

Electrónica I: Corriente y resistencia (Ley de Ohm).

Versión 1.0

Antonio Alfonso Rodríguez-Rosales¹ Héctor Cruz Ramírez^{2*} y
¹Centro de Investigación Científica y Tecnológica de Guerrero (CICTEG)
²Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
*hector.cruz@correo.ciencias.unam.mx

septiembre 2017

Índice

1. Objetivos	1
2. Teoría	2
2.1. Resistencias eléctricas en un circuito	3
3. Experimento	3
3.1. Conexión de resistencias en serie y paralelo	3
3.2. Resistencias variables con la temperatura y intensidad de luz . .	4
3.3. Medición de la resistividad de un conductor	5
3.4. Comprobación de la Ley de Ohm	5
3.5. Densidad de carga de un conductor con un flujo de carga esta- cionario	6
4. Pormenores de la práctica	6
5. Agradecimientos	7

1. Objetivos

Los objetivos de esta práctica son cinco, y son los siguientes:

1. Medir y calcular la resistencia equivalente de tres mallas de resistencias eléctricas (coenectadas en serie y paralelo).
2. Determinar el comportamiento de un termistor cuando interactúa con una fuente de calor; y una fotoresistencia cuando incide luz sobre ella.



3. Medir la resistividad de un conductor.
4. Comprobar la Ley de Ohm y calcular potencia disipada en un circuito simple.
5. Deducir la distribución de carga de un conductor cuando circula una corriente constante.

Nota importante: toda afirmación teórica o experimental deberá ser respaldada por una referencia bibliográfica o un análisis estadístico de datos experimentales.

2. Teoría

La *corriente eléctrica*, i , es una cantidad física definida como[1, 2]

$$i = \frac{dq}{dt}, \quad (1)$$

donde q es la carga eléctrica. Esta corriente está relacionada con el flujo de los portadores de carga eléctrica (\vec{J}) en un medio (por ejemplo, un *conductor eléctrico* o el vacío)[1, 2]. Ejemplos comunes de conductores eléctricos pueden ser: un alambre de cobre o de plata. Para que exista un flujo de cargas debe haber un campo eléctrico, \vec{E} , que en una primera aproximación tenemos que se cumple la relación[1, 2]

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}, \quad (2)$$

donde σ es la conductividad del medio (no confundir con la densidad de carga superficial). La Ecuación (2) es llamada la **Ley de Ohm** y los medios donde se cumple se llaman materiales óhmicos[1]. Considerando como medio un alambre de conductividad σ , longitud L y una sección transversal de área A , tenemos que la integral de línea del punto inicial al final del alambre es igual a la diferencia de potencial, V , entre esos puntos y por la Ecuación (2)

$$V = \frac{L}{\sigma A} i = Ri, \quad (3)$$

donde $R = \frac{L}{\sigma A}$ es la resistencia eléctrica. La resistividad del medio se define

$$\eta = \frac{1}{\sigma}. \quad (4)$$

En el Cuadro (1) se muestran algunos materiales óhmicos con su respectiva resistividad[1]. La potencia perdida por el medio esta dada por[1]

$$P = i^2 R. \quad (5)$$

Material	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Plata	1.59×10^{-8}
Cobre	1.7×10^{-8}
Oro	2.44×10^{-8}
Aluminio	2.82×10^{-8}
Tungsteno	5.6×10^{-8}
Hierro	10×10^{-8}
Platino	11×10^{-8}
Plomo	22×10^{-8}
Nicromo	1.50×10^{-6}
Carbón	3.5×10^{-5}
Germanio	0.46
Silicio	640
Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$
Caucho duro	$\approx 10^{13}$
Azufre	10^{15}
Cuarzo	75×10^{16}

Cuadro 1: Resistividad de algunos materiales óhmicos.

2.1. Resistencias eléctricas en un circuito

Una de las aplicaciones importantes son los resistores (o también llamadas resistencias) en el desarrollo tecnológico[3]. En el mercado se encuentran sólo ciertos valores fijos o variables para ciertos rangos de resistencia eléctrica.

