



:: OBJETIVOS [2.1]

- Comprobar experimentalmente la ley de Ohm.
- Analizar las diferencias existentes entre elementos lineales (óhmicos) y no lineales (no óhmicos).
- Aplicar técnicas de análisis gráfico y ajuste de curvas a los datos obtenidos en el laboratorio.
- Expresar correctamente la incertidumbre en medidas eléctricas.

A través de esta práctica experimental, el estudiante podrá verificar la ley de Ohm, identificará y diferenciará comportamientos lineales y no lineales que presentan elementos de circuitos eléctricos y además aplicará técnicas de análisis sobre datos experimentales, discutidas en el laboratorio de física I.

:: PREINFORME [2.2]

- Consulte y explique los conceptos de energía potencial gravitacional; energía potencial eléctrica, y explicar su analogía .
- Explique ¿que es? potencial gravitacional; potencial eléctrico y discutir la analogía asociada a estos conceptos físicos.
- Expresar el concepto de resistencia eléctrica (R) como función de la longitud (L), el diámetro (ϕ) del conductor e igualmente como función de la resistividad del material (ρ) de que está construida.

:: EQUIPOS Y MATERIALES [2.3]

- Reóstatos 100Ω ó 330Ω .
- Multímetro digital Fluke o Hi- Tech.
- Multímetro análogo Leybold.
- Fuente de alimentación de corriente directa DC variable Phywe.
- 10 conductores.

:: MARCO TEÓRICO [2.4]

La ley de Ohm [2.4.1]:.

La ley de Ohm establece que, a una temperatura dada, existe una proporcionalidad directa entre la diferencia de potencial V aplicada entre los extremos de una resistencia R y la intensidad de corriente I que circula por dicho conductor. La relación matemática que expresa la ley de Ohm, fue descubierta y demostrada por el físico alemán Georg Simon Ohm en 1827 y la podemos escribir como:

$$V = I \times R \tag{2.1}$$

Donde R representa la resistencia del conductor, que se mide en ohm Ω , siempre que la diferencia de potencial V se mida en volt y la corriente I en ampere A .

La ley de Ohm no es una propiedad general de la materia, ya que no todas las sustancias y dispositivos la obedecen. Una sustancia que se comporta de acuerdo con la ley de Ohm, recibe el nombre de “conductor óhmico” o “conductor lineal”; en caso contrario, el conductor se denomina “no lineal”.

Mediante el montaje del circuito de la figura 2.1 se puede verificar si es lineal o no la resistencia R en dicho circuito.

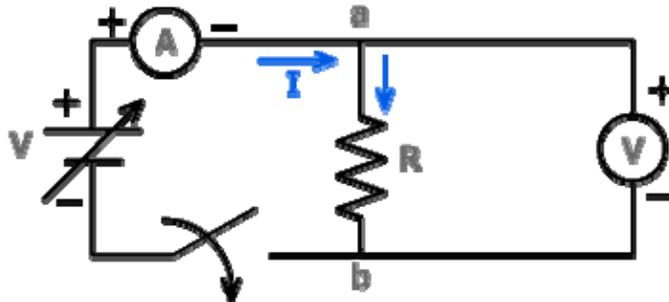


Figura 2.1

Cálculo de la incertidumbre total de una variable eléctrica [2.4.2]:.

El Cálculo diferencial ofrece una simplificación considerable para calcular la incertidumbre δz para una función Z de varias variables.

Por ejemplo Si $Z = f(x,y)$ (2.2)

Se tendrá entonces que para calcular la incertidumbre $\delta z \equiv \Delta z$, se toma como apropiada la diferencial exacta (diferencial total).

$$\text{Así} \quad dz = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy \quad (2.3)$$

Se toma esta diferencial exacta y se trata por diferencias finitas δz , que se pueden calcular a partir de las incertidumbres δx y δy , así:

$$\delta z = \frac{\partial f}{\partial x} \delta x + \frac{\partial f}{\partial y} \delta y \quad (2.4. a)$$

O su forma equivalente:

$$\Delta z = \frac{\partial f}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y} \Delta y \quad (2.4. b)$$

$$\text{donde: } \delta z \equiv \Delta z \quad ; \quad \delta x \equiv \Delta x \quad ; \quad \delta y \equiv \Delta y \quad (2.4. c)$$

La aplicación de esta metodología se visualiza mejor a través del siguiente caso.

