



## Resistencias en Serie y Paralelo

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

Ramírez

*Laboratorio de Física General 3174– Sección 081*

*Instructor: Alexis Aguirre Narváez*

*Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez*

*24 de febrero de 2021*

---

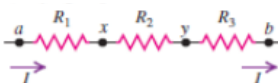
### Resumen:

En el experimento **Resistencias en Serie y en Paralelo**, se utilizó la simulación *Circuit Construction Kit* [3] para analizar el concepto de resistencia, la relación entre resistividad y flujo de corriente, y anotar la relación matemática para calcular el voltaje, la corriente y resistencia equivalente cuando las resistencias se conectan en serie, paralelo y combinación de ambas. Los resultados mostraron que la resistencia equivalente total de un circuito depende del circuito analizado, que la caída de voltaje a través de las resistencias conectados en paralelo será el mismo a través de todos los terminales y que en serie existe un diferencial de potencia en cada una de las resistencias. También, en circuitos en serie la corriente será la misma a través de todas las resistencias, y siendo paralelo, la corriente equivalente será la suma de todas las corrientes individuales. Finalmente, se vio que la resistencia equivalente de un circuito es inversamente proporcional a la corriente y que, si el voltaje aumenta, la resistencia también aumentará proporcionalmente.

---

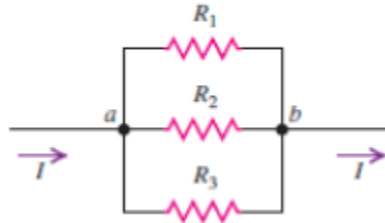
### I) Introducción

El concepto fundamental de este laboratorio es la resistencia. Los resistores son dispositivos que se utilizan en los circuitos eléctricos. Estos resistores se pueden encontrar en cualquier tipo de circuito, como por ejemplo una secadora para el cabello. Hay cuatro formas principales de conectar los resistores: en series, en paralelo, en combinación o en una configuración que es ninguna de las anteriores. Los circuitos que contienen varios resistores se pueden considerar como combinaciones de resistores. Un ejemplo sencillo de una combinación de resistores es un cable de bombillas navideñas, donde todas las bombillas actúan como resistores.



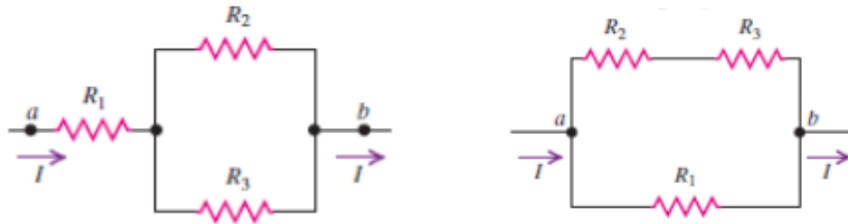
**Figura 1:** Resistores en serie

Cuando varios elementos del circuito se conectan en secuencia con una sola trayectoria de corriente entre ellos, se denominan resistores en serie (**Figura 1**). Si todos los elementos se empiezan sin carga, todos tienen la misma carga.



**Figura 2:** Resistores en paralelo

Al contrario, se dice que los resistores de la **Figura B** están conectados en paralelo ya que ofrecen una trayectoria alternativa entre los puntos a y b y la diferencia en potencial es la misma a través de cada resistor.



**Figura 3:** Resistores en combinación

En la **Figura 3**, los resistores  $R_2$  y  $R_3$  están conectados en paralelo mientras que el resistor  $R_1$  está en combinado en serie con los resistores en paralelo. La **Figura 4** es una situación inversa. Los resistores  $R_2$  y  $R_3$  están conectados en serie y están combinados con el resistor  $R_1$ .

