

PRUEBAS PRELIMINARES DEL HIDROGENERADOR HIPA EN CONDICIONES CONTROLADAS Y SEMI-CONTROLADAS

José López-González¹, Andrés Orlando Cuen Ulloa¹, Erick Iván García Santiago¹ y Ismael Mariño-Tapia⁴

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, jlopezgo@ii.unam.mx, ing.orlandocuen@gmail.com, erickigs@hotmail.com

⁴ ENES-Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México, imarino@enesmerida.unam.mx

Resumen

Contar con nuevas fuentes de energía que no tengan efectos adversos a la naturaleza, se ha convertido en una necesidad y todo un reto para el ser humano. Una de estas fuentes de energía es sin lugar a dudas el océano; donde podemos encontrar que la energía calorífica del sol se transfiere al océano generando una cascada de procesos, cada uno de los cuales almacena energía en distintas formas. Por ejemplo, los gradientes de temperatura que se dan en la interfase océano-atmósfera, generan movimiento de grandes masas de agua, las cuales a su vez, por efecto de la fricción mueven la masa de agua superficial del océano generando el incansable movimiento del mismo conocido como corrientes marinas. Estos mismos gradientes térmicos atmosféricos, se transmiten al mar, afectando la densidad y generando la circulación termohalina, que contribuye a las corrientes. Otro proceso importante para la generación de corrientes marinas es el efecto de la atracción del sol y la luna sobre las masas de agua, que generan un movimiento armónico del mar conocido como marea. Estas manifestaciones de energía se pueden aprovechar utilizando el mismo principio que se utiliza desde hace muchos años en el aprovechamiento de la energía eólica con aerogeneradores, la diferencia radica principalmente en la velocidad del fluido y su densidad. A pesar que la tecnología para aprovechar este tipo de energía se ha desarrollado considerablemente en los últimos años en los aerogeneradores, existen limitaciones importantes para poder lograr generación rentable bajo condiciones de velocidad de corrientes bajas, además que, colocar dispositivos en el océano conlleva grandes retos en el desarrollo de materiales (evitar corrosión e incrustaciones marinas y facilitar el mantenimiento), la evaluación de impactos ambientales y el daño potencial por el hecho de estar

sometidos a fuerzas y factores adicionales como la turbulencia y el oleaje.

Por lo anterior es necesario, diseñar un dispositivo que tome en cuenta los factores mencionados, el costo del dispositivo, la operación y el mantenimiento del mismo. En este sentido, se presentan los avances en el desarrollo de un dispositivo flotante denominado HiPa (Hidrogenerador de Paletas) que aprovecha las corrientes marinas superficiales, el cual consta de 2 subsistemas principalmente: 1) hidrodinámico y 2) de transmisión y potencia

El subsistema hidrodinámico se compone por 4 rotores con eje de rotación perpendicular al fluido, dos de ellos ubicados en la zona central dentro de los concentradores de manera vertical y dos rotores ubicados en la parte lateral-exterior de los concentradores de manera horizontal

El subsistema de transmisión y potencia se encarga precisamente de la conversión de potencia mecánica realizada por el hidrogenerador a energía eléctrica, de tal manera que la energía de salida pueda ser inyectada a la red eléctrica para su distribución y consumo.

A la fecha, se han llevado pruebas del dispositivo en diferentes escalas, empezando con modelos de apenas 10 cm de ancho y modelos numéricos del dispositivo para estudiar su desempeño con diferentes configuraciones. Después de varias modificaciones para mejorar el rendimiento, ha resultado un dispositivo, sencillo de construir y operar de 1.70 m de ancho, 0.50 m de altura y 2.05 m de largo.

El laboratorio de ingeniería y procesos costeros está llevando a cabo el diseño, modelación numérica y construcción del HiPa y próximamente se llevarán a cabo las pruebas físicas en campo en condiciones

controladas y posteriormente en condiciones semi-controladas, con lo que se espera poder obtener resultados de potencia y posteriormente calcular la eficiencia.

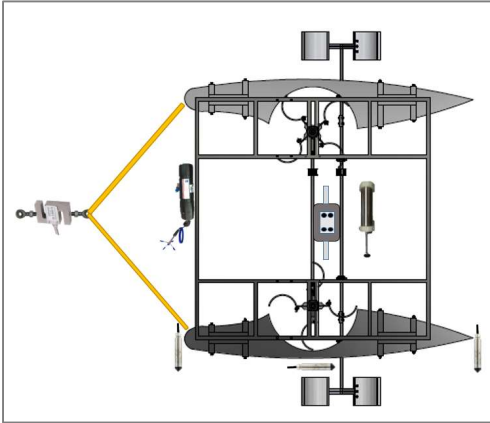


Figura 1. Esquema del Hidrogenerador HiPa, cuatro rotores de eje vertical 2 colocados en sentido vertical y 2 en sentido horizontal, se muestran también los sensores de presión y velocidad para el cálculo de la eficiencia así como la celda de carga.

