

Variación de la resistencia con la geometría

Galarza Jorge A., Sardelli Gastón, Scalise Guido, Valli Mauricio.
Universidad Favaloro
Estudiantes de primer año del Bachillerato Universitario en Ciencias de la
Ingeniería.
E-mail: jagal41@hotmail.com o mauriciolaplata@sinectis.com.ar

Resumen

Este es un análisis de la resistencia en una red, con forma de retícula cuadrada, construida con trazados de lápiz de grafito.

Introducción

Utilizando un lápiz de grafito puro, o bien un lápiz tipo B6 (mina muy blanda) o similar, marcamos sobre un papel liso cuadriculado un trazo bien nítido. Para lograr que el trazo sea parejo y uniforme, fue necesario repasar con el lápiz unas 5 veces por la misma traza.

Desarrollo

Con un multímetro en modo óhmetro, determinamos la resistencia de la traza como función de su longitud. Tomando tramos de igual longitud del trazo, pero en distintas posiciones, caracterizamos mediante un histograma la uniformidad de las resistencias unitarias definidas por el trazo de lápiz y la longitud unitaria. Calculamos el valor medio de esta resistencia unitaria y su dispersión. Combinando los resultados de los análisis anteriores, graficamos la variación de la resistencia con la longitud. Luego estimamos el ancho del trazo del lápiz, sabiendo la resistividad del grafito (obtenido de tablas), y a partir de los datos y del gráfico anterior, estimamos el espesor de la película de grafito sobre el papel.

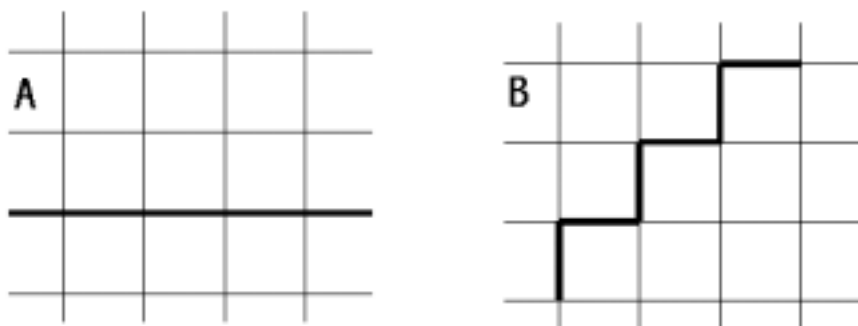


Figura 1. Red de resistencias de trazos de grafito, cada cuadrado tiene 1cm de lado.

Resultados

Para un trazo recto de grafito de cinco pasadas uniformes se obtuvo los siguientes gráficos:

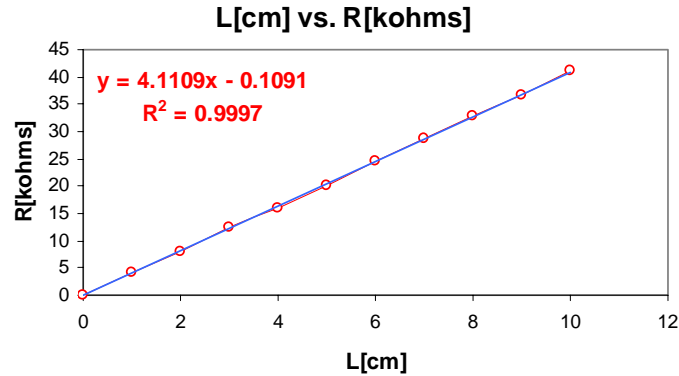


Figura 2. Gráfico de la resistencia de un trazo de grafito en función de la longitud. El valor de la resistencia por unidad de longitud es de 4,11 Ohms/cm

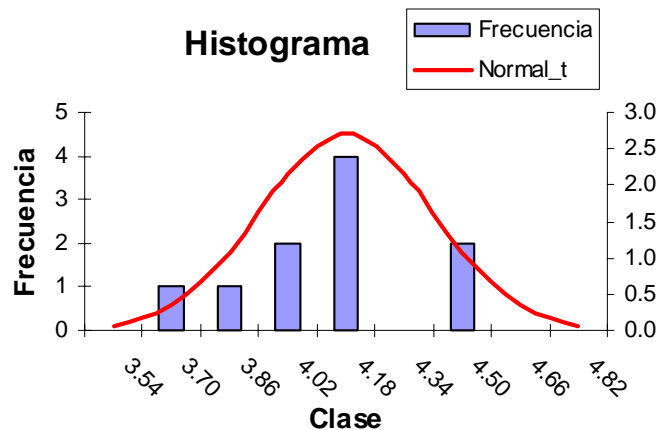


Figura 3. Resultados de la medición de secciones de 1 cm de largo, dando como resultado 4.1 Ohm/c con una desviación estándar 0.23 Ohms/cm.

Como se puede ver, de las figuras 1 y 2 podemos decir que la resistencia de un trazo uniforme de grafito de 5 pasadas de un largo de un centímetro tiene un valor medio de $(4.1 \pm 0.1)\Omega$. Este valor lo llamamos R_0 , el cual corresponde el valor de resistencia por unidad de longitud, y podemos verificar que coincide con el valor de la pendiente de la recta de la figura 1.

