



Circuitos con Redes- Leyes de Kirchhoff

Physics Laboratory II (Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayaguez)

I. Objetivo

1. Determinar si se cumple, la regla de Kirchhoff para la suma de voltajes en una malla y la suma de corrientes en un nodo.

II. Introducción

En este experimento, se trabajará con dos Leyes de Kirchhoff. También, este trabajo estará directamente relacionado con una red o malla, y con nodos en un circuito. Cabe destacar que una red es un camino cerrado en un circuito y un nodo es un punto donde se unen varios conductores (términos explicados más a detalle en el marco teórico). Una ley está relacionada con la corriente en un nodo, y otra con el voltaje a lo largo de una red o malla (figura 1, 2 y 3). Por ende, en este experimento se utilizará un simulador para comprobar ambas Leyes de Kirchhoff.

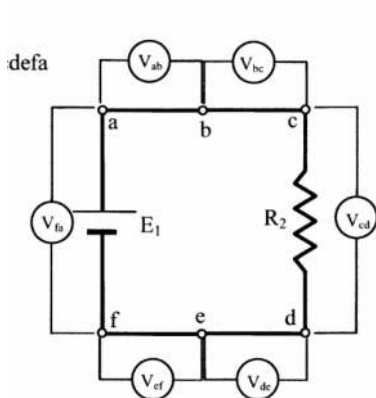


Figura 1: Malla abcdefa.

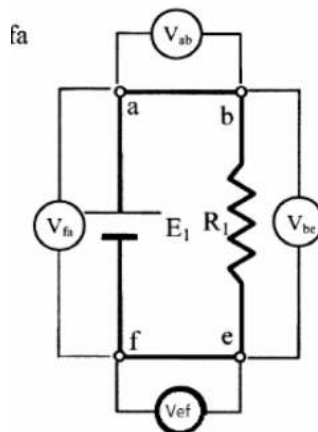


Figura 2: Malla abefa.

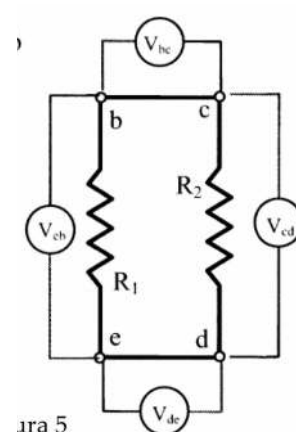


Figura 3: Malla bcedb.

Marco Teórico

Los circuitos de este experimento comienzan a ser más complejos, ya que ahora tienen componentes como resistores, nodos, ramas/mayas, y fuentes conectados en distintas formas. La rama o malla es la distancia entre dos o más nodos consecutivos. Los nodos de un circuito son dispositivos en donde tres o más componentes tienen una conexión en común. Para poder describir el comportamiento de circuitos tan complejos empezamos a utilizar las leyes de Kirchhoff. Estas leyes se basan en la conservación de energía y carga en los circuitos. También, se le conoce como la ley de corriente y ley de voltaje de Kirchhoff (KCL y KVL son sus siglas en inglés).

KVL (Kirchhoff voltage law) nos dice que:

$$V = \sum_{Malla} \dot{V}_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \dots + V_n = 0 V$$

En donde V es el voltaje neto y Vn es el voltaje de un punto.

KCL (Kirchhoff current law) nos dice que:

$$I = \sum_{nodo} \dot{I}_1 + I_2 + I_3 \dots + I_n = 0 A$$

También se escribe de la siguiente manera:

$$\sum I_{\dot{I}} = \sum I_{out}$$

En donde I es la corriente neta y el signo de In depende si la corriente esta entrando o saliendo del nodo.

