

INSTALACIONES Y MÁQUINAS DE FLUIDOS

GUION DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1º curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial

TEMA 7: VENTILADORES - VENTILADOR AXIAL -

Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos

Autores

Igor Peñalva

Concepción Olondo

Urko Izquierdo

CONTENIDOS

1.	Fundamento teórico.....	1
2.	Equipamiento requerido y descripción de la instalación.....	2
3.	Bibliografía.....	6

1. Fundamento teórico

El sistema de determinación de caudal mediante la medida de la presión dinámica es uno de los más antiguos. Data del siglo XVIII cuando Henri Pitot descubrió el tubo que lleva su nombre. Este tipo de tubos miden la velocidad puntual en el seno del fluido y posteriormente, mediante integración gráfica de estos valores puntuales en toda la superficie, se obtiene el caudal. La presión total o de estancamiento, se puede medir con precisión colocando en el flujo un pequeño objeto sólido que tenga un pequeño agujero de piezómetro en el punto de estancamiento. El fluido en contacto con las superficies sólidas debe de satisfacer la condición de no-deslizamiento, y por lo tanto tener una velocidad igual a cero.

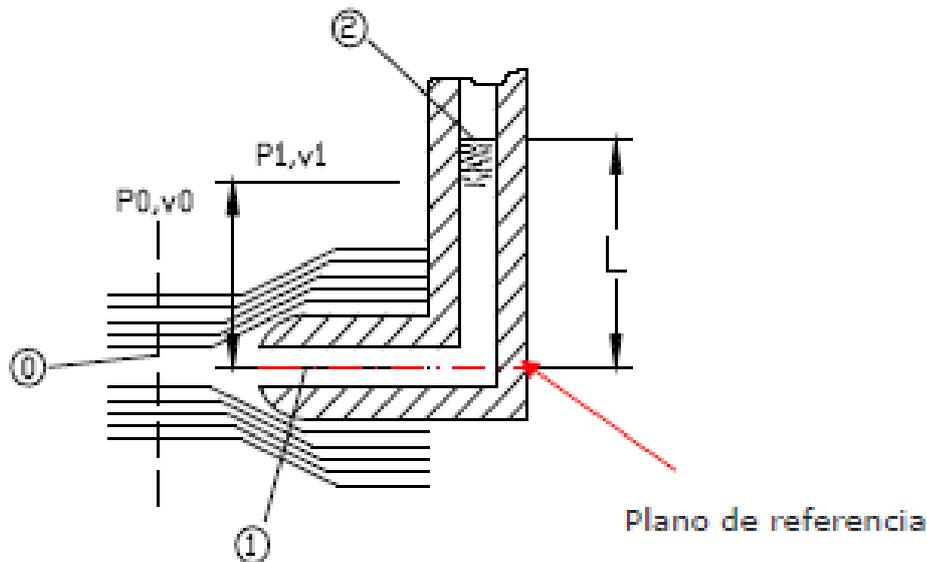


Figura 1: Medición de la presión total o de estancamiento.

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_0}{\rho g} + \frac{v_0^2}{2g} \quad \text{por tanto:} \quad v_0 = \sqrt{\frac{2g(p_1 - p_0)}{\gamma}}$$

Se ha demostrado que las presiones de estancamiento se pueden medir por medio de un tubo de Pitot, y las presiones estáticas se pueden medir de varias formas, como por ejemplo, por medio de aberturas piezométricas. Por eso, un tubo de Pitot puede ser usado junto con cualquier dispositivo de presión estática para obtener la diferencia necesaria de presión $p_1 - p_0$ de la cual v_0 es deducida. De este modo, se mide la velocidad puntual en el seno del fluido, lo que implica que para la obtención del caudal es necesaria la integración gráfica de los valores de la presión diferencial obtenida en diferentes puntos. Obtenemos experimentalmente los diferentes puntos de funcionamiento del ventilador. Ajustamos dichas nubes de puntos a una curva utilizando el método de los mínimos cuadrados.

$$Q = K_{\text{media}} \cdot p_{\text{est}}^{1/2}$$

$$\Delta p_e(Q) = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2$$

$$P_{\text{estática}}(Q) = Q \cdot \Delta p_e(Q) \quad / \quad P_{\text{dinámica}}(Q) = Q \cdot p_d(Q) \quad / \quad P_{\text{útil}} = P_{\text{estática}} + P_{\text{dinámica}}$$

Para conocer el caudal, será necesario calcular K_{media} ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1/2}$), que depende de la presión estática y el caudal. Esto se realizará en la primera parte de la práctica, para que posteriormente sea posible relacionar los diferentes puntos de funcionamiento del ventilador con el caudal.

