

Práctica 1: Resistencias equivalentes.

Laboratorio de electrónica general

Introducción

La Ley de Ohm es la herramienta teórica fundamental en el análisis de circuitos eléctricos y electrónicos. Fue establecida por Georg Ohm en 1827 y establece la relación proporcional entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito. A través de la Ley de Ohm, podemos determinar la relación entre la corriente y el voltaje en cualquier dispositivo electrónico.

La Ley de Ohm se aplica para predecir corrientes y voltajes en circuitos complejos. Permite seleccionar resistores apropiados, determinar potencia disipada, y es indispensable en el análisis y diseño de una amplia gama de circuitos y componentes electrónicos.

En la siguiente práctica se realizan varios experimentos con el fin de adquirir destreza en el manejo de estos componentes.

Objetivos de aprendizaje

- Comprender y aplicar los fundamentos de la resistencia eléctrica, incluyendo la medición, el código de colores, y el cálculo de resistencias equivalentes en configuraciones serie y paralelo.
- Analizar y verificar las leyes fundamentales de la electrónica, como la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff, a través de experimentos prácticos.
- Estudiar y experimentar con aplicaciones de circuitos, como los divisores de voltaje, para reforzar la comprensión teórica y práctica de los conceptos electrónicos.

Materiales

- Cables conductores ≈ 20
- 5 resistencias de $1k\Omega$
- 2 resistencias de $2k\Omega$
- 1 resistencia de $2,2k\Omega$
- 1 resistencia de $5k\Omega$
- 1 potenciómetro de $10k\Omega$

Conceptos teóricos

Con el fin de comprender las fórmulas que nos sirven para representar un conjunto de resistencias en serie y/o en paralelo, se deben hacer unas definiciones previas:

Resistencia de un material

La resistencia de un material es proporcional a su resistividad intrínseca (ρ), así como a su longitud L . A su vez, la resistencia es inversamente proporcional a su diámetro (A). La figura (1) muestra estas relaciones físicamente. La resistividad ρ es un parámetro que depende del tipo de material. En el siguiente [link](#) se puede ver una tabla con algunos valores de resistencia comunes.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (1)$$

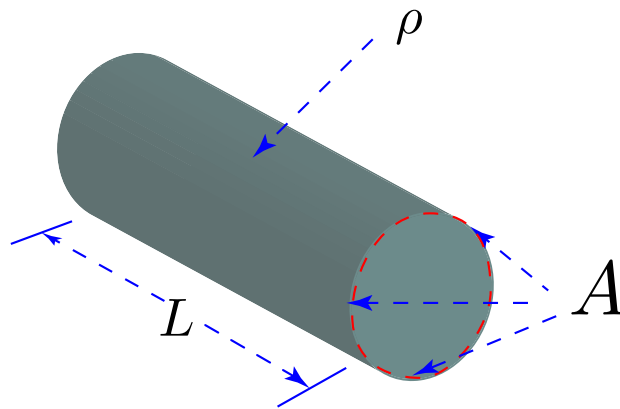


Figura 1: Magnitudes físicas asociadas a la resistencia de un material

Ley de Ohm

La ley de Ohm establece que la corriente que circula por un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del conductor. Relaciona voltaje, corriente y resistencia en un circuito eléctrico.

Es muy común utilizar un triángulo de Ohm como manera mnemotécnica para asociar las variables de la ley de Ohm, las relaciones y que se pueden observar al frente de la figura (2):

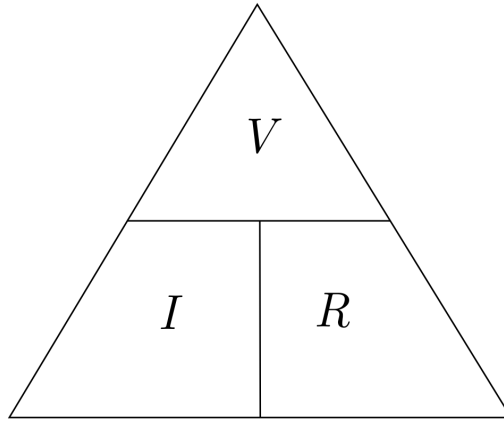


Figura 2: Triángulo mnemotécnico de la ley de Ohm

A partir de este triángulo se observa que las relaciones entre voltaje, corriente y resistencia se dan de la siguiente forma:

