

Termodinamica Experimental

Estudio de la eficiencia energética de una ampolleta en el calentamiento de agua

H. Leal^{*1}, J. Rodriguez^{**2}, and F. Cortes^{***3}

¹PUCV

²PUCV

³PUCV

Mayo 2023

Resumen

Este informe presenta un experimento para analizar la eficiencia energética de una ampolleta en el proceso de calentamiento de agua. Se sumerge una ampolleta en un recipiente termoaislante que contiene 200g de agua a 20,26°C. La ampolleta está conectada a una fuente de alimentación que proporciona corriente continua a 7V. y 1,32A. La temperatura del agua aumenta a 29,32°C en 1074s.

Palabras Clave: Eficiencia, bombilla incandescente, calor, trabajo, potencia eléctrica

1. Introducción

El uso eficiente de la energía es un tema de gran importancia en la actualidad debido a la creciente demanda de energía y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La eficiencia energética en dispositivos de calefacción, como las bombillas incandescentes, es un área de interés en la investigación. Este experimento tiene como objetivo evaluar la eficiencia energética de una ampolleta en el proceso de calentamiento de agua, analizando la relación entre la energía entregada al agua y el trabajo realizado por la ampolleta.

2. Marco teórico

El marco teórico de este experimento se basa en los principios de la termodinámica y la electricidad. La cantidad de energía transferida a través del calor entre dos sistemas se puede calcular utilizando la ecuación:

$$Q = mc\Delta T \quad [1] \quad (1)$$

Donde Q es la energía transferida, m es la masa del objeto, c es la capacidad calorífica específica del objeto y ΔT es el cambio de temperatura.

La potencia eléctrica se puede calcular utilizando la ecuación:

*hugo.leal@pucv.cl

**juan.rodriguez.f@mail.pucv.cl

***felipedeluniverso137@gmail.com

$$P = VI \quad [2] \quad (2)$$

Donde P es la potencia, V es el voltaje y I es la corriente eléctrica.

Finalmente, la eficiencia energética se define como la relación entre la energía útil producida y la energía total consumida:[3]

$$Eficiencia_{energética} = \frac{energía_{útil}}{energía_{totalconsumida}} \times 100 \% \quad (3)$$

3. Montaje experimental

El montaje experimental consta de los siguientes componentes:

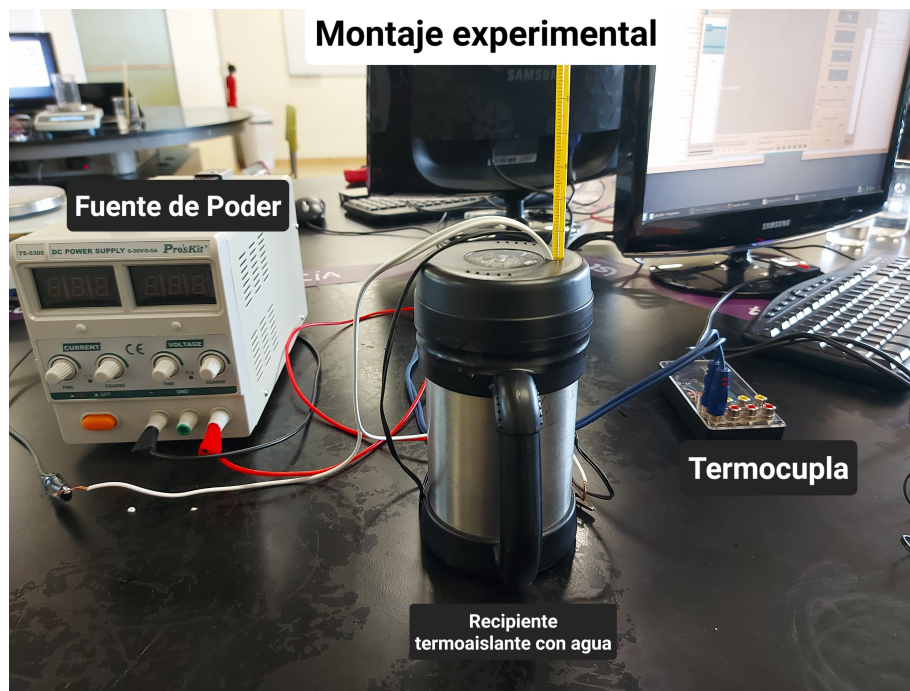


Figura 1: Código utilizado.

- Un recipiente termoaislante que contiene 200g de agua líquida a una temperatura inicial de 20,26°C.
- Una bombilla incandescente sumergida en el agua, conectada a una fuente de alimentación que proporciona 7V y 1.32A.
- Una termocupla para medir la temperatura del agua y el tiempo que tarda la temperatura del agua en alcanzar 29,32°C, todo esto mediante el programa Liberlab.

