

INFORME V: COMPORTAMIENTO DEL COMPRESOR DE TORNILLO

Por:

Franco Araya Saavedra

Profesores:

Cristóbal Galleguillos

Tomas Herrera

Escuela de ingeniería Mecánica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

2020

Índice de contenido

Índice de contenido	2
Índice de gráficos	3
1 Introducción	4
1.1 objetivos Generales	4
1.1.1 Objetivos específicos	4
2 Características del compresor y metodología para obtención de datos	4
2.1 Características del compresor	4
2.2 Metodología para obtención de datos	4
2.3 Variables a medir.....	5
2.4 Condiciones Iniciales de trabajo	5
3 Valores obtenidos experimentalmente y cálculos	5
3.1 Capacidad o caudal de aire libre.....	6
3.2 Estandarización del caudal de aire libre	7
3.3 Grafico y análisis de datos	8
3.4 PRP	9
3.3 Humedad de Entrada y Salida.....	9
4 Conclusión.....	10
5 Referencias	11

Índice de gráficos

Tabla 1: Datos obtenidos de la experiencia de laboratorio.....	5
Tabla 2: Caudal de aire libre en condiciones no estándar	6
Tabla 3: Caudal de aire libre en condiciones estándar de presión y temperatura	7
Tabla 4: Valores de caudal estandarizados	8
Gráfico 1: Caudal de aire libre en función de la presión	8
Tabla 5: Presiones de saturación de Entrada y Salida	9
Tabla 4: Humedad absoluta de Entrada y Salida.....	9

1 introducción

En el presente informe se trabajará con un compresor de tornillo de la marca ATLAS COPCO del año 2011 para su análisis del comportamiento a diferentes condiciones de uso.

En este se tomarán datos preliminares dados por los docentes de la experiencia realizada en laboratorio y medida en dicha instancia.

1.1 Objetivo general

Analizar el comportamiento del compresor de tornillo como máquina de una instalación industrial.

1.1.1 Objetivos específicos

- Determinar la capacidad a distintas presiones.

2 características y Metodología para la obtención de datos

2.1 Características del Compresor.

- Modelo GA7 VSD FF.
- VSD: Implica que posee un variador de frecuencia, lo que permite el control de capacidad por variación de velocidad de rotación.
- No tiene válvulas.
- Velocidad máxima de rotación: 4.350 [rpm].
- Transmisión por correas.
- Factor de potencia motor eléctrico: 0,9 [-].
- Corriente Límite: 17 [A].
- Rango de presión: 5,5 a 12,7 [bar].
- Presión nominal: 7 [bar].¹

2.2 Metodología de obtención de datos

Para la obtención de los datos preliminares al cálculo de parámetros a analizar se hizo el siguiente procedimiento.

- Programar el compresor a una presión de 5,5 [bar] y regular el caudal de descarga para que se mantenga a esa presión con el máximo caudal posible.
- Se calculan valores propios del funcionamiento del compresor para su posterior análisis.
- Se repite el proceso de medidas para una presión de 6, 7, 8 y 9 [bar] tomando precaución de medir la presión atmosférica al iniciar cada ensayo.

2.3 Variables a medir

Para el análisis y cálculos posteriores se deben medir las siguientes condiciones en el ensayo.

- Presión de descarga, [bar].
- Velocidad del compresor, [rpm].
- Temperatura ambiente, [°C].
- Temperatura de descarga del compresor, [°C].
- Temperatura de PRP secador, [°C].
- Temperatura del estanque de baja presión, [°C].
- Presión en el estanque de baja presión, [cmca].
- Corriente eléctrica, [A].

2.4 Condiciones Iniciales de trabajo

Las normas ANSI/AMCA 210-99 y ANSI/ASHRAE 51-99 establecen como condiciones estándar al aire a una temperatura de 293, 15 [K], una presión de 101.325 [Pa] y una humedad relativa del 50 [%].

Los valores dados por el fabricante se refieren a aire FAD, según norma ISO 1217, Temperatura de 293,15 [K], presión de 1 [bar] y humedad relativa de 0 [%].

3 Valores obtenidos experimentalmente y cálculos

Hecho el trabajo en laboratorio para la obtención de datos, se obtiene la siguiente tabla de valores experimentales medidos.