En una combinación de resistores se puede encontrar un resistor único, el cual puede reemplazar la combinación sin cambiar la cantidad de corriente la diferencia de potencial. La resistencia de este resistor se le llama la resistencia equivalente y tiene como fórmula:

$$R_{eq} = \frac{V_{eq}}{I_{eq}} \quad (1)$$

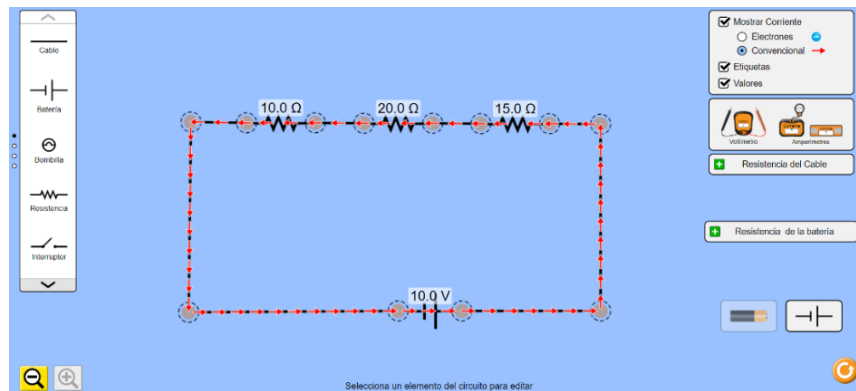
Donde  $V_{eq}$  es la diferencia en potencial entre los terminales de la red e  $I_{eq}$  es la corriente. Esta resistencia también depende del arreglo de los resistores:

$$\text{En serie: } R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N \quad (2)$$

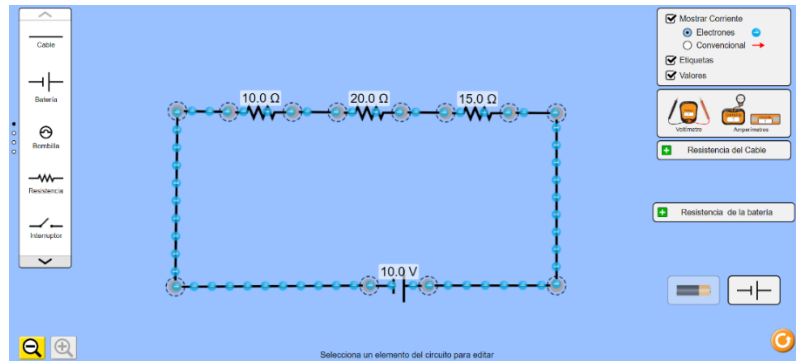
$$\text{En paralelo: } \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad (3)$$

## II) Datos y Cálculos

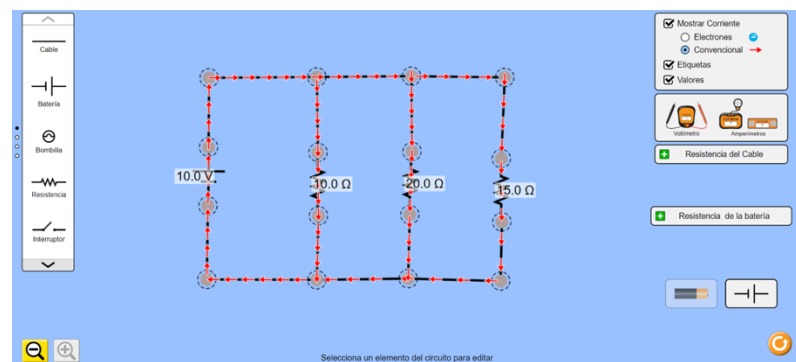
Para este laboratorio, se utilizó la simulación PhET – Kit de Construcción de Circuitos: CD [3] para completar los objetivos. Primero, se empezó armando un circuito de resistencias en serie parecida a la **Figura 4**. Se creó un circuito con tres resistores de diferentes resistencias ( $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 20\Omega$ ,  $R_3 = 15\Omega$ ) y una fuente de 10V. Luego de armar el circuito, se midieron los voltajes de los resistores, valor presentado en la misma simulación (**Tabla 2**) y se midieron los valores de la corriente utilizando amperímetros ubicados entre cada resistor y al lado de la batería. Estos valores fueron anotados en la **Tabla 1**. Para calcular la resistencia equivalente experimental se utilizó la **ecuación 1** y la resistencia equivalente teórica se calculó con la **ecuación 2**. Finalmente, se halló el porcentaje de error de estos valores y fue anotado en la **Tabla 1**. Este mismo procedimiento fue seguido para la próxima parte del laboratorio, pero en este caso, se utilizó una combinación en paralelo de los resistores. Se armó un circuito similar al de la **Figura 6**. Para calcular la resistencia equivalente teórica se utilizó la **ecuación 3** y su valor fue anotado en la **Tabla 1**.



