

PROYECTO INTERNO SIN FINANCIAMIENTO PII-DEE-2020-01

"Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje"

En la ciudad de Quito D.M., a los doce días del mes de agosto de dos mil veintiuno, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DEE-2020-01 "**Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje**", por una parte la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Fabián Ernesto Pérez Yauli** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DEE-2020-01**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) Mediante Memorando Nro. EPN-DEE-2020-0077-M del 7 de febrero de 2020, el Jefe del Departamento de Energía Eléctrica, notifica al Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que Consejo de Departamento ha avalado la propuesta del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento titulada "**Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje**" presentada por el Dr. Fabián Pérez.
- b) Mediante Memorando Nro. EPN-DI-2020-0106-M del 18 de febrero de 2020, la Dirección de Investigación, notifica al Dr. Fabián Pérez, que el proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento presentado ha sido registrado con el código PII-DEE-2020-01, con fecha de inicio 19 de febrero de 2020 y fecha de finalización 18 de febrero de 2021.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	<i>PII-DEE-2020-01</i>
Nombre del Proyecto	<i>Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje</i>
Director del Proyecto	<i>FABIAN ERNESTO PEREZ YAULI</i>
Colaboradores técnicos del Proyecto	<i>MAURICIO SANTIAGO SORIA COLINA EDISON GABRIEL NOVOA GUAMAN</i>
Colaborador externo	<i>DARWIN RODOLFO CAINA AYSABUCHA</i>
Departamento	<i>Energía Eléctrica (DEE)</i>
Línea de Investigación	<i>Distribución de energía eléctrica y protecciones</i>
Objetivo	<i>Desarrollar sensores autónomos inteligentes que cuenten con la capacidad de transmisión inalámbrica para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje y que sirvan como un dato de entrada para el sistema de protecciones</i>
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de Inicio: 19 de febrero de 2020 • Fecha de fin: 18 de febrero de 2021 • Duración total: 12 meses
Entrega del Informe Final	<i>25 de abril de 2021</i>

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DEE-2021-0560-M del 25 de abril de 2021, el Dr. Fabián Pérez, Director del Proyecto PII-DEE-2020-01, entrega el Informe Final del proyecto que dirige. El Informe Final es revisado por la Dirección de Investigación, se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- En base a la teoría revisada sobre la detección de fallas, se evidencia que el procesamiento de datos del sistema eléctrico en tiempo real para el entrenamiento de modelos de aprendizaje y la clasificación del estado en el que se encuentra el sistema eléctrico, es posible gracias al desarrollo de las técnicas de inteligencia artificial a lo largo de los años. Este enfoque ha sido aplicado al presente proyecto con resultados exitosos en el momento de clasificar de forma inteligente, los eventos de falla en las redes de distribución de bajo voltaje.
- La implementación de prototipos como sensores autónomos inteligentes permite monitorear el sistema eléctrico para fines de protección y calidad de servicio mediante dispositivos eléctricos y electrónicos dotados de inteligencia artificial. Los equipos empleados en el desarrollo de este proyecto tienen la caracterización de ser dispositivos de alta calidad y a un costo razonable.
- El desarrollo de un sistema de energía fotovoltaica ha hecho factible que los sensores para detección de fallas puedan operar de forma autónoma, independizando su consumo de energía totalmente de la red eléctrica. Se ha considerado una fuente de energía renovable como lo es la energía solar fotovoltaica y un equipo de almacenamiento de energía (batería) para abastecer a todos los dispositivos del sensor inteligente de la energía necesaria para su funcionamiento continuo. Con el sistema de alimentación implementado, al sensor para detección de fallas puede operar durante dos días sin recibir energía fotovoltaica en el panel.
- El adelanto tecnológico de las tarjetas electrónicas para control y comunicación de dispositivos tiende al internet de las cosas. Con el proyecto desarrollado se llega a evidenciar la interoperabilidad de los equipos electrónicos por medio de comunicación serial en medios alámbricos y por tecnología ZigBee de forma inalámbrica. Esto permite que el proyecto alcance un nivel de desarrollo elevado al aplicar los beneficios técnicos con los que se vienen incorporados cada tarjeta electrónica, y especialmente para la transmisión inalámbrica la tarjeta Xbee 3.
- Los algoritmos de inteligencia artificial para una detección temprana de fallas han sido realizados con muestras de laboratorio, de las cuales el ochenta por ciento han sido empleadas para el entrenamiento de las máquinas inteligentes, mientras que, el veinte por ciento restante han servido para la validación en la detección de fallas. Ha sido necesaria la optimización de los parámetros de las máquinas inteligentes seleccionadas para alcanzar los mejores resultados ante los diferentes tipos de falla que se pueden producir en el sistema eléctrico de distribución de bajo voltaje.
- Del análisis comparativo llevado a cabo para la selección de la máquina inteligente con el mejor rendimiento, la Máquina de Soporte Vectorial llega a ser la mejor opción por sobre la técnica del Árbol de Decisión y la Red Neuronal Perceptrón Multicapa, para esta aplicación. Estas últimas, a pesar de que se constituyen como modelos inteligentes válidos y con una cierta eficiencia en su

Página 2 de 3

operación, presentan debilidades en la tendencia a sobre ajustarse a las muestras que deben ser clasificadas, y aunque su rendimiento en la etapa de entrenamiento es adecuado; cuando se validan con nuevas muestras, el sobreajuste juega un papel negativo que disminuye su rendimiento.

PRODUCTOS:

- Artículo enviado para revisión: "*Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje*"; Mauricio Soria, Edison Novoa, Darwin Caina, Fabián Pérez; Revista Politécnica (SCIELO; Latindex); ISSN: 1390-0129; febrero de 2021.
- Charla virtual para divulgación de resultados a la comunidad politécnica: "*Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje*"; Mauricio Soria, Departamento de Energía Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional; abril 2020.
- Disertación a la comunidad politécnica: charla "*Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para detección temprana de fallas en sistemas eléctricos*"; Mauricio Soria; Departamento de Energía Eléctrica; febrero 2021.
- Tesis de Maestría en Ingeniería Eléctrica: "*Desarrollo e implementación de un sensor para la detección temprana de fallas en redes secundarias a través del procesamiento inteligente y la transmisión inalámbrica*", Mauricio Santiago Soria Colina; URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21127>; agosto 2020.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DEE-2020-01 no contó con asignación presupuestaria.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DEE-2020-01 "*Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje*".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito D.M., a los doce días del mes de agosto de dos mil veintiuno.



Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación



Dr. Fabián Pérez
Director del Proyecto
PII-DEE-2020-01

cr/sp

Página 3 de 3

