

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE LOSA GENERADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA USANDO SENSORES PIEZOELÉCTRICOS



DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE LOSA GENERADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA USANDO SENSORES PIEZOELÉCTRICOS

Andrea Carolina Dávila Cadena¹
Eduardo Alfonso Gámez Morales²
Gelvis Manuel Melo Freile³
Roger David Pimienta Barros⁴

Resumen

En la actualidad, la producción energética a gran escala depende de fuentes no renovables de energía, los llamados combustibles fósiles como son el carbón, petróleo y gas natural; Las economías desarrolladas o en vía de desarrollo presentan una dependencia respecto a este tipo de materias primas no renovables, ante esta situación, se busca proponer una fuente de energía alternativa que pueda ser “verde”, limpia y sustentable comparadas con las utilizadas en el mundo. Las energías renovables resultan atractivas para los sistemas eléctricos de países que cuentan con las condiciones naturales e idóneas para su incorporación, estas son la radiación solar, fuentes hídricas o potencial eólico. Colombia es un país que cuenta con gran cantidad de

recursos naturales, lo que le ha permitido obtener energía a partir de fuentes renovables. Una de las fuentes de energía limpia, totalmente renovable, es la piezoelectricidad, que son impulsos eléctricos generados por la deformación de ciertos cristales minerales. De este modo, el objetivo principal de esta investigación es el desarrollo de un prototipo de losa generadora de energía eléctrica, basado en el principio piezoeléctrico. La metodología aplicada en esta investigación es de tipo experimental, descriptiva y de campo; y será desarrollado en las siguientes fases: Recolección de información, Análisis, Diseño y Construcción del prototipo.

Palabras clave: Principio Piezoeléctrico, Energía, Generación y Recolección.

¹ Ingeniera Mecánica. Universidad de La Guajira, Correo: acdavila@uniguajira.edu.co

² Ingeniero Mecánico. Universidad de La Guajira, Correo: eduardo17gamez@gmail.com

³ Magister en Ingeniería de Control y Automatización de Procesos. Docente investigador de la Universidad de La Guajira. Correo: gelvismanuel@uniguajira.edu.co

⁴ Magíster Scientiarum en Ingeniería de Control y Automatización de Procesos. Docente investigador de la Universidad de La Guajira. Correo: rdpimientab@uniguajira.edu.co

DEVELOPMENT OF AN ELECTRIC ENERGY GENERATOR SLAB PROTOTYPE USING ELECTRICAL SENSORS

Abstract

Nowadays, Large-scale energy production depends on non-renewable sources of energy, the so-called fossil fuels such as coal, oil and natural gas; developed or developing economies have a dependence on this type of non-renewable raw materials, given this situation, we seek to propose an alternative energy source that can be “green”, clean and sustainable compared to those used in the world. Renewable energies are attractive to electrical systems in countries that have the natural and ideal conditions for incorporation; these are solar radiation, water sources or wind potential. Colombia is a country that has a lot of natural resources, which has allowed it to obtain energy from renewable sources. One of the sources of clean, fully renewable energy is piezoelectricity, which are electrical impulses generated by the deformation of certain mineral crystals. Thus, the main objective of this research is the development of a prototype of a slab generating electricity, based on the piezoelectric principle. The theoretical framework is supported by the postulates of the following authors: (Cortés & Arango Londoño, 2017); (Muriel, 2013); (Medina, Álvarez, & Morales, 2017); (Pérez Pineda & Velázquez Alfaro, 2016). The methodology applied in this research is experimental, descriptive and field type; and will be developed in the following phases: Information Collection, Analysis, Design and Construction of the prototype.

Keywords: Piezoelectric principle, Energy, Generation and Collection.

Introducción

En la actualidad, la producción energética a gran escala depende de fuentes no renovables de energía, los llamados combustibles fósiles como son el carbón, petróleo y gas natural; Las economías desarrolladas o en vía de desarrollo presentan una dependencia respecto a este tipo de materias primas no renovables, ante esta situación, se busca proponer una fuente de energía alternativa que pueda ser “verde”, limpia y sustentable comparadas con las utilizadas en el mundo. Ante esta situación, se busca proponer una fuente de energía alternativa que aproveche condiciones de nuestro contexto, considerada limpia y sustentable a comparación con la energía convencional, denominada tecnología piezoeléctrica.

