



Circuitos Con Redes — Leyes de Kirchhoff

Pedro F. González Medina, Orlando A. Márquez Rivera, Jan N. Nieves Soto, Jennifer B. Zayas
Ramírez

Laboratorio de Física General 3174– Sección 081

Instructor:

Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

3 de marzo de 2021

Este experimento tenía como objetivo determinar el cumplimiento de la regla de Kirchhoff para la suma de voltajes en una malla y la suma de corrientes en un nodo. A partir de la primera parte, se pudo observar que la suma de voltajes dentro de una malla es igual a cero. De igual manera, se pudo anotar la suma de voltaje de los distintos caminos dentro de la malla examinada, donde se vio que también tenía un valor de cero. Para la segunda parte, se pudo notar que las corrientes de los nodos analizados se relacionaban en que poseían los mismos valores numéricos de corriente, pero diferían en los signos. Se observó que la sumatoria de las corrientes para cada nodo era cero, comportamiento matemático que podía ser interpretado como que la suma de las corrientes que entran al nodo igualaba la suma de las corrientes que salían. En ambas partes, el comportamiento presentaba una similitud con las leyes de Kirchhoff.

I) Introducción

En los laboratorios anteriores, se observó el comportamiento matemático del voltaje, la carga, la corriente, la capacitancia, la resistencia y otras variables que se pueden encontrar en un circuito. Se determinó que los voltajes de dispositivos en serie se suman, con sus corrientes siendo iguales, mientras que los dispositivos en paralelo tienen voltajes iguales y sus corrientes se suman. Existen dos justificaciones para estos fenómenos, las cuales se llaman el *Principio de conservación de carga eléctrica* y el *Principio de conservación de energía* [1].

Para analizar los circuitos, se utilizan las leyes de Kirchhoff, las cuales se derivan de los dos principios previamente mencionados. Estas leyes están en el corazón del análisis de circuitos. La primera de estas leyes es la Ley de Corriente de Kirchhoff, la cual establece que la suma de las corrientes que entren a un circuito cerrado debe ser igual a la suma de las corrientes que salen de él. Esto concuerda con los principios, ya que la carga se conserva. Para sumar todos los voltajes de los dispositivos en una malla, se escoge un nodo inicial y una dirección para recorrer la malla. Al recorrer la malla, se deben cuantificar los voltajes de los dispositivos con los signos correctos.

$$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out} \quad (1)$$

La segunda ley de Kirchhoff es la ley de voltaje. Esta ley dice que la suma algebraica de los cambios de potencial de cualquier circuito cerrado es igual a cero. Otra manera de enunciar esta ley es que “alrededor de una malla, la suma de subidas de voltaje es igual a la suma de bajadas de voltaje” [3].

$$\Sigma \Delta V_{\text{malla}} = 0 \quad (2)$$

II) Datos y Cálculos

Para ambas partes del experimento, se utilizó la simulación *PhET – Kit de Construcción de Circuitos: CD* [2]. Para la primera parte, se utilizó la configuración presentada en la **Figuras 1 y 2**. Se utilizó un valor de 9 V para la batería, mientras que se utilizó el valor de 23 Ω para R_1 y 10 Ω para R_2 . Luego, con la ayuda de un voltímetro, se observó los distintos valores de voltaje para ciertas combinaciones, todas anotadas en las **Tablas 1, 2 y 3**. Finalmente, se calculó la suma de los voltajes para cada uno de los tres casos. En la segunda parte del laboratorio se utilizó la misma configuración de la primera parte, pero se añadieron tres amperímetros para medir la corriente en los nodos **b** y **e** (**Figuras 3 y 5**). Al medir los valores de las corrientes, los mismos fueron anotados en las **Tablas 5 y 6**. Por último se buscó el porcentaje de diferencia entre la corriente que entró y salió de cada nodo y se anotó en la **Tabla 7**.

- **Suma de Voltajes en Mallas:**

V_{ab} (V)	V_{bc} (V)	V_{cd} (V)	V_{de} (V)	V_{ef} (V)	V_{fa} (V)	ΣV_{malla}
0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	-9.00	0.00

Tabla 1: Voltajes medidos en la malla *abcdefa*.

V_{ab} (V)	V_{be} (V)	V_{ef} (V)	V_{fa} (V)	ΣV_{malla}
0.00	9.00	0.00	-9.00	0.00

Tabla 2: Voltajes medidos en la malla *abefa*.

