactions/authorDashboard/submission/7538>

Username: 1alfonso\_marchan2

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Ilse Cervantes

[IEEE Latin America Transactions](#)

