

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS (ESPE)

LABORATORIO N°1



Janeth Katherine Oyasa Sepa, Juan Daniel Tixi Yupa

*Departamento de Eléctrica y Electrónica, Universidad de las Fuerzas Armadas
ESPE, Autopista General Rumiñahui S/N y Ambato, Sangolquí 171103.*

E-mail: jkoyasa@espe.edu.ec, jdtixi@espe.edu.ec

(Recibido el martes 8 de diciembre de 2020, aceptado el martes 15 de diciembre de 2020)

1.1. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Objetivo General

Explicar y demostrar experimentalmente la Ley de Kirchhoff de Voltajes y la Ley de Kirchhoff de Corrientes.

Apreciar y validar las leyes de Kirchhoff de voltajes y la Ley de Kirchhoff de corrientes, estudiadas en clase de fundamentos de circuitos eléctricos, para esto usar un circuito mixto que contiene una algunos resistores eléctricos en serie y paralelo y una fuente de voltaje, esto en laboratorios virtuales.

Objetivos Específicos

- Demostrar las leyes de Kirchhoff para la corriente en cada nodo de nuestro circuito mixto.
- Demostrar la Ley de Kirchhoff para el voltaje en cada uno de los alzos del circuito mixto.
- Medir los valores de las resistencias y obtener los errores relativos en cada una de las mediciones.

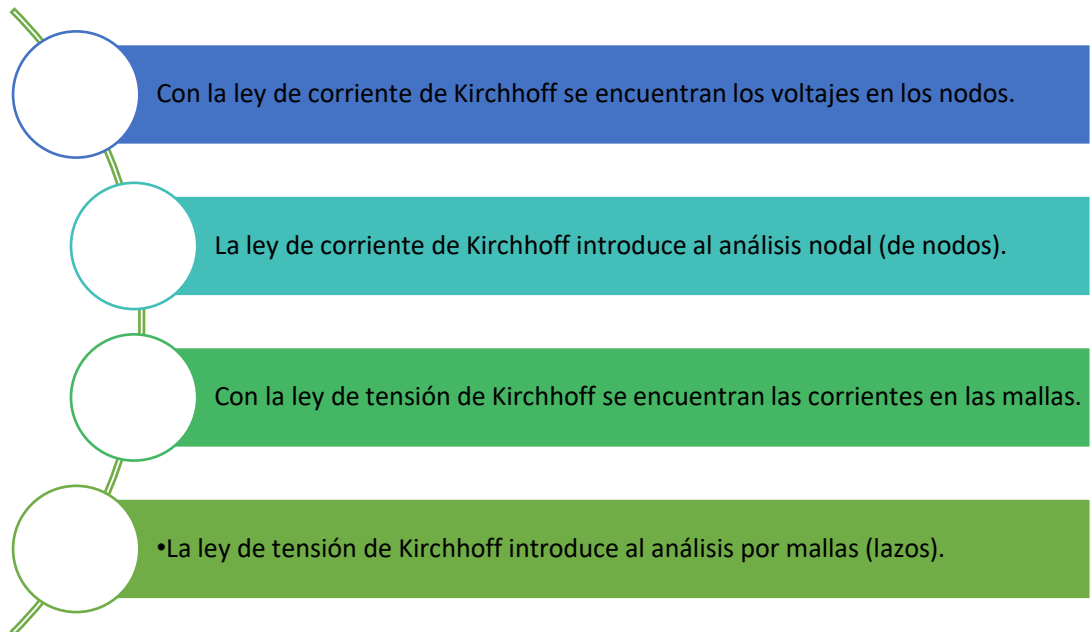
1.2. MARCO TEÓRICO

En el análisis de circuitos eléctricos con una o más fuentes de tensión no suele ser suficiente con emplear la ley de Ohm, entonces acudimos a las leyes de Kirchhoff que emplean una herramienta de notable importancia y utilidad en la obtención de los valores de la corriente y el potencial en cada punto de un circuito eléctrico porque podemos calcularlos en cualquier elemento que forme parte del circuito. Estas leyes fueron formuladas por el matemático y físico alemán Gustav Kirchhoff en 1845, consta básicamente de dos leyes: ley de corriente y ley de tensión.



Ilustración 1: Gustav Kirchhoff

Puntos Importantes para considerar en las leyes de Kirchhoff



1.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Circuitos

Conexiones de componentes reales, fuentes de poder y fuentes de señales, que permanecen conectada de modo que la corriente pueda fluir en un círculo completo.

