

### **Práctica 3: CORRIENTE, RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA**

Presentado por:

Mariana Escobar (201710011113)

Cristobal Trujillo (201727515013)

Juan S. Cárdenas (201710008101)

David Plazas (201710005101)

Materia:

Física II (DF0239)

Profesor:

Msc. Alejandro Madrid Sánchez

Universidad EAFIT  
Medellín, Colombia  
Febrero 14, 2018

## 1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica experimentamos con diferentes partes y tipos de circuitos, vimos cómo variaciones de éstas afectan la densidad de carga y el potencial eléctrico. Principalmente evidenciamos dos relaciones: cómo afecta el circuito una mayor resistencia manteniendo la longitud constante a diferentes voltajes; y cómo cambian las resistencias a medida que se altera la longitud.

## 2. OBJETIVOS

- Familiarizarse con los conceptos de corriente, densidad de corriente, resistencia y Ley de Ohm.
- Encontrar los factores que determinan la resistencia y resistividad de un material conductor y como está relacionada con la resistividad.

## 3. MARCO TEÓRICO

La gran mayoría de aplicaciones tecnológicas de cargas en movimiento implican corrientes eléctricas en los materiales conductores. Una corriente eléctrica es todo movimiento de carga de una región a otra. La corriente se define como la carga neta que fluye a través de un área por unidad de tiempo. De esta forma, si una carga neta  $Q$  fluye a través de un área en un tiempo  $t$ , la corriente  $I$  está dada por:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

La unidad del SI para la corriente es el ampere (A), que se define como un coulomb por segundo.

Otro concepto importante a considerar es la corriente por unidad de área de la sección transversal del conductor, denominada densidad de corriente  $J$ .

$$J = \frac{I}{A} \quad (2)$$

La relación entre la densidad de corriente y el campo eléctrico es conocida como la Ley de Ohm, un modelo idealizado que describe el comportamiento de ciertos

materiales. De esta relación se tiene que la resistividad  $\rho$  de un material se define como la razón de las magnitudes del campo eléctrico y la densidad de corriente.

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (3)$$

Las unidades de la resistividad son  $\Omega\text{m}$  (Ohmio metro), donde siendo V la unidad de voltaje en el SI internacional y A, un ampere:

$$1\Omega = \frac{V}{A} \quad (4)$$

Si se establece un campo eléctrico uniforme y constante a través de un conductor, se puede llegar a una expresión para la diferencia de potencial igual a la usada para dos placas paralelas

$$V = EL \quad (5)$$

En este caso, L representa la longitud del conductor.

Reemplazando E de la ecuación 4 y J de la ecuación 2 en la ecuación 3 se llega a la expresión

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot \frac{A}{L} \quad (6)$$

La magnitud  $V/I$  se define como la resistencia R que se puede interpretar como qué tanto se opone un conductor al movimiento de las cargas dependiendo de la geometría del conductor. Y al reemplazar R en la ecuación 6 tenemos

$$\rho = R \cdot \frac{A}{L} \quad (7)$$

La resistividad se puede interpretar como una resistencia que no depende de la geometría del material, sino de las propiedades intrínsecas del mismo.

#### **4. DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL**

Antes de describir el experimento realizado, se listarán los instrumentos utilizados para el mismo:

- Fuente de voltaje
- Resistencia de Constantán
- Amperímetro
- Resistencia de Kantal
- Voltímetro
- 5 conectores
- Resistencia de Nicromo
- 4 caimanes

La primera parte del informe consistía en realizar mediciones de la corriente para diferentes valores de voltaje y resistencias. Para cada una de las resistencias (Nicromo, Constantán y Kantal) se debía conectar el circuito mostrado en la guía y comenzar con 1V; se debía aumentar a razón de 0.5V hasta los 5.0V y registrar el valor de  $i$  (corriente). A partir del voltaje y la corriente, utilizando la Ley de Ohm, se encontró la resistencia experimental para cada valor de voltaje. Con estos datos se construyeron gráficas de  $\Delta V$  vs.  $i$  y con la pendiente de ésta gráfica (resistencia) se hallaba el porcentaje de error respecto al valor teórico.

