

TP1: Circuitos CC y Ley de Ohm

Laboratorio de Electromagnetismo y Óptica, DF, FCEyN, UBA

Primer cuatrimestre 2022

Objetivos

Determinación de la relación entre la corriente eléctrica y la diferencia de potencial aplicadas a diversos dispositivos eléctricos. Ley de Ohm. Determinación de resistencia en serie y en paralelo. Uso del multímetro.

Introducción

Se dice que un material es conductor cuando posee una gran cantidad de cargas libres (negativas, electrones). Entonces, así como una cañería puede llevar cierto caudal de agua, a través de un material conductor se puede mover un “caudal” de electrones, que llamaremos corriente (I). Para que el agua circule por las cañerías de una casa es necesario aplicar cierta diferencia de potencial gravitatorio, por ejemplo poniendo el tanque arriba de la casa; de la misma forma, para que los electrones circulen es necesario aplicar cierta diferencia de potencial eléctrico (V). En general, la analogía con las cañerías es buena para pensar a los circuitos eléctricos mientras no se tengan otras herramientas, aunque como toda analogía es limitada. En la práctica sucede al revés, y los circuitos eléctricos son utilizados para modelar una gran cantidad de flujos (como el sistema circulatorio o el sistema de irrigación en plantas). La corriente puede ser positiva o negativa según el sistema de referencia que se tome y el sentido de circulación de las cargas. La diferencia de potencial también puede cambiar de signo según el sistema de referencia.

Cada material o combinación de materiales reacciona distinto ante el paso de una corriente o la aplicación de una diferencia de potencial, y generan una relación entre la diferencia de potencial entre sus extremos y la corriente que pasa a través de él. Un caso particular de estas relaciones es la Ley de Ohm (1), que junto con la Ley de Hooke para los resortes o los materiales elásticos, es probablemente una de las leyes experimentales más utilizadas, y plantea justamente una relación lineal entre diferencia de potencial y corriente:

$$V = R \cdot I \quad (1)$$

donde R se denomina resistencia y depende del material. En general, la validez de esta ley depende fuertemente del material, es así que hay materiales que se llaman óhmicos o no óhmicos, según si siguen o no dicha relación. A su vez estos componentes del circuito

pueden combinarse de distintas formas, generando otras relaciones sean también óhmicas o no dependiendo de los materiales utilizados.

A lo largo de esta practica les proponemos explorar la relación entre la diferencia de potencial y la corriente para distintos posibles componentes de un circuito, o una combinación de ellos. Particularmente nos concentraremos que tengan una relación lineal en estas variables (resistencias), y estudiaremos distintas configuraciones habituales que combinan más de una resistencia.

Actividades

Curva I-V para una resistencia

Se quiere estudiar la relación funcional entre la corriente y el voltaje, a partir de una curva I - V para una resistencia. Para ello se propone armar el circuito representado por la figura 1. Este circuito consta de una fuente de voltaje continua (con tensión V) y de una resistencia R .

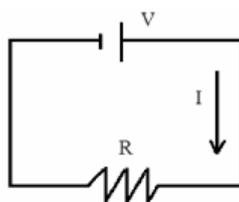


Figura 1: Esquema del circuito que se desea estudiar.

Empleando correctamente dos multímetros, registre **la corriente que circula por la resistencia y la diferencia de potencial entre sus extremos** para diferentes voltajes de la fuente. ¿Cómo conecta cada uno de estos multímetros? ¿Qué **precauciones** tiene que tener? ¿por qué? (para ayuda vea el Apéndice al final de la guía). ¡Realice un esquema del circuito que empleará para medir en cada caso incluyendo a los dos multímetros! Adquiera una serie de mediciones en un **rango amplio de voltaje** (desde valores negativos hasta valores positivos). Luego, si es necesario, seleccione las regiones que les resulten más interesantes y agregue más puntos para poder describir mejor el comportamiento del sistema en esas regiones.

Grafique la relación voltaje - corriente. ¿Cómo determina la incerteza de cada uno de estos puntos? ¿Qué modelo propondría para ajustar los datos? ¿Se cumple la Ley de Ohm propuesta? ¿Esta ley vale en todo el rango de voltajes y corrientes que midieron? ¿Puede calcular el valor de la resistencia utilizada?

El multímetro incluye además a una función para medir resistencias (ohmetro). Al utilizarla tenga cuidado de **extraer la resistencia del circuito**, de modo que las terminales del multímetro **no** entren en contacto con la fuente de tensión. ¿Qué valor de R obtiene con el multímetro? ¿Cómo imagina que es el esquema interno de la función de ohmetro del multímetro?

