

GENERADOR ELÉCTRICO MAGNETOHIDRODINÁMICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DEL OLEAJE

Juan Carlos Domínguez-Lozoya¹, Sergio Cuevas¹, Edgar Mendoza², David Roberto Domínguez¹ y E. Ramos¹

¹ Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, jcdol@ier.unam.mx, scg@ier.unam.mx, drdol@ier.unam.mx, erm@ier.unam.mx

² Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, EMendozaB@iingen.unam.mx

Resumen

Este trabajo presenta las etapas del desarrollo de un generador eléctrico magnetohidrodinámico (MHD) de metal líquido que pretende aprovechar la energía del oleaje para su conversión en electricidad. En la primera etapa se concretó el diseño y construcción de un generador MHD a escala de laboratorio y su caracterización hidrodinámica y eléctrica. En la segunda etapa se diseñó y construyó un prototipo mejorado de generador MHD acoplado a un convertidor de energía de oleaje que será caracterizado en un canal de olas.

Introducción

Los convertidores de energía undimotriz (WEC por sus siglas en inglés) se pueden clasificar en sistemas de conversión directa, que transforman la energía captada por los WEC en energía útil en un solo paso, por ejemplo, los generadores eléctricos lineales, y en sistemas de conversión indirecta, que transforman la energía de los WECs en dos o más pasos, por ejemplo, un sistema de turbina de aire acoplado a un generador eléctrico rotativo que transforma la energía captada por una columna de agua oscilante en electricidad. Los generadores eléctricos magnetohidrodinámicos (MHD) son una alternativa a los generadores lineales. Aunque ambos generadores tienen el mismo principio de funcionamiento y utilizan imanes permanentes, su principal diferencia es que la corriente y el voltaje inducidos en los generadores MHD se generan en un fluido conductor de electricidad en lugar de un conductor sólido, lo que les permite trabajar a bajas frecuencias que empatan fácilmente con las frecuencias de las olas marinas. En un generador MHD el movimiento oscilatorio de un metal líquido dentro de un ducto bajo la acción de un campo magnético transversal, da lugar a una corriente

eléctrica inducida. La posibilidad de utilizar estos dispositivos como convertidores de la energía de las olas del mar, ha renovado el interés en su desarrollo (Liu et al, 2018). En particular, pueden ser útiles para aplicaciones de recolección de energía de las olas a pequeña escala, por ejemplo, como fuente de energía eléctrica para la instrumentación oceanográfica. Dado que la valoración del acoplamiento de un generador MHD a un WEC no se ha completado, se necesita investigación básica y desarrollo tecnológico para determinar la viabilidad de utilizar la energía de las olas para producir electricidad a través de estos generadores.

Primera etapa

En la primera etapa del proyecto se diseñó, construyó y caracterizó un generador alterno MHD de metal líquido a escala laboratorio, a partir de estudios analíticos previos (Ibáñez et al. 2002; Domínguez-Lozoya et al. 2019). El objetivo principal fue caracterizar hidrodinámica y eléctricamente al dispositivo para comprender los fenómenos físicos involucrados y el funcionamiento del generador. Se utilizó la aleación eutéctica GaInSn como fluido de trabajo. Para inducir el movimiento oscilatorio en el fluido, se usó un mecanismo de biela-manivela-corredera acoplado a un motor eléctrico. La Figura 1 muestra una imagen del dispositivo experimental. La caracterización hidrodinámica se realizó mediante un sistema de Velocimetría Doppler Ultrasónica para determinar los perfiles de velocidad en el generador. La caracterización eléctrica se efectuó mediante un sensor de efecto Hall y la medición de la resistencia eléctrica del circuito, obteniéndose el voltaje y corriente de salida, así como la potencia y eficiencia para distintas condiciones de operación (Domínguez-Lozoya, 2019; Domínguez-Lozoya et al., 2021).

