

ANÁLISIS DE LA RESISTIVIDAD DEL GRAFITO

Álvaro Díaz Ramírez , Daniel López Cano , Ana Olmedo Zamora
María Dolores Ocaña Ortiz
Tecnología e Ingeniería I
2022/2023



ÍNDICE:

1. Resumen o abstract
2. Introducción o descripción de la investigación
3. Objetivos de la investigación
4. Marco teórico
5. Materiales y métodos
6. Resultados
7. Discusión y conclusión
8. Webgrafía

1. Resumen o abstract:

El *grafito* es un material semiconductor, como el silicio y el germanio, que puede presentar una gran *conductividad* eléctrica. Es de color negro grisáceo con brillo metálico, anticorrosivo, refractario y se exfolia con facilidad. Su composición es de casi un 100% de carbono y es comúnmente conocido por estar presente en las minas de los lápices, también se puede encontrar en otros sectores de la industria tecnológica.

La *resistividad* es una propiedad característica de cada material, que puede variar en función de la temperatura. Normalmente, en los metales es directamente proporcional al aumento de temperatura y en los semiconductores es inversamente proporcional a este aumento. La resistividad es independiente de la sección y longitud de un conductor.

La resistencia de un conductor es calculable, siendo su valor directamente proporcional a la resistividad del material del cual está fabricado y de la longitud del conductor, e inversamente proporcional a su sección.

Por otro lado, dado que se puede medir la resistencia de un conductor empleando un polímetro, y con el objetivo de calcular la *resistividad* utilizando distintas minas de *grafito* de diferentes durezas, bombillas de 6v y una fuente de alimentación se han tomado mediciones mientras estas recibían tensión, variando la longitud y la sección dada del *grafito* y tomando medida del voltaje. Al recolectar un total de trece datos distintos de 3 minas diferentes, se hace uso de la fórmula para llegar al dato definitivo, la *resistividad* del *grafito* en cada tipo de mina.

Palabras clave: *Grafito, Conductividad, Resistencia, Resistividad.*

2. Introducción o descripción de la investigación:

La industria ha dependido del cobre como material conductor de electricidad durante mucho tiempo. Sin embargo, en España, la extracción y producción de cobre se ha vuelto cada vez más difícil y costosa. Es por ello, que se están explorando alternativas para encontrar un conductor adecuado y asequible como por ejemplo el grafito.

La investigación actual plantea el uso del grafito como un posible conductor de electricidad. El grafito cuenta con una alta resistencia y al calcular la fuerza con la que este se opone a la electricidad, se puede determinar si es un buen conductor o no.

Si el grafito finalmente fuera un buen conductor, podría tener un gran impacto dentro de la industria, ya que es más fácil de conseguir que el cobre, porque es encontrado en la naturaleza, y por eso es una alternativa más sostenible.

3. Objetivos de la investigación:

A través de esta investigación se pretende encontrar una mina de grafito, que según su dureza y sección pueda conducir de forma adecuada la electricidad. Recopilando y analizando datos de cómo se comporta el grafito al estar sometido a tensión se averigua si este podría ser usado como conductor de la electricidad en algunos ámbitos.

4. Marco teórico:

La resistividad es la medida de la fuerza con la que un material se opone al paso de la corriente eléctrica y es específica de un determinado material, representada por la letra griega rho minúscula y medida en ohmios•metro(Ωm).

Normalmente, la resistividad de los metales aumenta con la temperatura, mientras que la resistividad de los semiconductores disminuye ante el aumento de la temperatura.

Es importante destacar que la resistividad de los materiales varía con la temperatura, por lo que los valores mostrados en la tabla son solo aproximados. Además, la conductividad de los materiales está influenciada por factores como la pureza del material, la estructura cristalina y el tratamiento térmico.