IV. Materiales

1. "Circuit Construction Kit: CD"
2. Resistores
3. Batería
4. Voltímetro
5. Amperímetro

V. Procedimiento Experimental

En este laboratorio sobre "Circuitos con Redes- Leyes de Kirchhoff" se utilizó la simulación de "Circuit Construction kit:CD" para construir un circuito de corriente continua, llamado red. Antes de comenzar se seleccionó "Conventional" para mostrar la dirección de la corriente y "Values" para mostrar los valores numérico de los componentes. Luego, se ajustó la batería a 9 V, y los valores de resistencia a 23 y 10 ohmios respectivamente. Primero, se estudiaron los voltajes de las mallas: abcdefa, abefa, y bcedb, utilizando un voltímetro. Luego, se estudió un circuito que contenía dos nodos, uno en el punto b y otro en el punto e, donde si el signo de la corriente salía del nodo era negativo y si entraba este era positivo. En esta parte se midieron las corrientes con el amperímetro. Además, se halló el por ciento de diferencia entre las corrientes que entraban y salían de los nodos. Finalmente, se realizó una práctica para hallar las cantidades desconocidas utilizando las leyes de Kirchhoff y la ley de Ohm.

VI. Datos y Cálculos

Tabla 1: Voltajes medidos en la malla abcdefa.

Vab (V)	Vbc (V)	Vcd (V)	Vde (V)	Vef (V)	Vfa (V)
0 V	0 V	9 V	0 V	0 V	-9 V

Tabla 2: Voltajes medidos en la malla abefa.

Vab (V)	Vbe (V)	Vef (V)	Vfa (V)
0 V	9 V	0 V	-9 V

Tabla 3: Voltajes medidos en la malla bcdeb.

Vbc (V)	Vcd (V)	Vde (V)	Veb (V)
0 V	9V	0 V	-9V

Tabla 4: Valores medidos para corrientes en el nodo b.

NODO	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
b	+ 1.29 A	-0.90 A	-0.39 A

Tabla 5: Valores medidos para corrientes en el nodo e.

NODO	I4 (A)	I5 (A)	I6 (A)
e	-1.29 A	+ 0.90 A	+ 0.39 A

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

Nodo			% Diferencia
b	I1 (A)	I2 + I3 (A)	0.00%

e	I4 (A)	I5 + I6 (A)	0.00%
---	--------	-------------	-------

Tabla 7: Fórmulas

Fórmulas
Ley de Voltaje de Kirchhoff
$\sum \Delta V = 0$
Ley de Corriente de Kirchhoff
$\sum I_{in} = \sum I_{out}$
Ley Ohm
$R = V / I$

Tabla 8: Determinar el voltaje desconocido calculando Vef.

Vab (V)	Vbc (V)	Vcd (V)	Vde (V)	Vef (V)	Vfa (V)
7.99 V	0.00 V	1.59 V	0.00 V	2.42 V	-12.00 V

Cálculos:

$$V_{ef} = -7.99V + 0.00V - 1.59V + 0.00V + 12.00 = 2.42V$$

$$R1 = 2.42V / 0.24A = 10.08 \Omega$$

Figura 4: Ejemplo de cómo se midió el voltaje de V_{ab} con el voltímetro en la malla abcdefa.

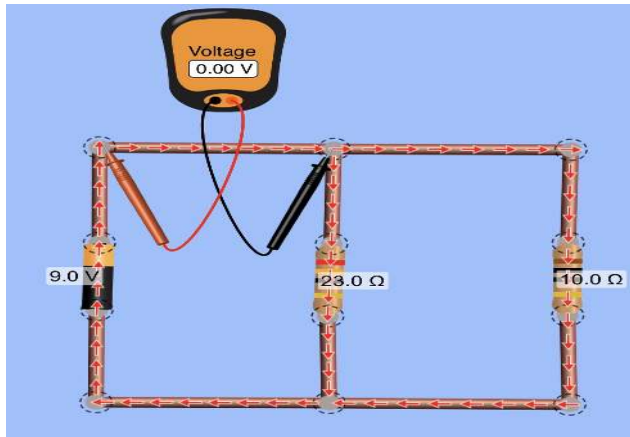


Figura 5: Ejemplo de cómo se midió el voltaje de V_{bc} con el voltímetro en la malla abcdefa.

