

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE COMPRESIÓN DE BIOGÁS**

Recibido: 16 de agosto del 2018

Aceptado:

D.C. Acosta Pintor<sup>1</sup>

C. Mójica Mesinas<sup>2</sup>

E. Vidal Becerra<sup>3</sup>

J.A. Lòpez Àlvarez<sup>4</sup>

### **RESUMEN**

En este trabajo se diseñó y construyó un sistema de compresión de biogás purificado, a fin de facilitar su manejo (transporte y almacenamiento) y asegurar su valor energético para un uso óptimo como combustible en el futuro. El sistema se construyó con la adaptación y conexión de un compresor de ½ HP, un manómetro de alta y baja presión y un presostato. Se realizaron las conexiones del sistema de purificación al sistema de compresión, y a la vez del sistema de compresión al cilindro o tanque de gas al que se almacenaría el biogás. Para la comprobación del funcionamiento del sistema diseñado, se utilizó un tanque de almacenamiento con capacidad de 19.2 l, alcanzándose en promedio una presión máxima de 4 kg/cm<sup>2</sup> y una masa de biogás contenida en el tanque de 0.48295 kg una temperatura de trabajo de 31°C y con un tiempo total del proceso de 1.0422 hr.

### **PALABRAS CLAVE**

Sistema de compresión, biogás, diseño, biogás purificado

### **ABSTRACT**

In this work a purified biogas compression system was designed and built, in order to facilitate its management (transport and storage) and ensure its energy value for optimal use as fuel in the future. The system was built with the adaptation and connection of a ½ HP compressor, a high and low pressure gauge and a pressure switch. The connections of the purification system were made to the compression system, and at the same time of the compression system to the cylinder or gas tank to which the biogas would be stored. To check the performance of the designed system, a storage tank with a capacity of 19.2 l was used, reaching an average maximum pressure of 4 kg / cm<sup>2</sup> and a mass of biogas contained in the tank of 0.48295 kg a working temperature of 31 ° C and with a total time of the process of 1.0422 hr.

### **KEY WORDS:**

Compression system, biogas, design, purified biogas

### **INTRODUCCIÓN**

La industria agropecuaria, de gran importancia y magnitud en México, genera cantidades significativas de residuos, algunos de los cuales se aprovechan o se tratan, mientras que otros simplemente se desechan. Es clave prevenir y minimizar la producción de los mismos y extraer su valor, siempre que sea posible. A pesar de que algunos de los residuos

<sup>1</sup>Profesora del programa de Ingeniería Industrial. dulce.acosta@tecvalles.mx

<sup>2</sup> Profesor del programa de Ingeniería Ambiental. cuitlahuac.mojica@tecvalles.mx

<sup>3</sup> Profesora del programa de Ingeniería Industrial. elia.vidal@tecvalles.mx

<sup>4</sup> Estudiante tesista de Ingeniería Industrial. jeslpzalv@gmail.com,

se venden como alimento para ganado, el aprovechamiento de los mismos podría llevarse a cabo a través de la combustión para la generación de vapor o la biodigestión para obtención de metano (Varnero, 2011).

Existen algunos casos en los que ya se genera metano y se utiliza para generar calor o electricidad, pero en la mayor parte de los casos sólo se quema sin aprovechar su valor energético. (Centro Mario Molina, 2016)

Ante esta situación, se han diseñado sistemas de compresión de biogás para su uso potencial en el sector agropecuario.

La compresión del biogás posibilita el almacenamiento en cilindros y la utilización en vehículos automotores; así, la mayoría de las aplicaciones donde es posible el uso del biogás para la utilización del mismo es necesario comprimirlo a bajas, medias y altas presiones que van de 30 a 240 bar. (Rutz y Rainer, 2008).

Vázquez Valencia, et al (2015) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, en México; evaluaron un sistema de compresión de biogás que obtuvo como resultado un biogás de alta calidad comprimido a 1620.26 kPa, almacenado en tanques pequeños para facilitar su transporte y uso.

Gómez, et al (2014) de la Universidad del Valle de México, Campus Tuxtla, México; diseñaron un sistema de compresión de biogás purificado a alta presión. En las pruebas se utilizaron tanques metálicos con capacidad de 10 L, alcanzándose en promedio una presión máxima de 16.52 kg/cm<sup>2</sup> y una masa de biogás en cada tanque con media de 0.532 kg, a una temperatura de trabajo de 35°C.

El Cuerpo Académico Tecnologías de Producción Más Limpia del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, se ha involucrado en la producción de biogás a partir de residuos orgánicos del sector agropecuario, con la finalidad de utilizar el biogás producido, se desarrolló un sistema de purificación que permite obtener una concentración máxima de metano del 96.457%. Actualmente el biogás purificado se almacena en un reservorio de geomembrana y se usa directamente en la generación de calor, y se espera utilizarlo de manera comprimida en motores de combustión interna para uso en el sector agropecuario de la región. El diseño y desarrollo de un sistema de compresión facilitaría su manejo (transporte y almacenamiento) y de esta manera utilizarlo en el sector agropecuario de la región.

