



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Informe N°6: Ensayo de un Compresor de Tornillo

Laboratorio de Máquinas

Profesores

Cristóbal Galleguillos Ketterer

Tomás Herrera Muñoz

Alumno

Héctor Muzio Harris

Resumen

En el presente informe se pudo apreciar como van cambiando los caudales obtenidos mediante el ensayo de un compresor de tornillo (Modelo GA7 VSD FF), a diferentes presiones de descarga.

Por otra parte, se pudo apreciar que los caudales calculados directamente del ensayo tuvieron que ser modificados según norma ISO 1217, para poder ser comparados de manera correcta con los datos tabulados por el fabricante.

A continuación, se mostrará una tabla resumen en donde se encuentran los caudales a distintas presiones de descargas, ya modificados por la norma, y a cuanto % equivalen del valor máximo entregado por el fabricante.

P.Des		
p _d	q _N	%
[bar]	[m ³ /h]	[-]
5,5	72,88541093	92,4941763
6	72,85439755	92,7293593
7	71,27214233	91,2575446
8	69,3836195	95,3333601
9	67,33690678	99,8175315

Tabla 1

Índice

Introducción	4
Objetivos	5
Trabajo de laboratorio.	5
Instalar	5
Medir:.....	5
Tabla de valores medidos	6
.....	6
Fórmulas	6
Constantes utilizadas	7
Datos De fabricante	7
Caudales Máximos interpolados a otras presiones de descarga	8
Tabla de valores obtenidos	8
Desarrollo.....	9
Describa utilizando un esquema del compresor su operación.	9
Descripción funcionamiento.....	10
Grafique el caudal corregido en función de la presión de descarga.	10
¿Compare los valores obtenidos con los que señala el fabricante?	11
¿Los valores están en el rango que le corresponde?	11
¿Qué comentario surge de lo anterior?	12
¿Qué significa el punto de rocío?	12
Calcule el contenido de humedad del aire que entra y que sale del compresor.	12
Conclusión.....	13
Bibliografía.	14

Introducción

La necesidad de obtener aire a diferentes presiones sobre la atmosférica se puede solucionar perfectamente con la ayuda de un compresor. Existen muchos tipos de compresores, siendo el de tornillo uno de ellos.

La escuela cuenta con esta máquina de desplazamiento positivo, específicamente el modelo GA7 VSD FF. Una maquina moderna (2012), y con muchos sistemas de control.

En el presente informe se realizarán diferentes mediciones a distintas presiones de descarga, con el fin de poder comparar los datos obtenidos en el ensayo, con los datos del fabricante. Debido a que las condiciones del ensayo son distintas a las cuales el fabricante realizó sus mediciones, es necesario modificar los caudales obtenidos, para que las comparaciones con los datos de catálogo sean validas (ISO 1217).

Objetivos

- a) Analizar el comportamiento del compresor de tornillo como máquina de una instalación industrial.
- b) Determinar la capacidad a distintas presiones.

Trabajo de laboratorio.

Instalar

- a)
 - 2.1 Poner en marcha la instalación, programando el compresor a una presión de 7 [bar].
 - 2.2 Cerrar la descarga del estanque de almacenamiento.
 - 2.3 Descargar parcialmente el estanque y observar cómo actúan los sistemas automáticos.
- b)
 - 2.4 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.

Medir:

- * 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].

— Se repiten las mediciones para las presiones 6, 7, 8 y 9 [bar].

La presión atmosférica, [mmHg], se mide al inicio del ensayo.