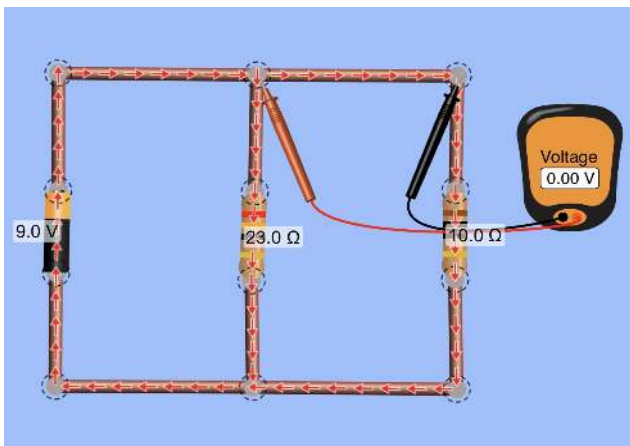


Figura 6: Ejemplo de cómo se midió el voltaje V_{ab} con el voltímetro en la malla abefa.

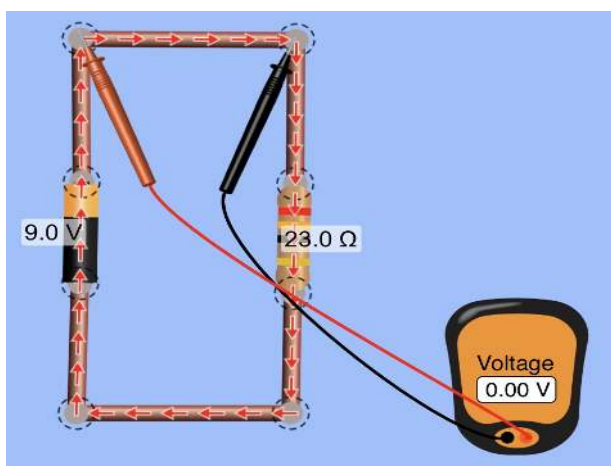


Figura 7: Ejemplo de cómo se midió el voltaje V_{bc} con el voltímetro en la malla bcdeb.

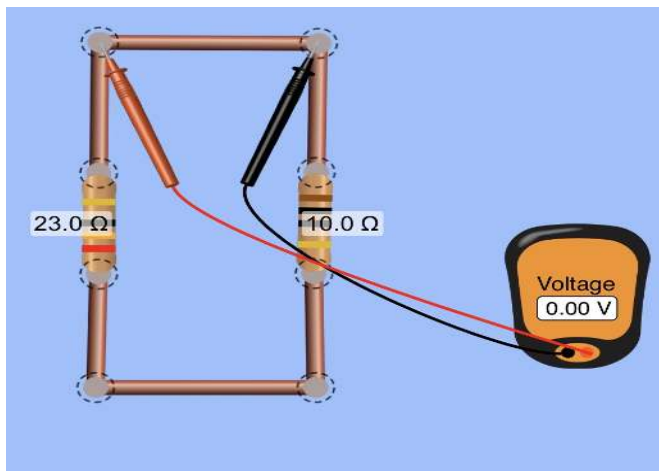


Figura 8: Diagrama esquemático donde se midió la corriente con el amperímetro en el nodo b.

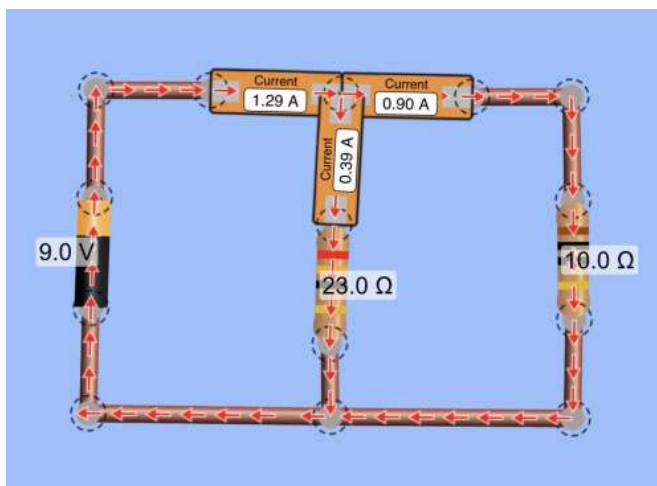


Figura 9: Diagrama esquemático donde se midió la corriente con el amperímetro en el nodo e.

