

Ley de Kirchhoff

Alcocer David y Arevalo Katherine

Resumen –En el presente artículo se expone la parte práctica de cómo aplicar la ley de Kirchhoff en un circuito eléctrico mixto. Al hablar de las leyes de Kirchhoff se hace referencia a los términos nodo y mallas, esta establece que la suma de las corrientes que llegan al nodo será igual a cero y la segunda parte de la ley reza que la suma de todos los voltajes en una malla será cero. En la práctica de laboratorio se obtuvo valores experimentales y teórico que se muestran detallados en el escrito para mejor entendimiento de este.

Índice de Términos – circuitos, corriente, Ley de Kirchhoff, voltaje.

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo esta implementado para el conocimiento de las leyes de Kirchhoff y con la unión de la Ley de Ohm se obtendrá un mejor análisis del circuito eléctrico.

Gustav Kirchhoff, un físico nacido en la antigua Prussia, presento sus leyes en 1845. Estas son muy utilizadas por la Ingeniería Eléctrica debido a que permiten calcular tensiones, resistencias y corrientes en los circuitos eléctricos. Kirchhoff logro llegar a estos enunciados mediante un amplio estudio de la ley de Ohm y también guarda relación con el Principio de la Conservación de la Energía.

II. MARCO TEÓRICO

Las leyes de Kirchhoff de voltaje y corriente es la parte más primordial de un circuito.

LEY DE CORRIENTE DE KIRCHHOFF

La ley de la corriente de Kirchhoff (LCK) se basa en la ley de conservación de cargas, que hace referencia a que la suma algebraica dentro de un sistema no puede cambiar.

Dice que la suma de todas las corrientes que fluyen hacia un nodo es igual a la suma de las corrientes que salen del nodo, matemáticamente se entiende de esta manera:

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0 \quad (1)$$

Donde N es el valor de las ramas conectadas al nodo e i_n es la enésima que entra al (o sale) del nodo. Por efecto de esta ley, las corrientes que entran a un nodo pueden considerarse positivas, mientras que las corrientes que salen del nodo llegan a considerarse negativas, o viceversa.

LEY DE VOLTAJE DE KIRCHHOFF

La segunda ley en el principio de la conservación de la energía. La ley de tensión de Kirchhoff (LTK) establece que la suma algebraica de todas las tensiones alrededor de una trayectoria cerrada (o lazo) es cero.

$$\sum_{m=1}^M V_m = 0 \quad (2)$$

Donde M es el número de las tensiones (o número de ramas en el lazo) y V_m es la enésima tensión.

También se puede describir a la ley de otra manera:

Alrededor de una malla, la suma de subidas de voltaje es iguala a la suma de bajos de voltaje.

$$\sum v_{subidas} = \sum v_{bajadas} \quad (3)$$

De acuerdo con la ley de voltaje, se puede considerar positivas o negativas las tensiones presentes en una malla, esto depende de la polaridad que se le asigne a cada tensión y del sentido de la corriente de cada malla, ya sea en sentido de manecillas del reloj o en sentido contrario.

Puntos importantes

Con la ley de corriente se encuentra el voltaje en los nodos y nos introduce al análisis nodal (de nodos)

Con la ley de tensión o voltaje se encuentra la corriente de las mallas y se introduce al análisis por mallas(lazo).

Formulas Adicionales

Ley de Ohm

$$V = I * R \quad (4)$$

Obtención de una resistencia equivalente en serie

$$R_{equi} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (5)$$

Documento recibido el 18 de diciembre de 2020. Este trabajo fue realizado de manera gratuita, mediante el uso del sitio web tinkercad.