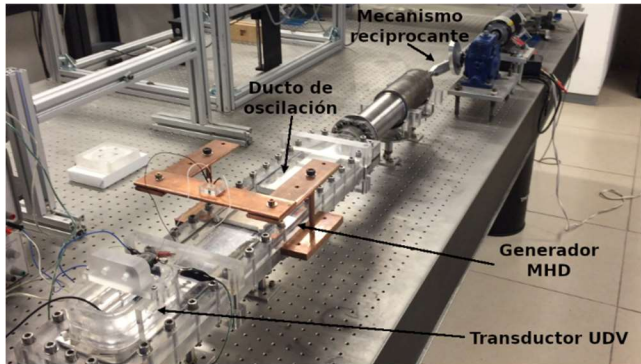


Figura 1. Dispositivo experimental montado en laboratorio.

Segunda etapa

En la segunda etapa del proyecto se diseñó y construyó un prototipo mejorado de generador MHD acoplado a un convertidor de energía del océano que será probado en un canal de olas. El dispositivo experimental consta del sistema de captación de energía, el sistema de transferencia de energía y el sistema de transformación de energía (generador MHD). En la Figura 1 se muestra una imagen del diseño del dispositivo experimental.

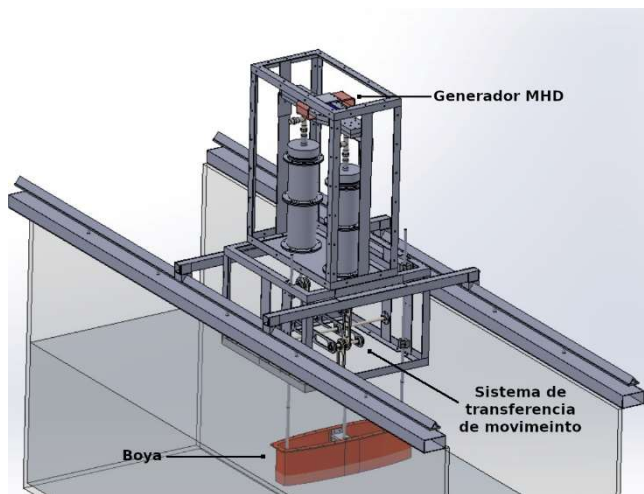


Figura 2. Diseño CAD del dispositivo experimental.

El sistema de captación de energía consta de una boya de fibra de vidrio que oscila en el canal de olas. El sistema de transferencia de movimiento se compone de un mecanismo que transfiere el movimiento oscilatorio de la boya a al metal líquido

confinado dentro del generador. El generador MHD consta de dos placas de nylon (Nylacero) que forman un canal de sección transversal variable. En la longitud media del canal la sección transversal es rectangular, donde se localizan dos imanes permanentes paralelos a las caras de mayor tamaño del canal. En las caras de menor tamaño se localizan electrodos cobre. El movimiento oscilatorio del metal líquido dentro del generador MHD induce una corriente eléctrica alterna que puede ser extraída a través de los electrodos hacia una carga eléctrica externa.

La puesta en operación del dispositivo está en una etapa muy avanzada y se contempla realizar las pruebas en el canal de olas en cuanto las condiciones lo permitan. Se espera que las mejoras incorporadas en el nuevo diseño lleven a un mejor desempeño del sistema de generación MHD acoplado al convertidor de oleaje.

Referencias

- Domínguez-Lozoya, J.C., Perales, H., & Cuevas, S. (2019). Analysis of the oscillatory liquid metal flow in an alternate MHD generator. *Revista Mexicana de Física*, 69: 239-250.
- Domínguez-Lozoya, J.C. (2019). Electric magnetohydrodynamic generator for wave energy conversion. Tesis doctoral, UNAM.
- Domínguez-Lozoya, J.C., Cuevas, S. Domínguez, D.R., Ávalos-Zúñiga, & R., Ramos, E. (2021). Laboratory characterization of a liquid metal MHD generator for ocean wave energy conversion. Submitted to *Sustainability*.
- Ibáñez, S. Cuevas, & M. López de Haro. (2002). Optimization analysis of an alternate magnetohydrodynamic generator, *Energy Conversion and Management*, 43(14): 1757-1771.
- Liu, Y., Liu, B., Liu, M., & Peng, A. (2018) Design and Performance Analysis on 5kW Prototype Device of Heaving Float Wave Energy Conversion with Liquid Metal MHD Generator. *Proceedings 28th International Ocean and Polar Engineering Conference*, Sapporo, Japan, June 10-15.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