Para la segunda parte del informe, se utilizaba el mismo circuito, con la resistencia de Nicromo y un voltaje fijo a 2V. No obstante, ya no se utilizó toda la longitud de la resistencia, sino que, por medio del caimán, se conectaba al alambre de Nicromo a diferentes distancias. Con esto, se pretendía medir la resistencia del conductor según su longitud.

## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1. Ley de Ohm: conectar el circuito, empleando el alambre de Nicromo.

#### 5.1.1. Ajuste el voltaje de la fuente de alimentación en 1.0V y haga lecturas de voltaje para diferentes Voltajes.

A continuación se muestran algunos valores importantes para los cálculos realizados en este apartado:

- $L = 1.1m$
- $r = 0.375mm$
- $R_T = 1.55\Omega/m \times 1.1m = 1.71\Omega$
- $A = \pi r^2 = 4.42 \times 10^{-7}m^2$

En la Tabla 1 se muestran los datos obtenidos para este primer montaje utilizando el alambre de Nicromo como resistencia.

Tabla 1. Datos obtenidos usando el alambre de Nicromo.

$\Delta V(V)$	$i(A)$	$R(\Omega)$	$\rho(\Omega m)$
1.00	0.96	1.04	4.18
1.50	1.39	1.08	4.34
2.00	1.84	1.08	4.34
2.50	2.31	1.08	4.34
3.00	2.82	1.06	4.26
3.50	3.30	1.06	4.26
4.00	3.77	1.06	4.26
4.50	4.22	1.07	4.30

**5.1.2. Graficar  $\Delta V$  vs.  $i$ . Encuentre la pendiente con sus respectivas unidades.**

En la Figura 1 se muestra la gráfica de voltaje contra corriente para el alambre de Nicromo (tabla amarilla). La pendiente de ésta es  $m = 1.06\Omega$ .

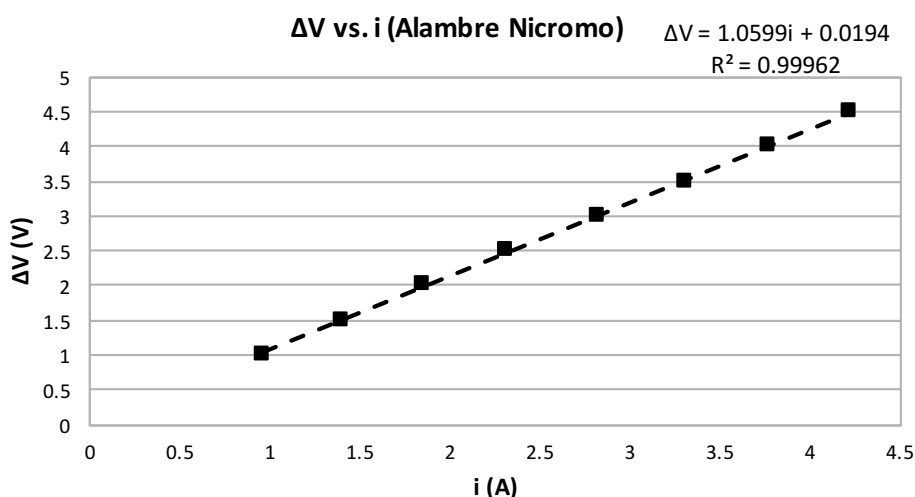


Figura 1. Gráfica de  $\Delta V$  vs.  $i$ .

**5.1.3. Calcule el porcentaje de error de la resistencia experimental encontrada en el numeral anterior respecto a la teórica dada por el fabricante  $R_T$ .**

El porcentaje de error está dado por la ecuación

$$\%Error = \frac{|R_T - R_E|}{|R_T|} \times 100\% \quad (8)$$

Luego

$$\%Error = \frac{|1.71 - 1.05|}{|1.71|} \times 100\% = 38.6\% \quad (9)$$

4

## 5.2. Conectar el circuito, empleando el alambre de Constatán.

A continuación se muestran algunos valores importantes para los cálculos realizados en este apartado:

- $L = 1.1m$
- $r = 0.2mm$
- $R_T = 4.9\Omega/m \times 1.1m = 5.39\Omega$
- $A = \pi r^2 = 1.26 \times 10^{-7}m^2$

En la Tabla 2 se muestran los datos obtenidos para este montaje utilizando el alambre de Constantán como resistencia.