P_d	n	t_{amb}	H_{amb}	t_{desc}	PRP	t_{EBP}	Δh	I	Q	P_{atm}
[bar]	[rpm]	[°C]	%	[°C]	[°C]	[°C]	[mm _{ca}]	[A]	[%]	[mm _{H₂O}]
5,5	4315	18	59,4	73	4	20	476	17	98	759,5
6	4350	19	58,9	73	4	20	484	16	100	759,5
7	4350	18	58,6	75	4	21	464	17	100	759,5
8	4176	18	58,9	76	4	21,5	406	17	100	759,5
9	3984	19	58,9	77	4	21	348	17	100	759,5

TABLA 1 DATOS OBTENIDOS DE LA EXPERIENCIA EN LABORATORIO

3.1 Capacidad o caudal de aire libre

Para el calculo del caudal de aire libre medido en [m³/h] debemos resolver la siguiente ecuación:

$$V = 8.62 * a * S * T_a * \sqrt{\frac{H}{T * P_a}}$$

De donde sabemos que:

A = 0,600 coeficiente de caudal del diafragma

S=sección del orificio del diafragma en [cm²] =22 [mm]

T_a= temperatura absoluta de aspiración del compresor [K]

T= Temperatura absoluta del estanque de baja presión [K]

H= presión en el manómetro diferencial [cm agua]

P_a: presión barométrica [cm agua]

Para las consideraciones necesarias de las fórmulas planteadas, se hace la conversión directa de unidades en el Excel, por lo cual los resultados están convertidos en las unidades solicitadas.

Dada esta formula se calcula el Valor del Caudal de aire libre sin corregir las condiciones iniciales dadas por el fabricante, obtendremos la siguiente tabla:

TABLA 2 CAUDAL DE AIRE LIBRE EN CONDICIONES NO ESTÁNDAR

P.Des	Caudal		Veloc.
p _d	Q		n
[bar]	[m ³ /h]	[%]	[rpm]
5,5	71,7095	98	4315
6	72,5580	100	4350
7	70,6795	100	4350
8	66,0585	100	4176
9	61,4205	100	3984

3.2 Estandarización del Caudal de Aire Libre.

Dado que las condiciones iniciales del compresor difieren de las condiciones que el fabricante recomienda, se debe realizar una estandarización de las medidas obtenidas en la Tabla 2. Para dicho procedimiento se emplea la siguiente Formula:

$$q_{NxRh} = q_x \frac{T_N}{T_x} \frac{P_x}{P_N}$$

De lo cual se comprende que las terminologías en “N” hacen referencia a las condiciones nominales del compresor y con lo cual obtenemos los siguientes datos.

Pd	qx	q_{NxRh}
[bar]	[m3/h]	[m3/h]
5,5	71,7095	73,1350
6	72,5580	73,7470
7	70,6795	72,0845
8	66,0585	67,3717
9	61,4205	62,4270

TABLA 3 CAUDAL AL AIRE REFERIDO A CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.

Luego de estandarizado el caudal por condiciones de presión y temperatura dadas por el fabricante, se debe aplicar las fórmulas de estandarización para la humedad y velocidad de rotación que el fabricante propone. Para ello se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$q_{Nx} = q_{NxRh} \frac{\left(1 - \frac{xRh * P_s}{P_{atm}}\right)}{1} \text{ y } q_N = q_{Nx} \frac{n}{n_x}$$

Donde:

q_{Nx} = Caudal o capacidad en $[m^3/hr]$, referido a condiciones estándar de presión, temperatura y humedad relativa.

q_N = Caudal o capacidad en $[m^3/hr]$, referido a condiciones estándar y a velocidad de referencia.

