



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO

“Ensayo de un Ventilador Radial”

Laboratorio de Maquinas
Autor: Antonio Parraguez Rojas
Profesor: Cristóbal Galleguillos Ketterer

5 de diciembre de 2020

Índice

1. Introducción	3
2. Objetivos	3
3. Descripción del ventilador	4
4. Tabulación de los datos proporcionados y calculados	5
5. Curva ΔP v/s q_{vm}	6
6. Curva de potencia eléctrica v/s caudal.	7
7. Curva de rendimiento v/s caudal.	8
8. Conclusión	9
9. Anexo 1	11

1. Introducción

Los ventiladores son maquinas muy importantes en diversas industrias, es por ello que es de suma importancia conocer el comportamiento de estos bajo diferentes condiciones, aquí es donde entra el sistema de cajón reducido que es un método de ensayo para ventiladores industriales, el cual cumple como es de esperarse con la normativa, de esta manera es posible conocer las características del ventilador y su punto de funcionamiento óptimo el cual es de gran importancia tener en conocimiento.

2. Objetivos

Generales

- Determinar el comportamiento de un ventilador radial.

3. Descripción del ventilador



Figura 1: Ventilador radial de álabes curvados hacia adelante [1]

El ventilador utilizado en el ensayo corresponde a un ventilador radial de álabes curvados hacia adelante que es movido por un motor eléctrico mediante un sistema de transmisión por correas, en este ventilador el aire que pasa por los alabes pasa a través de un fuelle que es utilizado para amortiguar las vibraciones del ventilador para posteriormente pasar por una sección de ducto circular que contiene en su interior dos placas, una placa vertical y otra horizontal que se encarga de atenuar la turbulencia del aire, luego de esto pasa por una sección divergente con un ángulo de 7° que finaliza en una pieza cilíndrica que en su salida contiene una serie de divisiones para atenuar el flujo.

Este tipo de ventiladores radiales de alabes curvados hacia adelante se caracterizan por tener su rodetete curvado en igual sentido que la dirección de giro. Ademas, este tipo de ventiladores se caracterizan por entregar un considerable flujo de aire y una baja eficiencia como se vera mas adelante [1].

4. Tabulación de los datos proporcionados y calculados

VALORES MEDIDOS							
	n_x	P_{e4}	t_a	t_d	W_1	W_2	P_{atm}
	[rpm]	[mmHg]	[°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

Figura 2: Tabla de datos proporcionados [1]

VALORES CALCULADOS							
	q_{vm}	ΔP	V_1	ρ_{med}	N_e	N_h	η_{gl}
	m^3/h	Pa	m/s	kg/m ³	KW	KW	%
1	1500,2031	56,0072	5,8954	1,1957	1,3127	0,0233	1,7779
2	1249,9079	301,6119	4,9118	1,1952	1,0591	0,1047	9,8879
3	664,1624	437,2555	2,6100	1,1960	0,7371	0,0807	10,9447
4	386,8194	470,4827	1,5201	1,1982	0,6486	0,0506	7,7941
5	0,0000	550,1556	0,0000	1,1977	0,5859	0,0000	0,0000

Figura 3: Tabla de valores calculados con la tercera medición [1]

Notas sobre los cálculos: Para la realización de los cálculos se hizo uso de las fórmulas proporcionadas, además para la densidad 00 se realizo uso de las tablas presentes en el anexo 1 [3].

