

Sesión N° 8

## Ensayo de un ventilador radial

Laboratorio de Máquinas (ICM 557)

Segundo Semestre 2020

Profesores: Cristóbal Galleguillos

Tomas Herrera

Ayudante: Ignacio Ramos

Paralelo: 3

Nombre: 8501

Fecha: 11 de diciembre del 2020

## 1 Resumen

Se presenta un resumen de las conclusiones del análisis obtenido de un ventilador radial centrífugo con rodete de alabe adelantado.

- Bajo consumo respecto a otros ventiladores, pero también un bajo rendimiento. Esto se evidencia al obtener valores de rendimientos de 10,92%.
- Los ventiladores centrífugos de alabe adelantado dan más caudal y menos presión que los del tipo pala atrasada.
- Para solicitudes en los cuales se necesite un ventilados de tamaño pequeño a medio, con rangos de potencias máximos de [3-5] [KW].

## 2 Índice

### Contenido

1 Resumen .....	2
2 Índice .....	3
3 Introducción .....	5
4 Objetivos.....	6
5 Metodología/Procedimientos.....	7
6 Resultados.....	8
6.1 Variación de presión vs Caudal. ....	8
6.2 Curva de potencia eléctrica vs caudal .....	8
6.3 Potencia en el eje.....	9
6.4 Curva de rendimiento vs caudal .....	10
7 Conclusión. ....	11
8 Referencias.....	12
9 Anexo .....	13
9.1 Formulas: .....	13
9.1.1 Caudal: .....	13
9.1.2 Diferencia de presión: .....	13
9.1.3 Velocidad del aire: .....	13
9.1.4 Potencia eléctrica:.....	13
9.1.5 Potencia hidráulica:.....	13
9.1.6 Rendimiento global: .....	13
9.1.7 Error experimental (2): .....	14
9.2 Tablas .....	14
9.2.1 Datos del ensayo de compresor reciproco. ....	14
9.2.2 Datos calculados.....	14

9.3 Tipo de ventilador ensayado.....	14
--------------------------------------	----

### 3 Introducción

Se presenta un resumen de las conclusiones del análisis obtenido del ensayo de un ventilador radial. La finalidad del estudio es la obtención de curvas como la diferencia de presión, potencia eléctrica y rendimiento respecto al caudal. Esto permitirá comparar el tipo de ventilador radial centrífugo con rodete de alabe adelantado con otros tipos según la turbina utilizada,

## 4 Objetivos

En el presente informe se muestran los resultados obtenidos del ensayo de un ventilador radial y su posterior análisis.

Determinar el comportamiento de un ventilador radial<sup>1</sup>.

Preguntas a responder:

- ¿Qué tipo de ventilador es? Descríbalo con detalle.
- ¿Las curvas tiene la forma esperada para ese tipo de ventilador?
- ¿Las curvas tiene la forma esperada para ese tipo de ventilador?
- Curva de potencia eléctrica vs caudal
- ¿Cuál es la potencia máxima consumida?
- ¿Cuál es su posible potencia en el eje?
- Curva de rendimiento vs caudal
- ¿Cuál es el punto de óptimo rendimiento?

---

<sup>1</sup> En Anexo9.3 se encuentra una breve definición del tipo de ventilador estudiado.

## 5 Metodología/Procedimientos.

Para la realización de la experiencia se siguieron los siguientes pasos:

- Hacer un reconocimiento del dispositivo de ensayo.
- Poner en marcha la instalación, con la descarga totalmente abierta.
- Luego de inspeccionar los instrumentos y su operación y esperar que se estabilice su funcionamiento, tome las siguientes mediciones:

$P_{c4}$ : presión diferencial [ $\text{mm}_{\text{H}_2\text{O}}$ ]

$n_x$ : velocidad del ventilador [rpm]

$t_a$ : temperatura ambiente [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_d$ : temperatura de descarga [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$W_1, W_2$ : Potencia eléctrica, método 2 wat [KW]

Finalizadas estas, estrangular la descarga colocando un disco con una abertura menor.

El procedimiento se repite hasta colocar el disco menor y luego tapar totalmente la descarga.

La presión atmosférica,  $\text{mm}_{\text{Hg}}$  se mide al inicio del ensayo.

Para los cálculos correspondientes se utilizaron las fórmulas del anexo 9.1 y las tablas del anexo 9.2.

## 6 Resultados.

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos del ensayo realizado a un ventilador radial sometido a distintas condiciones de operación.