La resistividad de un conductor puede ser calculada a través de la multiplicación de la resistencia por el área del mismo y dividiéndolo por su longitud; el resultado es denominado coeficiente de resistividad, ρ

$$\rho = R \cdot A / l$$

| Material | Temperatura (°C) | Resistividad (Ohm*m) |
|----------|------------------|-----------------------|
| Cobre | 20 | 1.68×10^{-8} |
| | 100 | 1.95×10^{-8} |
| | 200 | 2.26×10^{-8} |
| | 300 | 2.58×10^{-8} |
| Plata | 20 | 1.59×10^{-8} |
| | 100 | 1.88×10^{-8} |
| | 200 | 2.20×10^{-8} |
| | 300 | 2.54×10^{-8} |
| Oro | 20 | 2.44×10^{-8} |
| | 100 | 2.83×10^{-8} |
| | 200 | 3.29×10^{-8} |
| | 300 | 3.83×10^{-8} |
| Aluminio | 20 | 2.65×10^{-8} |
| | 100 | 3.10×10^{-8} |
| | 200 | 3.62×10^{-8} |
| | 300 | 4.20×10^{-8} |
| Silicio | 20 | 6.40×10^2 |
| | 100 | 1.11×10^3 |
| | 200 | 1.87×10^3 |
| | 300 | 3.00×10^3 |
| Germanio | 20 | 4.60×10^3 |
| | 100 | 8.10×10^3 |
| | 200 | 1.43×10^4 |
| | 300 | 2.70×10^4 |

Los semiconductores se usan comúnmente como conductores en varios dispositivos electrónicos, por ejemplo los transistores, diodos y circuitos integrados. A diferencia de los metales, que tienen una alta conductividad eléctrica a temperatura ambiente, los semiconductores tienen una conductividad eléctrica, que puede incrementarse mucho con la temperatura o cuando se agrega impurezas al material.

La conductividad eléctrica de los semiconductores se basa en su estructura de bandas de energía. En un semiconductor puro, hay una brecha de energía entre la banda de valencia y la banda

de conducción, es decir desde donde se unen los electrones hasta donde los electrones pueden moverse libremente. La conductividad eléctrica aumenta cuando los electrones pasan de la banda de valencia a la banda de conducción con suficiente energía. Además de ser utilizados como conductores en dispositivos electrónicos, los semiconductores se utilizan como materiales fotosensibles en células solares y como detectores de radiación en equipos médicos y de seguridad.

El método de resistividad de corriente directa es una técnica utilizada en la prospección minera, geohidrológica, geotérmica y en problemas de geotecnia. En este método se somete a los materiales a distintas corrientes electrónicas por el terreno para más tarde medir el voltaje según en cada zona. En esta investigación se imita este método pero utilizando minas de grafito.

En las minas de los lápices se pueden distinguir distintas durezas, las que contienen solo la letra H, son minas más duras ya que en el inglés duro es hard, cuanto mayor sea el número anterior a la letra mayor será la dureza. A su vez, existen también las minas B, Black en inglés es negro y cuanto más negra la mina más blanda. La mina HB es una combinación de estas durezas aunque se inclina más a ser una mina blanda. A medida que se incrementa la dureza de las minas, aumenta el porcentaje de arcilla en su composición.

| Dureza | Composición |
|--------|---------------------------------|
| 9H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 8H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 7H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 6H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 5H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 4H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 3H | Grafito puro con arcilla o cera |
| 2H | Grafito puro con arcilla o cera |
| H | Grafito puro con arcilla o cera |
| F | Grafito puro con arcilla o cera |
| HB | Grafito puro con arcilla o cera |
| B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 2B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 3B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 4B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 5B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 6B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 7B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 8B | Grafito puro con arcilla o cera |
| 9B | Grafito puro con arcilla o cera |

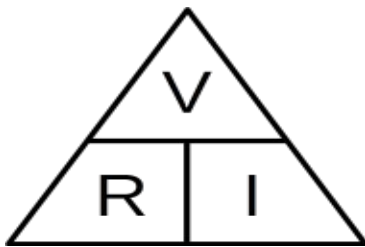
Para medir el voltaje, se utiliza un voltímetro, aunque en este caso se utiliza un polímetro, este se conecta en paralelo a los puntos en los que se desea medir el voltaje, este nos da la medición en voltios (V).