La piezoelectricidad o efecto piezoeléctrico fue descubierto en el siglo XIX concretamente en el año 1880 por los hermanos Curie. Jacques y Pierre Curie descubrieron que cuando se aplica una tensión a ciertos cristales como el cuarzo, el topacio, la turmalina, la blenda o la Sal Rochelle, originaba una carga eléctrica, un voltaje que era proporcional a la tensión. El material natural más utilizado de los mencionados es el cuarzo, es el que

tiene las mejores características para las aplicaciones piezoeléctricas. También hay más cristales piezoeléctricos importantes, pero en este caso se obtienen de forma artificial. Un año después del descubrimiento hecho por los hermanos Curie, el físico Gabriel Lippman, teniendo en cuenta la termodinámica, predijo el efecto contrario, a partir de cargas eléctricas se podría generar deformaciones mecánicas en el material (Torrecilla Tena, 2017).

La Piezoelectricidad como fuente de Energía, en el 2010, J. Paradiso y de N. S. Schenk incorporaron un generador piezocerámico al talón de una zapatilla, que permitía a través de circuitos adicionales cargar una pequeña batería mientras se camina o se corre (Juárez, 2010). La empresa israelí Innowattech, en colaboración con el Technion-Israel Institute of Technology, ha desarrollado un método para generar electricidad a partir del tráfico, aprovechando la presión de los vehículos sobre el asfalto (Libertad Digital, 2009). Las losas Pavengen están diseñadas para que el 80 % de polímeros utilizados para su construcción sean reciclados y su revestimiento superior está hecho de goma reciclada de neumáticos, reduciendo al mínimo la huella de carbón. Las losas son resistentes al agua por lo que se pueden colocar en cualquier sitio en exteriores o interiores (Pérez Pineda & Velázquez Alfaro, 2016).

En esa misma línea, el tema central será sobre las losas generadoras de

energía, que son dispositivos capaces de recolectar por medio de un circuito, con componentes piezoeléctricos, la energía generada por la deformación en su estructura o la presión ejercida por un cuerpo que transita sobre ella. Para esto, primero se abordarán los temas principales para la construcción de este prototipo, teniendo en cuenta los conceptos teóricos, la clasificación de los componentes eléctricos y los materiales necesarios para la generación de energía.

La implementación de esta tecnología, permitiría fomentar su uso; impulsar en algún nivel, la aplicación de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica; esto se fundamenta en el gran cambio que como raza debemos dar hacia el uso de nuevas fuentes de generación; limpias y sustentables (Pérez Pineda & Velázquez Alfaro, 2016). De esta manera, se apoya en los fundamentos y antecedentes teóricos para la fabricación de una losa generadora de energía, basándose en ciertos dispositivos electrónicos, principalmente sensores piezoeléctricos, utilizando herramientas CAD (Diseño Asistido por computadora) como Solidworks para la construcción de las partes de la losa y Proteus para esquematizar el sistema electrónico de generación y recolección de energía, permitiendo la estructuración del prototipo estipulado.

El prototipo a realizado brinda un beneficio común, una nueva alternativa de generación energética, contribuyendo de esta forma con una

mejor calidad de vida y aportando al cuidado del medio ambiente.

Fundamento teórico

La Piezoelectricidad

La palabra se deriva del griego piezien, que significa apretar o presionar. La piezoelectricidad es la capacidad de algunos materiales (especialmente los cristales y ciertas cerámicas) para generar un potencial eléctrico en respuesta al estrés mecánico aplicado (Arun V & Mehta, 2013). Las propiedades piezoeléctricas fueron descubiertas en 1880, por Jacques y Pierre Curie.

Hoy en día los materiales piezoeléctricos se utilizan para la conversión de energía mecánica en energía eléctrica, y, son parte fundamental de un gran número de iniciativas de harvesting de energía, incluyendo las que aprovechan la energía humana (González Palacios, 2012). La piezoelectricidad es el potencial eléctrico que algunos materiales generan en respuesta a la tensión mecánica aplicada, y sensores piezoeléctricos son populares en los campos tanto industriales (por ejemplo, micrófonos) y médicas (por ejemplo, transductores de ultrasonidos) (Iwamori, Ashida, & Miyaoka, 2014).

Efecto piezoeléctrico

El efecto piezoeléctrico es una propiedad especial del material que existe en muchos materiales cristalinos individuales. Algunas de estas estructuras cristalinas son Cuarzo, sal

de Rochelle, Topacio, Turmalina, Berlinita (AlPO_4), Titanato de bario (BaTiO_3), Titanato de plomo (PbTiO_3), Niobato de potasio (KNbO_3), Niobato de litio (LiNbO_3) entre otros.