### 6.1 Variación de presión vs Caudal.

En la Grafico1 se representan la Variación de presión vs Caudal<sub>1</sub>. En este se aprecia que el máximo caudal se alcanza a los  $1492,19[\frac{m^3}{h}]$  a una variación de presión de  $55,47[Pa]$  mientras que el mínimo caudal se alcanza a los  $0[\frac{m^3}{h}]$  a una presión de descarga de  $553,18[Pa]$ . La línea de tendencia utilizada es la polinómica de grado 2, dando un error<sub>(2)</sub> para variación de presión de 5,24% respecto al ideal, estando dentro de los márgenes.

Se observa una disminución del caudal a medida que aumenta la variación de presión. Este comportamiento es el esperado para un ventilador radial centrífugo con alabes por delante.

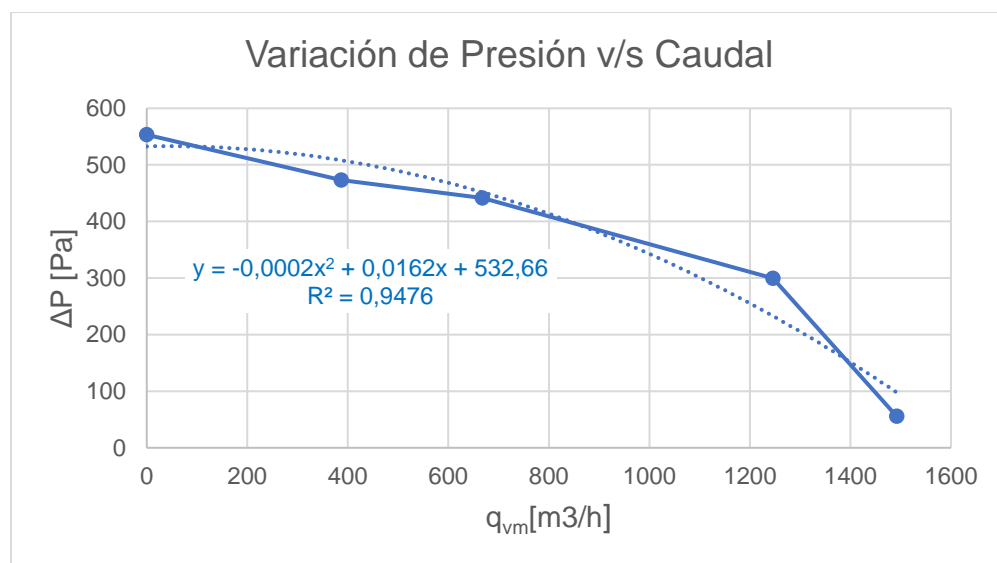


Grafico1: Representación de variaciones de presiones a determinados caudales ensayados.

### 6.2 Curva de potencia eléctrica vs caudal

En la Grafico2 se representan la Potencia eléctrica vs Caudal<sub>1</sub>. En este se aprecia que el máximo caudal se alcanza a los  $1492,19[\frac{m^3}{h}]$  a una potencia eléctrica de  $1,26[KW]$  mientras que el mínimo caudal se alcanza a los  $0[\frac{m^3}{h}]$  a una presión de descarga de  $0,6 [KW]$ . La línea de tendencia utilizada es la polinómica de grado 2, dando un error<sub>(2)</sub> para la potencia eléctrica de 0,19 % respecto al ideal, estando dentro de los márgenes.



Se observa un aumento de la potencia eléctrica a medida que el caudal crece.