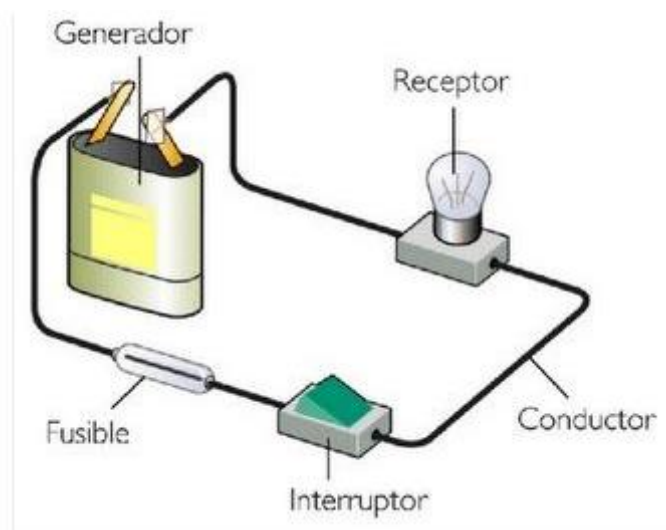


Ilustración 2: Partes de un Circuito Eléctrico

Nodos

En un circuito eléctrico, es muy usual que se generen nodos de corriente, podemos decir, que los nodos son puntos del circuito donde se unen tres o más ramas de un componente electrónico. Se puede pensar al nodo como un “nudo” ya que dos o más componentes lo forman al permanecer soldados entre sí.

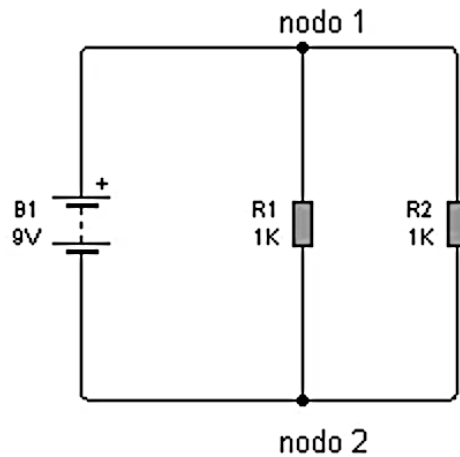


Ilustración 3: Circuito básico con dos nodos

Ramas

Conexiones existentes entre los nodos del circuito. La rama puede constituirse como un elemento: capacitor, fuente, resistor, entre otros. Además, podemos decir que el número de ramas de un circuito es igual al número de elementos de este.

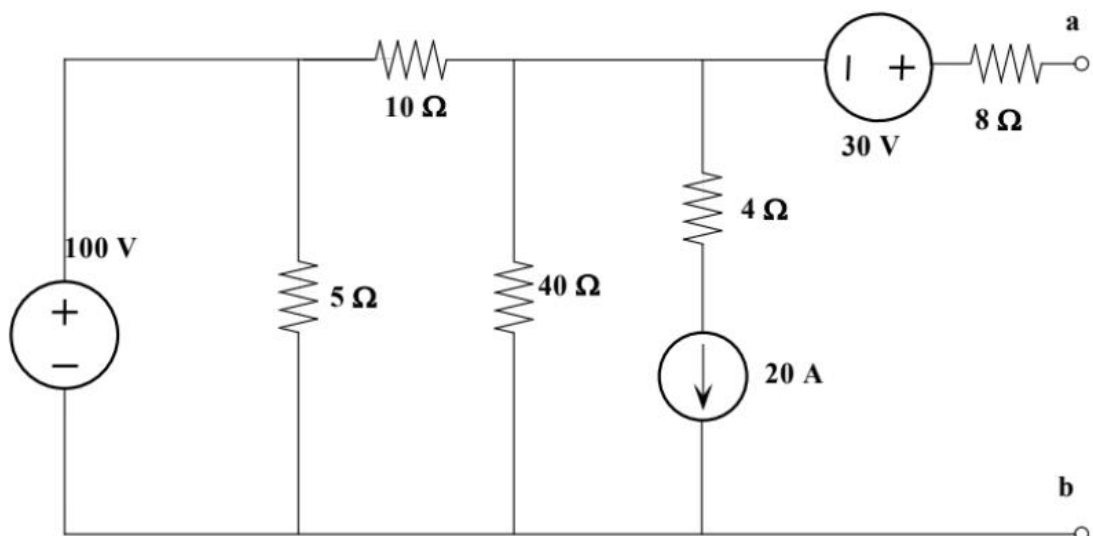


Ilustración 4: Circuito con Rama Abierta

1.2.2. EXPLICACIÓN DE LAS LEYES DE KIRCHHOFF

Primera Ley: Ley de Corriente de Kirchhoff

En esta ley conocida también como ley de nodos, se basa en la ley de conservación de la carga y se nos 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. Además, establece que la suma algebraica de las corrientes que entran a un nodo es cero.

Matemáticamente podemos expresarla como:

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

Donde:

- N = Número de ramas conectadas al nodo.
- i_n = enésima corriente que entra o sale del nodo.

De acuerdo, a esta primera ley, se pueden considerar positivas o negativas las corrientes que entran a un nodo, siempre y cuando las corrientes que salen de ese nodo se tomen con el signo opuesto a las corrientes que entran al mismo nodo.