Para medir la corriente, se utiliza un amperímetro, en este caso se utiliza un polímetro, este se coloca en serie en el circuito, de manera que la corriente pase a través de él. Se mide la cantidad de corriente que fluye a través del circuito y se da la medición en amperios (A).

Para medir la resistencia, se utiliza un ohmímetro, aunque en este caso se ha recurrido a la fórmula dada por la ley de Ohm.

La Ley de Ohm establece que la corriente que fluye por un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del conductor. Esta ley puede ser expresada matemáticamente como:

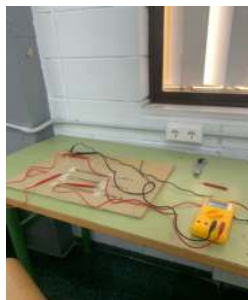
$$V = I \times R$$



5. Materiales y métodos:

Antes de comenzar el experimento, se debe preparar el espacio de trabajo, y el material necesario:

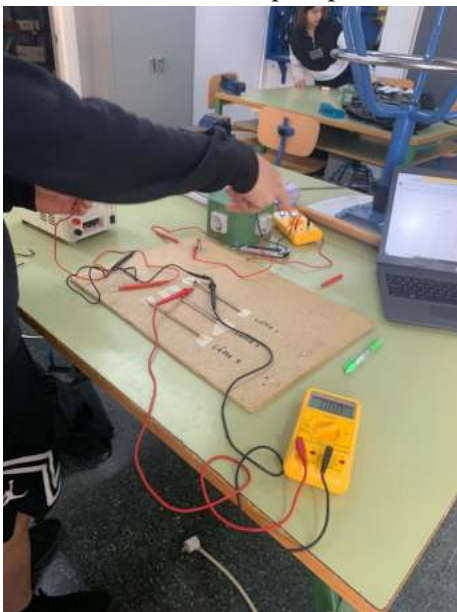
- 3 lápices de 3 diferentes minas. El lápiz 1 tiene una mina HB, el lápiz 2 es un lápiz de carpintero con una mina 6H y la mina del lápiz 3 es H.
- Una bombilla de 6 voltios
- Un polímetro
- Una fuente de alimentación
- Una tabla de madera
- Un cúter



Para empezar, pelamos los lápices con un cúter para poder tomar medidas de las minas, se colocan en la tabla de madera y medimos 13 cm anotando la ubicación de cada centímetro. Más tarde se coloca un soporte de bombillas para la bombilla que se va a utilizar.



A continuación, se conecta el polo negativo del polímetro al polo negativo de la fuente de alimentación y se empiezan a tomar mediciones sin que las minas estén conectadas a la tensión para así saber cuál es la resistencia que opone este material sin que haya ningún flujo de corriente.



Para continuar, realizamos las mediciones conectando la bombilla a las minas y volvemos a tomar los datos del voltaje y de la intensidad.



Finalmente, se calcula la resistencia mediante la ley de ohm y finalmente por la fórmula de la resistividad calculamos este dato.