Ejemplo: 2.1

La diferencia de potencial a través de una resistencia es $V = (9,7 \pm 0,1)$ volt y la intensidad de corriente es $I = (1,2 \pm 0,1)$ ampere, el valor de la resistencia según la ley de Ohm al aplicar la ecuación (2.1) será:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{es decir } R = 8,08 \, \Omega$$

¿Cómo se calcula la incertidumbre absoluta del valor de la resistencia?.

Solución:

Sobre la ecuación (2.1) se aplica la ecuación (2.4.a), para evaluar las derivadas parciales de la función $R(V, I)$.

$$\text{Así} \quad R = \frac{V}{I} \Rightarrow \delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial V} \right| \delta V + \left| \frac{\partial R}{\partial I} \right| \delta I$$

Resultado después de calcular las derivadas y aplicando (2.4.c).

$$\text{Se tiene:} \quad \Delta R = \left(\frac{1}{I} \right) \Delta V + \left(\frac{V}{I^2} \right) \Delta I$$

En esta ecuación se reemplazan los valores pertinentes que proporcionan el resultado: $\Delta R = 0,75 \, \Omega$.

Y aplicando la técnica de redondeo de datos experimentales $R = 8,08\Omega \sim 8,1\Omega$
 $\Delta R = 0,75\Omega \sim 0,8\Omega$

Ahora con la anterior información, finalmente se declara el resultado de la medida y su respectiva incertidumbre absoluta ΔR así:

Valor de Resistencia = $R \pm \Delta R$
 $= (8,1 \pm 0,8) \Omega.$

Nota: Otra forma alterna de expresar la incertidumbre absoluta para una función de varias variables viene dada.

Por la expresión:

$$\frac{\delta R}{R} = \frac{\delta V}{V} + \frac{\delta I}{I} \quad \text{o en} \quad (2.5.a)$$

Forma equivalente $\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \quad (2.5.b)$

:: PROCEDIMIENTO [2.5]

Estudio de elementos óhmicos [2.5.1]:.

Para instalar el circuito de la figura 2.2:

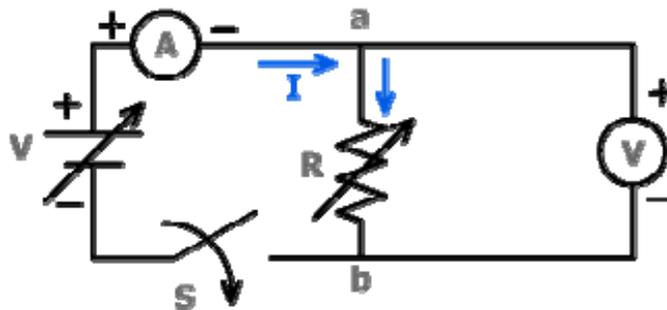


Figura 2.2

- a. Seleccione un reóstato de 100Ω ó 300Ω de valor nominal de resistencia y luego médala con el óhmetro Fluke y consigne su valor, en la parte superior externa de la tabla 2.1.
- b. En el circuito de la figura 2.2 **asegúrese de la correcta conexión de los equipos de medida considerando su polaridad y la escala adecuada de trabajo.**
- c. **Cuando encienda la fuente inicialmente, este seguro de que marca el valor mínimo**, luego desde su dial aumente la tensión de volt en volt a partir de 1,0 volt o un valor cercano (controle la correcta ejecución de este paso anotando las lecturas correspondientes del voltímetro), hasta llegar a 10,0 volt y luego en forma descendente, desde 9,5 volt disminuya hasta regresar a cero volt. Tome también las lecturas respectivas en el amperímetro y consigne los datos en la tabla 2.1.

Amperímetro $I_m =$ _____

Escalas:

Voltímetro $V_m =$ _____

$R =$ _____ Ω valor medido (Fluke)

V(V)	I(A)	V(V)	I(A)
1,		9,5	
2,		8,5	
3,		7,5	
4,		6,5	
5,		5,5	
6,		4,5	
7,		3,5	
8,		2,5	
9,		1,5	
10,		0,	

Tabla 2.1



No invierta demasiado tiempo ajustando la fuente de alimentación hasta que le proporcione exactamente 1,0 volt puede emplear valores cercanos y completar la tabla con las cantidades respectivas.



El reóstato de 100Ω ó 330Ω instalado entre los terminales *a* y *b*, según la figura 2.2, debe medirse con el óhmetro profesional y luego conectarse entre los bornes fijos.

