

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



INFORME DE LABORATORIO

LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

LEYES DE KIRCHHOFF Y RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS

LEYES DE KIRCHHOFF Y RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS

ENTREGADO:

11 SEPTIEMBRE 2019

ALUMNOS:

Huaroto Villavicencio Josué, 20174070I

Landeo Sosa Bruno, 20172024J

Quesquén Vitor Angel, 20170270C

Sotelo Caverro Sergio, 20172125K

PROFESOR:

ING. SINCHI YUPANQUI, FRANCISCO

Índice general

Índice de figuras	IV
I Introducción	1
1. Objetivos	2
2. Marco teórico	3
2.1. Ley de Ohm	3
2.2. Leyes de Kirchhoff	3
2.2.1. Ley de corrientes de Kirchhoff (LCK)	4
2.2.2. Ley de tensiones de Kirchhoff (LTK)	4
3. Instrumentos de laboratorio	5
4. Uso de multímetro	9
4.1. Resistencia	9
4.2. Voltaje	9
4.3. Amperios	10
5. Código de colores	11
II Cuestionario	13
III Conclusiones y recomendaciones	30
6. Conclusiones	31
Bibliografía	32

Índice de figuras

3.1. Amperímetro	5
3.2. Voltímetro	5
3.3. Multímetro	6
3.4. Osciloscopio	6
3.5. Fuente de corriente directa	7
3.6. Panel resistivo	7
3.7. Cables de conexión - Cocodrilos	8
5.1. Código de colores resistencia 4 bandas	11
5.2. Código de colores resistencia 5 bandas	12

Parte I

Introducción

Capítulo 1

Objetivos

1. Familiarizarse con el manejo de los instrumentos del laboratorio.
2. Tomar en consideración las medidas de seguridad indicadas para la realización de un buen trabajo en el laboratorio.
3. Verificar experimentalmente las leyes de Kirchhoff. potencia eléctrica.
4. Conocer mejor nuestro laboratorio de circuitos y sus alcances mediante esta experiencia.
5. Aprender de posibles errores de novato de una primera experiencia para reducirlos en futuras experiencias incluyendo en el campo laboral.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Ley de Ohm

La ley de Ohm, postulada por el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm, es una ley básica de los circuitos eléctricos. Establece que la diferencia de potencial V que aplicamos entre los extremos de un conductor determinado es proporcional a la intensidad de la corriente I que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de resistencia eléctrica R ; que es el factor de proporcionalidad que aparece en la relación entre V e I :

$$V = R \cdot I \quad (2.1)$$

La fórmula anterior se conoce como fórmula general de la ley de Ohm, y en la misma, V corresponde a la diferencia de potencial, R a la resistencia e I a la intensidad de la corriente. Las unidades de esas tres magnitudes en el sistema internacional de unidades son, respectivamente, voltios (V), ohmios (Ω) y amperios (A).

2.2. Leyes de Kirchhoff

Las leyes de Kirchhoff son dos igualdades que se basan en la conservación de la energía y la carga en los circuitos eléctricos. Fueron descritas por primera vez en 1846 por Gustav Kirchhoff.

Ambas leyes de circuitos pueden derivarse directamente de las ecuaciones de Maxwell, pero Kirchhoff precedió a Maxwell y gracias a Georg Ohm su trabajo fue generalizado. Estas leyes son utilizadas para hallar corrientes y tensiones en cualquier punto de un circuito eléctrico.

2.2.1. Ley de corrientes de Kirchhoff (LCK)

Esta ley también es llamada ley de nodos o primera ley de Kirchhoff y es común que se use la sigla LCK para referirse a esta ley. La ley de corrientes de Kirchhoff nos dice que:

En cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen. De forma equivalente, la suma de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero.

$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0 \quad (2.2)$$

La ley se basa en el principio de la conservación de la carga donde la carga en coulombs es el producto de la corriente en amperios y el tiempo en segundos.

Por definición, un nodo es un punto de una red eléctrica en el cual convergen tres o más conductores. Esta primera ley confirma el principio de la conservación de las cargas eléctricas.

2.2.2. Ley de tensiones de Kirchhoff (LTK)

En un circuito cerrado, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada. De forma equivalente, la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico en un circuito es igual a cero.

$$\sum_{k=1}^n V_k = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = 0 \quad (2.3)$$

Esta ley se basa en la conservación de un campo potencial de energía. Dado una diferencia de potencial, una carga que ha completado un lazo cerrado no gana o pierde energía al regresar al potencial inicial. Esta ley es cierta incluso cuando hay resistencia en el circuito. La validez de esta ley puede explicarse al considerar que una carga no regresa a su punto de partida, debido a la disipación de energía. Una carga simplemente terminará en el terminal negativo, en vez del positivo. Esto significa que toda la energía dada por la diferencia de potencial ha sido completamente consumida por la resistencia, la cual la transformará en calor. Teóricamente, y, dado que las tensiones tienen un signo, esto se traduce con un signo positivo al recorrer un circuito desde un mayor potencial a otro menor, y al revés: con un signo negativo al recorrer un circuito desde un menor potencial a otro mayor.

Capítulo 3

Instrumentos de laboratorio

1. **Amperímetro.** Es un instrumento capaz de medir la intensidad de la corriente eléctrica, su unidad de medida es el amperio.



Figura 3.1: Amperímetro

2. **Voltímetro.** Mide el valor de la tensión en la corriente eléctrica, teniendo como unidad de medición el voltio. Es muy similar al galvanómetro, pero con la diferencia de que cuenta con una resistencia en serie.



Figura 3.2: Voltímetro

3. **Multímetro.** Es un instrumento que emplea en su funcionamiento los parámetros del amperímetro, el voltímetro y el Ohmímetro. A través de una conmutador pueden ser

seleccionadas sus funciones, dependiendo el tipo de corriente. Existen del tipo analógico y digital.



Figura 3.3: Multímetro

4. **Osciloscopio.** Es un instrumento capaz de presentarnos sus resultados a través de representaciones gráficas, cuyas señales eléctricas pueden alterarse en el tiempo. Nos facilita visualizar eventos inusuales y transitorios además de ondas en circuitos eléctricos y electrónicos; y gracias a su análisis se puede detectar los problemas del funcionamiento de un determinado circuito.

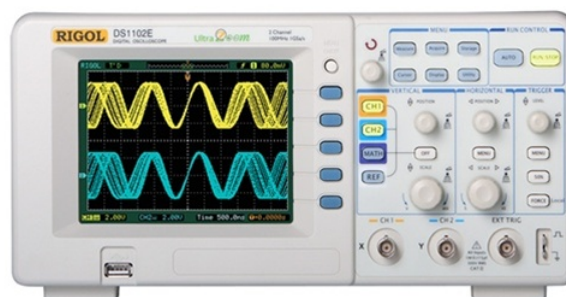


Figura 3.4: Osciloscopio

5. **Fuente de voltaje de corriente directa.** Fuente de poder de laboratorio típica. Se usan en escuelas y centros de investigación para alimentar circuitos electrónicos bajo prueba. Este modelo proporciona 3 salidas independientes con rangos de 0-30 volts y 0-3 amperes, y una salida fija de 5 volts con una corriente de 0-3 A. Estas fuentes son muy flexibles ya que las salidas variables se pueden configurar en modo serie o paralelo para obtener el doble de voltaje o corriente en la salida.



Figura 3.5: Fuente de corriente directa

6. **Panel resistivo.**

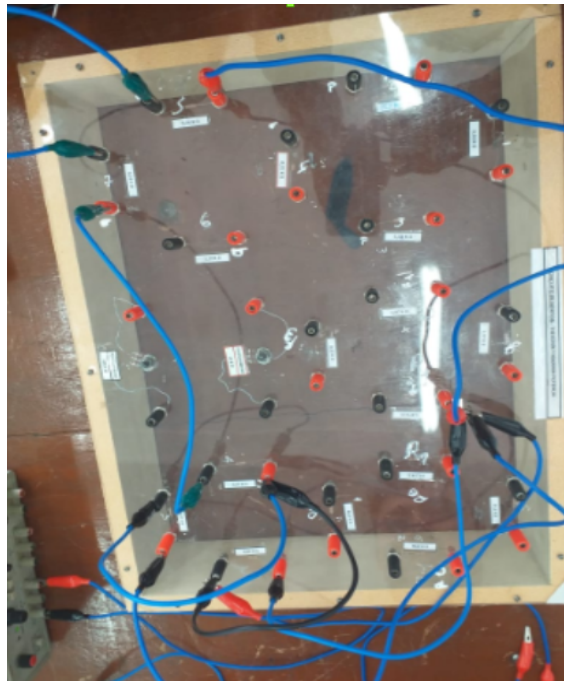


Figura 3.6: Panel resistivo

7. Cables de conexión.



Figura 3.7: Cables de conexión - Cocodrilos

Capítulo 4

Uso de multímetro

4.1. Resistencia

1. Colocar el selector en posición “Ohm” o “Resistencia”. Cuando el multímetro mide la resistencia en ohmios, no podrá medir la continuidad, ya que la resistencia o continuidad son opuestas. Cuando hay poca resistencia, habrá mayor continuidad y viceversa. Inspeccionar en el dial para encontrar la escala de ohmios.
2. Observar el indicador de medida. Si las puntas de prueba no están en contacto con nada, la aguja o puntero de un multímetro analógico no se moverá de la posición de reposo más a la izquierda. Esto representa una cantidad infinita de resistencia o un “circuito abierto”.
3. Conectar la punta de prueba negra al borne marcado como (-). Luego, conecta la punta de prueba roja al borne marcado con el signo de la omega (símbolo del ohmio) o letra (R) cercana.
4. Medir la resistencia sobre un objeto funcional.

