

# Introducción

## Mediciones de corriente continua

Durante la presente práctica de laboratorio, diseñaremos y armaremos circuitos de corriente continua, lo cual nos permitirá medir magnitudes eléctricas sobre ellos. Respecto al diseño, aprenderemos a compatibilizar los rangos de los valores de tensión, corriente y resistencia que se decidan explorar, con las limitaciones propias de todo circuito real, tales como: máxima corriente que una fuente de tensión puede entregar, máxima tensión que una fuente de corriente puede aplicar, máxima potencia que una resistencia puede disipar, y aquellas inherentes a los instrumentos de medición.

Respecto del armado, adquiriremos habilidad para construir correctamente circuitos reales a partir de los correspondientes esquemas aprendidos durante la clase teórico-práctica. Finalmente, prepararemos un informe de laboratorio, el cual deberá estar debidamente confeccionado y presentado.

## Elemento básico de medición: multímetro digital

Debido a la amplia variedad de marcas y modelos de multímetros, resulta virtualmente imposible describirlos por completo a todos. Lo que un científico hace ante un instrumento específico es consultar su manual (usualmente, la página web oficial de la empresa fabricante provee dicho material). A pesar de la gran diversidad comentada, los multímetros digitales tienen varias características comunes que comparten.

- **Pantalla digital:** donde el instrumento indica el resultado de la medición. LA cantidad de dígitos que presente dependerá de la calidad del instrumento. El contenido mínimo habitual de la pantalla se completa con: el punto decimal, el signo (-) cuando corresponde, la unidad en que está expresada la lectura (mV,  $\mu$ A, k $\Omega$ , etc.), y una indicación sobre si la medición de tensión o corriente corresponde a corriente continua (CC o DC en inglés) o alterna (CA o AC en inglés).
- **Llave selectora de función y escala:** al girarla permite seleccionar entre las distintas funciones que presta el instrumento y, eventualmente, su escala. Las funciones que suelen brindar los multímetros digitales son: voltímetro, amperímetro (tanto sea en DC, AC o en ambos casos) y óhmetro (medidor de resistencias). Los modelos más completos suelen incluir otras funciones, como medidor de capacidad, medidor de frecuencias, probador de pilas, diodos y transistores, entre otras tantas.
- **Bornes de entrada y puntas de prueba:** los multímetros digitales tienen (al menos) 3 bornes de entrada y dos cables, uno negro y otro rojo, cuyos extremos cuentan con terminales apropiados. Uno de los bornes se denomina "COM" (común), dado que se lo utiliza para la mayoría de las mediciones. Para evitar confusiones a la hora de interpretar el signo de la lectura, allí se inserta el cable negro. El cable rojo se inserta en alguno de los otros bornes dependiendo de la magnitud que se desea medir. La elección del borne donde se inserta este último cable debe ser compatible con la posición de la llave selectora.

Finalmente, discutiremos brevemente las características de las funciones más comunes.

- **Voltímetro en DC:** generalmente pueden medir desde 1 mV hasta 1 kV. Su resistencia interna suele ser del orden de  $1\text{ M}\Omega$ , dependiendo de la calidad del instrumento. Usualmente, no depende de la escala en la que se mida.
  - **Amperímetro en DC:** normalmente pueden medir desde  $100\text{ }\mu\text{A}$  hasta 2 A. Su resistencia interna suele estar comprendida entre  $1\text{ }\Omega$  y  $1\text{ k}\Omega$ , y generalmente depende de la escala.
  - **Óhmetro:** los multímetros digitales pueden funcionar como medidores de resistencia. Para ello, mediante una fuente interna, el instrumento hace circular una pequeña corriente conocida a través de la resistencia incógnita y simultáneamente mide la diferencia de potencial entre los extremos de esta última. Dado que la corriente es conocida, la conversión de tensión a resistencia es inmediata y la efectúa el propio instrumento. La corriente inyectada depende de la escala, sale por el terminal correspondiente a la medición de resistencia (cable rojo) e ingresa por el terminal común (cable negro). El rango de dichas corrientes abarca desde los  $\mu\text{A}$  hasta las decenas de mA, y depende de la escala.
- IMPORTANTE:** para medir una resistencia entre dos puntos de un circuito, éste debe estar des-energizado (es decir, todas sus fuentes de energía deben estar desconectadas del mismo), porque de lo contrario, el circuito bajo estudio puede inyectar una corriente al instrumento y dañarlo.