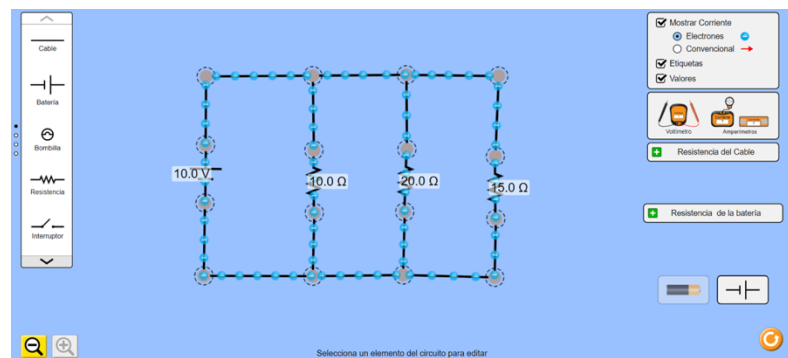
**Figura 4:** Esquema de circuito en serie (Corriente convencional)



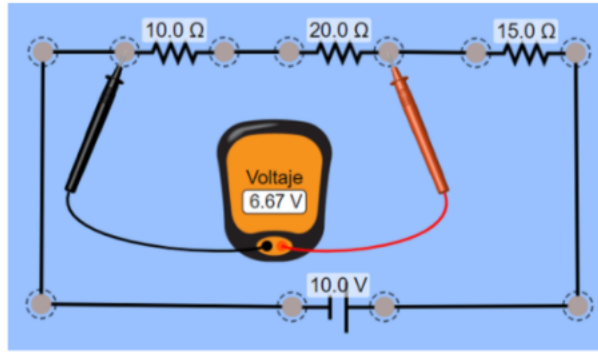
**Figura 5:** Esquema de circuito en serie (Movimiento de electrones)



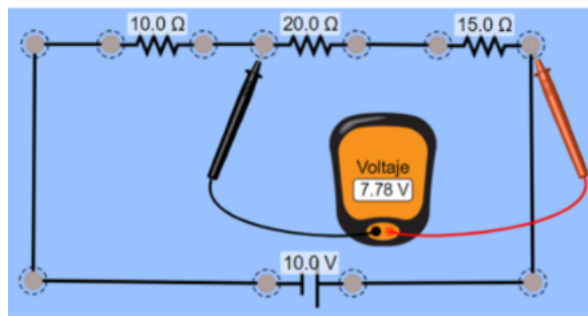
**Figura 6:** Esquema de circuito en paralelo (Corriente convencional)



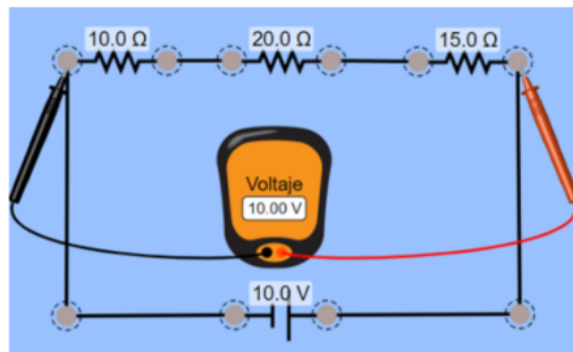
**Figura 7:** Esquema de circuito en paralelo (Movimiento de electrones)



