

Todo Contenido.

Jesus Alberto Beato Pimentel
Energía Renovable
ITLA
La Caleta, Santo Domingo
20231283@itla.edu.do

Resumen— En esta práctica, se implementan los conocimientos adquiridos anteriormente de los siguientes temas: Mallas, Nodo y superposición. Esta asignación nos establece un circuito que consta de 6 resistencias de diferentes valores óhmicos, también, nos establece que tenemos que desarrollar el circuito tanto físico como simulado con el desarrollo de los datos teóricos y cumplir con los demás requerimientos que nos pide la asignación.

Abstract— In this practice, the knowledge previously acquired from the following topics is implemented: Meshes, Node and Overlay. This assignment establishes a circuit that consists of 6 resistors of different ohmic values. It also establishes that we have to develop both the physical and simulated circuit with the development of the theoretical data and meet the other requirements that the assignment asks of us.

Keywords—Circuito, malla, nodo, calculo teórico, etc.

I. INTRODUCCION

A continuación, vamos a realizar un circuito conformado de 6 resistencias y tres fuentes de voltaje de diferentes voltios, este circuito se desarrollará de manera simulada y practica y con los siguientes métodos: malla, nodo y superposición.

II. MARCO TEORICO

A. ¿Que es una malla?

Las mallas en los circuitos eléctricos son un concepto fundamental que todo aficionado o profesional de la electrónica debe comprender. Estas estructuras, a primera vista complicadas, son la clave para entender cómo fluye la corriente y cómo se distribuye la energía en un circuito.

B. ¿Qué es un nodo?

Un nodo es un punto específico en un circuito eléctrico donde se conectan dos o más componentes. Un nodo es esencialmente un punto de conexión en el circuito donde la corriente eléctrica puede fluir o donde los componentes eléctricos están interconectados.

C. Teorema de Superposición.

El teorema de superposición, en un circuito lineal de múltiples fuentes, la corriente y el voltaje de cualquier elemento del circuito es la suma de las corrientes y voltajes producidos por cada fuente que actúa de forma independiente. Calcular la contribución de cada fuente. fuente por separado, todas las demás fuentes deben eliminarse y reemplazarse sin afectar el resultado final. Al desconectar la fuente de voltaje, su voltaje debe restablecerse a cero, lo que corresponde a reemplazar la fuente de voltaje con un cortocircuito. Cuando se retira la fuente de alimentación, su corriente debe restablecerse a cero, lo que equivale a reemplazar la fuente de alimentación con un circuito abierto.

1. Componentes utilizados:

- 1) Protoboard
- 2) 6 resistencias con diferentes valores.
- 3) Multímetro
- 4) 3 Fuente de diferente voltaje.
- 5) Jumpers

2 Programas de simulación utilizados:

1. Tinkercad
2. Multisim

3 Métodos para desarrollar el circuito.

1. Malla.
2. Nodo.
3. Superposicion.

Circuito designado por la asignación:

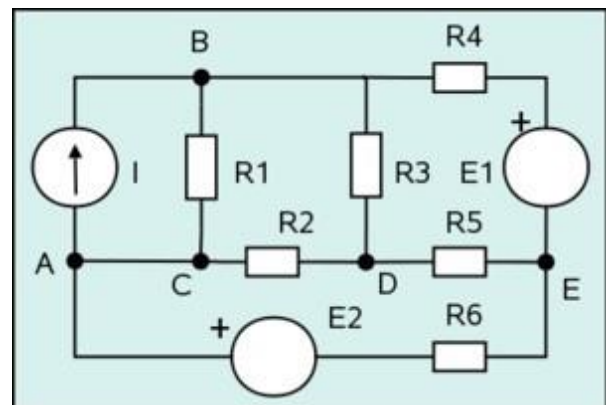


Diagrama del circuito establecido:

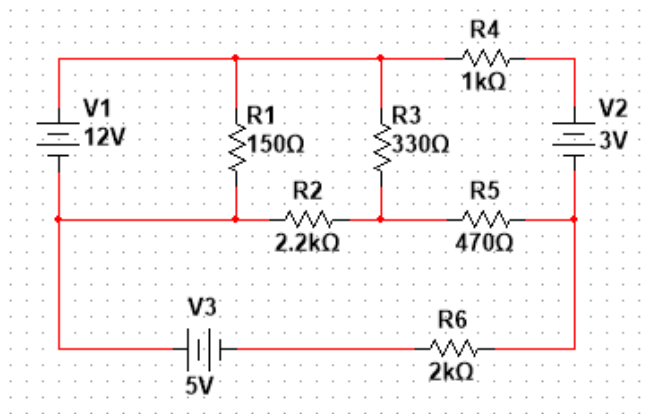


Fig. 1 Diagrama en el simulador multisin.

