

**Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede
Esmeraldas (PUCESE)**

ÁREA DE POSGRADOS

CARRERA

**MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD, MENCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ENERGÍAS RENOVABLES Y REDES INTELIGENTES.

TÍTULO DEL ARTICULO CIENTÍFICO

**COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN UN SISTEMA CON ALTA
PENETRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE FOTOVOLTAICA**

TÍTULO PROFESIONAL

**MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD, MENCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

AUTORES

**VALDEZ IBARRA JERSON JOSEPH
QUINTERO ARIZALA JEREMY ANTHONY**






ASESOR

MIGUEL ALBERTO DÁVILA SACOTO, PhD.

ESMERALDAS, 2026

Protection coordination in a system with high penetration of photovoltaic renewable energy.

Coordinación de protecciones en un sistema con alta penetración de energía renovable fotovoltaica.

J.J. Valdez¹  0009-0002-0551-6463 J.A. Quintero¹  0009-0008-6520-6188
D.Panchi²  0000-0003-2701-531X Miguel Dávila-Sacoto¹  0000-0001-6318-2137
Manuel Nevárez Toledo¹  0000-0001-5628-3351

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador -Sede Esmeraldas PUCESE, Programa de Maestría en Electricidad, Esmeraldas, Ecuador

E-mail: jjvaldez@pucese.edu.ec , jaquintero@pucese.edu.ec, madavila@pucese.edu.ec,
manuel.nevarez@pucese.edu.ec

²CELEC EP, Unidad de negocio Coca Codo Sinclair, Quito, Ecuador
E-mail: david.panchi@celec.gob.ec

Abstract

This article examines the contribution of renewable energy sources to short-circuit current within an electrical power system and the impact this has on the coordination of overcurrent and differential protections in radial distribution networks with high penetration of photovoltaic generation. For this purpose, the study is structured around three clearly differentiated operating cases: a conventional system powered by synchronous generation, considered as a reference; a system dominated by inverter-based photovoltaic generation, operating without virtual inertia support; and an equivalent system in which virtual inertia control is enabled. Based on dynamic simulations developed in DIGSILENT PowerFactory, an evaluation is made of how each of these operating regimes modifies the transient response of the system to electrical contingencies and, consequently, the ability of classic protection schemes to detect and coordinate faults. Additionally, the impact of virtual inertia control on frequency stability in a system with renewable energy is analyzed.

Index terms— Photovoltaic generation, protection coordination, overcurrent relays, virtual inertia, radial distribution networks.

Resumen

El presente artículo examina la contribución de las fuentes de energía renovable a la corriente de cortocircuito dentro de un sistema eléctrico de potencia y el impacto que tiene en la coordinación de protecciones de sobrecorriente y diferencial en redes de distribución radial con alta penetración de generación fotovoltaica, para lo cual el estudio se estructura en torno a tres casos operativos claramente diferenciados como un sistema convencional alimentado por generación síncrona, considerado como referencia; un sistema dominado por generación fotovoltaica basada en inversores, operando sin soporte de inercia virtual; y un sistema equivalente en el que se habilita el control de inercia virtual; a partir de simulaciones dinámicas desarrolladas en DIGSILENT PowerFactory, se evalúa como cada uno de estos regímenes de operación modifica la respuesta transitoria del sistema ante contingencias eléctricas y en consecuencia, la capacidad de los esquemas clásicos de protección para detectar y coordinar fallas; adicionalmente se analiza el impacto que tiene el control de inercia virtual en la estabilidad de frecuencia en un sistema que tiene presencia de energía renovable.

Palabras clave— Generación fotovoltaica, coordinación de protecciones, relés de sobrecorriente, inercia virtual, redes de distribución radial.

Datos del medio científico enviado a revisión por pares o ya publicado

Para artículos en proceso de publicación. Un artículo está en proceso de publicación cuando se han enviado a la plataforma de la revista científica seleccionada para que el editor inicie su análisis y luego proceda a iniciar el proceso de revisión por pares.

- **Nombre de la revista científica:** Revista Técnica “energía”.
- **Enlace (URL) de la revista:** <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace>
- **ISSN de la revista:** ISSN On-line: 2602-8492 -ISSN Impreso: 1390-5074
- **Medio(s) de indexación:**
 - Scielo Ecuador
 - DOAJ
 - OAJI.net
 - ResearchBib
 - MIAR
 - doi
 - Crossref
 - I2OR
 - REDIB
 - Google Scholar
 - EBSCO. Applied Science & Technology Source Ultimate
 - Europub
 - Latindex 2.0
- **Nombre del editor de la revista:** PhD. Diego Echeverría
- **Correo electrónico del editor de la revista:** cenacerevistaenergia@gmail.com
- **Fecha de envío del artículo a la revista:** 26/02/2026

Evidencias de envío a medio científico.

