



Práctica 2: CONSTRUCCIÓN DE UN ÓHMETRO

1 Objeto de la práctica

En esta práctica se construirá un *óhmetro* (instrumento que mide resistencias), utilizando un amperímetro como elemento básico y se empleará para medir resistencias.

2 Fundamento teórico

El amperímetro es un instrumento que mide la intensidad de la corriente eléctrica que pasa a través del mismo. Todos los amperímetros tienen una resistencia interna muy baja, que en el caso de un amperímetro ideal sería cero. Y siempre se conecta en serie en los circuitos.

En esta práctica se va a utilizar un amperímetro analógico que tiene una escala lineal, lo que quiere decir que el ángulo girado por la aguja es proporcional a la intensidad que circula entre sus terminales.

2.1 Óhmetro

Los óhmetros son dispositivos que miden resistencias y se construyen con un amperímetro como instrumento básico de medida, al que se conectan resistencias y una fuente de tensión de continua. La idea es que, reescalando convenientemente la escala del amperímetro, **el ángulo girado por la aguja indique directamente el valor de la resistencia a medir**, sin necesidad de conocer el valor de la intensidad ni hacer cálculos intermedios.

El óhmetro incluye su propia fuente de tensión, por lo que, a diferencia de los amperímetros y voltímetros, no pueden emplearse en circuitos en funcionamiento, sino que la resistencia problema debe separarse del circuito y conectarse al óhmetro previamente dispuesto.

El esquema básico de un óhmetro es el siguiente:

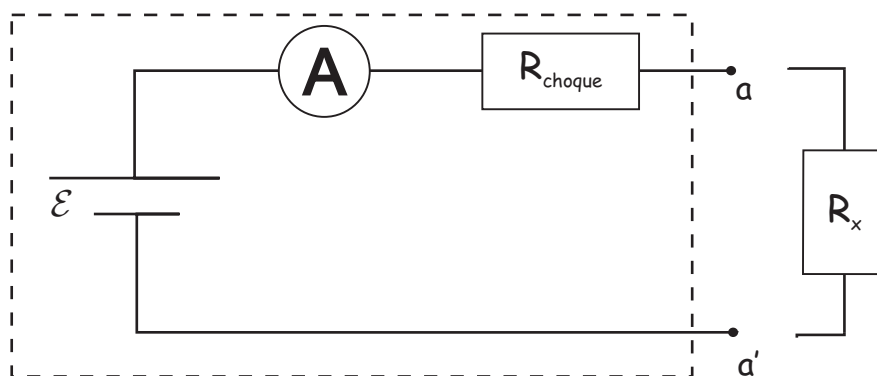


Figura 1: Esquema de un óhmetro

siendo:

- \mathcal{E} = fuente de tensión de corriente continua (puede ser sustituida por una pila).
- R_{choque} = resistencia de choque.
- A = amperímetro.
- R_x = resistencia incógnita (externa).

El óhmetro está constituido por una fuente de tensión (\mathcal{E}) con su resistencia interna, un amperímetro (A) y una resistencia de choque (R_{choque}). La fuerza electromotriz \mathcal{E} se expresa, a través de la ley de Ohm, en función de la intensidad y la resistencia del circuito.

$$\mathcal{E} = I(R_x + R) \quad (1)$$

Despejando de aquí la intensidad

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_x + R} \quad (2)$$

donde $R = R_{\text{fuente}} + R_{\text{choque}} + R_{\text{amperímetro}}$ es la resistencia interna del óhmetro.

En este circuito se comprueba que cuando $R_x \rightarrow \infty$, es decir el circuito está abierto la intensidad que marca el amperímetro es cero y el ángulo girado por la aguja también es cero. Por el contrario, cuando $R_x = 0$ la intensidad que circula por el amperímetro es máxima y su valor es

$$I_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad (3)$$

Esto quiere decir que la escala de resistencias se encuentra invertida respecto a la de intensidades, así para $R_x = 0$ se obtiene la máxima desviación de la aguja y para $R_x \rightarrow \infty$ la desviación es nula.

Sustituyendo la expresión (3) en la ley de Ohm (1)

$$I_{\text{max}} R = I(R + R_x)$$

y despejando R_x

$$R_x = R I_{\text{max}} \frac{1}{I} - R \quad (4)$$

De la expresión (4) resulta que para medir una cierta resistencia R_x interesa que la resistencia interna del óhmetro R sea de un valor cercano a la resistencia problema. Por ello, si se pretenden medir resistencias muy dispares, conviene construir escalas diferentes. Esto se consigue empleando diferentes resistencias internas y conmutando entre ellas.

3 Descripción de los aparatos

Para la realización de la práctica son necesarios los siguientes elementos:

- Fuente de tensión de corriente continua regulable.
- Amperímetro (aparato base de la práctica).
- Voltímetro (opcional).
- Diversas resistencias de choque.
- Caja de resistencias (décadas) necesaria para calibrar el óhmetro.
- Resistencia problema.

