



Conéctate con la Ley de Ohm



Proporcionado por TryEngineering - www.tryengineering.org
Haga clic aquí para hacer comentarios sobre esta lección.

Enfoque de la lección

Demostrar la Ley de Ohm utilizando multímetros digitales. Se presentan divertidas actividades prácticas que demuestran la Ley de Ohm. Los maestros usan multímetros digitales para recopilar datos que luego se diagraman para mostrar que el voltaje y la corriente se relacionan por funciones lineales para los resistores comunes y por funciones elevadas a una potencia para las bombillas.

Sinopsis de la lección

Se presentan divertidas actividades prácticas que demuestran la Ley de Ohm ($E = I \times R$). Los maestros usan multímetros digitales para recopilar datos que se grafican para mostrar que el voltaje y la corriente se relacionan por funciones lineales para los resistores comunes y por funciones de energía para las bombillas.

Niveles etéreos

10-18.

Objetivos

- ✦ Aprender sobre la Ley de Ohm.
- ✦ Poder usar un multímetro digital para recopilar datos.
- ✦ Explorar los conceptos de voltaje y corriente.

Resultados de aprendizaje

Como resultado de las actividades, los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Ley de Ohm
- ✦ Relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito eléctrico
- ✦ Medición, diagramación de datos y gráficos
- ✦ Cableado y construcción básicos de un multímetro digital para recopilar datos

Ley de Ohm: Introducción

¿Qué es la Ley de Ohm?

la Ley de Ohm es una ecuación matemática que explica la relación entre voltaje, corriente y resistencia en los circuitos eléctricos. Se define de la siguiente manera:

$$E = I \times R$$

E = Voltaje (El voltaje es una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un alambre conductor. El voltaje se mide en voltios y proviene de diversas fuentes como tomacorrientes eléctricos y pilas).

I = Corriente (La corriente se mide en amperios. La corriente está compuesta por partículas cargadas que fluyen desde la fuente de voltaje por un material conductor a una puesta a tierra).

R = Resistencia (La resistencia es la oposición que ofrece un material al paso de una corriente eléctrica. La resistencia se mide en ohmios. Ejemplos de elementos con resistencia son las bombillas y las cafeteras).

Actividades de la lección

La actividad consiste en usar una batería nominal de seis voltios (conformada por cuatro pilas de 1.5 voltios conectadas en serie) con el fin de:

- ✦ Hacer circular corriente por un elemento de circuito sencillo y medir y registrar su paso por el elemento y el voltaje a través del elemento, variando el número de pilas de una sola hasta 4.
- ✦ Diagramar los puntos en el gráfico que representen los voltajes y corrientes registrados.
- ✦ Dibujar una curva de "mejor ajuste" mediante los datos de los elementos probados.
- ✦ Repetir el proceso para otros dos o tres elementos de circuitos resistores diferentes.
- ✦ Comparar las curvas y hacer observaciones acerca de la naturaleza de las curvas para cada elemento.

Se proporcionan seis documentos para el maestro:

- ✦ Hoja informativa sobre la Ley de Ohm
- ✦ Pautas detalladas del plan de la lección
- ✦ Apéndice 1: Sugerencias para las fuentes de materiales
- ✦ Apéndice 2: Instrucciones de montaje del probador de continuidad
- ✦ Apéndice 3: Fotos y diagramas del portapilas individual alternativo
- ✦ Apéndice 4: Actividad opcional sobre Aislantes y conductores

Se entregan dos documentos para que los estudiantes los revisen por anticipado:

- ✦ Hoja informativa sobre la Ley de Ohm
- ✦ Procedimientos detallados

Información/materiales

Consulte las hojas de trabajo para el estudiante y los documentos informativos para el maestro adjuntos.

Concordancia con los programas escolares

Consulte la hoja adjunta sobre concordancia con el programa escolar.

Conexiones en Internet

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ✦ IEEE Virtual Museum [Museo virtual del IEEE] (www.ieee-virtual-museum.org)
- ✦ International Technology Education Association Standards for Technological Literacy (Normas de la Asociación Internacional de Educación Tecnológica para documentación tecnológica) (www.iteawww.org/TAA/PDFs/ListingofSTLContentStandards.pdf)

- ✦ Compendio McREL de normas e hitos (www.mcrel.org/standards-benchmarks) Un compilado de normas sobre contenido para programas escolares de K a 12° grado en formatos de búsqueda y navegación.
- ✦ Principios y Normas para las Matemáticas Escolares elaboradas por el National Council of Teachers of Mathematics (Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas) (www.nctm.org/standards)
- ✦ Normas Nacionales de Educación Científica (www.nsta.org/standards)
- ✦ Ohm's Law [Ley de Ohm] (www.ohmslaw.com)

Lectura recomendada

- ✦ Ohm's Law, Electrical Math and Voltage Drop Calculations (Ley de Ohm, Cálculos Matemáticos Eléctricos y de Caída de Voltaje) de Tom Henry. ISBN: 0945495269
- ✦ A Short History of Nearly Everything (Una Breve Reseña de Casi Todo), de Bill Bryson. Editora: Broadway. ISBN: 0767908171

Actividad opcional de redacción

- ✦ Identifica ejemplos de resistores en tu casa. Haz una lista de los ejemplos de artículos con resistencia que se encuentren en una cocina.

Referencias

Ralph D. Painter
Sección del IEEE de la Costa Oeste de Florida, EE.UU.
URL: <http://ewh.ieee.org/r3/floridawc>

Conéctate con la Ley de Ohm



Para maestros:

Concordancia con los programas escolares

Nota: Todos los planes de lecciones en esta serie concuerdan con las National Science Education Standards [Normas Nacionales de Educación Científica] (producidas por el National Research Council [Consejo Nacional de Investigación] y aprobadas por la National Science Teachers Association [Asociación Nacional de Maestros de Ciencias]), y si corresponde, con las normas de la International Technology Education Association (Asociación Internacional de Educación Tecnológica) para documentación tecnológica y los Principles and Standards for School Mathematics (Principios y Normas de las Matemáticas Escolares) elaborados por el National Council of Teachers of Mathematics (Consejo Nacional de Maestros de Matemáticos).

◆ Normas Nacionales de Educación Científica de 5° a 8° grado (edades de 10 a 14 años)

NORMA A SOBRE CONTENIDOS: La ciencia como método de indagación

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ✦ Habilidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ✦ Comprensión de la indagación científica

NORMA B SOBRE CONTENIDOS: Ciencias físicas

Como resultado de sus actividades, todos los estudiantes deben lograr una comprensión de:

- ✦ Transferencia de energía

◆ Normas Nacionales de Educación Científica de 9° a 12° grado (edades de 15 a 18 años)

NORMA A SOBRE CONTENIDOS: La ciencia como método de indagación

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ✦ Habilidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ✦ Comprensión de la indagación científica

NORMA B SOBRE CONTENIDOS: Ciencias físicas

Como resultado de sus actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ Interacciones de la energía y la materia

◆ Normas para la Documentación Tecnológica - Todas las edades

Diseño

- ✦ Norma 10: Los estudiantes desarrollarán una comprensión del papel del diagnóstico de problemas, búsqueda y desarrollo, invención, innovación y experimentación en la solución de problemas.

El mundo del diseño

- ✦ Norma 16: Los estudiantes comenzarán a comprender y serán capaces de seleccionar y usar tecnologías de energía y potencia.

◆ Principios y Normas para las Matemáticas Escolares (edades de 10 a 14 años)

Normas de medición

- Aplicar técnicas, herramientas y fórmulas correctas para determinar mediciones.

- ✦ usar referencias comunes para seleccionar métodos adecuados con el objeto de estimar mediciones.

◆ Principios y Normas para las Matemáticas Escolares (edades de 14 a 18 años)

Normas de medición

- Comprender los atributos mensurables de los objetos y las unidades, sistemas y procesos de medición
- ★ tomar decisiones sobre las unidades y escalas que sean aptas para situaciones de resolución de problemas que impliquen medición.
 - Aplicar técnicas, herramientas y fórmulas correctas para determinar mediciones.
 - ★ analizar la precisión, exactitud y errores aproximados en situaciones de medición.
- ★ usar el análisis de unidades para revisar los cálculos de mediciones.

Conéctate con la Ley de Ohm



Para maestros:

Hojas informativas para maestros - Hoja de información sobre la Ley de Ohm

¿Qué es la Ley de Ohm?

la Ley de Ohm es una ecuación matemática que explica la relación entre voltaje, corriente y resistencia en los circuitos eléctricos. Se define de la siguiente manera:

$$E = I \times R$$

E = Voltaje (El voltaje es una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un alambre conductor. El voltaje se mide en voltios y proviene de diversas fuentes como tomacorrientes eléctricos y pilas).

I = Corriente (La corriente se mide en amperios. La corriente está compuesta por partículas cargadas que fluyen desde la fuente de voltaje por un material conductor a una puesta a tierra).

R = Resistencia (La resistencia es la oposición que ofrece un material al paso de una corriente eléctrica. La resistencia se mide en ohmios. Ejemplos de elementos con resistencia son las bombillas y las cafeteras).

La resistencia es el más sencillo de los tres elementos pasivos de los circuitos.

Hay tres elementos pasivos en los circuitos eléctricos: el condensador, que almacena energía en forma de campo eléctrico; el inductor, que almacena energía en forma de campo magnético y el resistor, que disipa la energía en vez de almacenarla. Este ejercicio aborda sólo al resistor, el más sencillo de los tres elementos pasivos de los circuitos. Sin embargo, se prueban los dos tipos de resistores, los lineales que tienen una resistencia constante o fija y la bombilla, cuya resistencia no lineal varía según la cantidad de corriente que pasa por ella.

La tradición prevalece en la notación.

