

# EXPERIMENTO 12

## Ley de Ohm

### Objetivos

- \* Comprobar si se cumple la ley de Ohm sobre diferentes elementos electrónicos pasivos (resistores, bombillo y diodo) midiendo sus curvas voltaje-corriente.
- \* Comprobar las reglas de composición de resistencias en serie y en paralelo.

### Introducción

En este experimento se pretende estudiar la validez de la ley de Ohm en resistores, diodos y bombillos midiendo sus respectivas curvas voltaje-corriente. Para comprobar esto, se harán ajustes lineales de datos de corriente  $I$  y potencial eléctrico (o voltaje)  $V$  tomados sobre dichos elementos. Igualmente, se busca estudiar la resistencia equivalente de resistores conectados en diferentes configuraciones.

### Materiales

- \* Sensor de energía Vernier
- \* Computador con LoggerPro
- \* Interfaz LabQuest Stream
- \* Fuente de corriente DC limitada a 1 amperio
- \* 4 resistores de distintos valores entre  $10\Omega$  y  $1k\Omega$
- \* 1 bombillo
- \* LED acoplado con resistor
- \* Placa de pruebas
- \* Cables de conexiones

### Teoría

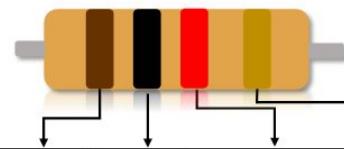
La ley de Ohm describe la relación entre corriente, voltaje y resistencia en un circuito resistivo. Una definición de esta ley es que la corriente  $I$  a través de un elemento resistivo con resistencia  $R$  es proporcional a la diferencia

de potencial eléctrico  $V$ , en voltios, como se describe en la ecuación

$$V = IR. \quad (12.1)$$

La corriente y la diferencia de potencial, en voltios, puede ser difícil de entender, ya que son cantidades que no pueden ser observadas directamente. Para aclarar, estos términos suelen ilustrarse mediante un comparativo entre los circuitos eléctricos y el agua que fluye en las tuberías, como se muestra en la tabla 12.1.

Las *resistencias eléctricas* o *resistores* son dispositivos que poseen un valor de resistencia específica. Cada uno tiene su valor de resistencia en ohmios ( $\Omega$ ), unidad que es igual a un voltio sobre un amperio ( $\Omega = V/A$ ), valor especificado con bandas de colores impresas en su cuerpo. Este código se lee haciendo uso de la tabla en la figura 12.1.



Color	1a Banda	2a Banda	3a Banda	Multiplicadora	Tolerancia
Negro	0	0		$\times 1\Omega$	
Café	1	1		$\times 10\Omega$	
Rojo	2	2		$\times 100\Omega$	2%
Naranja	3	3		$\times 1k\Omega$	
Amarilla	4	4		$\times 10k\Omega$	
Verde	5	5		$\times 100k\Omega$	
Azul	6	6		$\times 1M\Omega$	
Violeta	7	7		$\times 10M\Omega$	
Gris	8	8		$\times 100M\Omega$	
Blanco	9	9		$\times 1G\Omega$	
					Dorado 5%
					Plateado 10%

Figura 12.1: Código de colores para los resistores. En el ejemplo, café = 1, negro = 0, rojo = 2 (multiplicador  $\times 100\Omega$ ), dorado = 5%, indicando una resistencia de  $10 \times 100\Omega = 1000\Omega$  con tolerancia del 5%.

Un *diodo* es un dispositivo electrónico que permite el flujo de corriente en un sólo sentido. Es por ello que el uso de diodos requiere tener presente su *polaridad directa o inversa*. Si se ubica en *polarización directa*, el diodo permitirá el paso de la corriente; pero si está en *polarización inversa*, el diodo bloqueará el paso de corriente. Entre las diferentes clases de diodo se encuentran aquellos que pueden emitir luz conocidos como *diodos emisores de luz* o *LEDs*<sup>1</sup>, los cuales se encienden cuando se encuentra en

<sup>1</sup>Light-Emitting Diode, por sus siglas en inglés

Tabla 12.1: Analogías de cantidades eléctricas a cantidades hidrodinámicas.

