



Enchufados a 220

María Paula Coluccio y Patricia Picardo
Laboratorio I de Física
para Biólogos y Geólogos, 1999
Depto. de Física, FCEyN, UBA

Resumen

En el presente trabajo construimos un circuito eléctrico sencillo con dos resistencias conectadas en serie, una de ellas de magnitud fija desconocida y la otra variable conocida. Aplicando la Ley de Ohm buscamos el valor de la resistencia incógnita, y estudiamos la validez de esta ley para nuestro circuito experimental.

Introducción

La materia está constituida por átomos y estos pueden ganar o perder electrones por determinadas circunstancias. Así por ejemplo los átomos de los metales y las aleaciones ceden los electrones más periféricos. Estos electrones externos se hallan en un estado relativamente libre y quedando una red de cationes metálicos cuya estabilidad se concreta por la presencia de electrones entre ellos. Esta capacidad de los átomos para liberar o captar electrones periféricos determina las propiedades eléctricas de la materia que forma. Esto nos permite diferenciar a los materiales en **conductores**; en los cuales las cargas eléctricas se mueven con libertad a través de ellos, y en **aislantes**, en los cuales esto no ocurre.

Cuando un material conductor se conecta a una fuente de electricidad (pila, batería, etc.), se establece un **campo eléctrico** en cada punto del interior del conductor. Este campo generado les comunica una dirección de movimiento a los electrones libres del conductor, en sentido contrario al campo. Se establece así un flujo de electrones a través del conductor: la **corriente eléctrica** que puede ser **continua** o **alterna**. Es continua cuando los electrones siempre se mueven en el mismo sentido y la intensidad es constante, en caso contrario es alterna.

La corriente se caracteriza por su intensidad (**I**) que se define como la cantidad de carga (**q**) que pasa a través de la sección transversal del

conductor por unidad de tiempo (t). Es decir: $I = q/t$, y las unidades se expresan en Ampères (A) que son coulombs/seg.

El trabajo necesario para llevar una carga de un punto a otro se denomina tensión eléctrica, voltaje o diferencia de potencial (V). Las unidades de esta magnitud se expresan en volts.

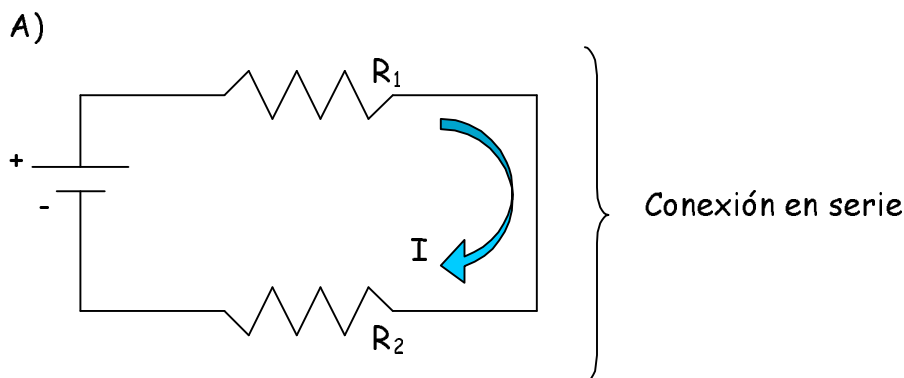
La fuente de energía eléctrica tiene dos polos o bornes. Por convención se define como polo positivo al que tiene mayor potencial (energía que la fuente es capaz de entregar por unidad de tiempo) y como negativo al de menor potencial. El sentido de la corriente es positivo cuando va del polo positivo al polo negativo.