De los cuales sus valores medidos se muestran en la Tabla 4

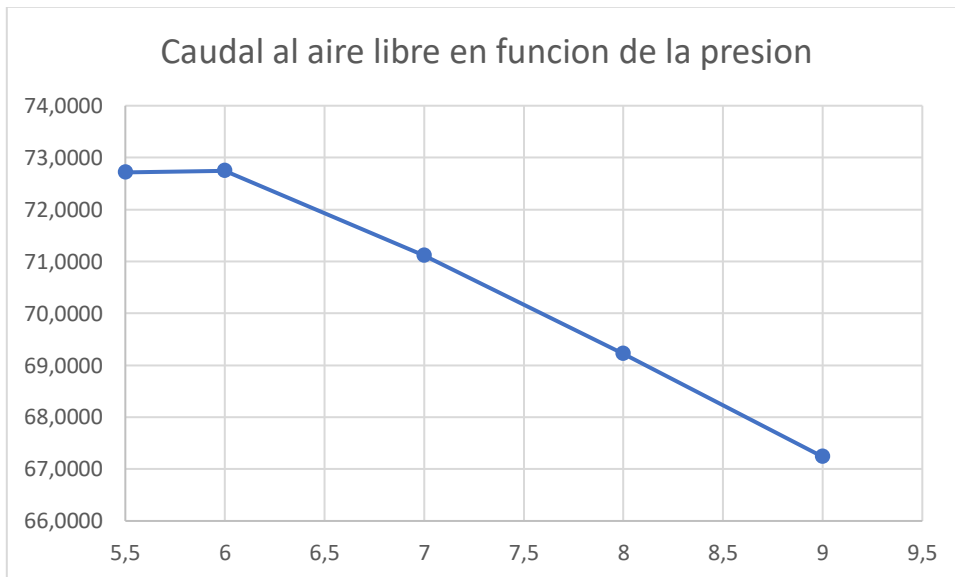
TABLA 4 VALORES DE CAUDAL POR ESTANDARIZACIÓN

P_d	q_x	q_{NxRh}	q_{nx}	q_N
[bar]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]
5,5	71,7095	73,1350	72,1330	72,7181261
6	72,5580	73,7470	72,7452	72,7451852
7	70,6795	72,0845	71,1102	71,1102413
8	66,0585	67,3717	66,4565	69,2254858
9	61,4205	62,4270	61,5790	67,2360667

Ya con los valores medidos a la escala del fabricante, se puede empezar a graficar los datos otorgados para su análisis y comparación con los datos iniciales del compresor.

3.3 Gráficas y análisis de datos

Dado los resultados experimentales obtenidos de las mediciones de laboratorio, se puede generar la siguiente gráfica:



Comparando la gráfica con las especificaciones de fabricante podemos concluir que los valores medidos en la experiencia de laboratorio están en el rango de caudal expuesto por el fabricante.

3.4 PRP

El PRP o temperatura de punto de rocío es la forma en la cual podemos medir la sequedad del aire comprimido.

Existe dos conceptos importantes de conocer sobre el punto de rocío, los cuales son:

- Punto de Rocío Atmosférico: Corresponde a la temperatura a la que el vapor de agua comienza a condensarse en la naturaleza, es decir, a la presión atmosférica.
- Punto de Rocío a Presión: Corresponde a la temperatura a la que el vapor de agua comienza a condensarse con una presión superior, es decir, la temperatura de condensación que nos puede afectar en una instalación de aire comprimido.²

3.5 Humedad de entrada y salida

Para calcular la humedad de entrada y salida del compresor, previamente debemos hacer

el cálculo de humedad relativa la cual viene dada por $T_{HR} = \sqrt[8]{\frac{HR}{100}} * (T + 110) - 110$

De donde obtenemos lo siguiente

TABLA 5 PRESIONES DE SATURACIÓN DE ENTRADA Y SALIDA

p_d	PRP	t_{amb}	P entrada	t_{desc}	P Salida
[bar]	[°C]	[°C]	[kPa]	[°C]	[kPa]
5,5	4	18	2,07	73	35,46
6	4	19	2,2	73	35,46
7	4	18	2,07	75	38,6
8	4	18	2,07	76	40,24
9	4	19	2,2	77	41,94

Posteriormente y obtenidas la presión de saturación, procedemos al cálculo de la humedad absoluta

p_d	P entrada	P Salida	H absoluta E.	H absoluta S
[bar]	[kPa]	[kPa]	[kgH2O-kgAire]	[kgH2O-kgAire]
5,5	2,07	35,46	13×10^{-4}	9×10^{-4}
6	2,2	35,46	12×10^{-4}	8×10^{-4}
7	2,07	38,6	11×10^{-4}	7×10^{-4}
8	2,07	40,24	9×10^{-4}	6×10^{-4}
9	2,2	41,94	9×10^{-4}	6×10^{-4}

4 Conclusiones

Luego de la evaluación y análisis de la experiencia realizada en el compresor de tornillo, se puede concluir que el funcionamiento de la maquina esta dentro de los rangos y aspectos propios de las condiciones de fabricación. Sus parámetros experimentales nos demuestran el correcto uso y funcionamiento de este.

Su humedad absoluta se mantiene dentro de los parámetros establecidos por el fabricante y en general podemos decir que su funcionamiento esta en un alto nivel.

5 Referencias

[1] Información entregada por el profesor en la clase teórica sobre el Compresor de tornillo

[2] Referencia a punto de rocío, extraído de la página mundocompresor.com y extraído el 10 de Noviembre del 2020 <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/punto-de-rocio>