6. Resultados:

A) Sin que la bombilla reciba tensión:

LÁPIZ 1:

| CM | INTENSIDAD (A) | VOLTAGE (5v) | RESISTENCIA(Ω) |
|----|----------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 0.018 | | 277,78 |
| 2 | 0,021 | | 238,1 |
| 3 | 0.001 | | 5000 |
| 4 | 0.001 | | 5000 |
| 5 | 0.001 | | 5000 |
| 6 | 0.001 | | 5000 |
| 7 | 0.001 | | 5000 |
| 8 | 0.001 | | 5000 |
| 9 | 0 | | - |
| 10 | 0 | | - |
| 11 | 0 | | - |
| 12 | 0 | | - |
| 13 | 0 | | - |

LÁPIZ 2:

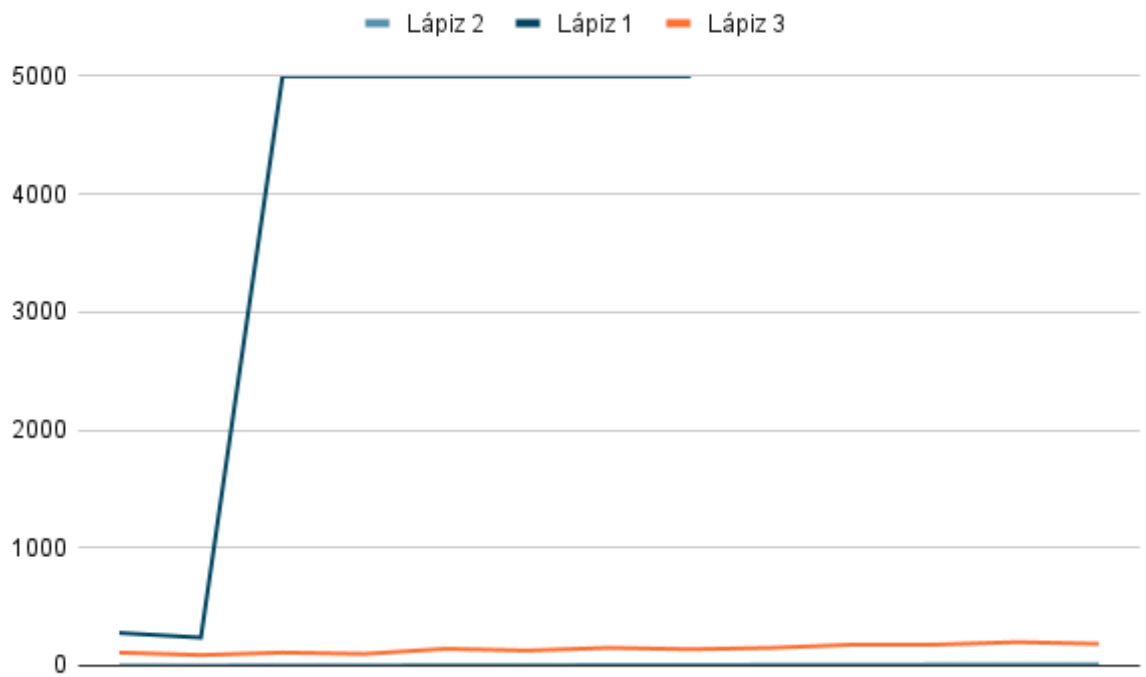
| CM | INTENSIDAD (A) | VOLTAGE (5V) | RESISTENCIA (Ω) |
|----|----------------|--------------|--------------------------|
| 1 | 0.063 | | 79.37 |
| 2 | 0.063 | | 79.37 |
| 3 | 0.066 | | 75.76 |
| 4 | 0.064 | | 78.13 |
| 5 | 0.056 | | 89.29 |
| 6 | 0.05 | | 100 |
| 7 | 0.05 | | 100 |
| 8 | 0.034 | | 147.06 |
| 9 | 0.022 | | 227.27 |
| 10 | 0.012 | | 416.67 |
| 11 | 0.004 | | 1250 |
| 12 | 0.010 | | 500 |
| 13 | 0,004 | | 1250 |