Instrumentación del hidrogenerador

Para obtener la curva de eficiencia del HiPa, se instrumentó el hidrogenerador, con 3 sensores de presión, un velocímetro electromagnético, un perfilador acústico (vectrino), una celda de carga y un torquímetro. Con ello se podrán obtener datos de torque y velocidad angular versus velocidad de la corriente, así como un perfil de velocidad cerca del aparato y fuerza de arrastre. Con esta información se podrá calcular la potencia del sistema dado que:

$$P = T \cdot \omega \quad (1)$$

donde:

T = Torque

ω = Velocidad angular

Pruebas en campo en condiciones controladas y semicontroladas

En la fase de pruebas en campo se pretende realizar una prueba preliminar a la que llamamos prueba en

condiciones controladas, la cual consiste en remolcar el hidrogenerador mediante una embarcación simulando la velocidad de la corriente a través de la velocidad de la lancha, en esta etapa se realizarán varios recorridos manteniendo la velocidad de la lancha fija pero variando el torque para lo cual, se ha implementado un freno manual que incrementará paulatinamente el torque y se podrá construir una curva de potencia para esa velocidad, se repetirán las pruebas con diferentes velocidades. Posteriormente pasamos a la siguiente prueba a la que llamamos condiciones semi-controladas, la cual consiste en llevar el hidrogenerador y colocarlo en un punto en donde interactúe en condiciones oceanográficas como oleaje y corrientes reales, estando en todo momento asegurado en un punto fijo y monitoreado a tiempo real. Para este caso se pretende medir durante un periodo de 24-48 horas con el fin de obtener resultados para los diferentes picos de la marea.

Referencias

Coe, R. G., Neary, V.S. (2014). Review of methods for modeling wave energy converter survival in extreme sea states. En Proceedings of the 2nd Marine Energy Technology Symposium, Seattle, WA, USA, 15-17 April 2014.

Hodges, J., Henderson, J., Ruedy, L., Soede, M., Weber, J., Ruiz-Minguela, P., Jeffrey, H., Brannon, E., Holland, M., Maciver, R., Hume, D., Villate, J-L., Ramsey, T. (2021). An International Evaluation and Guidance Framework for Ocean Energy Technology. IEA-OES.

Musiedlak, P-H-, Ransley, E. J., Hann, M., Child, B., Greaves, D.M. (2020). Time-Splitting coupling of WaveDyn with OpenFOAM by fidelity limit identified from a WEC in extreme waves. *Energies*, 13: 3431.

Saulnier, J-B., Clément, A., Falcao, A. F. O., Pontes, T., Prevosto, M., Ricci, P. (2011). Wave groupiness and spectral bandwidth as relevant parameters for the performance assessment of wave energy converters. *Ocean Engineering*, 38: 130.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano





Cinvestav
UNIDAD MERIDA



Cinvestav
Unidad Saltillo



Cinvestav
UNIDAD GUADALAJARA



INSTITUTO DE ECOLOGÍA, PESQUERÍAS
Y OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE MÉXICO
Universidad Autónoma de Campeche



INGENIERÍA Y
MEDIO AMBIENTE



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA



PC
SECRETARÍA DE
PROTECCIÓN CIVIL
DEL ESTADO DE VERACRUZ



Universidad Veracruzana



UNIDAD ACADÉMICA
YUCATÁN



Instituto
de Biología
UNAM



IG
INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA
U. N. AM.



INSTITUTO DE
CIENCIAS
FÍSICAS



INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



INECOL



CIDESI®



Universidad
del Caribe
CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO



CICIMAR-IPN



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



Potencia
Industrial



ECOSUR



INFQE



DINA



IER
Instituto de Energías
Renovables



CENTRO DE INVESTIGACION
EN QUÍMICA APLICADA



UNIVOC
UNIVERSIDAD DE



CICATA-IPN



Centro de
Física Aplicada y
Tecnología Avanzada



Universidad Internacional
SECUNDARIA, BACHILLERATO, LICENCIATURA, INGENIERÍA, POSGRADO