Para predecir el funcionamiento de un ventilador axial en otras condiciones, como puede ser una velocidad de giro diferente, se utilizan las leyes de semejanza. Es decir:

- Conocida la curva $\Delta p_e(Q)$ a una velocidad N :

$$\Delta p_e(Q) = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2$$

- La curva $\Delta p_e(Q)$ de ese ventilador axial a otra velocidad N' será:

$$\frac{\Delta p_e'}{\Delta p_e} = \frac{N'^2}{N^2} = \alpha^2$$
$$\frac{Q'}{Q} = \frac{N'}{N} = \alpha$$

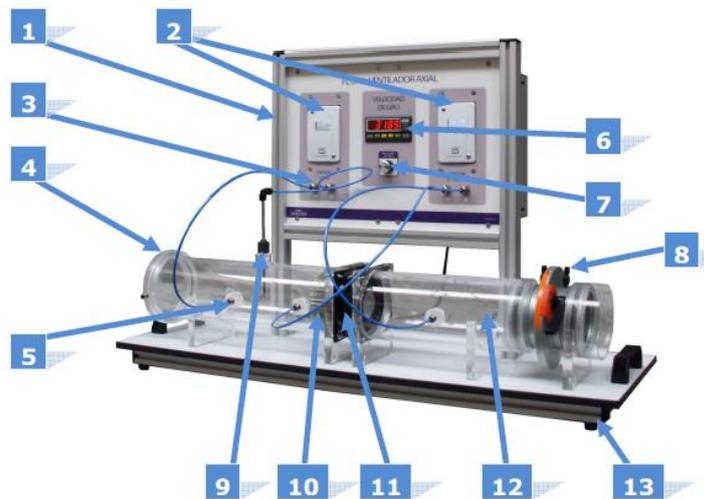
- Siendo, por tanto:

$$\Delta p_e'(Q) = A \cdot \alpha^2 + B \cdot \alpha \cdot Q + C \cdot Q^2$$

$$P_{\text{estática}}'(Q) = Q' \Delta p_e'(Q)$$

2. Equipamiento requerido y descripción de la instalación

El laboratorio de Mecánica de Fluidos está equipado con un ventilador axial diseñado y construido por la empresa Dikoin Ingeniería S.L., y que se compone de los siguientes elementos básicos (Figura 2):



1. Panel de control
2. Transductores de presión
3. Conexiones (+ y -) a transductores de presión
4. Boca entrada a tubería de aspiración
5. Toma de presión estática
6. Visualizador digital de velocidad de giro
7. Regulador velocidad de giro
8. Válvula de Iris de regulación de caudal
9. Tubo de Pitot
10. Panel de abeja tranquilizador de flujo
11. Ventilador axial
12. Tubería de impulsión
13. Base del equipo

Figura 2: Ventilador axial diseñado y construido por la empresa Dikoin Ingeniería S.L..

Este ventilador axial cuenta con un inversor de frecuencia (7) que permite modificar la velocidad de giro de la hélice. Este variador de frecuencia será utilizado para poder construir curvas características a diferentes velocidades de giro, y poder así comparar los resultados experimentales con aquellos basados en las leyes de semejanza.



Figura 3: Variador de frecuencia del ventilador axial.

Además, el ventilador dispone de una maneta que mueve una válvula de iris ubicada en la sección de salida del mismo. Ésta permite estrechar el paso del fluido variando el caudal de impulsión. La maneta dispone de 8 posiciones diferentes.



Figura 4: Maneta reguladora del caudal de impulsión.

A lo largo del tubo de aspiración se ha dispuesto un tubo de Pitot que se desliza verticalmente sobre su toma. En su propia vertical tenemos marcas cada 10 mm que nos indican a qué distancia del diámetro del tubo nos encontramos.