1. **Voltaje:**

$$V = I \cdot R \quad (2)$$

2. **Corriente:**

$$I = \frac{V}{R} \quad (3)$$

3. **Resistencia:**

$$R = \frac{V}{I} \quad (4)$$

Conductancia

La conductancia es una magnitud física que representa la facilidad que tiene un material para permitir el paso de corriente eléctrica. Se define como la inversa de la resistencia eléctrica. La conductancia (G) se define como:

$$G = \frac{1}{R} \quad (5)$$

Donde R es la resistencia eléctrica del material, medida en ohmios (Ω). La unidad de medida de la conductancia en el Sistema Internacional es el siemens (S). Representando la corriente I en función de la conductancia G , se obtiene:

$$I = \frac{V}{R} = V \cdot G \quad (6)$$

Por lo tanto, la conductancia representa la corriente que circula por un material cuando se le aplica una diferencia de potencial de 1 volt. Entre mayor sea la conductancia, mayor será la corriente para un mismo voltaje aplicado.

Definición de Nodo

Un nodo es todo punto de un circuito en donde se conectan dos o mas componentes, en la figura (3) se muestra un circuito que posee 4 nodos.

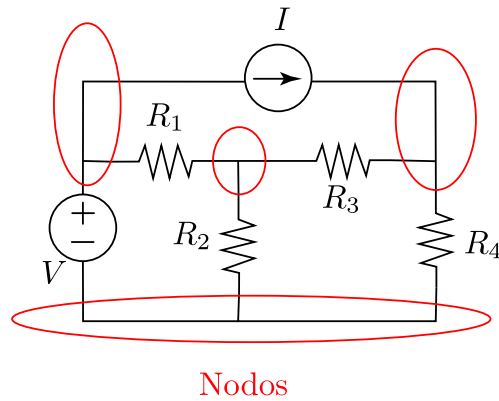


Figura 3: Ejemplo de un circuito que posee 4 nodos

Definición de Malla

Toda trayectoria cerrada en un circuito que NO encierra otras trayectorias cerradas. Siempre se asume que las corrientes de malla giran en el sentido de las manecillas del reloj, esto es para poder escalar los métodos de análisis a circuitos con muchos elementos.

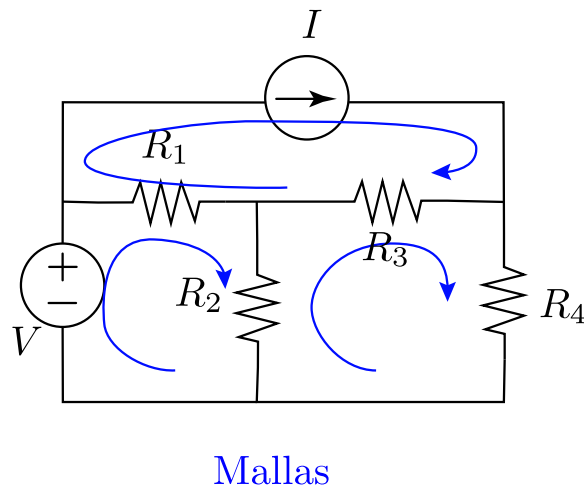


Figura 4: Ejemplo de una circuito con 3 mallas

Leyes de Kirchoff

Las leyes de Kirchoff permiten el análisis de circuitos mas complejos. Las leyes de Kirchoff son dos:

- Ley de corrientes
- Ley de voltajes

Ley de corrientes de Kirchoff

La ley de corriente de Kirchoff establece que **la sumatoria de las corrientes en un nodo es igual a cero**.

Para lograr una convención sólida, se tomará que las corrientes que salen de un nodo son positivas y las que entran son negativas. En el caso de las resistencias siempre se asumirá que la corriente sale. En la figura (5) se muestra un nodo con 4 elementos y el planteamiento de la ecuación de nodo.

