

---

## Ley de Ohm

---

### 1. OBJETIVOS

Determinar si un material tiene un comportamiento eléctrico lineal (ohmico).

Determinar la resistencia óhmica de materiales

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La ley de Ohm establece que, a una temperatura dada, existe una proporcionalidad directa entre la diferencia del potencial que se aplica entre los extremos de un conductor y la intensidad de la corriente que circula por él. Esta constante de proporcionalidad se denomina *resistencia eléctrica*. La relación matemática que expresa esta ley fue establecida por G.S. Ohm en 1827, y la podemos escribir como

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

donde R representa la resistencia eléctrica, que se mide en ohmios ( $\Omega$ ), siempre que V se mida en voltios (V) e I en amperios (A). La ley de Ohm no es una propiedad general de la materia; aquellos materiales que la obedecen se denominan "conductores óhmicos" o "conductores lineales"; en caso contrario, el conductor se denomina "no lineal".

En esta práctica, se estudiará el comportamiento de los resistores compactos comerciales, de uso extendido en los laboratorios y en la técnica, a fin de averiguar si cumplen o no la ley de Ohm. Para ello se hará circular una intensidad de corriente por una resistencia y se medirá la diferencia de potencial que se establece entre sus extremos. La resistencia eléctrica se podrá determinar mediante la expresión (1).

Para verificar que se trata de un material óhmico, debemos comprobar que la relación entre la diferencia de potencial entre sus extremos y la intensidad que lo atraviesa se mantiene "constante" cuando cambiamos dicha intensidad mediante una resistencia variable o reostato.

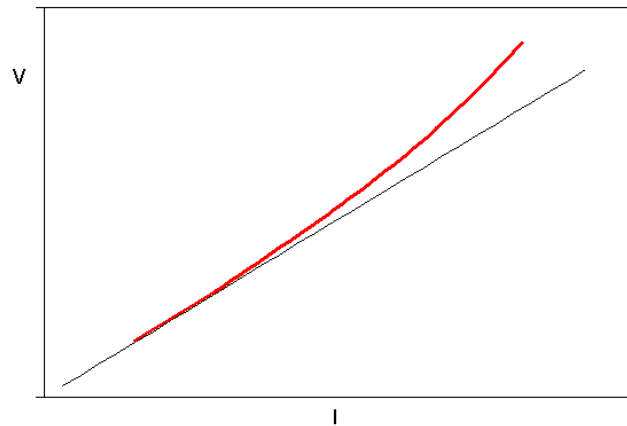
### CURVA CARACTERÍSTICA

Es la representación del comportamiento de V frente a I para un material determinado. Cuando se estudian conductores sólidos o líquidos a temperatura constante esta "curva característica" resulta ser una recta (ley de Ohm). por lo que reciben el nombre de conductores óhmicos o lineales. En caso contrario, el material se denomina "conductor no lineal".

Hay materiales conductores en los que, si está aumentando su temperatura, su resistencia (en general) aumenta, luego para una misma tensión aplicada la intensidad disminuirá. Esto supone una desviación de la curva real respecto a la teórica como se muestra en la figura.

Por tanto hay que tener en cuenta un detalle experimental a la hora de realizar medidas para materiales cuya resistencia sea muy sensible a la temperatura.

Cuando está pasando una intensidad a su través, el material se calienta por efecto Joule y su resistencia estará variando consecuentemente, de forma que para una misma tensión aplicada la intensidad será diferente de la que le correspondería si la temperatura se mantuviese constante.



*Las medidas, en este caso, se deben realizar con rapidez para evitar la variación de la resistencia con la temperatura.*

### 3. MATERIAL

- 2 Polímetros
- Fuente de alimentación de corriente continua
- Resistencia variable
- Panel de montajes
- Resistencia

### 4. MÉTODO EXPERIMENTAL

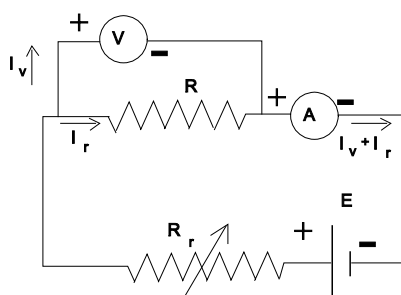
#### Determinación experimental de la resistencia eléctrica

Para determinar la resistencia, según muestra la ley de Ohm, se puede conectar el material a un generador de corriente continua; medir la diferencia de potencial  $V$  que se establece entre los extremos del material y la intensidad  $I$  que lo atraviesa y posteriormente, dividir la primera entre la segunda.

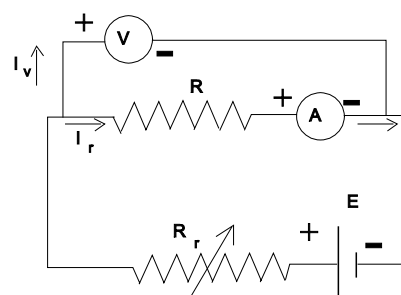
Existen dos posibles montajes para hacerlo y se tratará de justificar cual de ambos (A o B) ofrece un valor más fiable de la resistencia del material. El criterio viene en función de la calidad de los instrumentos de medida:

un amperímetro debería tener una resistencia nula y un voltímetro una resistencia infinita, pero no hay instrumentos perfectos; un amperímetro tendrá resistencia muy pequeña,  $R_a$ , y un voltímetro una muy grande,  $R_v$ .