LÁPIZ 3:

| CM | INTENSIDAD (A) | VOLTAGE (5V) | RESISTENCIA (Ω) |
|----|----------------|--------------|--------------------------|
| 1 | 0.045 | | 111,11 |
| 2 | 0.055 | | 90,1 |
| 3 | 0.045 | | 111,11 |
| 4 | 0.05 | | 100 |
| 5 | 0.035 | | 142,86 |
| 6 | 0.039 | | 128,2 |
| 7 | 0.033 | | 151,52 |
| 8 | 0.036 | | 138,89 |

| | | | |
|----|-------|--|--------|
| 9 | 0.033 | | 151,52 |
| 10 | 0.028 | | 178,57 |
| 11 | 0.028 | | 178,57 |
| 12 | 0.025 | | 200 |
| 13 | 0.027 | | 185,19 |

GRÁFICA 1:



B) La bombilla recibe tensión:

LÁPIZ 1(0,0077 m2)

| M | INTENSIDAD(A) | VOLTAGE(V) | RESISTENCIA (Ω) | RESISTIVIDAD (Ω m) |
|---|---------------|------------|--------------------------|----------------------------|
| | 0,15 | 2,38 | 15,87 | 0,12 |
| | 0,07 | 2 | 28,57 | 0,11 |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| 0 | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - |
| 3 | - | - | - | - |

LÁPIZ 2(0,8m2)

| M | INTENSIDAD(A) | VOLTAGE(V) | RESISTENCIA (Ω) | RESISTIVIDAD (Ω m) |
|---|---------------|------------|--------------------------|----------------------------|
| | 0,099 | 4 | 40,04 | 32 |
| | 0,045 | 3,9 | 86,67 | 34,67 |
| | 0,043 | 3,7 | 86 | 22,95 |
| | 0,041 | 3,6 | 87,8 | 17,56 |
| | 0,037 | 3,52 | 95,14 | 15,22 |
| | 0,035 | 3,4 | 97,14 | 12,95 |
| | 0,029 | 3,3 | 113,8 | 13 |
| | 0,025 | 2,58 | 103,2 | 10,32 |
| | 0,025 | 2,05 | 82 | 7,29 |
| 0 | 0,005 | 0,9 | 180 | 14,4 |
| 1 | 0,002 | 0,04 | 20 | 1,45 |
| 2 | 0,001 | 0,02 | 20 | 1,33 |
| 3 | 0,001 | 0,01 | 10 | 0,62 |

LÁPIZ 3(0,077m2):

| M | INTENSIDAD(A) | VOLTAGE(V) | RESISTENCIA(Ω) | RESISTIVIDAD (Ω m) |
|---|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|
| | 0,045 | 3,7 | 82,22 | 6,33 |
| | 0,041 | 3,6 | 87,8 | 3,38 |
| | 0,031 | 3,5 | 112,9 | 2,89 |
| | 0,029 | 3,2 | 110,34 | 2,12 |
| | 0,026 | 3,12 | 120 | 1,85 |
| | 0,026 | 3,07 | 118,1 | 1,52 |
| | 0,024 | 2,97 | 123,75 | 1,36 |
| | 0,020 | 2,9 | 145 | 1,4 |
| | 0,020 | 2,75 | 137,5 | 1,18 |
| 0 | 0,018 | 2,7 | 150 | 1,16 |
| 1 | 0,017 | 2,6 | 152,94 | 1,07 |
| 2 | 0,014 | 2,55 | 182,14 | 1,17 |
| 3 | 0,013 | 2,45 | 188,46 | 1,12 |