Si bien el uso de la "R" para representar la resistencia es lo suficientemente intuitivo, el uso de la "E" y la "I" para indicar el voltaje "E" que se genera en el resistor por el cual pasa la corriente "I" tiene orígenes históricos. La "E" tiene que ver con "fuerza electromotriz", el término original para la cantidad que tiende a empujar las cargas eléctricas en un circuito. Lo normal ahora es referirse a la fuerza electromotriz simplemente como "voltaje", ya sea proveniente de una fuente como una pila o al potencial que se forma en un resistor por el cual va pasando la carga. Del mismo modo, en la primera etapa del desarrollo de la teoría eléctrica, a la cantidad de carga que pasa por un circuito en un período determinado se le denominaba "intensidad", una cantidad que ahora se conoce comúnmente como "corriente" o "amperaje", o incluso simplemente "amperios". Para nuestros fines, nos referiremos a la cantidad ("E"), es decir, a la carga accionante que pasa por el resistor, como "voltaje"; y a la cantidad ("I"), que es el volumen de carga que pasa por el resistor en un determinado momento, le denominaremos "corriente". La Ley de Ohm define la resistencia como la proporción entre el voltaje de un elemento y la corriente que fluye por él.

$E = I R$ Ley de Ohm

$R = E / I$ Definición de resistencia según la Ley de Ohm.

Conéctate con la Ley de Ohm



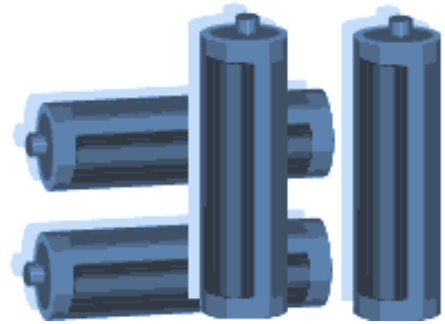
Para maestros:

Hojas informativas para maestros - Pautas detalladas de la lección

Descripción de la lección

La actividad consiste en usar una batería nominal de seis voltios (conformada por cuatro pilas de 1.5 voltios conectadas en serie) con el fin de:

- ✦ Hacer circular corriente por un elemento de circuito sencillo y medir y registrar su paso por el elemento y el voltaje a través del elemento, variando el número de pilas de una sola hasta 4.
- ✦ Diagramar los puntos en el gráfico que representen los voltajes y corrientes registrados.
- ✦ Dibujar una curva de "mejor ajuste" mediante los datos de los elementos probados.
- ✦ Repetir el proceso para otros dos o tres elementos de circuitos diferentes.
- ✦ Comparar las curvas y hacer observaciones acerca de la naturaleza de las curvas para cada elemento.



Equipo

Tres elementos de circuito que dan buenos resultados un resistor de 47 ohmios, otro de 100 ohmios y una bombilla No. 40 (de 6.3 voltios y 150 mA). El equipo ilustrado aquí hace uso de un probador de continuidad que consta de un portapilas para cuatro pilas AA conectado en serie con un portalámpara roscado en miniatura. El alambre abierto del portapilas y el abierto del portalámpara terminan en dos pequeñas placas planas de unión hechas de latón. Los objetos cuya continuidad se ha de probar se usan de puente para la estrecha abertura situada entre las placas de unión. Las instrucciones completas que explican cómo armar el probador de continuidad aparecen en el Apéndice 1.

Sin embargo, la actividad funciona igualmente bien utilizando pilas C o D en portapilas de 4 pilas o individuales conectados correctamente en serie. En el Apéndice 2 aparecen los diagramas esquemáticos y fotografías de las disposiciones alternativas que usan portapilas individuales.

Si bien la actividad se puede realizar con un solo medidor, es mejor si se cuenta con dos multímetros para cada estación de trabajo. Un multímetro se fija en la escala de 200 miliamperios para medir la corriente que pasa por el elemento de circuito bajo prueba y el otro multímetro se fija en la escala de 20 voltios para medir la caída de voltaje en el elemento de circuito sometido a prueba. Se puede usar prácticamente cualquier modelo de multímetro digital o analógico. Además, se necesitan tres o cuatro conductores de prueba tipo pinzas de contacto cortas o "puentes" para realizar todas las interconexiones. En el Apéndice 3 aparecen todos los detalles sobre el equipo y los costos estimados .

Para maestros:
Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

Recopilar los datos y diagramar las curvas

Siga las instrucciones detalladas que aparecen en los documentos para estudiantes en el Apéndice 5 a fin de recopilar los datos y diagramar las curvas E-I para la bombilla y uno o dos resistores fijos.

En la figura 4 aparece una imagen del gráfico y la hoja con las típicas anotaciones de un estudiante para la bombilla y los resistores.

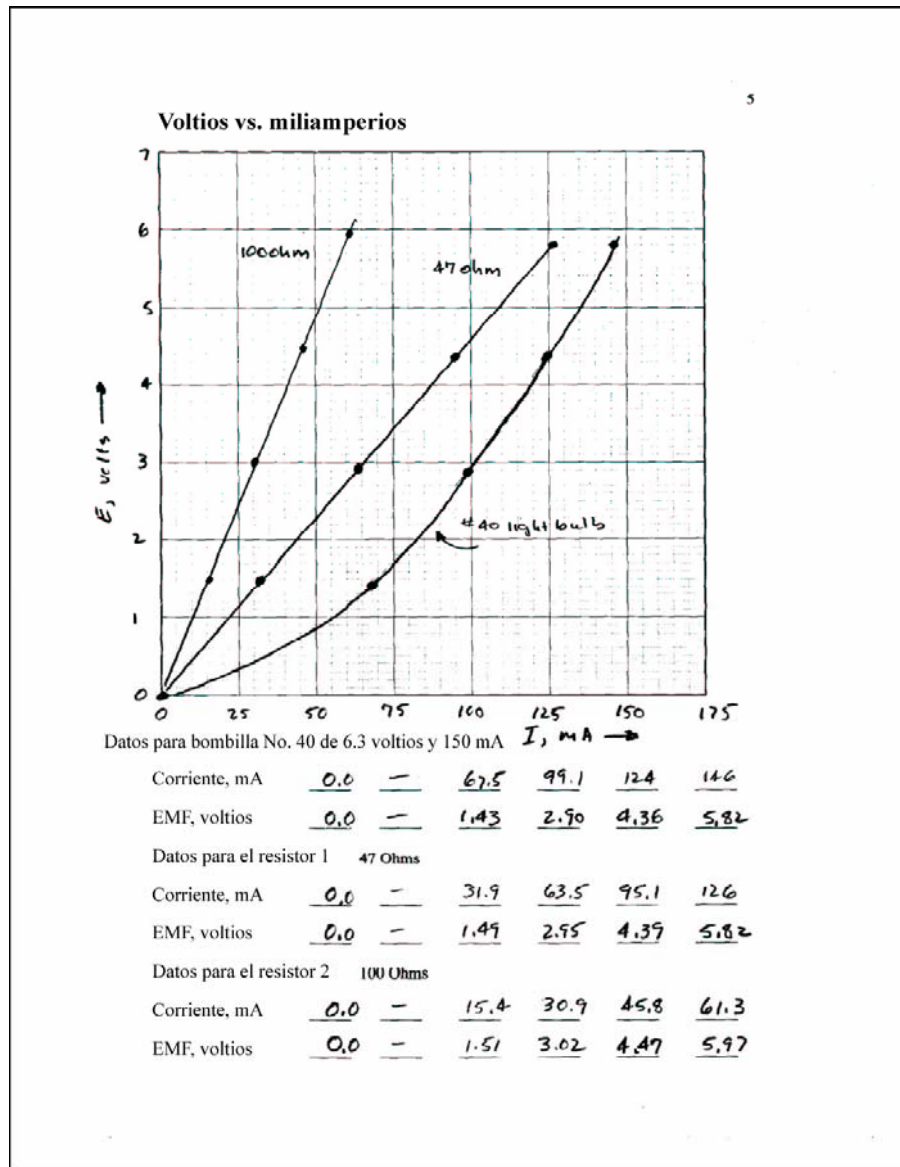


Figura 4.

Una vez que los estudiantes hayan capturado satisfactoriamente los datos y hayan diagramado las curvas en los gráficos, pueden comenzar a hacer las observaciones sobre la relación entre los voltajes en los resistores y las corrientes que pasan por dichos componentes. Haga que los estudiantes trabajen en las actividades de descubrimiento de

las siguientes páginas. Dependiendo de sus estudiantes, las actividades de descubrimiento se pueden realizar en forma individual o como ejercicio grupal o de toda la clase. Los valores utilizados como ejemplos en la actividad de descubrimiento siguiente se toman a partir de las anotaciones típicas de un estudiante que aparecen en la figura 4.

Para maestros:

Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

Ejemplo de descubrimiento de la Ley de Ohm

1. Dibuje una línea horizontal en el gráfico a $E = 5$ voltios y luego líneas verticales desde las intersecciones de la línea horizontal y las curvas para los resistores de 100 y 47 ohmios, tal como aparece en la imagen siguiente.