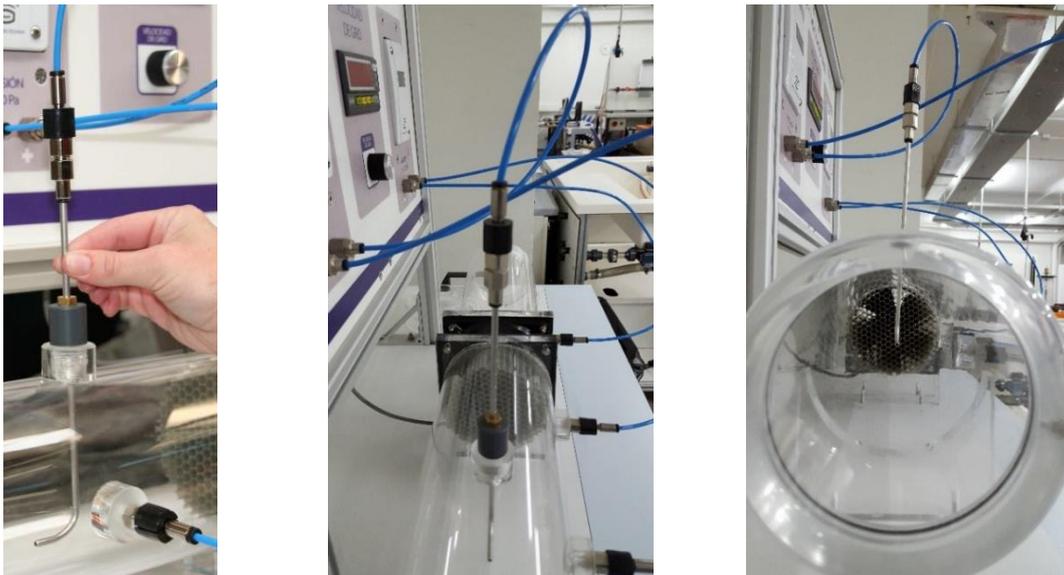


Figura 5: Pitot ubicado en tubo de aspiración, paralelo a las líneas de corriente.

NOTA: Debemos asegurarnos que la entrada del tubo de Pitot esté siempre paralela a las líneas de corriente y enfrentadas al flujo de aire que entra al ventilador.

A continuación se detallan las características principales de ciertos componentes adicionales de la instalación:

Diámetros interiores:

- Tubería aspiración
 - Diámetro interior = 114 mm
 - Diámetro exterior = 120 mm

- Tubería impulsión
 - Diámetro interior = 114 mm
 - Diámetro exterior = 120 mm

Características del ventilador:

- Incremento de presión máximo 1000 Pa
- Caudal máximo 500 m³/h
- Potencia nominal motor 90 W
- Velocidad de giro 9500 r.p.m. - 158 Hz

Manómetros:

- Transductor de presión de ± 100 Pa
- Transductor de presión de 0 - 1000 Pa

Otros elementos:

- Indicador de rpm digital
- Regulación de velocidad a través de un potenciómetro
- Tubo de Pitot de 4 mm de diámetro

3. Bibliografía

Bibliografía clásica de mecánica de fluidos

- Streeter, Victor L., Wylie, E. Benjamin, et al. *Mecánica de los Fluidos*. McGraw-Hill, 2000. ISBN: 958-600-987-4.
- White, Frank M. *Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill, 2003. ISBN: 84-481-4076-1.
- Crespo, Antonio. *Mecánica de Fluidos*. Thomson Editores Spain Paraninfo S. A., 2006. ISBN: 84-9732-292-4.
- Mataix, Claudio. *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Ediciones del Castillo S. A., 1986. ISBN: 84-219-0175-3.
- Fox, Robert W. and McDonald, Alan T. *Introducción a la Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill, 2005. ISBN: 970-10-0669-0.
- Douglas, John F. *Problemas resueltos de Mecánica de Fluidos Vol I y Vol II*. Ed. Bellisco, 1991. ISBN: 84-85198-50-6.
- Gerhart, Philip M., Gross, Richard J., et al. *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Ed. Wilmington-Delaware, 1995. ISBN: 0-201-60105-2.
- Pastor, Justo. *Mecánica de Fluidos Tomo I y Tomo II*. Ed. Estudios Grafor, 1972. Depósito legal BI-1016-1972.
- Giles, Randal V., R.V., Evett, Jack B., et al. *Mecánica de fluidos e Hidráulica*, 1998. ISBN: 84-481-1898-7.
- Mott, Robert L. *Mecánica de Fluidos Aplicada*. 4^o edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996. ISBN: 968-880-542-4.

Bibliografía de ventilación

- W.C. Osborne and C.G. Turner. *Guía Práctica de la Ventilación*. Ed. Blume, 1970. Depósito legal B. 21853-1970.
- Carnicer Royo, Enrique. *Ventilación Industrial. Cálculo y Aplicaciones*. 4^a Edición. Ed. Thomson Editores Spain Paraninfo S. A., 2004. ISBN: 84-283-1891-3.