

OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE COLUMNA DE AGUA OSCILANTE EN DISTINTAS ESCALAS TEMPORALES.

M.L. Jalón-Ramírez, A. Baquerizo-Azofra, M.A. Losada-Rodríguez

*Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales (GDFA). Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía – Universidad de Granada. Avda. del Mediterráneo, s/n. 18006 Granada
mljalon@ugr.es, abaqueri@ugr.es, mlosada@ugr.es.*

INTRODUCCIÓN

La tecnología de extracción de energía eléctrica a partir de los mares y océanos se ha desarrollado de manera significativa en las últimas décadas. Entre los sistemas diseñados y construidos, los de extracción de energía undimotriz, que aprovechan la energía del oleaje, son los que mayores avances han experimentado.

Desde la primera patente presentada en Francia en 1799, ha surgido una gran variedad de convertidores de energía del oleaje (WECs), siendo el sistema de columna de agua oscilante (OWC) probablemente el más desarrollado. Sin embargo, para que un campo de OWCs sea competitivo debe tener una amplia capacidad para adaptarse a las condiciones del oleaje incidente y, en su caso, directa o indirectamente, a las condiciones de la demanda, maximizando la producción y minimizando los costes de primera instalación, mantenimiento y explotación del sistema.

En este trabajo se analiza la optimización de un sistema OWC en distintas escalas de tiempo teniendo en cuenta el carácter aleatorio de la variabilidad del clima marítimo durante el intervalo de tiempo en estudio. El análisis se complementa con el estudio del rendimiento del sistema durante la vida útil utilizando simulaciones que reproducen la no estacionariedad del clima marítimo y que permiten estudiar variables de interés para la gestión que dependen de la secuencia de presentación de los estados de mar.

METODOLOGÍA

Se considera un sistema OWC fijo, de menores dimensiones respecto los existentes y que puede ser eficiente en mares que presentan oleaje relativamente poco energético pero muy frecuente en determinadas épocas del año (ciclo estacional) y se plantea la búsqueda del sistema óptimo para el que se obtenga la máxima potencia neumática disponible para la turbina, $P_{avai,irr}$ (Gomes et al., 2012).

Las variables de optimización consideradas son la sumergencia (d) y la velocidad de giro de la turbina (N), y las escalas temporales que se analizan son las estaciones y el año. Las restricciones que deben satisfacer las variables a optimizar (d , N) son geométricas, aerodinámicas y asociadas a los umbrales de funcionamiento del sistema.

Por el carácter aleatorio del clima marítimo, el problema se aborda como uno de optimización estocástica que proporciona los valores óptimos en el sentido estadístico, asociados a las distintas escalas temporales de optimización. Los resultados se comparan con los obtenidos para sistemas óptimos en los distintos estados de mar (optimización determinista).

Una vez obtenidas las configuraciones óptimas en las distintas escalas temporales, se analizan parámetros de interés en la gestión del sistema OWC como por ejemplo la duración media de los ciclos de producción ininterrumpidos durante la vida útil del sistema. Para ello, se simula un número grande de realizaciones de clima marítimo caracterizadas por su altura de ola significativa y su periodo de pico, siguiendo la metodología de Solari y van Gelder (2011) para la simulación de series multivariadas que utiliza distribuciones mixtas no estacionarias propuestas en Solari y Losada (2011). En este trabajo, además se consideran las variaciones plurianuales en todos los parámetros de las distribuciones mixtas no estacionarias utilizadas para modelar la altura de ola significativa y el período de pico.

RESULTADOS

Se ha elegido como localización del sistema OWC una zona próxima a la costa suroeste española abierta al océano Atlántico (en el Golfo de Cádiz) y a 10m de profundidad. Para el análisis, se han utilizado los datos de oleaje proporcionados por Puertos del Estado, en el punto denominado WANA 1052046 (Latitud 36.5°N y Longitud 7.0°W). A partir de los estadísticos propagados, se ha estudiado la variabilidad mensual (Fig.1-izda) e interanual (Fig.1-drcha) del flujo de energía medio del oleaje, cuyo comportamiento sugiere buscar no sólo el diseño óptimo anual, sino también los asociados a los semestres que van de octubre a marzo (semestre 1) y de abril a septiembre (semestre 2).