V_{bc} (V)	V_{cd} (V)	V_{de} (V)	V_{eb} (V)	ΣV_{malla}
0.00	9.00	0.00	-9.00	0.00

Tabla 3: Voltajes medidos en la malla *bcdeb*.

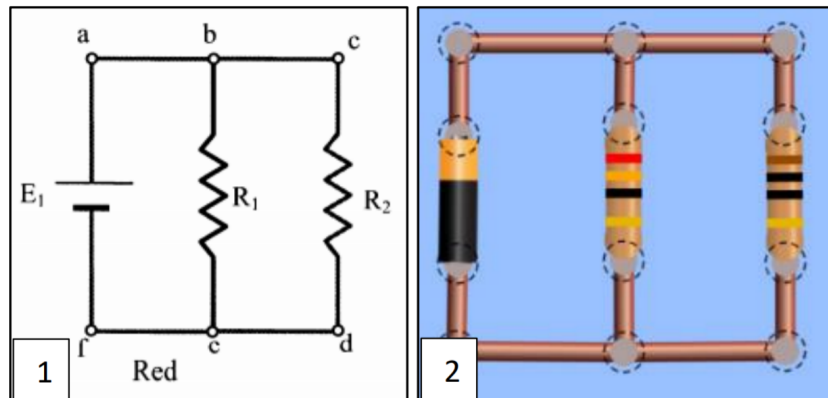


Figura 1: (1) Diagrama esquemático. (2) Ejemplo de diseño de mallas en el simulador.

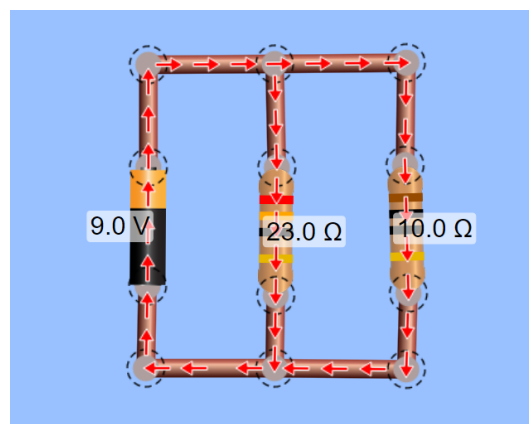


Figura 2: Representación de la Figura 1 en simulación [2] con sus respectivos valores

- **Suma de Corrientes en Nodos:**

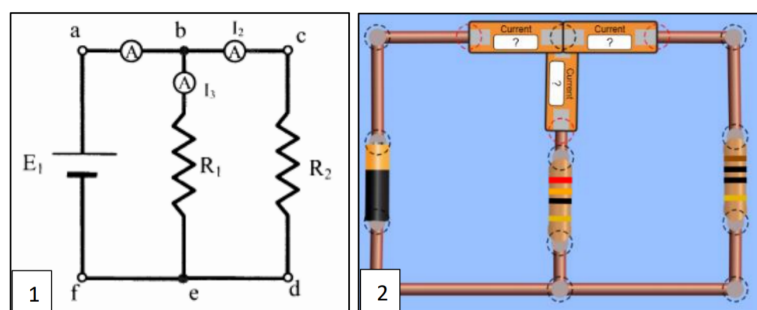


Figura 3: (1) Diagrama esquemático donde se debe medir la corriente. (2) Diseño en el simulador.

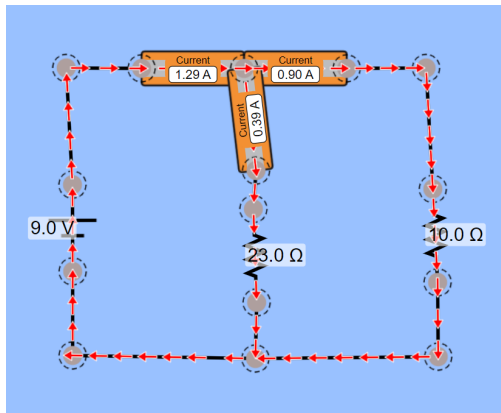


Figura 4: Esquema del **nodo b** en la simulación con sus valores respectivos [2].

NODO	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)
b	1.29	-0.90	-0.39

Tabla 4: Corrientes medidas en el nodo **b**.