## **METODOLOGÍA**

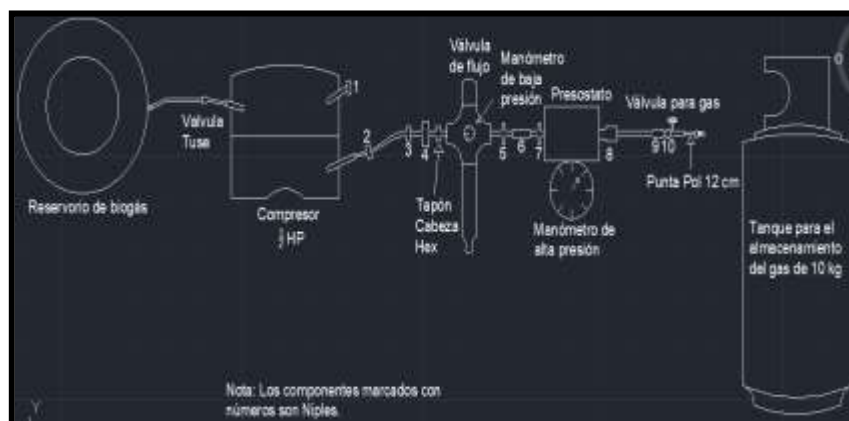
### **Diseño**

Como se ilustra en la imagen 1, se diseñó el sistema de compresión en AutoCAD; se partió de un diseño realizado en dicho programa, bosquejando los siguientes componentes: reservorio de biogás, válvula tuse, compresor de ½ HP, válvula de flujo, manómetro de alta y baja presión, presostato, válvula para flujo de gas, punta pol 12, tapón de cabeza hexagonal, niples, tubos de cobre y tanque de almacenamiento de gas de 10 kg.

El funcionamiento de los componentes se describe a continuación: el reservorio de biogás sirve para almacenar el biogás purificado, para su uso posterior. El compresor de ½ HP tiene la función de succionar el biogás del sistema de purificación para su proceso. Los manómetros de alta presión y baja presión, brindan una mejor lectura de la presión que se maneja en el sistema para calibrarlos durante el proceso de compresión. El presostato, tiene la función de manejar la presión que se envía al tanque de almacenamiento de gas y de cortar la energía del compresor al momento que se realice el envío de kilogramos de biogás al que se calibraron los manómetros.

Así mismo, la válvula de flujo, tiene la función de retener la humedad que pudiera llegar a tener el biogás comprimido; la válvula tuse sirve para realizar la purga del sistema de compresión y los niples de entrada macho-hembra, tapones hexagonales, Codo 90°, unión T, y punta pol; son necesarios para unir todo el diseño y así tener un mejor ensamblado de las partes requeridas.

Finalmente, las líneas de tubo de cobre, sirven para soportar el biogás comprimido que pasa hacia la válvula de flujo por medio de las conexiones necesarias para evitar fugas. Mientras que el tanque de almacenamiento, tiene la función de conservar el biogás purificado y comprimido para su uso posterior.



**Imagen 1. Diseño en AutoCAD del Sistema de Compresión de Biogás purificado.**  
**Fuente Propia.**

## Materiales

Los materiales utilizados son un compresor de refrigerador de ½ HP, dos manómetros, uno de alta presión y uno de baja presión, un presostato, 1 unión T, niples de entrada macho, válvula de flujo, codo 90° macho-hembra, tubo de cobre 50 cm, barril 60AB4, manguera tramada, válvula para gas, presostato y válvula de flujo de ¼ de pulgada.

Todas las conexiones tienen la medida estándar del presostato y válvula de flujo de ¼ de pulgada. Se decidió utilizar este material por sus numerosas ventajas, ya que debido a la presión que se maneja con el biogás, el compresor da un mejor manejo de compresión y al unirlo con un presostato y dos manómetros, favorece una mejor lectura y control al gas que entra a presión al cilindro. El presostato tiene la función de cerrar o abrir el circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión del fluido.

**Tabla 1. Materiales utilizados en el prototipo. Fuente propia.**

Cantidad	Nombre del material
1	Válvula de flujo
1	Manómetro baja presión
1	Manómetro alta presión
1	Presostato
1	Unión T
1	Codo 90° macho-hembra
2	Tapón cabeza hexagonal
1	Tubo de cobre 50 cm
1	Barril 60AB4
1	Compresor ½ HP
5	Niples de ¼"
5	Tapones de ¼ "
2	Tubos de cobre 1/8"
1	Manguera tramada
1	Válvula para gas
1	Base de madera de 70 cm x 40 cm
1	Regulador de gas
1	Manguera

## Construcción

Para la construcción del sistema de compresión, se conectó el compresor de 1/2 HP por la parte de succión al sistema de purificación de biogás por medio de una manguera de ¼" de 30 cm con una abrazadera la cual permitió la succión estable de la zona de almacenaje que sale del sistema de purificación.