Primero vamos a desarrollar nuestro circuito por el método de malla.

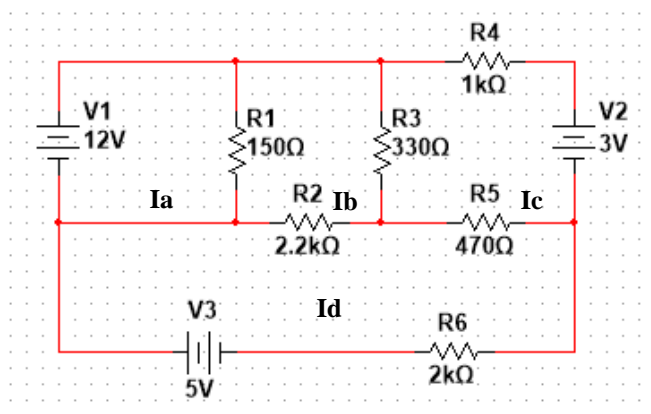


Fig. 2 Diagrama del circuito estableciendo las mallas

Para desarrollarlo por malla primero tenemos que establecer nuestra ecuación de mallas, lo que vamos a establecer nuestras ecuaciones de malla.

- 1) $I_a (R_1) - I_b (R_1) = V_1$
- 2) $-I_a (R_1) - I_b (R_1 + R_2 + R_3) - I_c (R_3) - I_d (R_2) = 0$
- 3) $-I_a (0) - I_b (R_3) + I_c (R_3 + R_4 + R_5) - I_d (R_5) = -V_2$
- 4) $-I_a (0) - I_b (R_2) - I_c (R_5) + I_d (R_2 + R_5 + R_6) = V_3$

Ya teniendo las ecuaciones de malla vamos a sustituir valores y a simplificarla:

$$I_a (150) - I_b (150) = 12$$

$$-I_a (150) - I_b (150 + 2200 + 330) - I_c (330) - I_d (2200) = 0$$

$$-I_a (150) - I_b (2680) - I_c (330) - I_d (2200) = 0$$

$$-I_a (0) - I_b (330) + I_c (330 + 1000 + 470) - I_d (470) = -3$$

$$-I_a (0) - I_b (330) + I_c (1800) - I_d (470) = -3$$

$$-I_a (0) - I_b (2200) - I_c (470) + I_d (2200 + 470 + 2000) = 5$$

$$I_a (0) - I_b (2200) - I_c (470) + I_d (4670) = 5$$

Al sustituir los valores en las ecuaciones de malla y operarla nos queda la siguiente matriz

150	-150	0	0	12
-150	2680	-330	-2200	0
0	-330	1800	-470	-3
0	-2200	-470	4670	5

Al realizar esta matriz nos queda la corriente en cada malla:

$$\text{Malla "Ia"} = 0.090279344395805761985 \text{ A}$$

$$\text{Malla "Ib"} = 0.010279344395805761986 \text{ A}$$

$$\text{Malla "Ic"} = 0.0018094268553395093146 \text{ A}$$

$$\text{Malla "Id"} = 0.0060952865723302453422 \text{ A}$$

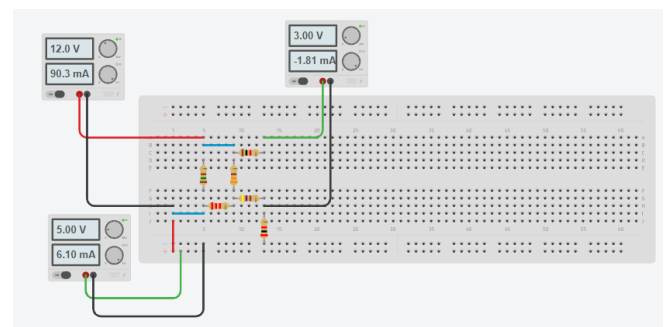


Fig. Simulación de las corrientes de malla

Obteniendo la corriente de malla podemos calcular la corriente de R_5 :

