

Dependencia de la resistencia con la temperatura

Autores

Frigerio, Paz
mapaz@hotmail.com

Guerra, Inés
ineguerra@hotmail.com

Larreguy, María
merigl@yahoo.com

Romani, Julieta
julietaromani@hotmail.com

Laboratorio de Física 2 – Universidad Favaloro-Buenos Aires Octubre 2001

Resumen

Estudiamos la variación de la resistencia de diversos materiales con la temperatura. Para ello, utilizamos tres materiales: cobre, manganina y un termistor, observando distintas respuestas en cada caso. En el metal, la variación con la temperatura es lineal, la aleación de manganina no depende de la temperatura alrededor de los 20 °C, mientras que el termistor se comporta de manera opuesta a los dos anteriores, es decir, disminuye su resistencia al aumentar la temperatura.

Introducción

La resistividad de un material es el campo eléctrico por unidad de densidad de corriente, se define la resistividad ρ de un material determinado como:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (1)$$

donde E es el campo eléctrico y J la densidad de corriente.

La resistividad de todos los conductores metálicos crece con el aumento de la temperatura. En un intervalo de temperaturas no demasiado grande, la resistividad de un metal puede representarse aproximadamente por la ecuación:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (2)$$

donde ρ_0 es la resistividad de una temperatura de referencia T_0 y ρ la resistividad de la temperatura T. El factor α se denomina coeficiente de temperatura de resistividad.

Como la resistencia R de cualquier material es proporcional a su resistividad, la cual varía con la temperatura, también la resistencia variará con ella. En intervalos de temperaturas no demasiado grandes, esta variación se puede representar aproximadamente por una relación lineal análoga a la ecuación (2):

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (3)$$

Experimento

Estudiamos la relación entre la resistencia R y la temperatura T. Para esto utilizamos el dispositivo de la figura 1.

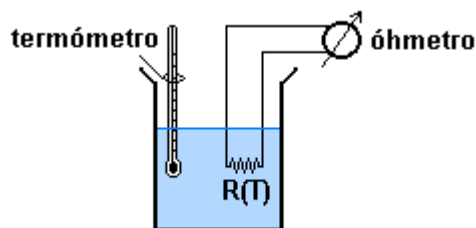


Figura 1. Dispositivo experimental para medir la variación de la resistencia con la temperatura.

Este dispositivo consiste en un recipiente con agua donde la resistencia a medir sea mucho menor que la resistencia del medio líquido. Variamos la temperatura del agua y medimos estas variaciones mediante un termómetro cerca de la resistencia, evitando que toque los bordes del recipiente para que no altere nuestras mediciones. Utilizamos diferentes resistencias: un metal puro (cobre), una aleación (manganina) y un termistor; las cuales pudimos medir a través de una conexión a un óhmetro. Una vez que se estabilizaba la temperatura, registrábamos la temperatura que señalaba el termómetro y a su vez, el valor correspondiente de resistencia.

Resultados

En el caso del metal, pudimos observar que la variación de la resistencia en función de la temperatura es lineal. Esta relación se representa en la figura 2.

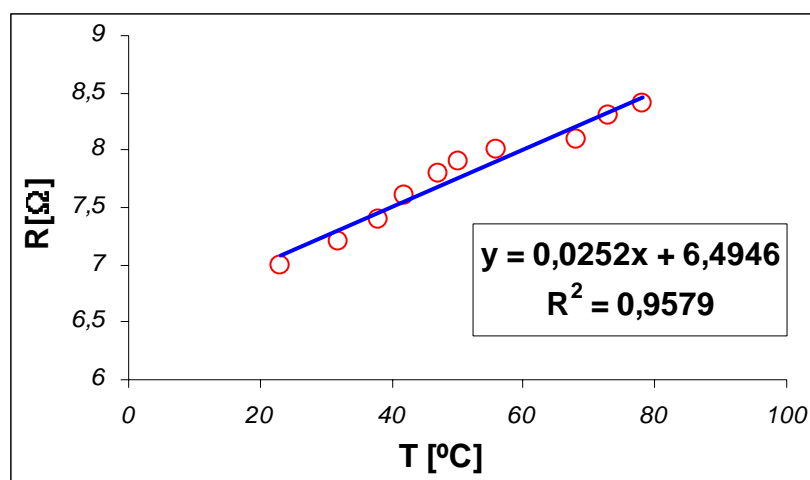


Figura 2. Gráfico de la resistencia en función de la temperatura en un metal (cobre).

