

LEY DE OHM Y PUENTE DE WHEATSTONE

Objetivo

Comprobar experimentalmente la ley de Ohm. Determinar el valor de resistencias utilizando la ley de Ohm y las reglas de Kirchhoff.

Material

Tablero de conexiones, fuente de tensión continua, caja de resistencias, varias resistencias sueltas, 3 amperímetros, voltímetro, circuito de dos mallas premontado, galvanómetro, hilos de conexión con clavijas.

Fundamento teórico

Ley de Ohm

Cuando en el interior de un material existen cargas libres, tal como los electrones en los materiales conductores, los movimientos de éstas –debidos a la agitación térmica– son obstaculizados por las interacciones con los iones positivos que forman la red cristalina del material, por lo que no existe transporte neto de carga eléctrica. Para mantener una corriente eléctrica en el interior de un conductor es necesario que las cargas libres superen la resistencia al movimiento debida a las interacciones con la red cristalina. Será, pues, necesario establecer un campo eléctrico en el conductor que, ejerciendo una fuerza $q\vec{E}$ sobre las cargas no ligadas, produzca un flujo neto de carga eléctrica en el interior del conductor (Figura 1). Dicho de otra manera, debe existir una diferencia de potencial ΔV entre los extremos a y b de la porción de conductor representada en la figura. Esta diferencia de potencial viene dada por

$$V = V_a - V_b = E \ell \quad (1)$$

Experimentalmente se observa que para la mayor parte de los materiales se cumple la *ley de Ohm*, que dice que la intensidad de corriente en un conductor es proporcional a la diferencia de potencial existente entre los extremos de éste:

$$I = \frac{1}{R} V, \quad (2)$$

siendo R la resistencia eléctrica, que depende de la conductividad γ del material y de su geometría (longitud ℓ y sección S) a través de la expresión $R = \ell/(\gamma S)$.

Puente de Wheatstone

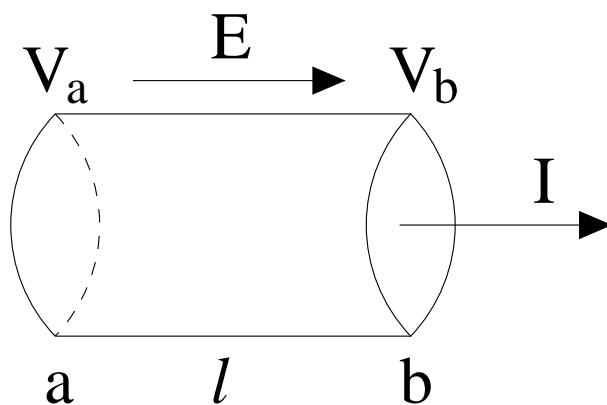


Figura 1: Paso de corriente por un conductor.

En la técnica de medidas eléctricas se presenta a menudo el problema de la medida de resistencias. Para estas medidas existen diversos métodos, entre los que se puede elegir el más adecuado en función de la magnitud de la resistencia a determinar. Según sus valores las resistencias se pueden clasificar en pequeñas (inferiores a 1Ω), medias (entre 1Ω y $1 M\Omega$) y grandes (superiores a $1 M\Omega$).

El puente de Wheatstone es el primer tipo de puente de medida que se utilizó y es también el de uso más frecuente. Es un puente de corriente continua que se utiliza para medir resistencias de valor medio y que fue ideado por S. H. Christie el año 1833 e introducido por C. Wheatstone en 1843. El esquema de conexión se puede ver en la Figura 2. En el capítulo de introducción se puede encontrar los aspectos generales del funcionamiento de los puentes, tanto de los de corriente continua como de los de corriente alterna.

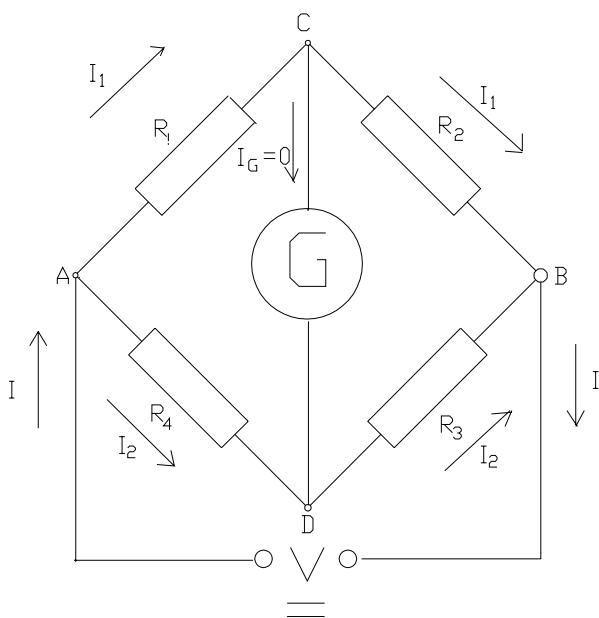


Figura 2: Puente de Wheatstone equilibrado.

La situación representada en la Figura 2 es la del puente equilibrado. En esta situación, el galvanóme-

tro indica el paso de una corriente nula. La condición de equilibrio, por lo tanto, es $U_{CD}=0$, lo cual requiere unas relaciones entre las caídas de tensión:

$$U_{AC} = U_{AD} \quad U_{CB} = U_{DB} \quad (3)$$

Tal y como se indica en el capítulo de introducción, estas condiciones dan la siguiente relación para las resistencias en el puente equilibrado:

$$R_1 R_3 = R_2 R_4 \quad (4)$$

Así, esta relación permite determinar el valor de una de las resistencias, dados los valores de las otras, una vez el puente se halla equilibrado.