$$I_{R_5} = I_d - I_c$$

$$I_{R_5} = 0.0060952865723302453422 \text{ A} - 0.0018094268553395093146 \text{ A}$$

$$I_{R_5} = 0.00428585 \text{ A}$$

Seguindo el mandato de la asignación y teniendo ya la corriente que pasa por R₅, sacaremos el voltaje de R₅:

$$VR_5 = 0.00428585 \text{ A} \times 470$$

$$VR_5 = 2.01 \text{ V}$$

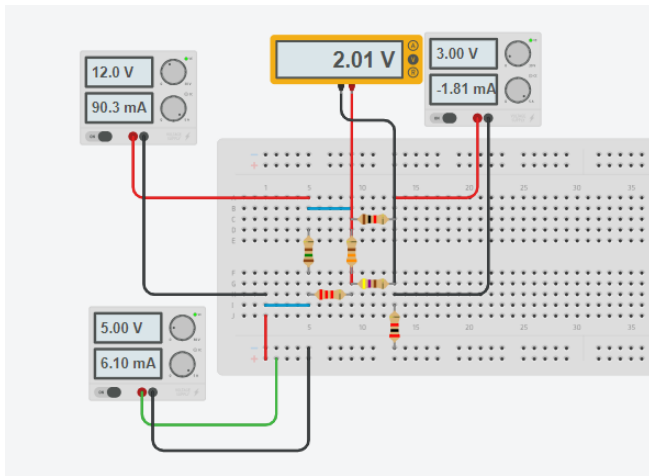


Fig. Simulación del voltaje en tinkercad.

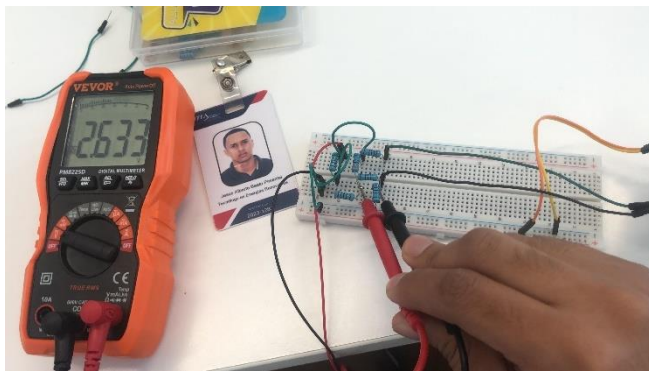


Fig. Voltaje medido de R₅ en el circuito físico.

$$V_a = 12 \text{ V}$$

$$V_b - V_d = -3$$

$$\frac{V_b - V_a}{1000} + \frac{V_d - V_c}{470} + \frac{V_d - 5}{2000} = 0$$

$$\frac{V_c - 0}{2200} + \frac{V_c - V_a}{330} = 0$$

Obtenmos los siguientes resultados.

$$V_a = 12 \text{ V}$$

$$V_b = 10.9 \text{ V}$$

$$V_c = 10.43$$

$$V_d = 7.9$$

Ahora podemos calcular el voltaje de R₅ con los cálculos que hemos obtenido.

$$VR_5 = V_d - V_c$$

$$VR_5 = 10.43 - 7.9$$

$$VR_5 = 2.5 \text{ V}$$



Fig. mediciones de nodo en el circuito físico.

Análisis por nodo.

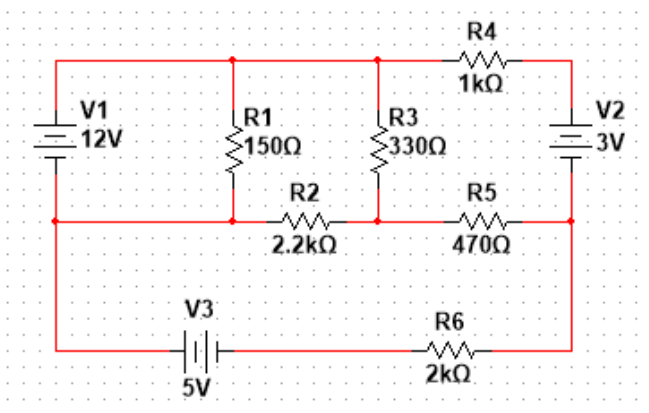


Fig. Diagrama del circuito para analizarlo por nodos.