El procedimiento experimental es el siguiente:

1. Colocar la termocupla en el recipiente termoaislante con agua.
2. Sumergir la ampollita en el agua, asegurándose de que esté completamente sumergida pero sin tocar las paredes o el fondo del recipiente.
3. Conectar la ampollita a la fuente de alimentación.
4. Encender la fuente de alimentación y comenzar la medición mediante Liberlab.
5. Registrar la temperatura del agua a intervalos regulares hasta que alcance $29,32^{\circ}\text{C}$.
6. Apagar la fuente de alimentación y detener la termocupla al alcanzar la temperatura deseada.

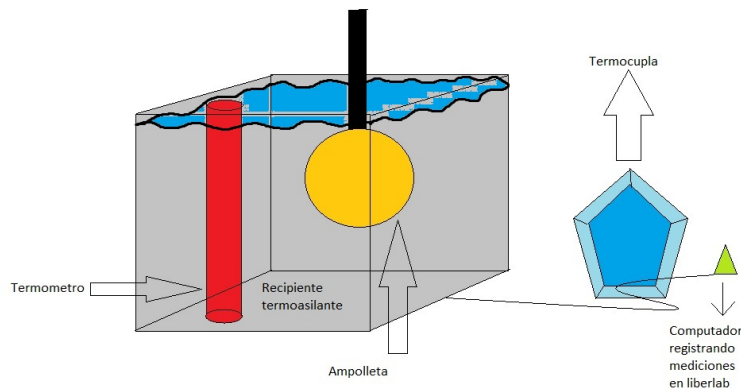


Figura 2: Representación del experimento

4. Resultados y discusión

En el experimento se utilizaron los datos proporcionados por [4]. que fueron extraídos gracias al programa Liberlab y la interfaz de arduino conectada a la termocupla, estos datos fueron graficados de manera inicial en bruto como se ve a continuación.

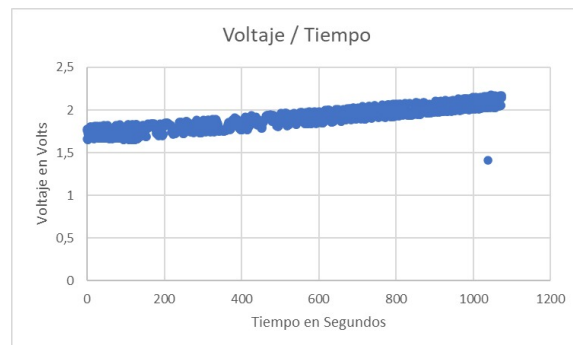


Figura 3: Gráfico voltaje vs tiempo

Si bien nos da una idea de la tendencia de los datos, para ser correctos consecuentes con el analisis, debemos transformar los valores de voltaje a temperatura, para ello es necesario realizar una calibracion a la termocupla.

Para realizar la calibracion a la termocupla solo son necesario tomar mediciones en dos puntos, luego deducir la ecuacion de la recta como se ve en la siguiente figura.

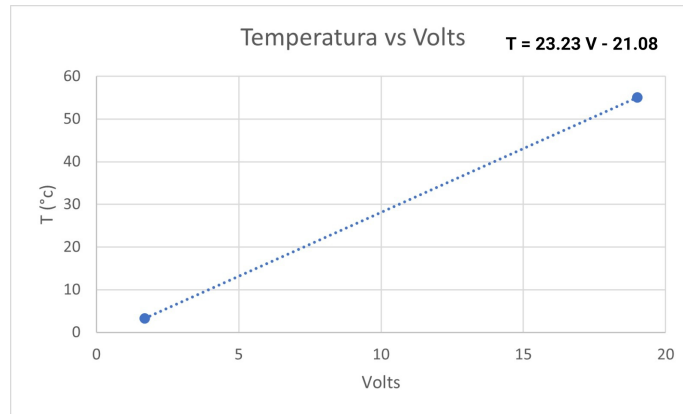


Figura 4: Gráfico de calibración

La ecuacion encontrada para la relacion de Temperatura en funcion de voltaje fue la siguiente:

$$T(voltaje) = 23,2 \times V - 21,08 \quad (4)$$

Para llegar a esta ecuacion fue necesario hacer un ajuste lineal.

Luego procesamos los datos para el Voltaje y los expresamos en funcion de la temperatura, como se aprecia en el siguiente grafico.

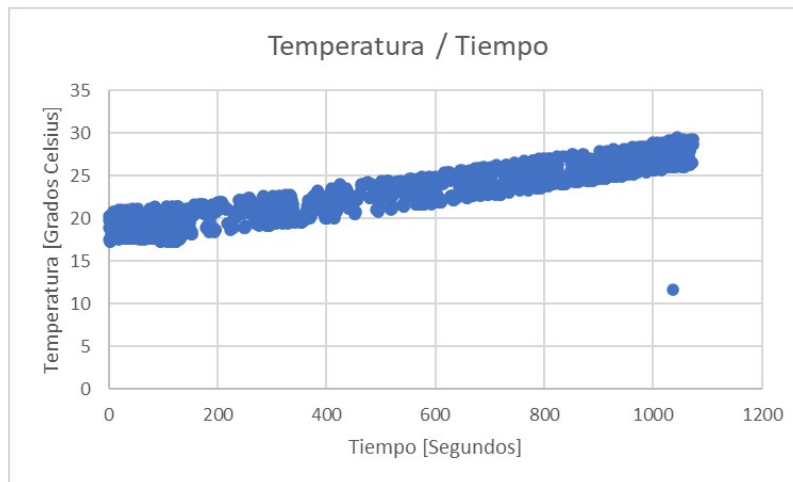


Figura 5: Gráfico temperatura vs tiempo

Continuando con el análisis teórico la energía entregada al agua se calculó utilizando la ecuación

$Q = mc\Delta T$, donde m es la masa del agua, c es el calor específico del agua y ΔT es el cambio de temperatura.