Anote estos valores en miliamperios, de I_{100} y I_{47} en los espacios en blanco siguientes, y luego convierta estos valores multiplicando por 1 amperio / 1000 miliamperios.

$$I_{100} = \quad 52 \quad \text{mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \quad 0.052 \quad \text{amperios.}$$

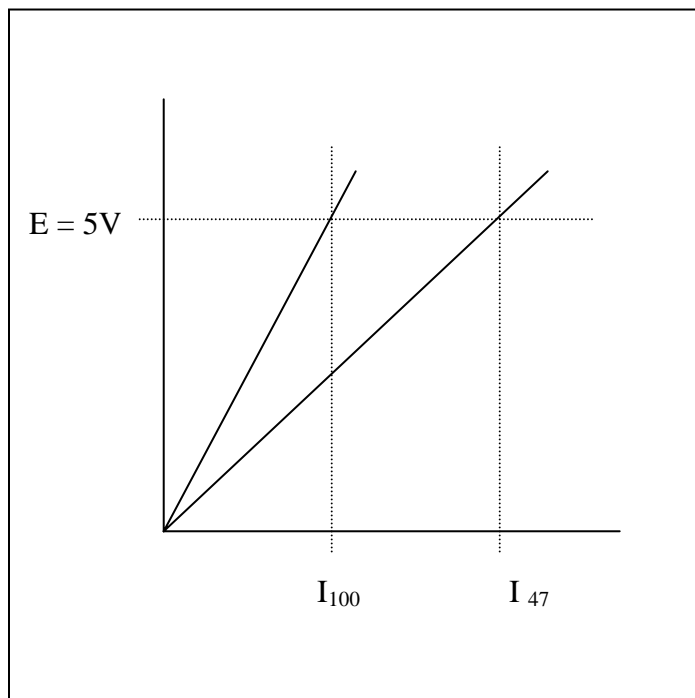
$$I_{47} = \quad \underline{108} \quad \text{mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \quad \underline{0.108} \quad \text{amperios.}$$

2. Usando los valores en amperios de I_{100} y I_{47} , calcule las resistencias R_{100} y R_{47} .

$$R_{100} = 5 \text{ V} / I_{100} = 5 \text{ V} / 0.052 \text{ A} = \quad \underline{96} \quad \text{ohmios.}$$

$$R_{47} = 5 \text{ V} / I_{47} = 5 \text{ V} / 0.108 \text{ A} = \quad \underline{46} \quad \text{ohmios.}$$

¿Cómo los valores de R_{100} y R_{47} calculados en la pregunta 3 anterior se comparan con los valores nominales de 100 y 47 ohmios para los resistores?



Conéctate con la Ley de Ohm

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering
www.tryengineering.org

Para maestros:

Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

Evidentemente, la resistencia de un resistor fijo es la pendiente de la línea que define la relación entre voltaje y corriente. Otra forma de establecer esto es observar que el voltaje del resistor es proporcional a la corriente que pasa por dicho componente. La resistencia es simplemente la constante de proporcionalidad entre el voltaje y la corriente.

3. Escribir las ecuaciones E-I para los resistores fijos.

Las ecuaciones de la línea en los gráficos E-I se pueden escribir sustituyendo los valores de R_{100} y R_{47} derivados de los datos antedichos.

Para el resistor de 100 ohmios

$$E = R_{100} I = (\underline{96} \text{ ohmios}) I$$

Y para el resistor de 47 ohmios

$$E = R_{47} I = (\underline{46} \text{ ohmios}) I$$

Use un valor de 0.050 amperios (50 miliamperios) en las ecuaciones anteriores y calcule los voltajes resultantes para los resistores de 100 y 47 ohmios respectivamente.

Para el resistor de 100 ohmios

$$E = R_{100} 0.050 \text{ amperios} = \underline{96} \text{ ohmios} \times 0.050 \text{ A} = \underline{4.8} \text{ voltios.}$$

Del mismo modo, para el resistor de 47 ohmios

$$E = R_{47} 0.050 \text{ amperios} = \underline{46} \text{ ohmios} \times 0.050 \text{ A} = \underline{2.3} \text{ voltios.}$$

Diagrame estos dos puntos en sus gráficos para confirmar que los puntos caigan en (o muy cerca de) las líneas para el resistor de 100 y el de 47 ohmios.

Pares ordenados para diagramar:

Datos del resistor de 100 ohmios: 50 mA, 4.8 V

Datos del resistor de 47 ohmios: 50 mA, 2.3 V

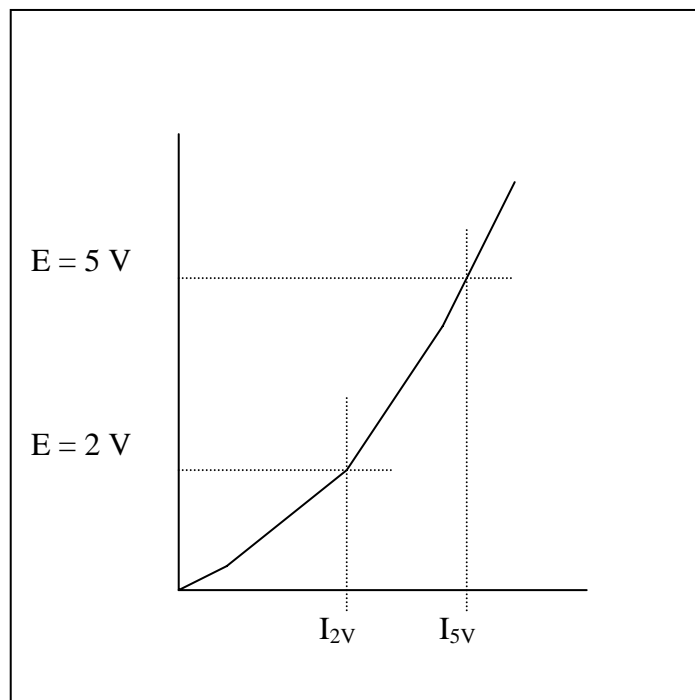
Para maestros:

Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

4. Escribir una ecuación E-I para la bombilla.

Considere el caso de la bombilla. Dado que la curva E-I para la bombilla no es una línea recta, ¿cómo se define la resistencia para la bombilla? De hecho, la resistencia de la bombilla se define como la proporción de voltaje a corriente tal como en el caso de los resistores fijos. Sin embargo, la siguiente actividad demostrará que la resistencia ya no es un valor fijo.

La curva E-I para la bombilla aparece en el siguiente bosquejo. Dibuje dos líneas horizontales en $E = 5\text{ V}$ y $E = 2\text{ V}$ que intersecten la curva y dos líneas verticales desde los puntos de intersección, y luego lea los valores de I_{2V} e I_{5V} en la escala de miliamperios.



Anote estos valores en miliamperios, de I_{2V} e I_{5V} en los espacios en blanco siguientes, y luego convierta estos valores multiplicando por 1 amperio / 1000 miliamperios.

$$I_{2V} = \quad 83 \quad \text{mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \quad 0.083 \quad \text{amperios.}$$

$$I_{5V} = \quad \underline{136} \quad \text{mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \quad \underline{0.136} \quad \text{amperios.}$$

Para maestros:

Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

Usando los valores en amperios de I_{2V} e I_{5V} , calcule las resistencias R_{2V} y R_{5V} .

$$R_{2V} = 2 \text{ V} / I_{2V} = 2 \text{ V} / 0.083 \text{ A} = \underline{24} \text{ ohmios.}$$

$$R_{5V} = 5 \text{ V} / I_{5V} = 5 \text{ V} / 0.136 \text{ A} = \underline{37} \text{ ohmios.}$$

Claramente, los valores de R_{2V} y R_{5V} son significativamente distintos, lo que no debiera extrañar ya que la curva E-I para la bombilla no es una línea recta. El proceso de escribir una ecuación que exprese la relación entre voltaje y corriente para la bombilla implica más que el solo hecho de reconocer que la resistencia es la pendiente de la curva E-I como en el caso de los resistores fijos. Una ecuación parabólica de la forma $E = k I^2$ se puede derivar usando cualquiera de los datos. Sin embargo, la curva generalmente pasará por el origen y el punto que se usó para derivar el valor de k, pero otros puntos pueden quedar a una distancia significativa de la curva. Se pueden derivar ecuaciones polinómicas más sofisticadas que pasen por todos los datos; sin embargo, las matemáticas necesarias para ello están más allá del alcance de esta actividad.

En este ejemplo, el punto 124 mA, 4.36 V se usará para calcular un valor para k:

$$k = E / I^2 = 4.36 \text{ V} / (124 \text{ mA})^2 = 0.000284 \text{ voltios}/(\text{mA})^2$$

Por lo tanto, la relación entre voltaje y corriente para la bombilla se puede aproximar por la siguiente ecuación, donde E se expresa en voltios, I en miliamperios y las unidades de k son voltios/(miliamperios)² de.

$$E = k I^2 = 0.000284 \text{ voltios}/(\text{mA})^2 I^2$$

Los datos actuales de la bombilla y los del ajuste de curva se diagraman en un gráfico común en la página siguiente para fines de comparación. Como ejemplo, a continuación se calcula el primer punto.

$$I = 67.5 \text{ mA}, \text{ por lo tanto, } E = [0.000284 \text{ voltios}/(\text{mA})^2](67.5 \text{ mA})^2 = 1.29 \text{ V}$$

I, mA	<u>0.0</u>	<u>67.5</u>	<u>99.1</u>	<u>124</u>	<u>146</u>
E = k I ²	<u>0.0</u>	<u>1.29</u>	<u>2.78</u>	<u>4.36</u>	<u>6.04</u>

Para maestros:

Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

Curvas E-I para los datos medidos de la bombilla y el ajuste de curva parabólica de la bombilla.

