

## Ley de Ohm - Leyes de Kirchhoff - Teorema de Thévenin

Laboratorio de Física 2 (Q)

1° cuatrimestre de 2022

### Objetivo

Estudiar la relación entre la diferencia de potencial y la corriente eléctrica en diferentes circuitos. Investigar las leyes de Kirchhoff y el teorema de Thévenin.

### Introducción

Cada material o combinación de materiales reacciona distinto ante el paso de una corriente o ante la aplicación de una diferencia de potencial, generando una relación característica entre la diferencia de potencial entre sus extremos y la corriente que pasa a través de él. Un caso particular de estas relaciones es la Ley de Ohm. Esta es una de las leyes experimentales más utilizadas y plantea una relación entre diferencia de potencial y corriente.

La Ley de Ohm establece que *la intensidad de la corriente eléctrica  $I$  que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial  $V$  aplicada e inversamente proporcional a la resistencia  $R$  del mismo*, y se puede expresar como

$$V = I.R \quad (1)$$

En general, la validez de esta ley depende fuertemente del material, es así que hay materiales que se llaman “óhmicos” o “no óhmicos”, según si siguen o no dicha relación.

La corriente puede ser positiva o negativa según el sistema de referencia que se tome y el sentido de circulación de las cargas. La diferencia de potencial también puede cambiar de signo según el sistema de referencia.

### Actividades

#### 1. Ley de Ohm

Se propone explorar la relación entre la diferencia de potencial y la corriente para los siguientes casos:

1. El circuito de la figura 1.a está compuesto por una fuente de tensión continua (con un valor fijo de tensión  $\varepsilon_0$ ) y una resistencia variable  $R$ . Se quiere estudiar la relación funcional entre la corriente y el valor de la resistencia, a partir de una curva  $I$  vs.  $R$ . Para ello varíe el valor de resistencia y mida la corriente  $I$ . Grafique sus resultados y discuta qué clase de función representa el grafico. ¿Se puede generar un modelo (una ecuación que represente la relación entre las variables)? ¿Cuál es la caída de tensión sobre la resistencia?
2. El circuito de la figura 1.b está compuesto por una fuente de tensión continua, una resistencia variable  $R_1$  y otra de carga  $R_2$ . Se quiere estudiar la dependencia de la tensión de la resistencia de carga  $V_{R_2}$  en función de la corriente  $I$  que circula por la misma. Graficar  $V_{R_2}$  en función de  $I$ . ¿Qué relación encuentra entre las variables? 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 la tensión de salida es  $V = \frac{R_2}{R_1+R_2}\varepsilon_0$ .
3. Reemplace la resistencia de carga del circuito de la figura 1.b por una lámpara de filamento incandescente. Mida la tensión de la lámpara en función de la corriente y grafique sus datos. ¿Qué relación encuentra entre las variables? Se recomienda comenzar las mediciones en un valor de tensión cercano a la tensión de trabajo de la lámpara. Realice varias mediciones por encima y debajo de ese valor.

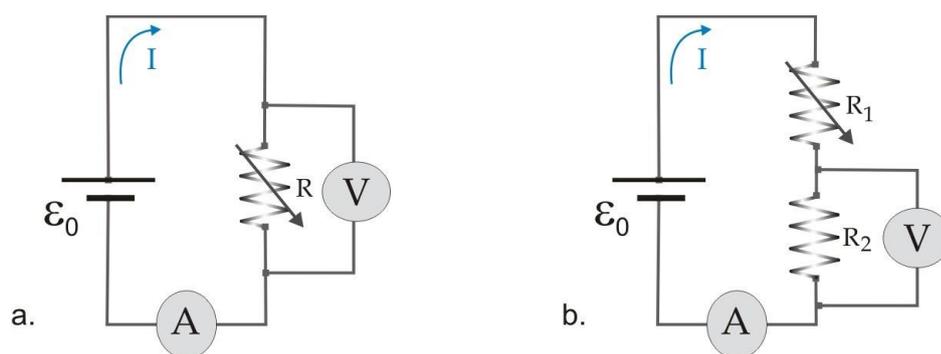


Figura 1: a. Circuito básico para medir la tensión y la corriente a través de una resistencia  $R$ . b. Fuente de tensión variable a partir de una fuente de tensión fija. Los símbolos A y V representan un amperímetro y un voltímetro, respectivamente.