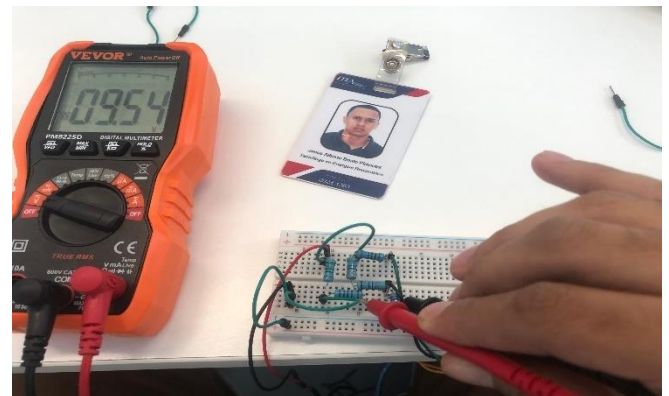


Fig. mediciones de nodo vb en el circuito físico.

Análisis del circuito por el método de superposición.

- Ahora vamos a realizar el análisis de superposición con la fuente de 12V.

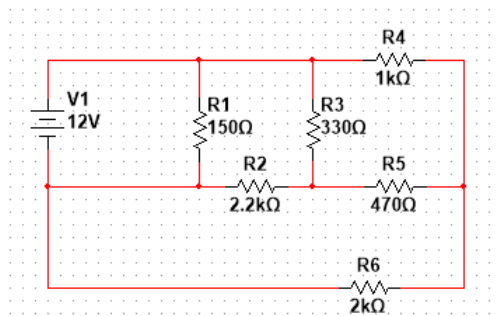


Fig. Diagrama con la fuente de 12V

Para desarrollar este circuito primero vamos a establecer las ecuaciones de malla y a operarlas:

$$150I_a - 150I_b = 12$$

$$-150I_a + 2680I_b - 470I_c - 2200I_d = 0$$

$$-470I_b + 1800I_c - 470I_d = 0$$

$$-2200I_b - 470I_c + 4670I_d = 0$$

Ya operada las mallas del circuito nos queda la siguiente matriz

150	-150	0	0	12
-150	2680	-470	-2200	0
0	-470	1800	-470	0
0	-2200	-470	4670	0

Al operar la siguiente malla obtenemos las corrientes de nuestras mallas:

$$\text{Malla "Ia"} = 0.089829256039884956476 \text{ A}$$

$$\text{Malla "Ib"} = 0.0098292560398849564774 \text{ A}$$

$$\text{Malla "Ic"} = 0.0038774950614145869895 \text{ A}$$

$$\text{Malla "Id"} = 0.0050207250463836745469 \text{ A}$$

Obteniendo la corriente de malla podemos calcular la corriente de R_5 :

$$IR_5 = I_d - I_c$$

$$IR_5 = 0.0050207250463836745469 \text{ A} - 0.0038774950614145869895 \text{ A}$$

$$IR_5 = 0.00114322 \text{ A}$$

Siguiendo el mandato de la asignación y teniendo ya la corriente que pasa por R_5 , sacaremos el voltaje de R_5 :

$$VR_5 = 0.00114322 \text{ A} \times 470$$

$$VR_5 = 0.53 \text{ V}$$

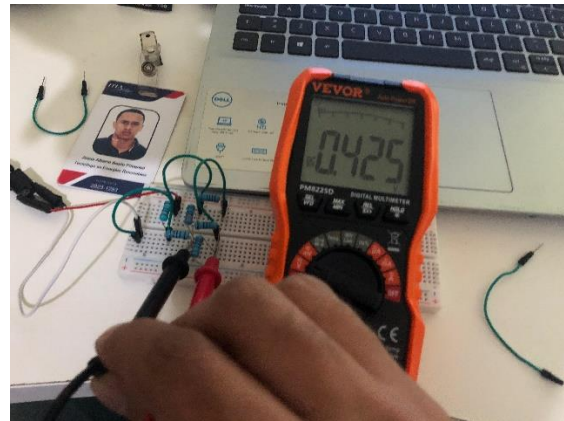


Fig. Voltaje medido en el R_5 en el circuito físico con la fuente de 12V.

con la fuente de 3V.