- Documento de aprobación del asesor para realizar el envío del artículo científico (formato similar al usado para las tesis donde se especifica el porcentaje de similitud).



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

ESMERALDAS

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

AVAL ACADÉMICO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

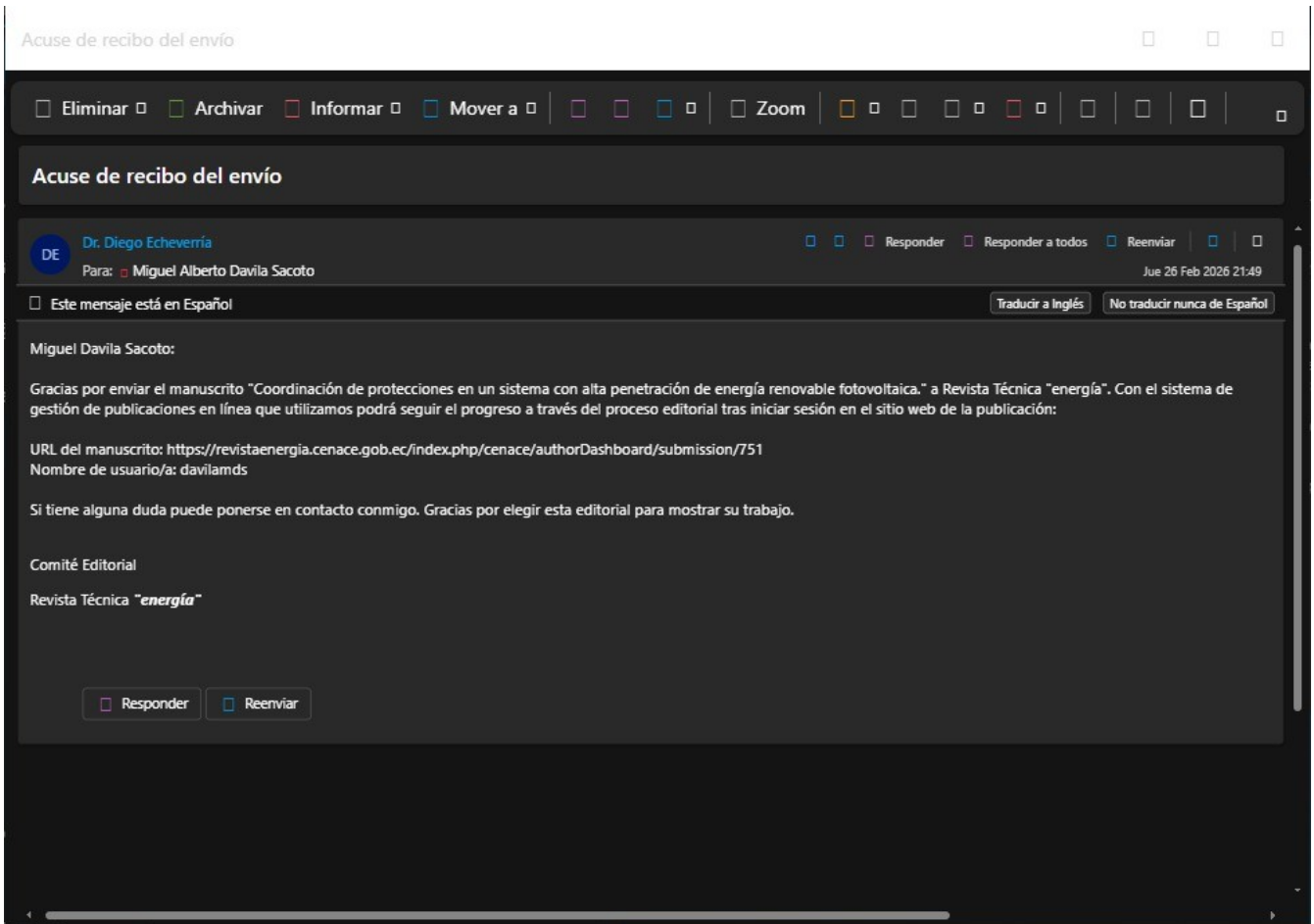
Yo, **Miguel Alberto Dávila Sacoto, PhD.**, certifico que los Maestranes **JERSON JOSEPH VALDEZ IBARRA** y **JEREMY ANTHONY QUINTERO ARIZALA** de la COHORTE E112-02 Híbrida de la Maestría en Electricidad, mención Energías Renovables y Eficiencia Energética han finalizado satisfactoriamente el **TRABAJO DE TITULACIÓN** con el tema: **COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN UN SISTEMA CON ALTA PENETRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE FOTOVOLTAICA**, por tanto, se encuentra apta para su revisión previa calificación y posterior realizar su defensa oral el jueves 02/04/2026 a las 08:00 horas.