Estudio de un elemento óhmico como variación de la figura 2.2.

En el circuito de la figura 2.2 instale la siguiente variación: el reóstato situado entre los puntos *a* y *b*, debe ser conectado entre los terminales variables y el cursor en una posición intermedia, mida el nuevo valor de *R* con el óhmetro y repita el procedimiento descrito en el numeral [2.5.1] literal c y llene la tabla 2.2.

Amperímetro $I_m = \underline{\hspace{2cm}}$

Escalas:

Voltímetro $V_m = \underline{\hspace{2cm}}$

$R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ valor medido (Fluke)

V(V)	I(A)	V(V)	I(A)
1,		9,5	
2,		8,5	
3,		7,5	
4,		6,5	
5,		5,5	
6,		4,5	
7,		3,5	
8,		2,5	
9,		1,5	
10,		0,	

Tabla 2.2

Estudio de un elemento no óhmico [2.5.2]:.

- a. Instale el circuito de la figura 2.3.

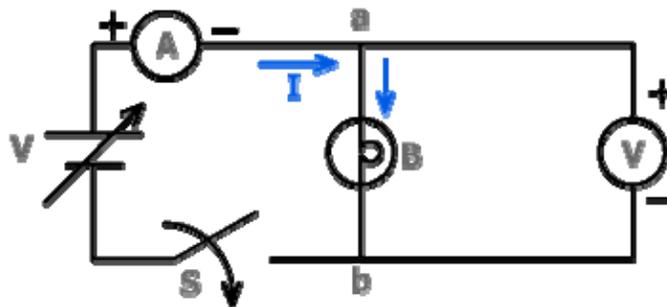


Figura 2.3

El elemento conectado ahora entre los puntos *a* y *b*, es un bombillo *B* que tiene unas especificaciones suministradas por el fabricante las cuales NO DEBEN SER SOBREPASADAS.

b. Mida la resistencia de la lámpara antes de insertarla en el circuito.



Cambiar la escala del amperímetro a una de mayor valor para su protección.

c. Repita el procedimiento del numeral [2.5.1] literal c y llene la tabla 2.3.

Amperímetro $I_m = \underline{\hspace{2cm}}$

Escalas:

Voltímetro $V_m = \underline{\hspace{2cm}}$

$R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ valor medido (Fluke) sin instalar

V(V)	I(A)	V(V)	I(A)
1,		9,5	
2,		8,5	
3,		7,5	
4,		6,5	
5,		5,5	
6,		4,5	
7,		3,5	
8,		2,5	
9,		1,5	
10,		0,	

Tabla 2.3

:: ANÁLISIS Y GRÁFICOS [2.6]

- a. Utilice papel milimetrado para elaborar las gráficas para cada una de las tres tablas de datos.
- b. En los gráficos donde obtenga una recta, calcule su pendiente y determine la ordenada al origen; dé el significado correspondiente a cada una de estas cantidades, sus unidades y escriba una ecuación que relacione las variables *V* e *I*.
- c. Con los datos de las tablas 2.1 y 2.2 aplique mínimos cuadrados para construir las ecuaciones respectivas de *V* e *I*. Analice la situación.

- d. Con los datos de la tabla 2.3 realice una regresión no lineal para establecer la relación entre V e I ; e intente explicar la relación encontrada.
- e. Exprese la medida de la resistencia empleada en su práctica de laboratorio en los numerales [2.5.1] y [2.5.2] con su correspondiente incertidumbre. Considere solo dos medidas diferentes y emplee alguno de los métodos estudiados en la guía como el ejemplo 2.1, ó la ecuación 2.4.b discuta sus resultados.

:: PREGUNTAS [2.7]

- a. ¿Qué gráficas obtuvo a partir de los datos consignados en las tablas 2.1 y 2.2? Explique.
- b. ¿Cómo es el comportamiento de las resistencias usadas en los numerales [2.5.1] y [2.5.2] del procedimiento? Discútalos.
- c. ¿Qué curva obtuvo a partir de la tabla 2.3? ¿Qué relación existe entre V e I ? Cómo es el comportamiento del bombillo en el numeral [2.5.3]. ¿Podrá concluir qué es lineal? Explique por qué?
- d. Para una resistencia dada; discutir las diferencias entre valores: nominales, reales y los calculados.
- e. Existen resistencias de valor cero o negativas, justifique su respuesta.
- f. Consultar ¿Qué es un conductor, un semiconductor y un superconductor?