A. D. El autor pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Pichincha, Ecuador (e-mail: dsalcocer@espe.edu.ec).

A. K El autor pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Pichincha, Ecuador (e-mail: ktarevalo@espe.edu.ec).

Obtención de una resistencia equivalente en paralelo

$$\frac{1}{R_{equi}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (6)$$

III. DISEÑO Y CALCULO

A. Circuito experimental

FIGURAS

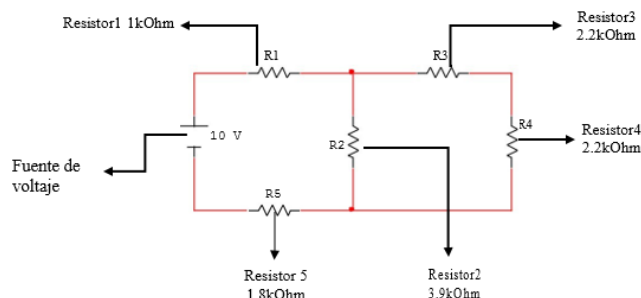


Figura 1.1. Circuito Resistivo Mixto

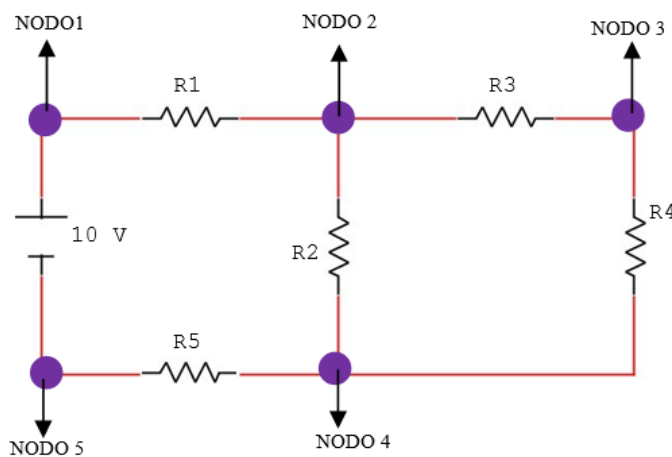


Figura 2. Circuito Mixto con sus nodos

Datos

Fuente de voltaje=10v

Resistencias

R1=1kOhm

R2=3.9 kOhm

R3=2.2 kOhm

R4=2.2 kOhm

R5=1.8 kOhm

Para hallar el valor del voltaje en cada resistencia se aplica la ley de voltaje de Kirchhoff, mediante mallas se obtiene el valor de la corriente en cada resistor.

Ley de voltaje de Kirchhoff

Malla 1

$$\sum V = 0$$

$$-10 + V_1 + V_2 + V_5 = 0$$

$$-10 + 1I_1 + 3.9(I_1 - I_2) + 1.8I_1 = 0$$

$$-10 + 1I_1 + 3.9I_1 - 3.9I_2 + 1.8I_1 = 0$$

$$Ec1: -10 + 6.7I_1 - 3.9I_2 = 0$$

Malla 2

$$\sum V = 0$$

$$V_3 + V_4 - V_2 = 0$$

$$2.2I_2 + 2.2I_2 - 3.9(I_1 - I_2) = 0$$

$$2.2I_2 + 2.2I_2 - 3.9I_1 + 3.9I_2 = 0$$

$$Ec2: 8.3I_2 - 3.9I_1 = 0$$

reemplazo Ec2 en Ec1

$$-10 + 6.7I_1 - 3.9\left(\frac{3.9I_1}{8.3}\right) = 0$$

$$I_1 = 2.05 \quad I_2 = 0.96$$

Valores medidos de la corriente

$$I_{R1} = I_1 = 2.05 \text{ mA}$$

$$I_{R2} = (I_1 - I_2) = 1.09 \text{ mA}$$

$$I_{R3} = I_2 = 0.96 \text{ mA}$$

$$I_{R4} = I_2 = 0.96 \text{ mA}$$

$$I_{R5} = I_1 = 2.05 \text{ mA}$$

Voltaje por cada Resistencia

$$V_{R1} = I_{R1} * R_1 = (2.05)(1) = 2.05(V)$$

$$V_{R2} = I_{R2} * R_2 = (2.05 - 0.96)(3.9) = 4.25(V)$$

$$V_{R3} = I_{R3} * R_3 = (0.96)(2.2) = 2.112(V)$$

$$V_{R4} = I_{R4} * R_4 = (0.96)(2.2) = 2.112(V)$$

$$V_{R5} = I_{R5} * R_5 = (2.05)(1.8) = 3.69(V)$$

B. Errores relativos

$$eV\% = \frac{|\text{valor teorico} - \text{valor calculado}|}{\text{valor teorico}} * 100$$