En Esmeraldas, 18 de marzo de 2026

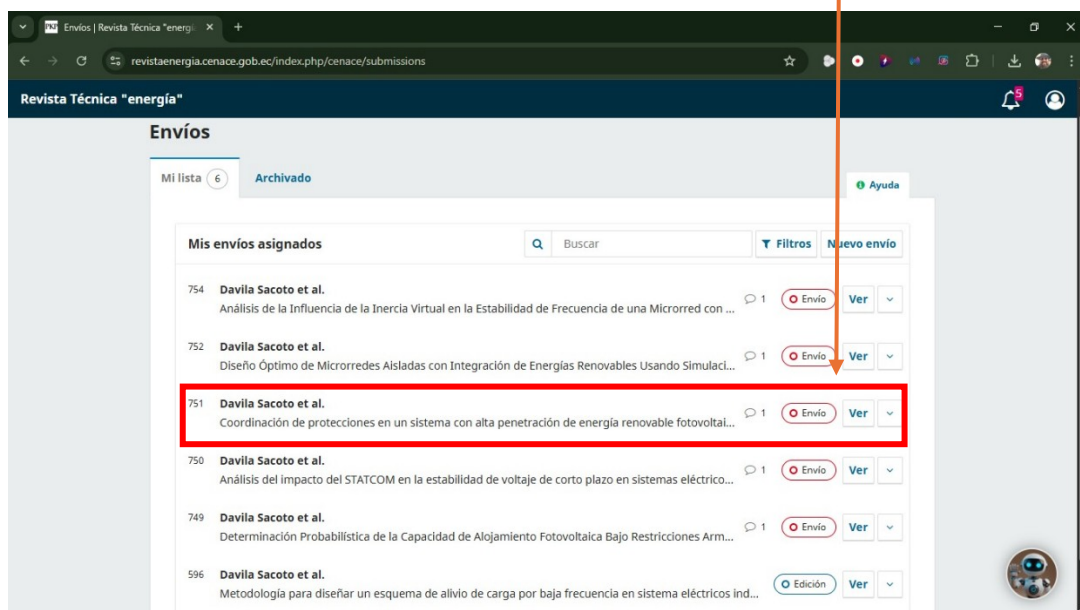


Firma: _____

- Captura de pantalla del correo enviado al editor de la revista o en su defecto captura de pantalla de la plataforma de la revista en la que se sube el artículo.



ARTÍCULO ENVIADO



751 / Davila Sacoto et al. / Coordinación de protecciones en un sistema con alta penetración de energía renovable fotovoltaico Biblioteca de envío

Flujo de trabajo **Publicación**

Envío **Revisión** Edición Producción

Archivos de envío Buscar

ID	Nombre del archivo	Fecha	Categoría
7373	carta valdez quintero.pdf	febrero 27, 2026	Otro
7372	TRABAJO_FINAL_VALDEZ_Y_QUINTERO.pdf	febrero 27, 2026	Texto del artículo

[Descargar todos los archivos](#)

Discusiones previas a la revisión Añadir discusión

Nombre	De	Última respuesta	Respuestas	Cerrado

- Captura de pantalla del correo recibido por la plataforma o editor de la revista.

DE Dr. Diego Echeverría <cenacerevistaenergia@gmail.com> ← ⋮

Para: Usted; Jeremy Anthony Quintero Arizala; **y 2 más** Jue 26/02/2026 21:49

i Este mensaje ha sido identificado como un correo no deseado. No es un correo no deseado
Se eliminará después de 11 días.

Hola,

Miguel Davila Sacoto ha enviado el manuscrito "Coordinación de protecciones en un sistema con alta penetración de energía renovable fotovoltaica." a Revista Técnica "energía".

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactarme. Le agradecemos que haya elegido esta revista para dar a conocer su obra.

Comité Editorial

Revista Técnica **"energía"**

[← Responder](#) [← Responder a todos](#) [→ Reenviar](#)

- Captura de pantalla del reporte del TURNITIN menor al 10%.






0% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.