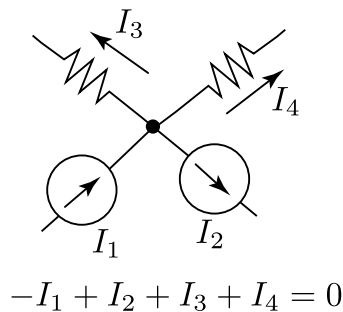


Figura 5: Ley de corrientes de Kirchhoff

Leyes de voltajes de Kirchoff

La ley de voltajes de Kirchhoff establece que **la sumatoria de voltajes en una malla es igual a cero**. Cuando la corriente de la malla pasa por un elemento desde el mas (+) hacia el (-), el voltaje del elemento se considera positivo. Si por el contrario, la corriente de la malla pasa de menos (-) a (+), el voltaje del elemento se considera negativo. En las resistencias la corriente de malla siempre va de mas (+) a menos (-). En la figura (6) se muestra una malla con 4 elementos y el planteamiento de la ecuación de la malla.

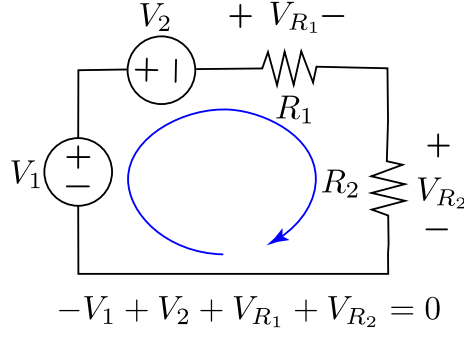


Figura 6: Ley de voltajes de Kirchhoff

Resistencias en serie

Para encontrar la ecuación que nos permita calcular la equivalencia de varias resistencias en serie, partiremos del circuito de la figura (7). En la parte *a*) del circuito se muestra una serie de n resistencias puestas en serie, en la parte *b*) se muestra un circuito equivalente donde se ha calculado la R_{eq} . Para que ambos circuitos sean equivalentes se debe mantener la misma corriente I para el

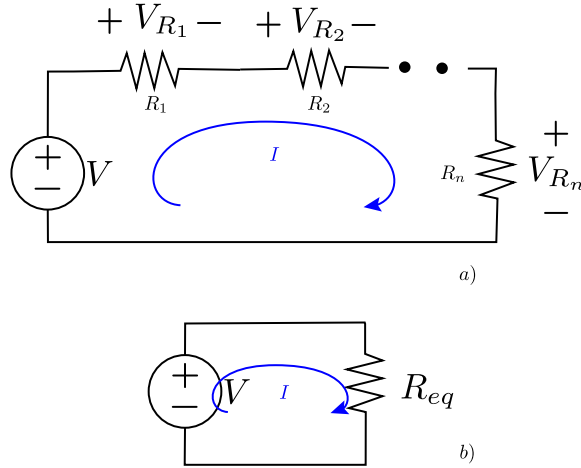


Figura 7: Circuito para las resistencias en serie

circuito *a*) aplicamos la segunda ley de Kirchhoff, para obtener

$$-V + V_{R_1} + V_{R_2} + \dots + V_{R_n} = 0 \quad (7)$$

con base en la ley de Ohm se tiene que:

$$V_{R_x} = I \cdot R_x \quad (8)$$

reemplazamos (8) en (7) y reorganizando, se tiene:

$$V = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \cdots + I \cdot R_n \quad (9)$$

Ahora planteamos la ecuación de voltajes para el circuito de la parte b), y organizamos:

$$V = I \cdot R_{eq} \quad (10)$$

igualando (10) y (9) se tendrá:

$$I \cdot R_{eq} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \cdots + I \cdot R_n \quad (11)$$

eliminando el término común I se tiene:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \cdots R_n \quad (12)$$

por lo tanto el valor equivalente de una serie de resistencias ubicadas en serie, es igual a la suma de los valores de las resistencias:

$$\boxed{R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i} \quad (13)$$

Divisores de voltaje

Existe una manera de calcular los voltajes V_{R_x} para el circuito de la figura (7) parte a). Para cualquier resistencia R_x de la malla se tiene un voltaje V_{R_x} con la relación:

$$V_{R_x} = I \cdot R_x \quad (14)$$

Con base en el circuito de la figura (7) parte b) se tiene por ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \quad (15)$$

