

CAPÍTULO 3

LEY DE OHM Y CIRCUITOS CON CORRIENTE CONTINUA

3.1 OBJETIVO

- Verificación de la ley de Ohm.
- Aprender a utilizar los instrumentos de medición eléctrica, como son el voltímetro y el amperímetro.
- Estudiar los arreglos de resistencias en serie y en paralelo.

3.2 INTRODUCCIÓN TEÓRICA

La corriente eléctrica es el flujo de cargas eléctricas por unidad de tiempo. En un conductor sólido son los electrones los que transportan la carga. En los fluidos, el flujo de carga eléctrica puede deberse tanto a los electrones como a los iones positivos y negativos. La cantidad de corriente que fluye por un circuito depende del voltaje suministrado por la fuente, pero además depende de la resistencia que opone el conductor al flujo de carga, es decir, la resistencia eléctrica [1,2]. La resistencia R de un conductor es proporcional a su longitud l e inversamente proporcional al área de su sección transversal S :

$$R = \rho l/S \quad (3.1)$$

La constante de proporcionalidad ρ se denomina *resistividad* del material, que depende del material de que está fabricado el conductor y de la temperatura (de aquí se deduce que R también depende de la temperatura). A la inversa de la resistividad se denomina *conductividad*, σ :

$$\sigma = 1/\rho \quad (3.2)$$

Ohm realizó experiencias sobre la capacidad de los metales para conducir electricidad. En 1826 presentó sus resultados resumidos en una ley, conocida como **ley de Ohm**, que expresa que la corriente que fluye a través de un conductor metálico a temperatura constante es proporcional a la diferencia de potencial que se halla aplicada a los extremos del conductor, es decir, cuando, por ejemplo, se duplica o se triplica la diferencia de potencial, se duplica o se triplica la corriente, respectivamente. Dicho de otro modo, cuando una corriente eléctrica atraviesa un conductor, crea en éste una diferencia de potencial directamente proporcional a esa corriente. La constante de proporcionalidad entre el voltaje y la corriente es la resistencia eléctrica R . La mayor o menor resistencia de un conductor es la mayor o menor dificultad que opone este al paso de la corriente eléctrica. Así tendremos buenos y malos conductores de la corriente en función de que tengan baja o alta resistencia, respectivamente.

Obviamente, los aislantes tendrán una resistencia altísima [2]. Si se representa la resistencia del conductor con el símbolo R , la diferencia de potencial en los extremos del conductor se representará con V , y la corriente que circula por él con I , la ley de Ohm puede formularse como:

$$V = IR \quad (3.3)$$

La unidad de resistencia eléctrica es el ohm, simbolizado por la letra griega Ω (omega). La diferencia de potencial que existe entre los extremos del conductor surge de la fuerza electromotriz de la fuente de electricidad. Si una corriente pequeña fluye en el conductor, entonces éste debe oponer una gran resistencia al paso de la corriente. Y análogamente, una resistencia pequeña permite una corriente grande para una misma diferencia de potencial. Los materiales que verifican la ley de Ohm, es decir, aquellos en donde la intensidad es proporcional a la diferencia de potencial entre sus extremos, se denominan materiales *óhmicos*. Aquellos en los que la intensidad de corriente eléctrica no depende linealmente de la diferencia de potencial entre sus extremos se llaman materiales *no óhmicos*.

“Las resistencias básicas se pueden encontrar construidas de carbón y un compuesto metálico denominado NICRÓM, que es la mezcla de NIQUEL y CROMO.

3.3. CONEXIONES ENTRE RESISTENCIAS

3.3.1. Arreglo de resistencias en serie

Cuando se tiene un arreglo de resistencias en serie como el que se muestra en la figura 3.1, la resistencia equivalente entre los puntos A y B (R_{serie}) será:

$$R_{\text{serie}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (3.5)$$

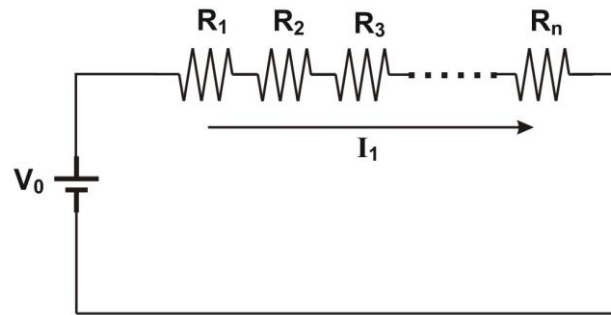


Figura 3.1. Arreglo de resistencias conectadas en serie.

