

Determinación de la característica voltaje - corriente de un conductor metálico - Ley de Ohm

Autores

Frigerio, Paz
mapaz@vlb.com.ar

La Bruna, Gimena
labrugi@yahoo.com

Larreguy, María
merigl@yahoo.com

Romani, Julieta
julietaromani@hotmail.com

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

Resumen

Estudiamos la característica voltaje - corriente (curva V-I) de una resistencia metálica R, para distintos casos. Investigamos la dependencia de la corriente I que pasa por la resistencia con la tensión V aplicada a la misma, que resultó ser lineal, verificándose la Ley de Ohm⁽¹⁾: $V = I R$. Buscamos la mejor forma de obtener el valor de la resistencia.

Introducción

A la ecuación $V = I R$ se la suele llamar Ley de Ohm, pero es importante entender que el contenido real de la Ley de Ohm es la proporcionalidad directa (para algunos materiales) de V con I. La ecuación define la resistencia R de cualquier conductor independientemente de que obedezca o no la Ley de Ohm, pero sólo cuando R es constante se puede llamar apropiadamente esta relación Ley de Ohm.

Experimento

Estudiamos la relación entre la corriente I que pasa por la resistencia $R=100\Omega$, y la tensión V aplicada a la misma. Para ello utilizamos multímetros, uno como amperímetro y el otro como voltímetro. El estudio lo realizamos para dos situaciones distintas, representada en las figuras 1 y 2. Utilizamos una fuente de tensión variable comercial.

Dividimos el experimento en dos casos:

- CIRCUITO 1: En la primer parte del experimento, conectamos el voltímetro en paralelo con la resistencia R y ambos en serie con el amperímetro como se puede ver en la figura 1.

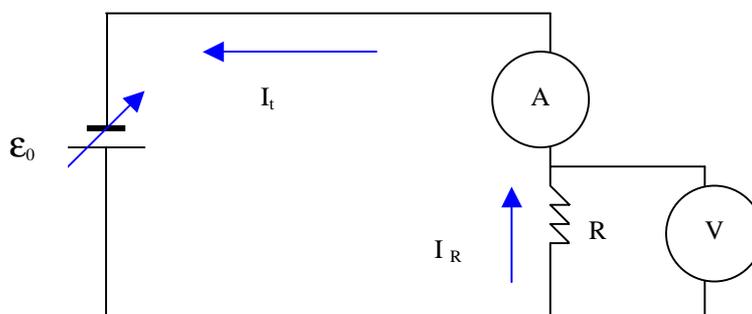


Figura 1. Circuito para la medición de tensión, V, y corriente, I, a través de una resistencia, R.

- CIRCUITO 2: En este caso, conectamos el amperímetro en serie con la resistencia R y ambos en paralelo con el voltímetro (ver figura 2).

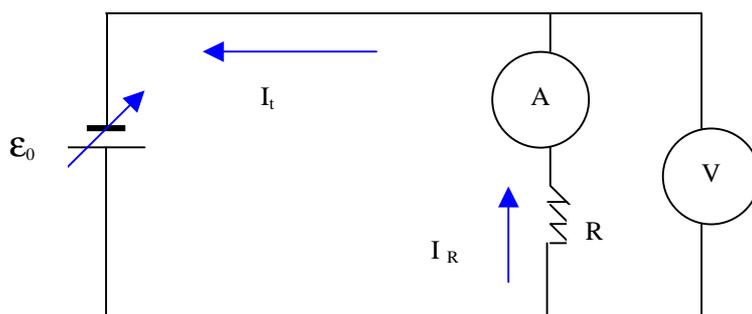


Figura 2. Circuito para la medición de tensión, V, y corriente, I, a través de una resistencia, R.

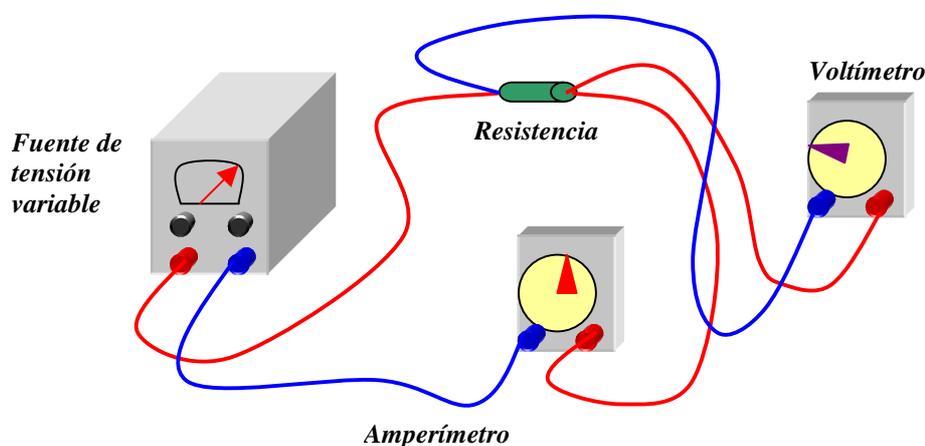


Figura 3. Dispositivo experimental del circuito 1).