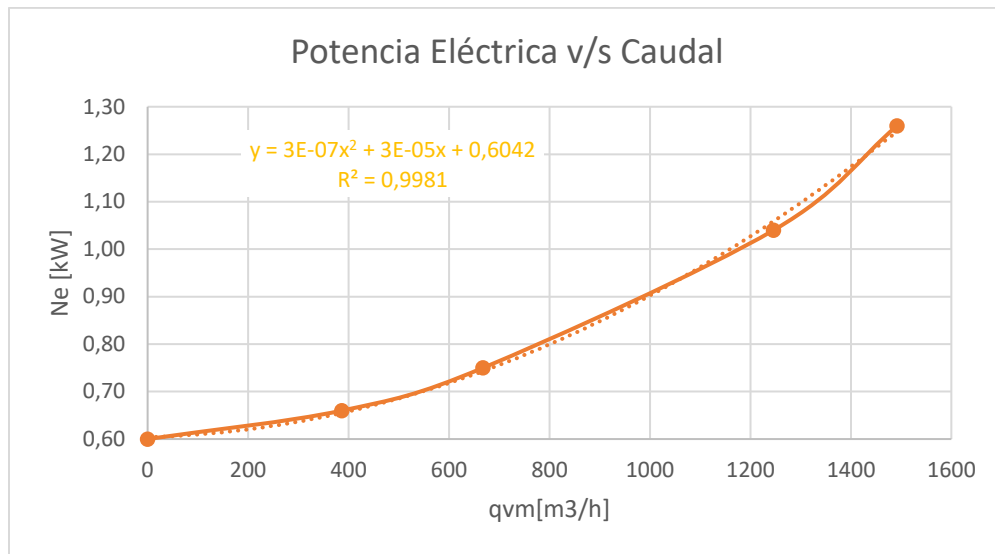


Grafico2: Representación de variaciones de potencia eléctrica a determinados caudales ensayados.

### 6.3 Potencia en el eje

En la tabla 3 se presentan las posibles potencias en el eje con un rendimiento del 81%. El rendimiento estimado fue obtenido mediante la estimación de eficiencia de correas en 90% y para el motor eléctrico de 90%.

Se observa que mediante la corrección realizada la potencia en el eje máximo se alcanza a los 1,02 [KW] a un caudal de  $1492,19 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$  mientras que la mínima potencia al eje se alcanza a los 0,48 [KW] a un caudal de  $0 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ .

	Neje[KW]
1	1,02060
2	0,84240
3	0,60750
4	0,53460
5	0,48600

Tabla 3: Valores obtenidos mediante la corrección de potencia eléctrica para estimación de potencia en el eje.

#### 6.4 Curva de rendimiento vs caudal

En la Grafico3 se representa el Rendimiento vs Caudal<sub>1</sub>. En este se aprecia que la máxima eficiencia es de 10,92% y se alcanza a un caudal de  $667,82 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$ . Mediante una aproximación por la línea de tendencia del grafico3 se puede estimar que la máxima eficiencia es aproximadamente 11% entre caudales de  $[800-1000] \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$  y no el valor mencionado anteriormente. Aun así el valor de rendimiento obtenido, 10,92%, presenta un error inferior al 0,72% siendo una buena estimación respecto al máximo real.

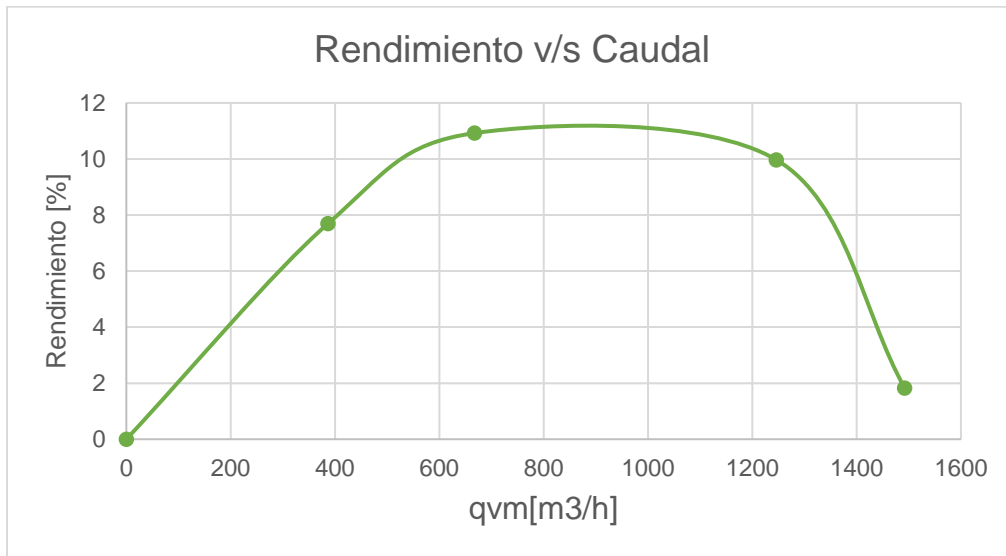


Grafico3: Representación de variaciones de rendimientos a determinados caudales ensayados.