En este caso la corriente eléctrica que circula por cada resistencia es la misma, y se cumple:

$$V_0 = I * (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \quad (3.6)$$

3.3.2. Arreglo de resistencias en paralelo

Cuando se tiene un arreglo de resistencias en paralelo como el que se muestra en la figura 3.2, la resistencia equivalente entre los puntos C y D (R_{paralelo}) será:

$$R_{\text{paralelo}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)^{-1} \quad (3.7)$$

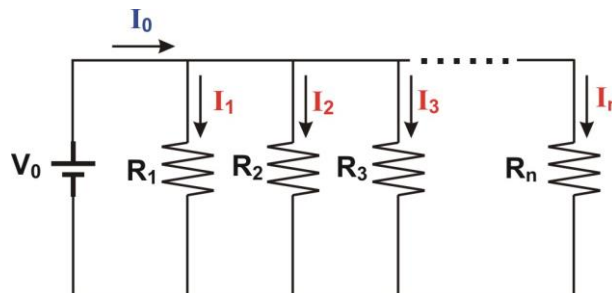


Figura 3.2. Arreglo de resistencias conectadas en paralelo.

En este caso la corriente eléctrica I_0 suministrada por la fuente (V_0), es repartida inversamente proporcional al valor resistivo de cada resistencia. Y se cumple:

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (3.8)$$

$$V_0 = V_{R_1} = V_{R_2} = V_{R_3} = \dots = V_{R_n} \quad (3.9)$$

$$V_{R_i} = I_i * R_i \quad (3.10)$$

3.4. MATERIALES

- Fuente de poder de corriente continua regulada EXTECH
- Dos multímetros digital YF-3503
- Caja de resistencias (Década resistiva) METRIX: **x10** (0,250 A), **x100** (0,075 A) y **x1000** (0,025 A) ohmios
- Seis cables con conectores tipo bananas
- Un conector tipo cocodrilo

3.5. PROCEDIMIENTO

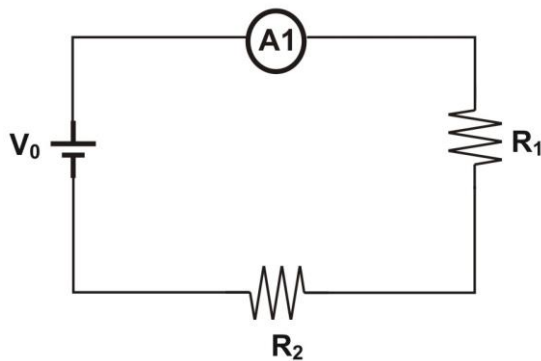
TRABAJO SUGERIDO ANTES DE INGRESAR AL LABORATORIO

Observación: Este trabajo no tiene calificación alguna, pero se recomienda realizarlo como entrenamiento para las pruebas de laboratorio (durante la sesión respectiva).

I. En el siguiente circuito en serie, se tiene que:

R_1 puede tomar los siguientes valores: 40 Ω , 50 Ω , ..., 100 Ω (múltiplos de 10).

R_2 puede tomar los siguientes valores: 200 Ω , 300 Ω , ..., 1000 Ω (múltiplos de 100).



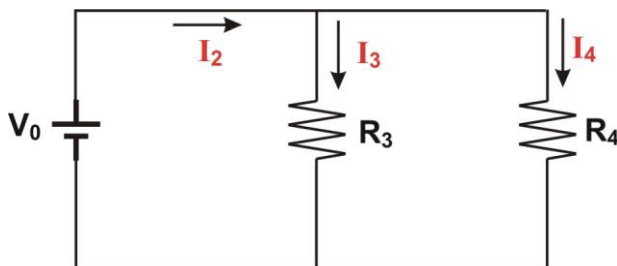
a. Elija valores para R_1 y R_2 . Luego determine la resistencia equivalente para el arreglo de resistencias en serie.

b. Usando los valores de la **parte a** y asumiendo que la corriente que mide el amperímetro es $A_1 = 15,0$ mA, determine el valor de V_0 .

II. En el siguiente circuito en paralelo, se tiene que:

R_3 puede tomar los siguientes valores: 300 Ω , 400 Ω , ..., 600 Ω (múltiplos de 100).

R_4 puede tomar los siguientes valores: 1000 Ω , ..., 5000 Ω (múltiplos de 1000).



a. Elija valores para R_3 y R_4 . Luego determine la resistencia equivalente para el arreglo de resistencias en paralelo.

b. Usando los valores de la **parte a** y asumiendo que la corriente que pasa por R_3 es $I_3 = 20,0$ mA, determine los valores de I_2 , I_4 y V_0 .

III. Plantea una o dos hipótesis de acuerdo a la teoría y al procedimiento experimental descrito en esta guía de laboratorio.