Los posibles montajes para realizar las medidas son los circuitos siguientes:



Montaje A



Montaje B

Podemos analizar ventajas e inconvenientes de cada uno:

**Montaje A:** La diferencia de potencial que medimos,  $V$ , es la que existe entre los extremos de la resistencia, como debe ser para aplicar la ley de Ohm. Sin embargo, hay un inconveniente: el amperímetro no mide la intensidad que atraviesa la resistencia  $I_r$  sino  $I_r + I_v = I$ . Es decir, incluye también la intensidad que se ha desviado por el voltímetro:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = V \left( \frac{R + R_v}{RR_v} \right) = \frac{V}{R} \left( 1 + \frac{R}{R_v} \right)$$

donde  $R_v$  es la resistencia interna del voltímetro.

Por tanto, si dividimos  $V$  entre  $I$ , obtenemos un valor de la resistencia (como es el valor que determinaremos experimentalmente, la denominaremos  $R_e$ ) que será:

$$R_e = \frac{V}{I} = R \left( 1 + \frac{R}{R_v} \right)$$

Lo que significa que  $R_e$  será más aproximado al valor de  $R$  cuanto mayor sea  $R_v$  frente a  $R$ .

**Montaje B:** En este caso el amperímetro sí mide la intensidad  $I_r$  que pasa por la resistencia. Pero tenemos otro inconveniente, y es que el voltímetro no mide realmente la diferencia de potencial entre los extremos de la resistencia, sino entre los extremos de la asociación en serie resistencia + amperímetro:

$$V = I_r (R + R_A) = I_r R \left( 1 + \frac{R_A}{R} \right)$$

donde  $R_A$  es la resistencia del amperímetro.

Por tanto, la resistencia que determinamos es:

$$R_e = \frac{V}{I_r} = R \left( 1 + \frac{R_A}{R} \right)$$

En este caso  $V / I_r$  proporciona un valor fiable para la medida de la resistencia cuando el término  $R_A / R$  sea próximo a cero, es decir, cuando el valor de la resistencia interna del amperímetro sea despreciable frente a  $R$ .

## 5. REALIZACIÓN PRÁCTICA

- Medir la resistencia  $R$  con uno de los polímetros en posición de óhmetro. Este valor se utilizará posteriormente para contrastar los resultados.
- Montar el circuito A propuesto, poniendo atención a que las polaridades de los instrumentos de medida sean las correctas.
- Poner el cursor de la resistencia variable cerca del extremo de mayor resistencia. Conectar el circuito y variando dicha resistencia, verificar las escalas en los instrumentos de medida.

- Para unas 10 posiciones diferentes del cursor del reostato (su valor no es relevante, no es necesario anotarlo), anotar la intensidad de corriente que marca el amperímetro y la diferencia de potencial que marca el voltímetro. Tener en cuenta los errores de medida.

Repetir el protocolo anterior para el circuito alternativo B.

## 6. PROCESADO DE DATOS Y RESULTADOS

Para el Montaje A:

- Representar gráficamente los resultados experimentales (la tensión V en ordenadas frente a intensidad I en abscisas). Verificar su aspecto lineal, lo que indicaría que tratamos con un material óhmico.
- Realizar un ajuste por mínimos cuadrados para verificar si la relación entre ambas variables (I y V) es lineal. Obtener también el valor de los errores de los parámetros del ajuste. A partir de la ley de Ohm,  $V = R I$ , identificaremos la **pendiente** de la recta de regresión con el valor de la **resistencia**, mientras que la ordenada en el origen debería ser nula, considerando los márgenes de error.
- Comparar ambos valores de la resistencia (el obtenido del cálculo de regresión y el valor medido directamente con el óhmetro).

Repetir todos los pasos anteriores para el Montaje B.

- Comparar los resultados obtenidos (todos los parámetros del ajuste) para los dos montajes, sabiendo cuáles deberían ser los valores obtenidos. Razonar cual de los dos es más exacto. Justificar cual de los dos montajes sería el más adecuado para medir resistencias.

### 6. bis. Determinación de la resistividad del grafito

Podemos determinar la resistividad  $\rho$  de un material conociendo su resistencia y sus dimensiones. En conductores regulares, la resistividad relaciona la resistencia del material con su sección y su longitud:  $R = \rho \frac{L}{S}$

- Realizar uno de los montajes anteriores, preferiblemente el que mejores resultados haya dado. En vez de la resistencia comercial, conectar el lápiz, utilizando los cables con las pinzas de cocodrilo en los bornes.
- Realizar la toma de datos como anteriormente.
- Medir las dimensiones de interés (largo y diámetro) de la mina de grafito del lápiz.
- Efectuar los cálculos de regresión lineal y analizar los parámetros del ajuste.

- A partir de la pendiente, obtener la resistividad del material (grafito). Atención a los cálculos y unidades. Determinar, por supuesto, el error experimental.
- Comparar el valor obtenido para la resistividad del grafito con los valores encontrados en la bibliografía.

## 7. CUESTIONES

1. Demostrar las ecuaciones de los montajes A y B.
2. Utilizar el valor medido con el polímetro de la resistencia problema para determinar la resistencia del voltímetro y del amperímetro que se han utilizado. Comentar los resultados.
3. En la determinación de la resistividad del grafito, ¿influye la madera del lápiz? La resistividad de la madera es del orden de  $10^8$  a  $10^{11} \Omega \cdot m$ . Obtener la resistencia equivalente del conjunto mina-madera para justificar la respuesta.
4. ¿Se han detectado variaciones debidas a la influencia de la temperatura en las medidas realizadas? ¿Cómo podrías comprobar si la temperatura influye alterando la resistencia del material?

Más información sobre valores de resistividad de elementos y compuestos en:  
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Tables/rstiv.html>