Circuitos con varias resistencias

Es habitual combinar varias resistencias en un circuito. Hay dos configuraciones básicas que son resistencias en serie y en paralelo (figuras 2a y 2b respectivamente). Las resistencias equivalentes en estos casos son:

$$R_{\text{eq}}^{\text{serie}} = R_1 + R_2 \quad (2)$$

$$R_{\text{eq}}^{\text{paralelo}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

En este inciso de la práctica proponemos estudiar, tanto para la configuración serie como

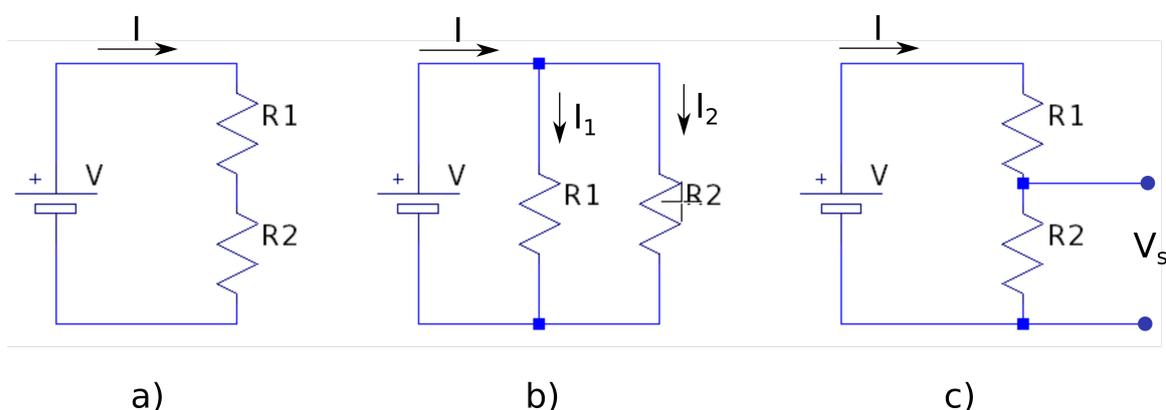


Figura 2: a) Configuración de resistencias en serie. b) Configuración de resistencias en paralelo. c) Divisor de tensión.

para la configuración paralelo, cuál es la resistencia equivalente.

Resistencias en serie

Cómo vimos en el inciso anterior, una buena forma de determinar la resistencia es realizar un ajuste a la curva I-V. Sin embargo, a la hora de determinar los valores de muchas resistencias, este proceso consume mucho tiempo. Una opción más rápida es o bien determinar la resistencia a partir de una única medición de tensión y corriente, o mejor aún, utilizar la función del ohmetro del multímetro.

Elija un par de resistencias R_1 y R_2 en la configuración serie, mida su curva I-V, y estime la resistencia equivalente. Comparelo con el valor que obtiene para el ohmetro. ¿Qué diferencia hay entre los dos tipos de medición? ¿Qué información me puede proveer cada una de ellas?

A continuación cambie el valor de una de las resistencias (R_1 por ejemplo), y mida la resistencia equivalente con el multímetro. Repita esto para algunos valores más de R_1 . ¿Se cumple la relación esperada para la resistencia equivalente en serie?

Resistencias en paralelo

Repita los pasos del inciso anterior, pero ahora utilizando una configuración paralelo.

Divisor de tensión

Uno de los usos más habituales de resistencias en serie, es el del divisor de tensión (figura 2c), que permite obtener a la salida del mismo (V_s) una fracción menor de la tensión total de la fuente (V). La relación entre estas tensiones viene dada por

$$V_s = V \frac{R_2}{R_1 + R_2}. \quad (4)$$

Dejando fijo el valor de R_2 , mida la tensión de salida V_s para distintos valores de resistencia R_1 . ¿Qué pasa cuando R_1 es mucho más grande que R_2 ? ¿Y en el caso contrario?

Adicional: elementos no ohmicos

Repetir el procedimiento para un diodo y/o lamparita en vez de una resistencia. ¿Se cumple la Ley de Ohm propuesta? ¿Pueden generar un modelo (una ecuación que represente la relación entre las variables)? ¿Este modelo vale en todo el rango de voltajes y corrientes que midieron?

Precaución: No debe cortocircuitarse la fuente, por lo que si creemos que esto puede ocurrir o no sabemos que es lo que va a ocurrir, debemos colocar una resistencia en serie con la fuente (¿por qué?). **PRESTAR ATENCIÓN EN CASO DE USAR UN DIODO.**

Apéndices

Fuente de Voltaje

Las fuentes de voltaje existentes en el laboratorio pueden funcionar tanto en un régimen continuo como en alterna (figura 3). Para esta práctica sólo se utilizará el modo continuo. Con la perilla que aparece en la figura 3 es posible regular la tensión que entrega la fuente.



Figura 3: Esquema representativo de una fuente de voltaje.