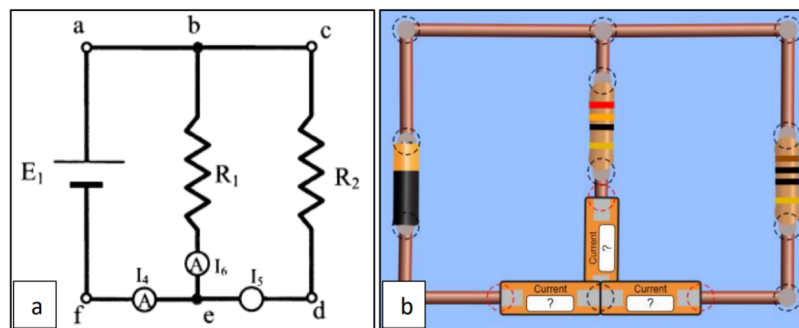


Figura 5: (a) Diagrama esquemático. (b) Diseño en el simulador.

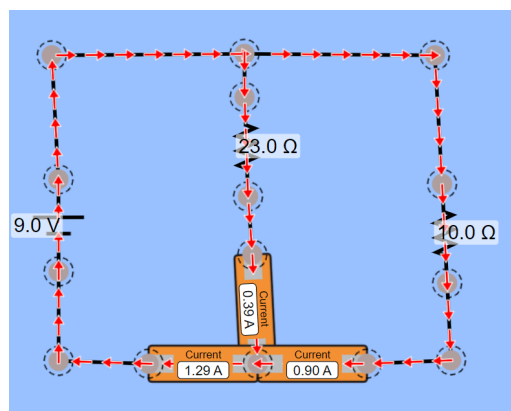


Figura 6: Esquema del **nodo e** en la simulación con sus valores respectivos [2].

NODO	I ₄ (A)	I ₅ (A)	I ₆ (A)
e	-1.29	0.90	0.39

Tabla 5: Corrientes medidas en el nodo e.

NODO			% Diferencia
b	I ₁ (A)	I ₂ + I ₃ (A)	0 %
e	I ₄ (A)	I ₅ + I ₆ (A)	0 %

Tabla 6: Porcentajes de diferencia entre corrientes que entran y salen de cada nodo.

Cálculos

Para encontrar la suma de los voltajes para la malla abcdefa, se utilizó la **ecuación 2**:

$$\sum V_{\text{malla}} = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd} + V_{de} + V_{ef} + V_{fa} = 0.00 \text{ V} + 0.00 \text{ V} + 9.00 \text{ V} + 0.00 \text{ V} + 0.00 \text{ V} + (-9.00 \text{ V}) = 0.00 \text{ V}$$

De esta misma manera, se calculó la suma total de voltaje para cada malla presentada en las **Tablas 2 y 3**.

Para calcular el porcentaje de diferencia de las corrientes se utilizó la **ecuación 1**:

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = 1.29 \text{ A}$$

$$I_4 = I_5 + I_6 = 1.29 \text{ A}$$

$$\frac{|1.29 - 1.29|}{1.29} \times 100 = 0 \%$$

III) Análisis de Resultados

Para la primera parte de este proceso experimental, con el fin de determinar si la suma de voltaje en mallas cumplía por lo establecido en la Ley de Kirchhoff, se estudiaron los voltajes de malla en un circuito con la ayuda de un voltímetro proveído por la simulación *PhET – Kit de Construcción de Circuitos: CD* [2]. Para ello se estudiaron 3 combinaciones y/o recorridos distintos de conexiones en malla (**Figuras 1, 2**). Luego de recopilar cada medida de voltaje y analizar matemáticamente cada

combinación (*Tablas 1, 2 y 3*) se obtuvo que para cada malla la suma algebraica de los voltajes medidos de cualquiera de los caminos cerrados era cero. Donde cada aumento y subida de voltaje en el camino de la malla se cancelaba entre ellas. Sugiriendo entonces que la fuerza eléctrica alrededor de una malla era conservativa, donde si se regresaba al comienzo no había pérdida ni ganancia de energía [3]. Por lo que se pudo proponer que dicho comportamiento y los resultados obtenidos por la suma algebraica de los voltajes alrededor de cada malla eran consistentes con la ley de voltajes de Kirchhoff. Ley cuya definición establecía que la suma del cambio en potencial de cualquier camino cerrado en un circuito, para este estudio una malla, debía dar cero. Definición que coincidía con el proceso experimental y las distintas combinaciones y/o recorridos alrededor de una malla en un mismo circuito (*Figuras 1 y 2*) en donde se pudo notar que, si un circuito tenía múltiples mallas, la ley de voltaje de Kirchhoff era válida para cada una. Por consiguiente, se reflejaba lo sugerido por la *ecuación 2*.