4.2. Voltaje

1. Coloca el selector del multímetro en su rango más alto para voltios en corriente alterna (AC). Muchas veces se desconoce el voltaje del circuito a medir. Por este motivo, se deberá seleccionar el rango más alto posible para que los circuitos y el movimiento del aparato no se dañen por un voltaje mayor del esperado.
2. Conectar las puntas de prueba.

3. Ubicar las escalas de voltaje. Podría haber varias con diferentes valores máximos. El rango escogido en el selector determinará qué escala de voltaje leer.

4.3. Amperios

1. Asegúrate de haber medido primero el voltaje. Necesitas determinar si el circuito es de corriente continua (DC) o alterna (AC) midiendo su voltaje como se ha explicado anteriormente.
2. Configura el multímetro en el rango más alto de amperios AC o DC que tenga.
3. Medir la corriente sobre un objeto funcional.

Capítulo 5

Código de colores

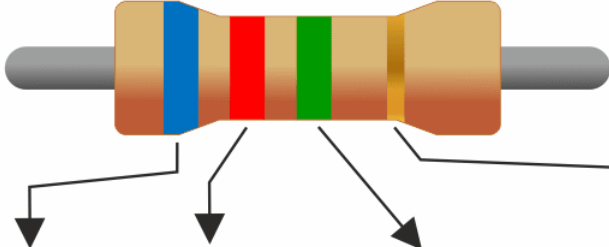
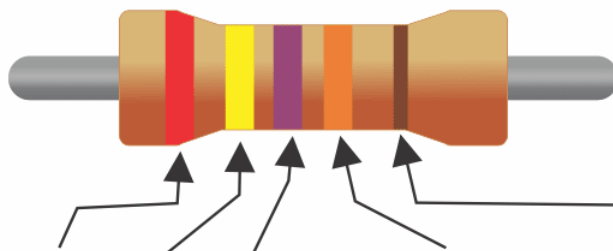
CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 4 BANDAS				
				
COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 Ω	
MARRÓN	1	1	x 10 Ω	+ / - 1%
ROJO	2	2	x 100 Ω	+ / - 2%
NARANJA	3	3	x 1000 Ω	
AMARILLO	4	4	x 10,000 Ω	
VERDE	5	5	x 100,000 Ω	
AZUL	6	6	x 1,000,000 Ω	
VIOLETA	7	7	x 10,000,000 Ω	
GRIS	8	8	x 100,000,000 Ω	
BLANCO	9	9	x 1,000,000,000 Ω	
DORADO			x 0,1 Ω	+ / - 5%
PLATEADO			x 0,01 Ω	+ / - 10%
SIN BANDA →				+ / - 20%

Figura 5.1: Código de colores resistencia 4 bandas

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 5 BANDAS



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	BANDA 3	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	X 1 Ω	
MARRÓN	1	1	1	X 10 Ω	+ / - 1%
ROJO	2	2	2	X 100 Ω	+ / - 2%
NARANJA	3	3	3	X 1,000 Ω	
AMARILLO	4	4	4	X 10,000 Ω	
VERDE	5	5	5	X 100,000 Ω	+ / - 0.5 %
AZUL	6	6	6	X 1,000,000 Ω	+ / - 0.25 %
VIOLETA	7	7	7	X 10,000,000 Ω	+ / - 0.10 %
GRIS	8	8	8		+ / - 0.05 %
BLANCO	9	9	9		
DORADO				X 0.1 Ω	
PLATEADO				X 0.01 Ω	

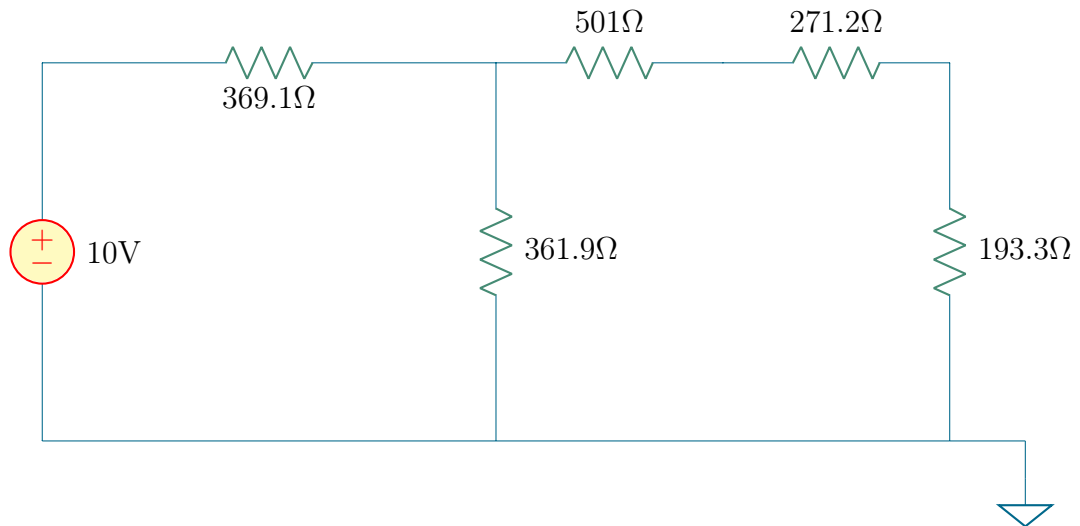
Figura 5.2: Código de colores resistencia 5 bandas

Parte II

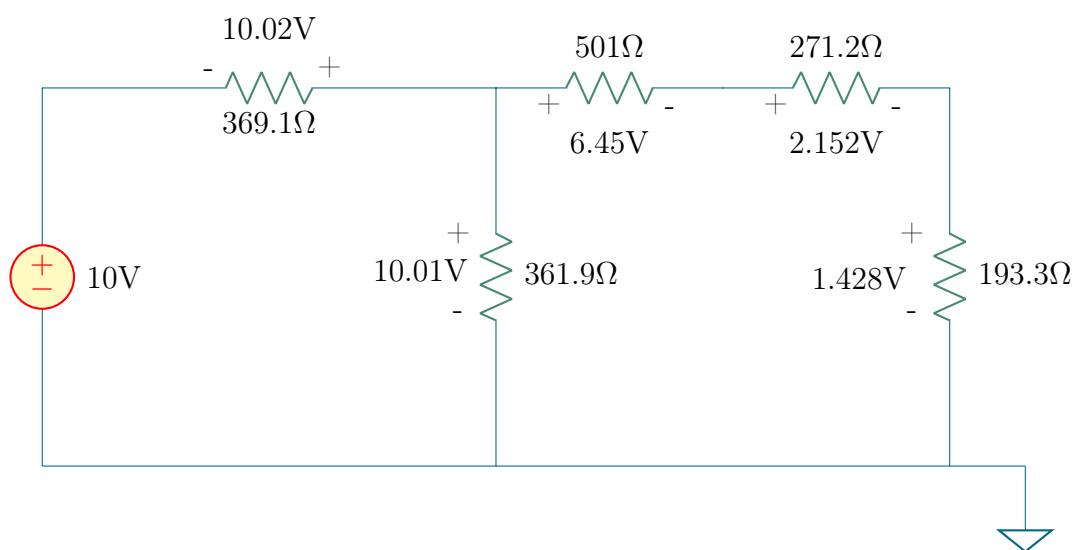
Cuestionario

1. Hacer un diagrama del circuito usado en una hoja completa, indicando sentido de corrientes y polaridad de voltajes, así como los valores de las resistencias usadas.