Diodo

Un diodo es un componente electrónico (típicamente semiconductor) que solamente permite el paso de la corriente en un único sentido, a través de sus terminales (ánodo y cátodo). Es decir, el diodo se comporta de dos formas diferentes según el sentido de la corriente: permite que la corriente fluya en una dirección (polarización directa), pero en la dirección opuesta, no permite fluir a la corriente, actuando como un aislante (polarización

inversa)¹. Existen distintos tipos de diodos, con diferentes características. Entre los semiconductores figuran por ejemplo, los láser diodos y los LED (diodos emisores de luz por sus siglas en inglés light-emitting diode).

Lámpara incandescente

Es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico (en general de tungsteno) mediante el paso de corriente eléctrica. Para evitar que el filamento se quemara en contacto con el aire, se rodea con una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas. Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica. Su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida, el resto de la energía se pierde en forma de calor².

Multímetro

Sirve para medir tanto corriente como voltaje (figura 4a). En cada caso es necesario seleccionar el modo correcto (preguntar al docente), seleccionar la escala (pensar en cada caso qué escala utilizar y en base a eso cuál es el error de cada medición) y conectar correctamente los cables según vayan a medir corriente o voltaje.

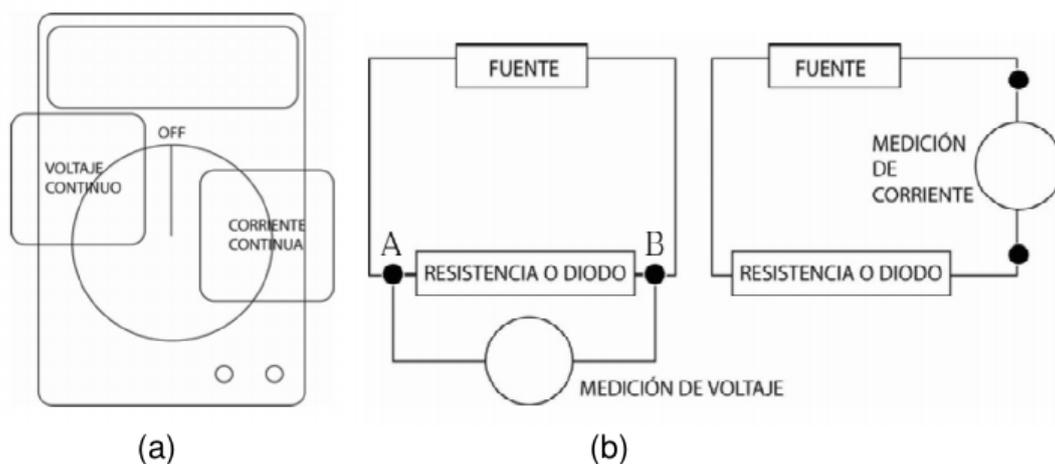


Figura 4: (a) Ejemplo de multímetro. (b) Configuraciones para conectar el multímetro como Voltímetro (izquierda) y Amperímetro (derecha).

Modo de conexiones del Multímetro para realizar las mediciones de:

- **Voltaje (Voltímetro):** Se mide la diferencia de potencial entre dos puntos (A y B) del circuito que no necesariamente deben ser adyacentes ni cercanos. Para ello se debe conectar el multímetro “en paralelo” como indica la figura 4b (izquierda). La resistencia interna de un voltímetro es muy grande de tal forma que la corriente que se desvía por esa rama es despreciable y la presencia del voltímetro no modifica el circuito. (¿Cómo sería un voltímetro ideal?) Toda diferencia de potencial implica

una medida entre dos puntos del circuito. Un caso particular es cuando uno de los puntos es el nivel de tensión de referencia es Tierra (GND o GROUND).

- **Corriente (Amperímetro):** se mide la corriente que pasa por una rama del circuito. Para ello se debe conectar el multímetro “en serie” como indica la figura 4b (derecha). Con el fin de no modificar el circuito el amperímetro posee una resistencia interna muy pequeña, de tal manera que no hay una diferencia de potencial apreciable entre sus terminales.

NOTA: Una conexión incorrecta de un equipo puede causar cortocircuitos involuntarios. Los cortocircuitos pueden dañar el instrumental o dar lugar a medidas incorrectas porque el circuito ha sido modificado por la conexión del instrumental de medida. Verifique la conexión del circuito con el docente antes de encender la fuente de tensión.

Referencias

† Guías de trabajos prácticos de Laboratorio 2 de alumnos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

- 1 Fluke Programa de colaboración educativa de Fluke. <https://www.fluke.com/es-ar/>.
- 2 Recursos docentes CITCEA. <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

Bibliografía

- Física Vol.II -Campos y ondas -M. Alonso y E. J. Finn, Fondo Educativo Interamericano Ed. Inglesa, Addison-Wesley, Reading Mass. (1967); Fondo Educativo Interamericano (1970).
- Berkeley physics course -Volumen 2, Electricidad y magnetismo, E. M. Purcell, Editorial Reverté, Barcelona (1969).

Material recopilado de guías de trabajos prácticos de los laboratorios básicos de alumnos del Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.