

Leyes de Kirchhoff (Junio de 2020)



Erick D. Figueroa, Jiphson S. León, William A. Viracucha.

Resumen – La práctica se llevó a cabo con el uso de un laboratorio virtual, Tinkercad, en el cuál armamos el circuito de la figura 1, alimentado el circuito es necesario medir los voltajes y la intensidad en diferentes puntos del circuito.

Para medir los voltajes se precisa del multímetro y una conexión en paralelo, lo cual realizamos con las 5 resistencias del circuito, esta medición la hacemos en un solo sentido, ya que, en caso de tomar otra forma de medir, nos entregará el mismo valor absoluto, por otro lado, para medir la intensidad con ayuda del multímetro conectamos los puntos que mediremos en serie, para ello tomamos el nodo que se encuentra entre las resistencias R1, R2 y R3.

De igual forma podemos medir la intensidad desde el nodo inferior a la resistencia R2, sin embargo, el valor obtenido será el mismo para las tres intensidades que circulan en el circuito.

Una vez analizado todos los valores obtenidos por el multímetro digital, se llenaron las respectivas tablas y se comparó con los resultados obtenidos de forma analítica, al observar los datos podemos encontrar pequeñas variaciones, sin embargo, estas no son significativas, al tener valores similares las leyes de Kirchhoff quedan demostradas.

Índice de Términos – intensidad, nodo.

I. INTRODUCCIÓN

En los dispositivos electrónicos podemos identificar principalmente dos factores esenciales dentro de su funcionamiento, la corriente y el voltaje, elementos que nos permiten analizar un circuito, al hablar de estos elementos nos estamos refiriendo a energía, y su análisis parte de la ley de la conservación de la energía, *la energía no se crea ni se destruye, se transforma*.

Para el cálculo de voltajes y corrientes, se utiliza las leyes de Kirchhoff, las cuales se pueden aplicar tanto para encontrar el valor del voltaje, *la suma de las caídas de voltaje en una trayectoria cerrada es igual a la suma de las elevaciones de voltaje en la misma*, en un resistor o elemento del circuito, como para el cálculo de intensidad (corriente) que circula en las mallas del circuito, *la suma de las corrientes que entran en un nodo es igual a la suma de las corrientes que salen del mismo*.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que los conceptos de una ley por lo general son de carácter idealizado, esto quiere decir, que no siempre vamos a obtener los mismos valores en la

práctica que en los cálculos teóricos, motivo por el cuál es necesaria comprobar las leyes de Kirchhoff con un circuito.

En la parte práctica, se nos presentan diferentes nodos para medir la intensidad, sin embargo, es necesario identificar el nodo desde el cuál podamos medir la mayor cantidad de intensidades, ya que si existen un nodo donde se relacionen todas las intensidades, medir en otro nodo nos presentaría los mismos valores absolutos.

Lo mismo ocurre con la caída de tensión, al recordar la ley de ohm $V = iR$, nos permite realizar una sola medición en los resistores o elementos del circuito, ya que al hacerlo de otra forma se obtendrá los mismos valores absolutos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un circuito es un sistema electrónico por el cuál fluye corriente y voltaje, elementos que dependen de como está armado el circuito, por este motivo, en un circuito, independientemente de los elementos que tenga, podemos distinguir nodos, punto de unión de dos elementos electrónicos, y mallas, parte del circuito que una intensidad recorre hasta volver al nodo del que salió.

Teniendo esta noción básica aparecen las leyes de Kirchhoff, las cuáles nos permiten de forma analítica obtener los valores de las intensidades, corriente, y la caída de tensión, voltaje, en el circuito, pero, esto se realiza de forma ideal, es decir no se considera las posibles pérdidas de energía, las cuales pueden ser por varios factores como el material del que están hechos los elementos electrónicos del circuito.

Cabe de esperar que los valores medidos dentro de un laboratorio difieran de los analíticos, de esta manera surge la interrogante ¿En que medida varían los valores, analíticos y prácticos, de la caída de tensión y la intensidad de un circuito?, puesto que existen diversas unidades de medida para estas variables, se tomará como referencia las unidades del sistema internacional, siendo el voltio (V) para la caída de tensión y el amperio (A) para la intensidad, sin embargo, esta última dentro de electrónica es reducida a miliamperios (mA) ya que por lo general se trabaja con intensidades menores a 1 amperio.

Por otra parte, debemos tomar en cuenta el tipo de corriente a utilizar, puesto que la variación en su frecuencia es notoria los resultados pueden ser ambiguos, en vista que se trabajará con componentes electrónicos se utilizará una fuente de energía continua.

