

Ley de Ohm y de Kirchhoff

Objetivo: Investigar la dependencia entre corriente y diferencia de potencial eléctrica en diversos dispositivos eléctricos. Verificar leyes de Kirchhoff y el teorema de Thévenin.

Temáticas abordadas: Ley de Ohm, leyes de Kirchhoff, teorema de Thévenin.

1. Corriente en función de la diferencia de potencial

Se propone observar la dependencia de la corriente I que atraviesa una resistencia R al variar la diferencia de potencial ΔV aplicada a la misma. Se usarán amperímetros y voltímetros para medir estas magnitudes físicas. Se propone realizar el estudio en los siguientes casos:

1. En el circuito de la figura 1 se muestra una resistencia R conectada a una fuente que provee un valor de diferencia de potencial constante en el tiempo, más conocida como fuente de continua. Mida y grafique la dependencia de I en función distintos valores que puede asumir una resistencia variable. Para determinar el valor de esta última, no se fíe de la indicación del perillero de la caja de resistencias, use en su defecto la función óhmetro de un multímetro. ¿Cómo comparan las ΔV obtenidas sobre la resistencia, también llamada caída de tensión o simplemente tensión, con la fuerza electromotriz ε_0 entregada por la fuente?
2. El circuito de la figura 2 hace uso de una fuente de continua, una resistencia variable R_1 y otra fija que llamaremos resistencia de carga R_2 . Se busca medir y graficar la dependencia de la (ΔV) sobre R_2 en función de la I que la atraviesa. Para determinar esta última, ¿dónde debe ubicar un amperímetro? ¿Qué relación encontró entre las variables medidas? ¿Qué obtiene de tal relación aritmética? Observación: el conjunto de una fuente fija de tensión continua y una resistencia variable es equivalente a tener una fuente de tensión variable. Este tipo de circuito se llama *divisor resistivo* y presenta una tensión de salida $\Delta V = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \varepsilon_0$.
3. Reemplazar en el circuito de la figura 2 la resistencia de carga por una lámpara de filamento incandescente. Medir y graficar la dependencia de ΔV sobre la lámpara en función de I . Describa la relación entre I y ΔV , y trate de explicar qué está sucediendo. Puesto que el filamento empieza a “iluminarse” para $\sim 12\text{ V}$ realice varias mediciones por encima y debajo de esa ΔV .

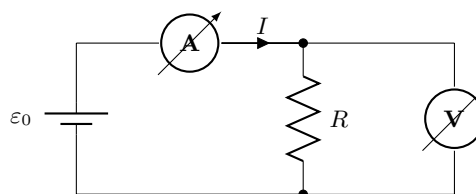


Figura 1. Circuito básico para la medición de diferencia de potencial ΔV , y corriente I sobre una resistencia R .

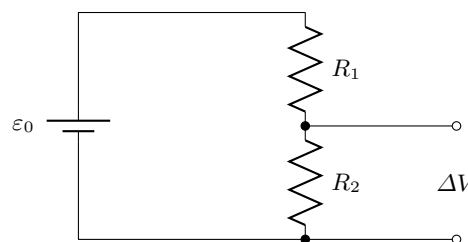


Figura 2. Fuente que provee una diferencia de potencial variable ΔV , a partir de una fija ε_0 .

2. Leyes de Kirchhoff

El físico alemán Gustav Kirchhoff describió en 1845 dos leyes que relacionan corrientes y diferencias de potencial en circuitos eléctricos.

- 1.^a ley: La suma de las intensidades que se dirigen hacia un nodo es igual a la suma de las corrientes que abandonan dicho nodo (un nodo es el punto de confluencia de tres o más conductores).
- 2.^a ley: La suma de las caídas de tensión o diferencias de potencial a lo largo de un circuito cerrado es nula.

En la figura 3 se presentan conexiones de resistencias en serie y paralelo. Verifique el cumplimiento de las leyes de Kirchhoff.

