

Fluidos IV: una ala de avión en un túnel de viento.

Versión 2.0

Héctor Cruz Ramírez¹
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
¹hector.cruz@ciencias.unam.mx

febrero 2017

1. Objetivos

Los objetivos son:

1. Obtener la relación de la velocidad del viento en el interior del túnel de viento (TV) y las las revoluciones por minuto del motor del TV.
2. Calcular los coeficientes de arrastre y sustentación para un perfil de ala de avión en varios ángulos de ataque. Los coeficientes podrán ser calculador al medir las fuerzas de arrastre y sustentación. Todo esto para diferentes velocidad del viento.
3. Medir la fuerza de arrastre para diferentes cilindros circulares con distinta area efectiva.

El túnel de viento con que cuenta el laboratorio tiene integrado los instrumentos de medición para el ángulo de ataque, la fuerza de sustentación, la fuerza de arrastre y un tubo de Pitot. El tubo de Pitot es para medir la velocidad del viento dentro del túnel de viento. Un proyecto nuevo será medir la diferencia de presión producida en el tubo Pitot, un sensor de presión, un *arduino* y un circuito amplificador. El sensor de presión convierte linealmente la diferencia de presión en voltaje. Todos los equipos participarán en el diseño y la automatización del nuevo proyecto de acuerdo al plan de trabajo.

2. Teoría

El tubo Pitot (TP) junto a un manómetro de tubo inclinado (MTI) se muestra en la Figura 1. El tubo de Pitot es conectado al MTI para medir la diferencia de presión $\Delta p = |p_2 - p_1|$ cuando incide en viento con una *velocidad* v . La *velocidad* esta dada por [1, 2]

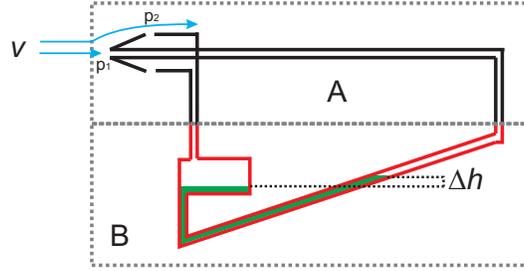


Figura 1: Tubo Pitot (A) conectado a un manómetro de tubo inclinado (B). Se mide la diferencia de presiones $\Delta p = |p_2 - p_1|$ mediante la columna de fluido desplazado en el manómetro de tubo inclinado. Con Δp se puede calcular la *velocidad* del viento.

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \quad (1)$$

donde ρ es la densidad del aire.

Por otro lado, con la columna Δh del fluido desplazado en el MTI se obtiene la diferencia de presiones producida en el TP mediante [1, 2]

$$\Delta p = \rho_f g \Delta h, \quad (2)$$

donde ρ_f es la densidad del fluido y g es la aceleración de la gravedad.

El coeficiente de arrastre, c_D , y el coeficiente de sustentación, c_L del ala de avión se obtienen a partir de

$$c_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho v^2 A}, \quad (3)$$

y

$$c_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho v^2 A}, \quad (4)$$

donde F_D es la fuerza de arrastre y F_L es la fuerza de sustentación y A es el área total del ala de avión.

3. Experimento

La primera parte consiste en obtener la velocidad del viento dentro TV conforme se va aumentando las revoluciones por minuto del motor de este. Ver Figura (2) se muestra un esquema del arreglo experimental. Para medir esta velocidad se utiliza un tubo de Pitot donde se mide la diferencia de presiones de este y después se calcula la velocidad.

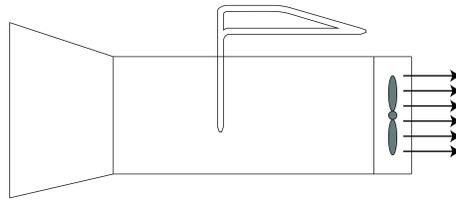


Figura 2: Medición de la velocidad de viento con un tubo Pitot.

En la segunda parte se utilizarán los dos dinamómetros que son insertados en el TV para medir la fuerza de sustentación y la fuerza de arrastre de una ala de avión sujeta a la acción del viento. Ver Figura (3) para esquema del arreglo. Con el mismo dispositivo para medir la fuerza de sustentación se puede establecer el ángulo de ataque del ala de avión. Las fuerzas de sustentación y arrastre dependen de la geometría del avión, la velocidad del viento y el ángulo de ataque (cambio del área efectiva). El procedimiento será medir estas fuerzas para diferentes velocidad del viento y diferentes ángulos de sustentación.

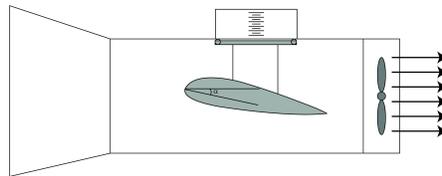


Figura 3: Medición de las fuerzas de sustentación y arrastre de un a la de avión al interactuar con el viento.

En la última parte, se medirá la fuerza de arrastre, Ver Figura (4), para objetos de diferente area efectiva, y cambiando la velocidad del viento. En este caso, los objetos que interactuarán con el viento serán cilindros circulares con diferentes diámetros.

4. Pormenores de la práctica

Cantidad de sesiones en el laboratorio: 2 sesiones.

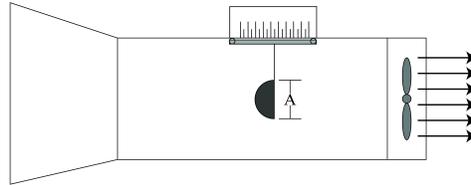


Figura 4: Medición de la fuerza arrastre de varios objetos con diferentes áreas efectivas.

5. Agradecimientos

Estas notas fueron realizadas con el apoyo de los proyectos PAPIME PE106415 (version 1) y PAPIME PE105917 (version 2). Agradecemos a los estudiantes Samuel Corona Aquino, Jorge Arturo Monroy Ruz y Francisco Javier Morelos Medina por su contribución en la elaboración de estas notas.

Referencias

- [1] S. C. Hunter, "Mechanics of continuous media," Ellis Horwood 1976.
- [2] M. Alonso M. y E. J. Finn "Física," Addison-Wesley Iberoamericana (1995)