



1	Proyecto de Investigación
	Título: Desarrollo de sensores autónomos, basados en la filosofía de internet de las cosas, para la recolección y procesamiento de información de sistemas eléctricos.
	Resumen del proyecto (máximo 200 palabras) El desarrollo de sensores ha sido materia de estudio por muchos años, sin embargo, con el auge de las nuevas tecnologías, la incorporación de nuevas funcionalidades en los mismos y el desarrollo de las baterías con métodos para recolectar energía del ambiente, ha hecho que su desarrollo se redirija en el diseño de sensores autónomos que tengan capacidad de funcionamiento continuo, sin necesidad de estar conectados al suministro eléctrico permanentemente o la necesidad de recargar sus baterías. Por otro lado, con el nacimiento del internet de las cosas, los sensores ya no tienen únicamente la función de “sensar” o recolectar datos, sino que también deben administrar su propia energía, así como el procesamiento y la transmisión de datos, lo que permitirá obtener información importante para la toma de decisiones, en campos como la industria, la medicina, el transporte entre otros. Un uso potencial de estos sensores está en los sistemas eléctricos, en donde a través del seguimiento de variables eléctricas a través de estos sensores, se pueda recolectar, procesar y enviar datos, con lo cual se podría obtener información rápida y de alto valor para tomar determinadas acciones sobre la operación y control de sistemas eléctricos.
	Palabras clave (4-6): Sensores, Recolección de Energía, Internet de las Cosas, Sistemas Eléctricos, Protecciones Eléctricas.

2	Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación
----------	---

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Desarrollar sensores autónomos cuyo funcionamiento esté basado en la filosofía de internet de las cosas con el fin de recolectar información de sistemas eléctricos que permita desarrollar acciones de operación y control de los mismos.

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Realizar un estudio de la situación actual del internet de las cosas en el sector eléctrico del país, mediante la literatura existente.
- b. Diseñar circuitos electrónicos para la recolección de energía de fuentes disponibles en el ambiente [solar, vibraciones, térmica], para alimentar los sensores.
- c. Diseñar un sistema de transmisión de datos, basado en una adecuada tecnología inalámbrica.
- d. Desarrollar un algoritmo para el procesamiento de datos que se obtienen a través de los sensores, utilizando elementos de Inteligencia Artificial.
- e. Probar los dispositivos desarrollados en la medición de variables en los sistemas eléctricos, utilizando el Módulo Didáctico de un Sistema SCADA construido en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

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

- a. Documento con el estado del arte del internet de las cosas en el sector eléctrico del Ecuador.
- b. Prototipo de un circuito recolector de energía.
- c. Prototipo de un sistema de transmisión de datos inalámbrico de bajo consumo.



- d. Algoritmo desarrollado para el procesamiento de datos, utilizando Inteligencia Artificial.
- e. Reporte de las pruebas y mediciones realizadas en el Módulo Didáctico de un Sistema SCADA.

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

En la actualidad la operación de los sistemas de potencia depende en gran medida de la información que llega a los centros de operación y control. Si bien, en sus inicios un sistema de potencia podía funcionar sin la implementación de los sistemas SCADA, ello también implicaba una operación poco eficiente y con bajos índices de calidad.

Por otro lado, con la aparición de los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos y su implementación en los centros de operación y control de los sistemas eléctricos, se hizo necesario el diseño y construcción de dispositivos que sensen las señales eléctricas y éstas sean enviadas a los mencionados centros de operación.

Desafortunadamente, estos sensores son dependientes de una fuente de alimentación sea de corriente alterna o continua, la cual debe ser lo suficientemente confiable de modo que estos dispositivos se encuentren permanentemente funcionando, recolectando e enviando información. Esto, sin mencionar el hecho de que los mismos son elementos de alto consumo de energía.