Tabla de valores medidos

COMPRESOR DE TORNILLO										
P.Des	Veloc.	Temp Amb	Hum. Amb.	Temp Desc.	Punto Rocío	Temp. EBP	Pres. EBP	Corriente	Caudal	Pres. Atm
p _d	n	t _{amb}	H _{amb}	t _{desc}	PRP	t _{EBP}	Δh	I	Q	P _{atm}
[bar]	[rpm]	[°C]	%	[°C]	[°C]	[°C]	[Cm _{ca}]	[A]	[%]	[cm _{H2O}]
5,5	4315	18	59,4	73	4	20	47,6	17	98	1032,55
6	4350	19	58,9	73	4	20	48,4	16	100	1032,55
7	4350	18	58,6	75	4	21	46,4	17	100	1032,55
8	4176	18	58,9	76	4	21,5	40,6	17	100	1032,55
9	3984	19	58,9	77	4	21	34,8	17	100	1032,55

Tabla 2

Fórmulas

Capacidad:

$$V = 8,62 * \alpha * S * T_a * \sqrt{\frac{H}{T * P_a}}$$

ESTANQUE DE BAJA PRESIÓN

Donde:

- V: Capacidad, caudal de aire libre [m³/h]
 α= 0,600 coeficiente de caudal del diafragma
 S: sección del orificio del diafragma en [cm²], el diámetro es de 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}]

Constantes utilizadas

constantes	
α	S
0,6	3,801327111

Tabla 3

P _{atm} Medida	T _N	P _N
[Kpa]	[°k]	[Kpa]
101,2586	293,15	100

Tabla 4

Temp	P sat
Amb	
t _{amb}	
[°C]	[Kpa]
18	2,06244
19	2,1955
18	2,06244
18	2,06244
19	2,1955

Tabla 5

Datos De fabricante

Pd	Caudal Max
[Bar]	[m ³ /h]
5,5	78,8
7	78,1
9,5	64,8
12,5	51,12

Tabla 6

Caudales Máximos interpolados a otras presiones de descarga

Pd	Caudal Max
[Bar]	[m ³ /h]
5,5	78,8
6	78,5667
7	78,1
8	72,78
9	67,46
9,5	64,8
12,5	51,12

Tabla 7

- Casillas en verde, valores del fabricante
- Casillas en naranja, valores interpolados linealmente

Tabla de valores obtenidos

P.Des	Caudal inicial	Velocidad	Caudal			
p _d	V	N	q _{Nxrh}	q _{Nx}	q _N	%
[bar]	[m ³ /h]	[Rpm]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[-]
5,5	71,78166624	4315	73,1844069	72,29897659	72,8854109	92,4941763
6	72,6309686	4350	73,7968394	72,85439755	72,8543976	92,7293593
7	70,75050956	4350	72,1330996	71,27214233	71,2721423	91,2575446
8	66,12486558	4176	67,4170624	66,60827472	69,3836195	95,3333601
9	61,48218593	3984	62,4690967	61,67131876	67,3369068	99,8175315

Tabla 8

Desarrollo

Describe utilizando un esquema del compresor su operación.

