



Propuesta de Tesis de Ingeniería Mecánica

Alumno: Juan Ignacio Teich

Director: Dr. Alejandro Daniel Otero

Co-Director: Ing. Dimas Alejandro Barile

Título: *Análisis paramétrico de actuadores discales para simulación de aerogeneradores en campos eólicos.*

Descripción del tema

1. Resumen

En este trabajo se realizará un análisis de los distintos modelos de actuadores discales disponibles en la bibliografía, comparando los mismos variando parámetros estandarizados en los mismos casos típicos de la bibliografía. Se analizará el comportamiento de los mismos frente a distintas condiciones, como puede ser estar detrás de la estela de otro actuador, distintos perfiles de velocidad de entrada, distinta orientación frente al viento, etc. Esto permitirá realizar un análisis que compare los distintos modelos con el más preciso disponible (a saber, actuador *airfoil*), y comparar costo computacional entre ellos.

Este análisis permitirá tener un mejor entendimiento del mejor actuador a utilizar según el caso que se quiera simular, permitiendo ahorrar costo computacional al seleccionar el actuador más eficiente para cada caso.

2. Estado actual del conocimiento sobre el Tema

3. Objetivos

Como objetivo general de este plan de investigación se propone el desarrollo de un análisis paramétrico de los distintos actuadores discales disponibles en la bibliografía, comparando su comportamiento y costo computacional frente al actuador *airfoil*.

Objetivos específicos:

-
-
-

4. Metodología y plan de trabajo

A la hora de simular aerogeneradores, el uso del actuador discal presenta la ventaja de ahorrar significantes recursos de cómputo, permitiendo calcular el comportamiento del fluido aguas abajo de manera precisa. Este modelo consiste de un disco con fuerzas equivalentes a las desarrolladas sobre las aspas de una turbina real. Al no necesitar incluir el detalle de las aspas, el costo computacional resultante es sumamente menor.

Dentro de los distintos modelos de actuadores se tiene una gama muy amplia de complejidad, dando resultados de variada satisfacción según el caso a simular. El modelo de actuador más preciso es el *airfoil*, el cual incorpora la teoría del elemento de pala o perfil alar, desarrollando un disco con infinitos perfiles alares. El modelo más simple de actuador es el *uniforme*, el cual distribuye de forma uniforme la fuerza del aerogenerador. Este modelo se encuentra muy limitado, solo pudiendo funcionar con velocidad uniforme a su entrada. Esto lo hace incapaz de simular diversos casos, como por ejemplo encontrarse en la estela de otro aerogenerador.



Por otro lado, el modelo CFD se realizará con el software open-source OpenFOAM, utilizándolo para resolver las ecuaciones de Navier-Stokes con simulaciones RANS (Reynolds Average Navier Stokes). Este software permite la implementación de los actuadores y el desarrollo de los casos necesarios para el análisis. Además, la simulación de los casos a desarrollar impone la necesidad de simulaciones en paralelo utilizando una gran cantidad de procesadores, para lo cual el software OpenFOAM es adecuado.

Se realizará un estudio bibliográfico de los actuadores desarrollados y además de características adicionales que puedan ser encendidas y apagadas al aplicar un aerogenerador. Luego se desarrollarán diversos casos de prueba tomados de la bibliografía, y se compararán los actuadores con el actuador *airfoil*, el cual es aceptado como el más preciso en representar la realidad, aunque el de mayor costo computacional.

5. Cronograma de tareas



Referencias

- [1] Gonzalo P. Navarro Diaz, A. Celeste Saulo y Alejandro D. Otero. “Full wind rose wind farm simulation including wake and terrain effects for energy yield assessment”. En: *Energy* 237 (2021), pág. 121642. ISSN: 0360-5442. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121642>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221018909>.
- [2] K. Gunn y col. “Limitations to the validity of single wake superposition in wind farm yield assessment”. En: *Journal of Physics: Conference Series* 749 (2016). DOI: 10.1088/1742-6596/749/1/012003. URL: <https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/749/1/012003>.
- [3] F. Lazzari. “Simulación computacional de estelas en parques eólicos”. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2018.
- [4] G. P. Navarro Diaz. “Simulación del efecto de la interacción de turbinas eólicas con su entorno”. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2019.
- [5] G. P. Navarro Diaz y col. “Actuator line model using simplified force calculation methods”. En: *Wind Energy Science* 8.3 (2023), págs. 363-382. DOI: 10.5194/wes-8-363-2023. URL: <https://wes.copernicus.org/articles/8/363/2023/>.
- [6] F. Spirito. “Simulación computacional de estelas y su interacción con el terreno en parques eólicos mediante modelos reducidos de estelas”. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería, 2023.



Ámbito de desarrollo propuesto

Se propone como ámbito de trabajo el Centro de Simulación Computacional para Aplicaciones Tecnológicas (CSC, CONICET).

Aval de Director, Co-Director y CV

Se adjuntan los documentos.

Estimación de costos y la previsión de la fuente de financiamiento

El Centro de Simulación Computacional para Aplicaciones Tecnológicas cuenta con computadoras disponibles para realizar las simulaciones necesarias.

Solicitud de Alta de TIM

Sirva la presente propuesta de Tesis de Ingeniería Mecánica como solicitud formal de alta.

Acta de acuerdo entre Director, Co-Director y Alumno

Se adjuntan el documento.