4 Realización de la práctica

4.1 Medidas en el laboratorio

4.1.1 Construcción de un óhmetro

Se construirán dos escalas para el óhmetro, empleando sendas resistencias internas. La idea es que estas escalas permitan barrer un rango amplio de resistencias problema.

1. Móntese el circuito de la figura 1, conectando la resistencia de choque de $500\ \Omega$, situando **el amperímetro en la escala de $3000\ \mu\text{A}$** .
2. Ajustese el 0 del óhmetro colocando los terminales a y a' en la caja de décadas (resistencia variable), estando ésta a $0\ \Omega$, y **aumentando la tensión de la fuente** hasta conseguir el máximo de intensidad en el amperímetro. **Téngase mucho cuidado de no sobrepasar este límite, ya que la tensión necesaria es muy pequeña.** Anótese el valor del voltaje.
3. Póngase, con la ayuda de la caja de décadas, una resistencia de $100\ \Omega$ entre los terminales a y a' . Mídase la intensidad que marca el amperímetro.
4. Varíese la resistencia de 100 en $100\ \Omega$ hasta $1\ \text{k}\Omega$ y de 250 en $250\ \Omega$ hasta $2\ \text{k}\Omega$ y mídase para cada una de ellas la intensidad.
5. Móntese el circuito de la figura 1 empleando una resistencia de choque de $15\ \text{k}\Omega$, situando **el amperímetro en la escala de $1000\ \mu\text{A}$** .
6. Repítase el paso 2.
7. Póngase una resistencia de $2\ \text{k}\Omega$ con la caja de décadas y mídase la intensidad.
8. Varíese la resistencia de 2 en $2\ \text{k}\Omega$ hasta $10\ \text{k}\Omega$ y de 5 en $5\ \text{k}\Omega$ desde ahí hasta $40\ \text{k}\Omega$. Mídase la intensidad para cada una de las resistencias.

4.1.2 Medida de una resistencia problema

1. Empléese como resistencia de choque de $500\ \Omega$ y sitúese el amperímetro en la escala de $3000\ \mu\text{A}$.
2. Retírese la caja de décadas y ajústese la tensión de la fuente para que la intensidad sea la máxima ($3000\ \mu\text{A}$).
3. Colóquese la resistencia problema en serie, y mídase la intensidad que pasa por el amperímetro.
4. Repítase el proceso empleando ahora como resistencia de choque la de $15\ \text{k}\Omega$ y sitúese el amperímetro en la escala de $1000\ \mu\text{A}$. Sin resistencia problema, ajústese la tensión de la fuente para que la intensidad sea la máxima.
5. Colóquese la resistencia problema en serie, y mídase la intensidad que pasa por el amperímetro.

4.2 Análisis de los datos

4.2.1 Construcción de un óhmetro

1. Para cada resistencia R_x calcúlese la inversa de la intensidad ($1/I$) (sin error). Exprésela con cuatro cifras significativas.
2. Representétese gráficamente R_x frente a $1/I$.

3. Calcúlese la recta que mejor se ajusta a las medidas experimentales

$$R_x = a + b \frac{1}{I}$$

si se compara con la expresión (4) debería ser

$$a = -R \quad ; \quad b = I_{\max} R = \mathcal{E}$$

4. Representétese la recta de mínimos cuadrados en la misma gráfica.
5. A partir de la pendiente de esta recta, calcúlese el valor de la fuerza electromotriz \mathcal{E} y compárela con el voltaje de salida de la fuente de tensión.
6. A partir de la ordenada en el origen determínese el valor de la resistencia interna total del óhmetro.
7. Repítase **todos los pasos anteriores** para una resistencia de choque de 15 k Ω .

4.2.2 Medida de una resistencia problema

1. Empleando la relación

$$R_x = a + b \frac{1}{I}$$

se determinará la resistencia problema R_x a partir de los valores de la ordenada en el origen (a), la pendiente (b) y la intensidad medida experimentalmente (I), para cada una de las escalas utilizadas. El error de R_x se obtendrá utilizando la expresión del error de una extrapolación.

2. Compruébese que el valor real de la resistencia esté dentro del intervalo de incertidumbre asociado al valor obtenido experimentalmente de la resistencia.

4.3 Cuestiones relativas a la realización de la práctica

Justifique las respuestas apoyándose en los resultados obtenidos

1. ¿Coincide la f.e.m. calculada con la lectura del voltímetro en cada caso?
2. Además de la resistencia de choque, el óhmetro tiene una resistencia interna adicional, ¿cuánto vale?
3. En el cálculo de la resistencia problema, ¿cuál de las dos medidas da menor error absoluto? ¿Cuál menor error relativo?