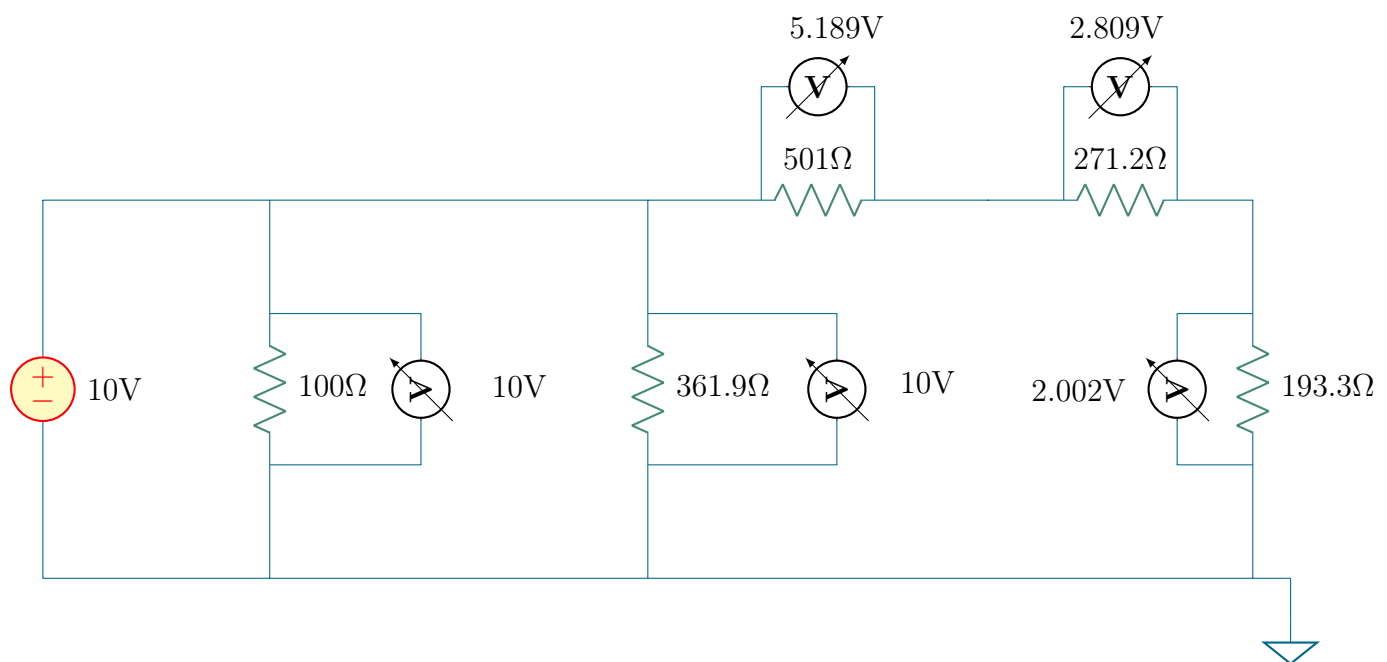
Circuito 1



Resultado experimental

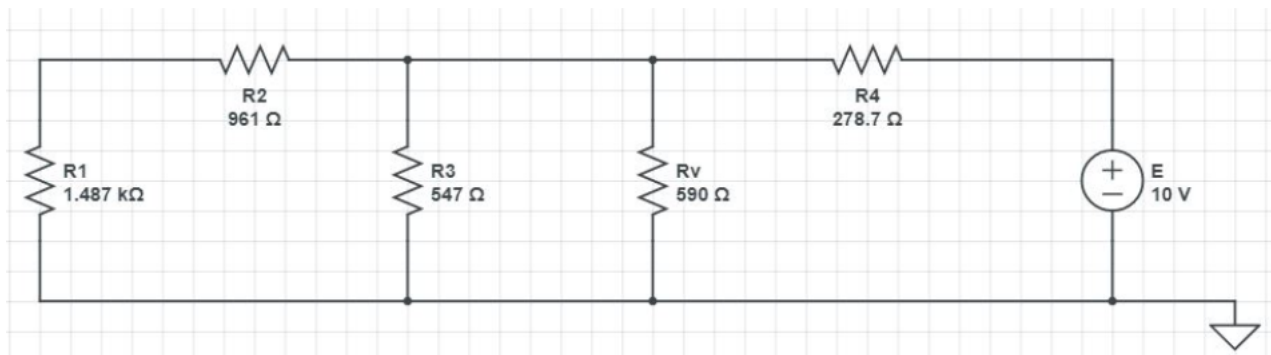


Notamos que existe una gran diferencia entre los valores obtenidos. Esto se debe a que el circuito fue mal conectado; siendo los datos del laboratorio correspondientes a este otro circuito:

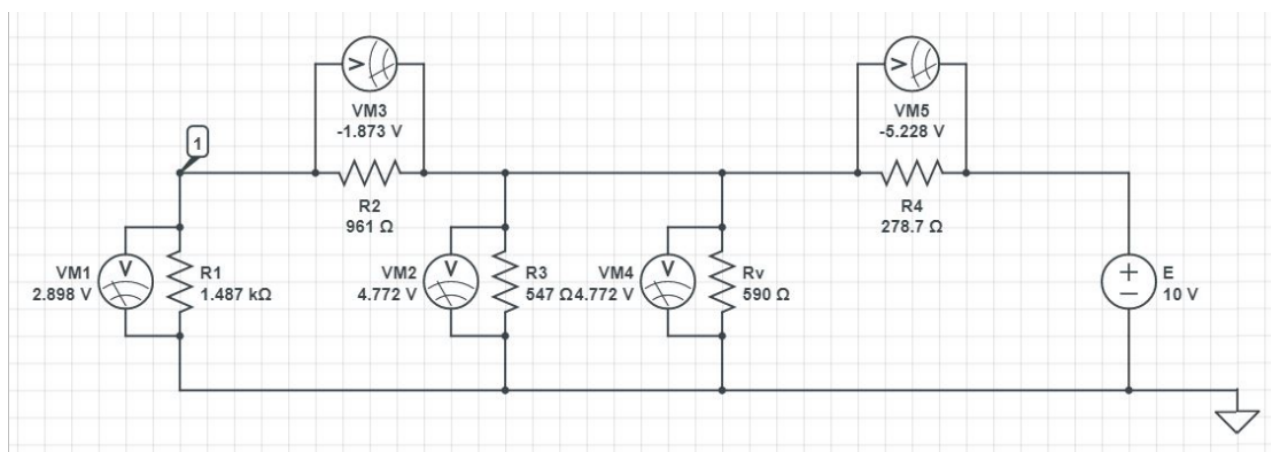


Se observa, que los valores medidos en el laboratorio son muy cercanos a los obtenidos analíticamente.