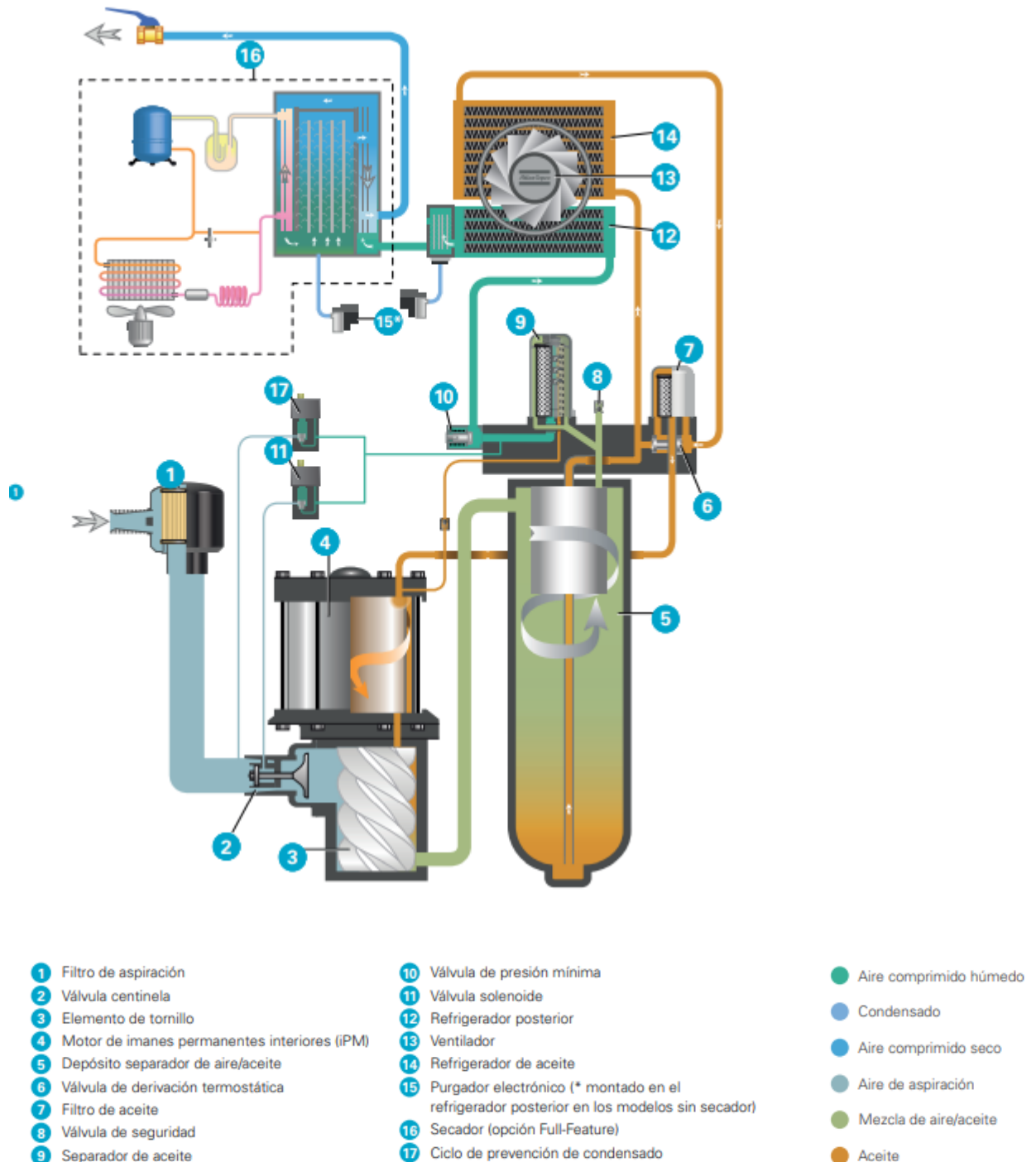


Ilustración 1

Fuente: Anexo 1

Descripción funcionamiento

- El aire, antes de entrar al compresor, pasa por un sistema de filtros, filtro de impacto, y filtro de membrana (similar al de los automóviles).
- El aire es comprimido por el compresor de tornillos, y queda impregnado de aceite debido a la lubricación de éste.
- Por medio de la acción de 2 separadores centrífugos se separa el aire del aceite, el aceite pasa por un filtro y un intercambiador de calor para luego volver al tornillo.
- El aire pasa por un intercambiador de calor, el cual posee un ventilador, el mismo que se utiliza para el intercambiador de calor del aceite.
- Posteriormente el aire pasa por un sistema de enfriamiento, que condensa la humedad del aire, permitiendo que el aire que salga sea seco.

Grafique el caudal corregido en función de la presión de descarga.