Tabla 2. Datos obtenidos usando el alambre de Constantán.

$\Delta V(V)$	$i(A)$	$R(\Omega)$	$\rho(\Omega m)$
1.00	0.20	5.00	5.73
1.50	0.32	4.69	5.37
2.00	0.42	4.76	5.45
2.50	0.53	4.72	5.41
3.00	0.64	4.69	5.37
3.50	0.75	4.66	5.34
4.00	0.86	4.65	5.32
4.50	0.97	4.64	5.31
5.00	1.06	4.71	5.39

### 5.2.1. Graficar $\Delta V$ vs. $i$ . Encuentre la pendiente con sus respectivas unidades.

En la Figura 2 se muestra la gráfica de voltaje contra corriente para el alambre de Constantán (tabla roja). La pendiente de ésta es  $m = 4.62\Omega$

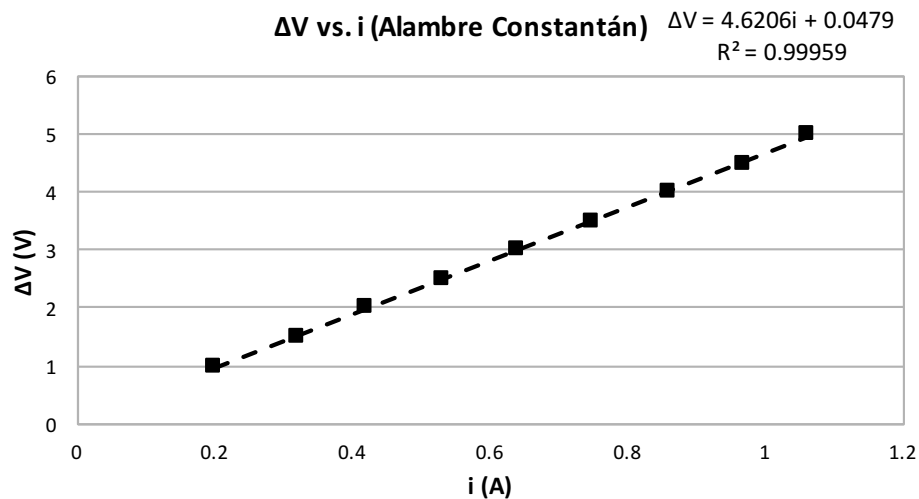


Figura 2. Gráfica de  $\Delta V$  vs.  $i$ .

**5.2.2. Calcule el porcentaje de error de la resistencia experimental encontrada en el numeral anterior respecto a la teórica dada por el fabricante  $R_T$ .**

Utilizando la Ecuación 8, se tiene

$$\%Error = \frac{|5.39 - 4.72|}{|5.39|} \times 100\% = 12.4\% \quad (10)$$

### 5.3. Conectar el circuito, empleando el alambre de Kantal.

A continuación se muestran algunos valores importantes para los cálculos realizados en este apartado:

- $L = 1.1m$
- $r = 0.150mm$
- $R_T = 19.5\Omega/m \times 1.1m = 21.45\Omega$
- $A = \pi r^2 = 7.07 \times 10^{-8}m^2$

En la Tabla 3 se muestran los datos obtenidos para este montaje utilizando el alambre de Kantal como resistencia.

Tabla 3. Datos obtenidos usando el alambre de Kantal.