Cantidad Eléctrica	Descripción	Unidad	Analogía hidráulica
Diferencia de potencial eléctrico o voltaje	Es una medida de la diferencia de energía por unidad de carga entre dos puntos de un circuito.	Voltio (V)	Presión del fluido.
Corriente	Medida del flujo de carga en un circuito	Corriente (A)	Cantidad de flujo o caudal.
Resistencia	Medida de cuánta obstrucción opone un circuito al paso de la corriente.	Ohmios ( $\Omega$ )	Medida de cuán difícil le es fluir al agua (puede relacionarse con la fricción o con el ancho del tubo).

polarización directa. Generalmente, los diodos son usados en electrónica como rectificadores de corriente.

Una *bombilla incandescente* es un dispositivo que emite luz gracias al calentamiento (por efecto Joule) de un filamento de tungsteno que posee una altísima resistencia ocasionando una emisión de luz.

Los resistores en un circuito pueden conectarse en *serie* o en *paralelo*. Cuando dos resistores se conectan en serie se ubican uno detrás de otro, de modo que la corriente que las atraviesa es la misma, y sus voltajes son proporcionales a sus valores de resistencias. Este caso se muestra en la figura 12.2. Por otro lado, cuando dos resistores se encuentran en paralelo estos se ubican en ramas alternas del circuito, de modo que las corrientes que pasan por cada una son inversamente proporcionales a sus valores de resistencia, pero la caída de voltaje sobre cada uno es igual. Este caso se muestra en la figura 12.3.

Para ensamblar circuitos con componentes en serie y paralelo se hará uso de una *placa de pruebas*. Puede ver ejemplos de cómo se usa dicha placa en el apéndice A.

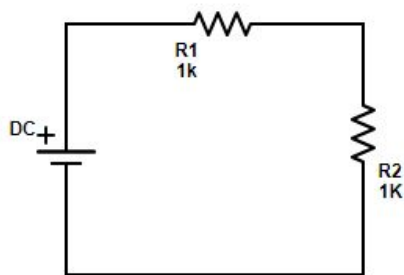


Figura 12.2: Esquemático de un circuito en serie.

Cuando un circuito tiene más de un resistor, se puede reemplazar por una *resistencia equivalente*, que es el valor de su resistencia total. Esto se puede hacer de manera experimental, ya sea midiendo la resistencia entre los extremos del circuito con un ohmímetro o tomando medidas de corriente y voltaje. También se puede encontrar la resistencia equivalente conociendo los valores de las resistencias individuales del circuito y sus configuraciones y aplicando ciertas reglas dependiendo de cómo estén conectadas. Para sumar dos o más resistores en serie, simplemente se

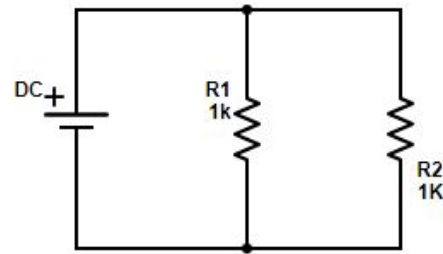


Figura 12.3: Esquemático de un circuito en paralelo.

suman los valores de sus resistencias. Es decir:


$$R_{\text{serie}} = R_1 + R_2 + \dots + R_N \quad (12.2)$$

Para sumar dos o más resistores en paralelo, se debe encontrar el inverso de la resistencia equivalente que es la suma de los inversos de cada resistencia en el circuito, como en la ecuación (12.3).

$$\frac{1}{R_{\text{paralelo}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad (12.3)$$

## Procedimiento

**⚠ Advertencia:** En esta práctica se usará una fuente capaz de generar una corriente de hasta 1 A. Las corrientes por encima de 30 miliamperios son peligrosas. Tenga mucho cuidado de siempre manipular los circuitos cuando la fuente esté apagada y antes de encenderla, verifique que no haya ningún cable suelto o en contacto con alguna pieza fuera del montaje. Por precaución, retírense relojes, anillos y pulseras metálicas antes de realizar el procedimiento.

Antes de iniciar la toma de datos, calibre el cero del sensor de energía. Con la fuente apagada, en LoggerPro presione el botón de **Establecer punto cero** . Seleccione ambos sensores (corriente y voltaje) y presione aceptar.