Los valores fueron $m = 200g$, $c = 4,186J/g \cdot C$ y $\Delta T = 9,06C$.

Segundo, el trabajo realizado por la bombilla se calculó utilizando la ecuación $W = VIt$, donde V es el voltaje, I es la corriente y t es el tiempo.

Los valores fueron $V = 7V$, $I = 1,32A$ y $t = 1074segundos$

Por último, la potencia de la bombilla se calculó utilizando la ecuación $P = VI$, donde V es el voltaje y I es la corriente. Los valores fueron $V = 7V$ y $I = 1,32A$.

Los elementos presentados son :

- Energía entregada al agua: 7581,4J
- Trabajo realizado por la ampolla: 9923.7J
- Potencia de la ampolla: 9,24W

La eficiencia energética del experimento se calculó utilizando la relación entre la energía útil y la energía total consumida:

$$Eficienciaenergética = \frac{7581,4J}{9923,7J} \times 100 \% \approx 76,39 \% \quad (5)$$

La eficiencia energética de este experimento es del 76.39 %. Esto indica que solo el 76.39 % de la energía total consumida por la ampolla se utilizó de manera efectiva para calentar el agua, mientras que el resto se perdió en forma de radacion electromagnetica.

$$\frac{|\text{tiempo teórico} - \text{tiempo experimental}|}{\text{tiempo teórico}} \times 100 \% = \frac{|820,49 \text{ s} - 1074 \text{ s}|}{820,49 \text{ s}} \times 100 \% \approx 31,02 \%$$

El porcentaje obtenido de 31.02 % indica que el tiempo teórico de calentamiento es mayor que el tiempo experimental registrado en el experimento realizado con el bombillo incandescente utilizado.

El resultado obtenido implica que la eficiencia energética del bombillo incandescente en el proceso de calentamiento de agua es baja, ya que el porcentaje de diferencia entre el tiempo teórico y experimental es significativo.

Esto sugiere que gran parte de la energía suministrada por el bombillo se pierde radiación electromagnetica en el medio ambiente, en vez de ser utilizada para calentar el agua de manera eficiente.

Una vez que se hayan calculado los errores absolutos y relativos, se pueden discutir las posibles causas de las discrepancias entre los resultados teóricos y empíricos. Algunas posibles fuentes de error incluyen:

- Errores en la calibración de la termocupla.
- Errores en la medición de la masa.
- Cambios en las propiedades del agua o la ampolla a lo largo del experimento.
- Pérdida de energía a través de la radiación o la conducción en el sistema.

Identificar y analizar estas fuentes de error puede ayudar a mejorar la precisión y la eficiencia del experimento y a obtener resultados más cercanos a los valores teóricos.

5. Conclusiones

En este experimento se evaluó la eficiencia energética de una bombilla incandescente en el proceso de calentamiento de agua. Los resultados obtenidos indican que la eficiencia energética del sistema es baja, ya que se registró un tiempo de calentamiento un 31.02 % mayor que el valor teórico presupuestado. Además, se calculó que la eficiencia energética para calentar el agua mediante este método fue de un 70.39 %.

Estos hallazgos enfatizan la importancia de utilizar métodos de calefacción más eficientes, como calentadores de agua más avanzados para reducir el consumo de energía. En conclusión, la utilización de bombillas incandescentes para calentar agua resulta ser ineficiente y poco sostenible, y se requiere de alternativas más eficaces y sostenibles para afrontar los retos energéticos actuales.

Referencias

- [1] J. Black, “Specific heat”, *American Journal of Physics*, vol. 41, págs. 666-667, 1973. DOI: 10.1119/1.1987488.
- [2] J. Joule, “Sobre el Calor desprendido por Conductores Metálicos de Electricidad, y en las Celdas de una Batería, durante la Electrólisis”, *Transacciones filosóficas de la Royal Society de Londres*, vol. 131, págs. 19-43, 1841. DOI: 10.1098/rstl.1841.0005.
- [3] Y. A. Çengel y M. A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 8th. McGraw Hill, 2015.
- [4] H. L. Aranda. “Datos experimentales, bombilla sumergida en agua 7V 1.32 A”. (Abril de 2022), dirección: <https://github.com/HugoLealAranda/Termodinamica-Experimental/blob/6ab2dda035bbf7459853d98237476b9274f624d8/Datos%20experimentales%2C%20bombilla%20sumergida%20en%20agua%207volt%201.32%20ampere%20.csv>.