

ESTACIÓN PARA SIMULACIÓN DE PROCESO INDUSTRIAL USANDO UN CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE

Lamadrid Esquer Jorge Eduardo (1), Plascencia Mora Héctor (2)

1 [Licenciatura en ingeniería mecánica, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca] | Dirección de correo electrónico: j.e.lamadrid@hotmail.com

2 [Departamento de ingeniería mecánica, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca] | Dirección de correo electrónico: hplascencia@ugto.mx

Resumen

Se realizó una estación para la simulación de un proceso de generación de vacío por condensación, el cual consta de un tanque que comprende de una entrada de vapor (generado por una caldera) y una entrada de agua (controlada por boquillas de aspersion) las cuales están automatizadas mediante un control lógico programable, empleando una bomba para el control de la inyección de agua a las boquillas de aspersion, y una válvula piloteada para la entrada de vapor. Los resultados varían dependiendo del tiempo que se le inyecte agua y vapor, y la presión a la cual estos factores trabajan, obteniendo así diferentes presiones de vacío a diferentes tiempos.

Abstract

A simulated station for a condensation vacuum process was made, which consists of a tank fed by steam (generated by a boiler) and water (controlled by spray nozzles) which are automated by a programmable logic control, using a water pump for controlling the spray nozzles and a piloted valve for controlling the steam. The results vary depending on the time that steam and water are injected, and the pressure that they work with, getting this way different vacuum pressures at different times.

Palabras Clave

Presión de vacío; Válvula piloteada; Controlador lógico programable; Boquillas de aspersion, Vacuómetro.

INTRODUCCIÓN

La condensación juega un papel importante en sistemas de ingeniería de alta eficiencia tales como plantas nucleares, destilación de agua de océano, intercambiadores de calor, etc. La generación de vacío por condensación empleando diferentes refrigerantes es sumamente útil y poco riesgoso debido a las temperaturas manejadas [1]. Slobodina y Mikhailov realizaron una investigación acerca del impacto y la eficiencia que tiene la condensación para la generación de vacío en un recipiente, en el cual se concluye que es más efectivo el vacío en recipientes verticales que en recipientes horizontales, y de igual manera se comprueba que el coeficiente de transferencia de calor y las propiedades físicas de los fluidos (temperatura y presión) influyen de manera importante en la realización del vacío [2].

PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE VACÍO

El principio de vacío por condensación consiste en un cambio de fase del vapor de agua a su fase líquida, lo que tiene como resultado la generación de vacío. Este principio se logra por medio de las siguientes etapas: primeramente, se inyecta una cantidad de vapor de agua al recipiente a presión, posteriormente ingresa agua pulverizada por medio de unas boquillas de aspersion y al entrar en contacto los dos fluidos, ocasiona un cambio de fase del vapor de agua a su fase líquida y ocurre una caída de presión, dando como resultado el fenómeno de vacío por condensación [3].

El prototipo propuesto está compuesto por los siguientes elementos:

1. **Recipiente a presión:** El recipiente a presión propuesto es un recipiente cilíndrico del tipo vertical y las tapas o cabezas en los extremos seleccionadas son del tipo elipsoidales 2:1 con un volumen de aproximadamente 32 litros (Imagen 1a).
2. **Sistema de pulverización de agua:** El sistema de pulverización de agua seleccionado es una boquilla de aspersion de ángulo ancho que permite cubrir la mayoría del volumen interior del recipiente, con el objetivo de una condensación más uniforme. Dicho sistema esta alimentado por una bomba unidireccional hidráulica que trabaja a diferentes presiones (Imagen 1b).
3. **Caldera generadora de vapor:** Es un recipiente cilíndrico del tipo horizontal y las tapas o cabezas en los extremos seleccionadas son del tipo elipsoidales 2:1 con un volumen de aproximadamente 32 litros, de los cuales, para el proyecto mencionado, aproximadamente 10 litros son de agua y se evaporará por la acción de dos resistencias de 700W y 100W respectivamente, y un soplete de gas (Imagen 1c).



IMAGEN 1 a) Recipiente a presión



b) Bomba unidireccional hidráulica



c) Caldera de vapor.

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Un controlador lógico programable (mejor conocido como PLC por sus siglas en inglés Programmable Logic Controller) es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos. Para el desarrollo de

este proyecto, se utilizó para el encendido y apagado de la bomba unidireccional que alimenta las boquillas de aspersión, y se utilizó también para el control de la válvula neumática, la cual acciona la válvula piloteada, y de esta manera se controla la entrada de vapor de agua para así controlar ambas entradas.

Para dicho control se hizo uso de un voltaje de 220VAC para alimentar el motor trifásico de la bomba, el cual es suministrado a través de un interruptor termomagnético y un contactor piloteado por el PLC mediante una salida de tipo a 110VAC para la utilización de la bomba; también se usó una clema portafusibles para proporcionar protección contra posible sobre-corriente en el PLC Siemens Logo! Modelo 12/24 RC, el cual opera a 24VDC. La válvula neumática y los botones pulsadores usados para accionar el control también se alimentan a 24VDC (Imagen 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

1. **Bomba unidireccional:** Una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor presión.
2. **Boquillas de aspersión:** Una boquilla de aspersión es un dispositivo mecánico que transforma un flujo líquido presurizado y lo transforma en rocío.
3. **Controlador Lógico Programable:** Es una computadora utilizada en la ingeniería, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.
4. **Vacuómetro:** El vacuómetro mide presiones inferiores a la presión atmosférica (presión de vacío). Se utiliza tanto en la industria como en el campo de la investigación científica y técnica (Imagen 3a).
5. **Manómetro:** Instrumento para medir la presión de los fluidos, principalmente de los gases, en recipientes cerrados (Imagen 3b).