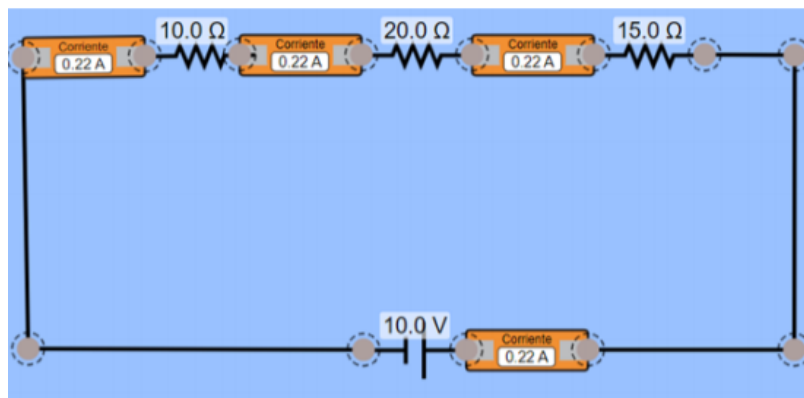
**Figura 8:** Circuito cargado mostrando el voltaje entre los resistores  $R_1$  y  $R_2$ .



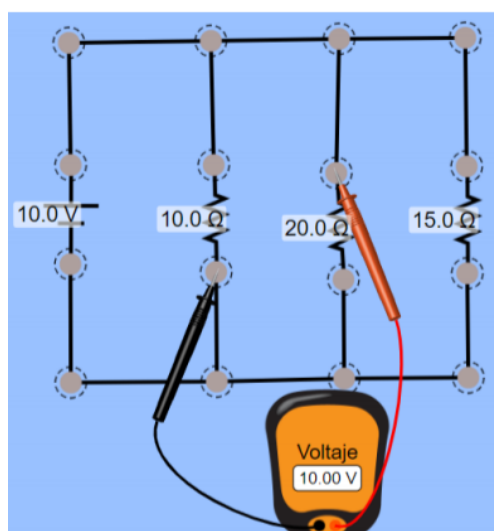
**Figura 9:** Circuito cargado mostrando el voltaje entre los resistores  $R_2$  y  $R_3$



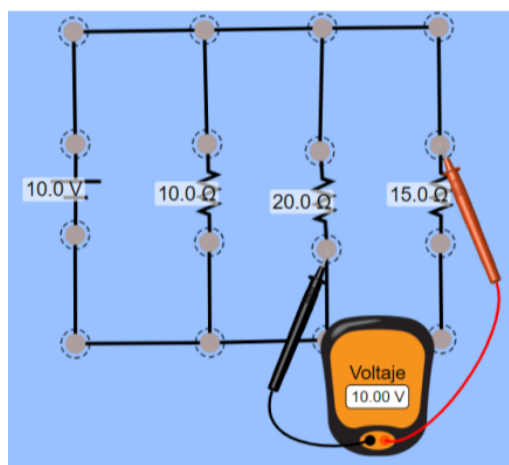
**Figura 10:** Circuito cargado mostrando el voltaje entre los resistores  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$



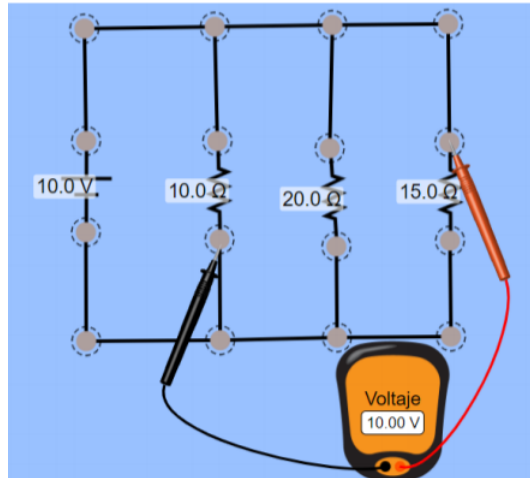
**Figura 11:** Corriente de un circuito cargado en serie.