La piezoelectricidad es un fenómeno electromecánico que implica la interacción entre el comportamiento mecánico (elástico) y eléctrico de un material. Un material piezoeléctrico típico produce una carga eléctrica o voltaje en respuesta a una tensión mecánica, y viceversa. El primero se conoce como el fenómeno piezoeléctrico directo, mientras que el segundo se conoce como el fenómeno piezoeléctrico inverso. En la aplicación de materiales piezoeléctricos, el efecto directo se utiliza normalmente para la tecnología de detección, mientras que el efecto inverso se utiliza para la tecnología de actuación (Seung-Bok & Young-Min, 2010). Hay dos tipos de efecto piezoeléctrico, el directo que es para materiales que generan potencial eléctrico cuando se aplica tensión mecánica y el inverso que implica que los materiales se deformen cuando se aplica un campo eléctrico (Gorey, Gupta, Parandkar, & Katiyal, 2010).

Cuando los cristales piezoeléctricos son deformados por la aplicación de una tensión externa, en la superficie del cristal aparecen cargas eléctricas, cuya polaridad depende de la dirección de la tensión. Este efecto se conoce como efecto piezoeléctrico directo, y, los cristales que lo presentan se denominan cristales piezoeléctricos (Figura 2).

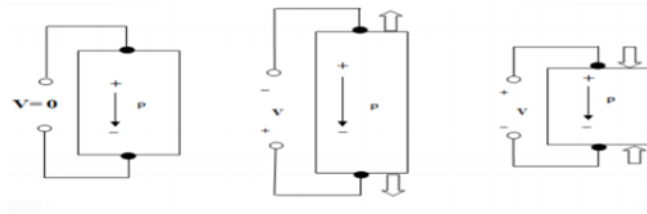


Figura 1. Comportamiento directo de una cerámica piezoeléctrico
Fuente: (González Palacios, 2012)

Por otra parte, cuando el cristal piezoeléctrico se encuentra bajo la influencia de un campo eléctrico, o, cuando cargas eléctricas externas se aplican a las caras del cristal, las dimensiones del cristal varían. Este efecto se conoce como efecto piezoeléctrico inverso (Figura 2) (González Palacios, 2012).

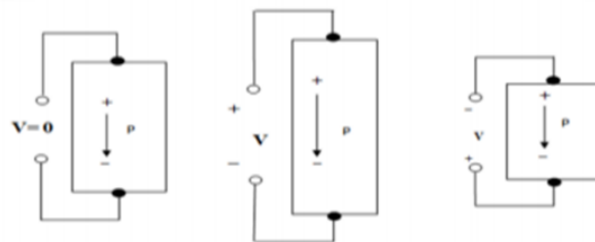


Figura 2. Comportamiento inverso de una cerámica piezoeléctrico.
Fuente: (González Palacios, 2012).

Materiales piezoeléctricos

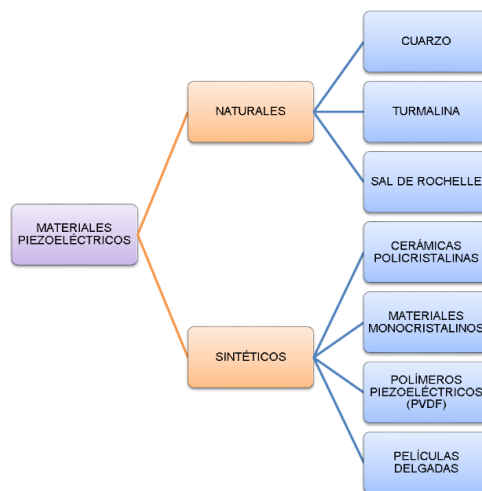


Figura3. Tipos de Materiales piezoeléctricos
Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Aplicaciones

Las cerámicas piezoeléctricas tienen multitud de aplicaciones en la

actualidad, en todos los ámbitos de la tecnología, en que podemos dividir las aplicaciones de las cerámicas se comentan en este apartado.