III. OBJETIVOS

- Analizar y comparar los valores de caída de tensión e intensidad de un circuito obtenidos de forma analítica y por mediciones en un laboratorio.
- Explicar y demostrar experimentalmente la ley de Kirchhoff de voltajes y la ley de Kirchhoff de corrientes.

IV. ESTADO DEL ARTE

Las recientes investigaciones que se han realizado acerca de las Leyes de Kirchhoff se han centrado en el ámbito experimental, industrial y educativo, están dirigidos a comprender la efectividad de su uso en la educación y a encontrar nuevas formas de enseñanza.

“Actividades experimentales para la enseñanza y aprendizaje del análisis de circuitos eléctricos”, de los autores José Serrano, Cesar Mora y Rubén Sánchez, realizado en el año 2016 y entregado en el año 2019, este se enfoca en los resultados didácticos que tiene la aplicación de métodos diferentes en la experimentación sobre las leyes de Kirchhoff, esto en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Sinaloa.

“Modeling and Experiment of a V-Shaped Piezoelectric Energy Harvester” de Yue Zhao, Yi Qin, Lei Guo, y Baoping Tang realizado en 2017, se enfoca en la aplicación de las leyes de Kirchhoff en la piezoelectricidad, que es un generador a base de pulsaciones, esta investigación se realizó con experimentos en los laboratorios de transmisión mecánica de la Universidad Chongqing.

“Conducted electromagnetic interference: theoretical and experimental investigation” de Akram Gharbi y Othman Hasnaoui de 2017, es una investigación donde se analiza la interferencia electromagnética en conductores, en este se demuestra que se pueden aplicar las leyes de Kirchhoff encontrar corrientes y voltajes en esta investigación, estos experimentos se realizaron en los laboratorios de la Universidad de Túnez.

V. MARCO TEÓRICO

Un circuito eléctrico es la conexión de elementos electrónicos por el cuál circula una corriente, estos elementos se unen a través de sus terminales, y esta unión se conoce como nodo, de igual forma, esta conexión de elementos crea una ruta por el que circula la corriente, si la corriente circula de tal forma que regrese a su punto de partida se conoce como malla, por lo que podemos considerarlo como un circuito que forma una trayectoria cerrada.

En 1847 Gustav Kirchhoff postula dos leyes que permiten conocer de forma analítica los valores de la caída de tensión en los elementos del circuito, y la intensidad que circula por las trayectorias cerradas del mismo:

Ley de Kirchhoff de Corrientes (LCK): la suma de las corrientes que entran en un nodo, es igual a la suma de las corrientes que salen del mismo.

Ley de Kirchhoff de Voltajes (LVK): La suma de las caídas de voltaje en una trayectoria cerrada, es igual a la suma de las elevaciones de voltaje en la misma.

Estas leyes se derivan fundamentalmente de otras dos leyes más generales, la Ley de Conservación de la Carga¹, y la Ley de Conservación de la Energía².

Ya que la matemática es el lenguaje de la naturaleza para expresarse, se debe cumplir en un circuito eléctrico las Leyes de Kirchhoff, independientemente del nodo o sentido en que se realicen las mediciones.

VI. DIAGRAMAS

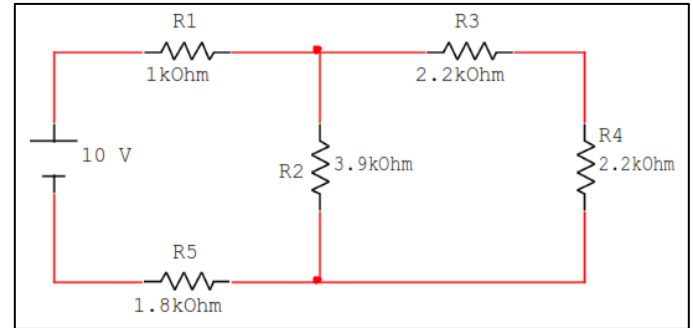


Fig. 1. Circuito Resistivo mixto

VII. LISTA DE COMPONENTES

Cantidad	Material o equipo
1	Fuente de voltaje de C.D.
2	Multímetros Digitales
1	Resistor de 1 kΩ
2	Resistor de 2.2 kΩ
1	Resistor de 1.8 kΩ
1	Resistor de 3.9 kΩ
1	Protoboard

VIII. EXPLICACIÓN DE CÓDIGO FUENTE

El software *Tinkercad* se utilizó como laboratorio virtual para realizar el circuito, el cuál cuenta con un protoboard, cinco resistencias, una fuente y dos multímetros, los elementos se unen siguiendo el diagrama de Fig. 1.