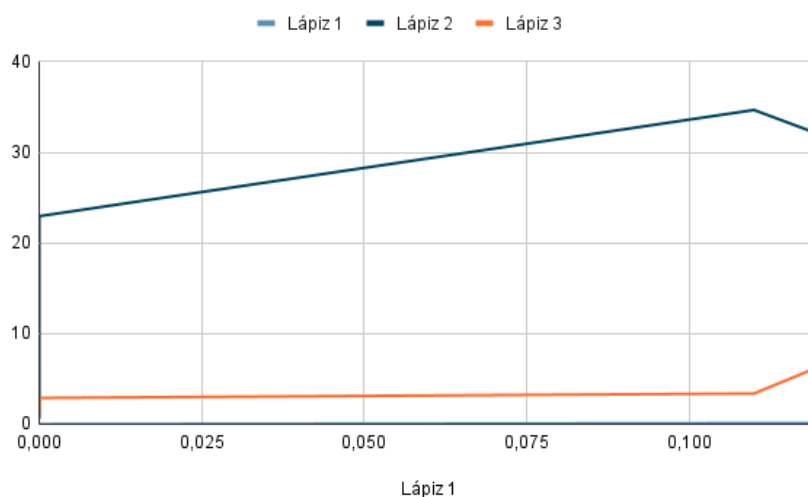
GRÁFICA 2:

Gráfico de la resistencia recibiendo tensión:



GRÁFICA 3:

Gráfico de la resistividad recibiendo tensión:



Se observa que la resistividad del lápiz 1 es tan baja que casi no se puede ver.

7. Discusión y conclusión:

En la **gráfica 1**, se observa la resistencia de cada mina sin recibir tensión, la primera mina llega a valores muy altos de resistencia ya que presenta una intensidad muy baja, a continuación en la **gráfica 2** se observa la resistencia de estas minas cuando reciben tensión, igual que en la tabla anterior, la mina 1 presenta rarezas ya que cuando llega a los 3 cm de longitud no conduce la electricidad y finalmente en la última gráfica se obtienen resultados de la resistividad.

Después de la obtención de estos resultados, se observa que en las minas de lápices que tienen más dureza no se encuentran coeficientes de resistividad más bajos que 0. En el lápiz de carpintero, se encuentran coeficientes de resistividad más altos pero llega un momento en el que estos coeficientes son más bajos de 0. Finalmente el lápiz con la mina más blanda es el peor conductor de todos ya que la mayoría de sus resultados son iguales que 0.

Si se quisiera trasladar algún tipo de grafito como conductor debería de ser el que tenga más dureza y mayor sección para que así llegue a ser un conductor prácticamente perfecto.

8. Webgrafía:

[Experimento de la resistencia del grafito](https://www.youtube.com/watch?v=lvTSdIUcY08) : <https://www.youtube.com/watch?v=lvTSdIUcY08>

[Factores que influyen en la resistividad](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjW9vLujr7-AhXYUqQEHeQaDHYQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fikastaroak.ulhi.net%2Fedu%2Fes%2FIEA%2FIEI%2FIEI05%2Fes_IEA_IEI05_Contenidos%2Fwebsite_411_factores_que_influyen_en_la_resistividad.html&usq=AOvVaw28VJaKaSGHSEzo-e-7k9GZ) :

https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjW9vLujr7-AhXYUqQEHeQaDHYQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fikastaroak.ulhi.net%2Fedu%2Fes%2FIEA%2FIEI%2FIEI05%2Fes_IEA_IEI05_Contenidos%2Fwebsite_411_factores_que_influyen_en_la_resistividad.html&usq=AOvVaw28VJaKaSGHSEzo-e-7k9GZ

[Minas de lápices](#) :

<https://www.iguanasell.es/blogs/news/lapiz-portaminas#:~:text=DUREZA%20DE%20LA%20MINA&text=Las%20minas%20m%C3%A1s%20usadas%20son,y%20duro%20tirando%20a%20blando.>

[Resistividad y resistencia :](#)

https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiB_sugjr7-AhUeZaQEhXbIBv4QFnoECA8QAw&url=https%3A%2F%2Fopenstax.org%2Fbooks%2Ff%25C3%25ADsica-universitaria-volumen-2%2Fpages%2F9-3-resistividad-y-resistencia%23%3A~%3Atext%3DLa%2520resistividad%2520de%2520un%2520material%2C%25CF%2581%2520%253D%25201%2520%25CF%2583%2520.&usg=AOvVaw2srzEYORoryNBF00eWbQcc