

Construcción de un motor a vapor

Gabriel Maldonado Cervantes, Jesús Antonio Hernández Ortega, Alma Diana Pacheco Vila¹

Universidad Iberoamericana Puebla

184945@iberopuebla.mx



Abstract

Este proyecto se basa en el diseño mecánico de un motor a vapor que servirá para la generación de energía mecánica, ofreciendo la oportunidad de comprender de forma gráfica el proceso. El trabajo implicó investigar la viabilidad del proyecto, contar con el equipo necesario para realizarlo, elaborar un diseño funcional, sencillo y con un costo económico. Finalmente este prototipo demostró la viabilidad del proyecto y la funcionalidad, nos dejó la experiencia de pasar del diseño a la construcción de un motor que a simple vista es sencillo pero que se hace complejo debido a la cantidad de requerimientos para que su funcionamiento sea óptimo.

Palabras clave

Prototipo de motor a vapor, ciclo de Carnot.

Planteamiento del problema

Las máquinas de vapor tuvieron gran importancia a lo largo del siglo XIX en los sectores tecnológico, económico, social y educativo; permitieron recorrer distancias importantes tanto en tierra como en mar, sustituir la mano de obra, obtener energía de diferente forma y en consecuencia generar un crecimiento económico en la industria manufacturera. Los esfuerzos para perfeccionar estas máquinas llevaron a la deducción de las leyes de la termodinámica y la Ley de la conservación de la energía [1][2].

Objetivo general

Construir un motor de vapor.

Objetivos específicos

- Describir el funcionamiento de un motor de vapor.
- Elaborar un prototipo de un motor a vapor.
- Relacionar conceptos termodinámicos en la elaboración del proyecto.

Justificación

La importancia de este proyecto es conocer de forma práctica el diseño y funcionamiento de los motores de vapor, la construcción puede ser de mediana complejidad, con costo relativamente

económico sin embargo este motor permite a los estudiantes de manera visual comprender el proceso de transformación de energía y el ciclo de Carnot.

Este tipo de proyecto permite a los alumnos de ingeniería manejar diferentes herramientas, laboratorios y procesos que les aportan experiencia y nuevos conocimientos.

Alcances y limitaciones

Para desarrollar este tipo de proyecto se requiere una serie de herramientas y procesos específicos, sin embargo no se pueden elaborar debido al desconocimiento, tiempo y complejidad que estos requieren.

Marco teórico

Para realizar el proyecto se necesitó definir que es una máquina de vapor y encontrar la relación con la termodinámica.

La máquina de vapor es un dispositivo que permite transformar la energía calorífica, en energía mecánica, se basa en convertir agua a vapor, lo que provoca el movimiento de un émbolo debido a la presión ejercida [3] [4].

La termodinámica clásica se origina debido a la búsqueda del perfeccionamiento de las máquinas de vapor [2], el motor a vapor involucra el ciclo de Carnot, ya que absorbe calor de una fuente a alta temperatura (caldera), realiza trabajo externo y posteriormente cede calor a un recipiente de baja temperatura (atmósfera) [5].

Metodología

Los materiales que se utilizaron en el proyecto se escogieron debido a que debían resistir las presiones y temperaturas a las que serían sometidos. Se tuvieron dos opciones, acero inoxidable el cual debía ser maquinado y plástico PVC, este se ocupa en tuberías de agua.

Considerando los gastos, tiempos para realización, utilización de procesos y herramientas más complejos que implicaba la utilización de acero, se optó por el plástico PVC.

Los materiales que se ocuparon fueron:

1 Tubo 1 1/4"

1 Tubo 1"

1 Tubo 1/2"

2 Tapón 1/2"

1 Tapón 1 1/2"

Conector T 1/2"

Tapón 3/4"

1 metro Manguera transparente

Un desodorante

8 tornillos para madera de 1 1/2"

Las herramientas utilizadas fueron:

Taladro, prensa, pulidora, cortadora de madera, cortadora de metal,

Para el cilindro principal se cortó el tubo de 1 1/4" con una longitud de 12 cm, se colocó el tapón y se le realizó una barrenación en el centro de la tapa.

Para la elaboración del pistón se ocupó el tubo de 1", se desbastó una tapa de 3/4" para que entrara a presión dentro del tubo de 1", de esta manera se cortó el tubo con todo y tapón a una longitud de 6 cm.

Se realizó una pequeña incisión transversal en el extremo sin tapa del tubo de 1" para poder colocar un perno de sujeción y así poder colocar una biela.

Por otra parte para fabricar la válvula se colocó el tubo de 1/2" dentro de la conexión en T. Posteriormente se colocaron los respectivos tapones en las entradas que se encuentran a 90 grados.

Una vez armado la válvula perforamos por el medio los tapones a manera que entre la manguera a presión.

Para fabricar el pistón de la válvula fue necesario usar un cilindro del diámetro del tubo de 1/2", en este caso se utilizó el atomizador de un perfume que encajaba perfectamente, al igual que al pistón

principal, se le hicieron unas barrenaciones en los extremos para poder colocar un perno de sujeción para la biela.

Fue necesario buscar una base para colocar el cilindro principal y la válvula con los extremos descubiertos en la misma orientación que permita su conexión con la manguera.

Una vez fijadas las piezas sobre un mismo eje coordinado se hicieron los cálculos para la fabricación del cigüeñal de manera que este permitiera el movimiento de los pistones, para este se tomó en cuenta que el movimiento de un pistón estaría en una fase distinta por lo que se rotaron 90° un eje del otro.

Una vez fabricado el cigüeñal con los ejes de acero calculamos la longitud de cada una de las bielas, estas se fabricaron con ejes y tuercas de acero.

Se ensambló en la máquina de vapor y se designó un lugar conveniente para la caldera, que sería conectada a una de las entradas de la válvula.