Armamos el circuito experimental representado en la figura 3 para el circuito 1). Variando la tensión, tomamos varias mediciones de la corriente a través de la resistencia. Luego repetimos el experimento pero cambiando de posición el voltímetro para el circuito 2). Los resultados obtenidos los volcamos en los gráficos que podemos observar en las figuras 4 y 5.

Resultados

En sendos casos graficamos la diferencia de potencial que marcaba un multímetro en función de la intensidad de corriente que proporcionaba el otro. Obtuvimos una relación lineal entre ambos.

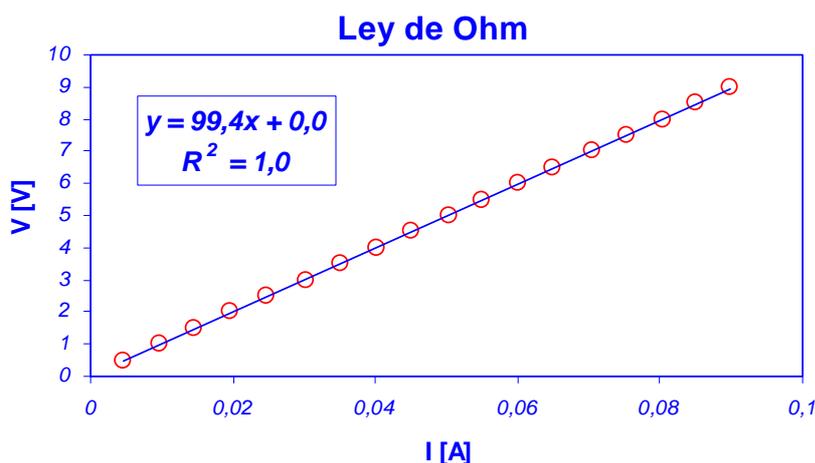


Figura 4. Gráfico de la diferencia de tensión V en función de la intensidad de corriente I en el circuito 1).

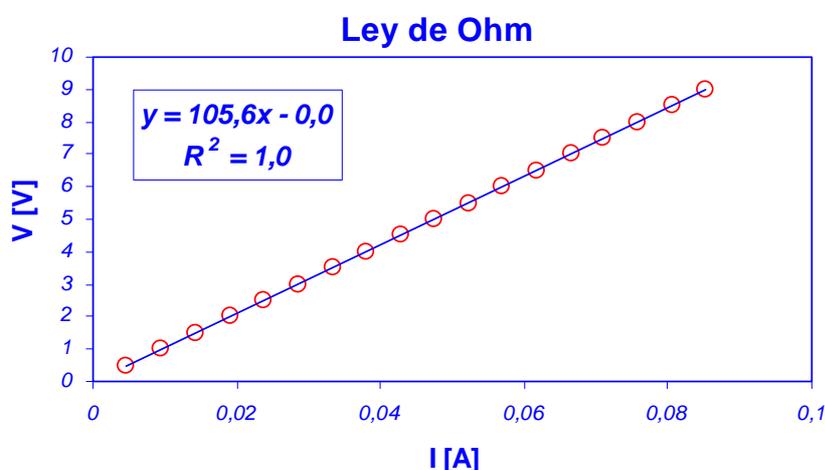


Figura 5. Gráfico de la diferencia de tensión V en función de la intensidad de corriente I en el circuito 2).

Discusión

A partir de la **Ley de Ohm**⁽¹⁾, se obtuvo un valor para la resistencia de $99,4 \Omega \pm 0,2 \Omega$ en el circuito 1) y de $105,60 \Omega \pm 0,08 \Omega$ en el circuito 2) usando el método de cuadrados mínimos⁽²⁾.

Calculamos el valor de R_i para cada par de valores V_i e I_i y usamos la teoría de errores⁽²⁾ que se aplica a una magnitud que se mide n veces. En el circuito 1) obtuvimos un valor promedio para R de $100,7 \Omega$ con una desviación estándar de $0,4 \Omega$ y, en el circuito 2), un valor promedio de R de $105,33 \Omega$ con una desviación estándar de $0,09 \Omega$.

$R = 100 \Omega$	CUADRADOS MÍNIMOS	MAGNITUD MEDIDA n VECES
CIRCUITO 1	$99,4 \Omega \pm 0,2 \Omega$	$100,7 \Omega \pm 0,4 \Omega$
CIRCUITO 2	$105,60 \Omega \pm 0,08 \Omega$	$105,33 \Omega \pm 0,09 \Omega$

Tabla 1. Cuadro comparativo de los valores conseguidos para la resistencia R en los circuitos 1) y 2) usando distintos métodos de obtención del valor medio y la desviación.