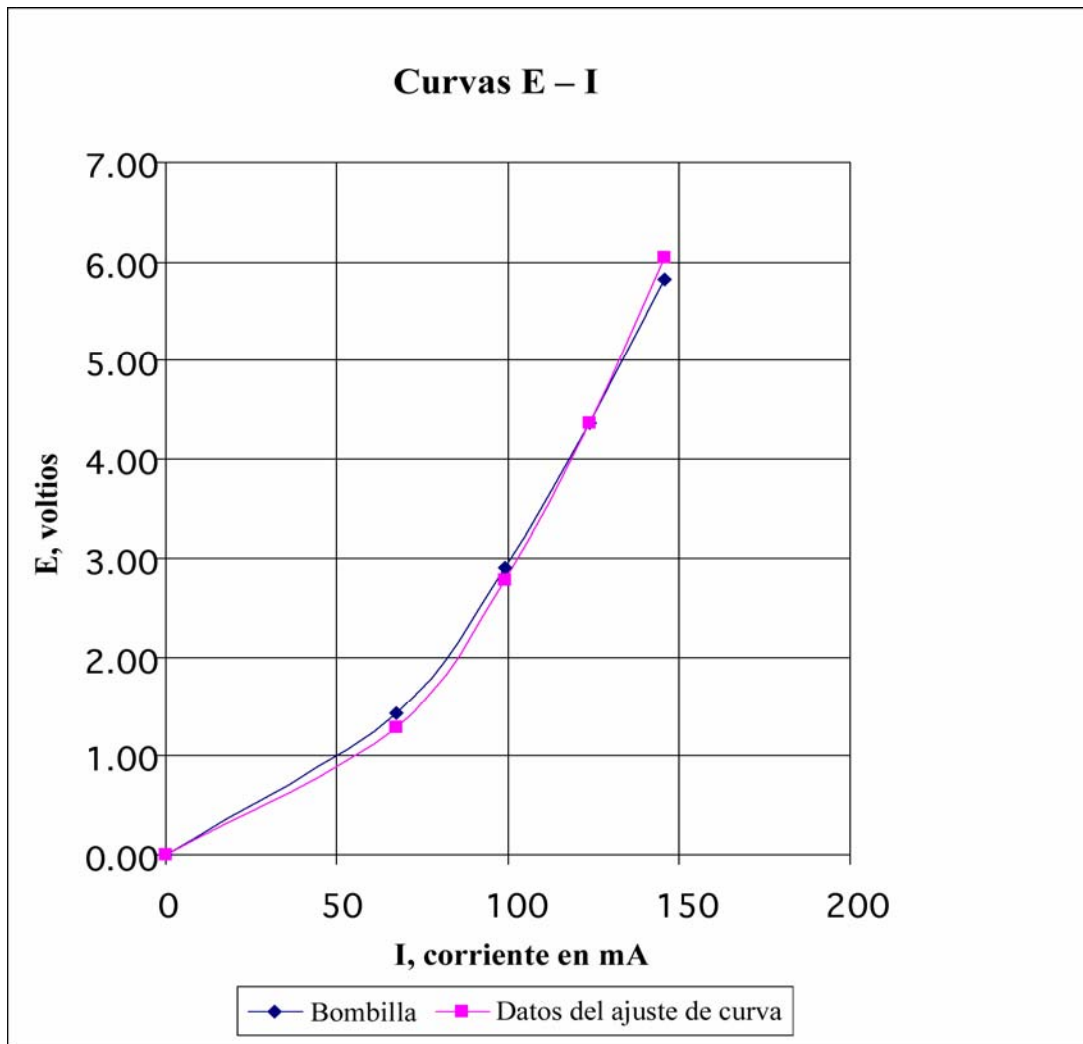
Datos para la bombilla No. 40 de 6.3 voltios y 150 mA

I, corriente, mA	0	67.5	99.1	124	146
E, emf, voltios	0.00	1.43	2.90	4.36	5.82

$$k = E / I^2 = 4.36 \text{ V}/(124\text{mA})^2 = 0.000284 \text{ V}/\text{mA}^2$$

Ajuste de curva parabólica para los datos de la bombilla No. 40 de 6.3 voltios y 150 mA

I, corriente, mA	0	67.5	99.1	124	146
E, emf, voltios = $k I^2$	0.00	1.29	2.78	4.36	6.04



Para maestros:

Pautas detalladas del plan de la lección (continuación)

Realizar la conexión matemática

La mayoría de los estudiantes de educación intermedia y secundaria reconocerán inmediatamente que la ecuación $y = m x + b$ es la ecuación de una línea en el plano x-y, que la "m" es la pendiente de la línea, y que la línea pasa por el punto "b" en el eje y. Además, la mayoría de las estudiantes también reconocerá que la ecuación $y = m x$ es un caso especial en el cual la línea pasa por el origen del plano x y. Sin embargo, parece muy difícil en la mayoría de los casos que los estudiantes reconozcan que la Ley de Ohm, que en realidad se expresa como " $E = I R$ ", también es la ecuación de una línea recta a través del origen o plano donde "E" se diagrama en el eje vertical e "I" se diagrama en el eje horizontal. Este ejercicio está diseñado para ayudar a que los estudiantes establezcan la relación entre los conceptos abstractos aprendidos en álgebra 1 y las cantidades físicas de fuerza electromotriz (voltaje) y corriente eléctrica.

Para un resistor físico, la Ley de Ohm es la expresión más sencilla de la relación proporcional entre la fuerza electromotriz en voltios y la corriente en amperios. Generalmente la Ley de Ohm se expresa para los circuitos de corriente continua de la siguiente forma.

$$E = IR \quad \text{Ley de Ohm}$$

Donde la "E" es la fuerza electromotriz expresada en voltios, "I" es la corriente eléctrica en amperios y R es la resistencia en ohmios.

Para el caso de un resistor fijo común, "R" es la constante que expresa la proporcionalidad entre las variables "E" e "I."

Si $E = y$, $I = x$ y $b = 0$, se ve claramente que la ecuación es de la forma $y = m x + b$, y que R es la pendiente en la línea diagramada en el plano E - I.

Expresar por escrito la Ley de Ohm con subíndices y redistribuir el orden de R e I enfatiza la correspondencia entre R e I, donde y, m y x en la pendiente de punto forman una ecuación lineal.

$$E_y = R_m I_x$$

Calculadoras de gráficos

Los datos de voltaje y corriente para los resistores y para la bombilla se pueden introducir en una calculadora gráfica, como la TI-83, para derivar las ecuaciones lineales o cuadráticas de mejor ajuste. El uso de calculadoras gráficas para analizar datos físicos es otra buena manera de demostrarle a los estudiantes la relación entre los conceptos matemáticos abstractos y el "mundo real".

Conéctate con la Ley de Ohm



Para maestros:

Apéndice 1: Fuentes y costos para los materiales necesarios

Renuncia: Los siguientes datos sobre fuentes y costos se entregan sólo para fines informativos y prácticos, y no constituyen un apoyo a ningún suministrador ni a productos particulares. La mención de productos por su nombre, modelo o número de pieza no es garantía de seguridad ni de idoneidad del producto mencionado para ningún fin. Los costos mencionados son costos reales válidos en los últimos meses del año 2003 basados en la experiencia personal del autor y se repiten aquí sólo para fines informativos. Ni IEEE ni el autor ofrecen vender ninguno de los materiales a ningún precio.

Información de contacto sobre algunos suministradores de materiales

- ✦ Omnitron Electronics (www.omnitronelectronics.com) 954-574-0345
- ✦ Radio Shack (www.radioshack.com)

Tiendas de electrónica		Radio Shack	Para 30 estac. de trabajo	
Descripción	Ref. Radio Shack No.	\$ Costo	Cant.	\$ Costo
Portapilas, 4 pilas AA	270-391A	1.69	30	50.70
Portapilas, una pila AA	270-401A	0.99		
Portalámpara con base roscada	272-357	1.59	30	47.70
Conductores en puente	278-1156C paquete de 10	4.99		
Resistor, 1/2 vatio, 47 ohmios	271-1105 paquete de 5	0.99	6	5.94
Resistor, 1/2 vatio, 100 ohmios	271-1108 paquete de 5	0.99	6	5.94
Bombilla No. 40, de 6.3 V y 150 mA	272-1128 paquete de 2.	1.49	15	22.35
Alambre trenzado calibre 22, 20 ó 18 AWG, cualquier color	278-1225 paquete de 3.	4.99	1	4.99
Multímetro digital	22-810	19.99		
Soldadura autofundente, 60-40	64-009E 8 oz, 0.032 diám.	7.99		
Suministradores electrónicos en línea		Omnitron Electronics*		
Descripción	Ref Omnitron Electronics No.	\$ Costo		
Conductores en puente	TL-6B paquete de 10	1.95	10	19.50
Multímetro digital	M-1004	3.95	60	237.00
* Precios por cantidades de 25 o más unidades.				
Ferreterías y centros de materiales para el hogar				
Descripción	Artículo	\$ Costo		
Placas de unión, latón, 1/2 x 2 pulgadas	Herrajes de latón Stanley Classic 80-3770, paquete de 3			
Placas de unión, latón, 1/2 x 2 pulgadas	Latón sólido Brainerd 50651, paquete de 4	1.97	15	29.55
Madera, nominalmente 1" x 6" (tamaño real 3/4" x 5 1/2")	Tablero blanco No. 2 de 1" x 6" x 8 pies de largo	4.98	5	24.90
Pilas AA	Paquete 30 pilas alcalinas Ray O	9.97	4	39.88

	Vac			
Tornillos No. 4 para madera, cabeza plana, 1/2" de largo	Paquete de 100	2.68	1	2.68
Tornillos No. 4 para madera, cabeza plana, 3/4" de largo	Paquete de 100	2.51	1	2.51
Lija fina, No. 120.	Paquete de 5 pliegos	1.87	1	1.87
Total de 30 estaciones de trabajo				495.51
Costo por estación de trabajo				16.52



Conéctate con la Ley de Ohm



Para maestros:

Apéndice 2: Instrucciones de montaje del probador de continuidad

Las partes del probador de continuidad que aparece a continuación van montadas en un tablero de madera de 6 pulgadas de largo compuesto de maderas con tamaño nominal de 1 por 6 pulgadas (el tamaño real es de 3/4 x 5 1/2 pulgadas). Las dimensiones del tablero y la colocación exacta de los componentes no son fundamentales. El portapilas va sujeto al tablero con dos tornillos No. 4 de cabeza plana para madera, de 1/2 de largo. El portalámpara va sujeto al tablero con dos tornillos No. 4 de cabeza plana para madera, de 3/4 pulgadas. Los alambres trenzados calibre 20 AWG van fijos al tablero mediante pegamento aplicado con una pistola caliente. Las placas son 2 "placas de unión" de 1/2 x 2 pulgadas de latón sólido que se pueden adquirir en tiendas para el hogar, ferreterías y mueblerías. Los alambres van soldados a las placas de latón con soldadura autofundente de 60-40. En el Apéndice 1 aparece información adicional sobre los materiales.