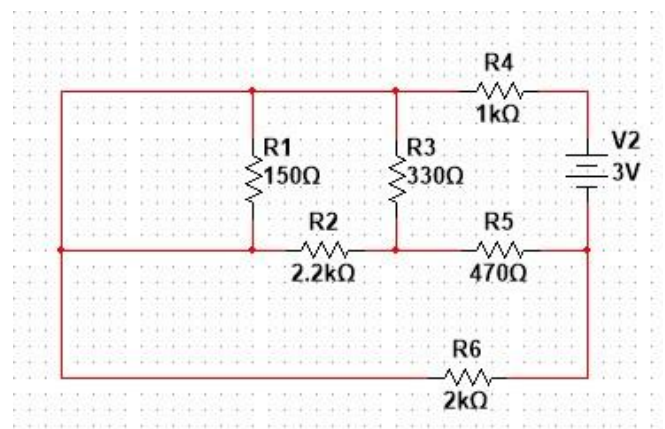


Fig. Diagrama con la fuente de 3V

Para desarrollar este circuito primero vamos a establecer las ecuaciones de malla y operarlas.

$$150I_a - 150I_b = 0$$

$$-150I_a + 2680I_b - 470I_c - 2200I_d = 0$$

$$-470I_b + 1800I_c - 470I_d = -3$$

$$-2200I_b - 470I_c + 4670I_d = 0$$

Ya operada las mallas del circuito nos queda la siguiente matriz

150	-150	0	0	0
-150	2680	-470	-2200	0
0	-470	1800	-470	-3
0	-2200	-470	4670	0

Resolviendo la matriz obtenemos la corriente de nuestras mallas.

Malla "Ia" = -0.0009693

Malla "Ib" = 0.00096937

Malla "Ic" = -0.002094

Malla "Id" = -0.000667

Obteniendo la corriente de malla podemos calcular la corriente de R₅:

$$IR_5 = Id - Ic$$

$$IR_5 = -0.000667 - (-0.002094)$$

$$IR_5 = -0.002761$$

Siguiendo el mandato de la asignación y teniendo ya la corriente que pasa por R₅, sacaremos el voltaje de R₅:

$$VR_5 = -0.002761 * 470$$

$$VR_5 = 1.1V$$

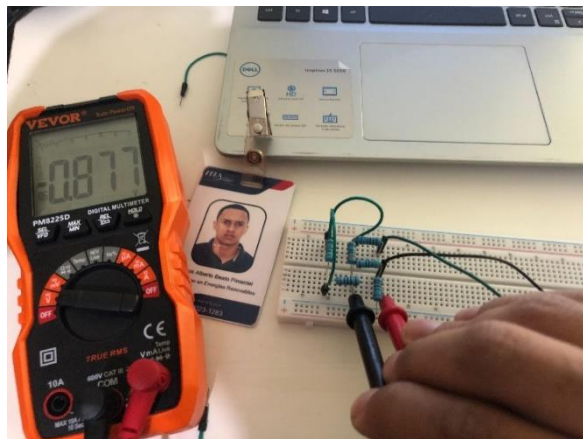


Fig. Medición de voltaje de R₅ en el circuito con la fuente de 3V

- Por último, vamos a realizar el análisis de superposición con la fuente de 5V:

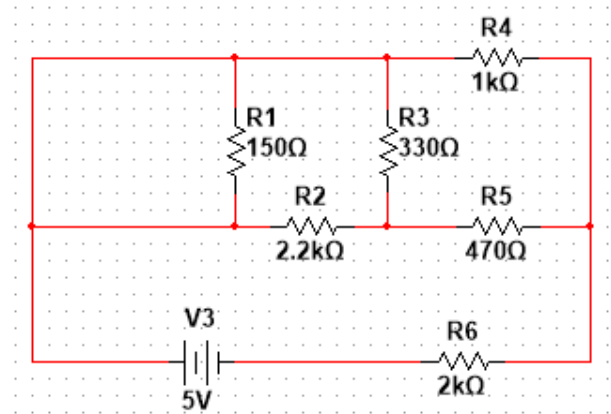


Fig. Diagrama con la fuente de 5V

Para desarrollar este circuito primero vamos a establecer las ecuaciones de malla y operarlas.

$$150I_a - 150I_b = 0$$

$$-150I_a + 2680I_b - 470I_c - 2200I_d = 0$$

$$-470I_b + 1800I_c - 470I_d = 0$$

$$-2200I_b - 470I_c + 4670I_d = 5$$

Ya operada las mallas del circuito nos queda la siguiente matriz

150	-150	0	0	0
-150	2680	-470	-2200	0
0	-470	1800	-470	0
0	-2200	-470	4670	5

Resolviendo la matriz obtenemos la corriente de nuestras mallas.