## Experiencias

### 1. Validación de la ley de Ohm

Como vimos en la teórica, un dado elemento “X” satisface la ley de Ohm cuando la caída de potencial  $\Delta V$  entre sus extremos presenta una relación lineal con la corriente  $i$  que circula por él. En otras palabras,

$$\Delta V = ki \quad (1)$$

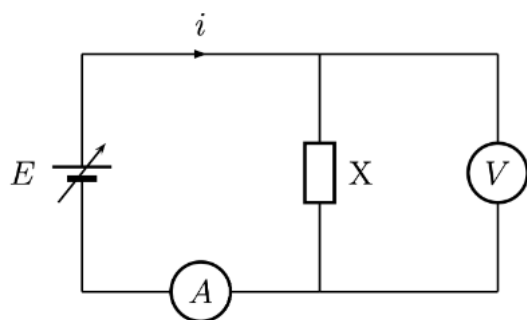
donde  $k \in \mathbb{R} > 0$ , la constante de proporcionalidad, es lo que hemos definido en la teórica como resistencia. La Figura 1 (a) muestra un circuito que permite determinar si un dado elemento satisface, o no, la ley de Ohm: se busca obtener, directa o indirectamente, un conjunto de valores  $(\Delta V_n, i_n)_{n=0}^N$ , con  $n, N \in \mathbb{N}$ , de cuyo ajuste lineal puede determinarse el valor de la resistencia en aquellos casos en que el elemento “X” satisfaga la ley de Ohm.

#### Objetivo de la experiencia

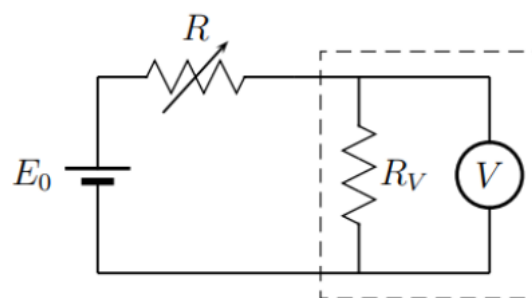
Arme el (o los) circuitos que considere necesarios para verificar si una resistencia  $R$  en un circuito de corriente continua satisface la ley de Ohm. Dado un circuito como el de la Figura 1 (b), variar el valor de la fuente, investigar como cambia la corriente que circula en el circuito.

### 2. Medición de la resistencia interna del voltímetro

Considere el circuito de la Figura 1 (b). Se puede mostrar que la tensión de la batería,  $E_0$ , se divide proporcionalmente entre la resistencia variable  $R$  y la resistencia interna



(a) Experiencia 1



(b) Experiencia 2

Figura 1: (a) Un posible circuito para verificar si el elemento "X" satisface la ley de Ohm. (b) Circuito propuesto para medir la resistencia interna del voltímetro. El instrumento real se modela mediante uno ideal con una resistencia interna,  $R_V$ , en paralelo.

(constante) del voltímetro  $R_V$ , tal que,

$$V_R = \frac{R}{R + R_V} E_0 \quad (2)$$

$$V_{R_V} = \frac{R_V}{R + R_V} E_0 \quad (3)$$

donde  $V_R$  y  $V_{R_V}$  son las caídas de potencial en  $R$  y  $R_V$ , respectivamente.

En particular, si al variar  $R$  se llega al caso particular en que  $R = R_V$ , el instrumento indicará:  $V_V = E_0/2$  (y sólo en ese caso). Se tiene así un método sencillo y rápido para medir  $R_V$ . Se asumió que  $E_0 \neq 0$ , que la escala del instrumento permite medir adecuadamente tanto  $E_0/2$  como  $E_0$ , y que la resistencia interna de la batería es despreciable frente a  $R_V$ . Finalmente, observar que el método no pierde su sencillez si se consideran otras posibilidades, tales como:  $V_V = E_0/3$ , en cuyo caso se deduce que  $R_V = R/2$ ; o  $V_V = 2E_0/3$ , lo que a su vez implica  $R_V = 2R$ .

### Objetivo de la experiencia

Arme el (o los) circuitos que considere necesarios para estimar la resistencia interna  $R_V$  en un circuito de corriente continua.

## Indicaciones generales importantes

- Dedique suficiente tiempo para armar cuidadosamente cada circuito según lo que haya planificado. Un circuito mal armado puede conducir a que se quemen uno o varios de sus elementos, y conduce siempre a resultados experimentales confusos y/o completamente inútiles.
- Antes de conectar la(s) batería(s) verifique que, por descuido, ninguna resistencia que forme parte del circuito sea nula o de valor excesivamente bajo como para que se queme ya sea ella o cualquier otro componente del circuito. Para verificar

los valores mínimos tolerables revise tanto las limitaciones de las baterías y resistencias que emplee como sus cálculos analíticos y/o simulaciones referentes al circuito. Preste atención también a cómo conecta los instrumentos de medición y a sus respectivas limitaciones de escala.

Agradecemos al Dr. Cesar Moreno (Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires) por el material provisto para la generación de este apunte.