Voltaje

$$eV_1\% = \frac{|2.05 - 2.05|}{2.05} * 100 = 0$$

$$eV_2\% = \frac{|4.25 - 4.25|}{4.25} * 100 = 0$$

$$eV_3\% = \frac{|2.112 - 2.12|}{2.112} * 100 = 0.38\%$$

$$eV_4\% = \frac{|2.112 - 2.12|}{2.112} * 100 = 0.38\%$$

$$eV_5\% = \frac{|3.69 - 3.70|}{3.69} * 100 = 0.27\%$$

Corrientes

$$eI_{R1}\% = \frac{|2.05 - 2.05|}{2.05}(100\%) = 0$$

$$eI_{R2}\% = \frac{|1.09 - 1.09|}{1.09}(100\%) = 0$$

$$eI_{R3}\% = \frac{|0.965 - 0.965|}{0.965}(100\%) = 0$$

$$eI_{R4}\% = \frac{|0.965 - 0.965|}{0.965}(100\%) = 0$$

$$eI_{R5}\% = \frac{|2.05 - 2.05|}{2.05}(100\%) = 0$$

C. TRAYECTORIAS

Trayectoria 1

La suma de todos los voltajes en una trayectoria cerrada es igual a la fuente de voltaje total.

$$V_T = V_{R1} + V_{R2} + V_{R5}$$

$$10 = (1 * I_1) + (3.9 * I_1) + (1.8 * I_1)$$

$$I_{T1} = 1.49 \text{ mA}$$

Para obtener el voltaje en cada resistor se procede remplazar el valor de la corriente y de la resistencia

$$V_{R1} = (1.49) * 1 = 1.49 \text{ V}$$

$$V_{R2} = (1.49) * 3.9 = 5.81 \text{ V}$$

$$V_{R5} = (1.49) * 1.8 = 2.68 \text{ V}$$

D. NODOS

La corriente en el nodo 1 va a ser igual que la corriente uno por ley de Ohm.

$$I_{N1} = I_1$$

$$I_{N1} = 2.05 \text{ mA}$$

NODO 2

La corriente en el nodo 2 va a ser igual a cero ya que es la suma de las corrientes que ingresan y las que salen. La corriente que ingresa es de 2.05mA y sale una corriente $I_2=1.09\text{mA}$ y I_3 0.69Ma

$$I_{N2} = I_2 + I_3$$

$$I_{R2} = 1.09 \text{ mA}$$

$$I_{R3} = 0.96 \text{ mA}$$

$$I_{N2} = 2.05 \text{ mA}$$

NODO 3

La corriente en el nodo 3 va a ser igual que la corriente I_3

$$I_{N3} = I_3$$

$$I_{N3} = 0.96 \text{ mA}$$

NODO 4

La corriente en el nodo 4 tomamos la corriente que ingresa con signo positivo y la que sale con signo negativo y cumple que el nodo va a ser cero

$$I_{N4} = I_2 + I_3$$

$$I_{N4} = 2.05 \text{ mA}$$

NODO 5

En el nodo 5 las corrientes que ingresaron al circuito se unen llegando a una equivalencia de toda la corriente que ingreso.

$$I_{N5} = I_4$$

$$I_{N5} = 2.05 \text{ mA}$$

E. TABLAS

Tabla1.1. Resultados obtenidos de voltaje y corriente, en cada elemento del circuito.

VARIABLE	VALOR CALCULADO	VALOR MEDIDO
VR1 (V)	2.05	2.05
IR1 (mA)	2.05	2.05
VR2 (V)	4.25	4.25
IR2 (mA)	1.09	1.09
VR3 (V)	2.112	2.12
IR3 (mA)	0.96	0.96
VR4 (V)	2.112	2.12
IR4 (mA)	0.96	0.96
VR5 (V)	3.69	3.70
IR5 (mA)	2.05	2.05

Tabla1.2.Verificación de la LVK.

VOLTAJE	Trayectoria 1		Trayectoria 2	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido
V _T (V)	9.98	10	10.008	10
V _{R1} (V)	1.49	2.05	1.39	2.05
V _{R2} (V)	5.81	4.25	-	-
V _{R3} (V)	-	-	3.058	2.12
V _{R4} (V)	-	-	3.058	2.12
V _{R5} (V)	2.68	3.70	2.502	3.70
Σ V	9.98	10	10.008	9.99

Tabla 1.3. Verificación de la LCK.

