

ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

INFORME 8: LABORATORIO DE MAQUINAS

Ensayo de un ventilador radial.

Tomás Fierro Sánchez
Profesores:
Cristóbal Galleguillos Ketterer
Tomás Herrera Muñoz
Fecha: 4 de diciembre de 2020.

Introducción:

Los ventiladores son un tipo de turbomáquinas o máquinas de desplazamiento negativo, que se ocupan generalmente para el movimiento de grandes masas de aire al igual que los compresores y su principal diferencia con estos será la presión de trabajo, que en los ventiladores no supera los 700 [mmca]. **[1]**

Existen distintos tipos de ventiladores según su uso, funcionamiento, entre otras clasificaciones y en este informe, se detallará el comportamiento de un ventilador de tipo radial en condición de ensayo, donde se variarán los diámetros de salida del aire mediante discos, se medirán presiones y temperaturas con las cuales se calcularán parámetros de operación como caudal y velocidad del aire para finalmente graficar curvas con los resultados obtenidos del ensayo y comentar acerca del comportamiento de estas.

Objetivo:

Determinar el comportamiento de un ventilador radial.

Ecuaciones:

Ecuación 1: Caudal

$$q_{vm} = \alpha * S_5 * \left(\frac{2 * P_{e4}}{\rho_{05}} \right)^{\frac{1}{2}} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Ecuación 2: Diferencia de presión

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

Ecuación 3: Velocidad del aire

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

Ecuación 4: Potencia eléctrica

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

Ecuación 5: Potencia hidráulica

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

Ecuación 6: Rendimiento global

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

Ecuación 7: Factor de corrección

$$\left(\frac{n_{media}}{n_x} \right)^{1,2,3} [-]$$

Desarrollo:

Tabla 1: Valores medidos en el ensayo.

VALORES MEDIDOS							
	nx	P _{e4}	ta	td	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

Tabla 2: Datos de los diámetros de salida del ensayo.

Datos		
D5	D5/D4	α
[mm]	[-]	[-]
300	0.5	0.641
180	0.3	0.611
120	0.2	0.604
90	0.15	0.6025
0	0	0.6

Tabla 3: Valores calculados.

Valores calculados						
qvm	ΔP	V1	ρ	Nelec	Nh	Ngl
[m ³ /h]	[Pa]	[m/s]	[kg/m ³]	[kW]	[kW]	[%]
1474.3615	54.2899	5.7939	1.1995	1.2600	0.0222	1.7646
1239.8723	297.7410	4.8724	1.1983	1.0400	0.1025	9.8601
666.6855	442.0816	2.6199	1.2001	0.7500	0.0819	10.9159
388.9464	475.6681	1.5285	1.1964	0.6600	0.0514	7.7866
0	558.6000	0	1.1974	0.6000	0	0

Tabla 4: Factor de corrección para los valores calculados.

Factor corrección		
qvm	ΔP	Nelec
[-]	[-]	[-]
1.0138	1.0277	1.0419
1.0061	1.0122	1.0183
0.9942	0.9885	0.9827
0.9942	0.9885	0.9827
0.9921	0.9842	0.9765

Tabla 5: Valores corregidos

Valores corregidos						
qvm	ΔP	V1	ρ	Nelec	Nh	Ngl
[m ³ /h]	[Pa]	[m/s]	[kg/m ³]	[kW]	[kW]	[%]
1494.6531	55.7946	5.8736	1.1995	1.3127	0.0232	1.7646
1247.3989	301.3669	4.9020	1.1983	1.0591	0.1044	9.8601
662.8289	436.9818	2.6047	1.2001	0.7371	0.0805	10.9159
386.6964	470.1809	1.5196	1.1964	0.6486	0.0505	7.7866
0.0000	549.7977	0	1.1974	0.5859	0	0