## 2. Leyes de Kirchhoff

Las leyes de Kirchhoff son herramientas útiles que, a diferencia de la ley de Ohm, permiten el análisis de circuitos más complicados. Este conjunto de reglas relacionan corrientes y diferencias de potencial en circuitos estableciendo que

1. *La suma de las corrientes que entran a cualquier nodo de un circuito debe ser igual a la suma de las corrientes que salen de ese nodo (un nodo es el punto de confluencia de tres o más conductores).*
2. *La suma de las caídas de tensión o diferencias de potencial a lo largo de un circuito cerrado es nula.*

### Actividades

Armar los circuitos de la figura 2 y verificar las leyes de Kirchhoff.

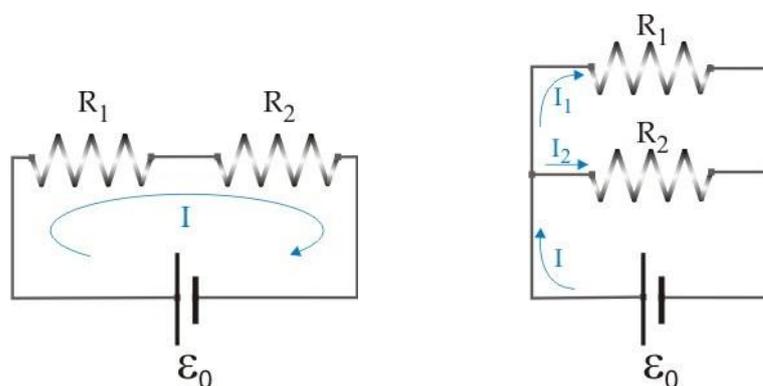


Figura 2: Circuitos en serie (izquierda) y en paralelo (derecha).

## 3. Teorema de Thévenin

Una característica importante de toda fuente de tensión es su resistencia interna. Por ejemplo, consideremos una batería cuyo voltaje de terminal es  $\varepsilon_0$  cuando está desconectada del circuito (es decir, cuando no se está tomando potencia de la misma y por ende no circula corriente). Cuando esta batería sí esté conectada a un circuito que tome potencia de la misma, el voltaje que mediremos 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  $\varepsilon_{th}$  y una resistencia en serie con la misma  $R_{th}$ , también llamada la resistencia interna de la

fuelle. Esta última afirmación es el enunciado de un teorema muy útil de la teoría de circuitos llamado *Teorema de Thévenin*.

### Actividades

Se propone verificar la validez del teorema de Thévenin determinando la resistencia interna de una fuente de tensión (figura 3).

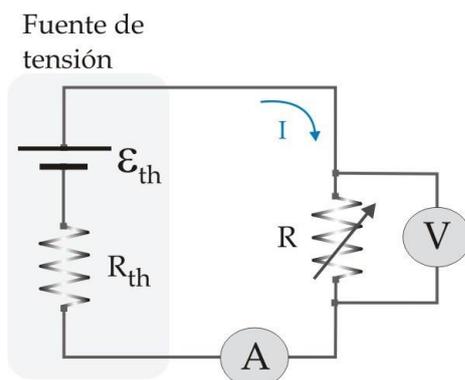


Figura 3: Circuito para determinar la resistencia interna de la fuente  $R_{th}$  y  $\varepsilon_{th}$ . Los símbolos A y V representan un amperímetro y un voltímetro, respectivamente.

Según el teorema de Thévenin, para el circuito de la figura 3 se tiene

$$V_R = \varepsilon_{th} - I \cdot R_{th} \quad (2)$$

donde  $V_R$  es la diferencia de potencial medida por el voltímetro conectado a la resistencia  $R$  e  $I$  es la corriente medida por el amperímetro. Asegúrese que la resistencia externa  $R$  pueda disipar la potencia eléctrica cuando se le aplique la máxima tensión. Para ello estime la corriente máxima que pasará por la misma (calcule el valor mínimo de la resistencia) y la potencia máxima asociada.

Variar  $R$  y para cada valor de la misma determinar  $V_R$  e  $I$ . Luego graficar estos valores. De ser válido el enunciado del teorema de Thévenin, se espera que la relación entre  $V_R$  e  $I$  sea lineal (donde  $R_{th}$  se determina de la pendiente y  $\varepsilon_{th}$  de la ordenada en el origen). A partir de sus resultados discuta la validez de este teorema y determine la resistencia interna de la fuente usada. Notar que el valor de  $R_{th}$  (que se obtiene del ajuste) incluye la resistencia interna del amperímetro. Consulte el manual de este instrumento para poder calcular la de la fuente.

## Referencias

- [1] *Física Vol.II -Campos y ondas* -M. Alonso y E. J. Finn, Fondo Educativo Interamericano Ed. Inglesa, Addison-Wesley, Reading Mass. (1967); Fondo Educativo Interamericano (1970).
- [2] *Berkeley physics course -Volumen 2*, Electricidad y magnetismo, E. M. Purcell, Editorial Reverté, Barcelona (1969).