Si N resistores de resistencia R_1, R_2, \dots, R_N , son conectados en serie se tiene que la resistencia equivalente es igual a

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_N. \quad (6)$$

De igual forma, si N resistores de resistencia R_1, R_2, \dots, R_N , son conectados en paralelo se tiene que la resistencia equivalente es igual a

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}. \quad (7)$$

3. Experimento

En esta práctica se realizarán cinco experimentos.

3.1. Conexión de resistencias en serie y paralelo

En la Figura (1) se muestra varias redes de conexión de resistencias eléctricas. Se conectan $N(> 4)$ resistencias eléctricas de varios valores. En la Figura (1)

a) son resistencias conectadas en serie, y en la Figura (1 b) son resistencias conectadas en paralelo y finalmente, en la Figura (1 c) son resistencias conectadas en una combinación de conexiones en serie y paralelo.

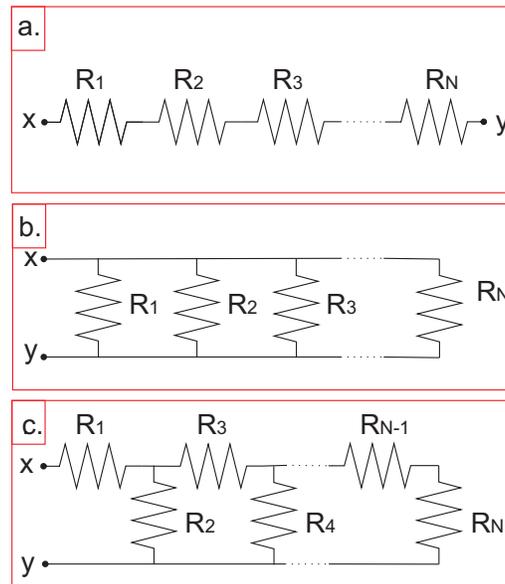


Figura 1: Diagrama de redes de conexión de N resistencias eléctricas. a) conexión en serie. b) conexión en paralelo. c) Combinación de conexiones en serie y paralelo.

El procedimiento es el siguiente. Se eligen N resistencias eléctricas (R_1, R_2, \dots, R_N) de varios valores. Se miden sus valores con un multímetro (M) en el modo de medición de resistencia eléctrica. Se conectan según los diagramas mostrados en la Figura (1). Se mide la resistencia equivalente a través de los puntos x y y . Se verifica con las Ecuaciones (6) y (7); claramente, se deberá calcular la resistencia equivalente para la configuración mostrada en Figura (1 c) mediante las anteriores ecuaciones.

3.2. Resistencias variables con la temperatura y intensidad de luz

En este experimento se utilizarán una resistencia eléctrica que depende de la temperatura (termistor) y otra que dependa de la intensidad de luz (fotoresistencia) que incida sobre ella[3]. En la Figura (2) se muestran los diagramas que se implementarán.

El procedimiento es conectar un multímetro en modo de medición de resistencia eléctrica al termistor, ver Figura (2a), y a la fotoresistencia, ver Figura (2b). El siguiente paso es acercar el termistor a una fuente *calor* variable y

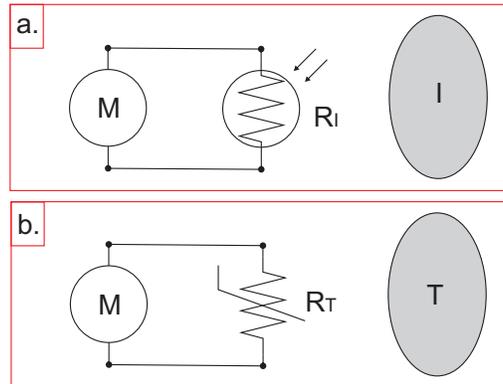


Figura 2: Resistencias eléctricas que dependen de la temperatura (a.) y la intensidad de luz incidente (b.).

hacer incidir un haz laser a la fotoresistencia. Observar el comportamiento de ambos dispositivos. El alumno deberá proponer un diseño experimental para determinar si existe un comportamiento lineal o no lineal.

