

# **INSTALACIONES Y MÁQUINAS DE FLUIDOS**

## **GUION DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

**1º curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial**

### **TEMA 8: VENTILADORES - VENTILADOR CENTRÍFUGO -**

**Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos**

Autores

Igor Peñalva

Concepción Olondo

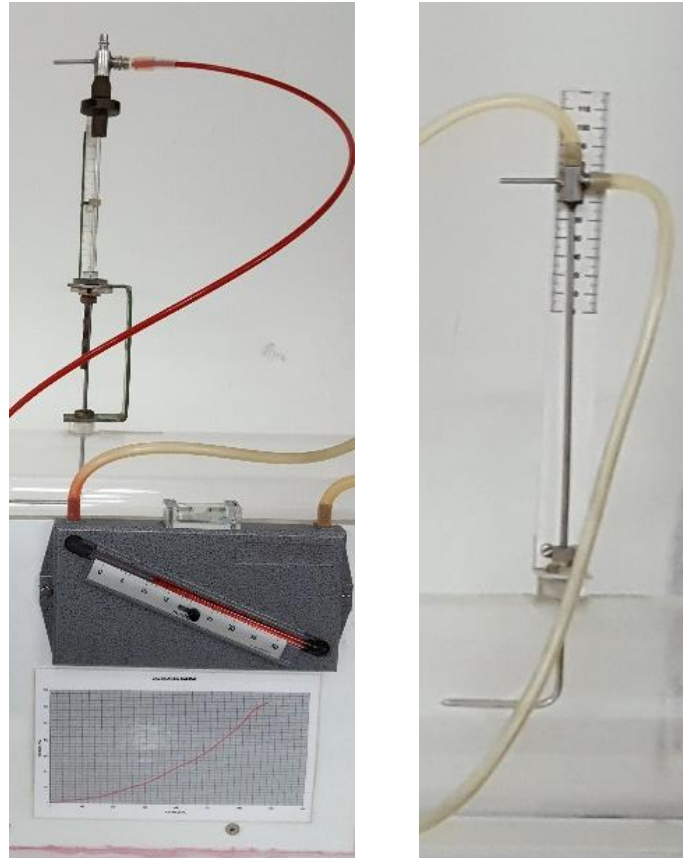
Urko Izquierdo

## CONTENIDOS

1.	Fundamento teórico.....	1
2.	Equipamiento requerido y descripción de la instalación.....	3
3.	Bibliografía.....	5

## 1. Fundamento teórico

El laboratorio de Mecánica de Fluidos está equipado con un ventilador centrífugo que contiene los elementos que se describen a continuación. En esta práctica se aprenderá a utilizar el tubo de Prandtl para la toma de presión estática,  $p_e$ , y/o dinámica,  $p_d$ . La presión que se mida dependerá de cómo se realicen las conexiones del propio tubo de medida.



**Figura 1:** *Tubo de Prandtl; presión estática y dinámica.*

La imagen situada a la izquierda de la Figura 1 muestra una conexión que permite medir la presión estática. Sin embargo, la imagen de la derecha muestra una conexión que permite medir la presión dinámica. Por tanto, y de acuerdo con la expresión matemática descrita a continuación, la presión total se puede calcular mediante la suma de ambas presiones, estática y dinámica. Sin embargo, también es posible medir la presión total mediante un tubo de Prandtl (utilizado como tubo de Pitot); consistiría en realizar una única conexión con la toma situada en la parte superior de tubo (caso que no se muestra en la Figura 1).

Haciendo uso de los diferentes elementos de medida, se podrán obtener experimentalmente distintos puntos de funcionamiento del ventilador. A continuación, se ajustará dicha nube de puntos a una curva utilizando el método de los mínimos cuadrados.

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

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

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

$$P_{\text{útil}} = P_e + P_d$$

$$\eta_m = P_{\text{útil}} / P_{\text{absorbida}}$$

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

- 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:

$$\frac{\Delta p_e'}{\Delta p_e} = \left(\frac{N'}{N}\right)^2 = \alpha^2$$

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{N'}{N} = \alpha$$

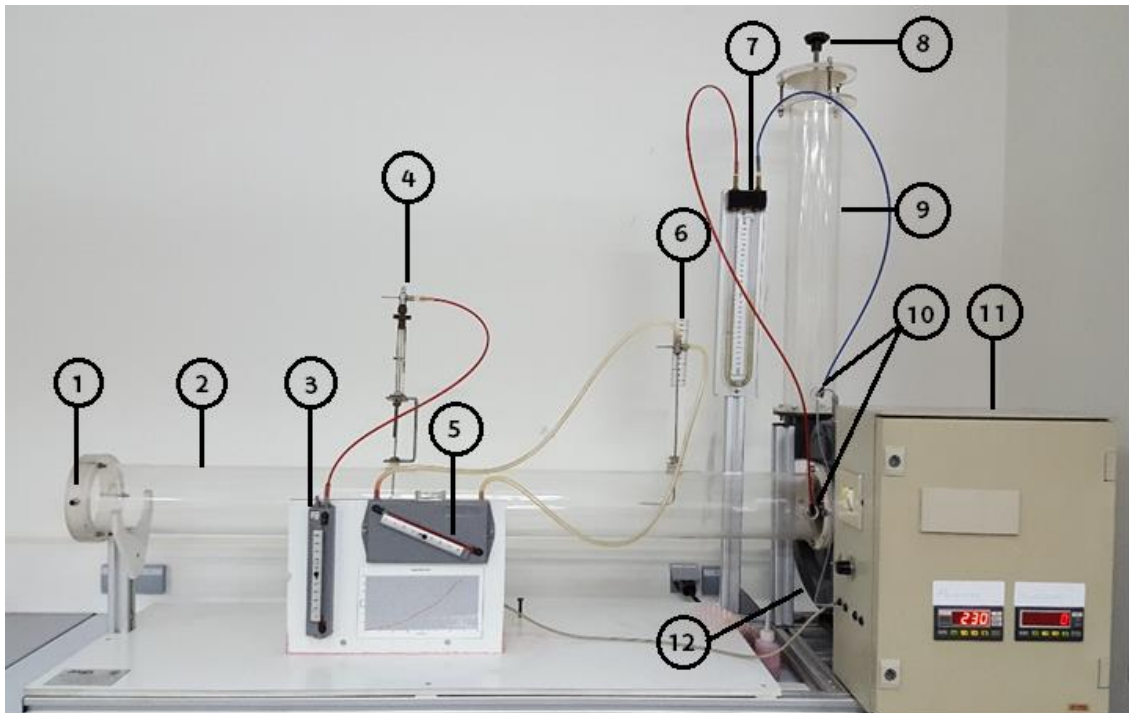
- Siendo por tanto:

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

Uno de los aspectos más interesantes a la hora de operar con ventiladores, es la determinación de los perfiles de velocidad. Para ello hay que analizar la sección transversal del conducto de aspiración, en la que las superficies sólidas son las que definen la frontera del flujo. Es decir, el fluido en contacto con las superficies sólidas debe de satisfacer la condición de no-deslizamiento y, por tanto, tener una velocidad igual a cero. La distribución del flujo en el interior del conducto es generalmente tri-direccional y tri-dimensional. En este caso, la tubería es recta y tiene una sección transversal constante y regular, por lo que podemos esperar un flujo casi unidireccional con la componente de velocidad principal paralela al eje.

## 2. Equipamiento requerido y descripción de la instalación

- |                                              |                                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1.- Toma manométrica                         | 7.- Manómetro diferencial de columna de agua |
| 2.- Tubería de aspiración ( $\phi = 120$ mm) | 8.- Válvula de regulación                    |
| 3.- Manómetro vertical                       | 9.- Tubería de impulsión ( $\phi = 100$ mm)  |
| 4.- Tubo de Prandtl (medidor 1)              | 10.- Tomas manométricas                      |
| 5.- Manómetro inclinado                      | 11.- Panel de control                        |
| 6.- Tubo de Prandtl (medidor 2)              | 12.- Ventilador centrífugo                   |



**Figura 2:** Componentes principales del ventilador centrífugo.

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

Diámetros interiores:

- Tubería de aspiración:  $\phi_{\text{int}} = 112$  mm;  $\phi_{\text{ext}} = 120$  mm
- Tubería de impulsión:  $\phi_{\text{int}} = 94$  mm;  $\phi_{\text{ext}} = 100$  mm

Manómetros:

- Manómetro diferencial de agua de 300 mm
- Manómetro vertical de 1000 Pa
- Manómetro inclinado de 40 mm C. A.

Otros elementos:

- Variador de frecuencia

Características del ventilador:

- Incremento de presión de 150 mm C. A.
- Caudal máximo 700 m<sup>3</sup>/h
- Potencia consumida: 370 W
- Velocidad de giro 2810 r.p.m. a 50 Hz

### 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<sup>o</sup> 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<sup>a</sup> Edición. Ed. Thomson Editores Spain Paraninfo S. A., 2004. ISBN: 84-283-1891-3.