$\Delta V(V)$	$i(A)$	$R(\Omega)$	$\rho(\Omega m)$
1.00	0.04	25.00	1.61
1.50	0.06	25.00	1.61
2.00	0.08	25.00	1.61
2.50	0.11	22.75	1.46
3.00	0.13	27.27	1.46
3.50	0.15	23.33	1.50
4.00	0.18	22.22	1.43
4.50	0.20	22.5	1.44
5.00	0.22	22.75	1.46

**5.3.1. Graficar  $\Delta V$  vs.  $i$ . Encuentre la pendiente con sus respectivas unidades.**

En la Figura 3 se muestra la gráfica de voltaje contra corriente para el alambre de Kantal (tabla verde). La pendiente de ésta es  $m = 21.7\Omega$

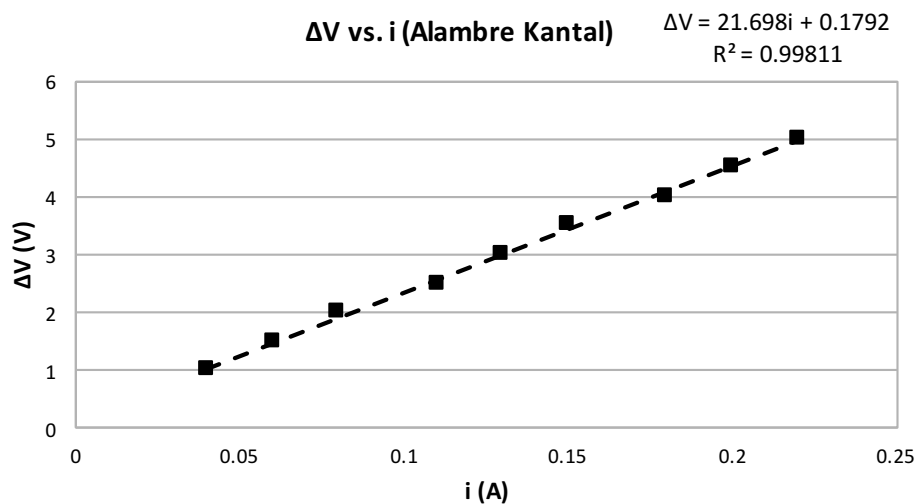


Figura 3. Gráfica de  $\Delta V$  vs.  $i$ .

**5.3.2. Calcule el porcentaje de error de la resistencia experimental encontrada en el numeral anterior respecto a la teórica dada por el fabricante  $R_T$ .**

Utilizando la Ecuación 8, se tiene

$$\%Error = \frac{|21.45 - 21.70|}{|21.45|} \times 100\% = 1.17\% \quad (11)$$



**5.4. Resistencia de un conductor según su longitud: conectar el circuito con el Nicromo, variar la longitud y medir la corriente.**

A continuación se muestran algunos valores importantes para los cálculos realizados en este apartado:

- $\Delta V = 2V$
- $r = 0.375mm$
- $R_T = 1.55\Omega/m \times 1.1m = 1.71\Omega$
- $A = \pi r^2 = 4.42 \times 10^{-7}m^2$

En la Tabla 4 se muestran los datos obtenidos para este montaje

Tabla 4. Datos obtenidos variando la longitud.

L (m)	i (A)	R( $\Omega$ )	$\rho$ ( $\Omega m$ )
1	2.02	0.99	4.38
0.8	2.51	0.80	4.42
0.6	3.39	0.59	4.34

**5.4.1. Graficar  $R$  vs.  $L$ . Encuentre la pendiente con sus respectivas unidades.**

En la Figura 4 se muestra la gráfica de resistencia contra longitud para el alambre de Nicromo (tabla amarilla). La pendiente de ésta es  $m = 0.99\Omega m$