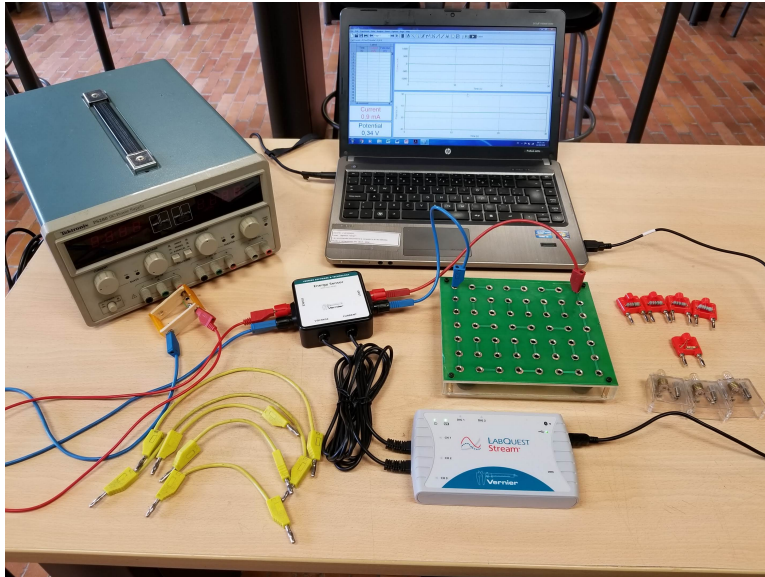

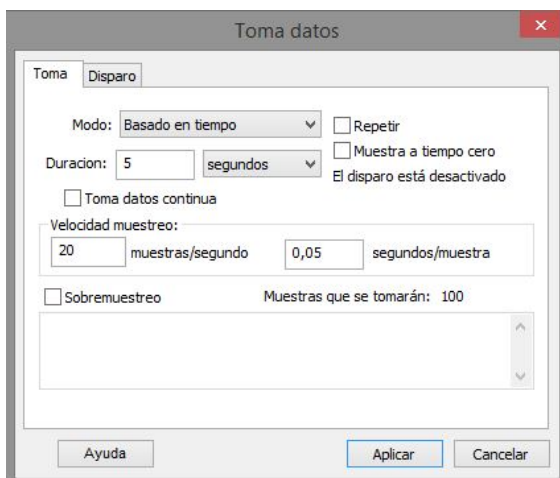



Figura 12.4: Montaje Experimental

### 1. Ley de Ohm para diferentes resistores

- \* Escoja 2 resistores diferentes para hacer las medidas. Use el código de colores de la figura 12.1 para saber el valor nominal de sus resistencias e ingréselos (en ohmios) en las casillas correspondientes en LoggerPro.
- \* Antes de conectar el resistor, encienda la fuente y gire la perilla de voltaje hasta llegar a un valor de 5V. No exceda este valor, ya que si lo hace, podría quemar alguno de los resistores.
- \* En LoggerPro, configure una gráfica para que grafique los datos de voltaje (V) contra corriente (I) que irá tomando durante este montaje.
- \* Presione el botón Toma Datos . En la pestaña modo escoja **basado en tiempo**, en duración ponga 5 segundos y velocidad de muestreo ponga 20 muestras por segundo.




- \* Conecte uno de los resistores entre las terminales



LOAD del sensor de energía. Para tomar los datos de corriente y voltaje debe presionar el botón **Tomar datos**  y el programa tomará datos automáticamente durante 5 segundos. Durante este tiempo debe disminuir el voltaje hasta cero girando la perilla en sentido anti-horario. Al hacerlo tenga en cuenta que durante estos 5 segundos debe alcanzar a cubrir el intervalo entre 5V y 0V de manera uniforme, así que gire la perilla a una velocidad adecuada. Si lo hace muy despacio no cubrirá el intervalo completo y si lo hace muy rápido, los datos tomados pueden no ser suficientes para hacer una regresión adecuada.

- \* Dé un nombre apropiado a su columna de datos. Cree una nueva columna de datos presionando **Ctrl + L**. Desconecte el resistor y repita el procedimiento para el otro resistor. Puede configurar la gráfica para que muestre las 2 tomas de datos en la misma figura.

Realice una toma de datos adicional para un bombillo. Comience la toma de datos tan pronto como conecte el bombillo. Dé un nombre apropiado a su columna de datos. De ser necesario, cree una nueva columna de datos presionando **Ctrl + L**.


Al finalizar la toma de datos oprima  para seguir al siguiente montaje.

