

Relación Temperatura y Resistencia

Felipe Ortiz, Fabián Trigo
Universidad de Valparaíso, Valparaíso
(Dated: Junio 19, 2020)

En un mundo de electricidad y conductores, hay ocasiones en las que no podemos depender de las aproximaciones ideales de estos, es decir, considerar su propiedad de conductividad o resistividad como constantes a pesar de cambios en su temperatura. La termodinámica en este experimento nos permite analizar esta vez el caso en que la resistencia eléctrica sí varía con la temperatura del conductor, siendo este el objetivo del actual experimento. Para esto, se utilizó un cable de cobre sumergido en agua, y mediante la medición de la temperatura del líquido se encontró una relación que relaciona los parámetros de resistencia y temperatura. Los datos tomados contaban con una correlación lineal de 0.99, y del modelo obtenido se extrajo un valor de la constante de temperatura: $\alpha = 0.0037[\Omega/^{\circ}C]$. Comparando este resultado con valores de literatura se encontró un error relativo inferior al 8%.

I. INTRODUCCIÓN

Un cable conductor sufre un cambio de resistencia debido a un cambio en su temperatura, la resistencia no es algo fijo de este. Asumimos un sistema cuasiestático, o sea que la temperatura del cobre y del agua son siempre similares, es debido a esto que se prefirió enfriar en lugar de calentar, ya que el ultimo proceso es más caótico.

II. TEORIA

La resistencia de un medio óhmico o lineal viene dada por la Ley de Ohm:

$$IR = V \quad (1)$$

V es la caída de voltaje que sucede al pasar a través de la resistencia, I corresponde a la corriente que pasa por esta y R es la resistencia.

III. METODOLOGÍA

A. Conexiones

Para la realización del experimento fueron utilizados los siguientes materiales:

- Un multímetro o téster usado como óhmetro.
- Cables (macho y con pinzas).
- Dos recipientes de vidrio.
- Alambre de cobre.
- Un termómetro.
- Hielo.

Para montar el sistema, se conecta el óhmetro con uno de los extremos del alambre de cobre, por medio de un cable macho-pinza; el otro extremo del alambre de cobre

se conecta de la misma manera. En el óhmetro, los cables van conectados en las clavijas marcadas con COM y con Ω , y el instrumento se usa en la escala de 20 $[\Omega]$. El alambre de cobre irá enrollado, de modo que use menos espacio y sirva como una resistencia. Este mismo se posiciona dentro de un recipiente, dentro del cual se vertirá agua suficiente como para sumergir al cable. Dentro del un cuerpo de agua se posiciona un termómetro (que está conectado a un dispositivo electrónico que muestra su medida) para conocer su temperatura en todo momento (Fig. 1, Fig. 3). Adicionalmente se tendrá otro recipiente con agua, que además tendrá hielo, el cual se usará más adelante.

B. Procedimiento

Se toma registro de las lecturas del termómetro y el óhmetro cada pocos segundos, mientras un experimentador agrega agua fría del recipiente con hielo para reducir la temperatura a la vez que revuelve para reducir los efectos de convección. (Fig 2, podemos observar los datos iniciales)



FIG. 1:

Foto del sistema montado.



FIG. 2:

Se pueden observar el termómetro (izquierda) y el óhmetro (derecha).

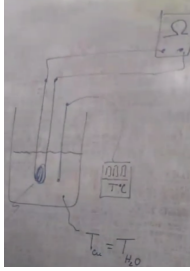


FIG. 3:

Esquema del sistema montado.

IV. DATOS Y ANALISIS

Los datos de temperatura y resistencia, junto a los errores sistemáticos, son mostrados en la tabla 1.

$T \pm 0.05 [^{\circ}\text{C}]$	$R \pm 0.05 [\Omega]$
84.8	18.8
79.6	18.6
71.1	18
62	17.6
53.4	17.2
49.2	17
45.5	16.8
41.4	16.6
38.8	16.4
35.8	16.3
34	16.2
32.1	16
30.2	15.9
28.4	15.8
25.7	15.7
23	15.5
20.7	15.4
19.2	15.3

TABLE I: Temperatura vs Resistencia para un cable de Cobre

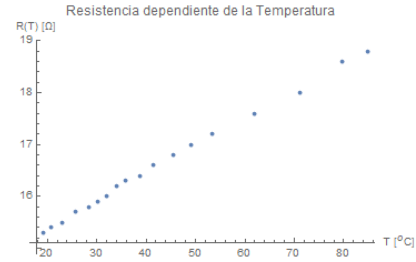


FIG. 4: Resistencia como función de la Temperatura

Como se puede ver en el gráfico de los datos (Fig. 4), estos siguen la tendencia de una recta, lo que también se evidencia por la alta correlación lineal que tienen (0.9988), por lo que se postula un modelo lineal:

$$R(T) = R_o(1 + \alpha) [\Omega] \quad (2)$$

Realizando un ajuste de los datos según este modelo, se obtuvo la siguiente relación:

$$R(T) = 14.32 + 0.05T [\Omega] \quad (3)$$

Ahora, factorizando por el intersección, la relación queda de la forma:

$$R(T) = 14.32(1 + 0.0037T) [\Omega] \quad (4)$$

Donde el número que acompaña a la variable de temperatura (T) es el coeficiente de temperatura:

$$\alpha = 0.0037[\Omega/^{\circ}\text{C}] \quad (5)$$

En comparación con valores experimentales obtenidos de acuerdo a la literatura [FIG 5]

Material	Resistencia específica a 20°C en CM * Ω/ft	Coefficiente de variación con la temperatura α, en Ω por °C
Aluminio	17	0.004
Carbono	+	-0.0003
Constantán	295	(promedio)
Cobre	10.4	0.004
Oro	14	0.004
Fierro	58	0.006
Nicromel	676	0.0002
Níquel	52	0.005
Plata	9.8	0.004
Tungsteno	33.8	0.005

FIG. 5: Distintos valores de α para metales conductores populares

El error porcentual de nuestra medición en comparación a la literatura es de un 7.20%

V. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Los datos de resistencia y temperatura muestran una fuerte correlación lineal, lo que es un buen indicativo de que la relación entre esas dos variables es una lineal que se puede escribir de la forma $R(T) = R_o(1 + \alpha) [\Omega]$. Para nuestro experimento esta fue $R(T) = 14.32(1 + 0.0037T) [\Omega]$. El valor de α fue comparado con el entregado por la literatura [2], mostrando un error de solo el 7.20%.

Como siempre, los errores encontrados se deben originar principalmente por la distribución no uniforme de la

temperatura, los que son minimizados en lo posible al revolver el agua. Otra fuente de errores deben ser también los errores sistemáticos propagados, mas las magnitudes que acá se manejan son relativamente grandes en comparación a dichas incertezas, por lo que seguramente no son muy significativas.

Ya que el análisis realizado permitió llegar a un resultado cercano al esperado, y que los errores obtenidos son relativamente pequeños, puede decirse que el objetivo del experimento de estudiar la relación entre temperatura y resistencia se ha cumplido satisfactoriamente.

[1] Serway, R. A., Jewett, J. W., & Serway, R. A. (2004). Physics for scientists and engineers. Belmont, CA: Thomson-Brooks/Cole.

[2] Electroestatica para aplicaciones ingenieria <http://www.sapiensman.com/electrotecnia/>