A partir de la ecuación (3) y de las mediciones realizadas pudimos aproximar un valor para el coeficiente de temperatura α de $0,0035 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \pm 0,0003 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, alrededor de los $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, el cual figura en textos como de $0,00393 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

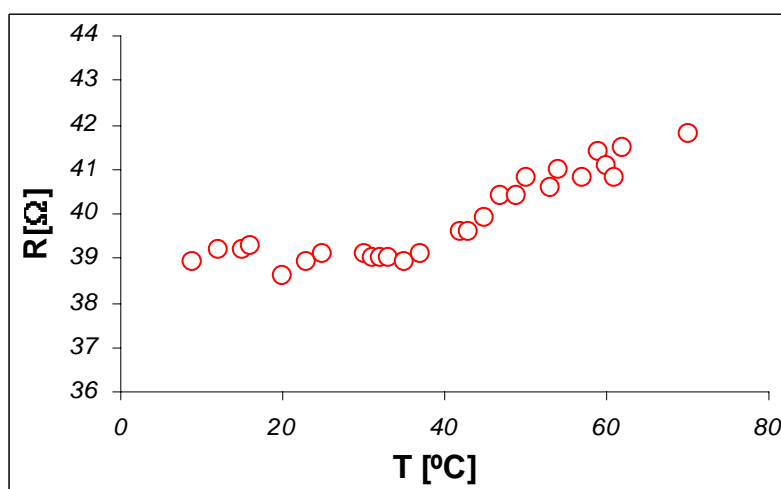


Figura 3. Gráfico de la resistencia en función de la temperatura en una aleación (manganina).

Se puede ver el comportamiento de la aleación de manganina de la figura 3, la cual alrededor de los 20 °C se comporta de una forma constante con la temperatura debido a que el coeficiente de temperatura α es cero. Esto se observa más claramente en la figura 4.

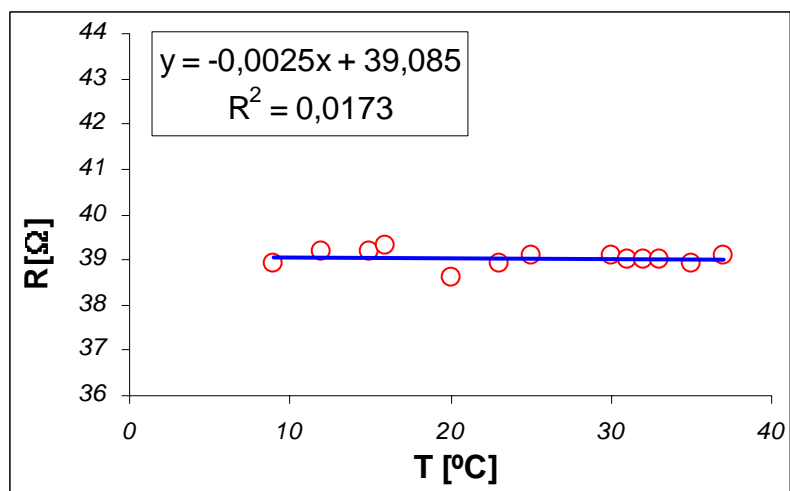


Figura 4. Gráfico de la resistencia en función de la temperatura en una manganina alrededor de los 20 °C.