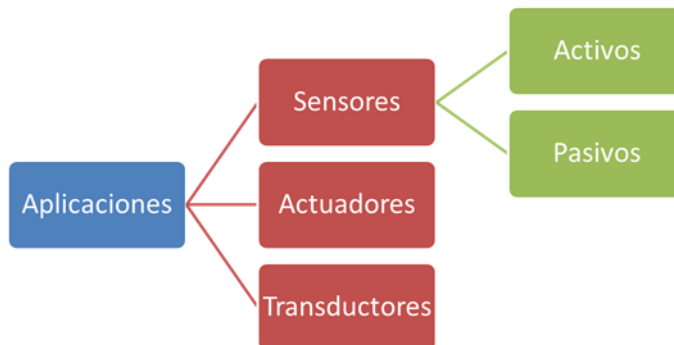


Figura 4. Aplicaciones de los sensores piezoeléctricos.
Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Métodos

Dado su diseño simple, se usa en infinidad de aplicaciones industriales, aplicaciones médicas, de aviación, aeroespaciales, automóviles, hogar, dispositivos electrónicos, guitarras, etc.

Esta investigación es de tipo experimental, descriptiva y de campo. Fue desarrollado en las siguientes fases: Recolección de información, Análisis, Diseño y elaboración del prototipo.

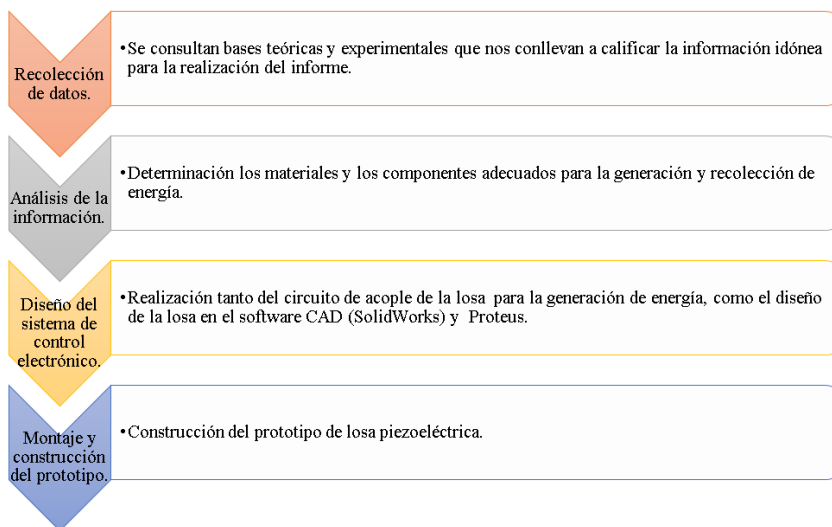


Figura 5. Fase del diseño y construcción de la losa, basado en el principio piezoeléctrico.
Fuente: (Elaboración propia, 2019)

Resultados

Modelado de los elementos del prototipo mediante software solidworks

Con esta herramienta, logramos realizar el diseño de la losa piezoeléctrica. A continuación, se evidencian los siguientes elementos modulados, con sus respectivas dimensiones.

a) Vista Isométrica de la losa.



b) Vista explosionada.

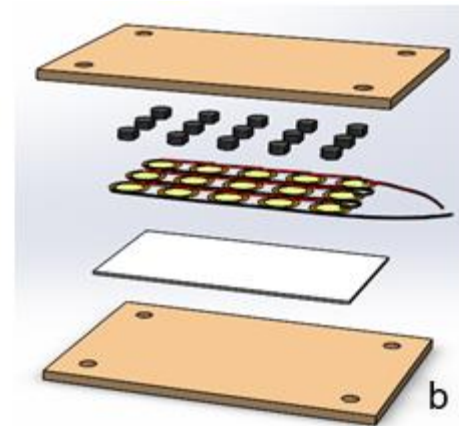


Figura 6. Ensamble de los elementos que componen la losa.
Fuente: (Elaboración propia, realizada en el programa Solidworks, 2019).

Sistema de control eléctrico del prototipo mediante el software proteus.

Aprovechando esta herramienta, en esta oportunidad para el diseño del sistema de control de la losa piezoeléctrica.