La fuente de 10V podemos buscarla como suministro de energía y cambiar el valor de voltaje, las resistencias se las encuentra bajo el mismo nombre y se modifica su valor según el que necesitamos, los multímetros de encuentran con el mismo nombre, en ellos se debe especificar que queremos medir, en nuestro caso voltaje (V) y corriente (A).

Se inicia la simulación y la intensidad de corriente sale por el positivo, al llegar al nodo que se encuentra entre las resistencias R1, R2 y R3, la intensidad se divide según lo explica la Ley de Corrientes de Kirchhoff, el circuito consta de dos mallas, al

¹ Ley de conservación de la carga: la suma algebraica de las cargas dentro de un sistema no puede cambiar.

² Ley de conservación de la energía: La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

conectar los multímetros para medir voltaje en una malla obtenemos los valores de voltaje para cada caída de tensión.

IX. TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 1. Resultados obtenidos de voltaje y corriente, en cada elemento del circuito.

Variable	Valor calculado	Valor medido
V_{R1} (V)	2.054	2.05
I_{R1} (mA)	2.054	2.05
V_{R2} (V)	4.247	4.25
I_{R2} (mA)	1.089	1.09
V_{R3} (V)	2.123	2.12
I_{R3} (mA)	0.965	0.96
V_{R4} (V)	2.123	2.12
I_{R4} (mA)	0.965	0.96
V_{R5} (V)	3.697	3.7
I_{R5} (mA)	2.054	2.05

Tabla 2. Verificación de LVK

Voltaje	Trayectoria 1		Trayectoria 2		Trayectoria 3	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
V_T (V)	10	10	10	10	10	10
V_{R1} (V)	-1.389	-1.39	-1.493	-1.49	0	0
V_{R2} (V)	0	0	-5.823	-5.82	-4.698	-4.7
V_{R3} (V)	-3.056	-3.06	0	0	-2.651	-2.65
V_{R4} (V)	-3.056	-3.06	0	0	-2.651	-2.65
V_{R5} (V)	-2.499	-2.49	-2.684	-2.69	0	0
$\sum V$	0	0	0	0	0	0

Tabla 3. Verificación LCK

Corriente	Nodo 1		Nodo 2	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido
I_{R1} (mA)	2.054	2.05	0	0
I_{R2} (mA)	-1.089	-1.09	1.089	1.9
I_{R3} (mA)	-0.965	0.96	0.965	0.96
I_{R4} (mA)	0	0	0	0
I_{R5} (mA)	0	0	-2.054	-2.05
$\sum I$	0	0	0	0

X. CONCLUSIONES

Realizada la comparación de los datos obtenidos analíticamente y los medidos en el laboratorio virtual, hemos llegado a las siguientes conclusiones.

- Luego de hacer las mediciones de las tres trayectorias cerradas, se comprueba que la sumatoria de las subidas de tensión es igual a las sumatorias de caída de tensión.
- En el nodo 1 y en el nodo 2 se comprueba que las corrientes que ingresan a un nodo son igual a las corrientes que salen del mismo, comprobando la LCK.
- Las leyes de Kirchhoff permiten conocer los valores de la intensidad y caída de tensión, sin embargo, es

necesario usar la Ley de Ohm para relacionar ambas variables.

- Al realizar mediciones en el protoboard es necesario poner al multímetro en paralelo para medir caída de tensión y en serie para medir la intensidad, por este motivo no se debe conectar en la misma línea del protoboard para medir corrientes ya que estaría en paralelo, para ello conectamos un lado del multímetro al nodo y el otro al terminal del elemento que se encontrará en otra línea.
- Al usar las leyes de Kirchhoff se obtiene un valor muy próximo al real debido a que materiales como las resistencias no entregan exactamente el valor que indica su código de color.

XI. REFERENCIAS

- [1] Academy, K. (2019). *Khan Academy*. Obtenido de Las leyes de Kirchhoff: <https://es.khanacademy.org/science/physics/circuits-topic/circuits-resistance/a/ee-kirchhoffs-laws>
- [2] Gharbi, A., & Hasnaoui, O. (2017). *Conducted electromagnetic interference: theoretical and experimental investigation*.
- [3] Redondo Quintela, F., Redondo Melchor, R. C., & Redondo Melchor, N. (2019). *Leyes de Kirchhoff y conservación de la carga y energía*. Obtenido de <https://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Comentarios/Temas/LeyesKirchhoffYConservacion.pdf>
- [4] Serrano, J., Mora, C., & Sánchez, R. (2019). *Actividades experimentales para la enseñanza y aprendizaje del análisis de circuitos eléctricos*.
- [5] Zhao, Y., Qin, Y., Gou, L., & Tang, B. (2017). *Modeling and Experiment of a V-Shaped Piezoelectric Energy Harvester*.