En el caso del termistor, pudimos ver que este se comporta de una forma distinta al resto de los materiales, ya que su resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura, siguiendo dicha expresión:

$$R(T) = R_o e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right)} \quad (4)$$

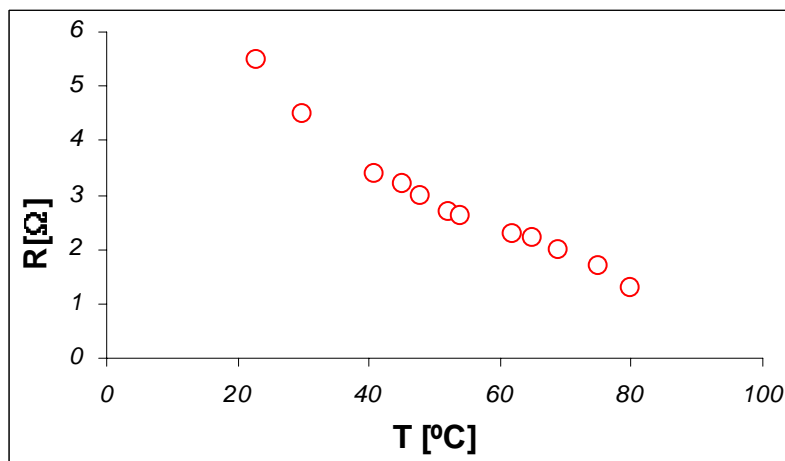


Figura 5. Gráfico de la resistencia en función de la temperatura en un termistor.

A partir de cálculos, utilizando la ecuación (4), obtuvimos:

$$\ln \left(\frac{R}{R_o} \right) = \beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right) \quad (5)$$

que aparece graficado en la figura 6.

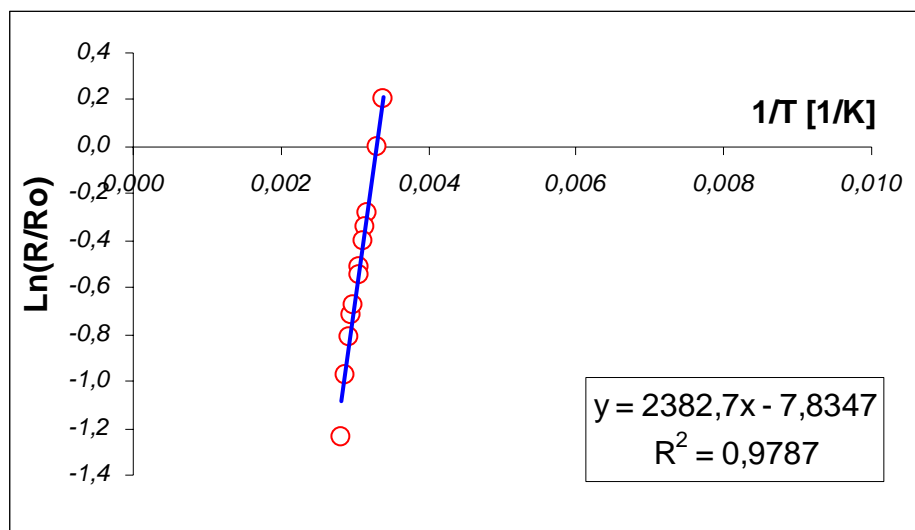


Figura 6. Gráfico del logaritmo natural del cociente entre la resistencia y R_0 en función de la inversa de la temperatura.

Obtuvimos un valor experimentalmente para β de $2382,7 \text{ K} \pm 800 \text{ K}$.

Conclusión

Pudimos comprobar que para el caso del metal, su resistencia varía proporcionalmente con la temperatura, a través de la ecuación (3). Por el método de cuadrados mínimos obtuvimos un valor para el coeficiente de temperatura α de $0,0035 \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \pm 0,0003 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, alrededor de los $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Este valor se asemeja bastante al que se puede encontrar en los textos.

En el caso del aleacion, manganina, la resistencia no varía con la temperatura alrededor de los $20 \text{ }^\circ\text{C}$, ya que su coeficiente de temperatura es aproximadamente cero, pero aumenta no proporcionalmente para temperaturas más altas.

En el último caso, del semiconductor, vemos que la resistencia disminuye al aumentar la temperatura en forma exponencial, siguiendo la ecuación (4). Por el método de cuadrados mínimos aplicado a la ecuación (5), obtuvimos un valor de β aproximado.

Bibliografía

1. *Física Universitaria*, F. W. Sears, M. W. Zemansky y H. D. Young, 6ta. Ed., Editorial Fondo Educativo Interamericano, México (1986).
2. *Física Re-Creativa*, S. Gil y E. Rodriguez, 1ra. Ed., Argentina (2000).