



## Diseño y construcción de un prototipo de máquina térmica en la escuela académica profesional de ingeniería ambiental.

### Design and construction of a prototype heat engine in professional academic school of environmental engineering

Juan Manuel Santos Bazo<sup>1</sup>, Juan Orlando Chuquilín Arbildo<sup>1</sup>, Jesús Ricse Villar<sup>2</sup>, Máximo Cisneros Tejeira<sup>1</sup>, Mavet Carolina Escudero Marcos<sup>1</sup>, Darwin Alexander Zavaleta Delgado<sup>1</sup>

#### RESUMEN

**Objetivo:** Diseñar y construir un prototipo de máquina térmica, basado en conocimiento del Ciclo Carnot, que contribuya a la formación tecnológica para los estudiantes de la escuela académica profesional de Ingeniería Ambiental. **Métodos:** La investigación fue de tipo experimental para demostrar como el conocimiento y la aplicación del diseño y construcción de una Máquina Térmica, sirve para el aprendizaje de los Cursos de Físico Química, Termodinámica y otros, además contribuya a la formación tecnológica y al medio ambiente para los estudiantes. Se utilizó el diseño y construcción de una Máquina Térmica para la investigación de tipo experimental. **Resultado.** El diseño y construcción de un prototipo de máquina térmica demostró la formación tecnológica basada en el conocimiento del ciclo Carnot. Mediante la máquina térmica, se comprueba la 1° ley termodinámica y con esto que es el principio de la conservación de la energía, aplicada a un sistema. La máquina Térmica, permite el desarrollo de generación de tecnología propia, generando impacto en los estudiantes originando un cambio de concepción de la universidad productiva. **Conclusiones.** El diseño y construcción de un prototipo de máquina térmica sirvió para el aprendizaje de Físico-Química, Termodinámica.

**Palabras clave:** Máquina Térmica, Ciclo Carnot, Aprendizaje.

#### ABSTRACT

**Objective:** To design and build a prototype heat engine, based on knowledge of the Carnot cycle, which contributes to technological training for students of professional academic school of Environmental Engineering. **Methods:** The design and construction of a Heat Engine For experimental investigation was used. **Results.** The design and construction of a prototype showed heat engine technology training based on knowledge of the Carnot cycle. **Conclusions.** The design and construction of a prototype heat engine served for learning Physical Chemistry., Thermodynamics.

**Keywords:** Heat Engine, Carnot cycle, Learning



## INTRODUCCIÓN

El primer gran paso para formular la segunda ley termodinámica, fue dado en 1825 por el joven ingeniero Francés Sadi Carnot (1796-1832) en su libro (La potencia motriz del calor). Carnot presentó una interpretación de determinado tipo de motor de vapor inventado por el ingeniero escocés James Watt (1736-1819). La gran contribución teórica de Carnot fue darse cuenta de que el trabajo que producía un motor de este tipo dependía de un flujo de calor de una temperatura más alta  $T_h$  (la h es la inicial de la palabra inglesa hotter, más caliente a su temperatura inferior  $T_c$  (c representa la inicial de la palabra inglesa colder, más frío). (Keith J. Laidler. 1999).

En 1824, el físico francés Sadi Carnot derivó la eficiencia térmica para una máquina térmica ideal como una función de la temperatura de sus reservorios fríos y calientes:

$$n = T_h - T_c / T_h$$

$T_h$  es la temperatura del reservorio caliente;  $T_c$  es la temperatura del reservorio frío.

La segunda ley de la termodinámica pone un límite fundamental en la eficiencia térmica de todos los motores térmicos. Incluso un motor ideal, sin fricción no se puede convertir en cualquier lugar cerca del 100% de su calor de entrada al trabajo. Los factores limitantes son la temperatura a la que el calor entra en el motor, y la temperatura del medio ambiente en el que el motor agota su calor residual, medidos en una escala absoluta, tales como la escala Kelvin o Rankin. Desde el teorema de Carnot, para cualquier motor de trabajo entre estas dos temperaturas:

Este valor límite se llama la eficiencia del ciclo de Carnot, ya que es la eficiencia de un ciclo de inalcanzable, ideal, reversible motor llamado el ciclo de Carnot. No hay dispositivo de conversión de calor en energía mecánica, con independencia de su construcción, puede superar esta eficiencia.

Una máquina térmica convierte parte de la energía molecular aleatoria de las moléculas de un flujo calorífico en energía mecánica macroscópica (trabajo). La sustancia de trabajo por ejemplo, el vapor de una máquina de vapor se calienta en un cilindro, y al expandirse mueve un pistón, produciendo de esta forma trabajo mecánico. (Levine.2004).

