

TÉCNICAS DE POSTPROCESO DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE SIMULACIÓN NUMÉRICA

Alhelí Pérez Hernández (1), Dr. Juan Antonio Ramírez Vázquez (2)

1 Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: alheperez92@gmail.com

2 Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato - Salamanca, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: juan.ramirez@ugto.mx

Resumen

En este trabajo se presenta el análisis computacional de un flujo no estacionario alrededor de un cilindro donde se pretende analizar el fenómeno de desprendimiento de vórtices que aparece bajo determinadas condiciones de flujo obtenidas del experimento propuesto por el artículo "Vortex-induced vibration of a collinear array of bottom fixed flexible cylinders" para posteriormente comparar los resultados con dicho artículo. El modelo usado es un fluido de trabajo con viscosidad de $1\text{ kg/m}\cdot\text{s}$ y Número de Reynolds de 450 a una velocidad de 1 m/s a través de un cilindro de 1 m de diámetro, para el cual los resultados arrojaron un Número de Strouhal de 0.149, resulta ser mayor que el obtenido mediante experimentación lo que señala la necesidad de mejorar el modelo.

Abstract

A computational analysis of an unsteady flow around a cylinder to analyze the phenomenon of vortex shedding that appears under certain flow conditions obtained from the paper "Vortex-induced vibration of a collinear array of experiment Flexible fixed bottom cylinders" to compare later the results with that paper. The model used is fluid with viscosity $1\text{ kg}\cdot\text{m} / \text{s}$ and Reynolds number 450 in non steady state at a speed of $1\text{ m} / \text{s}$ through a 1 m cylinder diameter, for which the results showed a Strouhal number of 0.149, which is higher than that obtained by experiment que es 0.09, which highlights the need to improve the model.

Palabras Clave

Desprendimiento de vórtice; CFD.

INTRODUCCIÓN

El flujo alrededor de un cilindro es uno de los clásicos problemas de la Mecánica de Fluidos. En principio, la geometría circular sugiere la existencia de un patrón de flujo estacionario y claramente simétrico, lo cual se cumple en caso de valores del número de Reynolds muy bajo: cualquier perturbación que se introduzca aguas arriba es amortiguada por las fuerzas viscosas. Sin embargo, para números de Reynolds más grandes, las perturbaciones no pueden ser neutralizadas, lo cual conlleva a importantes fenómenos periódicos aguas abajo del cilindro, conocidos como “desprendimiento de vórtices” (vortex shedding) [1].

Las aplicaciones de ingeniería, tales como elevadores marinos, edificios altos, puentes colgantes, líneas de transmisión de alta tensión, intercambiadores de calor, etc. (Imagen 1) son algunos ejemplos donde las vibraciones inducidas por vórtices-pueden estar presentes [2] y en los que cualquier cambio de velocidad provocaría inestabilidad en dichas estructuras [3, 4, 5].



IMAGEN 1: Los puentes colgantes y las líneas de transmisión de alta tensión son ejemplo de presencia de desprendimiento de vórtices.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el software de simulación ingenieril Ansys, en específico los programas Gambit y Fluent. Se creó la geometría y la malla en el programa Gambit y se utilizó el programa Fluent para resolver la simulación dependiente del tiempo para el estado no estacionario, analizar el desprendimiento de vórtices y generar animaciones que lo describan. También se utilizó el programa Tecplot para la simulación del desprendimiento de los vórtices.

Para la geometría se consideró un cilindro de diámetro unitario y sus alrededores se crearon con dimensiones de 11.5 unidades aguas arriba, 20 unidades aguas abajo y 12.5 unidades hacia cada lado del cilindro (Imagen 2). El mallado se configuró de esta manera para poder hacer mayor énfasis en las zonas cercanas al cilindro.

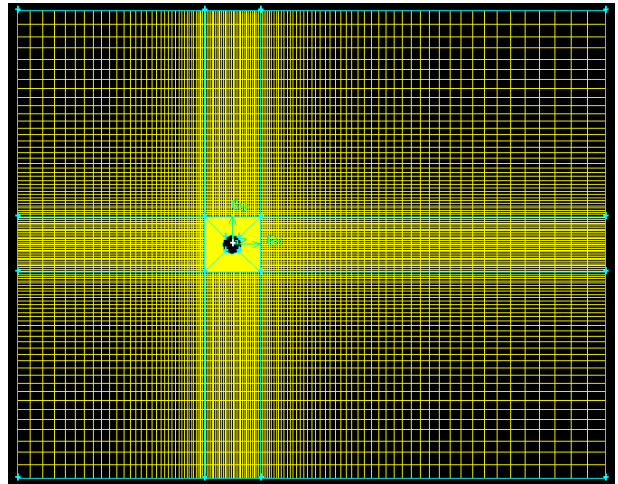


IMAGEN 2: Geometría generada en Gambit.