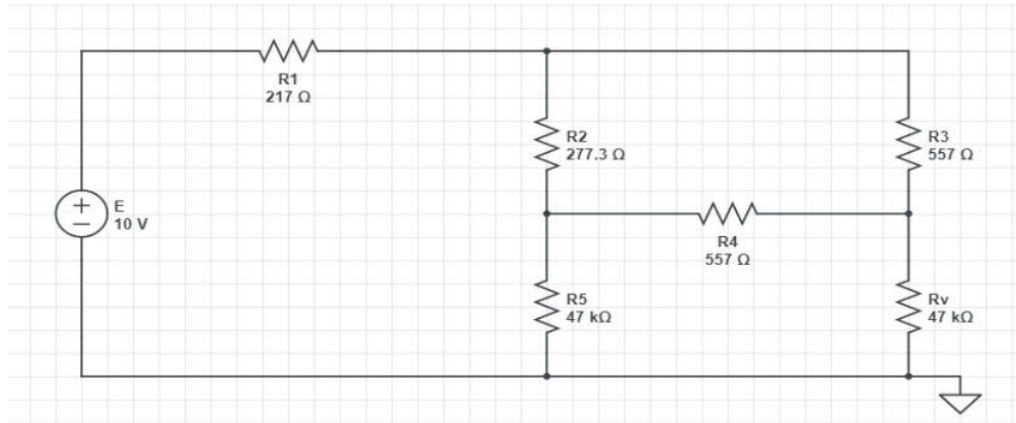
Circuito 2



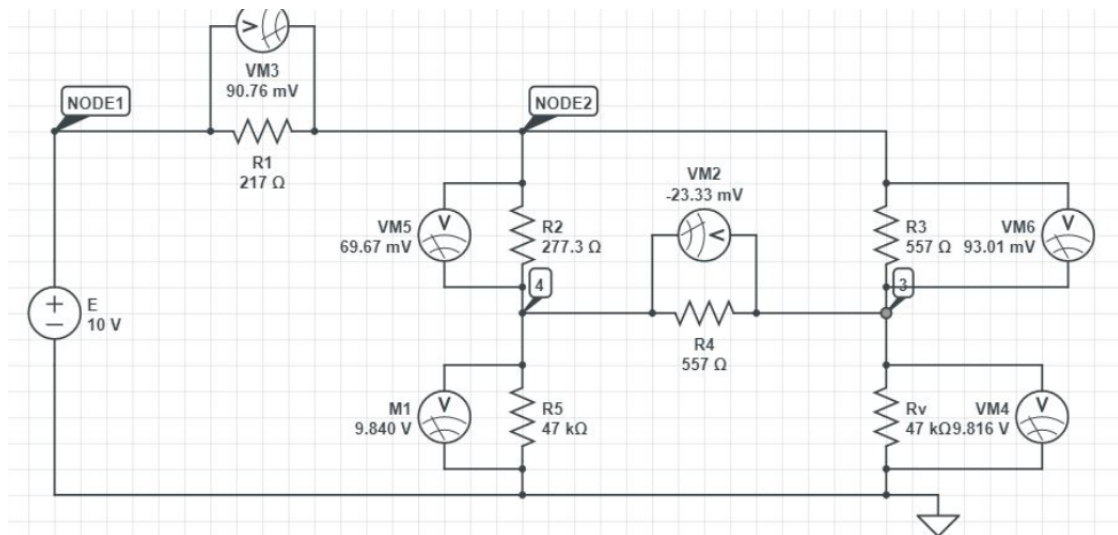
Resultado experimental



Circuito 3



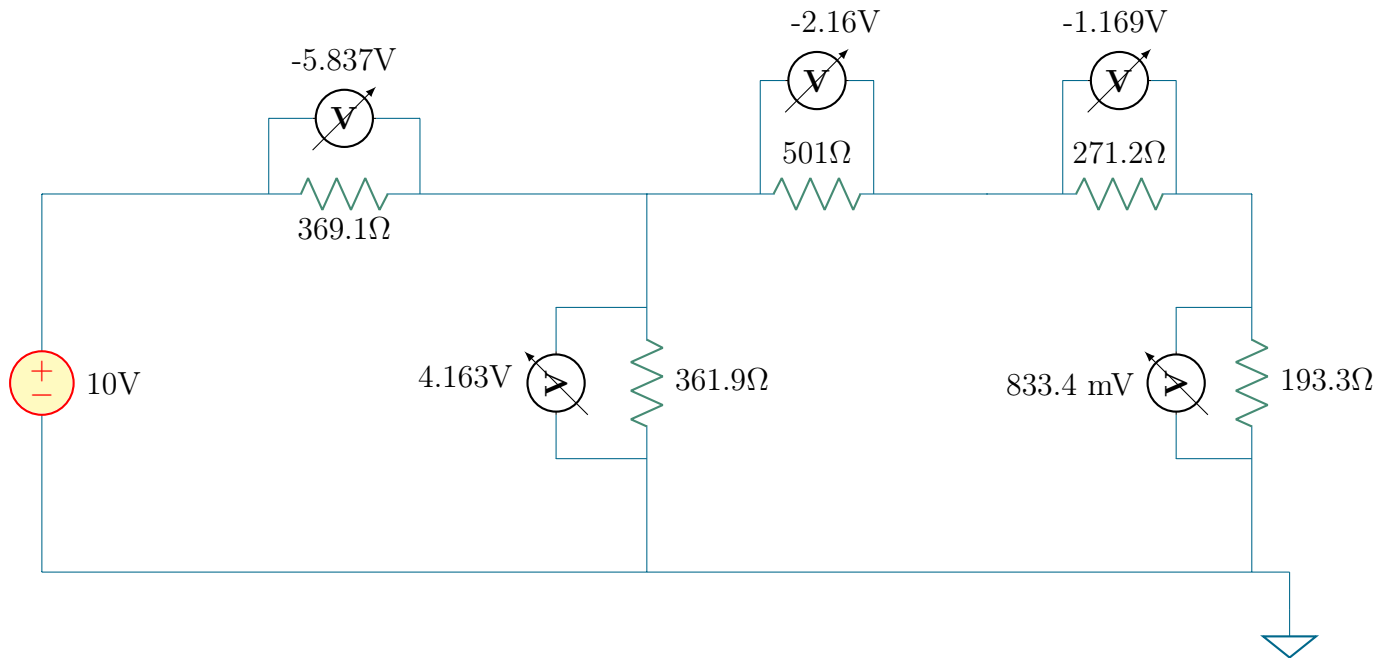
Resultado experimental



2. Con los valores medidos de tensión, comprobar la ley de Voltajes en cada malla, indicando el error experimental.

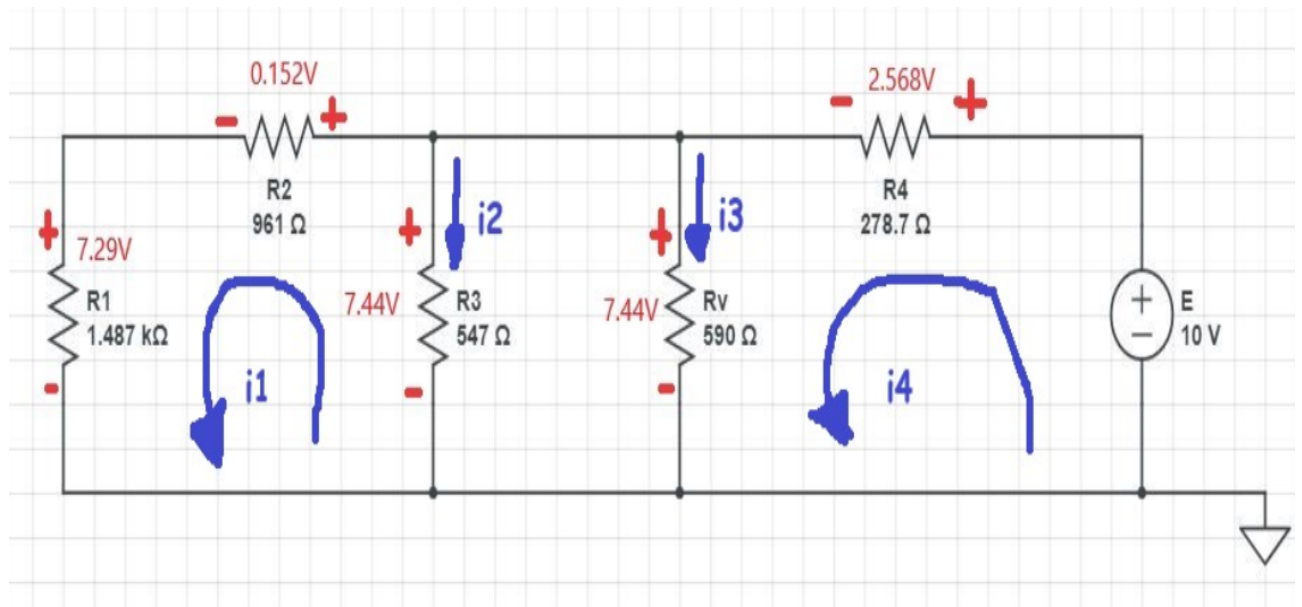
Circuito 1

Resultado analítico



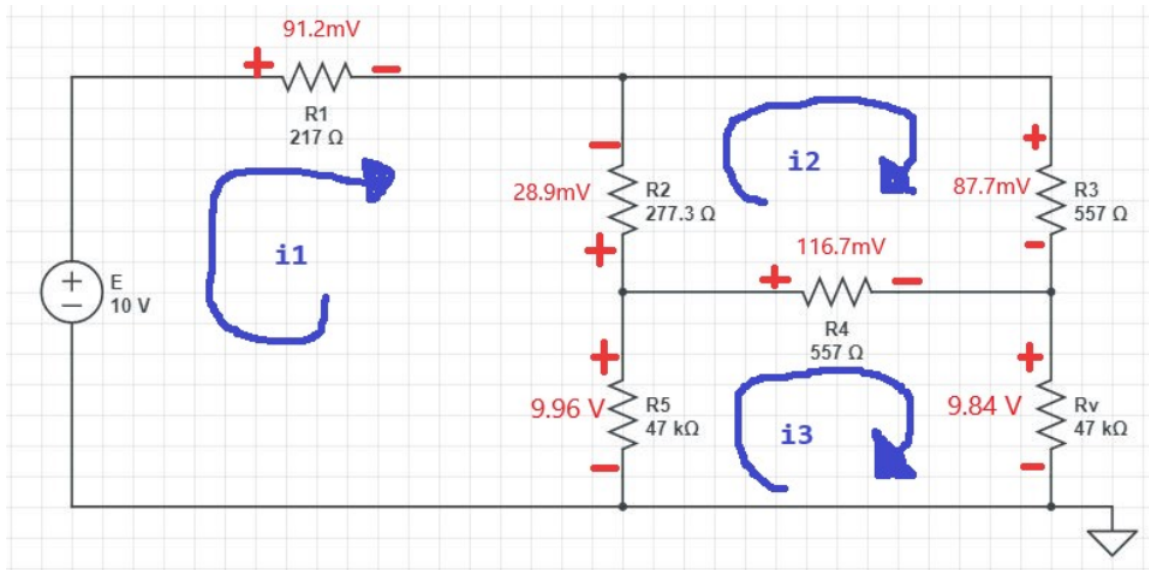
Circuito 2

Resultado analítico



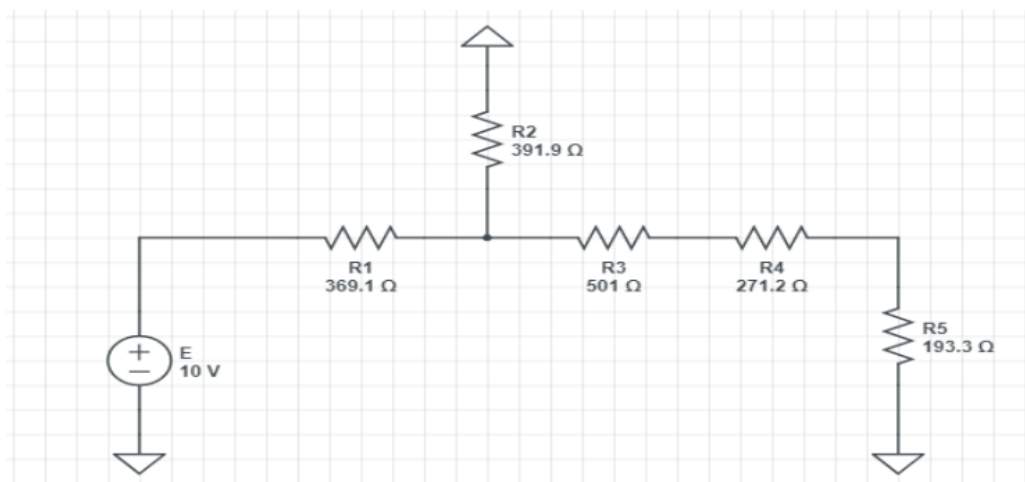
Circuito 3

Resultado analítico

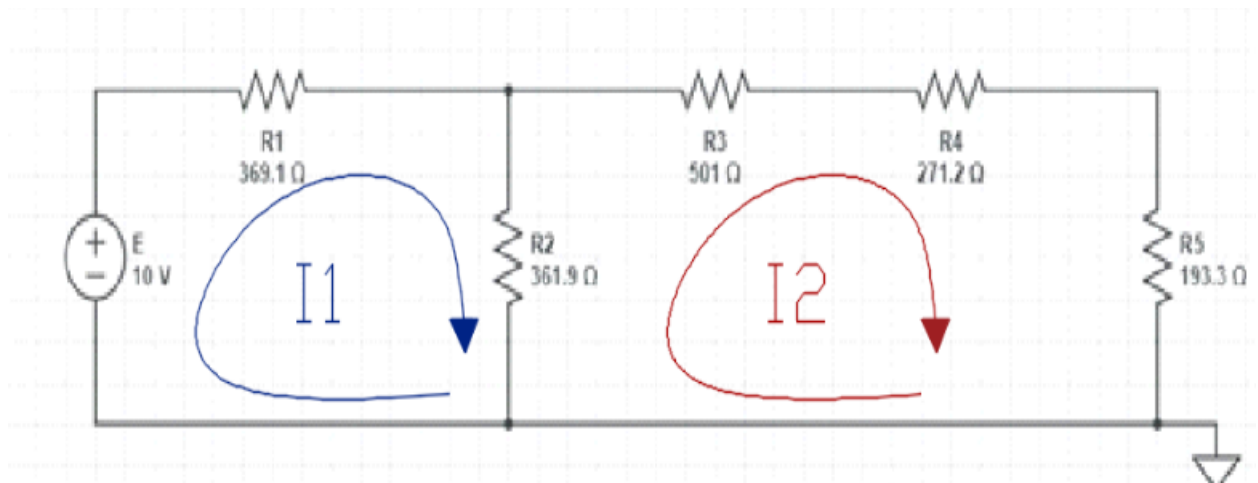


3. Verificar de igual forma la Ley de las Corrientes en cada nodo, haciendo notar el error de las mediciones.

Circuito 1



Transformamos el circuito a una forma equivalente para unir las 3 líneas a tierra.



