

DESEMPEÑO DEL CEO-PSG EN EL LABORATORIO

Diego Eduardo Galván Pozos¹, Francisco Javier Ocampo¹, Eduardo Santiago Ojeda¹, Manuel Gerardo Verduzco Zapata², Héctor García Nava³ y Bernardo Esquivel Trava¹

¹ Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, dgalvan@cicese.edu.mx, ocampo@cicese.mx, esantiago@cicese.edu.mx, esquivel@cicese.mx

² Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, manuel_verduzco@uacol.mx

³ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, hector.gnava@uabc.edu.mx

Introducción

El objetivo fundamental del trabajo es el de presentar los avances en el diseño, construcción y pruebas en el laboratorio del convertidor de energía del oleaje basado en el concepto de la plataforma Stewart-Gough (CEO-PSG) a escala 1:20, así como el de analizar los datos obtenidos mediante los sensores que se instalaron en el prototipo. Es posible entonces calcular las matrices de potencia mecánica y eléctrica del CEO-PSG 1:20 y consecuentemente las correspondientes al CEO-PSG a escala 1:1 mediante la aplicación de la ley de similitud de Froude.

Los datos analizados se obtuvieron durante la segunda campaña de experimentos realizada en el canal de olas del Laboratorio de Hidráulica Marina (LHM) ubicado en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima (FCM-UCOL). Las pruebas experimentales del CEO-PSG 1:20 nos permitieron alcanzar con éxito el nivel TRL 5 en la escala de maduración tecnológica.

CEO-PSG: Concepto

El CEO-PSG retoma el concepto de la PSG con la finalidad de crear un dispositivo que maximice el proceso de extracción de energía. Consiste de un elemento de flotación que se conforma por tres flotadores que están unidos rígidamente, el cual se conecta a un elemento de reacción por medio de seis actuadores mecánicos; ver Figura 1a.

En el diseño conceptual original, los actuadores mecánicos están colocados por debajo del agua, lo que podría representar un inconveniente en términos de instalación y mantenimiento. Por lo tanto, se propuso un rediseño en donde los actuadores mecánicos y el elemento de reacción estuvieran fuera del agua; ver Figura 1b.

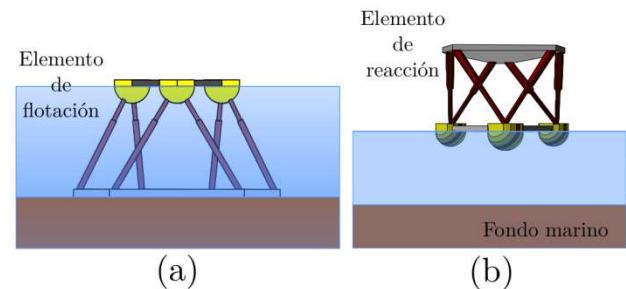


Figura 1. (a) Esquema del CEO-PSG original. (b) Rediseño del concepto.

Experimentos en el laboratorio

Objetivo de las pruebas experimentales

Los principales objetivos de las pruebas experimentales son: (1) medir la elongación, la fuerza y la potencia generada por los actuadores mecánicos, (2) Medir el voltaje y la corriente a la salida de cada motor, (3) generar información útil con la que sea posible validar y/o calibrar el modelo numérico que describe la dinámica del prototipo, y (4) alcanzar con éxito el nivel TRL 5 en la escala de maduración tecnológica.

Descripción del CEO-PSG 1:20

La campaña de experimentos se realizó utilizando el prototipo CEO-PSG 1:20 que se muestra en la Figura 2.

Se instalaron diversos sensores en el CEO-PSG 1:20 para conocer su comportamiento bajo distintas condiciones de oleaje. En cada actuador mecánico se colocaron tres sensores: (1) VL53L0X para medir la longitud de corrida de cada actuador, (2) LM393 para medir la velocidad angular del eje del motor de pasos, y (3) INA219 para medir la corriente y el voltaje a la salida del motor de pasos. Se colocó un sensor MPU6065 para medir la aceleración lineal y la velocidad angular del elemento de flotación. De tal forma que en total se instalaron 19 sensores en el

CEO-PSG 1:20, los cuales estuvieron controlados por una placa Arduino MEGA 2560.