Portapilas para
4 pilas AA

Portalámpara roscado
en miniatura



Placas de unión de
latón

Cable trenzado calibre
20 AWG

Conéctate con la Ley de Ohm

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering
www.tryengineering.org

Página 19 de 34

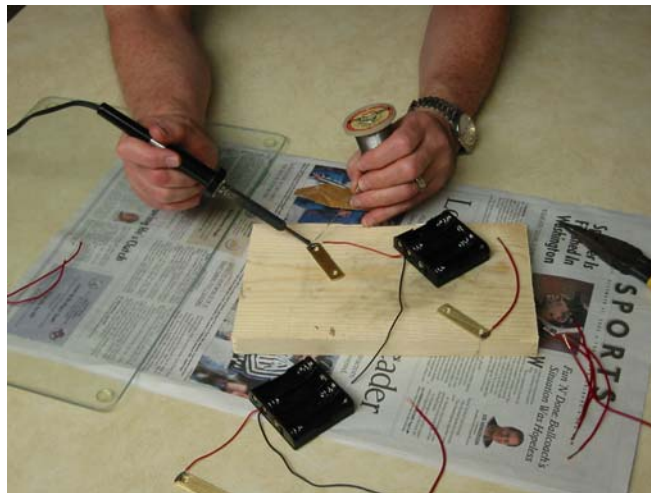
Para maestros:

Apéndice 2: Instrucciones de montaje del probador de continuidad (continuación)

Las placas de latón van recubiertas con un acabado de laca para evitar que se manche. Sin embargo, este revestimiento no es conductor, y por lo tanto se debe quitar completamente de las placas de latón. Además, se debe quitar la laca para facilitar las conexiones de la soldadura. La lija fina (No. 120) es muy buena para quitar el acabado de laca.



Las uniones soldadas se pueden realizar con una soldadora pequeña de 25 vatios. Las conexiones de alambre a las placas de latón se realizaron antes de montar las placas y el portapilas en el tablero.



Las piezas antes del montaje aparecen en la fotografía

de la derecha.

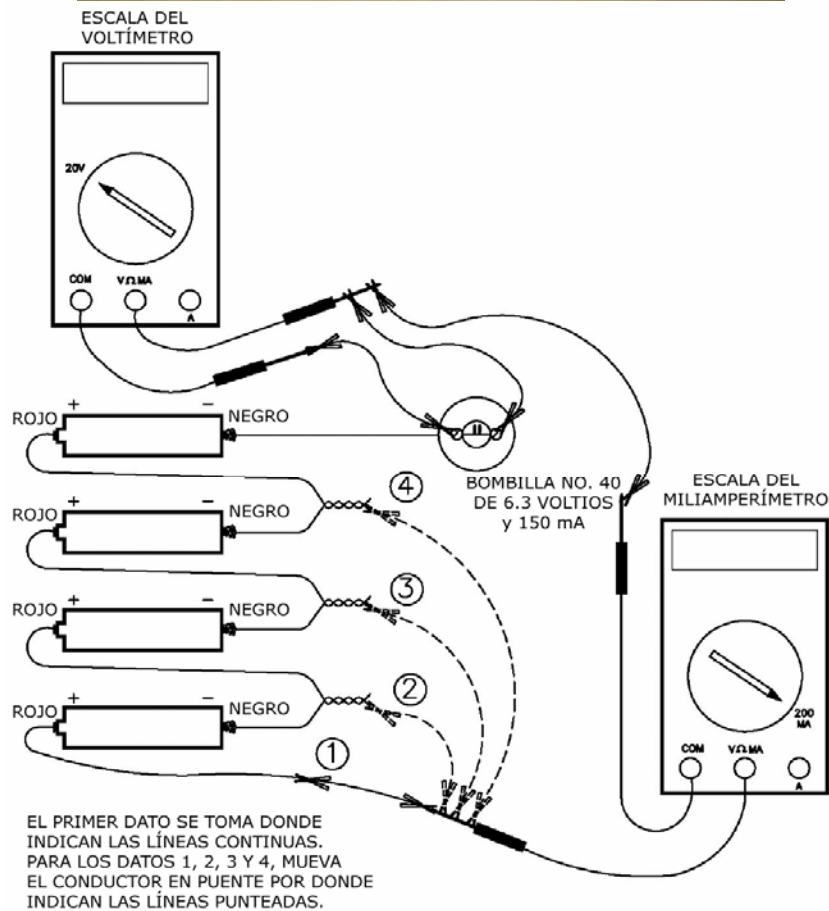
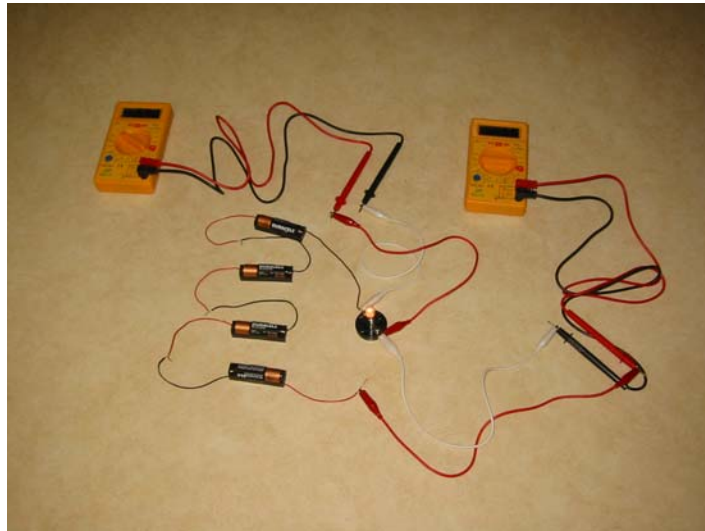


Conéctate con la Ley de Ohm



Para maestros:

Apéndice 3: Fotos y diagramas del portapilas individual alternativo

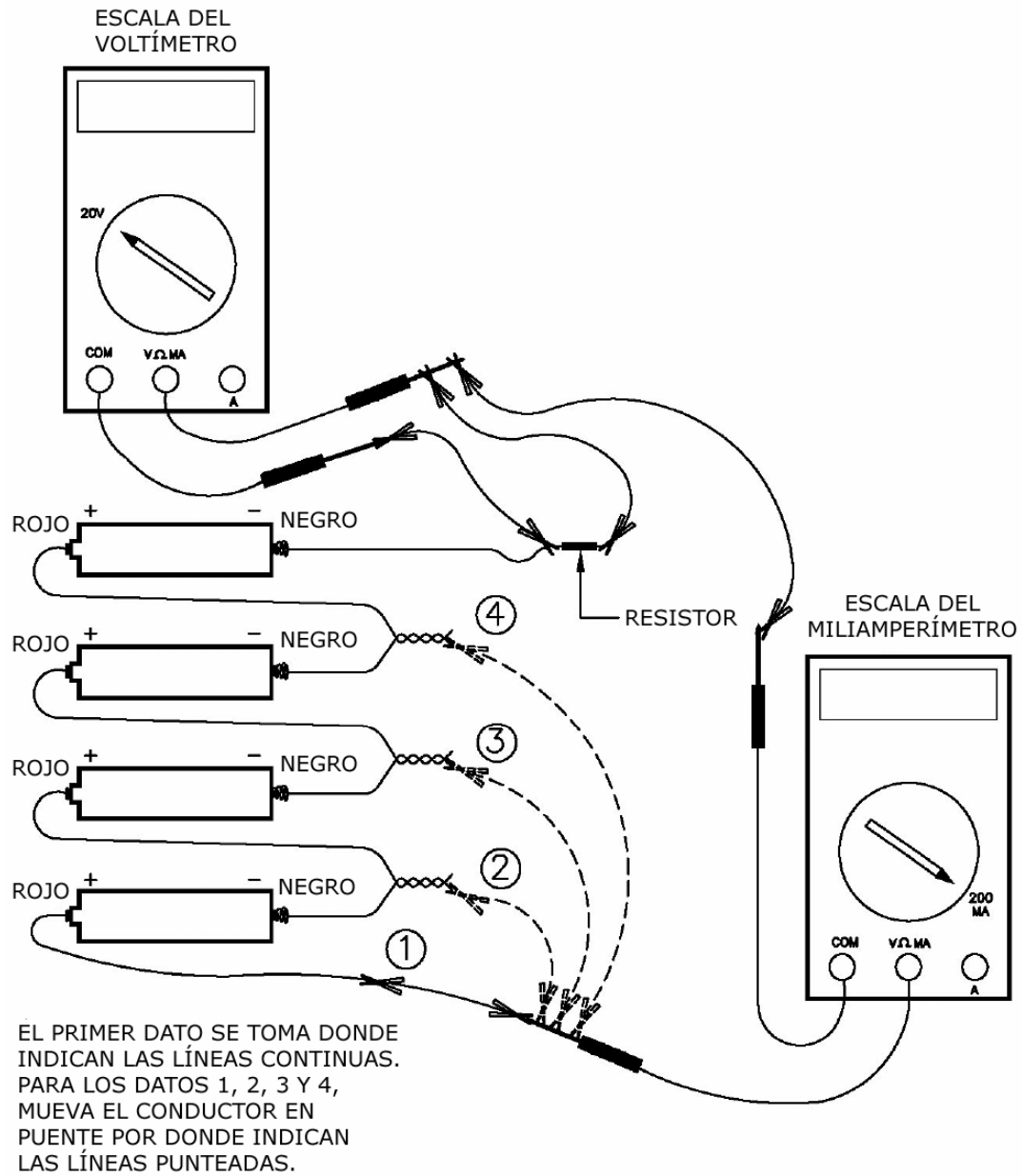


Conéctate con la Ley de Ohm

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering
www.tryengineering.org

Página 21 de 34

Para maestros:
Apéndice 3: Fotos y diagramas del portapilas individual alternativo (continuación)



Conéctate con la Ley de Ohm



Para maestros:

Actividad opcional adicional

Apéndice 4: Actividad sobre aislantes y conductores

La actividad de aislantes y conductores es un buen paso previo para la actividad de la Ley de Ohm o para una discusión sobre la naturaleza de los conductores, aislantes y semiconductores. El tablero de conductividad es una herramienta muy útil en clase para diversas edades, desde los primeros grados escolares hasta la educación secundaria.