Aplicamos la segunda ley de Kirchoff:

$$\text{Malla 1: } 10 = 731I_1 - 361.9I_2$$

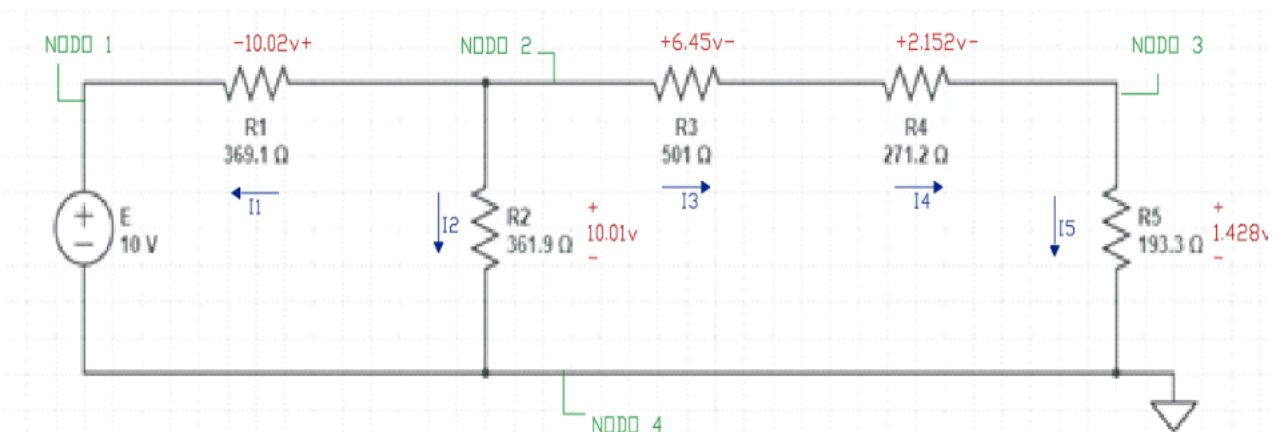
$$\text{Malla 2: } 0 = -361.9I_1 + 1327.4I_2$$

De forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 10 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 731 & -361.9 \\ -361.9 & 1327.4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

Resolviendo:

$$I_1 = 15.8144 \text{ mA} \quad I_2 = 4.31163 \text{ mA}$$



Aplicamos la ley de ohm para hallar las corrientes experimentales ($V = I \cdot R$):

$$I_1 = 27.1471 \text{ mA} \quad I_2 = 27.6595 \text{ mA} \quad I_3 = 12.8842 \text{ mA} \quad I_4 = 7.8613 \text{ mA} \quad I_5 = 7.3875 \text{ mA}$$

Aplicamos la primera ley de Kirchhoff para cada nodo:

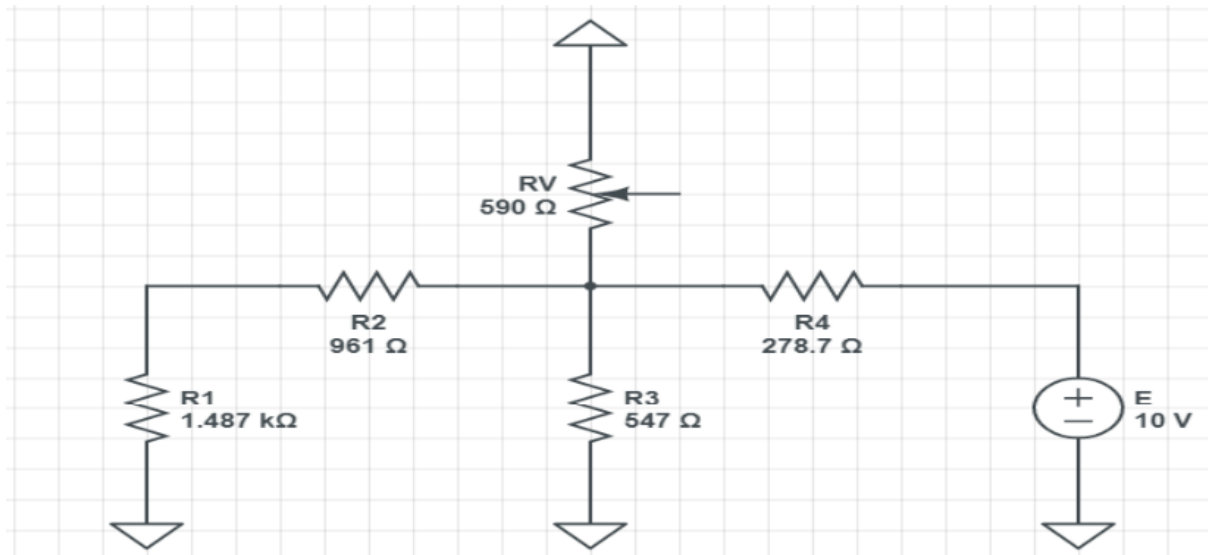
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

Nodo 2: $|-I_1 - I_2 - I_3| = 67.6908 \text{ mA}$

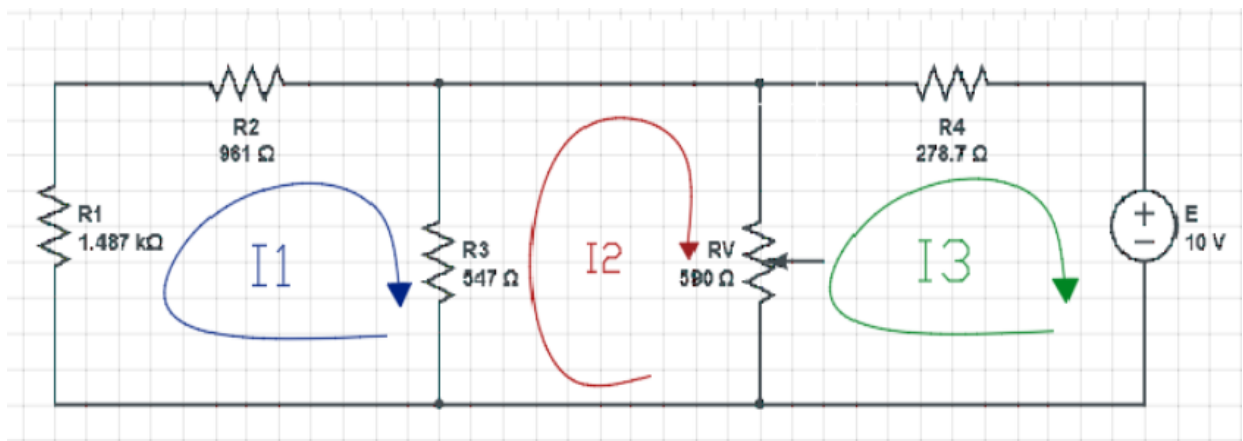
Nodo 3: $|I_4 - I_5| = 0.47382 \text{ mA}$

Nodo 4: $|I_1 + I_2 + I_5| = 62.19408 \text{ mA}$

Circuito 2



Transformamos el circuito.



Aplicamos la segunda ley de Kirchoff:

Malla 1: $0 = 2995I_1 - 547I_2$

Malla 2: $0 = -547I_1 + 1137I_2 - 590I_3$

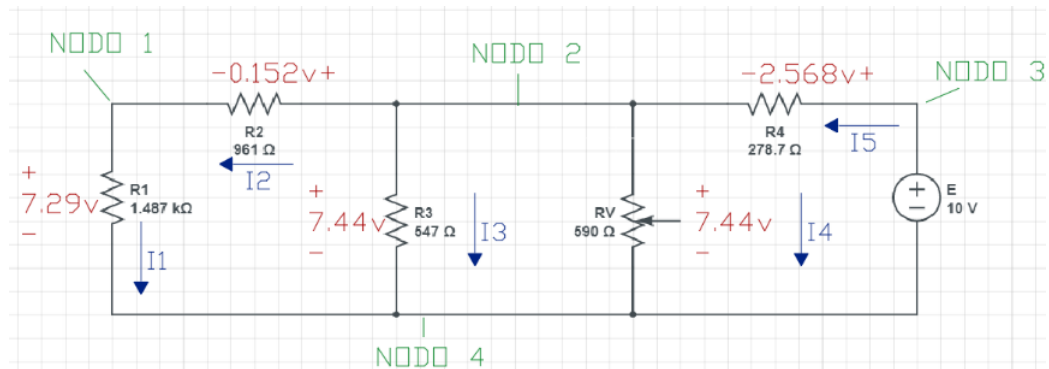
Malla 3: $-10 = -590I_2 + 868.7I_3$

De forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -10 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2995 & -547 & 0 \\ -547 & 1137 & -590 \\ 0 & -590 & 868.7 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

Resolviendo:

$$I_1 = 15.8144 \text{ mA} \quad I_2 = 4.31163 \text{ mA} \quad I_3 = -18.76 \text{ mA}$$