La simulación en Fluent se hizo con las siguientes especificaciones: fluido de trabajo con viscosidad de $1 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ y Número de Reynolds de 450 a una velocidad de 1 m/s a través de un cilindro de 1 m de diámetro. Los datos anteriores se escogieron así para que en la simulación obtuviéramos un Reynolds que correspondiera con el modelo experimental usando el Número de Reynolds de

450 siendo éste el máximo usado experimentalmente (Imagen 3).

Para la obtención del número de Strouhal, el cual es un número adimensional que describe el comportamiento oscilatorio de un flujo, se utilizó la ecuación:

$$St = \frac{fD}{V}$$

Donde:

St = Numero de Strouhal

f = Frecuencia de desprendimiento de vórtices

D = Diámetro del cilindro

V = velocidad del fluido

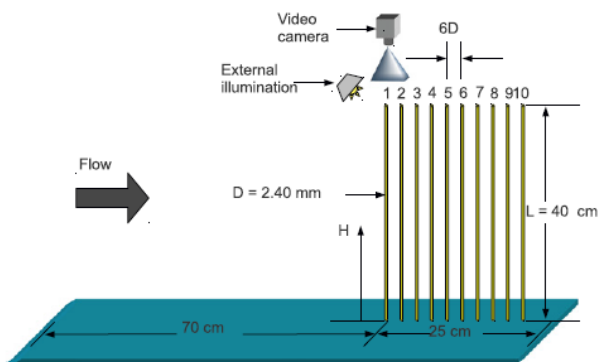
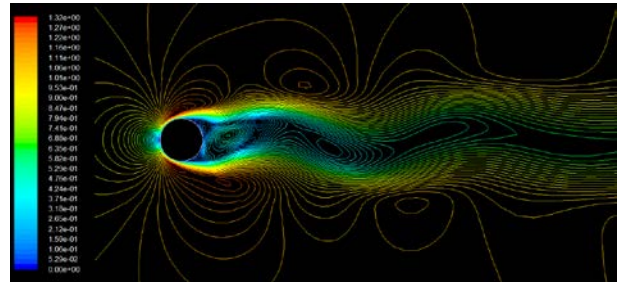


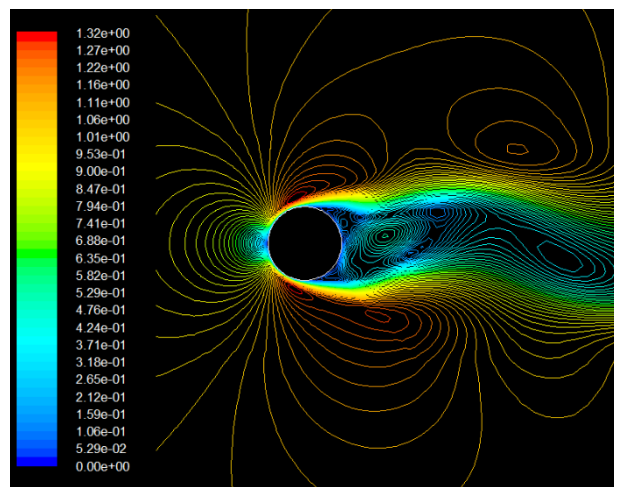
IMAGEN 3: Experimento sobre el cual está basada la simulación del artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez terminada la simulación ejecutada hasta la estabilización del vórtice, que en este caso fue de 600 pasos temporales de 0.2s cada uno se obtuvieron los siguientes diagrama de contornos de velocidad (imagen 4) y gráfica de variación del coeficiente de sustentabilidad con respecto al tiempo (imagen 6).



(a)



(b)

IMAGEN 4: a) Contornos de velocidad resultantes, b) acercamiento.

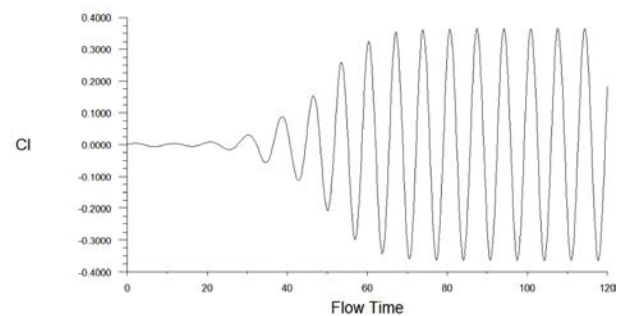


IMAGEN 5: Grafica de coeficiente de sustentabilidad contra tiempo.

Cuando en el flujo alrededor de un cilindro se produce un desprendimiento de vórtices, el número de Strouhal ronda el valor 0.2.