Se ha determinado que para ciertos conductores existe una relación de proporcionalidad entre I y V, que es expresada por la **Ley de Ohm**: la intensidad de la corriente que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre sus extremos. La constante de proporcionalidad es propia del conductor utilizado, y se llama **resistencia eléctrica (R)**, cuyas unidades se expresan en Ω (ohms), (siendo $\Omega = \text{volt/Ampère}$). Podemos entonces expresar la Ley de Ohm como:

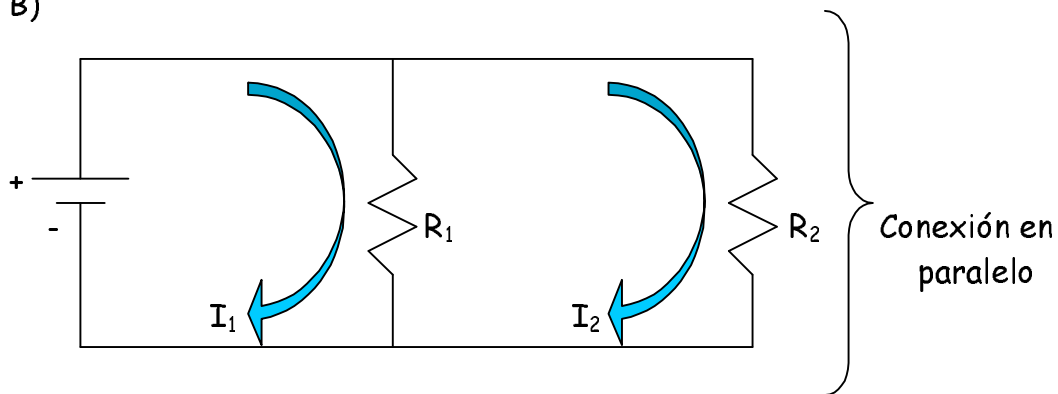
$$R = \frac{V}{I}$$

La resistencia nos da una idea de la dificultad que opone el conductor al paso de la corriente, y está relacionada con la longitud (L), y la sección (S) del mismo: $R \propto L/S$. La constante de proporcionalidad está relacionada con la temperatura.

Los conceptos enunciados hasta aquí nos permiten conocer mejor a los componentes de un **circuito eléctrico**. El circuito más sencillo está formado por una fuente de corriente continua, una resistencia y dos cables. Existen dos configuraciones básicas de circuitos: en serie y en paralelo, los cuales se representan mediante diagramas como los siguientes:



B)



Para cada una de estas configuraciones se podrían reemplazar R_1 y R_2 por una sola resistencia R , que produciría el mismo efecto que R_1 y R_2 juntas. Para el circuito en serie la resistencia equivalente R es :

$$R = R_1 + R_2$$

y la intensidad total del circuito es:

$$I = I_1 = I_2$$

así como también la diferencia de potencial es:

$$V = V_1 + V_2$$

Mientras que para el caso del circuito en paralelo, la resistencia equivalente R resulta :

$$R = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

la intensidad vale:

$$I = I_1 + I_2$$

y el voltaje vale:

$$V = V_1 = V_2$$

En nuestra experiencia construiremos un circuito simple con resistencias en serie, una de las cuales tendrá un valor fijo, incógnita, que deseamos averiguar, mientras que la otra será una variable conocida.

Para averiguar el valor de la resistencia incógnita aplicaremos la Ley de Ohm y veremos si ésta es capaz de explicar la caída de tensión entre dos puntos de nuestro circuito.

Método experimental

Para realizar nuestra experiencia construimos un circuito simple utilizando una fuente de tensión continua, que producirá una diferencia de potencial y por ende, una corriente eléctrica; y dos resistencias conectadas en serie. La resistencia de los cables se considera despreciable. Una de las resistencias es constante (R_1), mientras que la otra (R_2) será reemplazada por distintas resistencias que difieren en su magnitud.

Para medir las magnitudes eléctricas involucradas en nuestro experimento utilizamos un multímetro digital (tester), que nos permite medir la corriente eléctrica, la diferencia de potencial y las resistencias. Este instrumento tiene un error asociado, debido a los límites de la precisión del mismo. Este error es distinto para cada caso, y es indicado por el fabricante del multímetro.