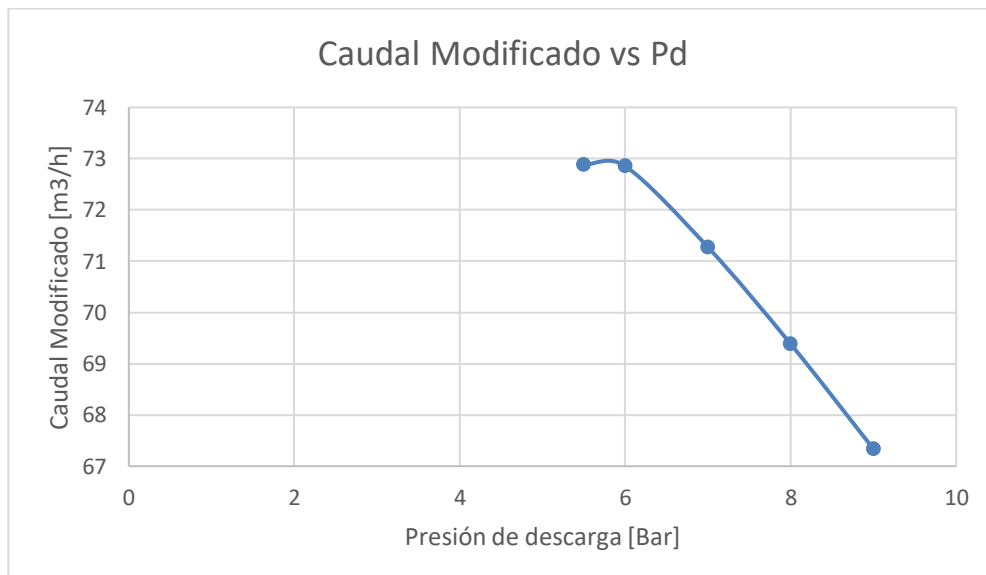


Gráfico 1

¿Compare los valores obtenidos con los que señala el fabricante?

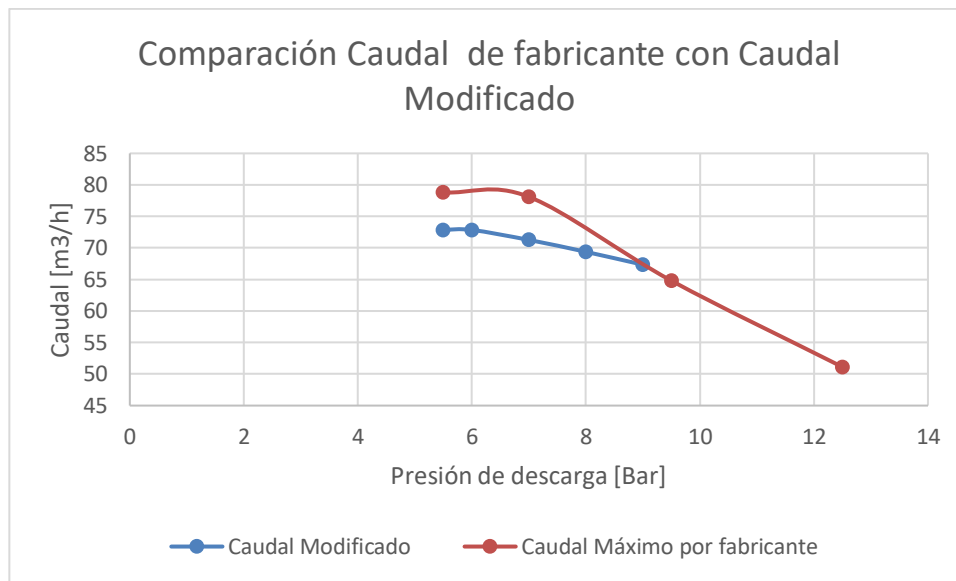


Gráfico 2

¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Los valores de caudal están en el rango que corresponden, ya que, haciendo una interpolación lineal de los valores máximos del fabricante, en las presiones de descargas del ensayo, obtenemos que, en ningún caso, el caudal ensayado y ya modificado supera al caudal máximo entregado por el fabricante. Lo cual se puede ver en la columna 3 de la tabla 10.