Tenemos como ejemplo el siguiente nodo:

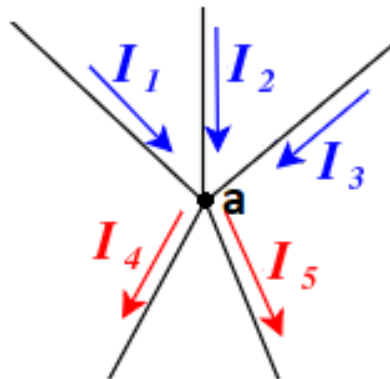


Ilustración 5: Llegan las intensidades I1, I2 e I3 y salen las intensidades I4 e I5

Por lo tanto, podemos expresar lo siguiente:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

$$\sum I = 0$$

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

Segunda Ley: Ley de Voltaje de Kirchhoff

La ley de voltaje de Kirchhoff está basada en el principio de conservación de la energía, lo cual implica que la suma algebraica de la energía producida dentro de un sistema siempre permanece constante. Dicho de otra manera, la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico en un circuito cerrado es igual a cero.

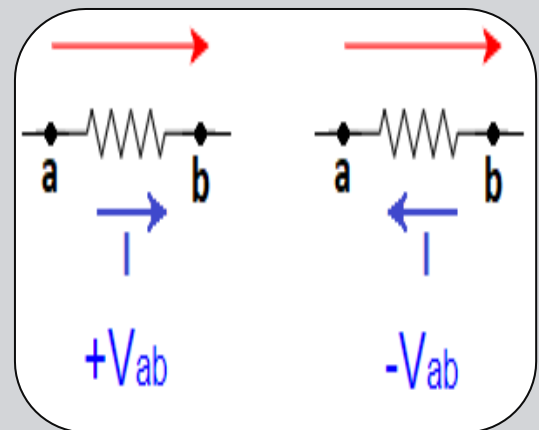
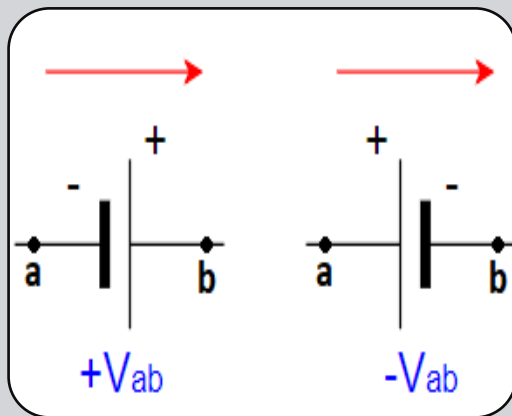
Matemáticamente podemos expresarla como:

$$\sum E = \sum I \cdot R$$

Si el sumatorio del segundo miembro lo pasamos al primer miembro nos queda:

$$\sum E - \sum I \cdot R = 0$$

También es importante tomar en consideración el convenio de signos para la tensión y para la caída de tensión.



- Cuando recorremos un generador **desde el borde negativo hasta el positivo**, la **tensión es positiva**.
- Cuando recorremos un generador **desde el borde positivo hasta el negativo**, la **tensión es negativa**

- La **caída de tensión será positiva** si el sentido de la intensidad que circula por ella coincide con el sentido con el que se recorre la malla.
- La **caída de tensión será negativa** si el sentido de la intensidad que circula por ella es contrario al sentido con el que se recorre la malla.

Como ejemplo tenemos:

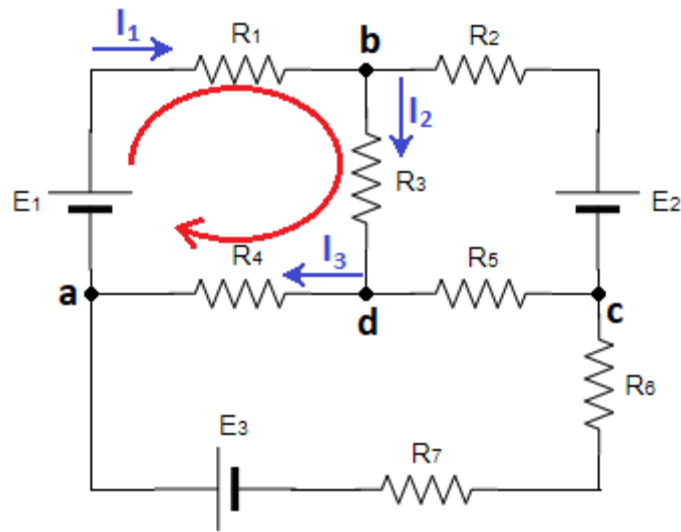


Ilustración 6: Ejemplo Segunda Ley

$$\sum E = \sum I \cdot R$$

$$E_1 = I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_2 + I_1 \cdot R_3$$

$$E_1 - I_1 \cdot R_1 - I_1 \cdot R_2 - I_1 \cdot R_3 = 0$$

$$\sum E - \sum I \cdot R = 0$$

Tercera Ley: Ley de Kirchhoff

Algunos científicos aseguran la existencia de un total de tres leyes de Kirchhoff, sin embargo, es importante clarificar que el físico alemán solamente formulo las 2 leyes vistas con anterioridad en este informe. No obstante, la relación aritmética entre la corriente y la atención permite inferir una tercera ley.