Se realizaron pruebas del funcionamiento del motor a vapor.

Análisis de costos

La utilización de los diferentes equipos ocupados en la elaboración del motor fueron absorbidos por el IDIT en la Ibero Puebla. En lo que corresponde a los materiales para diseñar el prototipo se manejó un total de \$500 aproximadamente.

No se puede elaborar un análisis de costos debido a que no hay un producto con el cual se pueda comparar este prototipo.

Resultados y discusión

El conocimiento del motor a vapor nos muestra la importancia de la transformación de energía térmica en energía mecánica, en este trabajo

presentamos el motor de vapor en el cual interviene el ciclo de Carnot.

Este consta de cuatro fases:

a) Expansión isotérmica

El vapor se expande a temperatura constante, T_1 , absorbiendo del foco caliente (caldera) una cantidad de calor, Q_1 . Por ser la transformación isotérmica, el calor absorbido se transforma íntegramente en trabajo mecánico.

b) Expansión adiabática.

Se deja de suministrar calor al sistema, que sigue expandiéndose, pero de forma adiabática. En consecuencia, el trabajo se produce a costa de la energía interna, con lo que el sistema disminuye de temperatura, hasta alcanzar un valor T_1 , verificándose que $T_1 < T_2$.

c) Compresión isotérmica.

El gas se comprime isotérmicamente, con lo que se produce una cantidad de calor Q_2 que es absorbido por el foco frío (atmósfera), cuya temperatura es T_2 . Por ser la transformación isotérmica, el trabajo consumido en comprimir el gas se transforma íntegramente en calor.

d) Compresión adiabática.

El sistema deja de desprender calor y sigue comprimiéndose, pero adiabáticamente. En consecuencia, el trabajo efectuado por el gas se emplea en aumentar su energía interna, con lo que la temperatura se eleva hasta alcanzar de nuevo el valor T_1 , dando paso a reiniciar el ciclo [5] [6].

Por tanto, con las etapas mencionadas, se infiere que el calor no puede pasar de un cuerpo más frío a uno más caliente y que la efectividad de un motor depende de la cantidad de calor que es capaz de utilizar.

Del mismo modo, se determinó que es importante la funcionalidad, la ergonomía y la viabilidad económica del proyecto, ya que la compra de los

materiales para la construcción es inmediata, las herramientas fueron proporcionadas por la Universidad Ibero Puebla, este modelo de vapor funciona de manera adecuada, puesto que presenta un rendimiento que sólo depende de la temperatura de las fuentes (caldera) entre las que evoluciona el sistema. Algunas de las deficiencias observadas en el motor fueron debidas a los materiales utilizados, ya que no se fueron los ideales, así como en las medidas que tuvieron un margen de error.

Conclusiones y recomendaciones

Al realizar este prototipo se determinaron los aspectos que influyen en la funcionalidad y viabilidad para realizarlo, se tomó en cuenta la resistencia de materiales y no se evaluaron las presiones y temperaturas internas a las que estaría sometido, las simulaciones demostraron buena resistencia de los materiales escogidos a pesar de no ser los materiales óptimos.

Se sabe que el rendimiento de una máquina depende únicamente de las temperaturas inicial y final de la sustancia que impulsa el mecanismo en nuestro caso vapor, siendo independiente de la naturaleza misma, o transformaciones cíclicas dando pie a lo que se conoce hoy día como ciclo de Carnot; este es reversible dithermo, compuesto por dos transformaciones isotérmicas y dos adiabáticas [5] [6]. No puede existir una máquina real que tenga una eficiencia máxima, debido a factores como la pérdida de calor y fricción de los alrededores del émbolo [5].

El modelo construido funciona correctamente, al realizar este proyecto aprendimos que no es solo seguir instrucciones sino es resolver los diferentes problemas que se presentan en la marcha, construyendo y reconstruyendo partes, además de

comprender de una mejor manera el ciclo de Carnot.

Referencias

[1]. AMENGUAL Matas, R., Bielas y álabes [en línea]. Oficina española de Patentes y Marcas, 2008 [fecha de consulta: 14 Noviembre 2017].

Disponible en:
<<https://books.google.com.mx/books?id=tNsUV06-33oC&pg=PA37&dq=maquinas+de+vapor+termodinamica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjLvT5zLrXAhUC2oMKHfTFC1sQ6AEILTAB#v=onepage&q=maquinas%20de%20vapor%20termodinamica&f=true>>

[2]. SANDINO, A. & MONTIEL DÁVALOS, L. *La Termodinámica como origen de la revolución industrial del siglo XVIII*. Latin American Journal of Physics Education [en línea]. 6. 652-654, 2012 [fecha de consulta: 14 Noviembre 2017].

Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/237201406_La_Termodinamica_como_origen_de_la_revolucion_industrial_del_siglo_XVIII>

[3]. MILLA LOSTAUNAU, L. Calderas y Turbinas de Vapor para la Generación de Energía Eléctrica. Electrónica-UNMSM [en línea]. 19, 2007 [fecha de consulta: 14 Noviembre 2017]

Disponible en:
<http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/2574/1/electronica_unmsm05n19_2007.pdf>

[4]. MUÑOZ DOMINGUEZ, M. & ROVINA DE ANTONIO, A. J. Máquinas térmicas [en línea]. Madrid: UNED, 2014 [fecha de consulta: 15 Noviembre 2017].

Disponible en:
<<https://books.google.com.mx/books?id=lm0lAw>>

AAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true>

[5]. Boles, M. (2009). *Termodinámica*. México: Mc Graw Hill.

[6]Morán, M. (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica*. España: REVERTE.
Velasco, S. (2009). *Introducción a la termodinámica*. España: Síntesis.