Se le entrega a los estudiantes una serie de materiales y se les pide que los clasifiquen en lotes de conductores y no conductores. Para la clasificación inicial, un conductor es cualquier material que haga que la luz se prenda, aunque sea de manera tenue, y los no conductores son aquellos materiales con los cuales no se aprecia indicio alguno de luz.



Materiales sugeridos:

- ✦ No conductores: Papel, varitas de madera (palos maqueteros), elástico, popotes plásticos, cuerda o cordel.
- ✦ Conductores: Diodo rectificador (por ej. Radio Shack 276-1141 de 3A y 50 V), resistor de 1/2 vatio, 47 ohmios, 1/2 vatio, resistor de 100 ohmios, grafito de lápiz, papel de aluminio, monedas de cobre, clavo, alambre de cobre.

Para maestros:
Actividad opcional adicional
Apéndice 4: Actividad sobre aislantes y conductores
(continuación)

Una vez hecha la clasificación inicial, se le pide a los estudiantes que clasifiquen los materiales conductores en dos grupos: El grupo 1, que incluye aquellos materiales con los cuales la bombilla se enciende muy bien y el grupo 2, que incluye aquellos materiales con el cual la luminosidad de la bombilla es notoriamente menor. El grupo 1 incluirá los materiales hechos con metales comunes como el aluminio, cobre y hierro.

Los materiales del grupo 2, aquéllos que conduzcan la electricidad lo suficientemente bien para encender la bombilla hasta cierto punto, pero no con la luminosidad de los conductores metálicos, incluye los resistores de 47 y 100 ohmios, el diodo y el grafito de lápiz.

Haga que los estudiantes comparen la luminosidad de la bombilla cuando funcione en serie con el resistor de 47 ohmios con el brillo que dé cuando funcione con el resistor de 100 ohmios. Dependiendo de lo nuevas sean las pilas, el filamento de la bombilla puede brillar ligeramente cuando funcione con el resistor de 100 ohmios.

El diodo es el único material que conduce en una sola dirección, pero no en la otra. Analizar cómo funciona el diodo es una buena introducción al tema de los semiconductores.

El grafito de lápiz es otro material muy interesante. Es importante dejar claro a los estudiantes que este lápiz no contiene plomo metálico, sino que una forma de carbono llamada "grafito." El hecho de que los diamantes también estén hechos íntegramente de átomos de carbono pero sean buenos aislantes es una clara demostración de que los materiales deben sus propiedades de conducción eléctrica no sólo al tipo de átomos presentes, sino también a la disposición de los átomos en una estructura cristalina particular.

El grafito de lápiz se parece al plomo metálico, pero no lo es. El grafito es por lo tanto un buen ejemplo de un conductor no metálico. El grafito es además un excelente lubricante que también puede soportar altas temperaturas. Debido a que el grafito es resbaladizo pero no pegajoso como el aceite de lubricación, también se utiliza como lubricante para candados y cadenas de bicicletas. La combinación de las propiedades lubricantes y conductoras del grafito, también lo convierten en un excelente material para usarse en contactos eléctricos deslizantes. Por ejemplo, se usan "cepillos" de grafito para transmitir la corriente eléctrica a las armaduras giratorias de los motores eléctricos, como los que se usan en los motores de arranque de automóviles, aspiradoras, taladros eléctricos manuales y otros artefactos.

Conéctate con la Ley de Ohm



Hoja de información para el estudiante Hoja informativa sobre la Ley de Ohm

¿Qué es la Ley de Ohm?

la Ley de Ohm es una ecuación matemática que explica la relación entre voltaje, corriente y resistencia en los circuitos eléctricos. Se define de la siguiente manera:

$$E = I \times R$$

E = Voltaje (El voltaje es una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos en un alambre conductor. El voltaje se mide en voltios y proviene de diversas fuentes como tomacorrientes eléctricos y pilas).

I = Corriente (La corriente se mide en amperios. La corriente está compuesta por partículas cargadas que fluyen desde la fuente de voltaje por un material conductor a una puesta a tierra).

R = Resistencia (La resistencia es la oposición que ofrece un material al paso de una corriente eléctrica. La resistencia se mide en ohmios. Ejemplos de elementos con resistencia son las bombillas y las cafeteras).

La resistencia es el más sencillo de los tres elementos pasivos de los circuitos.

Hay tres elementos pasivos en los circuitos eléctricos: el condensador, que almacena energía en forma de campo eléctrico; el inductor, que almacena energía en forma de campo magnético y el resistor, que disipa la energía en vez de almacenarla. Este ejercicio aborda sólo al resistor, el más sencillo de los tres elementos pasivos de los circuitos. Sin embargo, se prueban los dos tipos de resistores, los lineales que tienen una resistencia constante o fija y la bombilla, cuya resistencia no lineal varía según la cantidad de corriente que pasa por ella.

La tradición prevalece en la notación.

Si bien el uso de la "R" para representar la resistencia es lo suficientemente intuitivo, el uso de la "E" y la "I" para indicar el voltaje "E" que se genera en el resistor por el cual pasa la corriente "I" tiene orígenes históricos. La "E" tiene que ver con "fuerza electromotriz", el término original para la cantidad que tiende a empujar las cargas eléctricas en un circuito. Lo normal ahora es referirse a la fuerza electromotriz simplemente como "voltaje", ya sea proveniente de una fuente como una pila o al potencial que se forma en un resistor por el cual va pasando la carga. Del mismo modo, en la primera etapa del desarrollo de la teoría eléctrica, a la cantidad de carga que pasa por un circuito en un período determinado se le denominaba "intensidad", una cantidad que ahora se conoce comúnmente como "corriente" o "amperaje", o incluso simplemente "amperios". Para nuestros fines, nos referiremos a la cantidad ("E"), es decir, a la carga accionante que pasa por el resistor, como "voltaje"; y a la cantidad ("I"), que es el volumen de carga que pasa por el resistor en un determinado momento, le denominaremos "corriente". La Ley de Ohm define la resistencia como la proporción entre el voltaje de un elemento y la corriente que fluye por él.

$$E = I R \quad \text{Ley de Ohm}$$

$$R = E / I \quad \text{Definición de resistencia según la Ley de Ohm.}$$

Conéctate con la Ley de Ohm



Hoja de trabajo para el estudiante Procedimiento detallado

Suponiendo que la bombilla No. 40 es el primer elemento del circuito que se ha de probar, dispón el equipo tal como aparece en la figura 1 o en la disposición alternativa que aparece en el Apéndice 2.

Es muy importante asegurarse de que el medidor conectado al portalámpara esté fijado en la escala de 20 voltios antes de conectarlo al circuito. Si el medidor conectado al portalámpara está fijado en la escala de corriente, se crea un cortocircuito que suele fundir el fusible en el medidor. Asimismo, es importante que el medidor utilizado para medir la corriente esté fijado en una escala de 200 miliamperios o mayor antes de conectarlo al circuito. En caso contrario, la corriente consumida puede fundir el fusible en el medidor.

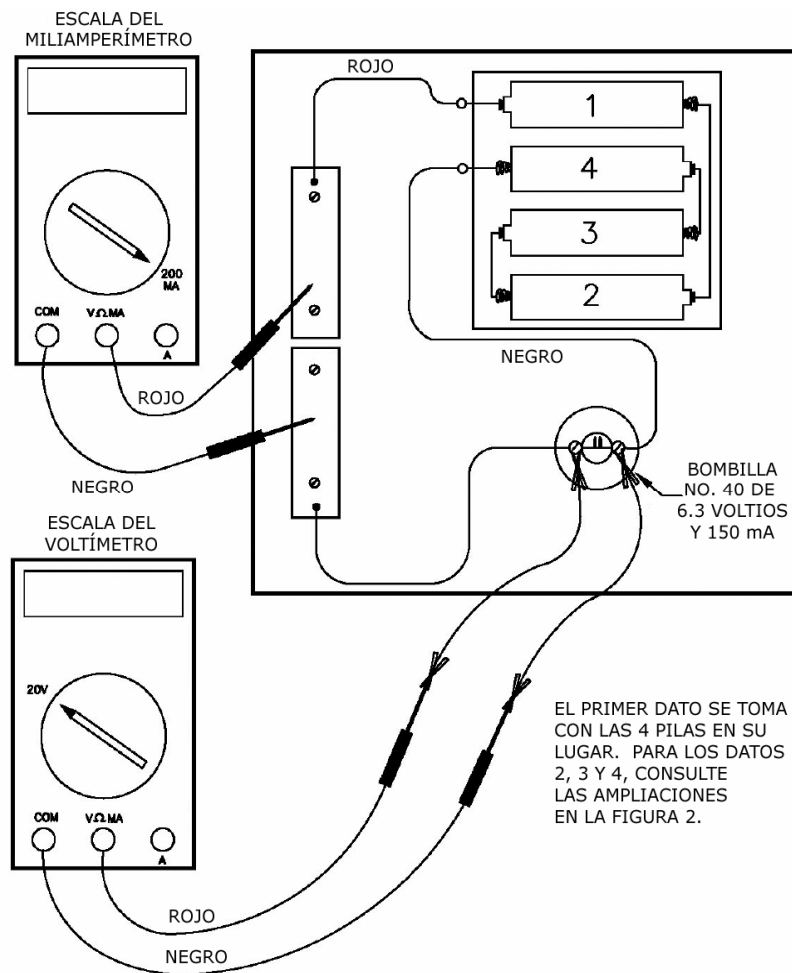


Figura 1

Hoja de trabajo para el estudiante Procedimiento detallado (continuación)