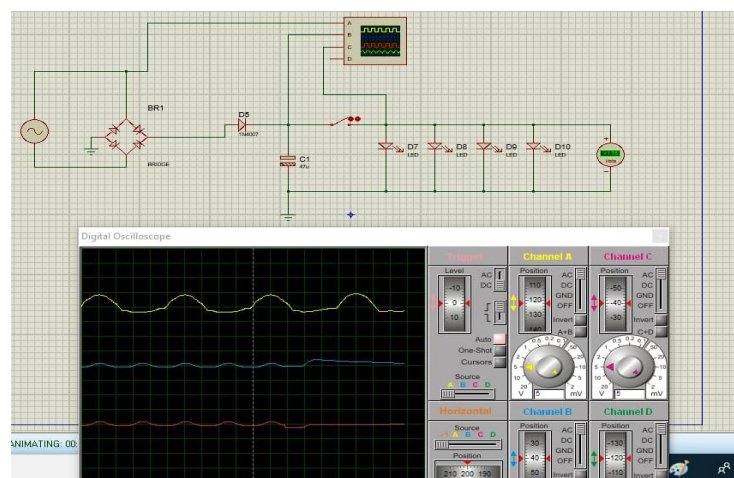


Figura 7. Sistema de control eléctrico y almacenamiento de la losa generadora de energía.
Fuente: Elaboración propia, realizada en el programa Proteus, (2019)

A través del Osciloscopio digital, podemos observar tres líneas de diferentes colores. La amarilla describe la rectificación de la corriente generada por los sensores piezoeléctricos después de fluir por el puente rectificador, conservando el semiciclo positivo de la onda. Y las líneas Azul y Roja hacen referencia a

la rectificación total de la corriente una vez haya circulado por el Capacitor, convirtiendo esta señal alterna en una señal continua.

Elaboración del prototipo de la losa generadora de energía eléctrica, utilizando un sistema piezoeléctrico.



Figura 8. Base Inferior con el circuito principal de generación de energía.
Fuente: Elaboración propia (2019)



Figura 9. Acabado superficial de la losa.
Fuente: Elaboración propia (2019)

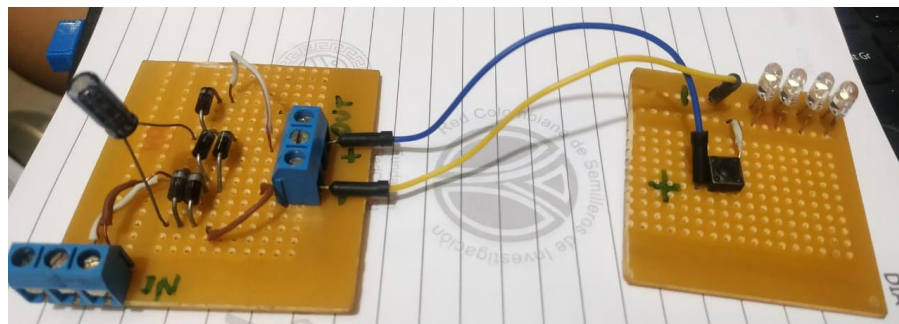


Figura 10. Sistema de Control: Acumulación y generación de Luz.
Fuente: Elaboración propia (2019)



Figura 11. Producto Final: Losa de Generación de energía bajo el principio de Piezoelectricidad.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Conclusiones

En el transcurso de este artículo, logramos identificar que:

Los materiales piezoeléctricos, son capaces de transformar la energía mecánica, en eléctrica.

La piezoelectricidad es una fuente de generación de energía eléctrica alternativa.

El material cerámico del sensor piezoeléctrico, no soportan una mayor deformación (5mm aprox.), ni altas presiones, ya que esto favorece a la ruptura del mismo.

Un mayor número de sensores piezoeléctrico puede ayudar a obtener una mejor calidad de energía.

Los diodos, Pueden rectificar la señal de voltaje generada por los piezoeléctricos, pero al presentar caídas de voltaje se transforman en pérdidas para la salida.

Entre más capacitancia tenga un condensador, menos es la carga, puesto a que se opone al cambio de voltaje.

Recomendaciones

Que futuros investigadores logren profundizar en las bases teóricas y les permita estructurar un mejor diseño del prototipo de losa generadora de energía para alcanzar mejor eficiencia.

Realizar avances significativos en el esquema del control eléctrico del prototipo, se recomienda utilizar un mayor número de sensores piezoeléctricos, con el fin de obtener mejores resultados en la generación de energía.

Tener en cuenta las características y capacidades de los dispositivos electrónicos que componen el sistema de control eléctrico del prototipo, en nuestro caso un condensador de menor capacidad proporciono mejores resultados.