## 7 Conclusión.

- Los ventiladores centrífugos de alabe adelantado dan más caudal y menos presión que los del tipo pala atrasada.
- La eficiencia respecto al consumo generado es baja respecto a otros ventiladores centrífugos. Esto se evidencia al obtener valores de rendimientos de 10,92%.
- La potencia disminuye a medida que el caudal lo hace, esto nos indica que el consumo desciende al bajar el caudal y subir el diferencial de presión.
- La regulación del caudal se logra mediante la trampilla, generando un estrangulamiento del paso de aire. Al requerir menos caudal el consumo del ventilador desciende, con lo que no hay ningún riesgo de quemar el motor.
- Se estima que la mayor utilización de acuerdo a los valores obtenidos es para solicitudes en los cuales se necesite un ventilados de tamaño pequeño a medio, con rangos de potencias máximos de [3-5] [KW].
- Al disponer me un gran numero de alabes se reduce el ruido, siendo una característica a favor.

## 8 Referencias.

- Ventiladores centrífugos, <<Jesús Lahidalga Serna>>.
  - [https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/059095.pdf#:~:text=Un%20ventilador%20centr%C3%ADfugo%20es%20un,aire%20o%20un%20fluido%20gasiforme.](https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/059095.pdf#:~:text=Un%20ventilador%20centr%C3%ADfugo%20es%20un,aire%20o%20un%20fluido%20gasiforme.)
- PPT IME 447 Ventilador Radial, proporcionado en clases.
- Clasificación de ventiladores
  - <https://www.solerpalau.com/es-cl/hojas-tecnicas-clasificacion-de-ventiladores/>
  - <https://www.sdtair.com/ventiladores-centrifugos-caracteristicas-y-ventajas>
- Texto guía:
  - Termodinámica 6th edición, Yunus A. Cengel.

## 9 Anexo

### 9.1 Formulas:

#### 9.1.1 Caudal:

$$q_{vm} = \alpha * S_5 * \left( \frac{2 * P_{e4}}{\rho_{o5}} \right)^{1/2} [KW]$$

DATOS		
D <sub>5</sub>	D <sub>5</sub> /D <sub>4</sub>	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

P<sub>e4</sub> en [Pa] en todas las fórmulas.

#### 9.1.2 Diferencia de presión:

$$\Delta P = P_{e4} + 0,263 * \frac{V_1^2}{2} [Pa]$$

#### 9.1.3 Velocidad del aire:

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

Donde:

$$S_1 = 0,070686 [m^2]$$

#### 9.1.4 Potencia eléctrica:

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

#### 9.1.5 Potencia hidráulica:

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

#### 9.1.6 Rendimiento global:

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

### 9.1.7 Error experimental (2):

Para el cálculo de errores experimentales se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Error} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teorico}}{\text{valor teorico}} * 100$$

## 9.2 Tablas

### 9.2.1 Datos del ensayo de compresor reciproco.

	nx	P <sub>e4</sub>	ta	td	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	P <sub>atm</sub>
	[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

Tabla1: Los valores medidos en la prueba de ensayo del ventilador radial.

### 9.2.2 Datos calculados.

	q <sub>vm</sub>	ΔP	V <sub>1</sub>	ρ <sub>med</sub>	Ne	Nh	η <sub>gl</sub>
	[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[m/s]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kW]	[kW]	[%]
1	1492,19680	55,47200	5,86395	1,2	1,26	0,02299	1,82485
2	1246,19200	299,48100	4,89722	1,2	1,04	0,10367	9,96825
3	667,82900	441,67200	2,62440	1,2	0,75	0,08193	10,92450
4	386,81200	472,85100	1,52007	1,2	0,66	0,05081	7,69800
5	0,00000	553,18200	0,00000	1,2	0,60	0,00000	0,00000

Tabla2: Datos calculados que representan los distintos valores con sus respectivas normalizaciones.

## 9.3 Tipo de ventilador ensayado

Un ventilador centrífugo es un aparato compuesto por un rodete de álabes que giran dentro de una carcasa o voluta en forma de espiral. Tiene como finalidad mover aire (también apto para líquido o elementos gaseiformes) expulsándolo a gran velocidad por la cavidad de salida y así refrescar el espacio removiendo el aire caliente. Normalmente funciona gracias a un motor eléctrico. El ventilador ensayado es uno centrífugos con rodete de álabe adelantado en donde los rodetes de estos ventiladores disponen de muchos álabes de pequeña dimensión (anchura), su forma suele ser del tipo de “media caña”. También se les conoce como del tipo “jaula de ardilla”.