

INSTALACIONES Y MÁQUINAS DE FLUIDOS

GUION DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1º curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial

PRÁCTICA 8: VENTILADORES - VENTILADOR CENTRÍFUGO -

Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos

Autores

Igor Peñalva

Concepción Olondo

Urko Izquierdo

CONTENIDOS

1.	Procedimiento experimental: realización de la práctica	1
1.1.	Calibración de la toma de presión: obtención de la constante K	1
1.2.	Obtención de las curvas características del ventilador	3
2.	Resultados.....	4
3.	Conclusiones.....	4
4.	Datos para la realización de la práctica.....	5

1. Procedimiento experimental: realización de la práctica

Para realizar la práctica se debe seguir el siguiente procedimiento en el cual inicialmente se calibra el caudal en función de la toma de presión a la entrada y, a continuación, se construyen las curvas características del ventilador:

1.1. Calibración de la toma de presión: obtención de la constante K

- a) Se debe comprobar que los elementos de medida de presión están correctamente posicionados: en el centro de la tubería de aspiración (56 mm), paralelos a las líneas de corriente y enfrentados al flujo. La válvula de regulación debe de estar completamente abierta, y los niveles del líquido indicador de presión en la posición cero.

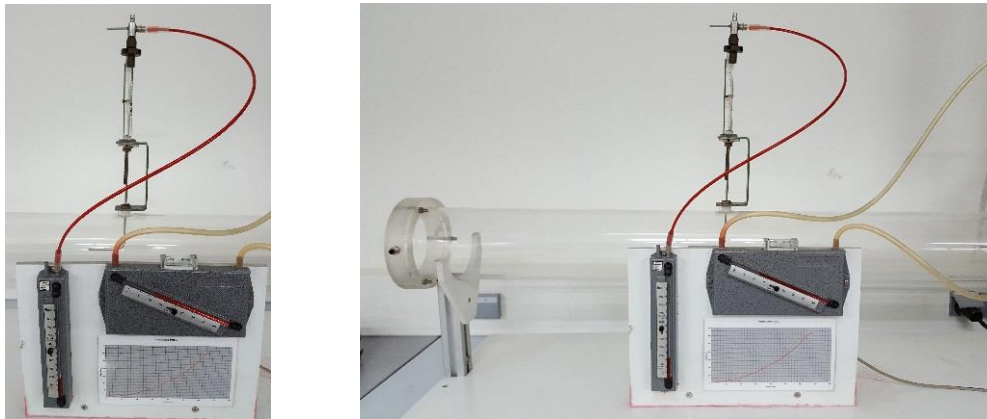


Figura 1: Toma de medida de presión estática con el primer tubo de Prandtl (Medidor 1) y de presión dinámica con el segundo tubo de Prandtl (Medidor 2).

- b) Encendemos el ventilador accionando el interruptor del panel de control. Ajustamos la lectura de potencia de manera que se puedan visualizar los valores en unidades de kW. Para ello, únicamente se debe actuar sobre el botón verde situado a la derecha del indicador de potencia. A continuación posicionamos el variador de frecuencia en el número 8.



Figura 2: Interruptor del ventilador y variador de frecuencia o potenciómetro (izquierda). Panel de lectura de potencia y velocidad de giro (derecha).

- c) No se deben modificar las conexiones del tubo de Prandtl (medidor 1) utilizado para leer presiones estáticas, ni tampoco las conexiones del tubo de Prandtl (medidor 2) utilizado para leer presiones dinámicas. Se anotará la presión estática medida por el medidor 1. También se anotará la presión dinámica medida por el medidor 2, que irá variando su posición tal y como se indica a continuación.
- d) Introducimos el medidor 2 hasta el fondo del tubo, considerando esta posición como el punto inicial o "0". Leemos la presión estática y dinámica en ese punto.
- e) Elevando progresivamente (6 posiciones desde el punto inicial hasta el centro del tubo de aspiración, 56 mm) el medidor 2, se efectuarán las diferentes lecturas de la presión estática y presión dinámica para cada posición del medidor 2, anotando los valores correspondientes. En todo momento se debe prestar atención a la posición de los medidores; hay que mantener su orientación paralela y enfrentada a las líneas de corriente del flujo para que la lectura sea la correcta.