5. Curva ΔP v/s q_{vm}

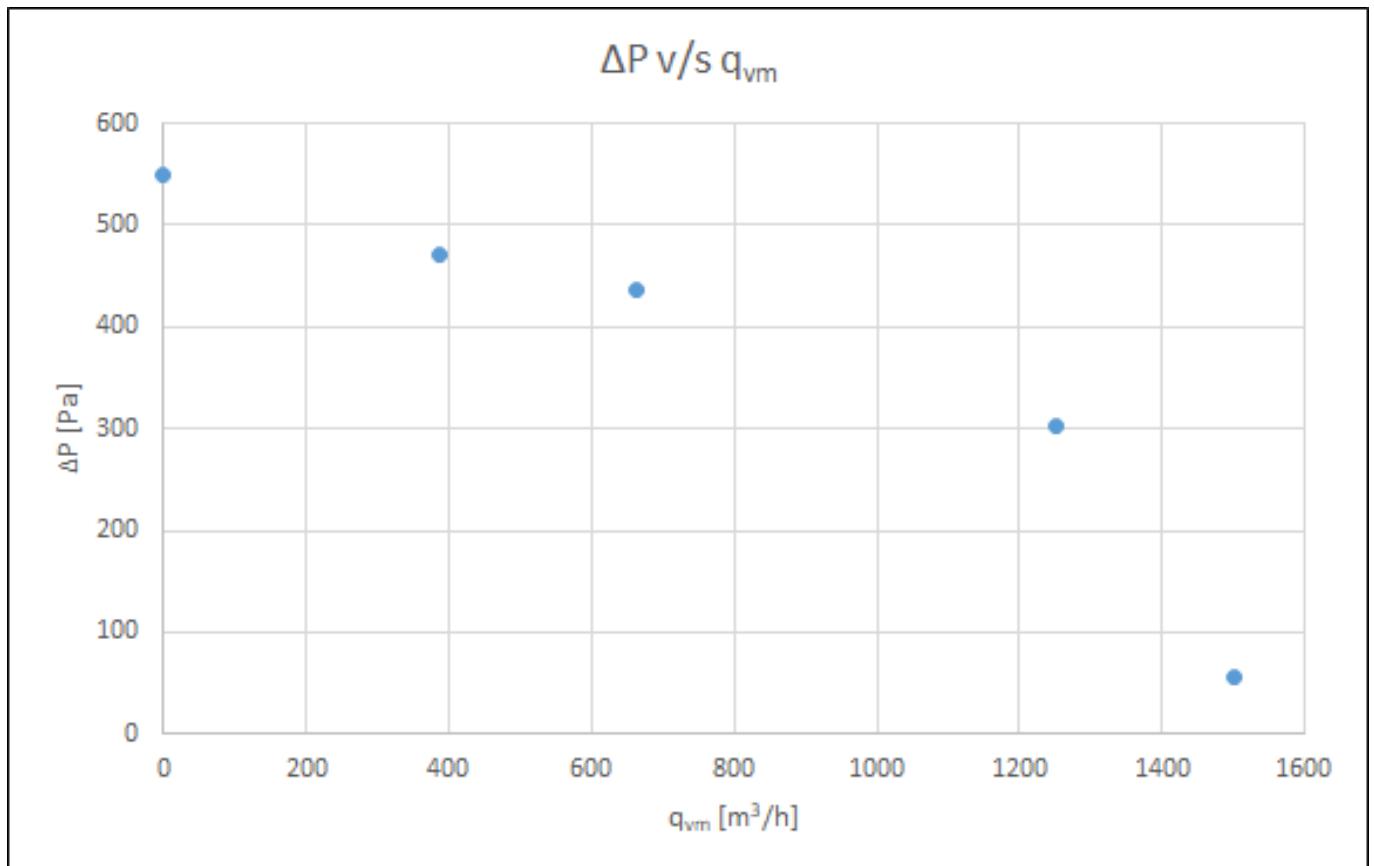


Figura 4: Curva diferencia de presión v/s caudal [1]

La curva obtenida de diferencia de presión v/s caudal es tal y como se esperaba , es decir una curva que tiende al descenso a medida que aumenta el caudal tal y como se aprecia en la curva mostrada en clases, en donde al ir reduciendo el diámetro en la descarga se va disminuyendo el caudal y también junto con esto se produce un aumento de la presión en la sección 4 por las mayores perdidas de carga en la salida. Este aumento de la presión en la sección 4 desencadena en que la diferencia de presión al reducir el diámetro de descarga aumente.

