

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
ANEXO 1 - DATOS INFORMATIVOS

Fecha de presentación: 10/08/2019

Título del proyecto:

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

**TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Investigación básica

Investigación aplicada

**DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):**

1. Departamento de Energía Eléctrica

**LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):**

1. Distribución de energía eléctrica y protecciones.

**RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES**

<u>Director</u>				
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Pérez Yauli Fabián Ernesto	1803218559	6	Departamento de Energía Eléctrica	Doctor en Ingeniería Eléctrica

<u>Colaborador(es)</u>				
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Soria Colina Mauricio Santiago	1803981594	6	Departamento de Energía Eléctrica	Ingeniero Eléctrico
Novoa Guamán Edison Gabriel	1717847667	6	Departamento de Energía Eléctrica	Ingeniero Eléctrico

<u>Colaboradores Externos</u>				
Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS	Institución	Título de mayor nivel y mención.
Caina Aysabucha Darwin Rodolfo	1803221389	6	Universidad Central del Ecuador	Máster en Ciencias en Tecnologías de la Información

\* HSS = Horas Semana Semestre

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
ANEXO 2 – DETALLES DE LA PROPUESTA

Investigación Básica <input type="checkbox"/>	Investigación Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>
<b>DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):</b>	
1. Departamento de Energía Eléctrica	
<b>LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:</b>	
1. Distribución de energía eléctrica y protecciones.	

<b>DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)</b>	
Ciencias Naturales y Exactas;	
Ingeniería y Tecnologías;	X
Ciencias Médicas;	
Ciencias Agrícolas;	
Ciencias Sociales;	
Humanidades	

<b>OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)</b>	
Exploración y explotación del medio terrestre;	
Ambiente;	
Exploración y Explotación del espacio;	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras;	
Energía;	X
Producción y tecnología industrial;	
Salud;	
Agricultura;	
Educación;	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación;	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos;	
Defensa;	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU);	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes.	



<b>1 Proyecto de Investigación</b>
<b>Título:</b> Desarrollo de sensores autónomos inteligentes para la detección temprana de fallas en redes de bajo voltaje.
<b>Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)</b>  El proyecto se enmarca en el uso de las nuevas tecnologías de procesamiento inteligente de datos y de la transmisión inalámbrica para su aplicabilidad en los sistemas eléctricos de distribución de energía.  Utilizando microprocesadores y dotándoles una inteligencia artificial a través de algoritmos desarrollados se pretende detectar de forma rápida las fallas que puedan producirse en el sistema de bajo voltaje de las redes de distribución.  Brindar autonomía a través de fuentes renovables del ambiente para alimentar eléctricamente a los sensores inteligentes es uno de los enfoques planteados en el proyecto. Esto con la finalidad de que el consumo de energía sea renovable e independiente de la red para la operación adecuada de los detectores de fallas.  Bajo esta línea, se diseñarán los circuitos eléctricos y electrónicos correspondientes que serán implementados y que se convertirán en prototipos para ser operados en laboratorio con las adecuadas protecciones eléctricas.
<b>Palabras clave (4-6):</b> Sensores inteligentes, inteligencia artificial, detección de fallas, protecciones eléctricas.

<b>2 Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b>
---

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 Objetivo General

- 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.

#### 2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Realizar un estudio de la teoría de fallas y su detección en sistemas eléctricos para establecer soluciones enfocadas a la confiabilidad del servicio.
- b. Implementar un prototipo de sensores autónomos considerando los equipos necesarios para llevar a cabo la detección de fallas.
- c. Diseñar circuitos electrónicos para la recolección de energía de fuentes disponibles en el ambiente (solar, vibraciones, térmica) para alimentar los sensores.
- d. Diseñar un sistema de transmisión de datos basado en tecnología inalámbrica.
- e. Programar los algoritmos para realizar el procesamiento inteligente y la transmisión inalámbrica en los microprocesadores del prototipo.
- f. Presentar análisis comparativos de la operación del prototipo implementado y verificar su correcto funcionamiento.

#### 2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Documento de la investigación realizada en el entorno de las fallas eléctricas.
- b. Prototipo de sensor inteligente.



- c. Prototipo de un circuito recolector de energía.
- d. Prototipo de un sistema de transmisión de datos inalámbrico.
- e. Algoritmos desarrollados para el procesamiento de datos.
- f. Reporte de las pruebas y mediciones realizadas en laboratorio.

**3 Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación**

Las fallas que se producen en el sistema eléctrico ocasionan daños en los equipos, interrupción del servicio público de energía eléctrica, pérdidas por la energía no suministrada que en definitiva representan un perjuicio para el ser humano y los colectivos o empresas que, basan en la energía eléctrica su producción de bienes o prestación de servicios.

Es de importancia tratar el análisis y la detección de fallas para reducir cualquier perjuicio que se pueda producir ante la ocurrencia de este tipo de perturbaciones. Para el efecto, en la actualidad existen equipos de elevado costo que son operados en subestaciones eléctricas y en centros de control para monitorear y detectar fallas. Sin embargo, su accesibilidad es en parte restringida y operan en redes de alto y medio voltaje, sin tener un alcance en las redes de bajo voltaje de distribución.

La investigación que se desarrollará va enmarcada en esta área de redes secundarias de distribución, permitiendo la detección de fallas y siendo un dato de entrada para el sistema de protecciones de la empresa distribuidora.