CORRIENTE	Nodo 1		Nodo 2		Nodo 3	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
I _T (mA)	2,05	2,05	2,05	2,05	0,96	0,96
I _{R1} (mA)	2,05	2,05	2,05	2,05	-	-
I _{R2} (mA)	-	-	1,089	1,09	-	-
I _{R3} (mA)	-	-	0,96	0,96	0,96	0,96
I _{R4} (mA)	-	-	-	-	0,96	0,96
I _{R5} (mA)	-	-	-	-	-	-
Σ I	4,1	4,1	6,15	6,15	2,88	2,88

CORRIENTE	Nodo 4		Nodo 5	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido
I _T (mA)	2,05	2,05	2,05	2,05
I _{R1} (mA)	-	-	-	-
I _{R2} (mA)	1,09	1,09	-	-
I _{R3} (mA)	-	-	-	-
I _{R4} (mA)	0,96	0,965	-	-
I _{R5} (mA)	2,05	2,05	2,05	2,05
Σ I	6,15	6,15	4,1	4,1

IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

A. Materiales y Equipos

1 Fuente de voltaje
 Multímetros digitales
 5 resistencias
 1 protoboard
 Software tinkercad

Una vez que se ha completado el montaje del circuito eléctrico se encuentra listo para obtener los valores del voltaje y de la corriente. Según los datos de la tabla 1.1 es clara la similitud de los valores teóricos y prácticos y se ratifica con el error relativo

se encuentra en un intervalo de 0 % a 0,4% que la Ley de Kirchhoff efectivamente permite determinar la corriente y el voltaje de cada resistencia de un circuito mixto

V. CONCLUSIONES

Las leyes de Kirchhoff son de suma importancia ya que facilita el entendimiento de un circuito eléctrico, con el apoyo de las leyes de Ohm se obtiene la facilidad de estudiar cada resistencia del circuito. Por medio de las leyes de Kirchhoff se llega a analizar mediante dos técnicas por mallas o nodos, llegando a la veracidad de que mediante esta ley se obtiene el voltaje y la corriente en cada resistencia.

La obtención de los datos se dio de manera teórica y práctica llegando a una semejanza de valores, en los valores que son diferentes esto se da ya que de manera teórica trabajamos con algunos decimales no todos.

VI. RECOMENDACIONES

Armar bien el circuito eléctrico para obtener medidas que se asemejen a los valores obtenidos mediante el uso de la ley de Kirchhoff.

Se debe tener conocimiento previo de como se genera las mediciones de corriente y voltaje para realizar la práctica y obtener los datos calculados caso contrario no se podrá finalizar la práctica.

APÉNDICE

Tinkercad es un software gratuito online creado por Autodesk es una sencilla aplicación en línea de diseño impresión 3D que todos pueden usar. El objetivo de tinkercad es ofrecer una herramienta online de diseño e impresión 3D de manera fácil. Una de sus ventajas es la interfaz de trabajo ya que es intuitiva y atractiva para el usuario. Una desventaja del software es que no se puede trabajar si el usuario no cuenta con una conexión a internet.

RECONOCIMIENTO

D.A. agradece al Sr. Ingeniero Edwin Alulema por impartir las clases de Fundamentos de Circuitos Electrónicos procurando la plena comprensión de los estudiantes.

K.A. agradecimientos del autor para el ingeniero por facilitar su conocimiento sobre el tema.

REFERENCIAS

- [1] M. (2017, 30 agosto). Tinkercad: un software de diseño e impresión 3D online y gratuito. Trimaker. <https://trimaker.com/tinkercad-software-diseno-e-impresion-3d-online-gratuito/>
- [2] Las leyes de Kirchhoff (artículo). (s. f.). Khan Academy. Recuperado 15 de diciembre de 2020, de <https://es.khanacademy.org/science/physics/circuits-topic/circuits-resistance/a/ee-kirchhoffs-laws>

[3] Latam, M. (2020, 6 julio). *Leyes de Kirchhoff. Mecatrónica LATAM*.
<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/leyes-de-kirchhoff/>

Biografía Autor(es)

David Alcocer Ojeda, nació en Quito, Ecuador el 4 de julio de 1998. Actualmente está estudiando la carrera de Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Katherine Arevalo Aguilar nació en Ibarra, Ecuador el 1 de abril de 1999. Cursando la carrera de ingeniería mecatrónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.