Aplicamos la ley de ohm para hallar las corrientes experimentales ($V = I \cdot R$):

$$I_1 = 4.9025 \text{ mA} \quad I_2 = 0.1587 \text{ mA} \quad I_3 = 13.6015 \text{ mA} \quad I_4 = 12.61026 \text{ mA} \quad I_5 = 9.2142 \text{ mA}$$

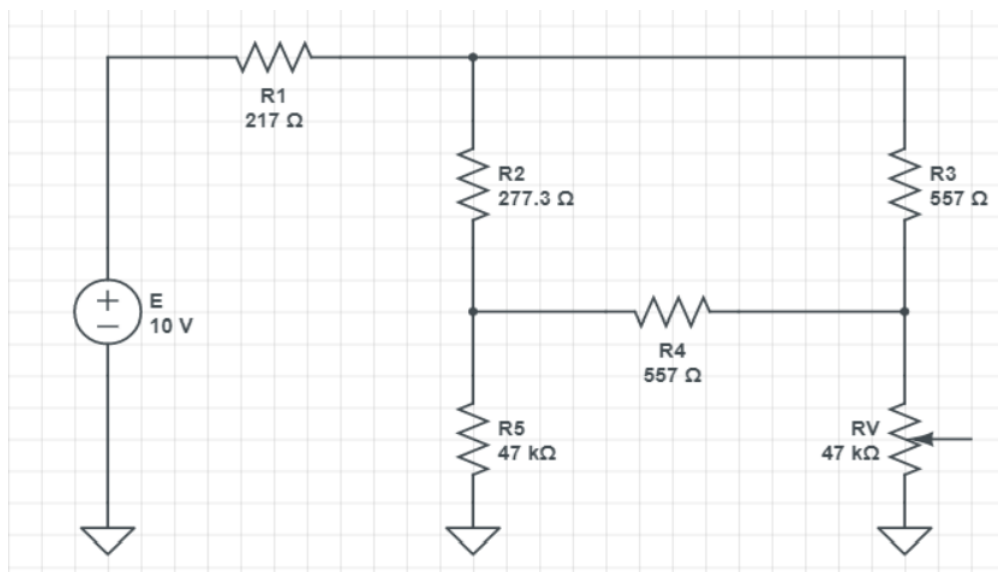
Aplicamos la primera ley de Kirchhoff para cada nodo:

$$\text{Nodo 1: } |I_2 - I_1| = 4.7438 \text{ mA}$$

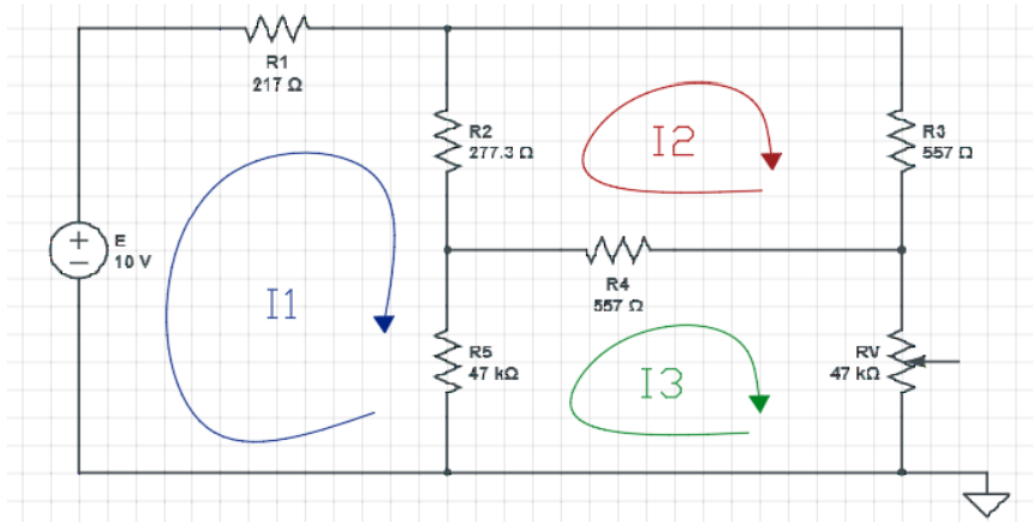
$$\text{Nodo 2: } |I_5 - I_2 - I_3 - I_4| = 17.1562 \text{ mA}$$

$$\text{Nodo 4: } |I_1 + I_3 + I_4 - I_5| = 21.9 \text{ mA}$$

Circuito 3



Transformamos el circuito.



Aplicamos la segunda ley de Kirchoff:

Malla 1: $10 = 47494.3I_1 - 277.3I_2 - 47000I_3$

Malla 2: $0 = -277.3I_1 + 1391.3I_2 - 557I_3$

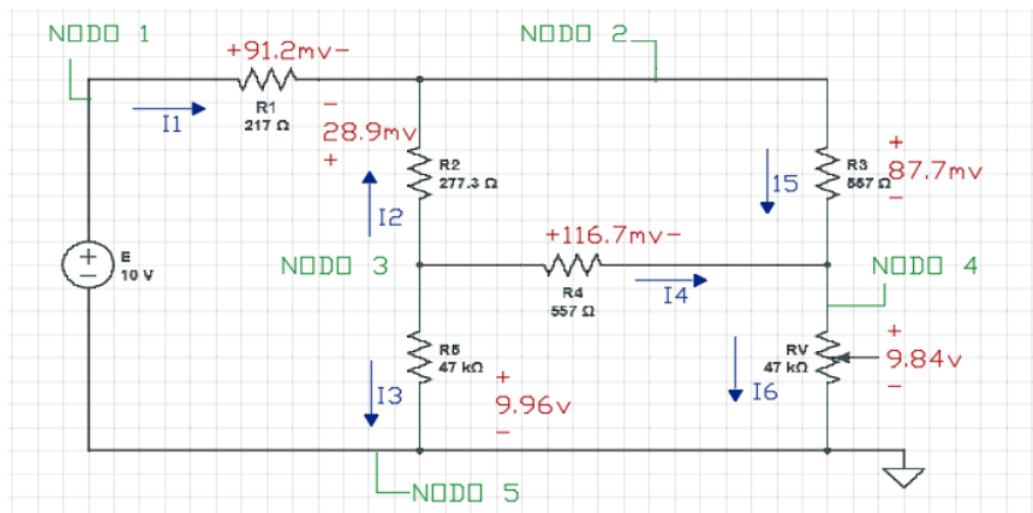
Malla 3: $0 = -47000I_1 - 557I_2 + 94557I_3$

De forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47494.3 & -277.3 & -47000 \\ -277.3 & 1391.3 & -557 \\ -47000 & -557 & 94557 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

Resolviendo:

$$I_1 = 0.41821 \text{ mA} \quad I_2 = 0.167 \text{ mA} \quad I_3 = 0.21 \text{ mA}$$



Aplicamos la ley de ohm para hallar las corrientes experimentales ($V = I \cdot R$):

$$I_1 = 0.42 \text{ mA} \quad I_2 = 0.1042 \text{ mA} \quad I_3 = 0.212 \text{ mA} \quad I_4 = 0.21 \text{ mA} \quad I_5 = 0.157 \text{ mA} \quad I_6 = 0.21 \text{ mA}$$

Aplicamos la primera ley de Kirchhoff para cada nodo:

$$\text{Nodo 2: } |I_1 + I_2 - I_5| = 0.367 \text{ mA}$$

$$\text{Nodo 3: } |-I_2 - I_3 - I_4| = 0.5256 \text{ mA}$$

$$\text{Nodo 4: } |I_4 + I_5 - I_6| = 0.15656 \text{ mA}$$

$$\text{Nodo 5: } |I_3 + I_6 - I_1| = 0.002034 \text{ mA}$$

4. Explicar algunas justificaciones de los errores para los pasos anteriores.

Los errores, sobre todo en el primer circuito, se deben a la pobre sujeción que se le dio a una resistencia, pues para medirla se tuvo que voltear el panel resistivo de costado, y medirla por abajo (alambre) para mayor exactitud, pero al realizar este movimiento se soltó levemente un cable que después pudimos verificarlo al no tomar en cuenta la resistencia sospechosa.

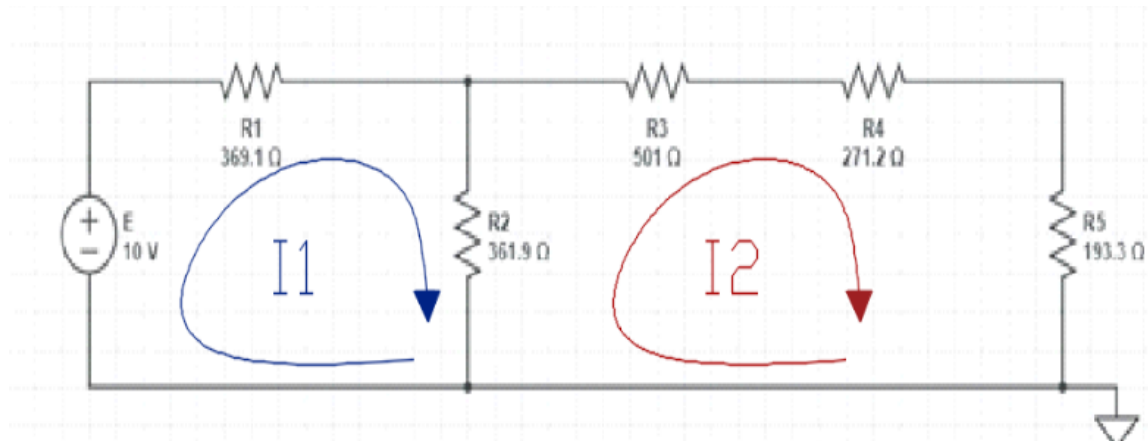
También la imprecisión del multímetro utilizado jugó un rol muy importante, posiblemente no tuvo una calibración o mantenimiento ideal, lo cual sumado a factores externos provocó alteraciones en ciertos valores reales de resistencias, por ejemplo, cuando medíamos una resistencia de $0.46 \text{ k}\Omega$, el téster oscilaba erráticamente dando valores muy altos, se tenía que reiniciarlo para que de un valor cercano a $0.46 \text{ k}\Omega$.