SU JP LE INSTRUIRÁ SOBRE EL MANEJO DEL MULTÍMETRO EN FUNCIÓN AMPERÍMETRO Y OHMÍMETRO

3.5.1 COMPORTAMIENTO ÓHMICO

A. RESISTENCIA CONSTANTE

1. Ubique la fuente de alimentación y gire la perilla reguladora de voltaje en sentido antihorario (girar suavemente hasta que llegue a su tope). De tal forma que el voltaje inicial de la fuente de alimentación sea CERO voltios.
2. Arme el circuito eléctrico mostrado en la figura 3.3, donde el amperímetro está conectado en serie con la resistencia $R_1=300\ \Omega$ (referencial) (**usar la década X100**).

¡POR NINGÚN MOTIVO CONECTE EL AMPERÍMETRO DIRECTAMENTE A LA FUENTE!!

LA ESCALA DEL AMPERÍMETRO DEBE ESTAR EN 200 mA

3. Conecte el otro multímetro en modo “voltímetro” a la década resistiva (en paralelo), para registrar su voltaje.
4. Luego de que su JP haya dado el visto bueno de las conexiones del circuito eléctrico que usted armó, presione el interruptor para encender la fuente de alimentación.
5. Varíe el voltaje de la fuente poder hasta que la lectura del voltímetro sea 3 V aprox. Luego registre los valores de voltaje (lectura del voltímetro) y la intensidad de corriente (lectura del amperímetro).
6. Repita el paso 5 para los siguientes voltajes en la década resistiva: 4 V, 5 V, 6 V, 7 V (referenciales).
7. Luego de anotar sus datos, apague la fuente de alimentación, y de los multímetros.
8. Con los datos registrados realice una gráfica voltaje versus intensidad de corriente, y determine el valor de la resistencia de dicho gráfico.

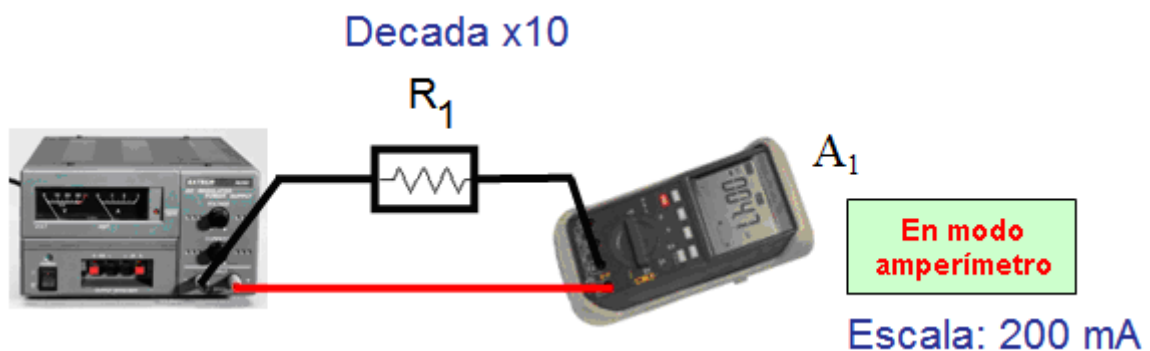


Figura 3.3. Esquema de conexión de los elementos del arreglo de resistencias en serie.

B. VOLTAJE CONSTANTE

9. Encienda la fuente poder utilizando el mismo circuito de la PARTE A, donde el voltaje de la década es 7 V y el valor de su resistencia inicial es $300\ \Omega$, anote el valor de la intensidad de corriente en su hoja de resultados.
10. Varíe el valor de la resistencia de la década resistiva a $400\ \Omega$, y anote el valor de la intensidad de corriente en su hoja de resultados. Repita este procedimiento para los siguientes valores de resistencia: $500\ \Omega$, $600\ \Omega$, y $700\ \Omega$.

11. Luego de anotar sus datos, apague la fuente de alimentación, y los dos multímetros.
12. Con los datos registrados realice una gráfica resistencia versus intensidad de corriente, y determine el valor del voltaje de la resistencia usando dicho gráfico.

3.5.2 ARREGLO DE RESISTENCIAS EN SERIE

13. Ubique la fuente de alimentación y gire la perilla reguladora de voltaje en sentido antihorario (girar suavemente hasta que llegue a su tope). De tal forma que el voltaje inicial de la fuente de alimentación sea CERO voltios.
14. Arme el circuito eléctrico mostrado en la figura 3.4, donde el amperímetro está conectado en serie con las resistencias R_1 y R_2 . Los valores de **resistencia R_1 (década X10) y R_2 (década x100) serán indicados por su JP.**

¡POR NINGÚN MOTIVO CONECTE EL AMPERÍMETRO DIRECTAMENTE A LA FUENTE!!!