1.3. LISTA DE COMPONENTES

Cantidad	Material o Equipo
1	Resistencia 1 kΩ
1	Resistencia 1.8 kΩ
1	Resistencia 3.9 kΩ
2	Resistencia 2.2 kΩ
1	Fuente de Voltaje de C.D.
5	Multímetros
1	Protoboard

1.4. PROCEDIMIENTO-EXPLICACIÓN

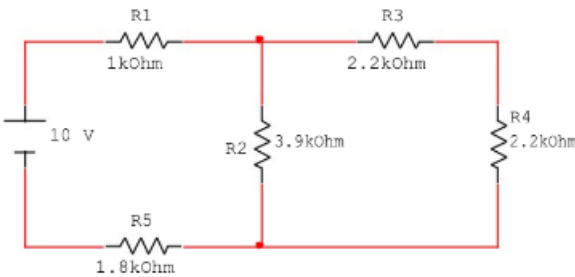


Figura 1.1. Circuito Resistivo Mixto

1.5.1. Arme el circuito que se muestra en la figura 1.1.

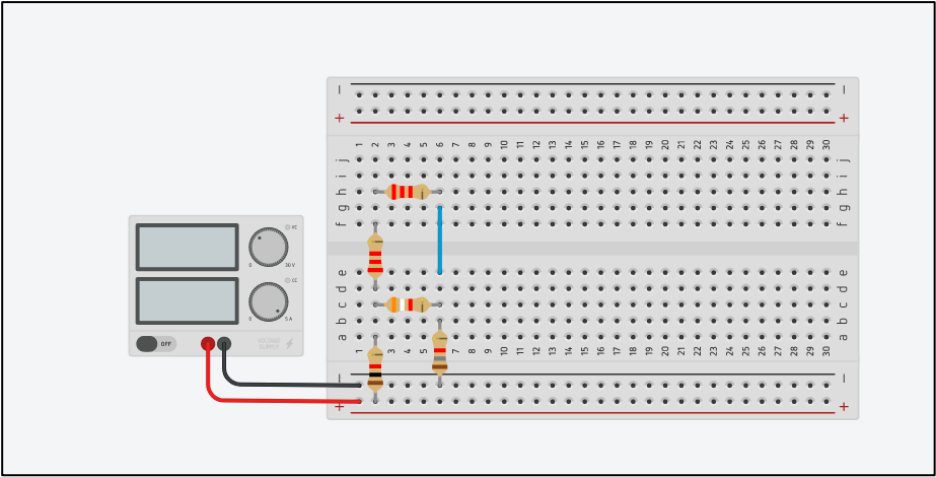


Ilustración 7: Circuito Armado

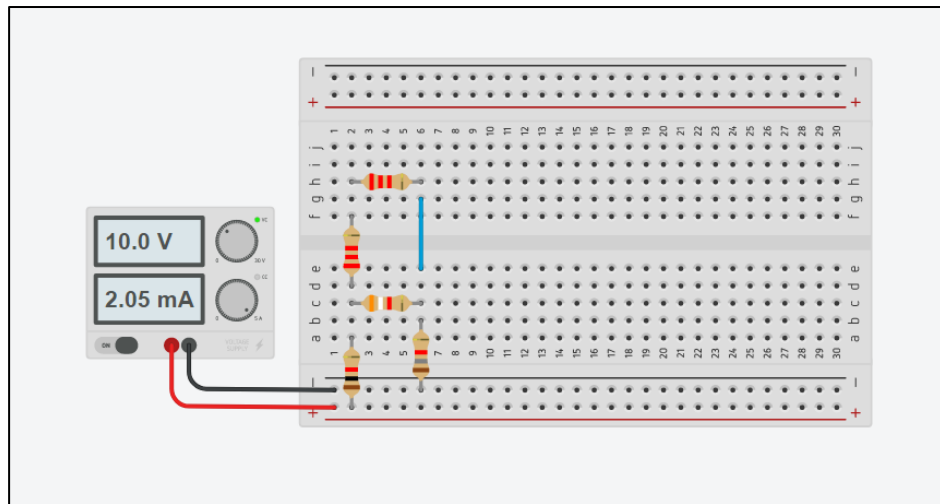


Ilustración 8: Circuito Armado

Tabla 1.1. Resultados obtenidos de voltaje y corriente, en cada elemento del circuito.

VARIABLE	Valor Calculado	Valor Medido
V_{R1} (V)	2.53	2.05
I_{R1} (mA)	2.53	2.05
V_{R2} (V)	5.11	4.25
I_{R2} (mA)	4.60	3.75
V_{R3} (V)	2.55	2.12
I_{R3} (mA)	1.46	1.52
V_{R4} (V)	2.55	2.12
I_{R4} (mA)	1.46	1.52
V_{R5} (V)	4.55	3.70
I_{R5} (mA)	2.53	2.05

1.5.2. Mida el voltaje y corriente en cada uno de los elementos del circuito. Anote los resultados de las mediciones en la tabla 1.1.