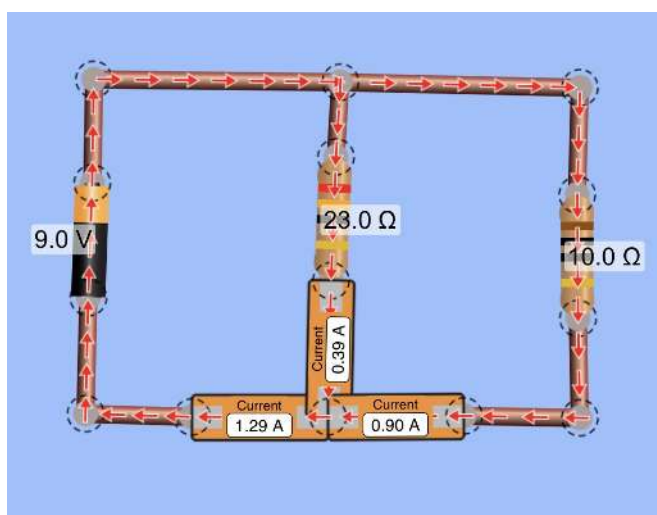


Figura 10: Dibujo para indicar la dirección de las corriente en el nodo e y b.

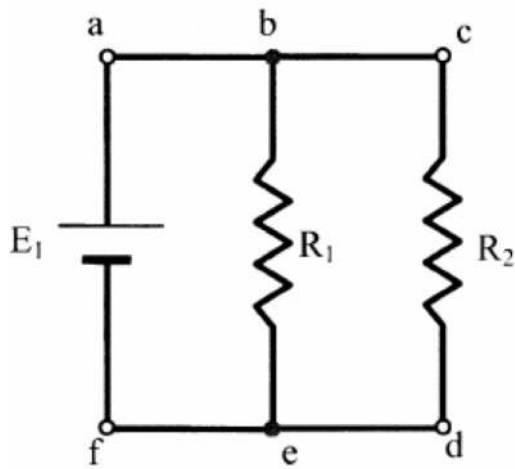


Figura 11: Utilizando las Leyes de Kirchhoff y la Ley de Ohm en esta figura para hallar las desconocidas.

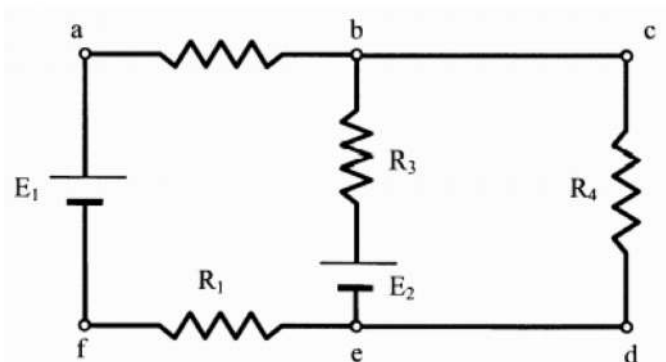
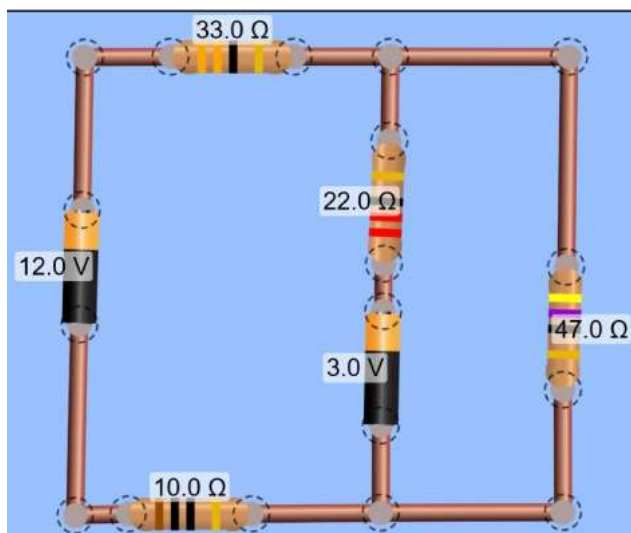


Figura 12: Red utilizada para las preguntas 23, 24 y 25.