IMAGEN 2 Controlador lógico programable.



IMAGEN 3 a) Vacuómetro marcando vacío, b) Manómetro elevando presión.

6. Válvula piloteada

Una válvula de control es una válvula usada para controlar el flujo de un fluido (en este caso vapor), comportándose como un orificio de área continuamente variable según lo dirigido por la señal de un controlador. Esto permite el control del caudal y el consiguiente control de las variables del proceso tales como ; presión, temperatura y nivel (Imagen 4a).

7. Válvula Neumática

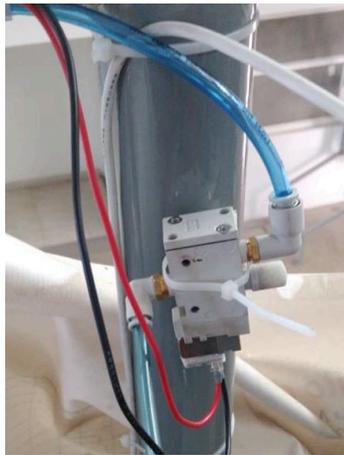
Válvula que permite eliminar el aire estanco (en este caso de un compresor) empleada en este caso para el control de la válvula pilotada (Imagen 4b).

8. Válvula de seguridad

Válvula que da salida a los gases o líquidos cuando la presión es excesiva (Imagen 4c).



IMAGEN 4 a) Válvula pilotada



b) Válvula neumática



c) Válvula de seguridad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La generación de vacío varía dependiendo de la presión a la cual se ingresan ambos fluidos, y esta a su vez depende del tiempo en que ambos fluidos se inyecten. Los resultados mostrados en la IMAGEN 5 muestran el desempeño de la estación para la simulación del proceso de generación de vacío por condensación que se lograron mediante el uso del sistema de control por medio del PLC. Los puntos grises son los puntos experimentalmente obtenidos mediante las pruebas implementadas y la línea azul muestra la curva de tendencia ajustada a los resultados. La automatización de dicho proceso resultó de gran utilidad para el grupo de investigación, ya que permite controlar de manera precisa las condiciones iniciales del experimento y la duración del mismo.

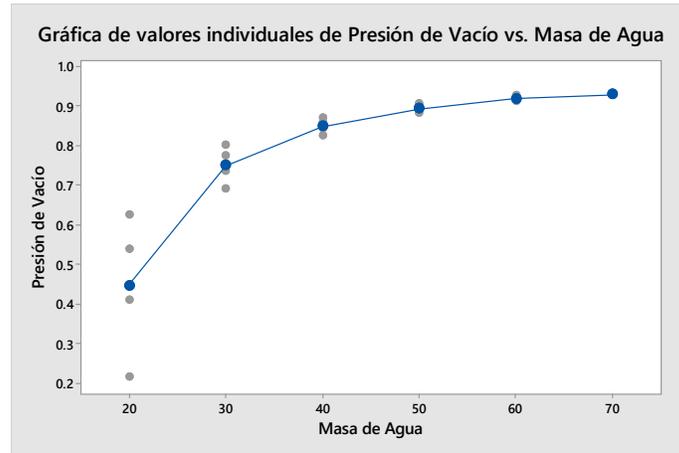


IMAGEN 5 Resultados obtenidos [3].

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se logró el vacío en el recipiente y se automatizó tal proceso, al únicamente hacer uso de un botón pulsador para controlar las condiciones iniciales dentro del tanque y el tiempo de bombeo para lograr la presión de vacío deseada, de igual forma permitió incrementar la seguridad de la prueba al realiza de manera remota el accionamiento de la válvula que conecta el vapor y las boquillas de dispersión del agua dentro del recipiente.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Héctor Plascencia Mora por sus consejos, apoyo y ayuda durante todo el verano, por la confianza depositada en mí para el desarrollo del proyecto, y por el tiempo dedicado durante todo el periodo.

A la División de ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS) de la Universidad de Guanajuato por permitirme hacer uso de sus instalaciones para la realización del proyecto.

Al taller mecánico de DICIS por permitirme hacer uso de sus herramientas.

A Poliespuma del Bajío S.A. de C.V. por colaborar con el material necesario para el proyecto.

REFERENCIAS

- [1] D. Mazed, R. Lo Frano, D. Aquaro, D. Del Serra, I. Sekachev, M. Olcese. (2018). Experimental investigation of steam condensation in water tank at sub-atmospheric pressure. *Nuclear Engineering and Design* 335 (1), pp. 241-254. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2018.05.025>.
- [2] Slobodina E.N., Mikhailov A.G. (2016). The analysis of the condensation process impact and the vacuum boiler operating efficiency. *Procedia Engineering* 152 (1), pp. 395-399. Doi: [10.1016/j.proeng.2016.07.720](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.720).
- [3] González Martínez, Víctor. (2018). Diseño de un sistema de vacío por condensación para procesos de moldeo de EPS (Tesis profesional para obtener el título de ingeniero mecánico). Vol. (1), pp. 11-108.