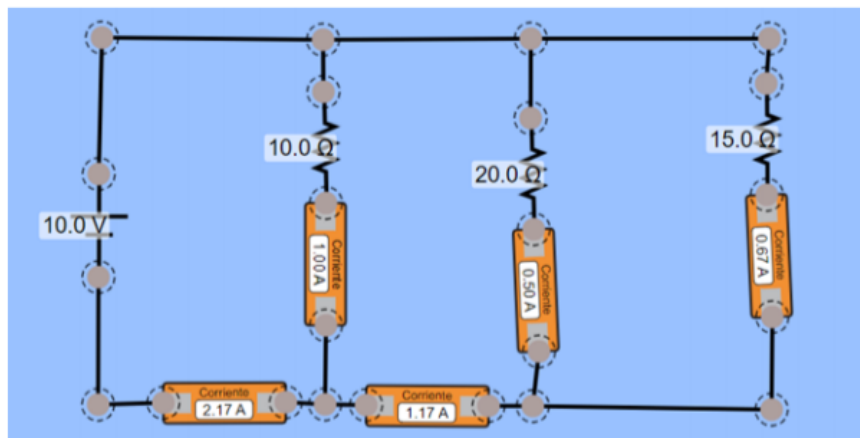
**Figura 12:** Circuito cargado en paralelo mostrando el voltaje entre los resistores R1 y R2.



**Figura 13:** Circuito cargado en paralelo mostrando el voltaje entre los resistores R2 y R3.



**Figura 14:** Circuito cargado en paralelo mostrando el voltaje entre los resistores  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$



**Figura 15:** Corriente de un circuito en paralelo cargado

Arreglo	$V_{eq}$ (v)	$I_{eq}$ (A)	$R_{eq-to}$ ( $\Omega$ )	$R_{eq-exp}$ ( $\Omega$ )	%E
Serie	10	0.22	45.00	45.45	1.00 %
Paralelo		2.17	4.62	4.61	0.22 %

**Tabla 1:** Valores calculados con los datos obtenidos de circuitos con resistencia conectadas en serie y en paralelo con las ecuaciones 1 y 2.

Arreglo	V <sub>1</sub> (v)	V <sub>2</sub> (v)	V <sub>3</sub> (v)	V <sub>12</sub> (v)	V <sub>23</sub> (v)	V <sub>123</sub> (v)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)
<b>Serie</b>	2.22	4.44	3.33	6.67	7.78	10.00	0.22	0.22	0.22
<b>Paralelo</b>	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	1.00	0.50	0.67

**Tabla 2:** Valores obtenidos con la simulación PhET – Kit de Construcción de Circuitos: CD [1] de circuitos con resistencia conectadas en serie y en paralelo.

**Cálculos:**

- Circuito en Serie:

- **R<sub>eq-exp</sub> (Ω):**

$$R_{eq} = \frac{10}{0.22} = 45.45 \, \Omega$$

- **R<sub>eq-to</sub> (Ω):**

$$R_{eq} = 10 + 20 + 15 = 45 \, \Omega$$

- **%E:**

$$\%E = \left| \frac{45.00 - 45.45}{45.00} \right| \times 100 = 1.00\%$$

- Circuito en Paralelo

- **R<sub>eq-exp</sub> (Ω):**

$$R_{eq} = \frac{10}{2.17} = 4.61 \, \Omega$$

- **R<sub>eq-to</sub> (Ω):**

$$R_{eq} = \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{15} \right)^{-1} = 4.62 \, \Omega$$