Malla "Ia" = 0.0017301534936528622413

Malla "Ib" = 0.0017301534936528622413

Malla "Ic" = 0.00091997039674225120158

Malla "Id" = 0.0017931373874876742754

Obteniendo la corriente de malla podemos calcular la corriente de R₅:

$$IR_5 = Id - Ic$$

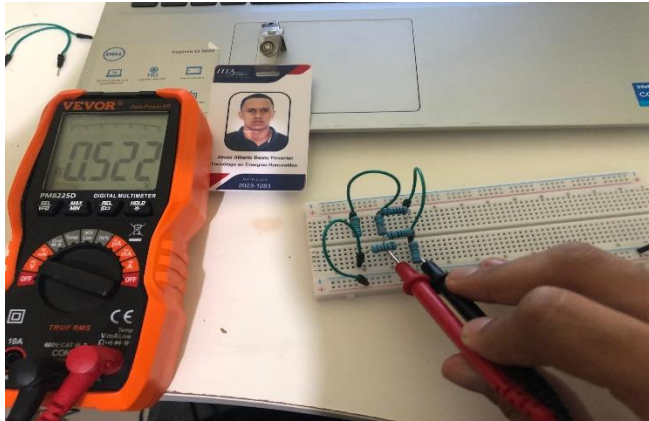
$$IR_5 = 0.0017931373874876742754 - 0.00091997039674225120158$$

$$IR_5 = 0.00087316$$

Si siguiendo el mandato de la asignación y teniendo ya la corriente que pasa por R_5 , sacaremos el voltaje de R_5 :

$$VR_5 = 0.00087316 \times 470$$

$$VR_5 = 0.41V = 410mV$$



Voltaje medido de R_5 en el circuito físico con la fuente de 5V

Tabla de comparación de voltaje de R_5 por los diferentes métodos: Malla, nodo y superposición.

Método	Voltaje de R_5 teórico	Voltaje de R_5 medido.
Malla	2.01V	2V
Nodo	2.5V	2.1V
Superposición 12	0.53V	0.425V
Superposición 3v	-1.1V	0.877V
Superposición 5v	0.41V	0.5V
Rth	470 Ω	465 Ω

Ahora vamos a Encontrar V_{th} y MTP (Máxima transferencia de potencia) si la R de Carga es R_5

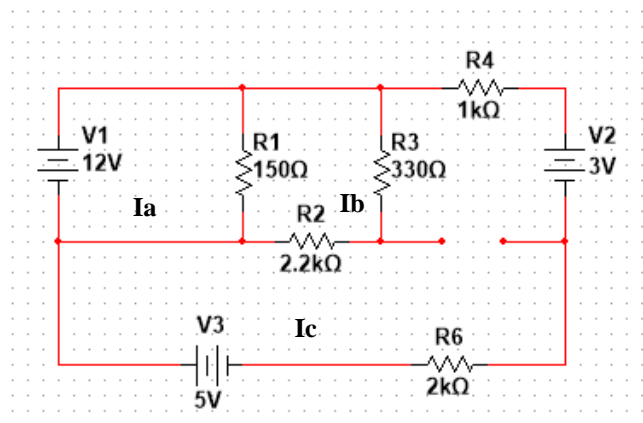


Fig. del diagrama para encontrar v_{th} y mtp .

$$150(I_a - I_b) = 12$$

$$150I_a - 150I_b = 12$$

$$150(I_b - I_a) + 2200(I_b - I_c) + 330(I_b - I_c) = 0$$

$$150I_b - 150I_a + 2200I_b - 2200I_c + 330I_b - 330I_c = 0$$

$$-150I_a + 2680I_b - 2530I_c = 0$$

$$3 + 2000I_c - 5 + 2200(I_c - I_b) + 330(I_c - I_b) + 1000I_c = 0$$

$$2000I_c + 2200I_c - 2200I_b + 330I_c - 330I_b + 1000I_c = 5 - 3$$

$$-2530I_b + 4530I_c = 2$$

Obtenemos la siguiente matriz.

