

# Estudio experimental de las pérdidas en válvulas de compresores reciprocantes de una etapa ante variaciones de las revoluciones y la presión de descarga

## Experimental study of losses in one stage alternative compressor valves on variations of the revolutions and the discharge pressure

H. Espinoza\*, M.L. Collado, E Rodríguez y L. Patiño.  
Centro de Termofluidodinámica y Mantenimiento (CTYM). Instituto de Investigación y Desarrollo Anzoátegui,  
Universidad de Oriente. Puerto La Cruz. Venezuela. Fax: 0281-2676885.  
\*hespinoz@ci.udo.edu.ve

### Resumen

*Las pérdidas en válvulas representan la cantidad de potencia utilizada para cargar y descargar el gas en un compresor a través de sus válvulas. En el presente trabajo se realiza un análisis experimental del efecto de la presión de descarga y las r.p.m. sobre las pérdidas en las válvulas de succión y descarga de un compresor reciprocante de una etapa que succiona directamente de la atmósfera y descarga a un tanque de almacenamiento a través de una tubería. Para realizar la medición instantánea de presión en el interior del cilindro se desarrolló un sistema de adquisición de datos, donde la captación de las señales de presión se realiza mediante el uso de sensores y el ángulo de giro se registra mediante un codificador angular, ambas señales son captadas y almacenadas por medio del sistema de adquisición de datos. Los efectos de la presión de descarga y las r.p.m. sobre las pérdidas en las válvulas de succión y descarga del compresor se realizan midiendo las variaciones de las áreas de los diagramas presión – volumen que representan dichas pérdidas.*

**Palabras claves:** Compresión, válvulas de compresores, compresores alternativos, medición de presión.

### Abstract

*Losses in compressor valves represent the amount of power used to admit and expel gas through the valves. In the present work an experimental analysis of discharge pressure and r.p.m. on losses in suction and discharge valves of a one stage alternative compressor that sucks from the atmosphere and discharge to a storage tank through a pipe is made. In order to measure instantaneous in cylinder pressure a data acquisition system was developed. The system register and store the signals from pressure and angular displacement sensors. Measuring areas of the compressor pressure – volume diagram that represent losses, the effect of the discharge pressure and r.p.m. on compressor valves are determined*

**Key words:** Compression, compressor valves, alternative compressor, pressure measurement.

### 1 Introducción

El presente trabajo forma parte de una de las líneas de investigación que desarrolla en la actualidad el Grupo de Termofluidodinámica y Mantenimiento (CTYM) del Departamento de Mecánica de la Universidad de Oriente, que tiene como objetivo final la obtención de un modelo global que pueda ser aplicado al estudio y análisis predictivo del comportamiento de compresores reciprocantes. El planteamiento del presente trabajo, dentro

de esta línea de investigación, ha sido el de estudiar y analizar las pérdidas en las válvulas de estos compresores, puesto que constituyen un elemento determinante en el consumo de potencia de la máquina. Las pérdidas en las válvulas se determinan del diagrama indicado del compresor para diversas revoluciones y presiones de descarga. El diagrama indicado se obtiene mediante el registro instantáneo de la presión dentro del cilindro del compresor reciprocante, obtenidas simultáneamente con el ángulo de giro del cigüeñal. Para la toma de datos se

desarrolló un sistema de adquisición de datos basado en HP3852A y como software de desarrollo del programa maestro se utilizó el LabWindow.

## 2 Descripción de la instalación experimental usada

En la Fig. 1 se encuentra el esquema de la instalación empleada. Cabe señalar que para el presente estudio fue usado un compresor recíprocante de una etapa, el cual, como puede observarse en la figura, succiona desde la atmósfera y el gas una vez comprimido es conducido al tanque de almacenamiento a través de una tubería, como puede observarse se seleccionó una instalación sencilla, de modo que las variaciones en las condiciones del flujo quedaran determinadas únicamente por las características geométricas y de funcionamiento del compresor y no hubiera influencias de la disposición de las tuberías y accesorios del sistema.

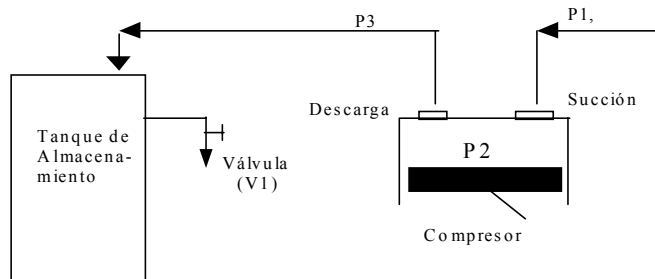


Fig. 1. Esquema de la Instalación Experimental

### 2.1 Sistema de adquisición de datos

El sistema de adquisición de datos está comprendido por el conjunto de equipos y/o dispositivos que tienen la finalidad de recolectar los datos provenientes de un proceso o fenómeno particular. La obtención de resultados adecuados a partir de una sistema de este tipo basado en un PC depende de cada uno de los elementos del sistema. (Collado y Espinoza, 2001).

### 2.2 Condiciones de los ensayos

Las variables de interés son la presión y el ángulo de giro. Para ello fueron instalados los sensores, en el conducto de succión, en el interior del cilindro y en el conducto de descarga. El codificador angular CAM fue ubicado en el eje de la máquina y de esta forma suministra la información del ángulo de giro del cigüeñal del compresor.

El registro simultáneo de presión en el interior del cilindro y el ángulo de giro permite obtener los registros P-t y posteriormente obtener los registros v-t además de los P-v. En la práctica resulta muy difícil la medición del volumen instantáneo dentro del cilindro, razón por la cual se opta por medir el ángulo de giro ( $\alpha$ ), relacionándolo

con el volumen del cilindro a través de la cinemática interna del compresor.