El diseño y la construcción de una máquina térmica nos sirve para el conocimiento real, práctico, usos y funciones, fortaleciendo las capacidades intelectuales de los estudiantes, manejando la teoría referente a la 1<sup>o</sup>, y 2<sup>o</sup> ley termodinámica y otros temas de éstas



asignaturas; además este proyecto productivo permitirá desarrollar Ciencia y Tecnología, los estudiantes participaran y conocerán diferentes procesos físicos – Químicos y Termodinámicos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Materiales:** Latas desechable de aluminio; Mechero; Alambre. Foco  
Reactivos: Alcohol.

**Poblacion:** Total de estudiantes de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.9077

**Muestra:** 40 Estudiantes V Ciclo, Escuela Académica Profesional Ingeniería Ambiental.

### **Diseño Metodológico**

La investigación es de tipo experimental para demostrar como el conocimiento y la aplicación del diseño y construcción de una Máquina Térmica, sirve para el aprendizaje de los Cursos de Físico Química, Termodinámica y otros, además contribuya a la formación tecnológica y al medio ambiente para los estudiantes de la Escuela de Ing. Ambiental de la Facultad de Ingeniería Química Metalurgia y ambiental.

### **Procedimiento diseño experimental:**

- A.-** Al depósito de aluminio ( O cualquier otro )debe tener un desfogue (agujero) en la parte superior
- B.-** Se llena de agua al depósito y se cierra hermeticamente.
- C.-** Se coloca el mechero, debajo del depósito.
- D.-** Con lo anterior se formará flujo de vapor de agua, generando una energía. (Trabajo).Demostrando la 1° ley Termodinámica.
- E.-** El flujo de vapor de agua hace girar a un ventilador pequeño, produce otra energía(Energía mecánica), y este conectado a un motor y a un foco que produce otra clase de energía (Energía eléctrica).Demostrando así la 2° Ley termodinámica.

Procedimiento adaptado de:

[https://www.google.com.pe/search?q=figura+de+máquinas+termicas&sa=X&es\\_sm=93&biw=1280&bih=923&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ei=p3OOV](https://www.google.com.pe/search?q=figura+de+máquinas+termicas&sa=X&es_sm=93&biw=1280&bih=923&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ei=p3OOV)



## RESULTADOS

- 1°.- Se diseñó y construyó la Máquina Térmica.
- 2°.- Con la Máquina Térmica, se demostró la 1° Ley Termodinámica.
- 3°.- Con la Máquina Térmica se demostró la 2° Ley termodinámica.
- 4°.- Con la demostración de la 1° y 2° Ley Termodinámica, se conoció otros temas como flujo de vapor, transmisión de calor, trabajo, energía mecánica, energía eléctrica en un proceso Isotérmico.
- 5°.- Se conoció la eficiencia del Ciclo Carnot.

## DISCUSIÓN.

1°.- El diseño y construcción de la máquina térmica, se justifica porque en la práctica se observa, aclara las leyes Termodinámicas del curso de Físico Química.

Una máquina térmica es un dispositivo que convierte energía térmica en otras formas útiles de energía, como la energía eléctrica y/o mecánica. De manera explícita, una máquina térmica es un dispositivo que hace que una sustancia de trabajo recorra un proceso cíclico durante el cual sucede lo siguiente: Se absorbe calor de una fuente a alta temperatura. La máquina realiza un trabajo. Libera calor a una fuente a temperatura más baja.

2°.- Con la máquina Térmica se demostró la 1° Ley Termodinámica. La primera ley de la termodinámica, es la aplicación del principio de conservación de la energía, a los procesos de calor y termodinámico:  $\Delta E = Q - W$

La primera ley hace uso de los conceptos claves de energía interna, calor, y trabajo sobre un sistema. Usa extensamente el estudio de los motores térmicos. La unidad estándar de todas estas cantidades es el julio, aunque algunas veces se expresan en calorías o BTU. (Hyperphysic. 2010)

Este trabajo de investigación contrasta con lo afirmado por. (Levine.2004). Un motor térmico es un dispositivo capaz de transformar calor (energía térmica) en trabajo (energía mecánica) de modo continuo.