Extracción de datos

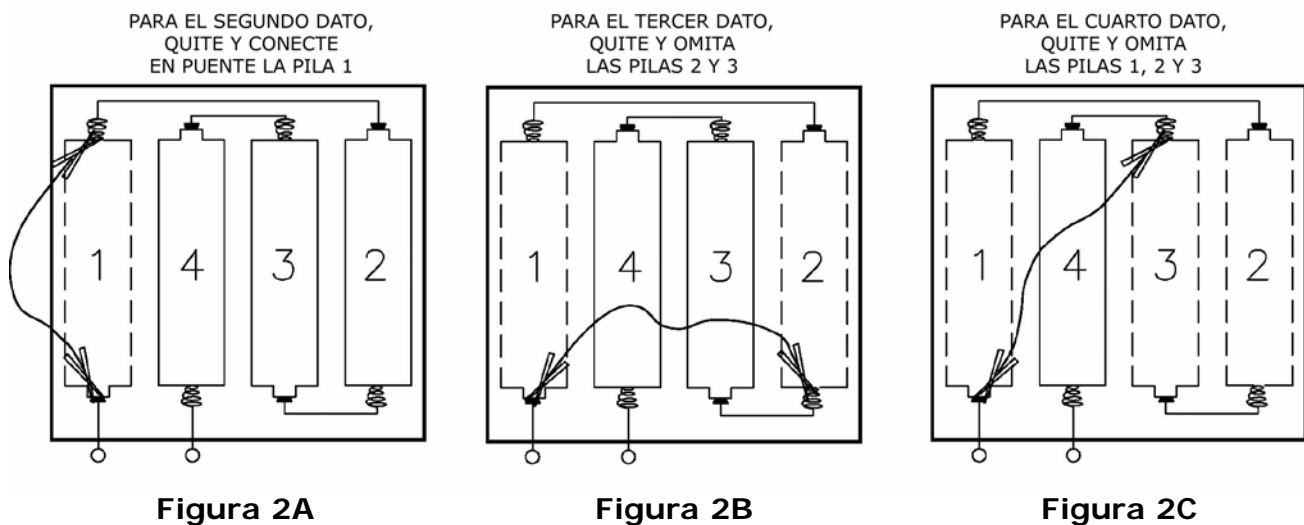
Con las cuatro pilas en el portapilas, mide y anota en la hoja de datos el voltaje y corriente que pasa por la bombilla para el primero punto.

Quita y omite la pila 1 tal como aparece en la figura 2A, dejando tres pilas en el portapilas. Nuevamente mide y anota en la hoja de datos el voltaje y la corriente por la bombilla para obtener un segundo dato.

Ahora quita y omite las pilas 1 y 2, dejando sólo dos en el portapilas, tal como se aprecia en la figura 2B. Nuevamente mide y anota en la hoja de datos el voltaje y la corriente que pasa por la bombilla para obtener un tercer dato.

Finalmente, quita y omite las pilas 1, 2 y 3, dejando una sola en el portapilas, tal como se aprecia en la figura 2C. Nuevamente mide y anota en la hoja de datos el voltaje y la corriente que pasa por la bombilla para obtener un cuarto dato.

Ya que evidentemente no hay corriente que pase por la bombilla si no hay pilas en el portapilas, el punto de cero corriente y cero voltaje se puede considerar como un quinto punto.

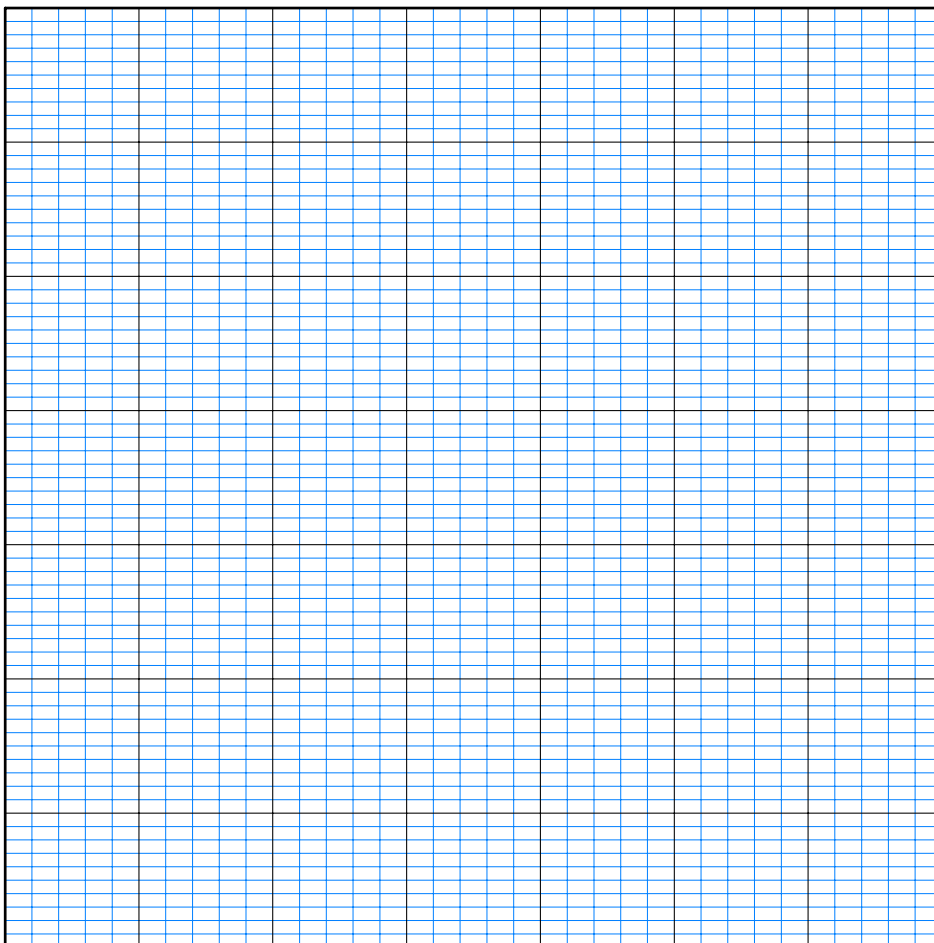


Diagramar los puntos en el gráfico y obtener la curva

Prepara una hoja de papel cuadriculado con la corriente en miliamperios en la escala horizontal y el voltaje en voltios en la escala vertical, tal como se aprecia en la página siguiente. Una escala horizontal práctica es la de 0 a 175 miliamperios y una escala vertical práctica es la de 0 a 7 voltios. Grafica los cinco puntos obtenidos para la bombilla y dibuja una curva del "mejor ajuste" por los puntos.

**Hoja de trabajo para el estudiante
Procedimiento detallado (continuación)**

E en voltios vs. I en miliamperios.



Datos para la bombilla No. 40 de 6.3 voltios y 150 mA

I, corriente, mA 0.0 _____

E, emf, voltios 0.0 _____

Datos para el resistor 1 47 ohmios

I, corriente, mA 0.0 _____

E, emf, voltios 0.0 _____

Datos para el resistor 2 100 ohmios

I, corriente, mA 0.0 _____

E, emf, voltios 0.0 _____

Hoja de trabajo para el estudiante Procedimiento detallado (continuación)

Probar los resistores

Medir y anotar los datos de cada uno de los resistores es básicamente igual que para la bombilla. En la figura 3 aparecen los detalles exactos para conectar el resistor al circuito.

Eso sí, asegúrate de quitar la bombilla del portalámpara para que toda la corriente pase por el resistor y por ende no se sobrecargue el miliamperímetro. Si no se quita la bombilla del portalámpara con el resistor también en el circuito, se puede fundir el fusible del miliamperímetro.

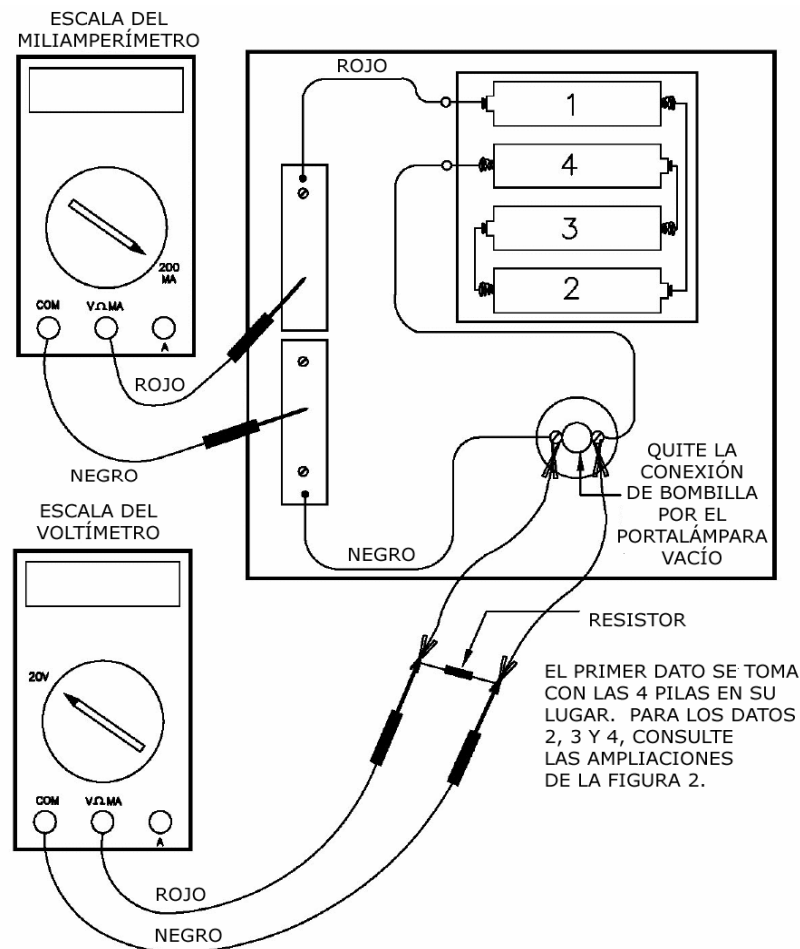


Figura 3

Una vez que se mide y anota el primer dato para el resistor, continúa quitando y omitiendo una pila a la vez para obtener el segundo, tercer y cuarto datos para el resistor. El procedimiento para retirar y omitir las pilas es el mismo que se utilizó para la bombilla, y aparece en las figuras 2A, 2B y 2C anteriores. El quinto dato correspondiente a cero miliamperios y cero voltios se usa para los resistores tal cual se hizo para la bombilla. Los datos para los resistores y la bombilla se pueden anotar en la misma hoja de datos y graficar para facilitar la comparación de las curvas de cada elemento.