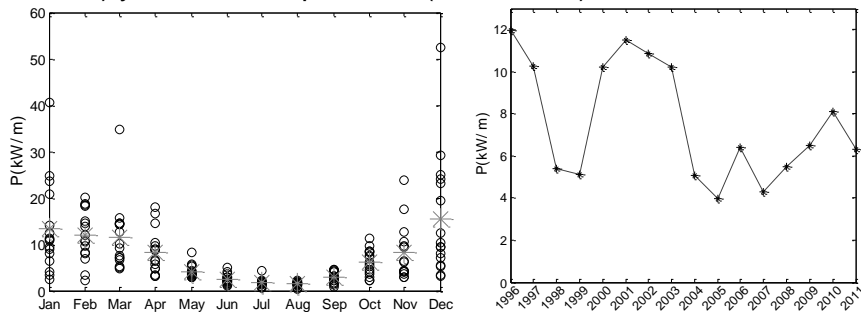


Figura 1. Variabilidad mensual (izquierda) e interanual (derecha) del flujo de energía medio del oleaje (kW/m).

La optimización estocástica en escalas de tiempo semestral y anual, se ha realizado para un sistema OWC con un radio relativo $a/h=0.15$, emergencia relativa $HD/h=0.5$ y diámetro relativo de la turbina $D/h=0.10$. Las funciones de distribución de la potencia neumática disponible para la turbina (kW) en los distintos intervalos de tiempo (Fig.2-izda) y las duraciones medias del rango de trabajo durante la vida útil (Fig.2-drcha), se han comparado con los resultados obtenidos al considerar la optimización en la escala temporal del estado de mar. Se concluye que los mayores valores de la potencia neumática media disponible en cada estado de mar se obtienen para el sistema que adapta su geometría a los distintos estados de mar, seguida del sistema que adapta su geometría a los dos semestres. La duración media del rango de trabajo también es mayor para la optimización por estados de mar aunque en este caso la optimización anual presenta una mayor duración media del rango de trabajo que la optimización semestral.

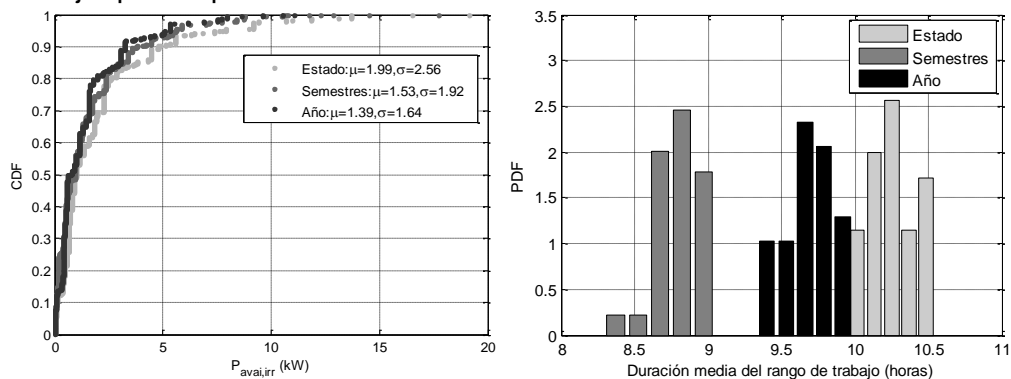


Figura 2. Potencia neumática disponible para la turbina (izquierda) y duración media del rango de trabajo durante la vida útil (derecha), para los distintos sistemas óptimos calculados.

REFERENCIAS

- Gomes, R.P.F., Henriques, J.C.C., Gato, L.M.C., Falcão, A.F.O., 2012. Hydrodynamic optimization of an axisymmetric floating oscillating water column for wave energy conversion. *Renewable Energy*, 44, 328-339.
- Solari, S., Losada, M.A., 2011. Non-stationary wave height climate modeling and simulation. *Journal of Geophysical Research*, 116 (C09032).
- Solari, S., van Gelder, P.H., 2011. On the use of Vector Autoregressive (VAR) and Regime Switching VAR models for the simulation of the sea and wind state parameters. In: Marine Technology and Engineering, CENTEC Anniversary book, Guedes Soares et al., p. 217-230.