



## **Determinación del efecto de la estela de vórtices en la oscilación de un generador eólico por vorticidad.**

Dulce María Graciano Graciano<sup>2</sup>, Dulce María Graciano Graciano<sup>2</sup>, Juan Carlos García Castrejón<sup>2</sup> y José Alfredo Rodríguez Ramírez<sup>2</sup>

1 , 2 Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas.

Actualmente se encuentra en desarrollo una tecnología de máquinas eólicas carente de álabes, basada en la interacción fluido-estructura de vibraciones inducidas por vórtices (VIV, por sus siglas en inglés) capaz de aprovechar la energía cinética del viento mediante oscilaciones en el dispositivo debidas a la resonancia inducida por el viento (Yáñez,2016).

En el presente trabajo se determinó el efecto de la estela de vórtices mediante una simulación numérica fluido-estructura con el fin de conocer los desplazamientos en el mástil de un aerogenerador VIV ocasionados por la estela de vórtices, cuando la fuerza de excitación se encuentra cercana a la frecuencia natural del sistema.

La geometría de trabajo está basada en el modelo a escala propuesto por (Cajas,2016), que consiste en un monoposte semirrígido de forma cónica en tres dimensiones.

En la simulación FEM (método de elementos finitos) se modeló el aerogenerador anteriormente descrito, esta simulación permitió determinar la frecuencia natural del sistema y los desplazamientos en este debidos al contacto del fluido (aire) con el aerogenerador.

Por otra parte, la simulación numérica CFD (dinámica de fluidos computacionales) se consideró en estado transitorio cuyo paso de tiempo fue de 0.0125 segundos, el cual corresponde al 10% del periodo de desprendimiento de vórtice esperado. Por otra parte, el fluido modelado es aire a condiciones estándar, considerándose como flujo incompresible. Para el modelo desarrollado se emplearon dos modelos de turbulencia; laminar y Spalart-Allmaras. La velocidad del fluido se calculó a partir de la relación entre el número de Strouhal y Reynolds, considerando el diámetro mayor del aerogenerador como la longitud característica para el desprendimiento de vórtices.

La frecuencia natural del aerogenerador obtenida de la simulación modal (FEM) es de 8 Hz, dando como resultado una velocidad de desprendimiento de vórtice de 2 m/s (de acuerdo con la relación Reynolds-Strouhal). Por otra parte, en las simulaciones CFD se monitoreó el desprendimiento de vórtices en 8 alturas del aerogenerador.

El modelo laminar presenta una frecuencia de desprendimiento de vórtice de 7.2 Hz en todas las alturas monitoreadas, mostrando diferencia únicamente en la amplitud de dicha frecuencia respecto a la altura monitoreada, la mayor amplitud se presenta al 85% de la altura del aerogenerador. El modelo Spalart presenta dos frecuencias de desprendimiento de vórtice; 3.2 y 7.2 Hz, mostrando diferencia de amplitud respecto a la altura monitoreada, la mayor amplitud se presenta al 85% de la altura total del aerogenerador en ambas frecuencias de desprendimiento.

Las formas modales obtenidas de las simulaciones FEM presentan la forma esperada en los primeros modos (desplazamientos en los ejes X y Z). La velocidad calculada a partir de la primera frecuencia natural (simulación FEM) genera; en las simulaciones CFD con modelo laminar, una frecuencia de desprendimiento con una diferencia del 10% respecto al valor calculado analíticamente con la relación de los parámetros adimensionales Reynolds y Strouhal. Con lo que respecta a las simulaciones CFD con el modelo Spalart, se encontraron dos frecuencias de desprendimiento y la amplitud de la primera forma modal es la mayor.