Curva ΔP - qvm

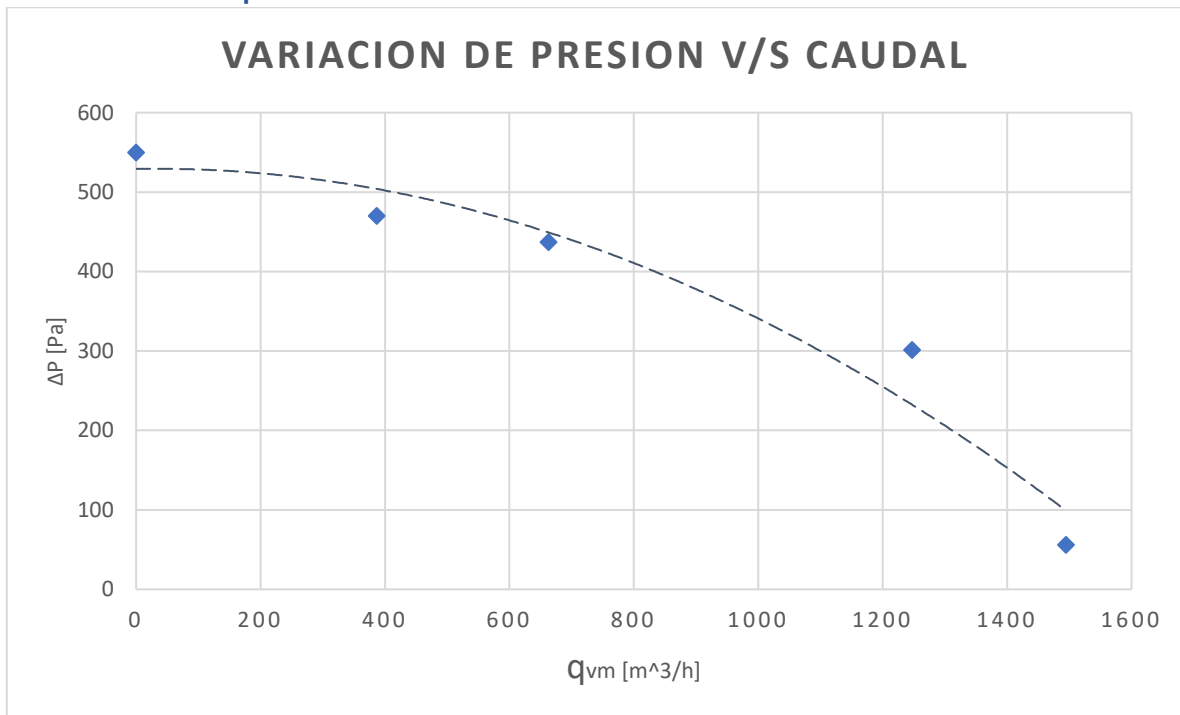


Gráfico 1: Presión v/s Caudal.

¿Qué tipo de ventilador es? Descríbalo con detalle.