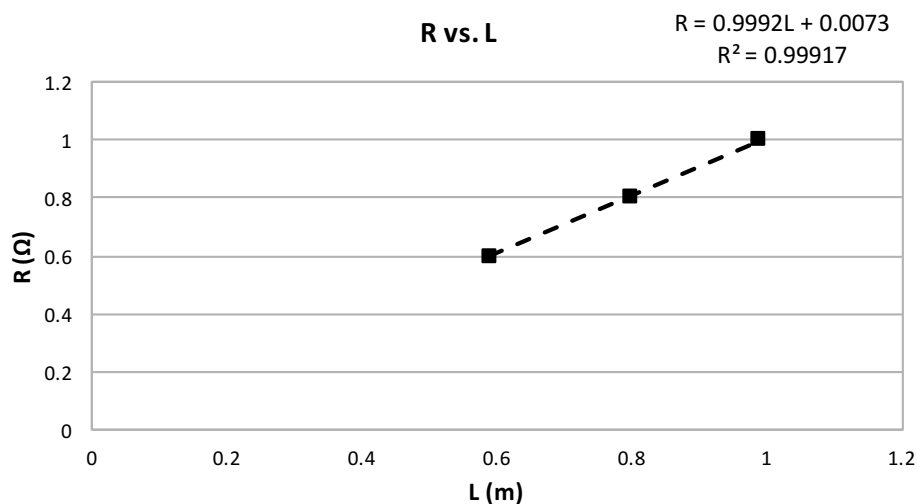


Figura 4. Gráfica de R vs. L.

**5.4.2. Determine  $\rho_E$  del literal anterior e investigue el valor de  $\rho_T$  del conductor usado para encontrar el porcentaje de error**

Se observa que por definición de la resistividad, nos da entonces que la relación entre la resistencia (R) y la longitud (L) es:

$$R = \frac{\rho}{A} L \quad (12)$$

De esta manera, podemos hallar la resistividad por medio de la pendiente hallada en la regresión lineal; así:

$$\rho_e = 0.999 * 4.42 \times 10^{-7} = 4.42 \times 10^{-7} \quad (13)$$

En este sentido, podemos hallar la teórica ya teniendo el área, la longitud que es 1.1 y su resistencia teórica. Así:

$$\rho_t = R \frac{A}{L} = 6.87 \times 10^{-7} \quad (14)$$

Así, el error es:

$$\%Error = \frac{|\rho_t - \rho_e|}{\rho_t} \times 100 = 34.1 \% \quad (15)$$

**5.5. ¿Qué efectos producen en los resultados las resistencias internas de los medidores? ¿Cómo evitarlos?**

Cuando se conecta el amperímetro y el voltímetro, al estos tener una resistencia por Ley de Ohm podríamos concluir que la corriente que se mide sería entonces:

$$i = \frac{V}{R + R_a + R_v} \quad (16)$$

Siendo  $R_a$  la resistencia del amperímetro y  $R_v$  la resistencia del voltímetro. Claro está, que cuando la resistencia es relativamente pequeña en comparación con las resistencias de los instrumentos de medida tendríamos un error mucho mayor; está claro entonces porqué el error con el alambre de Nicromo con baja resistencia, nos da un error mucho mayor.

Así, para evitar este tipo de imprecisiones, es importante que cuando se haga un experimento para verificar este comportamiento utilizar resistencias con una resistencia considerable. O, por otro lado, verificar que los aparatos de medida tengan la menor resistencia posible y así mejorar la precisión.

## **6. CONCLUSIONES**

- Se evidenció cómo el voltaje depende del valor de la corriente de forma lineal siendo la resistencia el valor que une a estos dos conceptos. Lo cual,

de esto deducimos que el rol que cumplen las resistencias en los circuitos, es deducir la cantidad de carga que pasa en una unidad de tiempo por cierto lugar; así, estas son una manera de controlar el circuito y mitigar las posibilidades de un corto, debido a que hay mucha menos corriente, o sea, se reducía la densidad de corriente.

- Logramos observar que a medida que la resistencia del conductor incrementaba, los datos se ajustan más con la ley de Ohm. Esto es debido a, tanto el amperímetro como el voltímetro tienen unas resistencias internas, por lo cual la resistencia equivalente de dicho circuito es diferente a la del conductor en sí; de esta manera, a medida que la resistencia se hacía considerablemente mayor comparada a la de los medidores, la equivalente era casi la misma a la del conductor y, así, la ley de Ohm se cumplía.
- Logramos ver de manera detallada cómo, cuando alteramos la longitud del conductor la resistencia de este mismo cambiaba; lo cual, nos permite concluir que la resistencia depende solamente de la geometría del conductor. Y, no solo de la forma del conductor, sino también del material en sí que tiene una resistividad asociada.