



Sesión N°9

“Ensayo Comportamiento Ventilador”

Laboratorio de Máquinas ICM 557

Segundo semestre 2020

Profesores:

Cristóbal Galleguillos Ketterer

Tomás Herrera Muños

Contenido

Introducción	1
Objetivo	1
Metodología	1
Características de un Ventilador	1
Formulas	3
Caudal	3
Diferencia de Presión	4
Velocidad del Aire	4
Densidad media	4
Potencia eléctrica	4
Potencia hidráulica	5
Rendimiento global	5
Resultados	5
Resolución de las interrogantes	6
Conclusión	9

Introducción

Los ventiladores se encuentran de manera muy presente tanto en la industria como en la vida cotidiana de las personas, el generar flujos de aire siempre es un requerimiento importante para sistemas de secado, climatización, etc. Es por esto que debemos entender como reaccionan los ventiladores al ser sometidos a diferentes condiciones de operación.

Objetivo

Determinar el comportamiento de un ventilador radial.

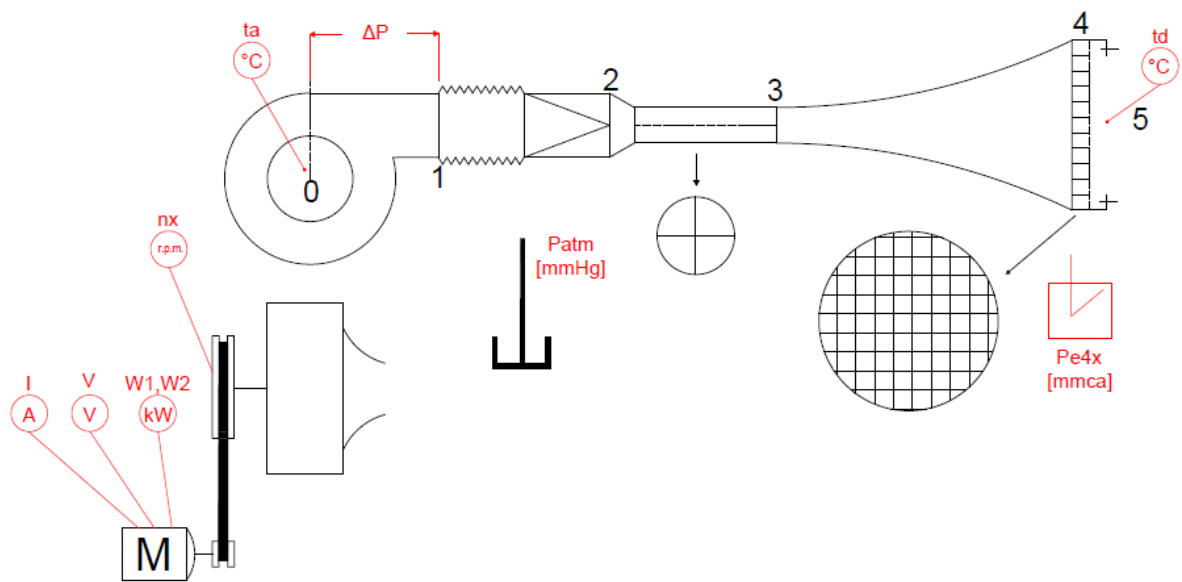
Metodología

Características de un Ventilador

Los ventiladores son turbomáquinas de desplazamiento negativo, cuya función principal es aumentar la presión de gases para su traslado, transporte o almacenamiento, estos en teoría poseen el mismo funcionamiento que un turbocompresor, pero limitados a una presión máxima de 2500 [mmca], existen dos tipos de ventiladores, los axiales y radiales.

- Ventilador axial: generalmente de bajos incrementos de presión, pero altos caudales.
- Ventiladores radiales: altos incrementos de presión, pero bajos caudales.

En el ensayo será utilizado un ventilador radial, la potencia aplicada al ventilador será suministrada por un motor eléctrico a partir de un sistema de correas. Los alabes de este compresor poseen una disposición curvada hacia adelante, el aire expulsado por el compresor pasara por un fuelle encargado de amortiguar las vibraciones del ventilador, este fuelle dirige la dirección del fluido hacia un difusor, este difusor en su extremo mas lejano posee una sección cilíndrica donde se le acoplaran discos con diferentes diámetros de salida, de esta manera con la variación del diámetro someteremos al ventilador a diferentes condiciones restringiendo la salida.



Los datos conocidos del sistema a partir de los diámetros de salida se presentan en la siguiente tabla:

DATOS		
D_5	D_5/D_4	α
[mm]	[-]	[-]
00	00	0.600
90	0.15	0.6025
120	0.2	0.604
180	0.3	0.611
300	0.5	0.641

Mediante la experimentación realizada en el laboratorio y sometiendo el ventilador a las condiciones descritas anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados:

ENSAYO DE UN VENTILADOR							
VALORES MEDIDOS							
	n_x	P_{e4}	t_a	t_d	W_1	W_2	P_{atm}
	[rpm]	[mmca]	[°C]	[°C]	[kW]	[kW]	[mmHg]
1	1831	5	21	23	0,44	0,82	758,8
2	1845	30	22	23	0,34	0,7	758,8
3	1867	45	22	23	0,19	0,56	758,8
4	1867	48,5	21	23	0,14	0,52	758,8
5	1871	57	21,5	23	0,11	0,49	758,8

Formulas

Mediante la utilización de las siguientes formulas es que finalmente calcularemos los parámetros necesarios para analizar el funcionamiento de nuestro ventilador radial.