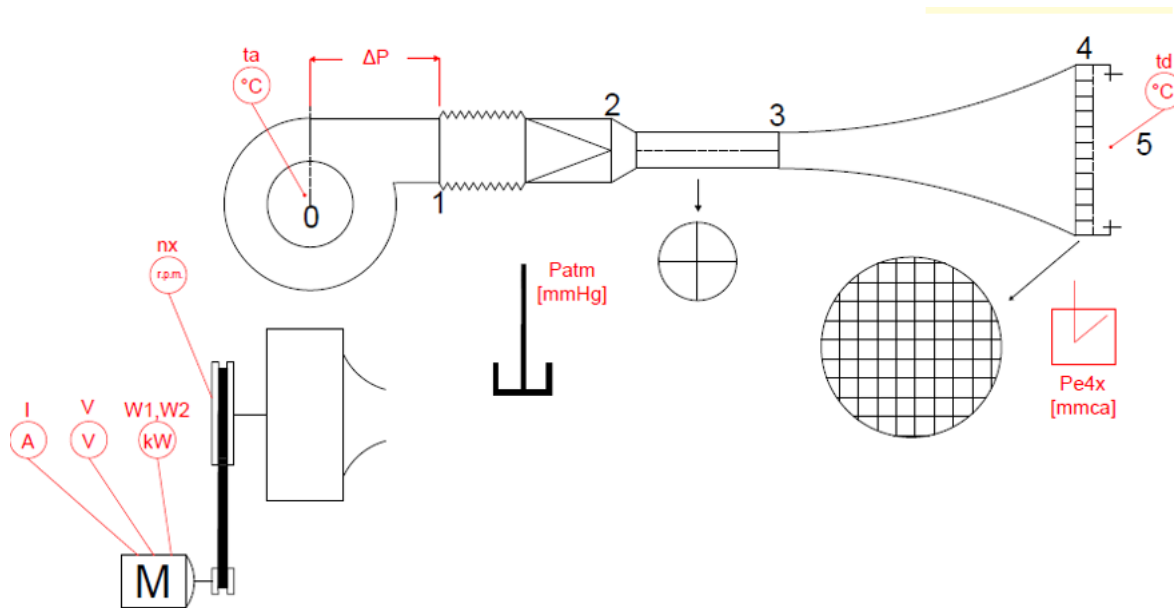


Ilustración 1: Partes de la instalación del ventilador radial ensayado.
Fuente: Presentación vista en clases, Profesor Tomas Herrera.

El ventilador utilizado en este ensayo es de tipo radial y en la ilustración 1 se puede observar la instalación a ensayar. Esta clase de ventiladores funciona con una serie de alabes curvados hacia adelante (0) que son los que se encargarán de mover el aire aspirado hacia la descarga, la cual se encuentra perpendicular al eje de giro del ventilador.

El movimiento de la maquina esta suministrado por un motor eléctrico, el que se transmite a través de una correa en V y para amortiguar las vibraciones de este, existe un fuelle (1) seguido de una transición (2) que une la sección rectangular con la sección circular de la descarga del aire, en esta, se encuentran dos placas en forma de cruz que se encargan de atenuar las turbulencias del aire.

A continuación, en (3), empieza una sección divergente de 7° que termina en una sección cilíndrica con divisiones cuadradas para disminuir aún más las turbulencias del aire. Finalmente, en (5) se encuentra una sección que servirá como plato orificio donde se variaran los diámetros de salida mediante discos para ir ensayando distintas condiciones.

¿Las curvas tiene la forma esperada para ese tipo de ventilador?

Si se compara con la curva para un ventilador radial vista en clase, se puede decir que el ventilador ensayado tiene la forma esperada, ya que este corresponde a la curva B y en el gráfico 1 se observa una curva similar, un poco más extendida debido a los valores considerados en el eje x correspondiente al caudal. (Ver ilustración 2)

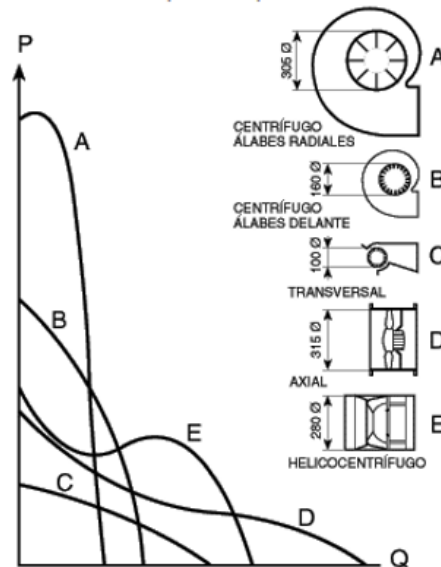


Ilustración 2: Curvas de presión-caudal para distintos ventiladores.
Fuente: Presentación vista en clases, Profesor Tomas Herrera.