VII. Análisis de Resultados

MALLAS

Suma de Voltajes en Mallas:

1. Anote los valores de voltaje que mida en la Tabla 1. EL SIGNO DEL VOLTAJE ES IMPORTANTE.
 - Ver tabla 1.
2. Suma de voltajes.

$$\begin{aligned}\sum V_{\text{malla}} &= V_{ab} + V_{bc} + V_{cd} + V_{de} + V_{ef} + V_{fa} \\ &= 0 \text{ V} + 0 \text{ V} + 9 \text{ V} + 0 \text{ V} + 0 \text{ V} + -9 \text{ V} = 0 \text{ V}\end{aligned}$$

3. Estudiemos ahora la malla abefa (ver Figura 4). Mida los voltajes de la figura 3: V_{ab} , V_{be} , V_{ef} , V_{fa} . Anótelos en la Tabla 2.
 - Ver tabla 2.
4. Sume los voltajes

$$\begin{aligned}\sum V_{\text{malla}} &= V_{ab} + V_{be} + V_{ef} + V_{fa} \\ &= 0 \text{ V} + 9 \text{ V} + 0 \text{ V} + -9 \text{ V} = 0 \text{ V}\end{aligned}$$

5. Analicemos ahora la malla bcdeb (Figura 5). Mida los voltajes y complete la Tabla 3.
 - Ver tabla 3.
6. Sume los voltajes.

$$\begin{aligned}\sum V_{\text{malla}} &= V_{bc} + V_{cd} + V_{de} + V_{eb} \\ &= 0 \text{ V} + 0 \text{ V} + 0 \text{ V} + 0 \text{ V} = 0 \text{ V}\end{aligned}$$

7. ¿Son los resultados obtenidos consistentes con la ley de voltajes de Kirchhoff?
¿Por qué?

Sí, los resultados son consistentes con la ley de voltajes de Kirchhoff, ya que según la ley la sumatoria de los voltajes en una malla es igual a cero. Cuando la corriente pasa

por el elemento circuito, osea una resistencia se produce una diferencia de potencial por eso la sumatoria del voltaje total es igual a cero.

NODOS

Suma de Corriente en Nodos:

8. Anote los valores en la Tabla 4. Recuerde que el signo de la corriente es IMPORTANTE.
 - Ver tabla 4.
9. Mida las corrientes I4, I5 e I6 en el nodo e.
10. Anote los valores en la Tabla 5. El signo de la corriente es IMPORTANTE.
 - Ver tabla 5.

11. Existe alguna relación entre las corrientes en el nodo b y las del nodo e?

▪ Si □ No

I1 con I4: se parecen en: Valor
se diferencian en: Signo

I2 con I5: se parecen en: Valor
se diferencian en: Signo

I3 con I6: se parecen en: Valor
se diferencian en: Signo

12. Tomemos ahora las corrientes del nodo b, determine la suma:

$$\sum I_i = I_1 + I_2 + I_3 = +1.29 + (-0.90) + (-0.39) = 0 \text{ A}$$

13. Obviamente hay corrientes con signo positivo y otras con signo negativo. Sume las corrientes que tengan el mismo signo y compárelas con las del otro signo:
¿Qué relación emerge?
Son iguales. La cantidad positiva es igual a la cantidad negativa.

14. ¿Cómo podríamos interpretar el hecho de que hay corrientes con signo positivo y negativo? Formule una hipótesis:

La corriente entrando a un nódulo es igual a la corriente que sale del mismo nódulo. La suma de las dos siempre da a cero.

15. Tomemos ahora las corrientes del nodo e, determine la suma:

$$\sum I = I_4 + I_5 + I_6 = (-1.29) + 0.90 + 0.39 = 0 \text{ A}$$

16. Sume las corrientes que tengan el mismo signo y compárelas con las del otro signo. ¿Qué relación emerge? .

La cantidad positiva es igual a la cantidad negativa.

17. ¿Se verifica la hipótesis formulada en el paso 20?

▪ Si ☐ No

18. Asumiendo que el signo implica la dirección de la corriente (positivo en una dirección y negativo en dirección opuesta respecto del nodo), use la información sobre las corrientes en los nodos b y e para indicar la dirección de las corrientes en la Figura 8. DIBUJELAS EN LA FIGURA. Recuerde que su elección de dirección de las corrientes en el nodo e y b deben ser consistentes.