3.3. Medición de la resistividad de un conductor

El experimento consiste en medir la resistividad, η , de un conductor de cobre de forma cilíndrica. En la Figura (3) se muestra el diagrama del arreglo experimental propuesto. Se conecta a una fuente de voltaje (V) constante un alambre de cobre de forma cilíndrica, con una longitud L y un área transversal A . En serie se conectan una resistencia R y un multímetro en modo de medir corriente eléctrica (A). En paralelo al alambre de cobre se conecta un multímetro en modo de medir voltaje (M). El procedimiento es primero elegir varios alambres de diferente sección transversal. Lo siguiente es aplicar un diferencia de potencial y medir la corriente del circuito y la caída de potencial debido al alambre. Usando la ley de Ohm, Ecuación (3), y la Ecuación (4) se calcula la resistividad correspondiente. Nótese, que se deberá medir la corriente a través de la resistencia sin el alambre para determinar el punto de referencia de corriente.

3.4. Comprobación de la Ley de Ohm

El objetivo es la comprobación de la Ley de Ohm mediante el arreglo experimental mostrado en la Figura (4). El procedimiento es el siguiente: se implementa el circuito mostrado en la Figura (4) donde se conecta la resistencia R a una fuente de voltaje, V . Se mide con dos multímetros (A y M) la corriente eléctrica y la caída de potencial debida a la resistencia. Se eligen N de valores de voltaje, $\{V_1, V_2, \dots, V_N\}$, suministrados por la fuente V ; y se elige un resistencia con cierto valor R . Se aplica el i -enésimo voltaje, V_i , a la resistencia. Se mide

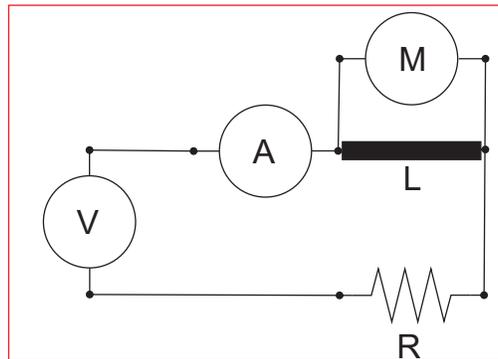


Figura 3: Diagrama para la medición de la resistividad.

la corriente a través de la resistencia y la caída de potencial. Se analiza si la Ley de Ohm se cumple; además, del cálculo de la energía disipada por unidad de tiempo debido a la resistencia.

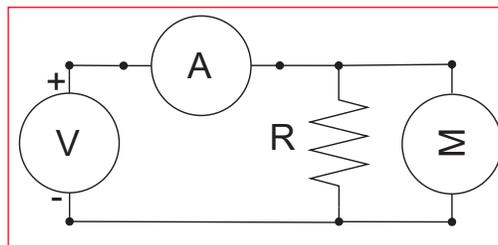


Figura 4: Diagrama para la comprobación de la Ley de Ohm.

3.5. Densidad de carga de un conductor con un flujo de carga estacionario

Sabemos que en el estado estacionario existe una corriente constante y por lo cual, por Ley de Ohm debe haber una densidad de carga constante a lo largo del conductor. Usando el método de medir las superficies equipotenciales con una hoja conductora y electrodos dibujados en ella se puede implementar un circuito similar al mostrado en la Figura (3); claro, sin los dos multímetros.

4. Pormenores de la práctica

La práctica es de dos sesiones de laboratorio.



5. Agradecimientos

Estas notas fueron realizadas con el apoyo del proyecto PAPIME PE105917. Agradecemos a los estudiantes Samuel Corona Aquino y Javier Alejandro López Alfaro por su contribución a la elaboración de estas notas.

Referencias

- [1] R. A. Serway, “Física, incluye Física Moderna (Tomo II),” McGraw-Hill, Segunda Edición (1993).
- [2] Halliday-Resnick-Walker, “Fundamentals of Physics,” John Wiley & Sons Inc., 2007.
- [3] H. V. Malmstadt, C. G. Enke y S. R. Crouch, “Electronics and instrumentation for scientists,” The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. (1981).