

Sistema piezoeléctrico tipo cantiléver para la recolección de energía limpia de la vibración de puentes peatonales

Daniel Hernández-Rivera *, Marco Antonio Islas-Herrera, Juan Bernabé Trujano-Castro, Naidelin Garcia-Rodríguez, Diego Josué Martínez-Mendez¹, José Tadeo González-García

División de Ingeniería en Energías Renovables, Tecnológico Nacional de México/TES Chicoloapan, Chicoloapan, México, México

* Autor de correspondencia: daniel.rivera@teschic.edu.mx

Energías Renovables. Ponencia Presencial.

Recibido: 22 de agosto de 2023

Aceptado: 5 de octubre de 2023

Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Recolección de energía; Piezoeléctrico; Puentes; Energía limpia

Introducción. El uso de las energías renovables contribuye a la mitigación de efectos causados por el uso de combustibles fósiles. La cosecha de energía es un proceso para la recolección de energía ambiental (Sezer & Koç, 2021). La actividad humana ha propiciado nuevas fuentes renovables de energía ambiental tal como las vibraciones mecánicas. Este tipo de energía mecánica es un tipo de fenómeno que se presenta de manera natural en el ambiente, sin embargo, la actividad humana ha generado nuevas fuentes vibratorias de energía que pueden ser recolectadas. Las principales fuentes de energía vibracional que han sido estudiadas para la recolección de energía son flujos de aire (Bryant et al., 2011), agua (Naqvi et al., 2022), movimiento corporal (Xu et al., 2021), y vibraciones en infraestructuras (Yang et al., 2021). Este trabajo tiene la finalidad de presentar los avances en el diseño de un dispositivo piezoeléctrico tipo cantiléver para la recolección de energía vibracional de puentes peatonales. Se espera que esta energía pueda ser utilizada para alimentar dispositivos de baja potencia tales como, luminarias, medidores de velocidad, advertencias viales, entre otros.

Materiales y Métodos. Con la finalidad de realizar el monitoreo de las vibraciones mecánicas del puente peatonal se realizó el diseño de un sistema de adquisición y almacenamiento de aceleraciones en los ejes X, Y, y Z basado en el sensor comercial MPU6050. Este sensor fue colocado en diferentes puntos a lo largo del puente para conocer los puntos de mayor vibración y encontrar la frecuencia de oscilación predominante, información útil para el diseño del sistema piezoeléctrico tipo cantiléver. La figura 1 muestra los puntos de medición a lo largo del puente peatonal.

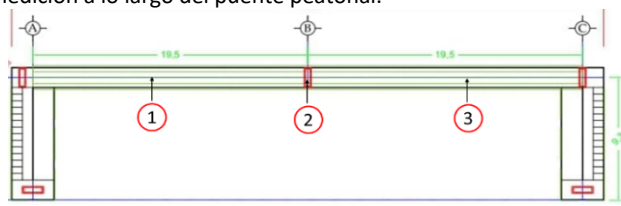


Figura 1. Puntos de medición de las vibraciones mecánicas en puente peatonal

Adicionalmente, se realizó un dispositivo preliminar de generación de energía eléctrica basado en transductores piezoeléctricos PZT montados en una estructura de baquelita. El cantiléver fue complementado con una masa de 150 g al final de su estructura para inducir oscilaciones prolongadas y mejorar la transducción de energía. La energía eléctrica en AC fue acondicionada a través de un puente rectificador de voltaje. Finalmente, la corriente eléctrica generada fue visualizada por el encendido de LEDs convencionales.

Resultados. Las gráficas de la figura 2 muestran los espectros en frecuencia de vibraciones en los ejes X (movimiento arriba-abajo) y Z (movimiento paralelo a la carretera) en el punto 1 de análisis. Las frecuencias de las vibraciones están centradas alrededor de 3 y 10 Hz, lo cual se observó también en los puntos de medición 2 y 3. Adicionalmente, se identificó una mayor vibración en los ejes X y Z.

Una vez que se acoplen los recolectores a estos ejes, se podría obtener la mayor cantidad de energía mecánica de los puentes.

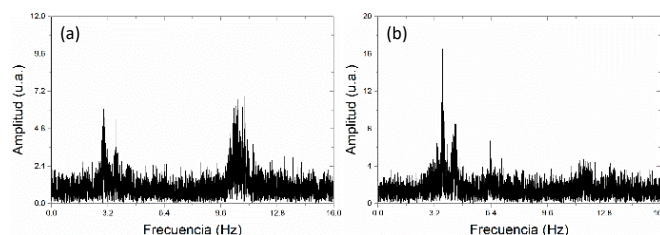


Figura 2 Espectro en frecuencia de las oscilaciones en el eje (a) X y (b) Z

La figura 3 muestra la generación de energía (LEDs encendidos) del dispositivo piezoeléctrico preliminar tipo cantiléver. En este caso se indujo una oscilación que generó el parpadeo de los LEDs.

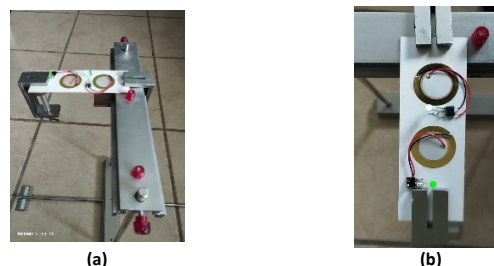


Figura 2. (a) Montaje experimental para la prueba de dispositivo piezoeléctrico. (b) Generación de energía eléctrica por las oscilaciones del dispositivo preliminar propuesto

Conclusiones. Al momento se han identificado las direcciones vibratorias de mayor energía y los puntos estructurales con mayor potencial de generación de energía. También se ha demostrado la funcionalidad de una estructura tipo cantiléver para la generación de energía, con la que se obtuvo una potencia máxima de 36.7 μ W para un solo disco piezoeléctrico. Existe potencial real para la generación de energía en los puentes peatonales ya que se puede realizar un arreglo serie-paralelo de múltiples discos piezoeléctricos para generar la energía necesaria para aplicaciones de baja potencia.

Bibliografía.

- Bryant, M., Wolff, E., & Garcia, E. (2011). Aeroelastic flutter energy harvester design: The sensitivity of the driving instability to system parameters. *Smart Materials and Structures*, 20(12). <https://doi.org/10.1088/0964-1726/20/12/125017>
- Naqvi, A., Ali, A., Altabay, W. A., & Kouritem, S. A. (2022). Energy Harvesting from Fluid Flow Using Piezoelectric Materials: A Review. *Energies* 2022, 15(19), 7424. <https://doi.org/10.3390/en15197424>
- Sezer, N., & Koç, M. (2021). A comprehensive review on the state-of-the-art of piezoelectric energy harvesting. *Nano Energy*, 80, 105567. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2020.105567>
- Xu, C., Song, Y., Han, M., & Zhang, H. (2021). Portable and wearable self-powered systems based on emerging energy harvesting technology. *Microsystems & Nanoengineering* 2021 7:1, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41378-021-00248-z>
- Yang, H., Wei, Y., Zhang, W., Ai, Y., Ye, Z., & Wang, L. (2021). Development of Piezoelectric Energy Harvester System through Optimizing Multiple Structural Parameters. *Sensors* 2021, 21(8), 2876. <https://doi.org/10.3390/s21082876>