6. Curva de potencia eléctrica v/s caudal.

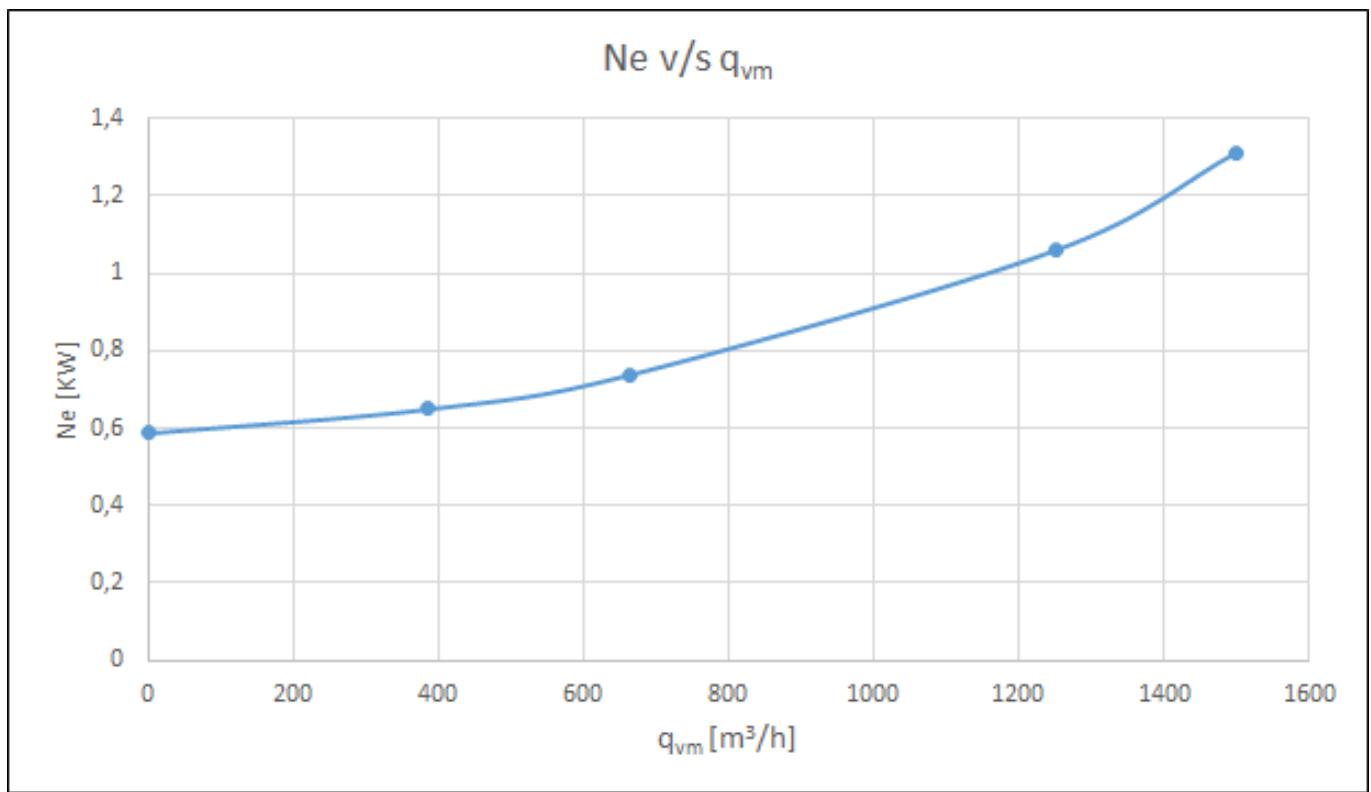


Figura 5: Curva potencia eléctrica v/s caudal [1]

Podemos observar que la potencia máxima consumida se encuentra en el punto en el que el caudal es mayor y se presentan las menores perdidas de carga, con un valor de 1,31 KW.

La potencia en el eje del ventilador esta dada por:

$$P_{eje} = \frac{P_{hidráulica}}{\eta_{ventilador}} \quad (1)$$

De esta manera conociendo el valor de la eficiencia del ventilador es posible hallar la potencia en el eje del ventilador.