Ejemplo de Cálculos:

$$\sum V = 0$$

$$-10 + R_1 \cdot i_1 + R_2 \cdot i_2 + R_3 \cdot i_2 = 0$$

$$-10 + 1 \text{ k}\Omega \cdot i_1 + 3,9 \text{ k}\Omega \cdot i_2 + 1,8 \text{ k}\Omega \cdot i_2 = 0$$

$$-10 + 1 \text{ k}\Omega \cdot i_1 + 5,7 i_2 = 0$$

$$V_3 = R_3 \cdot i_3$$

$$V_4 = R_4 \cdot i_3$$

$$2,2 \text{ k}\Omega \cdot i_3 + 2,2 \text{ k}\Omega \cdot i_3 - 3,9 \text{ k}\Omega \cdot i_2 = 0$$

$$4,4 \text{ k}\Omega \cdot i_3 - 3,9 \text{ k}\Omega \cdot i_2 = 0$$

$$i_1 = i_2 + i_3$$

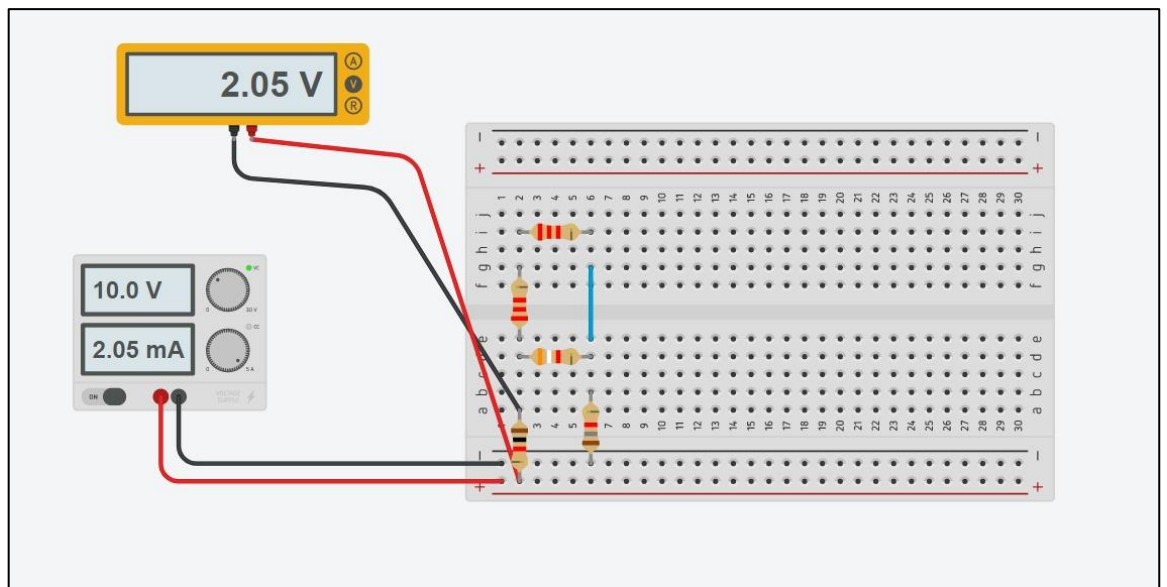
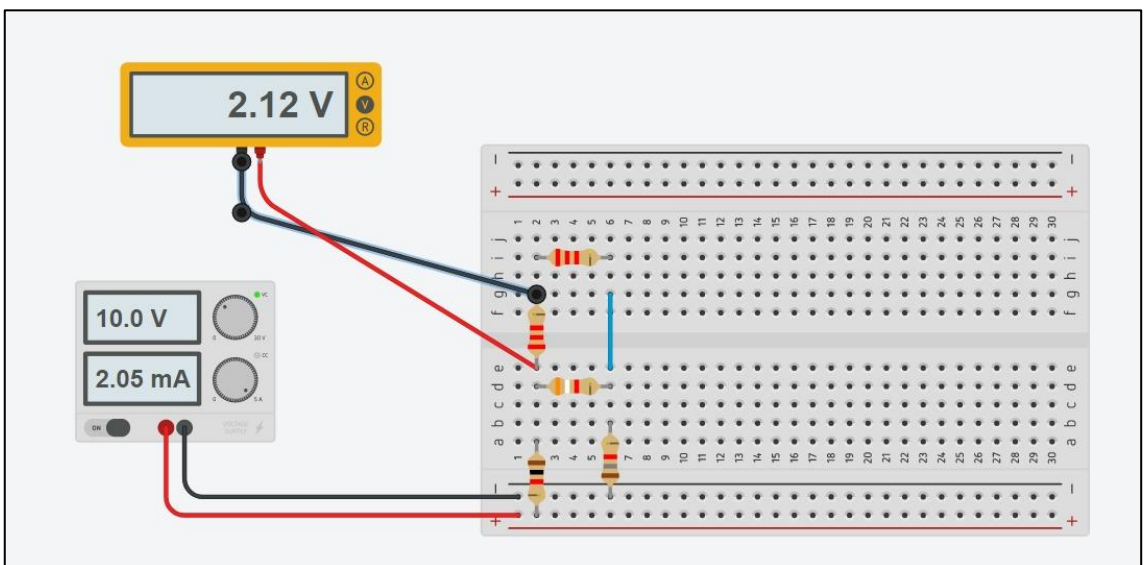
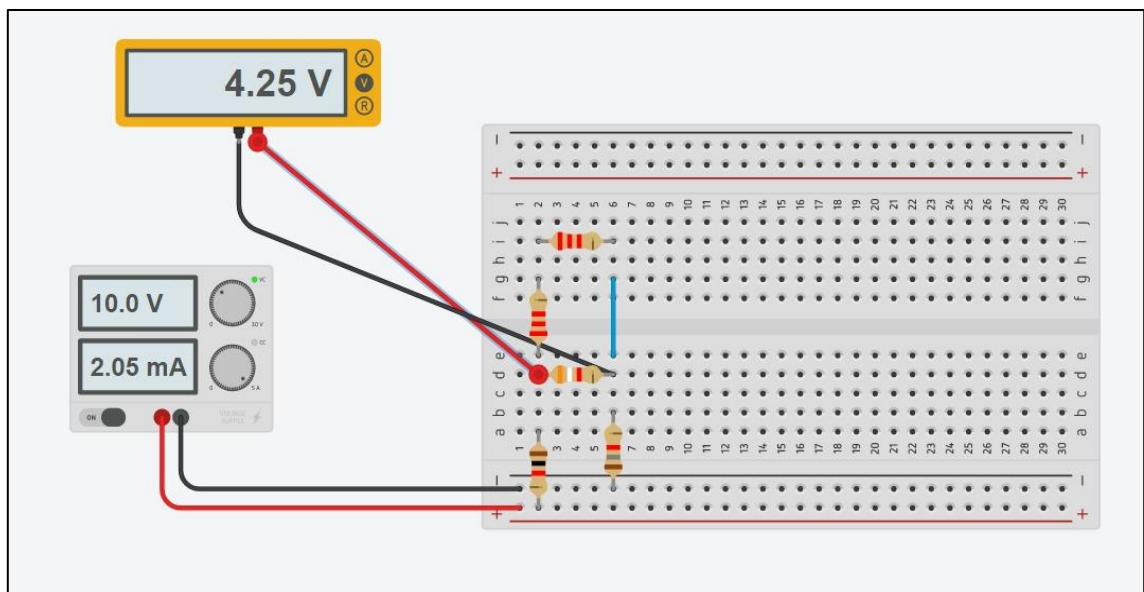