Con el desarrollo de sistemas electrónicos de bajo consumo, y considerando la filosofía del internet de las cosas, se podrían desarrollar sensores autónomos que permitan mantener la operación y control de sistemas eléctricos. Con este lineamiento en mente, el proyecto de investigación se enfocará en el desarrollo de este tipo de sensores y su aplicación en los sistemas de protecciones eléctricas. Es decir, estos dispositivos se comportarán como transductores del sistema que permitan la recolección y envío de información a un sitio específico como a los relés de protección, y que además, podrían recibir información de los relés para ejercer acciones de control sobre el sistema eléctrico.

Debido a que se diseñará desde la parte conceptual hasta el último paso de los sensores, se prevé tener circuitos de bajo costo, bajo consumo, personalizados, de autonomía prolongada, con capacidad de cómputo local, alta portabilidad y capacidad de transmisión. Esto permitirá que estos sensores sean altamente adaptables a otros campos de la operación de sistemas eléctricos en el futuro cercano.

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)

El Internet de las Cosas (IoT) representa una nueva realidad, un nuevo paradigma en la actualidad, ya que permite que cualquier dispositivo sea de la industria, o de uso cotidiano de una persona se conecte e interactúe con la nube de internet, enviando y obteniendo la información en tiempo real [1]. En este sentido, es importante que el IoT sea un tema de relevancia para la investigación en el país, ya que será una de las tecnologías más importantes en un futuro cercano.

El IoT hoy en día beneficia a muchos sectores, entre los cuales está el de la Energía [2], campo que es de enorme interés en el país, en donde se ha considerado aplicar la filosofía del internet de las cosas para mejorar su eficiencia y su producción.

Para empezar el trabajo investigativo, se realizará un análisis de la situación del IoT en el sector eléctrico del país, a fin de establecer un punto de referencia y de partida para el presente proyecto, además se requiere información de instituciones que se encuentran investigando en este campo, para establecer redes de cooperación dentro de la temática, y de esta manera fortalecer la línea investigativa dentro del país.

Para el desarrollo de sensores se ha considerado separar el diseño de sus componentes, a fin de ir perfeccionando cada uno de los módulos individuales, para agruparlos al final y probarlos en escenarios reales. Desde luego, cada uno de los componentes tendrá que ser diseñado e implementado tomando en consideración los requerimientos de sus componentes adyacentes, para lo cual es importante un trabajo coordinado entre los actores del proyecto.

Para lograr los mejores resultados, el grupo de investigación considerado es multidisciplinario, proveniente de áreas como eléctrica, electrónica, informática y matemática; permitiendo que el proyecto tenga un trabajo colaborativo, multidisciplinario y coordinado, viabilizando resultados de alto impacto, los mismos que se pueden aplicar a otros campos como la salud, la industria, el transporte, entre otros.

Para el desarrollo de cada uno de los componentes, se considera en primera instancia la utilización de tarjetas de desarrollo (LaunchPad) [3-4] de Texas Instruments, principalmente para el desarrollo de prototipos. Luego de validado el prototipo en su fase final, se fabricarán tarjetas de circuito impreso (PCB) que en conjunto con componentes basados en la tecnología de montaje en superficie (SMT), permitirá obtener los productos finales de cada componente, y de esta manera agruparlos bajo un solo dispositivo (sensor), para probar en un escenario real (Laboratorio de Protecciones Eléctricas).

Uno de los primeros componentes a desarrollar, es un circuito recolector de energía. Este componente es fundamental, ya que será el que proporcione la energía necesaria y suficiente para que el sensor funcione continua e ininterrumpidamente, para lo cual se captará energía de fuentes disponibles en el ambiente como la solar, vibración y térmica [5-6].

El segundo componente es un circuito electrónico para la transmisión de los datos. Este circuito representa uno de los mayores desafíos en lo que se refiere a la selección de la tecnología adecuada y a su diseño, debido a que la autonomía del sensor depende fundamentalmente del consumo de energía de este componente, así como la cantidad de datos y la distancia de transmisión [7-8].