### 2. Ley de Ohm para un diodo

- \* Antes de empezar, identifique la polaridad correcta del LED. Para esto conecte el LED entre las terminales **LOAD** del sensor de energía en una polaridad cualquiera. Encienda la fuente y gire la perilla hasta llegar a un valor de 3V. Si el LED se enciende, está en la polaridad correcta. De lo contrario, cambie la polaridad del LED y repita este ejercicio. Si aún no enciende, contacte a su profesor.
- \* Encienda la fuente y gire la perilla de voltaje hasta llegar a 5V.
- \* En LoggerPro, configure una gráfica para que grafique los datos de voltaje (V) contra corriente (I) que irá tomando durante este montaje.
- \* Oprima **Ctrl + L** para generar una nueva columna de datos. Mantenga el mismo modo de toma de datos que en el montaje anterior.
- \* Conecte el LED en la polaridad correcta. Inicie la toma de datos de igual manera que en el montaje anterior presionando el botón **Tomar datos**  y girando la perilla de voltaje adecuadamente.
- \* Dé un nombre adecuado a la columna de datos. Al finalizar, presione  para seguir al siguiente montaje.

### 3. Resistores en serie y en paralelo

**Nota:** Puede guiarse en el apéndice A para ver ejemplos de cómo armar circuitos en serie y paralelo. Construir incorrectamente un circuito puede producir un corto circuito dañando los componentes o equipos.

- \* Construya un circuito con los 2 resistores escogidos en serie como se ilustra en la figura 12.2. Calcule la resistencia equivalente del circuito usando la ecuación (12.2) e ingrese el valor en la casilla **R\_serie**.
- \* Conecte su circuito a las terminales **LOAD** del sensor de energía. Encienda la fuente y gire la perilla de voltaje hasta llegar a 5V.
- \* En LoggerPro, configure una gráfica para que grafique los datos de voltaje (V) contra corriente (I) que irá tomando durante este montaje.
- \* Oprima **Ctrl + L** para generar una nueva columna de datos. Mantenga el mismo modo de toma de datos que en el montaje anterior.
- \* Inicie la toma de datos de igual manera que en los montajes anteriores presionando el botón **Tomar datos**  y girando la perilla de voltaje adecuadamente.
- \* Dé un nombre apropiado a su columna de datos.
- \* Repita para una configuración con sus 2 resistores conectados en paralelo como se ilustra en la figura 12.3. Calcule la resistencia equivalente del circuito usando la ecuación (12.3) e ingrese el valor en la casilla **R\_paralelo**.


Puede configurar la gráfica para que muestre las 2 tomas de datos en la misma figura.

cambiasen de posición el voltímetro y el amperímetro? ¿Qué lectura arrojaría cada uno en ese caso?

- \* En los arreglos en serie/paralelo: ¿Cuál resistencia se calienta más? ¿Por qué?

## Análisis cuantitativo


### 1. Ley de Ohm para diferentes resistores

- \* Basado en las gráficas de corriente contra voltaje, determine si se cumple la Ley de Ohm para cada resistencia. En caso de hacerlo, haga un ajuste lineal con el botón  para cada conjunto de datos y tome nota de la pendiente con su incertidumbre.
- \* ¿Coincide con los valores proporcionados por el código de colores?
- \* Con el valor obtenido y la incertidumbre, ¿obtuvo precisión y/o exactitud en sus medidas? ¿Se cumple el rango de tolerancia de los resistencias?

### 2. Ley de Ohm para un diodo

Basado en la gráfica de corriente contra voltaje, determine si se cumple la ley de Ohm para el LED. De ser así, reporte el valor de su resistencia. Justifique su respuesta.

### 3. Resistores en serie y en paralelo

- \* Haga regresiones lineales a los datos de cada configuración con el botón  para encontrar la resistencia equivalente junto con su incertidumbre.
- \* ¿Coincide el valor calculado con el valor experimental? Determine si obtuvo precisión y/o exactitud en sus medidas.

## Análisis cualitativo

- \* Toque con cuidado uno de los resistores con el dedo apenas termine cada uno de los experimentos de ley de Ohm y note su temperatura. ¿Está caliente? ¿Por qué pasa esto? ¿Hay resistencias que se calientan más que otras?
- \* ¿Qué pasaría si invirtiese el sentido de la corriente en el primer montaje? Describa con palabras cómo hubiese sido la gráfica de los datos.
- \* ¿Por qué en la configuración de resistores en paralelo la corriente es diferente en cada una? ¿Por qué la caída de voltaje en cada uno es el mismo?
- \* Si revisa el dorso del sensor de energía, encontrará un esquemático del interior del sensor y de cómo están ubicados el amperímetro y el voltímetro. ¿Por qué están configurados de esa manera? ¿Qué pasaría si