7. Curva de rendimiento v/s caudal.

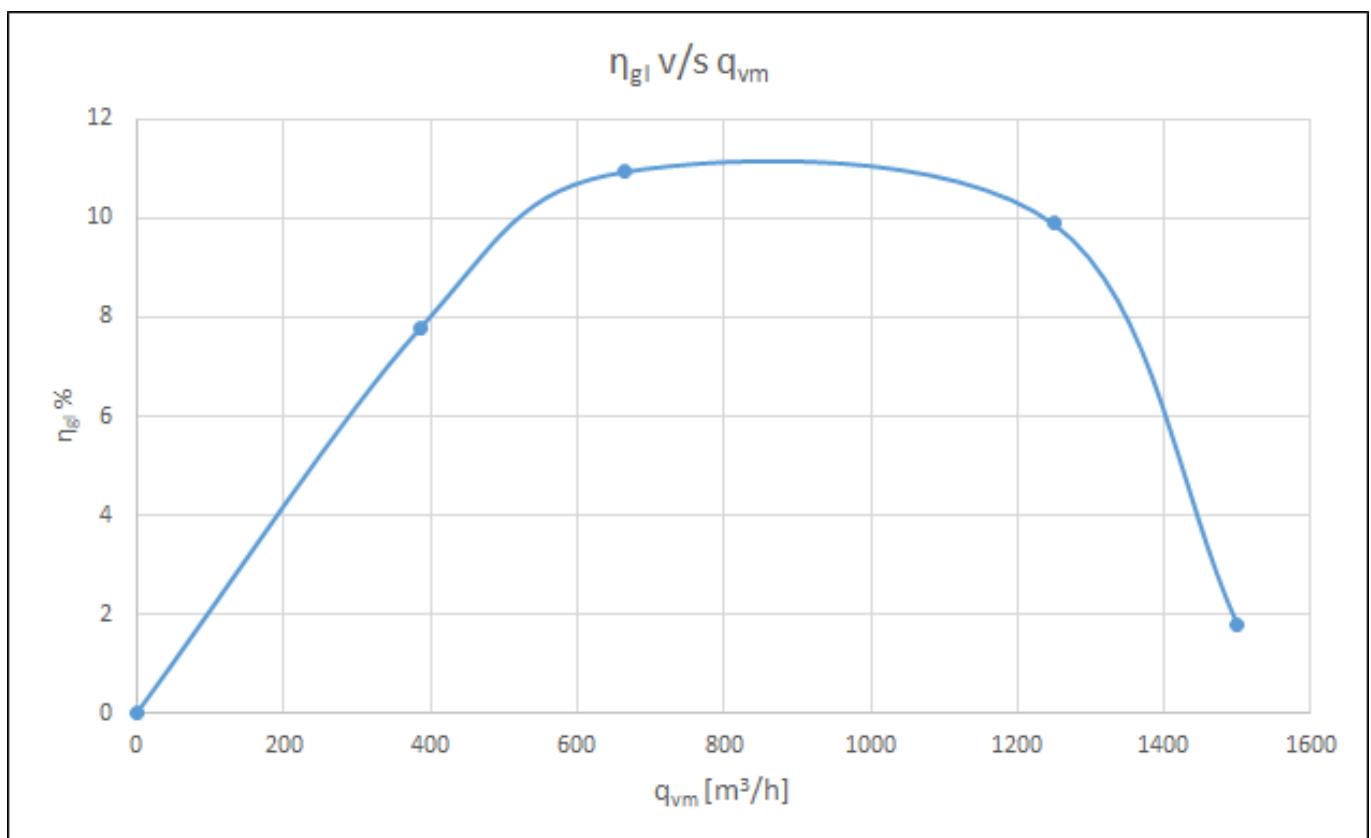


Figura 6: Curva rendimiento v/s caudal [1]

Como podemos observar el punto de óptimo rendimiento se encuentra cuando el caudal es de aproximadamente unos $664,16 \text{ m}^3/\text{h}$, este punto es donde se encuentra la mayor potencia hidráulica con una disminución en la potencia eléctrica, lo que lo convierte en el punto óptimo de operación.

En este gráfico de rendimiento v/s caudal se observa que como es de esperarse en los ventiladores radiales, el rendimiento que presenta es bajo.

8. Conclusión

Los ventiladores son máquinas de gran importancia, en particular los ventiladores radiales si bien son importantes se les ha ido dejando de lado por su bajo rendimiento, dando paso en su mayoría a ventiladores axiales, tal como se observó en nuestro ensayo en el cual el grupo del ventilador con el motor eléctrico no superaron el 11% de rendimiento. Además, se pudo apreciar en el ensayo la importancia de las perdidas de carga en ventiladores, en donde al realizar la variación de esta se producen cambios importantes de diferencia de presiones, rendimiento y potencia eléctrica.

Referencias

- [1] Elaboración propia-Antonio Parraguez.
- [2] Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas-Salvador de las Heras
- [3] "Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones-ENGEL, Yunus A. y John M. CIMBALA,

9. Anexo 1

Propiedades del aire a 1 atm de presión

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidad $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico c_p J/kg - K	Conductividad térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidad dinámica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-5}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2000	0.1553	1264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Nota: Para gases ideales, c_p , k , μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P distinta a 1 atm se determinan cuando se multiplican los valores de p a la temperatura dada por P (en atm) y cuando se dividen ν y α entre P (en atm).

Fuente: Datos generados a partir del Software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 198; and Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena, y P. Hestermann, IFI/Pierur, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.

Figura 7: Diagrama Sankey [3]