Reemplazado (15) en (14) se tiene la fórmula para el cálculo del voltaje en cualquier resistencia de la malla:

$$\boxed{V_{R_x} = V \cdot \frac{R_x}{R_1 + R_2 + \cdots R_n} = V \cdot \frac{R_x}{R_{eq}}} \quad (16)$$

El voltaje en una resistencia R_x es igual al voltaje aplicado V multiplicado por la resistencia donde se haya el voltaje, dividido por la suma de las resistencias en la malla.

Resistencias en paralelo

Para encontrar el equivalente de las resistencias conectadas en paralelo analizaremos los circuitos de la figura (8). En la parte a) del circuito se muestra un conjunto de m resistencias conectadas en paralelo. Se debe encontrar un resistencia equivalente R_{eq} , como la mostrada en la parte b) del circuito. Aplicando la ley de corrientes de Kirchhoff en el nodo superior del circuito a), se obtiene:

$$-I + I_1 + I_2 + \cdots + I_m = 0 \quad (17)$$

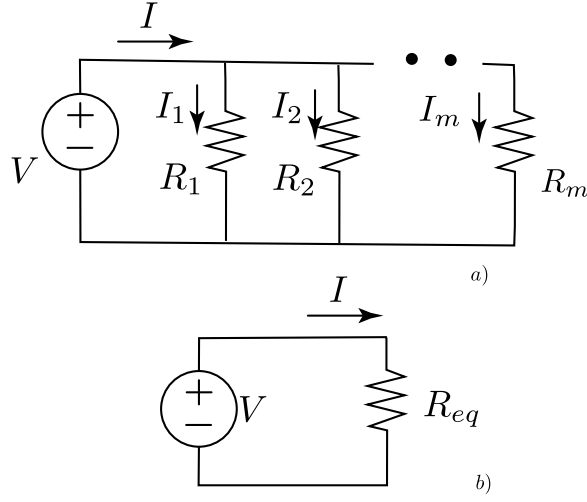


Figura 8: Circuito de resistencias en paralelo

con base en la ley de Ohm para conductancias, mostrada en la ecuación (6), se tiene que:

$$I_x = G_x \cdot V \quad (18)$$

reemplazando (18) en (17) y reorganizando la ecuación se tendrá:

$$I = G_1 \cdot V + G_2 \cdot V + \cdots G_m \cdot V \quad (19)$$

Para el circuito de la parte b) se tendrá:

$$I = G_{eq} \cdot V \quad (20)$$

ahora se igualan las ecuaciones (20) y (19) se obtiene:

$$G_{eq} \cdot V = G_1 \cdot V + G_2 \cdot V + \cdots + G_m \cdot V \quad (21)$$

eliminando el término común V a ambos lados de la ecuación (21) se llega a:

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \cdots G_m \quad (22)$$

Teniendo en cuenta que las conductancias son el inverso de la resistencia y por simple inspección de la ecuación (22), se encuentra que el inverso del valor de la resistencia equivalente es la suma de los valores inversos de las resistencias en paralelo

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^m \frac{1}{R_j}} \quad (23)$$

Divisores de corriente

Los divisores de corriente sirven para calcular de manera directa cualquier corriente sobre alguna resistencia dentro de un conjunto de resistencias conectadas en paralelo. Para calcular la corriente I_x en cualquier resistencia se parte de la ecuación (18), ahora despejamos el voltaje la ecuación (20) obteniendo:

$$V = \frac{I}{G_{eq}} \quad (24)$$

reemplazando (24) en (18) se tiene:

$$I_{R_x} = I \cdot \frac{G_x}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} = I \cdot \frac{\frac{1}{R_x}}{\frac{1}{R_{eq}}} \quad (25)$$

La corriente en una resistencia R_x es igual a la corriente aplicada I multiplicada por la conductancia $G_x = \frac{1}{R_x}$, dividido la conductancia equivalente $G_{eq} = \frac{1}{R_{eq}}$.