Método experimental

1. Comprobación de la ley de Ohm

Monte el circuito de la Figura 3, utilizando la fuente de alimentación, el voltímetro, un amperímetro de 100 mA de fondo de escala y la resistencia R_1 , de valor desconocido. Conecte la fuente de alimentación y establezca, mediante los controles, una diferencia de potencial de $1,5\text{ V}$ entre los bornes de la resistencia. A continuación cierre el interruptor y anote la intensidad de corriente que marca el amperímetro. Repita esta operación para diversos valores de la diferencia de potencial proporcionadas por la fuente ($1,5, 3,0, 4,5, 7,5$ y $9,0\text{ V}$), y anote las medidas efectuadas en una tabla V-I.

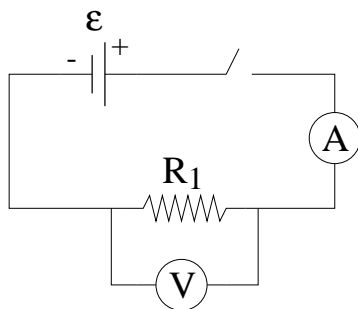


Figura 3: Ley de Ohm

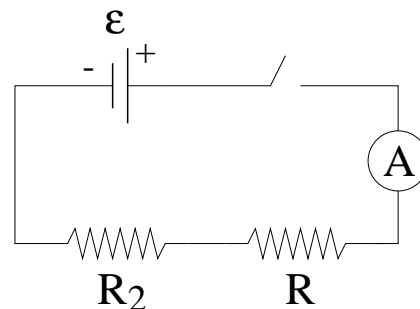


Figura 4: Medida de la resistencia

2. Determinación del valor de una resistencia mediante la ley de Ohm

Sobre el tablero de conexiones, monte el circuito de la Figura 4 utilizando la fuente de alimentación, un amperímetro de 100 mA de fondo de escala, una resistencia $R=22\ \Omega$, y la resistencia desconocida R_2 . Fijando el voltaje proporcionado por la fuente en $4,5\text{ V}$, cierre el interruptor y anote la lectura de la intensidad de corriente que atraviesa el circuito, dada por el amperímetro. A continuación abra el

interruptor, y efectúe la misma operación con $R = \{33, 47, 68, 82, 100\} \Omega$, anotando en una tabla R-I las medidas efectuadas (previamente tendrá que identificar las resistencias enumeradas mediante el código estándar de colores).

3. Puente de Wheatstone

Monte un puente de Wheatstone con los elementos de los que dispone, de manera que resulte la configuración de la Figura 5. El equilibrado del puente se consigue modificando el valor de la resistencia de la caja de resistencias, R_c , hasta que el instrumento de medida indique el paso de una corriente nula (si es un galvanómetro) o una diferencia de potencial nula (si es un voltímetro).

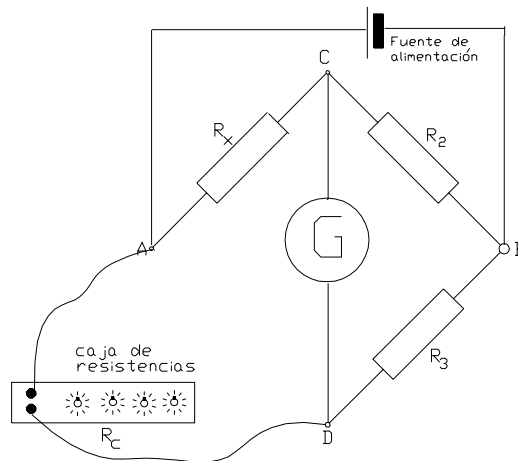


Figura 5: Esquema del puente que debe montar.

Cuando el puente se halla equilibrado, de la ecuación (4) se deduce que el valor de la resistencia problema, R_x , vale:

$$R_x = \frac{R_2}{R_3} R_c \quad (5)$$

Así, en este montaje R_c actúa como resistencia de comparación y las resistencias R_2 y R_3 como resistencias de proporción.

Para determinar el valor de una resistencia problema R_x tendrá que construir la tabla siguiente:

R_2					
R_3					
R_c					
R_x					

En cada una de las columnas realizará la determinación de R_x a partir de la expresión (5) con una combinación diferente de valores de las resistencias de proporción.

Resultados

1. Comprobación de la ley de Ohm

Represente gráficamente los valores de la intensidad, I , frente a los de la diferencia de potencial, V . Calculando la recta de regresión para estos valores determine el valor de la resistencia R_1 .

2. Determinación de una resistencia mediante la ley de Ohm

Construya una gráfica de $1/I$ frente a los valores de la resistencia R . Mediante una regresión lineal, determine los valores de la resistencia desconocida R_2 y de la diferencia de potencial V existente entre los extremos de las resistencias $R_2 + R$.

3. Puente de Wheatstone

Mediante el puente de Wheatstone, lleve a cabo el proceso descrito con las resistencias problema R_a y R_b , con la resistencia R_S , que resulta de asociar ambas resistencias problema en serie y, finalmente, con la resistencia R_P , que resulta de la asociación de las mismas en paralelo. Compruebe que los cuatro valores encontrados verifican las leyes de asociación de resistencias.