Para medir la caída de tensión sobre cada una de las resistencias, el tester se conecta en paralelo a dos puntos del cable a ambos lados de la resistencia. El valor de la tensión en volts que arroja el tester será la diferencia entre los puntos (llámense A y B) entre los cuales se encuentra R_1 . Llamaremos a esta caída de tensión V_{AB} . Entre los puntos B y C del circuito colocamos a R_2 y el valor de la caída de tensión entre estos puntos se nombrará V_{BC} . La diferencia de potencial del circuito (V) por tratarse de un circuito con resistencias en serie resulta $V = V_{AB} + V_{BC}$

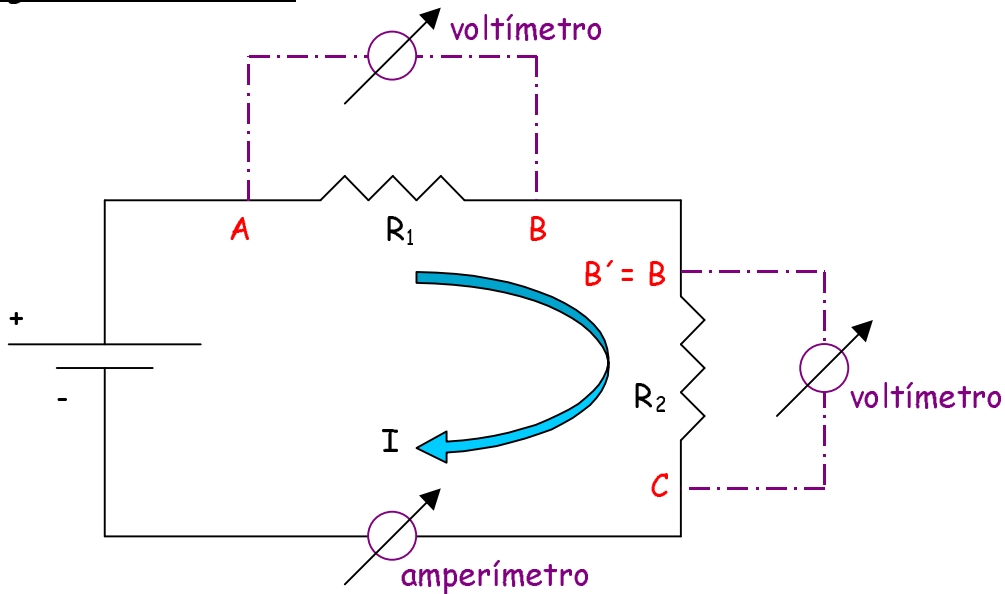
La intensidad de la corriente eléctrica en un circuito en serie es igual en todo punto. Cuando medimos dicha intensidad, el tester debe colocarse en serie con la resistencia.

Para medir la resistencia no es necesario colocar el multímetro en el circuito, ya que se pueden medir en forma independiente.

Para cada circuito construido con diferentes R_2 medimos con el tester el valor de R_2 , de I y de V_{AB} . Podremos, a partir de estos datos averiguar el valor de R_1 , de acuerdo con la siguiente relación establecida por la Ley de Ohm: $V_{AB} = R_1 * I$ (expresión de la Ley de Ohm para la resistencia incógnita).

A partir del gráfico de V_{AB} vs. I obtendremos una recta cuya pendiente resulta igual al valor de R_1 , medido con el óhmetro y cuya ordenada al origen es cero.

Diagrama de circuito:



Nota: B' es igual a B por estar ambos puntos sobre el mismo cable (sin que entre ellos haya una resistencia).

Resultados y discusión

Tabla de datos:

$(R_2 \pm \Delta R_2) \Omega$	$(I \pm \Delta I) \text{ mA}$	$(V_{AB} \pm \Delta V_{AB}) \text{ volts}$
$22,500 \pm 1,005$	$30,62 \pm 0,06$	$4,72 \pm 0,06$
$27,600 \pm 1,206$	$30,54 \pm 0,12$	$3,87 \pm 0,02$
$55,300 \pm 0,603$	$25,02 \pm 0,06$	$3,28 \pm 0,24$
$557,000 \pm 1,007$	$7,25 \pm 0,15$	$0,89 \pm 0,27$
$682,020 \pm 0,042$	$6,13 \pm 0,09$	$0,76 \pm 0,18$
$826,300 \pm 0,603$	$5,23 \pm 0,09$	$0,64 \pm 0,12$
$5550,000 \pm 2,001$	$0,88 \pm 0,24$	$0,11 \pm 0,03$
$33420,101 \pm 3,005$	$0,14 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,01$

El valor de R_1 medido con el óhmetro es de $(122,200 \pm 0,042) \Omega$. El voltaje de la fuente de tensión continua con la que trabajamos es de $(5,07 \pm 0,21) \text{ volts}$.