- Ver figura 10.

19. ¿Cuál será la justificación teórica para la regla de la suma de los voltajes en cada malla?

La justificación teórica para la regla de la suma de los voltajes en cada malla es igual a cero.

20. ¿Cuál será la justificación teórica para la regla de la suma de las corrientes en cada nodo?

La justificación teórica para la regla de la suma de las corrientes de cada nodo es igual a cero en todo el tiempo.

21. Complete la Tabla 6.

- Ver tabla 6.

PRACTICA: DETERMINE LA CANTIDAD DESCONOCIDA

22. Encuentre las cantidades que faltan utilizando las leyes de Kirchhoff y la ley de Ohm.

- Ver figura 11.

23. Determine el valor del voltaje desconocido en la siguiente tabla. Calcule V_{ef} .

- Ver tabla 7 y Cálculos.

24. Si la corriente (I_{ef}) que atraviesa el resistor R_1 es igual a 0.24 A. ¿Cuál es el valor de la resistencia de R_1 ? Use la ley de Ohm.

El valor de la resistencia de R_1 es igual a 10.08Ω .

25. La corriente (I_{de}) que llega al nodo e desde R_4 es igual a $0.03A$. ¿Cuál es valor de la corriente restante que atraviesa R_3 y E_2 ? ¿Por qué?

La corriente que atraviesa R_3 y E_2 es igual a 0.07 porque las corrientes que entran son iguales a las que salen dejándonos llevar por la ley de Kirchhoff.

26. Verifique los resultados de esta parte construyendo el circuito con el cual se trabajó (Figura 10).

- Ver figura 12.

VIII. Conclusiones y Sugerencias

Este laboratorio llamado “Circuito Con Redes — Leyes de Kirchhoff” se basa en comprender las reglas de Kirchhoff y como se cumple para la suma de voltaje en una malla y la suma de corrientes en un nodo. La ley de Kirchhoff determina que para la sumatoria total de los voltajes en una malla es igual a cero. Esto se pudo confirmar gracias a los resultados obtenidos de las diferentes mallas experimentadas como: la malla abcdefa, la malla abefa y la malla bcedeb. En la tabla 1, tabla 2 y tabla 3 se observa que la suma total de los voltajes es igual a $0V$ en todos los casos. También se pudo confirmar usando la Ley de Kirchhoff que para la suma de las corrientes en un nodo de un circuito es igual a cero. En las tablas 4 y 5 se puede notar que los valores de las corrientes se parecen en valor, pero se diferencian en los signos y la suma total de estas corrientes equivale a $0A$. Esto hace sentido ya que las corrientes que entran a un circuito tienen que ser iguales, por lo que tienen que tener el signo contrario. Esto se puede confirmar nuevamente en la tabla 6, en donde se puede ver que el porcentaje de diferencia en el nodo b y en el nodo e es igual a 0.00% . En la parte practica se utilizaron las leyes de Kirchhoff y la Ley de Ohm para determinar las cantidades desconocidas. Para V_{ef} se determinó que tenía un valor de $2.42 V$ (tabla 8) utilizando la regla de la sumatoria de mallas. También, se determinó que el valor de la resistencia de R_1 es igual a 10.08Ω utilizando la Ley de Ohm. Finalmente, se obtuvo el valor de la corriente restante que atraviesa R_3 y E_2 que es igual a $0.07 A$ debido que al seguir la regla de Kirchhoff las corrientes que entran deben ser iguales a las que salen. Al comparar estos últimos resultados con la simulación de la figura 12 se puede decir que fueron clave para confirmar nuevamente que la regla Kirchhoff sí se cumple para la suma de voltajes en una malla y la suma de corrientes en un nodo.

IX. 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] PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Retrieved from:
<https://phet.colorado.edu>.

[3] “Circuit Construction Kit: DC.” Retrieved from:
<https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>.

[4] A. G. González. (2013). “Ley de los voltajes de Kirchhoff: Método de Mallas.”
Retrieved from: <http://panamahitek.com/ley-de-los-voltajes-de-kirchhoff-metodo-de-mallas/>.