Mediante cuadrados mínimos se puede obtener el valor de la resistencia que vamos a denotar R_a (resistencia aparente) de $99,4 \Omega \pm 0,2 \Omega$ en el circuito 1) y de $105,60 \Omega \pm 0,08 \Omega$ en el circuito 2). Usando la teoría de errores que se aplica a una magnitud medida n veces obtuvimos valores promedios para la resistencia pero que presentan mayor desviación, por lo tanto, optamos por el primer procedimiento que es más adecuado en este caso.

Notamos que hay gran discrepancia entre el valor obtenido para R_a en el circuito 1) con el que se obtuvo en el circuito 2). La causa de ello es justamente el método de medición empleado en cada caso, ya que, aunque supusimos que los multímetros usados eran ideales, no lo son (el hecho de que la fuente de tensión no sea ideal no afecta a la medición en ningún caso). Como se puede observar en las figuras 3 y 4, los multímetros tienen resistencias internas que afectan a la medición de diferentes maneras en el circuito 1) y en el circuito 2).

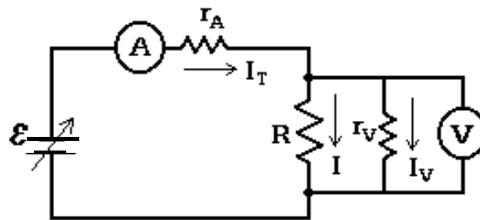


Figura 6. Representación del método utilizado en el circuito 1) con amperímetro y voltímetro reales.

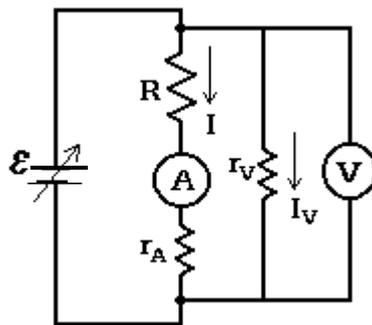


Figura 7. Representación del método utilizado en el circuito 2) con amperímetro y voltímetro reales.

• CIRCUITO 1

Como se observa en la figura 3, para el circuito 1), el voltímetro proporciona la diferencia de potencial V que hay en la resistencia R pero el amperímetro da la intensidad de corriente total del circuito (la corriente que circula por la resistencia más la que circula por la resistencia interna del voltímetro r_v). Por lo tanto la resistencia que se obtiene es $R_a = V / I_T$. Es así que el valor obtenido es menor al valor real de la resistencia (sabiendo que utilizamos una resistencia de 100Ω , se puede corroborar el resultado observando la tabla 1). A partir de las Reglas de Kirchhoff⁽¹⁾ se obtiene que la resistencia buscada R es:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_a} - \frac{1}{r_v}$$

De esta expresión también se deduce que el valor de R es mayor al de R_a y que cuanto mayor es la resistencia interna del voltímetro r_v , más se aproxima la resistencia aparente a la resistencia R .

• CIRCUITO 2

Se puede ver en la figura 4 que el amperímetro mide la intensidad de corriente I que circula por la resistencia pero el voltímetro está midiendo la caída de tensión en la resistencia R más la caída de tensión en la resistencia interna del amperímetro r_A . La resistencia que se obtiene es $R_a = V_T / I$. Por esta razón, la resistencia aparente es mayor al valor real de la resistencia real (los resultados se muestran en la tabla 1).

Una vez más nos guiamos por las Reglas de Kirchhoff para determinar que la resistencia R buscada es:

$$R = R_a - r_A$$

Nuevamente comprobamos que la resistencia aparente es mayor a la resistencia real (es igual a R más la resistencia interna del amperímetro). Cuanto menor es la resistencia interna del amperímetro r_A , más se aproxima la resistencia aparente a la resistencia R .

Sin embargo, significaría que la resistencia del amperímetro usado fue alrededor de 5Ω , lo cual no es cierto. Por eso, atribuimos la discrepancia en los resultados a otros factores externos que afectaron la medición, como por ejemplo, el hecho de que la resistencia se calienta mientras se realiza el experimento.

Conclusión

Como se puede observar en las figuras 4 y 5, la resistencia es óhmica ya la intensidad de corriente I a través de la misma tiene una relación lineal con la caída de tensión V que produce.

Concluimos que, si se quiere medir una resistencia pequeña, digamos menor a 5Ω , es conveniente usar el método que se mostró en el circuito 1) ya que la corriente que va a circular por la resistencia interna del voltímetro va a ser despreciable en comparación con la que va a circular por la resistencia de 5Ω (los voltímetros tienen una resistencia muy grande). De esta forma, la resistencia aparente va a ser más próxima al valor real. En el caso de querer medir una resistencia mayor a los $10 M\Omega$, es conveniente usar la metodología del circuito 2) porque la caída de tensión que se produce en la resistencia interna del amperímetro es despreciable a la que se produce en la resistencia de $10 M\Omega$ (los amperímetros tienen resistencia muy pequeña). De esta manera los resultados van a ser óptimos.

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. Rodríguez, 1ra. Ed., Argentina (2000).