En la *Figura 1* se puede ver la representación gráfica de la Ley de Ohm para la R_1 . La recta es la que mejor ajusta a los datos experimentales de acuerdo a la regresión lineal del programa Origin 4.0. La pendiente de dicha recta es el valor de R_1 predicho por la Ley de Ohm, que resulta igual a $(123 \pm 1) \Omega$. La ordenada al origen resulta $(-0,02 \pm 0,02) \text{ volts}$. Nótese que

el cero está incluido en el intervalo de confianza con el cual estimamos la ordenada al origen. Además la incertidumbre asociada al valor de R_1 estimado de acuerdo con la Ley de Ohm, incluye al intervalo de incertidumbre con el que fue calculada R_1 con el óhmetro.

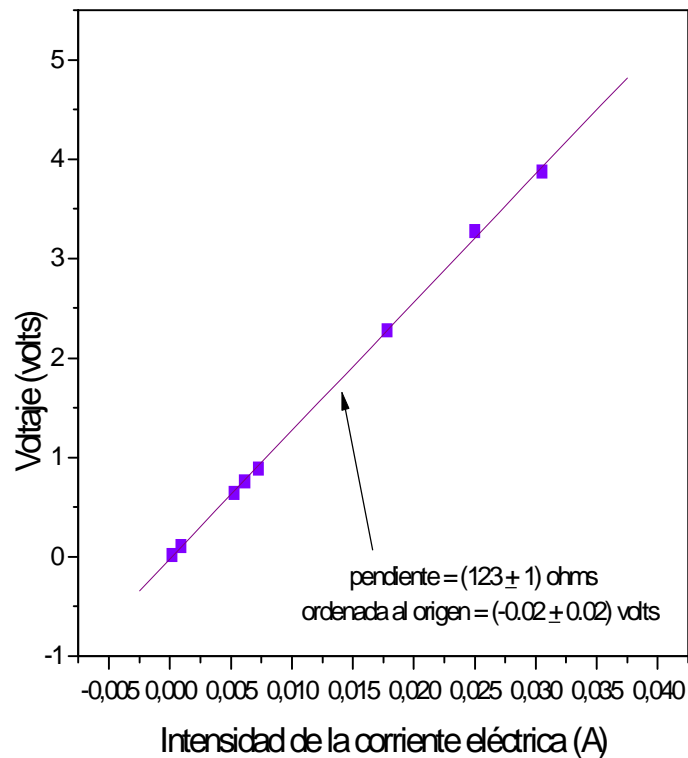


Figura 1: Voltaje en la resistencia R_1 en función de la intensidad de la corriente eléctrica (representación gráfica de la Ley de Ohm). Los puntos corresponden a los datos experimentales, y la recta es la que mejor ajusta a dichos puntos (calculada por el programa Origin 4.0). La pendiente de la recta indica el valor estimado de R_1 , de acuerdo a lo establecido por la Ley de Ohm para dicha resistencia.

Conclusión

La diferencia de potencial (V_{AB}) entre dos puntos de un conductor de nuestro circuito es proporcional a la intensidad de la corriente (I) que circula por el mismo, es decir $V_{AB} = R_1 * I$, siendo la constante de

proporcionalidad la resistencia incógnita, que nos da una idea de la oposición del conductor al flujo de la carga eléctrica. Al comprobarse la existencia de esta relación de proporcionalidad entre V_{AB} e I , y como además el valor predicho para esta relación para R_1 es coincidente con el valor medido por el tester para dicha resistencia, podemos concluir que nuestro circuito puede ser descrito mediante la Ley de Ohm.

Habiendo comprobado que la Ley de Ohm se cumple en un circuito como el experimentado, podemos concluir que de no saber el valor de una resistencia, éste puede ser medido utilizando las relaciones que implica esta ley.

Bibliografía consultada:

* *Física, Parte 2*, David Halliday, Robert Resnick, Compañía Editorial Continental S.A., México, primera edición en español de la tercera edición en inglés: enero 1980.