Para una red cuadrada de resistencias realizada sobre papel con un lápiz de grafito como las que muestra la figura 1, con 121 cuadrados de 1 cm de lado cada uno. Tomando el valor de la resistencia entre dos nodos consecutivos internos en cualquier parte de la red pudimos observar que es equivalente al valor de $R_0/2$ y es igual a $(2.1 \pm 0.1)\Omega$.

Luego se realizaron los siguientes gráficos con el objeto de comparar los datos experimentales con valores teóricos. El modelo teórico utilizado surge de plantear la regla de los nodos o primera regla de Kirchhoff para un nodo de la red en el cual se inyecta una corriente externa, combinándola con la ley de Ohm y realizando un procedimiento matemático que se detalla en el artículo citado en la referencia 3, es posible arribar a una ecuación que nos permite calcular el valor de resistencia en cada nodo de la red. La misma se da a continuación:

$$R_{np} = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} \frac{d\beta}{\sinh|\alpha|} \cdot \left[1 - e^{-|n\alpha|} \cdot \cos(p\beta) \right]$$

donde (n,p) son las coordenadas del nodo. Los datos teóricos utilizados para realizar los gráficos se han calculado empleando la tabla 1, la cual ilustra los resultados de la evaluación de dicha integral, hallada en el artículo antes mencionado.

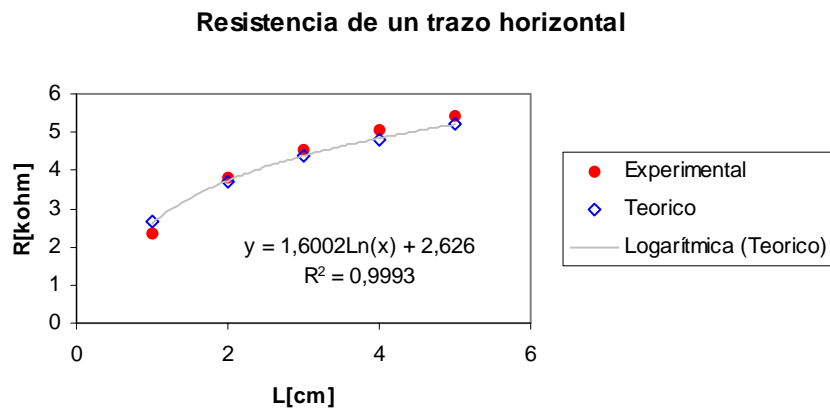


Figura 4. Resistencia en función de la longitud de un trazo recto dentro de una red de resistencias de grafito

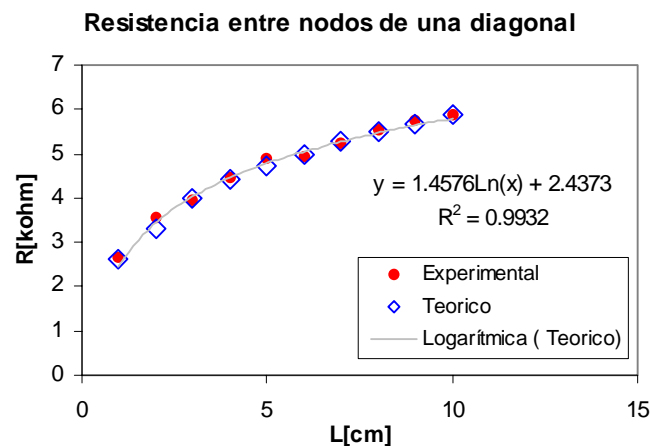


Figura 5. Resistencia en función de la distancia dentro de una red resistencias de grafito.

Sabiendo que,

$$r = \frac{\rho}{s} \cdot l$$

donde, r es resistencia, ρ es resistividad, s es la sección y l es el largo del conductor, podemos estimar el espesor del trazo de grafito debido a que s es el espesor por el ancho del trazo. Para este fin, calculamos el espesor donde el ancho del trazo es 2 mm, ρ es $\Omega \cdot \text{cm}$, l es 1 cm y r es para el largo l (4.1 ± 0.1) kOhm. El espesor para un trazo de grafito de cinco pasadas uniformes es $(60 \pm 5) \mu\text{m}$.

Conclusiones

Como hemos podido observar la resistencia varia en función de la distancia de manera lineal en un trazo aislado de grafito y de manera no lineal en un trazo dentro de una red. Esto pudo verificarse tras comparar los gráficos teóricos.

Un detalle para aclarar, es que pequeños cambios en el trazo producen grandes cambios en la resistencia. La teoría comentada anteriormente es adecuada para explicar el problema estudiado en este trabajo, ya que se comprobó que los resultados provistos por la misma coinciden con los datos experimentales.

Bibliografía

- 1- S.Gil-E.Rodriguez, Física re-Creativa, Prentice Hall, Bs. As. 2001.
- 2- Sears y Zemansky, Física Universitaria, Addison Wesley, México 1998.
- 3- Atkinson,D., "Infinite resistive lattices", Am. J. Phys.,**67**,486,1999.