LA ESCALA DEL AMPERÍMETRO DEBE ESTAR EN 200 mA

15. Luego de que su JP haya dado el visto bueno de las conexiones del circuito eléctrico que usted armó, presione el interruptor para encender la fuente de alimentación.
16. Varíe el voltaje de la fuente poder hasta que la intensidad de corriente que indique en el amperímetro sea de 20 mA aproximadamente.
17. Conectando los terminales del voltímetro en paralelo con cada elemento (**CONSULTAR A SU JP**), mida los voltajes entre los bornes de las resistencias, la fuente y el amperímetro, y anótelos en su hoja de resultados.
18. Luego de anotar sus datos, apague la fuente de alimentación, los multímetros y desconecte los cables conectores.
19. Sume las caídas de potencial de todos los elementos del circuito y anótelos en su hoja de resultados. Luego comente sobre este resultado obtenido.

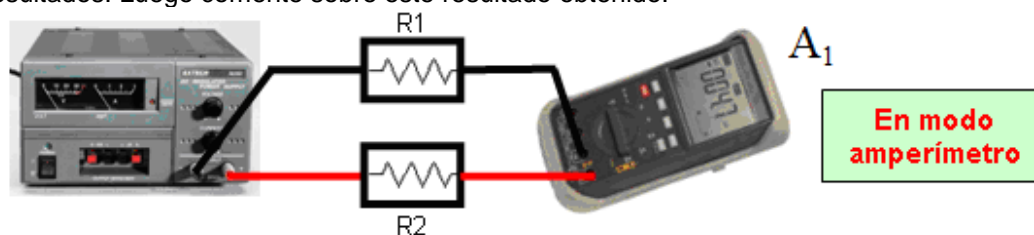


Figura 3.4. Esquema de conexión de los elementos del arreglo de resistencias en serie.

3.5.3 ARREGLO DE RESISTENCIAS EN PARALELO (DEMOSTRATIVO)

20. Repita los pasos del 13 al 15 para armar el arreglo de resistencias en paralelo que se muestra en la figura 3.5.

PARA ESTE ARREGLO DE RESISTENCIAS USAR LAS DÉCADAS x100 y x1000. Los valores de R_3 pueden estar entre 300Ω y 1000Ω , mientras los valores de R_4 entre 1000Ω y 5000Ω .

21. Varíe el voltaje de la fuente de alimentación hasta que la intensidad de corriente A_3 (ver figura 4.4) que indique en el amperímetro sea de 20 mA aproximadamente.

22. Conectando los terminales del voltímetro en paralelo con cada elemento, mida los voltajes entre los bornes de las resistencias, la fuente, y anótelos en su hoja de resultados. Asimismo, anote los valores de intensidad de corriente indicados en A_2 , A_3 y A_4 .
23. Luego de anotar sus datos, apague la fuente de alimentación, los multímetros y desconecte los cables conectores.

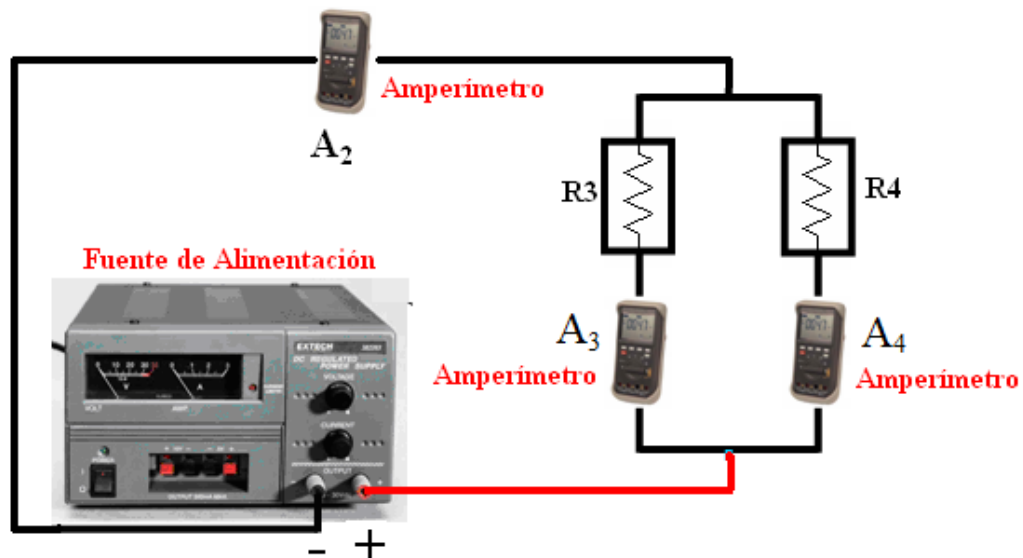


Figura 3.5. Esquema de conexión de los elementos del arreglo de resistencias en paralelo.

REFERENCIAS

- 1) P. G. Hewitt, *Física conceptual*, Addison Wesley–Longman, segunda edición, 1998.
- 2) L. E. Folivi y A. Godman, *Física*, Voluntad–Longman, segunda edición, 1977.
- 3) <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>