Hoja de trabajo para el estudiante

Procedimiento detallado (continuación)

Descubre la Ley de Ohm

1. Dibuja una línea horizontal en el gráfico a $E = 5$ voltios y luego líneas verticales hacia abajo desde las intersecciones de la línea horizontal y las curvas para los resistores de 100 y 47 ohmios, tal como aparece en la imagen siguiente.

Anota estos valores en miliamperios de I_{100} y I_{47} en los espacios en blanco siguientes, y luego convierte estos valores en amperios multiplicando por 1 amperio / 1000 miliamperios.

$$I_{100} = \text{_____ mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \text{_____ amperios.}$$

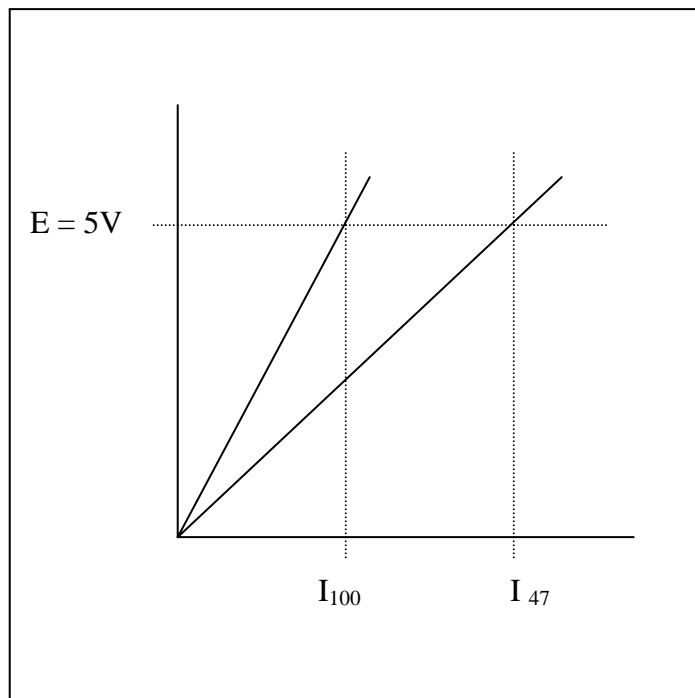
$$I_{47} = \text{_____ mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \text{_____ amperios.}$$

2. Usando los valores en amperios de I_{100} y I_{47} , calcule las resistencias R_{100} y R_{47} .

$$R_{100} = 5V / I_{100} = \text{_____ ohmios.}$$

$$R_{47} = 5V / I_{47} = \text{_____ ohmios.}$$

¿Cómo los valores de R_{100} y R_{47} calculados en la pregunta 3 anterior se comparan con los valores nominales de 100 y 47 ohmios para los resistores?



Hoja de trabajo para el estudiante

Procedimiento detallado (continuación)

Evidentemente, la resistencia de un resistor fijo es la pendiente de la línea que define la relación entre voltaje y corriente. Otra forma de establecer esto es observar que el voltaje del resistor es proporcional a la corriente que pasa por dicho componente. La resistencia es simplemente la constante de proporcionalidad entre el voltaje y la corriente.

3. Escribir las ecuaciones E-I para los resistores fijos.

Las ecuaciones de la línea en los gráficos E-I se pueden escribir sustituyendo los valores de R_{100} y R_{47} derivados de los datos antedichos.

Para el resistor de 100 ohmios

$$E = R_{100} I = (\text{_____ ohmios}) I$$

Y para el resistor de 47 ohmios

$$E = R_{47} I = (\text{_____ ohmios}) I$$

Usa un valor de 0.050 amperios (50 miliamperios) en las ecuaciones anteriores y calcula los voltajes resultantes para los resistores de 100 y 47 ohmios respectivamente.

Para el resistor de 100 ohmios

$$E = R_{100} 0.050 \text{ amperios} = \text{_____ ohmios} \times 0.050 \text{ A} = \text{_____ voltios.}$$

Del mismo modo, para el resistor de 47 ohmios

$$E = R_{47} 0.050 \text{ amperios} = \text{_____ ohmios} \times 0.050 \text{ A} = \text{_____ voltios.}$$

Diagrama estos dos puntos en sus gráficos para confirmar que los puntos caigan en (o muy cerca de) las líneas para el resistor de 100 y el de 47 ohmios.

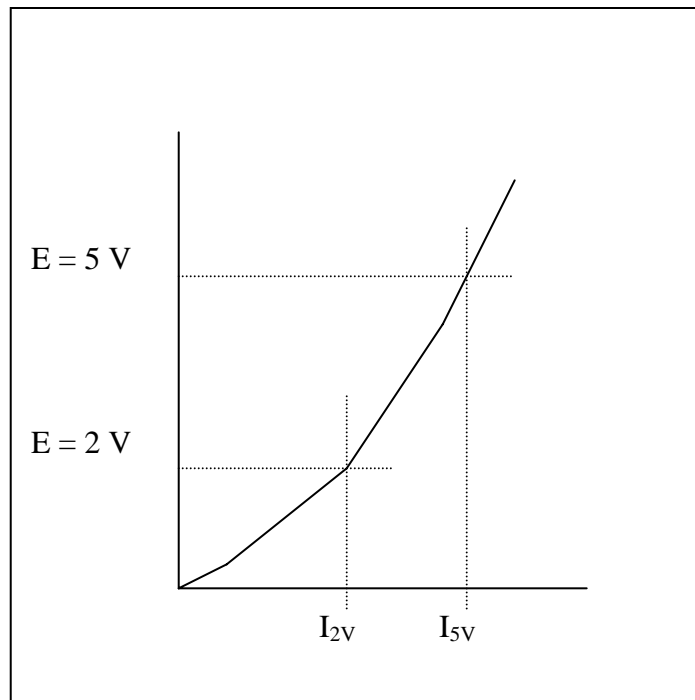
Hoja de trabajo para el estudiante

Procedimiento detallado (continuación)

4. Escribir una ecuación E-I para la bombilla.

Considera el caso de la bombilla. Dado que la curva E-I para la bombilla no es una línea recta, ¿cómo se define la resistencia para la bombilla? De hecho, la resistencia de la bombilla se define como la proporción de voltaje a corriente tal como en el caso de los resistores fijos. Sin embargo, la siguiente actividad demostrará que la resistencia ya no es un valor fijo.

La curva E-I para la bombilla aparece en el siguiente bosquejo. Dibuja dos líneas horizontales en $E = 5\text{ V}$ y $E = 2\text{ V}$ que intersecten la curva y dos líneas verticales desde los puntos de intersección, y luego lee los valores de I_{2V} e I_{5V} en la escala de miliamperios.



Anota estos valores en miliamperios de I_{2V} e I_{5V} en los espacios en blanco siguientes, y luego convierte estos valores en amperios por 1 amperio / 1000 miliamperios.

$$I_{2V} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios.}$$

$$I_{5V} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA} \times (1 \text{ amperio} / 1000 \text{ mA}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios.}$$

Hoja de trabajo para el estudiante

Procedimiento detallado (continuación)

Usando los valores en amperios de I_{2V} e I_{5V} , calcula las resistencias R_{2V} y R_{5V} .

$$R_{2V} = 2 \text{ V} / I_{2V} = 2 \text{ V} / \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ohmios.}$$

$$R_{5V} = 5 \text{ V} / I_{5V} = 5 \text{ V} / \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ohmios.}$$

Claramente, los valores de R_{2V} y R_{5V} son significativamente distintos, lo que no debiera extrañar ya que la curva E-I para la bombilla no es una línea recta. El proceso de escribir una ecuación que exprese la relación entre voltaje y corriente para la bombilla implica más que el solo hecho de reconocer que la resistencia es la pendiente de la curva E-I como en el caso de los resistores fijos. Una ecuación parabólica de la forma $E = k I^2$ se puede derivar usando cualquiera de los datos. Sin embargo, la curva generalmente pasará por el origen y el punto que se usó para derivar el valor de k, pero otros puntos pueden quedar a una distancia significativa de la curva. Se pueden derivar ecuaciones polinómicas más sofisticadas que pasen por todos los datos; sin embargo, las matemáticas necesarias para ello están más allá del alcance de esta actividad.

Usa tus datos para el punto cercano a 4.5 voltios a fin de calcular un valor para k:

$$k = E / I^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V} / (\underline{\hspace{2cm}} \text{ mA})^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V} / \text{ mA}^2$$

Usa tu valor calculado de k para generar una curva vaticinada de E-I para la bombilla. Para mayor comodidad, usa los mismos valores para la corriente que mediste en la prueba de la bombilla para calcular los valores vaticinados para el voltaje de la bombilla.

I, mA 0 _____ _____ _____ _____

E = k I² 0 _____ _____ _____ _____

Diagrama la curva E-I vaticinada para la bombilla en el gráfico original para fines de comparación. ¿La curva vaticinada reproduce con precisión los datos de la prueba a lo largo del margen de operación de la bombilla?