- **%E:**

$$\%E = \left| \frac{4.62 - 4.61}{4.62} \right| \times 100 = 0.22\%$$



### III) Análisis de Resultados

Para la primera parte del proceso experimental *Resistencias en Serie y Paralelo* se construyó un esquema de circuito en serie con la utilización de la simulación *PhET – Kit de Construcción de Circuitos: CD* [2] con el fin de determinar la relación matemática que describía el voltaje, la corriente y la resistencia equivalente de una combinación de resistencias en serie. Para ello se analizó en primer lugar como era el movimiento de electrones y como podría ser descrito el comportamiento de una conexión en serie de manera general. A partir de la construcción de dicho circuito en serie y la observación de la dirección de la corriente convencional en el circuito (**Figuras 4 y 5**) se pudo notar que el movimiento de electrones era del polo positivo de la fuente de corriente hacia el polo negativo de esta. Comportamiento que se relacionaba a los discutido previamente en la literatura donde se sugería que las cargas que constituyen un circuito eléctrico pasan de un punto de mayor potencial eléctrico a otro con uno inferior [3].

Base a este comportamiento se estudió entonces el voltaje de las resistencias en un circuito conectado en serie, donde a partir de un análisis cualitativo de la simulación utilizando un medidor de voltaje se combinaron las distintas resistencias (**Figuras 8 y 9**) y se pudo notar que la suma del voltaje medido de dos era menor al valor del voltaje de la fuente de corriente a la que estaban conectadas. No obstante, el valor de la combinación de resistencias combinadas era mayor que al de una resistencia individual (**Tabla 2**) por lo que permitió desarrollar una hipótesis donde se sugería que la suma equivalente de los voltajes sería igual al voltaje medido de la fuente de corriente (la batería) a la cual el circuito estaba conectado. Esta hipótesis se pudo corroborar al analizar el voltaje medido para la combinación de todas las resistencias (**Figura 10**) donde el resultado obtenido era equivalente al voltaje de la fuente de corriente (**Tabla 2**). Dicho comportamiento sugería entonces que la relación matemática que describe el voltaje equivalente de una combinación de resistencias en serie estaba dictada por la suma directa. Relación matemática que presenta entonces una similitud a la previamente sugerida en procesos experimentales para el comportamiento de “n” voltajes de capacitores en serie.

Utilizando el mismo esquema de circuito en serie se estudió también el comportamiento de la corriente. Donde utilizando un amperímetro como se muestra en la **figura 11** se midieron las corrientes individuales y la equivalente. A partir de estos valores obtenidos se pudo notar que la corriente

permanecía constante durante todo el circuito (*Tabla 1*). Resultado que al ser analizado sugería que los resistores de un circuito conectado en serie comparten el mismo valor de corriente equivalente a través de todo el circuito (*Tabla 1 y 2*).

Ambos comportamientos sugeridos para el voltaje y la corriente de un circuito en serie permitían entonces analizar el valor de la resistencia equivalente con la utilización de la *ecuación 1* y la *ecuación 2*. Para ello se utilizó la *ecuación 1* como valor de resistencia equivalente teórico y la *ecuación 2* como valor experimental (*Tabla 1*). A partir de una comparación directa y un análisis cuantitativo de ambos valores obtenidos se pudo entonces sugerir que ambas ecuaciones representaban métodos para hallar el valor de resistencia ya que sus valores eran relativamente cercanos. No obstante, la diferencia y el porcentaje de error hallado entre ambos valores calculados (*Tabla 1*) sugiere que la ecuación 1 posee tal vez más precisión que el método experimental alternativo y a su vez sugiere presencia de errores experimentales aleatorios tales como fallas en la simulación [1] utilizada.

Por otro lado, para la segunda parte del proceso experimental se estudió un circuito en paralelo con el fin de determinar cómo difería el comportamiento de voltaje, resistencia y corriente equivalente para este tipo de conexión también analizado utilizando la simulación PhET [2]. Para ello se analizó en primer lugar como difería el comportamiento de la corriente de forma convencional en un circuito paralelo (*Figuras 6 y 7*). A partir de un análisis cualitativo mediante la observación del esquema se pudo notar que, a diferencia del circuito en serie, los electrones se movían hacia el lado más positivo. De igual modo se estudió el comportamiento del voltaje mediante la combinación de los distintos resistores conectados en paralelo (*Figuras 12, 13 y 14*). A partir de estos valores de voltaje recolectados (*Tabla 2*) se pudo notar que el valor del voltaje se mantenía constante tanto en cada resistor individual como en la combinación de estos. Lo que permitió entonces desarrollar una hipótesis donde se establecía que la relación matemática que describía el voltaje equivalente para una combinación de resistencias en paralelo era una de igualdad con el valor del voltaje de la fuente de corriente a la que el circuito estaba conectado y de igualdad con el valor de voltaje para cada resistencia individual. Por lo que se sugería que el valor del voltaje se mantenía constante alrededor del circuito.