Por la parte de salida del gas comprimido, se soldó un tubo de cobre de 12 cm con un niple de entrada hembra de ¼" que se unió con un codo 90° entrada macho-hembra, y a su vez unido a un tubo de cobre de 50 cm avellanado. Por la parte de salida se conectó un niple hembra de ¼ " que fue conectado a otro niple entrada macho; este se unió a la válvula de flujo con su manómetro de baja presión, la cual se conectó al presostato con su manómetro de alta presión por medio de dos niples entrada macho y una unión T con un tapón, y por la parte de salida del presostato se conectó a una manguera de gas con niples de entrada macho ¼" con válvula de gas que permitió conectarla directa a un tanque de gas.

Los materiales se fijaron a una base de madera para el presostato y unas gomas para el compresor a fin de reducir la vibración. Puede ser trasladado con facilidad y llevarlo al lugar donde se encuentre el sistema de purificación, conectándolo fácilmente para poder iniciar el proceso de compresión.



**Imagen 2. Acoplamiento de los componentes del sistema de compresión de biogás**

### Comprobación del sistema diseñado

El sistema de compresión se conectó a una bolsa de geomembrana que se encuentra interconectado al purificador. A su vez se conectó a un cilindro en el cual se almacenó el biogás purificado, el presostato se calibró a 4 kg/cm<sup>2</sup>. Una vez que arrancó el sistema de compresión, el presostato cortó el circuito de energía, de esta manera se controló la presión del biogás purificado almacenado en el cilindro, para su uso posterior, la prueba fue realizada en condiciones ambientales a 31°C, utilizando un cilindro de 19.2 l. Con esta prueba se comprobó que las conexiones no presentaron fugas, que los manómetros trabajaron de manera correcta, las conexiones eléctricas fueron conectadas de manera correcta, y que el presostato cortó la energía a la presión indicada. Para esta prueba se contó con el equipo de protección personal necesario.

### RESULTADOS

Los resultados de la prueba de compresión a través del sistema se presentan en la tabla 1:

**Tabla 2. Resultados de la prueba de compresión de biogás. Fuente Propia.**

Volumen de gas a presión atmosférica (inicial)	Volumen de gas comprimido (final)	Presión máxima de alcanzada de compresión	Masa de biogás contenida en el tanque	Temperatura inicial de trabajo	Temperatura final de trabajo	Tiempo total del proceso
677.48 L	19.2 l	4 kg/cm <sup>2</sup>	0.48295 kg	31°C	31°C	1.0422 hrs

Para la prueba de compresión se utilizó el sistema diseñado y un tanque de almacenamiento para biogás purificado con capacidad de 19.2 l, alcanzándose en promedio una presión máxima de 4 kg/cm<sup>2</sup> y una masa de biogás contenida en el tanque de 0.48295 kg una temperatura de trabajo de 31°C y con un tiempo total del proceso de 1.0422 hr. Se comprobó el corte de energía del presostato a la presión que se reguló en los manómetros.



**Imagen 3. Sistema de Compresión de biogás**

## CONCLUSIONES

Se diseñó un sistema básico de compresión de biogás purificado, que trabajó a 4 kg/cm<sup>2</sup>, (392 kPa) para comprimir 0.48295 kg de biogás. La prueba se realizó en condiciones a temperatura ambiente, en un área despejada lo que permitió tener una mejor seguridad en el manejo del sistema de compresión. Se espera en otra fase del estudio, realizar una evaluación del sistema considerando la medición del poder calorífico y densidad del gas almacenado. La compresión del biogás puede dar paso a la viabilidad de envasar y transportar el biogás purificado, el cual permitirá utilizarlo en lugares distantes del lugar de producción.

## RECOMENDACIONES

Para asegurar el correcto funcionamiento del compresor y el presostato, se recomienda dar un mantenimiento preventivo al menos cada mes para asegurar la eficiencia de su funcionamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Centro Mario Molina. (2016). *Bioenergía: Análisis regional del aprovechamiento integral de los residuos de la industria agropecuaria*. Recuperado el 20 diciembre del 2017, de Centro Mario Molina Sitio web: <http://centromariomolina.org/energia/bioenergia-analisis-regional-del-aprovechamiento-integral-de-los-residuos-de-la-industria-agropecuaria-2016/>
- Gómez, C; Farrera, N; Moreira, J. (2014). *Factibilidad del Uso de Biogás como Combustible en la Industria Ladrillera del Municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas, México*. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Volumen 7, No. 1, 33-44.
- Rutz, D. y Rainer, J. (2007). *BioFuel Technology Handbook*. WIP Renewable Energies Sylvensteinstr. 281369 München – Germany.
- Vázquez, L et al. (2017). *Diseño, construcción y evaluación de un sistema de purificación y compresión para biogás*. Lacandonia, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 59. Recuperado el 14 abril 2018, <http://cuid.unicach.mx/revistas/index.php/lacandonia/article/view/381>.
- Varnero Moreno, M.T. (2011). *Manual de biogás*. Santiago de Chile. Proyecto FAO.