$$\begin{bmatrix} 150 & -150 & 0 & 12 \\ -150 & 2680 & -2530 & 0 \\ 0 & -2530 & 4530 & 2 \end{bmatrix}$$

$$I_a = 0.091743$$

$$I_b = 0.011743$$

$$I_c = 0.007$$

$$V_{th} = VR_3 + VR_2 + V_2$$

$$VR_3 = 0.011743 \times 330 = 3.8V$$

$$VR_4 = 1.8V$$

$$V_{th} = 3.8V + 1.8V + 3V$$

$$V_{th} = 8.6V$$

Ahora calculemos P_{MAX} (Máxima transferencia de potencia).

$$P_{max} = V_{th}^2 / 4 \times R_L$$

$$P_{max} = 8.62^2 / 4 \times 470$$

$$P_{max} = 76.96 / 1880$$

$$P_{max} = 0.04093617W$$

Diseño de circuito en kidcad.

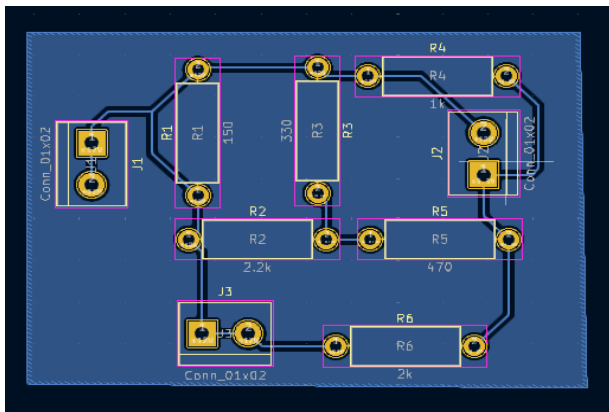


Fig. Circuito con las pistas establecidas.

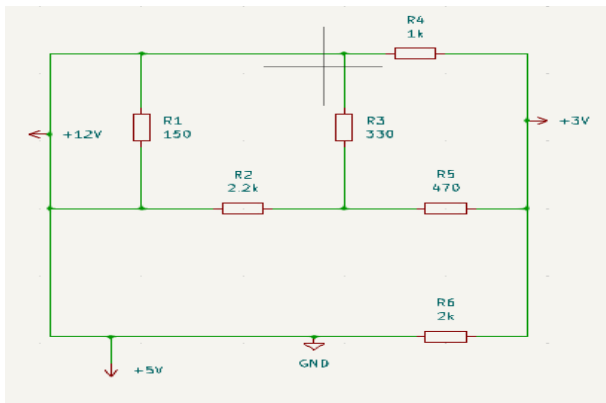


Fig. Esquema del circuito en kidcad.

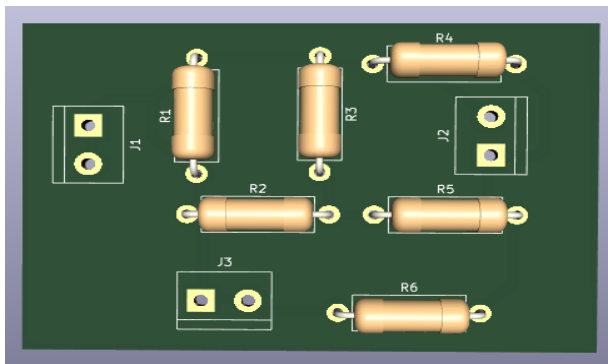


Fig. Simulación 3D del circuito en kidcad.

IV. Conclusión.

Este proyecto une la teoría con la práctica al diseñar un circuito eléctrico con tres fuentes de voltaje y su respectiva placa de circuito impreso. Utilizamos ecuaciones de superposición, de mallas y de nodos para comparar el voltaje en la resistencia R5. Durante esta experiencia, he mejorado mi comprensión de los conceptos eléctricos al calcular la corriente de las resistencias con la ley de Ohm, basándome en los valores de las mallas y superposiciones. También he realizado simulaciones en programas como

Multisim y Tinkercad para comparar los valores teóricos con los prácticos y adquiriendo nuevos conocimientos de kicad.

Referencia.

- <https:// analisisdecircuitosweb.wordpress.com/indice/teorema-de-mallas/#:~:text=El%20Teorema%20de%20Mallas%20es,que%20conformen%20a%20nuestro%20circuito.>
- <https://www.tina.com/es/superposition-theorem/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Teorema_de_superposici%C3%B3n
- <https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-dc-circuit-analysis/a/ee-node-voltage-method>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Teorema_de_Th%C3%A9venin
- <https://electricistas.cl/teorema-de-thevenin/>