En este laboratorio no se contó con amperímetro pues el fusible de nuestro multímetro estaba dañando. También había algunas resistencias quemadas que no pudimos utilizar. Gran parte del error se podría deber también a la medición que hicimos de las resistencias, lo medimos por debajo del panel de resistencias para tener una calidad de datos, sin embargo, se debe tener en cuenta la resistencia de la zona soldada pues recordemos que ahí puede haber impurezas, incluso si no las hay al ser una zona de ensanchamiento hace que la resistencia del conductor aumente quitándole el privilegio de “ideal”.

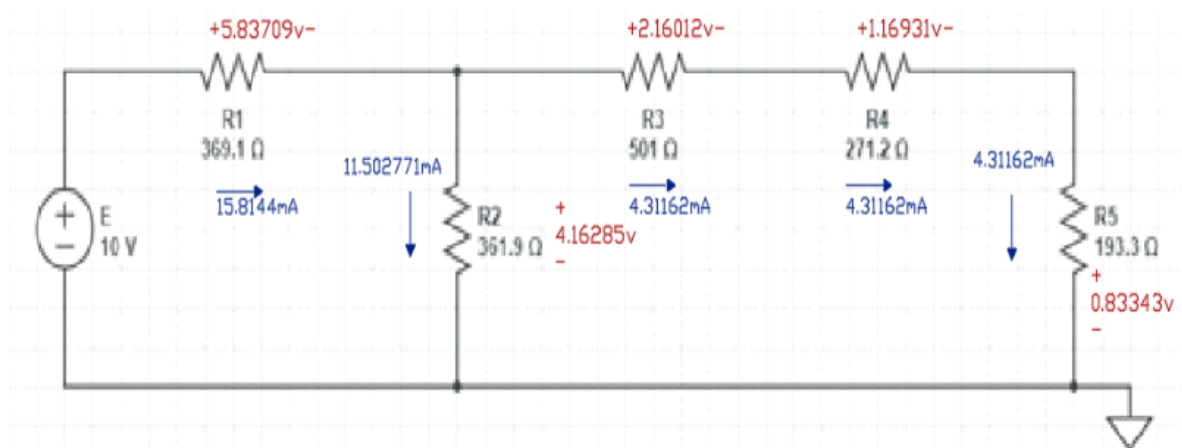
Sin duda alguna el desgaste de las herramientas de medición juega un papel importante en la lectura de datos de laboratorio, para el tercer circuito tuvimos que prender/apagar cada vez que medíamos un voltaje y luego resistencias, en ese momento aún no sabíamos si iba ser mejor hacer eso, solo probamos, pero al momento de desarrollar este informe llegamos a la conclusión de que el circuito tres fue el más exacto y con notorio bajo margen de error.

5. Con las resistencias medidas, solucionar el circuito en forma teórica indicando las tensiones y corrientes en cada elemento en un diagrama similar al punto 1.

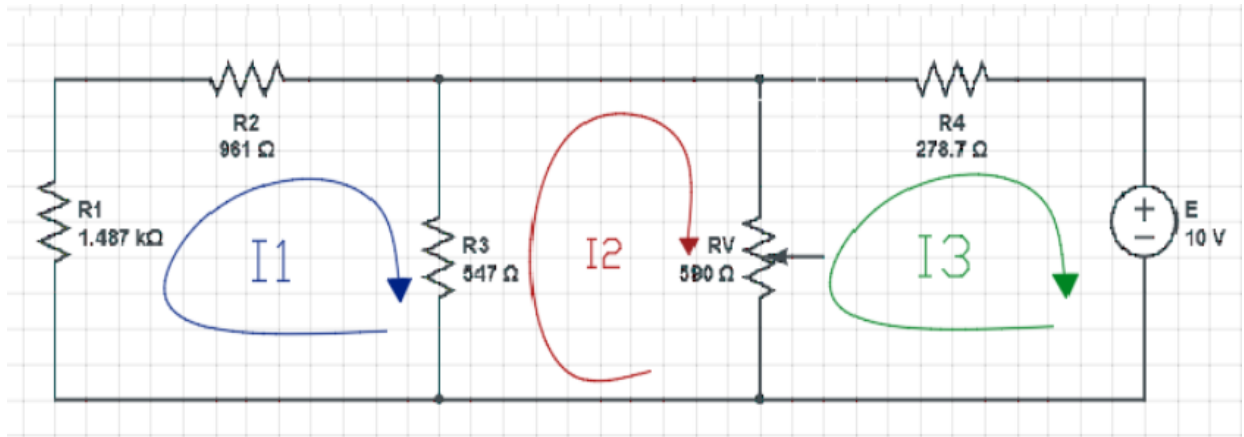
Circuito 1



El circuito nos queda:

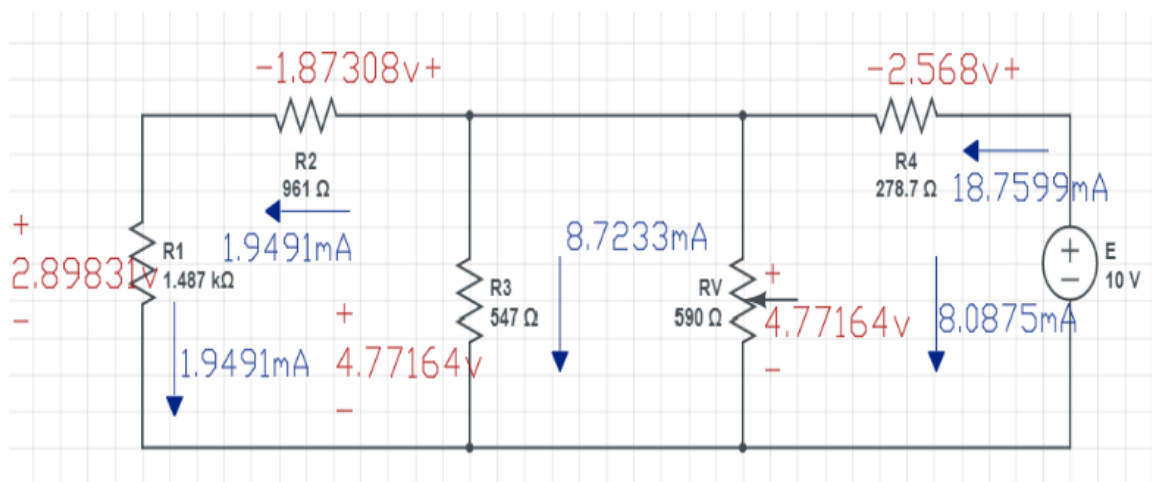


Circuito 2

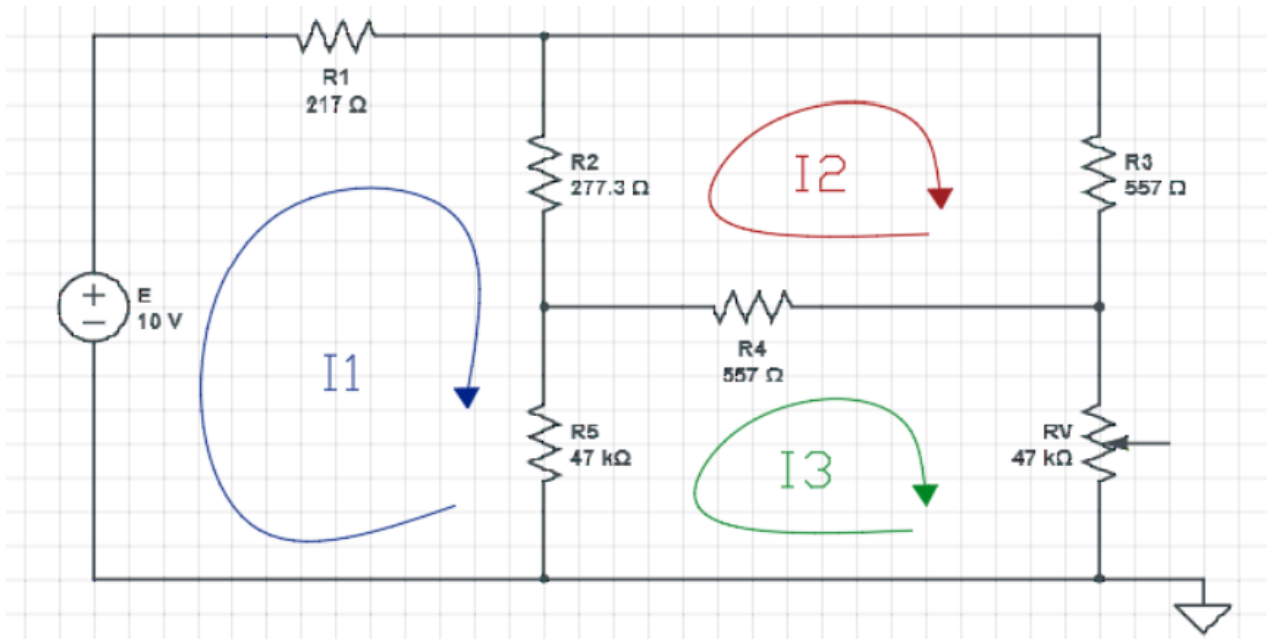


$$I_1 = -1.9491 \text{ mA} \quad I_2 = -10.6724 \text{ mA} \quad I_3 = -18.76 \text{ mA}$$

