

---

# Eficiencia de Maquinas Térmicas.

Martín Alejandro Paredes Sosa

## Resumen

En esta experiencia se utilizó un aparato de eficiencia térmica para transformar energía en forma de calor en eléctrica y viceversa. La máquina opero entre dos temperaturas fijas, de las cuales se midió el voltaje y la corriente asociadas a cada foco para poder obtener la potencia del foco caliente y del foco frío para así poder calcular su eficiencia.

## 1. Introducción

La eficiencia de una máquina térmica se define como:

$$\eta = \frac{W}{Q_h} \quad (1)$$

donde

- $W$  es el trabajo hecho por el sistema.
- $Q_h$  es la energía en forma de calor transferido del baño caliente al sistema.

En el caso de una máquina de Carnot la eficiencia tiene la siguiente forma:

$$\eta_c = \frac{T_h - T_c}{T_h} \quad (2)$$

donde

- $T_h$  es la temperatura del baño térmico caliente
- $T_c$  es la temperatura del baño térmico frío

La eficiencia de la máquina de Carnot es la eficiencia máxima que puede tener una máquina térmica para así no violar la segunda ley de la termodinámica.

El objetivo de esta experiencia es calcular la eficiencia del aparato de Peltier el cual transforma energía en forma de calor en energía eléctrica.

Este aparato opera entre dos temperaturas fijas, las temperaturas  $T_h$  y  $T_c$ , éstas son medidas con termistores que están puestos en los bloques de aluminio. Este aparato mide la razón a la cual la energía es transferida, es decir, mide la potencia, de tal forma que si la energía transferida es  $Q_h$  por unidad de tiempo, la potencia será:

$$P_h = \frac{dQ_h}{dt} \quad (3)$$

Si expresamos primera ley en términos de potencia, tenemos:

$$P_h = P_W + P_c \quad (4)$$

Así la eficiencia de ésta máquina es

---


$$\eta = P_w + P_h \quad (5)$$

donde  $P_h$  está determi Si expresamos primera ley en términos de potencia, tenemos:

$$P_h = P_W + P_c \quad (6)$$

Así la eficiencia de ésta máquina es

$$\eta = \frac{P_w}{P_h} \quad (7)$$

donde  $P_h$  está determinada por el voltaje y la corriente de entrada que calienta el bloque de aluminio, o sea

$$P_h = V_h I_h \quad (8)$$

$P_W$  será la energía eléctrica producida por el aparato Peltier el cual a su vez conduce una corriente a través de una resistencia  $R_0$  que tiene un voltaje  $V_0$ , así

$$P_W = \frac{V_0^2}{R_0} \quad (9)$$

## 2. Desarrollo Experimental

El montaje experimental se ilustra en la siguiente figura:

Figura 1: Diagrama aparato Peltier

Como se puede observar en la figura, del lado izquierd se encuentran dos mangueras que permiten recircular el agua fría y por el lado derecho está conectada una fuente que suministra la energía eléctrica que mantendrá la temperatura del baño caliente.

En los sitios marcados con circulos se midieron la resistencia, el voltaje y la corriente.

El procedimiento se resume en la siguiente lista: Partiendo del arreglo mostrado en la figura.

- Se conectó las dos mangueras al baño frío.
- Se conectó la fuente de corriente con un voltaje fijo de aproximadamente 2 volts.
- Se midió el voltaje  $V_0$  lo cual y se fijo la resistencia  $R_0$  en 2 ohms.
- Se midió la corriente  $I_h$  en el amperímetro, el cual fue conectado en serie con la fuente de corriente del lado derecho.
- Se repitieron las mismas condiciones anteriores pero con valores de voltaje  $V_h$  de 3,4,5 y 6 volts.

---

### 3. Resultados

Las mediciones hechas se presentan en la siguiente tabla:

$T_c$ (K)	$T_h$ (K)	$T_c$ ( $^{\circ}C$ )	$T_h$ ( $^{\circ}C$ )	$V_h$ (V)	$I_h$ (A)	$R_0(\Omega)$	$V_0(V)$	$P_h$ (W)	$P_w$
275	279.5	3	6.5	2	0.362	2	0.084	0.724	3.52 mW
275.9	281.2	2.9	8.2	3	0.546	2	0.091	1.638	4.14 mW
276.3	285.3	3.3	12.3	4	0.728	2	0.132	2.912	8.712 mW
276.7	289.7	3.7	16.7	5	0.914	2	0.195	4.57	0.0190 W
277.4	295.5	4.4	22.5	6	1.102	2	0.275	6.612	0.037 W

Tabla 1: Mediciones

El valor de la eficiencia dependiendo  $V_h$  se presenta en la siguiente tabla:

$V_h$ (V)	$\eta$	$\eta_c$
2	$4.861 \times 10^{-3}$	0.02
3	$2.527 \times 10^{-3}$	0.018
4	$2.991 \times 10^{-3}$	0.031
5	$4.157 \times 10^{-3}$	0.044
6	$5.595 \times 10^{-3}$	0.061

Tabla 2: Valores obtenidos de la eficiencia

Se presenta la gráfica del inverso de la temperatura caliente vs eficiencia:

Figura 2:  $1/t_h$  vs  $n$

Gráfica del inverso de la temperatura caliente vs la eficiencia de Carnot:

Figura 3:  $1/t_h$  vs  $n_c$

En las gráficas anteriores se puede observar como el primer dato no concuerda con los demás, es por esto que se quito de los resultados. Este error fue debido a que no se esperó el tiempo suficiente para tomar la primera medición, no esperamos a que se estabilizaran los datos de la fuente. Ahora se presentan las gráficas omitiendo este error.

Se presenta la gráfica del inverso de la temperatura caliente vs eficiencia:

Figura 4:  $1/t_h$  vs  $n$

Gráfica del inverso de la temperatura caliente vs la eficiencia de Carnot:

Figura 5:  $1/t_h$  vs  $n_c$

---

El promedio de la eficiencia real fue 0.0385.

El promedio de la eficiencia de Carnot fue  $3.8175 \times 10^{-3}$

## 4. Conclusiones

La eficiencia disminuye linealmente al aumentar el voltaje fijo ( $V_h$ ), de las gráficas se puede notar que la eficiencia real siempre es menor que la eficiencia de Carnot, esto debido a que la eficiencia de Carnot es la máxima eficiencia que se puede obtener.

Realizando un ajuste lineal obtuvimos una recta mejor definida en el caso de la eficiencia de Carnot. Estos dos resultados se deben al primer teorema de Carnot que dice "No puede existir una máquina térmica que funcionando entre dos fuentes térmicas dadas tenga mayor rendimiento que una de Carnot que funcione entre esas mismas fuentes térmicas." [2] Calculando el promedio de las eficiencias se obtuvo que la eficiencia de la máquina de Peltier es 10 % la eficiencia de la máquina de Carnot.

Además notamos que la temperatura del foco frío no variaba tanto Las fuentes de error fueron diversas, desde no esperar a que el sistema se estabilizara hasta cálculos erróneos de las temperaturas.

## Referencias

- [1] Acuña, H. (2015). *Manual de Guías de Experiencias en el Laboratorio de Termodinámica Clásica*.
- [2] Wikipedia.com