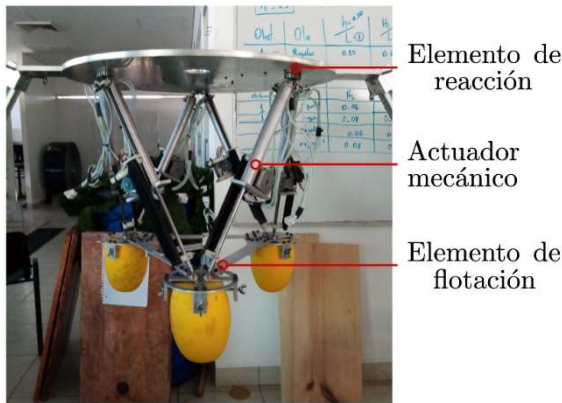


Figura 2. Prototipo CEO-PSG utilizado en las pruebas experimentales.

Condiciones de oleaje

Las condiciones de oleaje utilizadas en las pruebas experimentales se determinaron a partir del diagrama de distribución conjunta del sitio Isla Todos Santos (ITS, coordenadas 31.8N, 116.8W). Para tratar de remediar el excesivo consumo de tiempo que implicaría evaluar el funcionamiento de un CEO en cada bin del diagrama de distribución conjunta es necesario resumir las parejas de valores H_s, T_p en la forma de un conjunto más pequeño.

En la práctica, esto se realiza al agrupar varios bins del diagrama de distribución conjunta en una cantidad limitada de zonas o grupos, a los cuales también es posible referirse como estados del mar. Se eligieron 13 grupos que se encuentran en intervalos de 1 m y 2 s para H_s y T_p , respectivamente, que representan 93.3 % de la probabilidad de ocurrencia y 90.1 % de la energía total disponible.

Resultados

En la Figura 3 se muestran las matrices de potencia mecánica y eléctrica del CEO-PSG 1:20 en condiciones de oleaje irregular. En el caso del CEO-PSG 1:20, el valor más alto en la matriz de potencia eléctrica es de 140 mW y corresponde a la condición de oleaje número 13 ($H_s=15.86$ cm, $T_p=3.91$ s),

mientras que en la matriz de potencia mecánica el valor más alto es de 15mW y corresponde a la condición de oleaje número 7 ($H_s=10.64$ cm, $T_p=2.34$ s). Se aprecia una diferencia de un orden de magnitud entre ambas matrices.

Mediante la combinación de las matrices de potencia y del diagrama de distribución conjunta del oleaje será posible estimar la producción anual de energía del CEO-PSG 1:20 y consecuentemente la correspondiente al CEO-PSG 1:1, y realizar así una primera estimación del costo nivelado de energía (LCOE, por sus siglas en inglés).

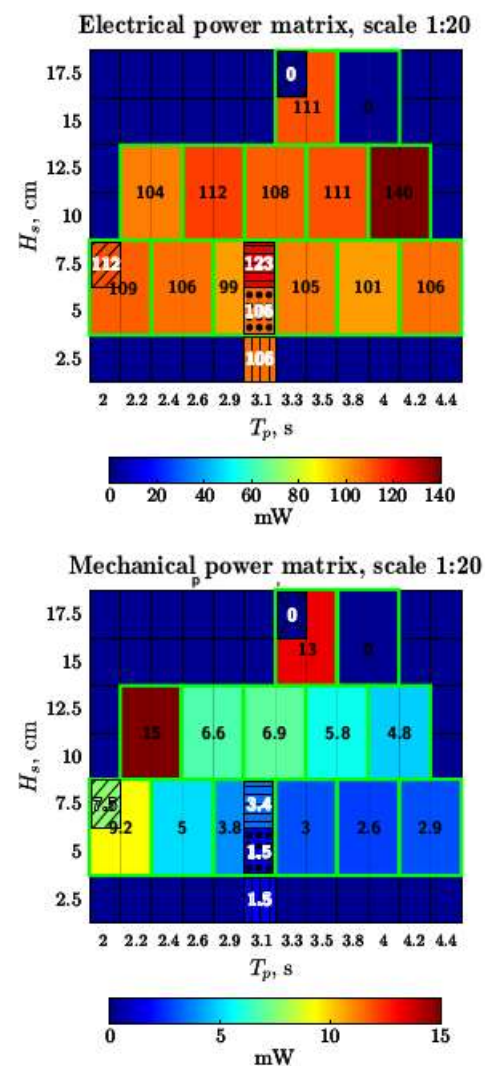


Figura 3. Matrices de potencia del CEO-PSG 1:20.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