## 3 Procedimiento experimental

El equipo es puesto en funcionamiento, fijando una presión en el tanque de almacenamiento y luego se procede a efectuar los registros de presión para una gama de revoluciones del compresor. Los registros obtenidos son:

Presión en el interior del cilindro en función del ángulo de giro para diversas velocidades de giro del compresor y varias presiones de descarga.

## 4 Resultados y discusión

En la Fig. 2 se muestra los diagramas indicados para cada una de las presiones de ensayo de 2, 4, 7 y 9 bares, se observa que a medida que la presión de descarga aumenta el área dentro de la curva correspondiente, esto se debe a que a medida que la presión de descarga aumenta la válvula de descarga tarda más en abrir, lo cual implica una mayor cantidad de potencia de compresión. Las fluctuaciones que se observan en la presión durante los procesos de succión y descarga se deben a las ondas de presión que viajan por los conductos de succión y descarga, mientras las válvulas permanecen abiertas. Al observar el área de pérdidas correspondiente a la válvula de descarga puede observarse que a medida que la presión de descarga del compresor aumenta su valor es menor en relación a su correspondiente diagrama indicado, lo cual hace al compresor más eficiente. Esto último se puede observar mejor en las Figs. 3 y 4 donde se muestra el porcentaje de pérdidas en la válvula para una revolución del compresor y diversas presiones de descarga. Puede apreciarse que a medida que la presión de descarga aumenta el porcentaje de pérdidas en la válvula de descarga disminuye.

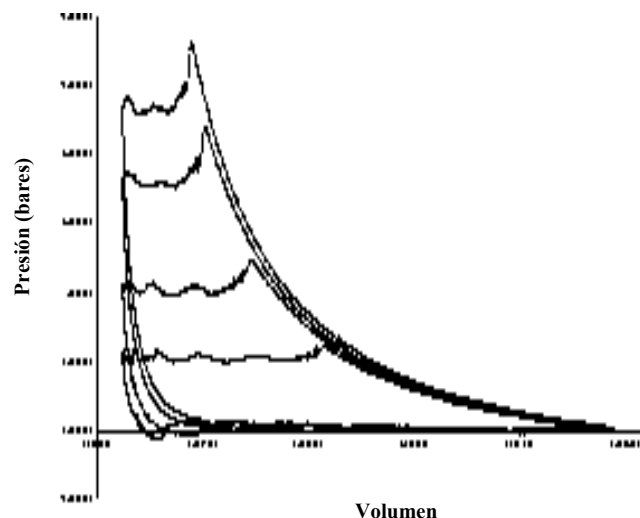


Fig. 2. Diagrama P-V para diversas presiones de descarga

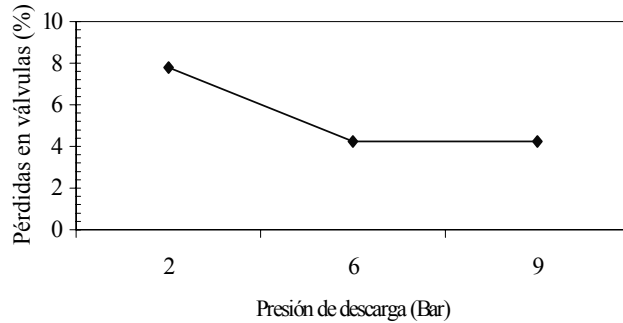


Fig. 3. Pérdidas en válvula de descarga con la presión de descarga para medias revoluciones del compresor

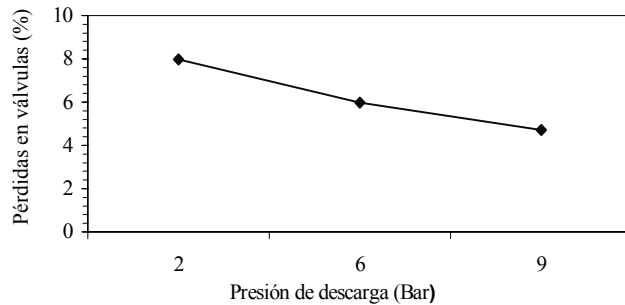


Fig. 4. Pérdidas en válvula de descarga con la presión de descarga para altas revoluciones del compresor

## 5 Conclusiones

El aumento de la presión de descarga produce un incremento de la potencia de compresión, pero una

disminución de la pérdida porcentual de potencia en la válvula de descarga del compresor ensayado. Los valores de pérdidas en las válvulas de descarga fueron significativos llegando a ser hasta un 8% de la potencia de compresión.

La implementación del sistema de adquisición de datos con registros instantáneos de presión permitió obtener las fluctuaciones de presión en el interior del cilindro en el proceso de descarga, facilitando el cálculo de las pérdidas en válvulas.

## Referencias

Collado M, Espinoza H, Suárez D, Reyes Y, 2001, Análisis experimental del diagrama indicado de un compresor recíprocante de una etapa ante la variación de las revoluciones y la presión de descarga, V Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica.

Espinoza H, Collado M, 1999, Estudio del efecto de la relación de compresión sobre el comportamiento de compresores recíprocantes usando un modelo dinámico no amortiguado, Revista científica del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, SABER, Vol 11, N° 2.

Machu E, 1990, How leakages in valves can influence volumetric and isentropic efficiencies in reciprocating compressors, Hoerbiger Engineering Report 54.

Machu E, 1992, Valve dynamics in a pulsating environment, Paper presented at the PCRC (Pipe line and Compressor Research Council, Reciprocating machinery Conference, Denver/USA.