El circuito nos queda:

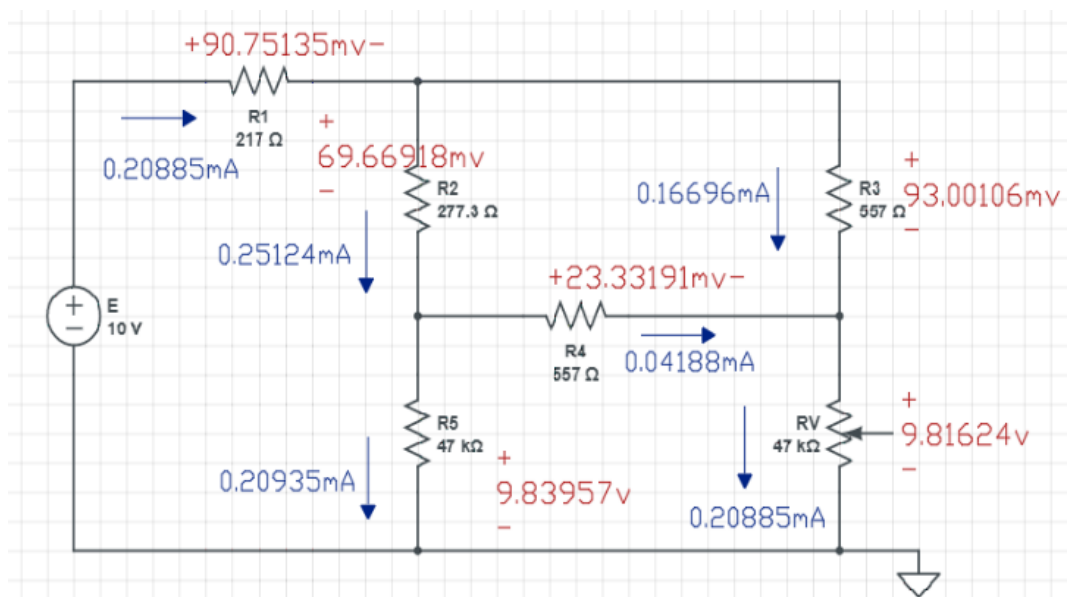


Circuito 3



$$I_1 = 0.41821 \text{ mA} \quad I_2 = 0.167 \text{ mA} \quad I_3 = 0.2088 \text{ mA}$$

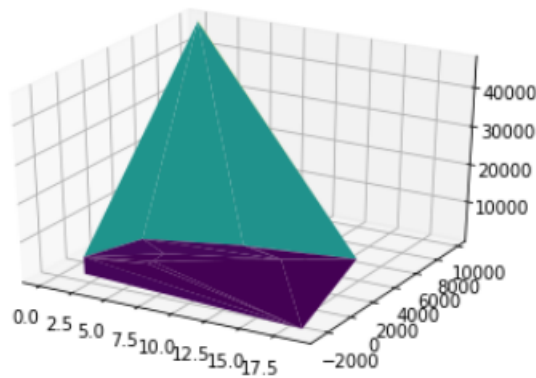
El circuito nos queda:



6. Comparar los valores teóricos y experimentales, indicando el error absoluto y relativo porcentual, coméntelo

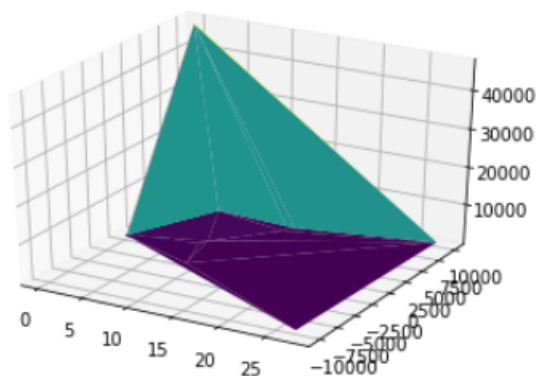
De los datos obtenidos experimentalmente en el laboratorio se hizo la siguiente gráfica:

```
In [19]: #Experimental
ian = [0.20885, 0.25124, 0.20935, 0.04188, 0.16696, 0.20885,
        1.9491, 1.9491, 8.7233, 8.0875, 18.7599,
        15.8144, 11.502771, 4.31162, 4.31162, 4.31162]
van = [90.75135, 69.66918, 9839.57, 23.33191, 93.00106, 9816.24,
        2898.31, -1873.08, 4771.64, 4771.64, -2568,
        5837.09, 4162.85, 2160.12, 1169.31, 833.43]
r = [217, 277.3, 47000, 557, 557, 47000,
      1487, 961, 547, 590, 278.7,
      369.1, 361.9, 501, 271.2, 193.3]
ax = plt.axes(projection='3d')
ax.plot_trisurf(ian, van, r, linewidth=0.3, cmap = 'viridis')
plt.show()
```



Mientras que con los datos analíticamente se obtuvo:

```
In [51]: #Analitico
ianx = [0.41821, 0.1042, 0.212, 0.21, 0.157, 0.21,
         4.9025, 0.1587, 13.6015, 12.61026, 9.2142,
         27.1471, 27.6595, 12.8842, 7.8613, 7.3875]
vanx = [91.2, 28.9, 9960, 116.7, 87.7, 9840,
        7290, -152, 7440, 7440, -2568,
        -10020, 10010, 6450, 2152, 1428]
ax = plt.axes(projection='3d')
ax.plot_trisurf(ianx, vanx, r, linewidth=0.3, cmap = 'viridis')
plt.show()
```



Se observa que ambas gráficas se asemejan. Para estimar el grado de error utilizamos como métrica los mínimos cuadrados:

```
In [14]: answi = 0
answv = 0
for i in range(0,15):
    answi += (ian[i] - ianx[i])**2
    answv += (van[i] - vanx[i])**2

In [16]: print(answi,answv)
622.953846948041 437684956.41649204
```

Obtenemos como error para la corriente el valor de 622.9538469 mA^2 , mientras que para el voltaje el error es de $437684956.41649 \text{ mV}^2$. Normalizando este error para unidades coherentes:

$$\text{Error I} = 24.959 \text{ mA} \quad \text{Error V} = 20.92092 \text{ V}$$

Para el error porcentual calculamos la diferencia relativa general:

```
In [29]: answi = 0
answv = 0
for i in range(0,15):
    answi += abs(ian[i] - ianx[i])/ian[i]
    answv += abs(van[i] - vanx[i])/van[i]

In [30]: print(answi,answv)
14.673698756029196 14.322488349704571
```

Consideramos la media del error como una métrica válida para el error porcentual relativo:

$$\text{Error I} = \frac{\sqrt{14.6736987}}{15} \cdot 100 \% = 25.5375 \% \quad \text{Error V} = \frac{\sqrt{14.322488349}}{15} \cdot 100 \% = 25.23 \%$$

Observamos que estos errores son muy grandes; esto es debido a que la conexión del primer circuito fue puesta en paralelo. La mayor parte del error sucede en el primer circuito. Como consideración debe tomarse especial atención para la conexión de los circuitos para obtener mejores resultados.

7. Comentar sobre las posibles fuentes de error y observaciones sobre la experiencia realizada.

Como se mencionó en la parte 4; los errores se deben en mayor medida a la mala sujeción de algunas resistencias en el tablero. Siendo los valores que se midieron solo voltajes; y con estos se halló las respectivas corrientes. La propagación del error se hace mayor al no tener un método directo de medición para la corriente.

Parte III

Conclusiones y recomendaciones

Capítulo 6

Conclusiones

1. Las leyes de Kirchhoff son muy útiles en la solución de circuitos eléctricos y facilitan su comprensión, la exactitud de estas leyes la comprobamos en el circuito numero tres en el cual tuvimos la pequeña consideración de reiniciar el multímetro cada vez que se hacía una medición.
2. Se recomienda, al conectar el multímetro en serie, no abusar de el voltaje pues eso seguramente va a quemar el fusible abriendo el circuito interno del multímetro, lo cual dificulta significativamente la tarea de próximos grupos de trabajo en el laboratorio que se ven afectados, esto lo pudimos comprobar el día de la experiencia pues con la intensidad de corriente experimental hubiésemos podido verificar muchas cosas.
3. Se recomienda verificar si las resistencias están en buen estado, recordemos que algunas se encuentran quemadas y al momento de hacer un circuito es tedioso darse cuenta de que una está mal y tal vez por la disposición del mismo no poder cambiarla.
4. Es recomendable utilizar valores cercanos de resistencias, es decir, tratar que estén en el mismo orden, para que la intensidad de corriente se vea menos afectada por la gran diferencia de resistencias y no tenga valores desbordantes en ciertas mallas o ramas e ínfimos en otras.
5. Es necesario seguir las normas de seguridad del laboratorio para evitar accidentes.
6. Se comprobó la validez de las leyes de Kirchhoff.
7. Mantener limpio el laboratorio es importante para evitar entorpecer el trabajo.

Bibliografía

- [1] Boylestad, Robert M. “Introducción al análisis de circuitos”. *Pearson*
- [2] Sadiku, Matthew N. “Fundamemtos de circuitos eléctricos”. *Mc Graw Hill*
- [3] Von Below, Joachim. “Kirchhoff laws and diffusion on networks”.

<https://core.ac.uk/download/pdf/82153964.pdf>