Caudal

$$Q_{vm} = \alpha * S_5 * \sqrt{\frac{2 * P_{e4}}{\rho_{05}}} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Diferencia de Presión

$$\Delta P = P_{e4} + 0.263 * \frac{V_1^2}{2} * \rho_{media} [Pa]$$

Velocidad del Aire

$$V_1 = \frac{q_{vm}}{S_1} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Donde:

$$- S_1 = 0.070686 [m^2]$$

Densidad media

$$\rho_{media} = \frac{\rho_{00} + \rho_{04}}{2} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Potencia eléctrica

$$N_{elec} = W_1 + W_2 [kW]$$

Potencia hidráulica

$$N_h = q_{vm} * \Delta p [W]$$

Rendimiento global

$$\eta_{gl} = \frac{N_h * 100}{N_{elec}} [\%]$$

Resultados

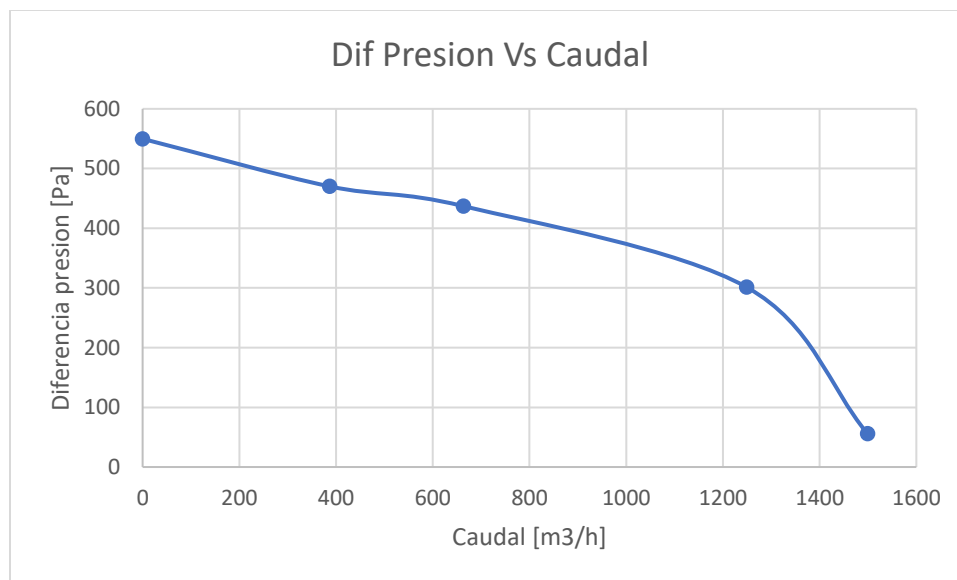
A partir de las fórmulas recién presentadas y los datos obtenidos del laboratorio, realizamos los cálculos que presentan los siguientes resultados:

Ro	D5	A	alpha	Qvm		V aire	Dif Presion	N elec	P hidr	Rend Glob
[kg/m3]	[m]	[m2]	[-]	[m3/s]	[m3/h]	[m/s]	[Pa]	[kW]	[W]	[%]
1,19142575	0,3	0,07065	0,641	0,41072371	1478,60537	5,81053834	54,3029564	1,26	22,3035119	1,77011999
1,19430973	0,18	0,025434	0,611	0,34481495	1241,33383	4,87812229	297,737623	1,04	102,664384	9,87157541
1,19604012	0,12	0,011304	0,604	0,18540888	667,471985	2,62299302	442,080705	0,75	81,9656905	10,9287587
1,19644388	0,09	0,0063585	0,6025	0,10798527	388,746957	1,52767543	475,666638	0,66	51,3649882	7,78257398
1,19742443	0	0	0,6	0	0	0	558,600089	0,6	0	0

Valores corregidos			
Q	Dif P	N elec	N hidr
[m ³ /h]	[Pa]	[kW]	[kW]
1498,95537	55,8079824	1,31274332	23,237132
1248,8693	301,363404	1,05905504	104,545417
663,610872	436,980906	0,73705961	80,5514668
386,498179	470,179395	0,64861246	50,4787444
0	549,797755	0,58587396	0