Pd	Caudal Max
[Bar]	[m³/h]
5,5	78,8
6	78,5667
7	78,1
8	72,78
9	67,46
9,5	64,8
12,5	51,12

Tabla 9

- Casillas en verde, valores del fabricante
- Casillas en naranja, valores interpolados linealmente

P.Des		
Pd	qN	%
[bar]	[m3/h]	[-]
5,5	72,88541093	92,4941763
6	72,85439755	92,7293593
7	71,27214233	91,2575446
8	69,3836195	95,3333601
9	67,33690678	99,8175315

Tabla 10

¿Qué comentario surge de lo anterior?

Es importante mencionar que esta comparación es posible a que se equipararon las condiciones de las mediciones del ensayo, con las condiciones de los datos del fabricante, si no se hubiesen hechos las modificaciones para considerar las temperaturas ambientes, presiones atmosféricas, humedad relativa y rpm, no sería válida la comparación entre caudales.

Otro aspecto relevante, es el señalar que ningún dato de caudal calculado es superior al caudal máximo dado por el fabricante, lo que sirve para comprobar que las mediciones obtenidas se encuentran dentro del rango establecido.

¿Qué significa el punto de rocío?

El concepto de punto de rocío se refiere cuando se condensa el vapor de agua que hay en el aire. En el aire siempre existe vapor de agua, cuya cantidad está vinculada al nivel de humedad. Cuando la humedad relativa alcanza el 100%, se produce la saturación del aire y se alcanza el punto de rocío. El punto de rocío llega, por lo tanto, cuando se incrementa la humedad relativa y la temperatura no varía o cuando la temperatura desciende, pero se mantiene la humedad relativa, importante destacar que, al cambiar la presión, también se modificará la temperatura de rocío. [Referencia anexo 2]

Calcule el contenido de humedad del aire que entra y que sale del compresor.

P.Des	Hum. Amb.	Punto	Temp	Masa agua entra	Densidad	masa agua sale
		Rocío	Amb		aire seco	
Pd	H _{amb}	PRP	t _{amb}		ρ	
[bar]	%	[°C]	[°C]	[gr agua/Kg aire seco]	[kg/m ³]	m _{vw} /m _{as} ³
5,5	59,4	4	18	7,618	8,18	0,96
6	58,9	4	19	8,05	8,81	0,9
7	58,6	4	18	7,514	10,07	0,85
8	58,9	4	18	7,553	11,33	0,75
9	58,9	4	19	8,05	12,58	0,63

Tabla 11

Cálculos realizados en base a presión atmosférica igual a 1 atmósfera.

Conclusión

A modo de cierre es importante destacar los resultados más llamativos de este ensayo e informe, entre los cuales destacan, la necesidad de regirnos a la norma ISO 1217 para poder comparar de manera exitosa el FAD del ensayo, con el del catálogo del compresor de tornillo.

La existencia de un mecanismo centrífugo en el sistema de compresión, es un elemento muy interesante e imprescindible para la obtención de un aire comprimido que no esté contaminado con aceite y pueda ser perjudicial para la salud de las personas.

La tendencia de las curvas del FAD calculado es interesante, pero a la vez tiene mucho sentido, y más aún cuando tiene similitud con las curvas entregadas por el fabricante. La tendencia a disminuir del caudal a medida que va aumentando la presión de descarga, se explica por la misma aplicación de la fórmula entregada para calcular el caudal, ya que a medida que aumenta la presión de descarga, disminuye la presión del estanque de baja presión (numerador en la fórmula), y aumenta muy levemente la temperatura del estanque de baja presión (denominador en la formula), lo que contribuye a que a medida que aumenta la presión de descarga, vaya disminuyendo el caudal calculado.

Bibliografía.

Anexos

1. Atlas Copco, Compresores de tornillo rotativos con inyección de aceite, Diagrama de flujo GA 7-37 VSD.
2. Definición de, Punto de Rocío, encontrar en <https://definicion.de/punto-de-rocio/>
3. Ramiro Mege, Rendimiento de compresores, PPT Aire Húmedo.
4. Gráficos y tablas corresponden a elaboración propia.
5. Tomas Herrera Muñoz, IME 447 Laboratorio de Máquinas, Comportamiento del compresor de Tornillo.