Ilustración 9: Ejemplo N°1 de Medición de Voltaje



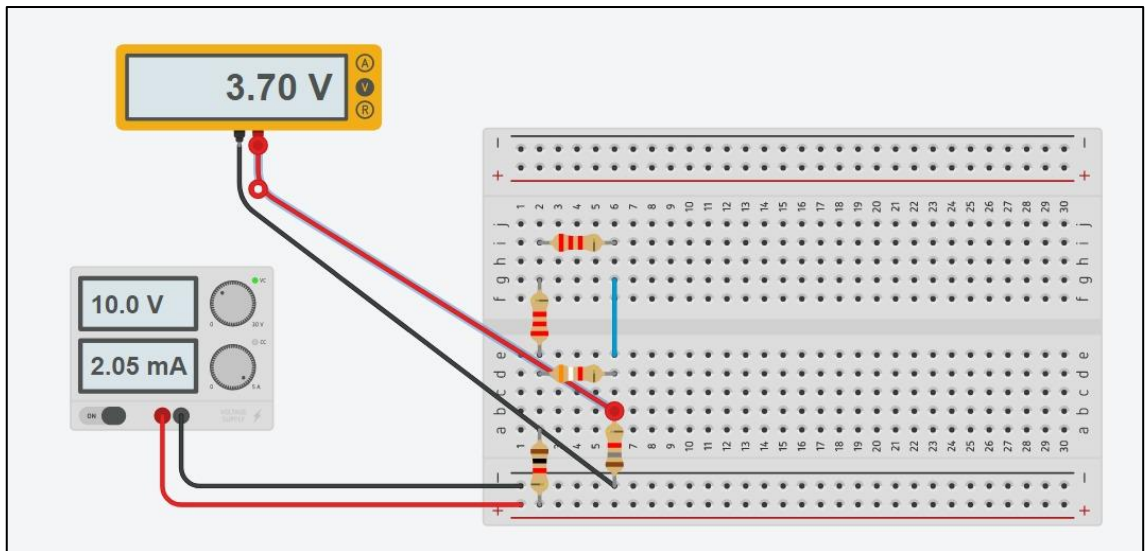


Ilustración 12: Ejemplo N°5 de Medición de Voltaje

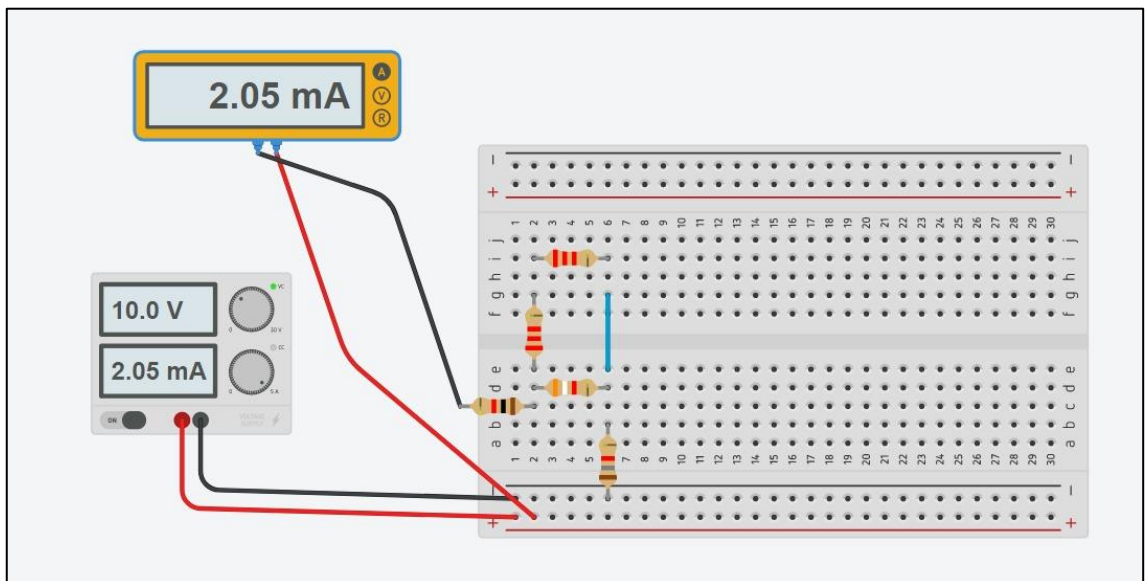


Ilustración 13: Ejemplo N°1 y N°2 de Medición de Intensidad

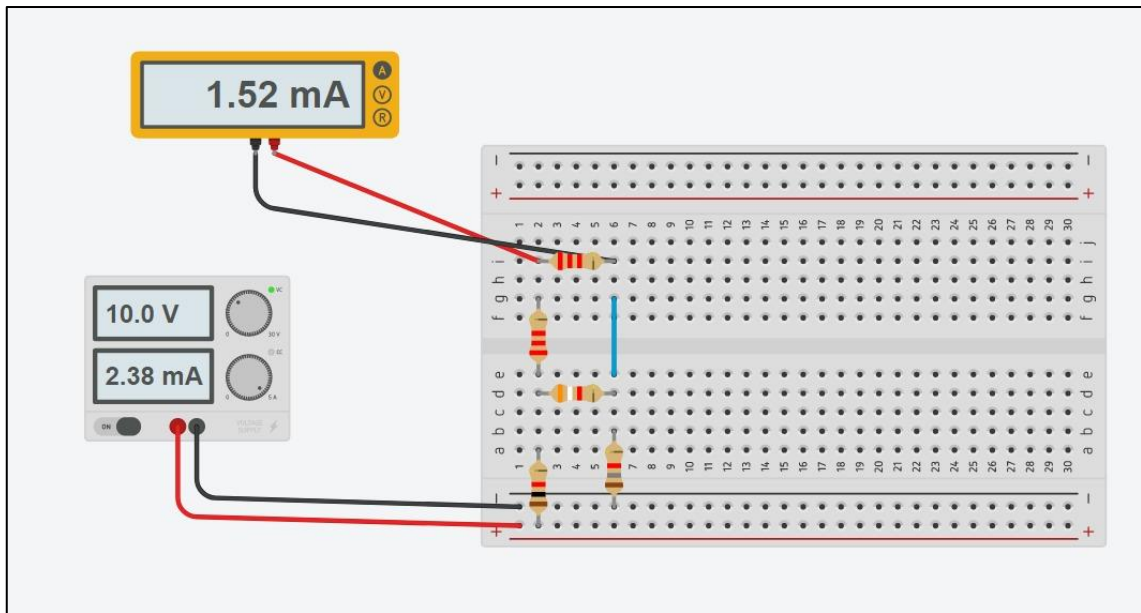


Ilustración 14: Ejemplo N°3 y N°4 de Medición de Intensidad

1.5.3. Verifique si se cumple la Ley de Kirchhoff de Voltajes en cada trayectoria cerrada, considerando las elevaciones de voltaje con signo positivo y las caídas de voltaje con signo negativo. Anote los resultados en la tabla 1.2

Tabla 1.2. Verificación de la LVK.