El tercer componente es el algoritmo que procesará los datos, este elemento se refiere básicamente a la detección de patrones de comportamiento, en base al conjunto de variables de entrada. Esta determinación de un patrón permitirá clasificar los eventos, para dar a conocer al usuario, y de esta forma tome las decisiones más apropiadas en un determinado escenario [9-10].

Finalmente, la validación de cada uno de los sensores en una situación real permitirá demostrar las ventajas y bondades que ofrece este tipo de tecnología, que pretende ser una alternativa a productos comerciales, destacando su bajo costo, bajo consumo de energía, productos personalizados y adecuados a la realidad local, entre otras.



Los resultados finales de este proyecto de investigación se presentarán a la comunidad a través de conferencias y documentos escritos, lo cual permitirá introducir y/o fortalecer la investigación de la tecnología del Internet de las Cosas en el país, además de que otros campos de estudio podrían replicar los resultados finales con sus particularidades, así como también profundizar y establecer nuevas líneas de investigación dentro de este campo dinámico y actual de la investigación aplicada.

[1] Hassan, Q.; Khan, A.; Madani, S. (2018). Internet of Things: Challenges Advances, and Applications. Florida, USA: Taylor & Francis Group.

[2] LEA, Perry. (2018). Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics and security. Birmingham, UK: Pack Publishing Ltd.

[3] Texas Instruments. (2015). MSP430FR5969 LaunchPad Development Kit (MSP-EXP430FR5969). Recuperado de <http://www.ti.com/lit/ug/slau535b/slau535b.pdf> (03, 2018).

[4] Texas Instruments. (2017). MSP430FR4133 LaunchPad Development Kit (MSP-EXP430FR4133). Recuperado de <http://www.ti.com/lit/ug/slau595b/slau595b.pdf> (03, 2018).

[5] X. Zhang, L. Zhao. (2015). Thermoelectric materials: Energy conversion between heat and electricity. Journal of Materiomics. Vol. 1 (2).

[6] R. Vullers, R. Schaijk, H. Visser, J. Penders and C. Hoof. (2010). Energy Harvesting for Autonomous Wireless Sensor Networks. IEEE Solid-State Circuits Magazine, vol. 2 (2), pp. 29-38. doi: 10.1109/MSSC.2010.936667

[7] G.Martins, A. Urso, A. Mansano, Y. Liu, W. Serdijn. (2017). Energy-Efficient Low-Power Circuits for Wireless Energy and Data Transfer in IoT Sensor Nodes. arXiv:1704.08910

[8] Z. Sheng, S. Yang, Y. Yu, A. V. Vasilakos, J. A. Mccann and K. K. Leung. (2013). A survey on the ietf protocol suite for the internet of things: standards, challenges, and opportunities. IEEE Wireless Communications, vol. 20 (6), pp. 91-98. doi: 10.1109/MWC.2013.6704479

[9] M.S. Mahdavejad, M. Rezvan, M. Barekatian, P. Adibi, P. Barnaghi, A.P. Sheth. (2017). Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. Digital Communications and Networks. doi: 10.1016/j.dcan.2017.10.002.

[10] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, M. Palaniswami. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, Volume 29 (7), pp. 1645-1660. ISSN 0167-739X. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.

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
Laboratorios de Protecciones Eléctricas	Relés de protección Multímetro	Laboratorio de Protecciones Eléctricas, Departamento DEE.
Laboratorio de Máquinas Eléctricas	Módulo de Sistema SCADA Fuente de alimentación DC Osciloscopio	Laboratorio de Máquinas Eléctricas, Departamento DEE
Recursos personales	Tarjetas de desarrollo de sistemas embebidos, fabricación de PCBs y herramientas de software CAD.	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 instalados en el Módulo Didáctico de un Sistema SCADA construido en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas. Esto permitirá verificar un funcionamiento adecuado dentro de un sistema de potencia real. Además, se requiere hacer uso de los relés de protección disponibles en el Laboratorio de Protecciones Eléctricas con los cuales los sensores desarrollados interactuarán.



Para el diseño de los sensores autónomos 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