3.- con la máquina térmica se demostró la 2° Ley Termodinámica. Si la 1° Ley termodinámica se refiere a la transformación de calor a trabajo, La 2° ley va más allá en cuanto a procesos, transformando en otras energías (Mecánica, Eléctrica)

Es una de las leyes más importantes de la física; aun pudiéndose formular de muchas maneras todas lleva a la explicación del concepto de irreversibilidad y al de entropía. Este último



concepto, cuando es tratado por otras ramas de la física, sobre todo por la mecánica estadística y la teoría de la información, queda ligado al grado de desorden de la materia y la energía de un sistema. (Wikipedia)

**4.-** Con la 1° y 2° ley Termodinámica, se conoció otros temas como flujo de vapor, trasmisión de calor, trabajo, energía mecánica, energía eléctrica en un proceso Isotermico. Con esta investigación se cumplió las propuesta de estrategia para generar conocimientos unidos y confiables a las necesidades potenciales de una máquina térmica en nuestra Universidad.

**5.-** Con el Ciclo de Carnot, se demostró la eficiencia. El motor térmico recibe un calor, ( $Q_c$ ), de un foco o fuente caliente, efectúa un trabajo, ( $W$ ), y debe ceder calor, ( $Q_f$ ) a un foco frío. Para que la energía se conserve debe cumplirse que  $Q_c = W + Q_f$ . El rendimiento es por lo tanto:

$$\eta = W / Q_c = Q_c - Q_f / Q_c = 1 - Q_f / Q_c;$$

Donde se cumple que  $-0 < \eta < 1$ . (Wikipedia).

Una máquina térmica transporta alguna sustancia de trabajo a través de un proceso cíclico, definido como aquel en el que la sustancia regresa a su estado inicial. Como ejemplo de un proceso cíclico, considérese la operación de una máquina de vapor en la cual la sustancia de trabajo es el agua. El agua se lleva a través de un ciclo en el que primero se convierte a vapor en una caldera y después se expande contra un pistón. Después que el vapor se condensa con agua fría, se regresa a la caldera y el proceso se repite. El estudio se basa en una transformación cíclica de un sistema conocida en la actualidad como ciclo de Carnot. Este ciclo se compone de cuatro etapas reversibles y, en consecuencia, es un ciclo reversible. Un sistema es sometido consecutivamente a los siguientes cambios reversibles de estado: Etapa 1. Expansión Isotérmica. : Etapa 2. Expansión Adiabática: Etapa 3. Compresión Isotérmica: Etapa 4 Compresión Adiabática. (Castellan1998).

## CONCLUSIONES

1.- Los motores térmicos transforman la energía térmica, o calor,  $Q$  (entrada) en energía mecánica, trabajo,  $W$  (salida). Ellos no pueden hacer esta tarea perfectamente, por lo que parte de la energía térmica de entrada no se convierte en el trabajo, pero se disipa en forma de calor  $Q$  (salida) residuos en el medio ambiente.



- 2.- Mediante la máquina térmica, se comprueba la 1° ley termodinámica y con esto comprobar que la 1° ley es el principio de la conservación de la energía, aplicada a un sistema: “La energía no puede crearse, sólo se transforma de una forma a otra”.
- 3.- La máquina Térmica, permite el desarrollo de generación de tecnología propia, generando impacto en los estudiantes dando un cambio de concepción de universidad productiva; reto para la competitividad, la acreditación y la investigación.
- 4.- Se cumple con el postulado de la hipótesis: El diseño y construcción de una máquina térmica sirve para el aprendizaje de Físico Químico, Termodinámica.
- 5.- Con el Ciclo Carnot, se demuestra mediante ecuación la eficiencia del ciclo.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Laidler J. & Meiser J. (1999). El ciclo de Carnot. Aguilar M. Físico Química. (Página 91).México, Compañía editorial continental, S.A. de C.V.

Ira N, L. (2004). Máquinas térmicas. Gonzales A. Fisicoquímica. (página 94) Madrid. McGraw-Hill / Interamericana de España. S.A.U.

Hyperphysic (C.R.Nave, 2010) Recuperado: 10 N0viembre 2014  
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/firlaw.html>.

Wikipedia. Recuperado: 10 N0viembre 2014.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Segundo\\_principio\\_de\\_la\\_termodin%C3%A1mica](http://es.wikipedia.org/wiki/Segundo_principio_de_la_termodin%C3%A1mica).

Wikipedia. Rendimiento Térmico Recuperado: 10 N0viembre 2014  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento\\_t%C3%A9rmico](http://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento_t%C3%A9rmico)

Castellan (1998). Introducción a la segunda ley de la termodinámica. Wesley A. Fisicoquímica (Página 161).México. Addison Wesley longman de México S.A. de C.V.