3. Teorema de Thévenin

Una característica importante de toda fuente de tensión es su resistencia interna. Por ejemplo, si tenemos una batería cuyo voltaje de terminal es ε_0 cuando por ella no pasa corriente, es decir, cuando no se está tomando potencia de la misma, el voltaje que mediremos cuando la

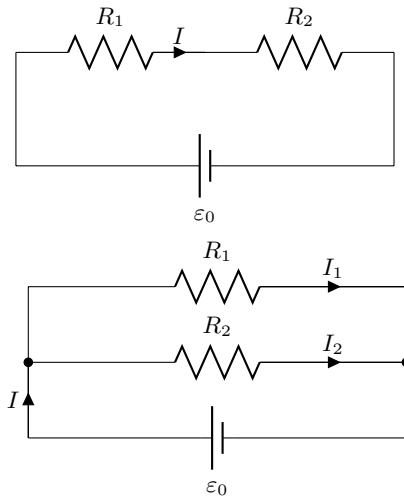


Figura 3. Circuito serie (arriba) y paralelo (debajo).

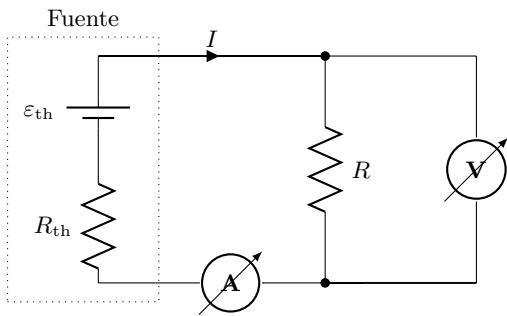


Figura 4. Circuito para determinar la resistencia interna de la fuente R_{th} , y la diferencia de potencial teórica que entregaría en vacío ε_{th} .

fuentes esté conectada a un circuito que sí tome potencia variará dependiendo de cuánta corriente circule por ella. En general, una fuente de tensión está formada por circuitos eléctricos o electrónicos complejos, sin embargo para todos los fines prácticos es posible suponer que la fuente de tensión real está formada por una fuente ideal de tensión ε_{th} y una resistencia en serie R_{th} , también llamada la resistencia interna de la fuente. Esta última afirmación es el enunciado de un teorema muy útil de la teoría de circuitos llamado *Teorema de Thévenin*.

El objeto de esta actividad es verificar en un caso práctico la validez del teorema de Thévenin y determinar la resistencia interna de una fuente de tensión. Se propone armar el circuito que se indica esquemáticamente en la figura 4. Para ello se requiere de una resistencia variable R , un amperímetro y un voltímetro. Asegúrese de que la resistencia externa R pueda disipar la potencia eléctrica cuando se le aplique la máxima tensión, y para ello estime la $I_{máx}$ que pasará por la misma (utilizando el valor mínimo de la resistencia) y la potencia máxima asociada.

Según el teorema de Thévenin, para el circuito de la figura 4 se tiene

$$\Delta V_R = \varepsilon_{th} - IR_{th}, \quad (1)$$

donde ΔV_R es la diferencia de potencial medida por el voltímetro conectado a la resistencia R e I la corriente medida por el amperímetro.

El experimento propuesto consiste en variar R y para cada valor de la misma medir ΔV_R e I . Luego grafique estos valores. De ser válido el enunciado del teorema de Thévenin, tal gráfico debe evidenciar una respuesta lineal, en la que la pendiente determina R_{th} y la ordenada al origen el valor de ε_{th} . Verifique entonces la validez del teorema de Thévenin en todo el rango que pueda explorar de I y haga su propia estimación de la resistencia interna de la fuente. Como R_{th} incluye la resistencia interna del amperímetro R_A debe consultar la documentación de este instrumento para poder calcular la de la fuente.

Referencias

1. M. Alonso and E.J. Finn. *Física: Campos y ondas*, volume 2 of *Física*. Editorial Pearson Educación, 1998.
2. E.M. Purcell. *Electricidad y magnetismo*, volume 2 of *Berkeley Physics Course*. Editorial Reverté, 1988.