Referencias bibliográficas

- Arun V, P., & Mehta, D. (2013). Eco-Friendly Electricity Generator Using Scintillating Piezo. Mumbai, India: International Journal of Engineering Research and Applications, p. 479-482.
- Cortés, S., & Arango Londoño, A. (2017). Energías renovables en Colombia: Una aproximación desde la economía. *Revista ciencia estratégica*, 378, p. 378-389. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939007.pdf>
- González Palacios, S. E. (2012). EnergyMove: Diseño de un dispositivo piezoeléctrico para harvesting de energía humana. *Loja*, p. 3-71. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/3222>
- Gorey, A., Gupta, A., Parandkar, P., & Katiyal, S. (2010). Energy Harvesting via Piezoelectricity. *ResearchGate*, p. 1-4. https://www.researchgate.net/publication/228458280_Energy_Harvesting_via_Piezoelectricity/fulltext/0008160e0cf2bf5156a480ea/Energy-Harvesting-via-Piezoelectricity.pdf
- Iwamori, H., Ashida, I., & Miyaoka, Y. (2014). A Piezoelectric Sensor-Based System for Objective Analyzing of the Preparation of Fluid Foods. *Scientific Research*, 149, p. 49-152. https://www.researchgate.net/publication/273745097_A_Piezoelectric_Sensor-Based_System_for_Objective_Analyzing_of_the_Preparation_of_Fluid_Foods
- Juárez, R. E. (2010). Recolección De Energías Ambientales Mediante Materiales Cerámicos Y Mono Cristalinos. *Centro de Investigación, Desarrollo, Innovación y Diseño en Ingeniería (CIDIDI)*, 2, p. 1-5. http://laboratorios.fi.uba.ar/cididi/webcididi/notastecnicas_pdf/lic_juar ez1.pdf
- Libertad Digital. (7 de Octubre de 2009). Obtenido de Una empresa israelí logra generar electricidad gracias al tráfico. *Libertad Digital*. <https://www.libertaddigital.com/ciencia/una-empresa-israeli-logra-generar-electricidad-gracias-al-traffic-1276372565/>
- Muriel, F. (26 de Septiembre de 2013). Aula Virtual. 3º ESO. <http://www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/node/706>
- Medina, J., Alvarez, L., & Morales, L. (2017). Aplicaciones de la piezoelectricidad en Ingeniería Civil. *Revista de Ingeniería Civil*, 1(2), pag. 15-26. https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol1num2/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V1_N2_4_3.pdf
- Pérez Pineda, E., & Velázquez Alfaro, S. (2016). Diseño e Implementación de un generador piezoeléctrico baldosa, para alimentar un sistema de iluminación de baja potencia. *CD Mexico*, p. 9-78. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/21498/1/Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20un%20generador%20>

Opiezoel%C3%A9ctrico%20baldosa%2C%20para%20alimentar%20un%20sistema%20de%20iluminaci%C3%B3n%20de%20baja%20potencia.pdf

Ravelo Idrogo, A. V. (2017). Obtención de energía con piezoeléctricos, posibles usos para cubrir las necesidades en la actualidad. Sartenejas, p 15-103. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14488/1/Proyecto%20de%20grado%20piezoelectricos%20en%20perfil%20vial%20piloto%20en%20Bogot%C3%A1.pdf>

Santiago Quintero, J. J., & Jaimes Fontalvo, W. A. (2018). Factibilidad técnica y económica de un sistema de baldosas piezoeléctricas como fuente de energía alternativa para iluminación de bajo consumo en la carrera séptima en la ciudad de valledupar. Valledupar, cesar, p 31-63. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15871/1/2019_estudio_viabilidad_implementaci%C3%B3n.pdf

Shining e&e Industrial co., ltd. (2019), ¿Qué es el conector de bloque de terminales? <https://www.terminalsblocks.com/es/faq/FAQ-011.html>.

Seung-Bok, C., & Young-Min, H. (2010). Piezoelectric Actuators: Control Applications of Smart Materials. Boca Raton: CRC Pr I Llc, p -55. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=iKSoTKpgFpUC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Seung-Bok,+C.,+%26+Young-Min,+H.+\(2010\).+Piezoelectric+Actuators:+Control+Applications+of+Smart+Materials.+Boca+Raton:+CR](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=iKSoTKpgFpUC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Seung-Bok,+C.,+%26+Young-Min,+H.+(2010).+Piezoelectric+Actuators:+Control+Applications+of+Smart+Materials.+Boca+Raton:+CR)

C+Pr+I+Llc.&ots=Z0dk-ou_Xp&sig=DbKj64NNR9_TqhjDbLZOVGWpdI8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Torrecilla Tena, K. (2017). Implementación de sensores piezoeléctricos para la generación eléctrica bajo calzada: aplicaciones en el Aeropuerto de Barcelona. Barcelona, p 6-44. <https://core.ac.uk/download/pdf/87660423.pdf>