VOLTAJE	Trayectoria 1		Trayectoria 2		Trayectoria 3	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
V_T (V)	17.09	17.01	17.08	17.02	17.07	17.04
V_{R1} (V)	2.53	2.05	2.51	2.03	2.52	2.04
V_{R2} (V)	5.11	4.25	5.12	4.22	5.10	4.26
V_{R3} (V)	2.55	2.12	2.53	2.10	2.52	2.10
V_{R4} (V)	2.55	2.12	2.52	2.11	2.54	2.11
V_{R5} (V)	4.55	3.70	4.53	3.89	4.56	3.96
$\sum V$	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03

1.5.4. Verifique si se cumple la Ley de Kirchhoff de Voltajes en cada nodo, tomando con signo positivo las corrientes que entran al nodo y con signo negativo las que salen del nodo. Anote los resultados en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Verificación de la LCK. 1

CORRIENTE	Nodo 1		Nodo 2		Nodo 3		Nodo 4		Nodo 5	
	Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
I_T (mA)	- 2.53	- 2.05	0.02	0	0	0	0	0	- 2.53	- 2.05
I_{R1} (mA)	2.53	2.05	2.53	2.05	0	0	2.53	2.05	2.53	2.05
I_{R2} (mA)	0	0	- 1.31	- 1.35	0	0	- 1.31	- 1.35	0	0
I_{R3} (mA)	0	0	- 1.20	- 1.52	1.20	1.52	- 1.20	- 1.52	0	0
I_{R4} (mA)	0	0	0	0	- 1.20	1.52	0	0	0	0
I_{R5} (mA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\sum I$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1.5.5. Compare los resultados medidos con los valores obtenidos al analizar el circuito analíticamente y concluya al respecto.

El circuito eléctrico está compuesto por una fuente voltaje de 10 V, una resistencia de 1 k Ω , otra de 1.8 k Ω , una más de 3.9 k Ω y por último dos más de 2.2 k Ω .

Para el armado del circuito, primero se conectó el polo positivo de la fuente de voltaje la primera resistencia de 1 k Ω , para continuar se conectan las resistencias de 2.2 k Ω y 3.9 k Ω a la terminal negativa de la primera resistencia, formando así un solo nodo que conecta las tres resistencias, a una cuarta resistencia de 2.2 k Ω se le conecta en serie con la resistencia previamente conectada de 2.2 k Ω , quedándonos la terminal negativa de la cuarta resistencia para conectarla a la negativa de la resistencia 3.9 k Ω formando un solo nodo, por último el ultimo nodo formado se le conecta a la resistencia de 1.8 k Ω en una terminal y la otra va a la polaridad negativa de la fuente de voltaje.

Este es un circuito mixto, que quiere decir que se usan simultáneamente las conexiones en paralelo y en serie para los resistores eléctricos y estos a su vez se conectan a la fuente de tensión.

1.5. DESCRIPCIÓN DE PRERREQUISITOS Y CONFIGURACIÓN

En este laboratorio era necesario tener los conocimientos de las Leyes de Kirchhoff, esto era necesario para el éxito de la práctica.

Para poder medir cada una de las resistencias y llenar satisfactoriamente la tabla 1.1, se procedió a configurar el multímetro virtual, obteniendo así un Óhmetro, además de esto se retiraron una por una las resistencias del circuito y se las conecto paralelamente con el multímetro a fin de obtener la medida correcta.

Para medir la corriente lo que se hace es conectar en serie la resistencia a medir y el multímetro al cual ya fue configurado previamente para que mida la corriente, esto lo hacemos con todos y cada uno de los elementos del circuito.

1.6. CONCLUSIONES

Conclusiones específicas

Se pudo comprobar que la suma de las corrientes que entran en un nodo conformado por la unión de dos o más ramas de un circuito es igual a la suma de las corrientes que salen del mismo nodo, esto se da por la conservación de la carga.

Comprobamos además que la suma de las caídas de tensión en un lazo o trayectoria cerrados es igual a la suma de los aumentos de tensión en el mismo lazo cerrado. Ratificamos además que la medida de las resistencias se lo debe realizar independiente del circuito.

Conclusión general

En suma, podemos decir que las leyes de Kirchhoff tanto como el de las corrientes en un nodo y la de las tensiones en un lazo cerrado se cumplen en cualquier circuito que contenga fuentes de voltaje, resistencias y las corrientes que pasan por el circuito, esto comprueba además que hay una conservación de la carga en todo circuito eléctrico y una conservación de la energía, ya que como bien sabemos la energía ni se crea ni se destruye solo se transforma y se transfiere. Además, podemos concluir que en toda resistencia existe una caída de voltaje, esto nos ayuda de una manera significativa en el cálculo.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

Alexander, S. M. (2006). *Fundamento de Circuitos Eléctricos* (Vol. 3ra Edición). The McGraw-Hill Companies Inc. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020

Anónimo. (s.f.). *Mí física tres*. Obtenido de Tercer corte: Ley de Kirchhoff:
<https://lolala7.wordpress.com/tercer-corte/>

Delgado, J. (2 de Febrero de 2020). Leyes de Kirchhoff. *LEYES de KIRCHHOFF - EXPLICACIÓN*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2020, de https://www.youtube.com/watch?v=m9XVO983_Vg

Llanos, S. (14 de Agosto de 2015). Leyes de Kirchhoff. *Leyes de Kirchhoff. Curso de Electricidad - Clase 14*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2020, de https://www.youtube.com/watch?v=Ni37_i656RI

McAllister, W. (2016). *Los elementos de los circuitos*. Obtenido de La terminología de los circuitos: <https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/circuit-elements>