Tabla 1: Datos experimentales de medida. Determinación del caudal de entrada.

P8: Ventiladores: Ventilador centrífugo: obtención de la constante K				
N (r.p.m.)	Nº lectura	p_e medidor 1 (Pa)	Posición medidor 2 (mm)	p_d medidor 2 (mm C. A.)
	1			
	2			
	...			

- f) Obtenemos el caudal a partir de la media de las lecturas de velocidad obtenidas anteriormente conociendo el diámetro interior del tubo de aspiración.

$$Q = v \cdot S \quad (\text{siendo el diámetro interior de } 112 \text{ mm})$$

- g) Establecemos un nuevo caudal variando la velocidad de giro. Por tanto, repetimos el proceso anteriormente descrito para la posición 6 de la ruleta del potenciómetro.
- h) La calibración de la toma de presión de la entrada al ventilador en función del caudal, se obtiene mediante el cálculo de la constante K . Se calculará un valor de K para cada una de las velocidades de giro establecidas, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{p_e}}$$

- i) Para ello, se tomarán los valores medios de las mediciones de presión estática, así como el valor medio de la velocidad (cálculo del caudal). De los dos valores de K obtenidos (uno para cada velocidad de giro) se realizará la media. Se utilizará el valor medio para calcular el caudal que circula por el ventilador a la hora de obtener las curvas características del mismo.

1.2. Obtención de las curvas características del ventilador

- a) Comprobar que los elementos de medida de presión están en el centro de la tubería de aspiración, paralelas a las líneas de corriente y enfrentadas al flujo. La válvula de regulación debe de estar completamente abierta, y los niveles del líquido indicador de presión en la posición cero.
- b) Posicionar el potenciómetro en el número 8.
- c) Se empleará el medidor 1 para conocer el caudal de trabajo gracias a la calibración realizada en el apartado anterior.
- d) Para obtener las curvas características del ventilador se necesita conocer la diferencia de presión estática entre los puntos de medida ubicados aguas arriba y aguas abajo del ventilador. Para ello empleamos el manómetro diferencial de columna de agua.
- e) Modificamos la apertura de la válvula de regulación como mínimo en 8 posiciones, desde su posición completamente abierta hasta llegar a cerrarla.
- f) Anotamos los valores de presión estática (Pa), presión dinámica (mm C. A.), cotas del manómetro diferencial (mm C. A.), potencia (kW) y velocidad de giro (r.p.m.), para cada apertura de válvula.

Tabla 2. Datos experimentales para el cálculo de curvas características a distintas velocidades de giro.

P8: Ventiladores: Ventilador centrífugo: curvas características del ventilador					
N (r.p.m.)	Posición válvula	p_e medidor 1 (Pa)	p_d medidor 2 (mm C. A.)	Δp_e (mm C. A.)	$P_{absorbida}$ (kW)
	1				
	2				
	...				

- g) Se deben repetir los pasos anteriormente descritos a diferentes velocidades de giro. Para ello, se realizarán nuevas mediciones operando con el ventilador en la posición 6 del potenciómetro.

2. Resultados

El alumno construirá una tabla de resultados en el fichero de trabajo u hoja EXCEL. Esta tabla mostrará los datos experimentales y aquellos parámetros calculados a partir de ellos. Con los resultados correspondientes a la interpretación de los resultados experimentales, se elaborarán las siguientes gráficas:

- **Gráfica 1:** Perfiles de velocidad. Representación en una misma gráfica de las curvas que relacionen la posición del medidor 2 (mm) con la velocidad (m/s) para cada una de las diferentes velocidades de giro. Cálculo de la constante K en $[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1/2}]$. Indicar de acuerdo con los perfiles de velocidad obtenidos el tipo de régimen, laminar o turbulento, que se desarrolla a lo largo del tubo de aspiración del ventilador.
- **Gráfica 2:** Representación del caudal en función de la raíz de la presión estática media a la entrada. Cálculo de la constante K en función del ajuste obtenido (pendiente de la recta). Comparación con el valor de la constante K obtenido en el apartado anterior.
- **Gráficas 3 y 4:** Representación en una misma gráfica de la diferencia de presión estática (Δp_e en Pa) entre el tubo de aspiración y el de impulsión, la potencia estática (W) y el rendimiento (%) del equipo, en función del caudal (m^3/s). Realizar una gráfica para cada una de las velocidades de giro estudiadas.
- **Gráfica 5:** Presión estática, dinámica y total (Pa) del tubo de aspiración en función del caudal para la posición 8 del potenciómetro.
- **Gráfica 6:** Semejanza: tomando como referencia la curva $\Delta p_e - Q$ obtenida operando a la velocidad de giro correspondiente al número 8 del potenciómetro, y aplicando leyes de semejanza, calcular la curva $\Delta p_e - Q$ correspondiente a la velocidad de giro del número 6 del potenciómetro. Representar sobre la curva obtenida, la nube de puntos obtenidos experimentalmente (Gráfica 4).

Todas las curvas que lo requieran deben estar ajustadas al polinomio del grado que les corresponda, la regresión debe de visualizarse y la ecuación correspondiente también. Todas las gráficas deben tener un título y ejes titulados con las unidades correspondientes. Estas gráficas se presentarán en el informe y deberá ser posible conocer la procedencia de los datos utilizados en la representación de las mismas.

3. Conclusiones

En el propio fichero Excel el alumno deberá explicar la forma de las tendencias de los resultados obtenidos así como las posibles diferencias entre resultados experimentales y teóricas.

4. Datos para la realización de la práctica

Datos para la calibración de la toma de presión: obtención de la constante K

Nº 8	Posición	Posición Pitot (mm)	$p_{estática}$ (Pa)	$p_{dinámica}$ (mm C.A.)
2200 r.p.m.	0	0	165	10,0
	1	10	165	12,0
	2	20	165	13,0
	3	30	165	13,5
	4	45	165	14,0
	5	56	165	14,0
	6	72	165	14,0
	7	82	165	13,5
	8	92	165	13,0
	9	102	165	12
	10	112	165	10

Nº 6	Posición	Posición Pitot (mm)	$p_{estática}$ (Pa)	$p_{dinámica}$ (mm C.A.)
1450 r.p.m.	0	0	70	4,0
	1	10	70	5,0
	2	20	70	5,5
	3	30	70	6,0
	4	45	70	6,25
	5	56	70	6,5
	6	72	70	6,25
	7	82	70	6,0
	8	92	70	5,5
	9	102	70	5,0
	10	112	70	4,0

Datos para la obtención de las curvas características del ventilador

Nº ruleta	N	Posición	p_e	p_d Prandtl	$p_{estática asp-imp}$		$P_{absorbida}$
	(r.p.m.)	válvula	(Pa)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	
8	2200	Abierta	165	12	52	88	0,399
		1	145	10	50	92	0,395
		2	115	8,5	45	96	0,375
		3	70	5,5	38	103	0,330
		4	10	1,5	33	119	0,241
		Cerrada	0	1	34	107	0,190

Nº ruleta	N	Posición	p_e	p_d Prandtl	$p_{estática asp-imp}$		$P_{absorbida}$
	(r.p.m.)	válvula	(Pa)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	
7	1800	Abierta	105	8	60	82	0,245
		1	85	6,5	57	84	0,238
		2	70	5,5	54	87	0,230
		3	30	3	49	92	0,190
		4	5	1	48	94	0,150
		Cerrada	0	1	49	93	0,135

Nº ruleta	N	Posición	p_e	p_d Prandtl	$p_{estática asp-imp}$		$P_{absorbida}$
	(r.p.m.)	válvula	(Pa)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	
6	1450	Abierta	70	5,5	63	78	0,170
		1	60	5	62	80	0,165
		2	50	4	61	82	0,160
		3	25	2	56	86	0,140
		4	5	1	55	87	0,110
		Cerrada	0	1	56	86	0,100