Procedimiento

Resistencias en serie

1. Identifique 4 resistencias de valores: $1k$, $2k$, $2.2k$ y $5.1k$, mida cada uno de sus valores utilizando el multímetro, luego realice el montaje del circuito que se muestra en la figura (9). Ahora

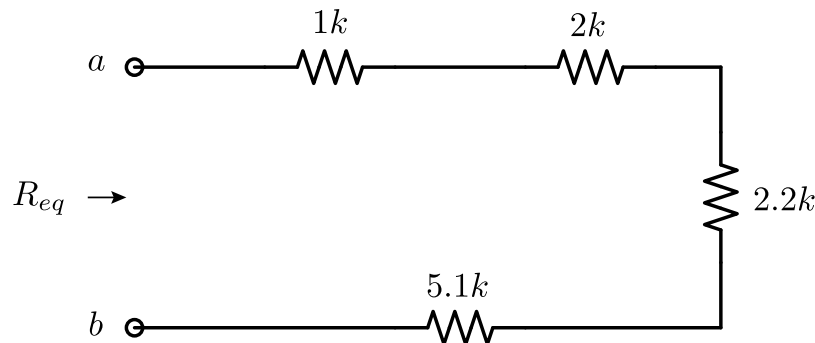


Figura 9: Resistencias en serie

mida la resistencia entre los extremos a y b . ¿Cuál es el valor de resistencia medido y porque se obtiene este resultado?, compare el anterior resultado con el obtenido de manera teórica. ¿Existe diferencia?, y si es así ¿a que se debe?

2. Realice el montaje del circuito de la figura (10) y realice la medición de los voltajes V_1 , V_2 , V_3 y V_4 , de la manera mostrada.

Calcule las corrientes I_1 , I_2 , I_3 e I_4 utilizando la ley de Ohm. ¿Comparando las corrientes entre ellas, existe alguna similitud?, y si es así ¿a que se debe?. ¿Comparando los voltajes entre sí, existe alguna diferencia?, y si es así, ¿a que se debe?

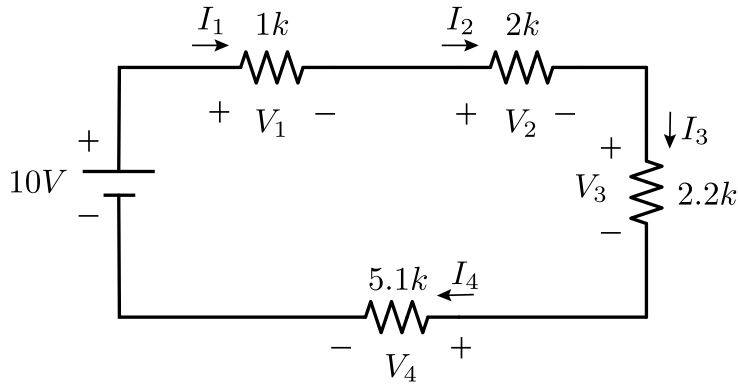


Figura 10: Medición de los voltajes en las resistencias

Resistencias en paralelo

1. Identifique 3 resistencias de $1k$, $2k$ y $2.2k$, y mida su resistencia con el multímetro. Ahora realice el montaje que se muestra en la figura (11). Ahora mida la resistencia entre los puntos a y b .

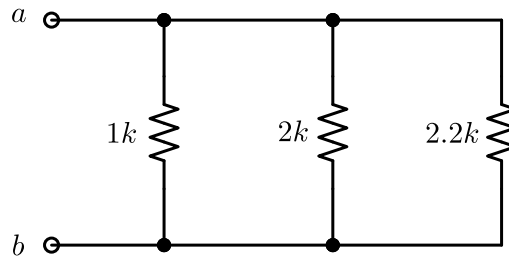


Figura 11: Resistencias en paralelo

¿Cuál es el valor de la resistencia medido y porqué se obtiene este resultado?, compare el resultado con el obtenido de manera teórica. ¿Existe alguna diferencia?, y si es así ¿a que se debe?.