Siguiendo esta línea de pensamiento se pudo entonces predecir que la relación matemática para las corrientes en el circuito en paralelo debería ser una donde la suma directa de cada corriente

individual sea equivalente a la corriente total del circuito. Con el fin de corroborar esta predicción se analizó entonces la corriente equivalente utilizando la simulación (*Figura 15*). Donde al medir las corrientes en combinaciones, individuales y todas en conjunto (*Tabla 2*) se pudo entonces notar que la predicción era correcta. Por lo que entonces era posible sugerir que la relación matemática que describía la corriente equivalente de una combinación de resistencias en paralelo era una de suma directa entre las corrientes presentes de manera paralela en el nodo.

Finalmente, una vez sugerido las relaciones matemáticas para los valores de corriente y voltaje de una combinación de resistencias en paralelo era posible analizar el comportamiento de la resistencia de tal combinación con la utilización de las *ecuaciones 1 y 3*. En donde el valor de la resistencia equivalente experimental sería el calculado matemáticamente utilizando la *ecuación 1*, mientras que el teórico fue calculado con la *ecuación 3*. Al calcular y analizar ambos valores recopilados matemáticamente (*Tabla 1*) se podía notar que ambos eran muy similares entre sí, sugiriendo entonces que ambas ecuaciones podrían ser utilizadas para hallar la resistencia de una combinación de circuitos en paralelo. No obstante, al analizar el valor obtenido para porcentaje de error (*Tabla 1*) se podía sugerir la presencia de errores experimentales atribuidos a la simulación [1] o a errores asociados al redondeo.

#### IV) Conclusiones

El procedimiento experimental en el laboratorio *Resistencias en Serie y Paralelo* permitió determina y observar la relación matemática que describe los valores de voltaje, corriente y resistencia en distintas combinaciones de resistencias en serie y en paralelo con la ayuda de la simulación *Circuit Construction Kit* [2]. En primer lugar, se observó como el movimiento de electrones era del polo positivo de la fuente de corriente hacia el polo negativo de esta, mientras que, a diferencia del circuito en serie, los electrones se movían hacia el lado más positivo. Al analizar todos los casos, se pudo ver que la relación matemática que describe el voltaje equivalente de una combinación de resistencias en serie estaba dictada por la suma directa. También, se determinó que, para este tipo de arreglo en serie, los resistores comparten el mismo valor de corriente equivalente a través de todo el circuito (*Tabla 2*). Luego, para un arreglo en paralelo, se concluyó que la relación matemática que describía el voltaje equivalente era una de igualdad donde el voltaje de la fuente de corriente y la de cada uno de los resistores era de igual magnitud (*Tabla 2*). Analizando las corrientes para resistores en paralelo, se determinó que deberían ser unas donde la suma directa de cada corriente individual sea equivalente a la corriente total del circuito. Finalmente, se pudo ver que las *ecuaciones 1, 3* podrían ser utilizadas para hallar la resistencia de una combinación de circuitos en paralelo.

#### V) Referencias

- [1] J. R. López, P. J. Marrero, E. A. Roura. (2008). Manual de Experimentos de Física II, Massachusetts, Wiley, páginas 31, 37-41.
- [2] PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Retrieved from: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_es.html)
- [3] *Elementos de un circuito eléctrico: Resistencia y conductores*. [Online]. Available: <https://www.fundaciondesa.org/es/recursos/a201908-elementos-circuito-electrico>. [Accessed: 23-Feb-2021].