Para encontrar el número de Strouhal en este caso se realizó de dos maneras. La primera es ver con más detenimiento la frecuencia de desprendimiento y el intervalo de tiempo en que se cumpla un ciclo. Para que se complete un ciclo pasan aproximadamente 6.85s, dato obtenido de la Imagen 6. Así mediante la fórmula se obtiene:

$$St = \frac{fD}{V} = \frac{D}{TV} = \frac{1m}{(6.8s) \left(\frac{1m}{s}\right)} = 0.147$$

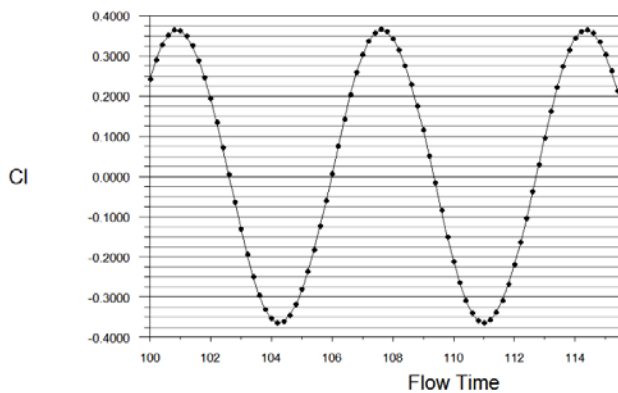


IMAGEN 6: Gráfica de coeficiente de sustentabilidad contra tiempo ya estabilizada.

La segunda manera es mediante la opción de fluent que nos proporciona del número de Strouhal contra la densidad espectral de potencia. Dichos datos guardados en un archivo tipo .fft pueden ser vistos en el programa Excel en el cual además se pueden graficar dichos datos. Así la gráfica se muestra de la siguiente manera (Imagen 7):

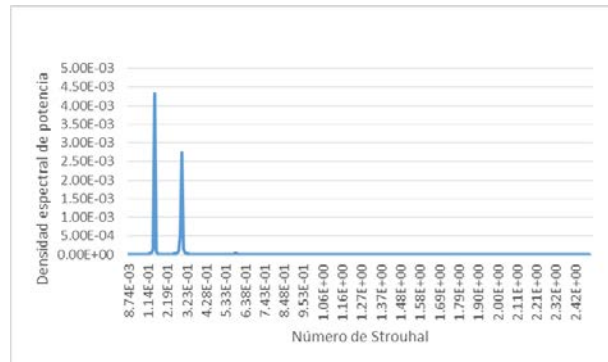


IMAGEN 7: Gráfica de Número de Strouhal contra densidad espectral de potencia.

Tomando el dato de mayor densidad espectral de potencia $psd=0.00432$, obtenemos que esto sucede en el momento en el que el Número de Strouhal es $St=0.149$, ambas maneras dando resultados similares.

Habiendo completado el análisis computacional se procede a hacer la comparación con el análisis experimental. Tomamos del artículo la gráfica donde se presentan los datos de el Número de Reynolds contra el Número de Strouhal y obtenemos el dato para el Reynolds máximo usado en el experimento. Entonces para un $Re=450$, el Número de Strouhal es aproximadamente $St=0.09$, con lo cual podemos decir que los resultados no han coincidido, siendo mayor el obtenido numericamente en ambos métodos.

CONCLUSIONES

Se presentaron los resultados de la simulación para un problema de flujo no estacionario alrededor de un cilindro con un Reynolds de 450 para obtener así el Número de Strouhal que resultó en $St=0.149$, que supera en aproximadamente 0.05 unidades al valor experimental que es de $St=0.09$.

Claramente los resultados obtenidos numéricamente no coinciden con los obtenidos previamente por el análisis experimental, lo que revela que haría falta adecuar el modelo a lo experimental tomando en cuenta las otras condiciones que pudieron haberse dejado de lado por ejemplo debido a que éste análisis se realizó en dos dimensiones no en tres dimensiones.

REFERENCIAS

[1] Zdravkovich, M.M. (1990). Conceptual overview of laminar and turbulent flows past smooth and rough circular cylinders. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 33(1-2), 53-62.

[2] Oviedo-Tolentino, F., Romero-Méndez, R., Hernández-Guerrero, A. & Pérez-Gutiérrez, F.G. (2013). Vortex-induced vibration of a collinear array of bottom fixed flexible cylinders. *Journal of Fluids and Structures*, 39, 1-14.

[3] Zdravkovich, M.M. (1996). Different modes of vortex shedding: an overview. *Journal of Fluids and Structures*, 10(5), 427-437.

[4] Matsumoto, M. (1999). Vortex shedding of bluff bodies: a review. *Journal of Fluids and Structures*, 13(7-8), 791-811.

[5] Zdravkovich, M.M. (1981). Review and classifications of various aerodynamic means for suppressing vortex shedding. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 7(2), 145-189.