2. Monte el circuito que se muestra en la figura (12). Ahora mida los voltajes V_1 , V_2 y V_3 . Calcule las corrientes I_1 , I_2 e I_3 . ¿Comparando las corrientes entre ellas, existe alguna similitud?, y si es así ¿a que se debe?. ¿Comparando los voltajes entre sí, existe alguna diferencia?, y si es así, ¿a que se debe?

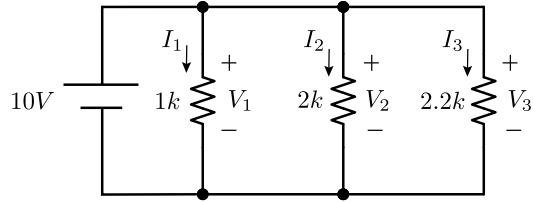


Figura 12: Medición de voltajes y corrientes en paralelo

Resistencias mixtas

Identifique y mida 5 resistencias de $1k$ y 2 de $2k$, y a continuación implemente el circuito que se muestra en la figura (13). Realice la medición de la resistencia equivalente entre los terminales a y b , y compárela con el obtenido teóricamente. ¿Existe alguna diferencia en este valor?, y si es así, ¿a que se debe?.

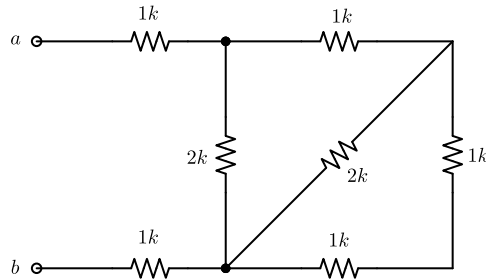


Figura 13: Circuito con resistencias mixtas

Divisor de voltaje

Identifique el potenciómetro que se va a utilizar en la práctica y cuyas patillas se denominan a , b y c , ver figura (14). El valor nominal de trimmer se mide entre los terminales a y b (R_{ab}). Los valores de resistencia entre el terminal central c y cada uno de los extremos a y b , siguen la relación: $R_{ab} = R_{ac} + R_{cb}$.

Implemente el circuito que se muestra en la figura (15), y mueva el cursor (tornillo), hasta que el voltaje medido entre el terminal c y la tierra (V_1) sea igual a $4V$. Desconecte la fuente de voltaje y utilizando el multímetro determine las resistencias R_{ac} y R_{cb} . ¿Porqué el voltaje V_1 es igual a $4V$ cuando se tienen estos valores?. Repita el experimento para los siguientes voltajes: $2V$, $5V$, $6V$ y encuentre una fórmula matemática que relacione el voltaje V_1 con los valores de la fuente ($10V$), R_{ac} y R_{cb} . ¿Existe alguna manera de expresar matemáticamente esta relación?, ¿Se puede afirmar que

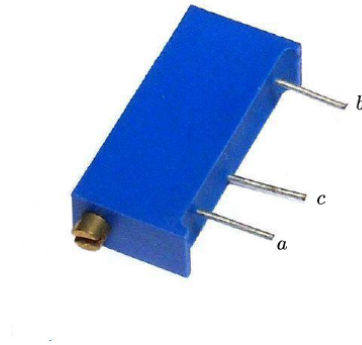


Figura 14: Resistencia variable tipo potenciómetro

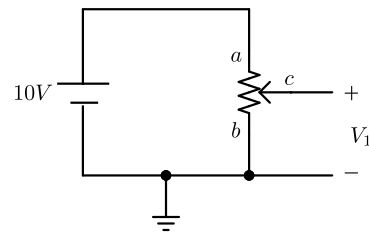


Figura 15: Divisor de voltaje utilizando un trimmer

acá existe un divisor de voltaje?, concluya.

Conclusiones

Realice las conclusiones de su trabajo con base en los resultados obtenidos.