La segunda parte de este mismo proceso experimental pretendía también determinar el cumplimiento de las leyes de Kirchhoff, en esta ocasión se estudiaron las sumas de corriente de dos nodos utilizando la misma simulación [2]. Para ello se investigaron y midieron las corrientes que entraban y salían de dos nodos (*Figuras 5 y 6*). Donde al analizar las corrientes medidas se pudo notar que ambas corrientes, las del nodo b y las del nodo e, se relacionaban en que poseían los mismos valores numéricos de corriente, pero diferían en los signos (*Tablas 4 y 5*). No obstante, al sumar directamente los valores de corriente que poseían signos iguales, se obtuvo matemáticamente que para ambos signos contrarios el valor numérico de la corriente total a partir de la suma directa de los valores de cada signo era el mismo. Resultado que permitió entonces desarrollar una hipótesis donde se sugería que las corrientes que poseían signo positivo eran aquellas que entraban al nodo mientras que las que poseían uno negativo eran las salientes. Por lo que permitió entonces sugerir que el signo que poseía cada corriente implicaba su dirección. A partir de analizar este comportamiento fue posible determinar que la sumatoria de las corrientes para cada nodo era cero, comportamiento matemático que podía ser interpretado como que la suma de las corrientes que entran al nodo igualaba la suma de las corrientes que salían. Comportamiento que iba concorde con lo sugerido por la *ecuación 1* y que a su vez propondría el cumplimiento con lo establecido por la ley de conservación de corriente y el cumplimiento de la ley de suma de corriente de Kirchhoff. No obstante, con el fin de comprobar los comportamientos propuestos se llevó a cabo entonces un análisis matemático de porcentaje de

diferencia entre las corrientes que entraban y salían de cada nodo (**Tabla 6**). A partir de este cálculo se pudo entonces notar que los resultados obtenidos matemáticamente eran consistentes con la hipótesis sugerida.

Finalmente, al analizar todos los resultados obtenidos a partir del proceso experimental *Circuitos Con Redes — Leyes de Kirchhoff*, no se sugiere la presencia de errores experimentales atribuidos directamente a la experimentación. Sin embargo, no se niega la presencia de algún error aleatorio presente en la simulación utilizada [2] y/o en los cálculos matemáticos realizados a través de todo el proceso experimental.

IV) Conclusiones

Durante el proceso experimental *Circuitos Con Redes — Leyes de Kirchhoff* se pudo determinar que la suma del cambio en potencial de cualquier camino cerrado en un circuito era cero a través del análisis de una malla en un circuito con la utilización de la simulación PhET – Kit de Construcción de Circuitos: CD [2]. Comportamiento que al ser interpretado implicaba que la suma de voltajes en una malla cumplía con lo establecido por la ley de Kirchhoff para la suma de voltajes en donde la fuerza eléctrica alrededor de una malla era conservativa, ya que si se regresaba al comienzo no había pérdida ni ganancia de energía. A partir del uso de esa misma simulación [2] el estudio también permitió determinar que la suma de corriente de dos nodos cumplía con las leyes de Kirchhoff. Donde a través de la investigación de los nodos b y e se pudo notar que el signo que poseía cada corriente implicaba su dirección y que la sumatoria de las corrientes en un nodo era cero. Por lo que se cumplía con la ley de conservación de corriente donde la suma de las corrientes que entraban al nodo igualaba la suma de las corrientes que salían.

V) Referencias

- [1] J. R. López, P. J. Marrero, E. A. Roura. (2008). Manual de Experimentos de Física II, Massachusetts, Wiley, páginas 61, 63-67.
- [2] “Circuit Construction Kit: DC,” *PhET*, 25-Feb-2021. [Online]. Available: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>. [Accessed: 27-Feb-2021].

- [3] “Las leyes de Kirchhoff (artículo),” *Khan Academy*. [Online]. Available: <https://es.khanacademy.org/science/physics/circuits-topic/circuits-resistance/a/ee-kirchhoffs-laws>. [Accessed: 01-Mar-2021].