**4 Productos esperados (marcar con una "X" al menos uno de los productos no señalados)**

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Disertación a la Comunidad Politécnica (obligatorio);	X
b. Presentación de un artículo en formato de la Revista Politécnica (obligatorio);	X
c. Proyecto de Titulación;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	
g. Publicaciones científicas indexada en SCIMAGO-SCOPUS/WoS/SCIELO/Latindex Catálogo o un artículo en congreso indexado en SCOPUS.	

**5 Descripción y metodología y diseño del proyecto**

**5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)**

Todo sistema eléctrico real se encuentra supeditado a presentar fallas que pueden provenir del mismo sistema o de una fuente externa. Gestionar la restauración del sistema y su operación normal posterior a un evento de falla requiere: la detección y ubicación de la misma, contar con un adecuado sistema de protección que la despeje y restaurar el sistema de forma local o remota.

En [1] se ha desarrollado un completo estudio sobre las formas de diagnosticar fallas en micro redes inteligentes, donde la literatura presenta dos categorías en cuanto a la teoría que se aplica para la detección de fallas. Una basada en modelos y otra basada en datos. Los enfoques basados en modelos requieren una



comprensión detallada de cómo se desempeña un sistema para pruebas de diseño que pueden detectar y diagnosticar fallas basadas en los modelos del sistema en lugar de datos experimentales en tiempo real. Así los datos del sistema se analizan y comparan con los resultados de un modelo sin perturbaciones para identificar el estado del mismo. Por otro lado, los enfoques basados en datos para el diagnóstico de fallas realizan análisis en los datos experimentales medidos desde el sistema físico real.

El proyecto de investigación se desarrollará utilizando los datos de un sistema real de laboratorio para la implementación del prototipo que llevará a cabo la detección temprana de fallas.

Se realizará un estudio basado en la teoría de las fallas en sistemas eléctricos y en la teoría de control para su detección. Se estudiarán los diseños de redes inalámbricas para la transmisión de datos. Se investigarán los métodos empleados para la detección temprana de fallas propuestos en la literatura.

La investigación comprende la medición en línea de las variables eléctricas, el diseño de la fuente de alimentación autónoma, el procesamiento inteligente con equipos de control y el diseño del sistema de transmisión inalámbrico.

Se analizarán las hojas de los fabricantes de los elementos necesarios que incluyen transductores, microprocesadores, antenas y demás equipos eléctricos y electrónicos para los diseños requeridos.

Se diseñará la fuente para que el sensor opere de forma autónoma. Se implementará el prototipo planteado en la fase de diseño a través de la adquisición de los elementos y en correspondencia a los diseños previamente establecidos.

Se programarán los algoritmos necesarios en los microprocesadores seleccionados para realizar el procesamiento inteligente y la transmisión inalámbrica.

Se pondrá en operación el prototipo y se obtendrán los resultados de la detección. Se efectuará un análisis de los mismos y se validará el funcionamiento de los sensores inteligentes construidos.

Se realizarán mejoras o cambios de ser el caso, en los diseños planteados y en la implementación del prototipo hasta evidenciar un correcto funcionamiento y el cumplimiento de las metas de la investigación.

[1] J. Hare, X. Shi, S. Gupta, y A. Bazzi, «Fault diagnostics in smart micro-grids: A survey», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 60, pp. 1114-1124, jul. 2016.

## 6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

### 6.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos	
	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Laboratorio de Máquinas Eléctricas	Interruptores tripolares. Transformadores de corriente. Tablero de alimentación. Osciloscopio.	Laboratorio de Máquinas Eléctricas, Departamento de Energía Eléctrica – DEE
Recursos personales	Tarjetas de desarrollo de sistemas embebidos. Microprocesadores de transmisión inalámbrica. Circuitos electrónicos para alimentación autónoma. Batería. Fabricación de PCBs. Herramientas de software.	Recursos de contraparte externa.



### 6.2 Breve justificación del equipo requerido

- *Justificar la infraestructura y equipos solicitados para la ejecución del proyecto e indicar el departamento en el cual se ubicará dicho equipamiento.*

Los sensores a desarrollar serán operados en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas. Esto permitirá verificar un funcionamiento adecuado dentro de un sistema eléctrico real. El Laboratorio cuenta con el tablero de alimentación principal debidamente protegido para la operación segura.

Para el diseño de los sensores autónomos inteligentes se utilizarán en una primera fase las tarjetas de desarrollo de sistemas embebidos con los que cuenta la contraparte externa, y al final se obtendrá una tarjeta de circuito impreso (PCB) con elementos de montaje superficial (SMD).

### 6.3 Fondos Adicionales

- No Aplica



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS  
ANEXO 4 - DECLARACIÓN

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

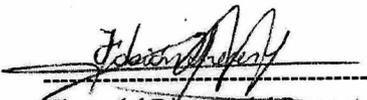
TÍTULO DEL PROYECTO

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

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que todos los bienes adquiridos en proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto durante la ejecución del mismo.
- Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.
- Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.
- Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.

  
Firma del Director del Proyecto

Nombre: Dr.-Ing. Fabián Pérez Yauli  
C.I.: 1803218559



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**  
Dirección de Investigación y Proyección Social



**DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO**

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de Energía Eléctrica, en sesión del día 16 de septiembre de 2019 mediante resolución No. R-CDEE-024-02.

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

Firma del Jefe del Departamento  
Nombre: Dr.-Ing. Fabián Pérez Yauli  
C.I.: 1803218559