Resolución de las interrogantes

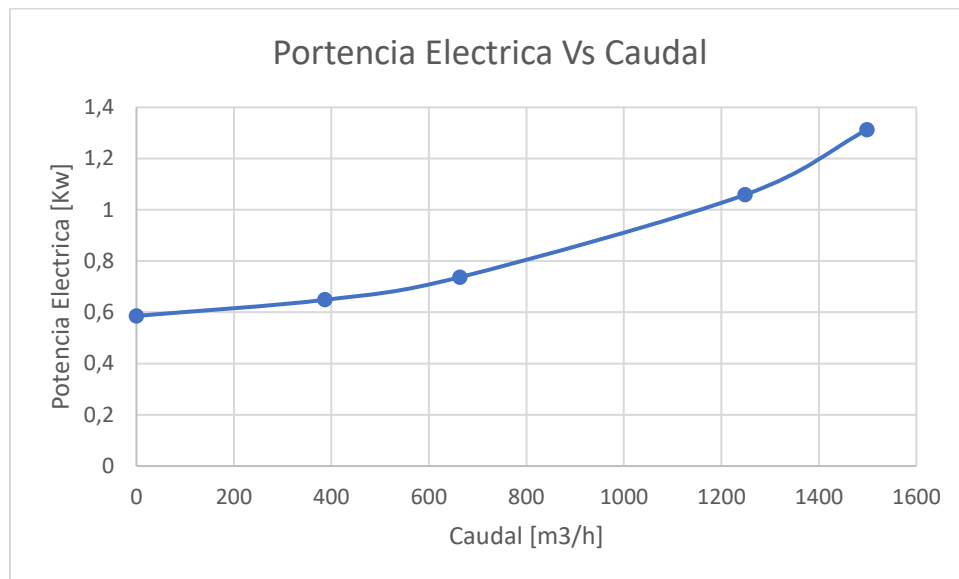
1) Graficar curva ΔP Vs q_{vm}



1.1) ¿Las curvas tienen la forma esperada para ese tipo de ventilador?

Las curvas si presentan un comportamiento esperado, a medida que el diámetro de salida se va restringiendo la presión en 4 presenta un aumento considerable, es por esto que la diferencia entre la salida del ventilador y la zona 4 presenta un comportamiento decreciente.

2) Graficar la curva de potencia eléctrica Vs caudal



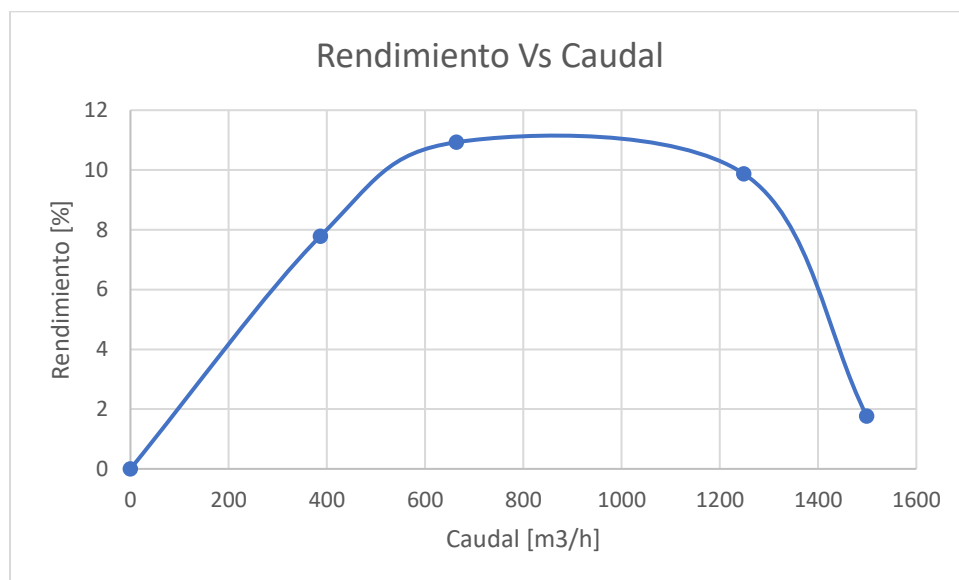
2.1) ¿Cuál es la potencia máxima consumida?

Podemos observar a partir del grafico que la máxima potencia eléctrica requerida en la experimentación se dio en conjunto con el máximo valor de caudal, el ventilador se encuentra trabajando con las menores perdidas de carga aportando la mayor cantidad de energía al flujo, al no existir una restricción en la salida como en los casos anteriores el ventilador no limita su potencia como consecuencia de las restricciones en la salida del difusor.

2.2) ¿Cómo podemos calcular la potencia en el eje?

La potencia en el eje podría estimada haciendo un balance energético a partir del estado estacionario del aire a partir de las condiciones ambientales y las propiedades del fluido a la salida del ventilador, de esta manera podríamos estimar el valor de esta potencia.

3) Graficar las curvas de rendimiento Vs caudal



3.1) ¿Cuál es el punto óptimo de rendimiento?

Como representa el grafico el punto óptimo de funcionamiento vendría dado con un diámetro de salida de 120mm, con este valor es que encontramos el nivel de rendimiento más optimo del sistema con un caudal de 663.61 [m³/h].

Conclusión

Finalmente a partir del proceso de experimentación realizado podemos observar que el mayor rendimiento del sistema se dará a un diámetro particular, no por extraer todas las limitaciones en la salida del ducto y dejar de forma “liberada” nuestra eficiencia será mas alta, los parámetros asociados al sistema en el que un equipo es instalado puede llegar a generar variaciones muy considerables a la hora de evaluar la eficiencia de un equipo.