Curva de potencia eléctrica vs caudal

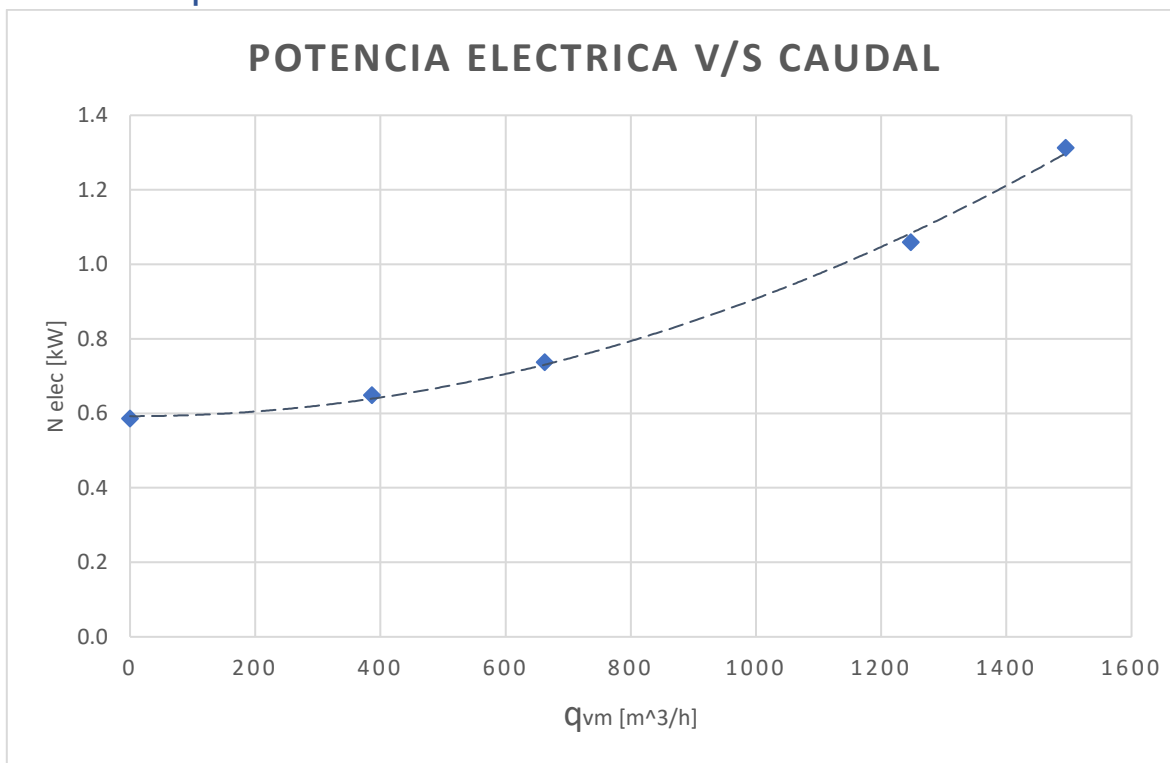


Gráfico 2: Potencia eléctrica v/s caudal.

¿Cuál es la potencia máxima consumida?

La potencia máxima observada en el gráfico 2, corresponde aproximadamente a 1.3 [kW], en el punto de mayor caudal.

¿Cuál es su posible potencia en el eje?

La potencia en el eje del ventilador debe ser menor a la medida con los wattmetros, ya que estos miden la potencia consumida por el motor eléctrico, y habría que restarle las pérdidas del motor y, además, hay que considerar las pérdidas debido a la transmisión por correas, por lo que considerando la eficiencia del motor en un 90% [2] y la de la transmisión en un 93% [3] se obtiene como rendimiento neto un valor de 83.7% y se tendrían los siguientes valores:

Tabla 6: Valores posibles de potencia en el eje

Potencia eje
N eje
[kW]
1.09877
0.88643
0.61692
0.54289
0.49038

Curva de rendimiento vs caudal

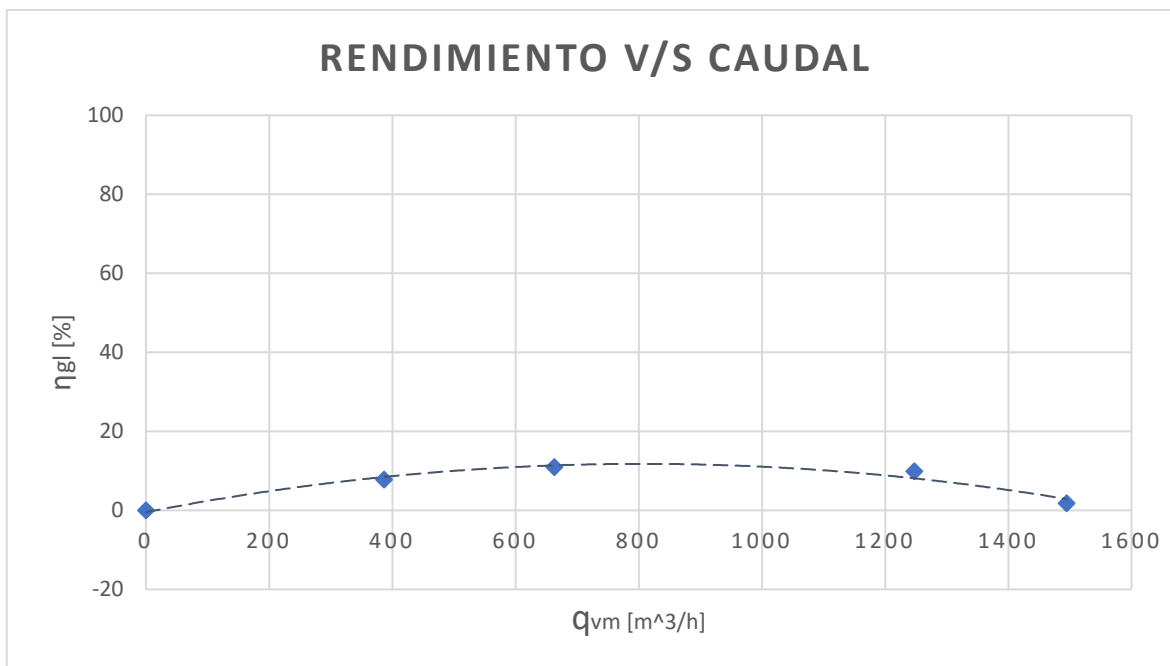


Gráfico 3: Rendimiento v/s caudal

¿Cuál es el punto de óptimo rendimiento?

El rendimiento mas alto de los valores medidos es el tercer punto, con un valor de caudal de 662.8 [m^3/h] con un 10.91% de rendimiento global y si se usa la línea de tendencia se puede tomar como punto máximo aproximado cuando el caudal vale 800 [m^3/h] estando un poco por encima del valor anteriormente mencionado.

Conclusiones:

El ventilador ensayado mostró curvas características de un ventilador radial, en el gráfico 1 se pudo observar el comportamiento de la presión a diferentes caudales, donde este nivel de presión disminuyó a medida que el valor de caudal aumentaba.

También se observó como la potencia consumida aumenta de manera exponencial con respecto al caudal trabajado y algunos valores posibles de la potencia que llega al eje del ventilador, considerando valores de eficiencia del motor eléctrico y de la transmisión por correa.

Finalmente se graficaron los valores de rendimiento global y en base a esto se puede comentar que son valores bastante bajos, sin embargo, son superiores a los obtenidos en el ensayo de compresión (que eran del orden del 4% aprox.) por lo que puede concluirse que estas maquinas transmiten mejor la potencia del movimiento al aire que los compresores, esto puede deberse a que la transferencia de calor al fluido es mucho menor como se observa en la diferencia de temperatura de entrada y salida.

Referencias:

1. Mège, R. (2019) Apunte de compresores – Turbomáquinas PUCV.
2. <https://forococheselectricos.com/2011/11/motor-electrico-versus-motor-de.html>
3. <https://www.grainger.com/know-how/equipment-information/kh-types-of-belt-drives-efficiency#:~:text=At%20the%20time%20of%20installation,is%20not%20periodically%20re%2Dtensioned.>