

# CURSO: CIRCUITOS ELÉCTRICOS

PROFESOR: JORGE ANTONIO POLANIA PUENTES

## 1. LEY DE OHM

### UNIDAD 1: LEY DE OHM - TEORÍA

[https://es.wikipedia.org/wiki/Georg\\_Simon\\_Ohm](https://es.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm)

**Georg Simon Ohm** (Erlangen, Baviera; 16 de marzo de 1789 - Múnich, 6 de julio de 1854) fue un físico y matemático alemán que aportó a la teoría de la electricidad la ley de Ohm. Conocido principalmente por su investigación sobre las corrientes eléctricas, estudió la relación que existe entre la intensidad de una corriente eléctrica, su fuerza electromotriz y la resistencia, formulando en 1827 la ley que lleva su nombre que establece que  $I = V/R$ . También se interesó por la acústica, la polarización de las pilas y las interferencias luminosas. La unidad de resistencia eléctrica, el ohmio, recibe este nombre en su honor.<sup>1</sup> Terminó ocupando el puesto de conservador del gabinete de Física de la Academia de Ciencias de Baviera.



En esta unidad usted aprenderá a aplicar la Ley de Ohm, a conocer las unidades eléctricas en la medición de las resistencias, voltajes y corrientes, a conectar los correspondientes medidores y a calcular la potencia eléctrica que suministra una fuente de voltaje o que disipa una resistencia.

### 1. ECUACIÓN DE OHM

Todos conocemos que los elementos metálicos conducen la corriente eléctrica. La plata y el cobre por ejemplo son los mejores conductores de la electricidad, por el contrario el caucho, la madera son malos conductores. Entre mejor sea conductor de electricidad, menor será su resistencia eléctrica. Esto es, al aumentar la resistencia disminuye la conducción de corriente. El producto de esta **resistencia (R)** y la **corriente (I)** que pasa por ella se denomina **voltaje (V)** y esta relación es conocida como la **Ley de Ohm**, que puede enunciarse como:

"La corriente es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a su resistencia."

Esta ley se escribe matemáticamente como:

$$\text{LEY DE OHM: } E = I \cdot R$$

$V = I \cdot R$ , Voltaje es igual a corriente por resistencia

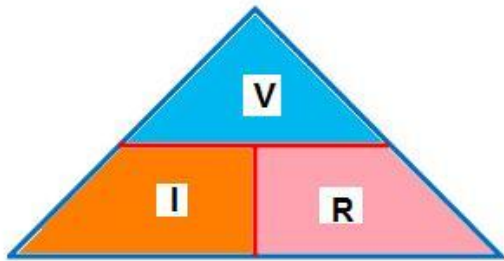
Si se quiere encontrar la corriente conociendo el voltaje y la resistencia se usa despejando de la fórmula anterior:

$I = V / R$ , La corriente es igual al voltaje sobre la resistencia

Para encontrar la resistencia que tiene el conductor conociendo el voltaje y la corriente se usa la ecuación:

$R = V / I$ , La resistencia es igual al voltaje sobre la corriente

Esto se puede representar gráficamente en este triángulo:



El Voltaje = Corriente \* Resistencia

La Corriente = Voltaje / Resistencia

La Resistencia = Voltaje / Corriente

## 2. UNIDADES

Para medir una cantidad eléctrica se usan las unidades. La unidad de voltaje es el **voltio (V)**, la unidad de la corriente es el **amperio (A)** y la unidad de la resistencia es el **ohmio ( $\Omega$ )**. Según la Ley de Ohm, sus relaciones son las siguientes:

**voltio = amperio x ohmio**

**amperio = voltio / ohmio**

**ohmio = voltio / amperio**

Cuando las mediciones son muy grandes o pequeñas se usan los **Múltiplos o submúltiplos**. Por ejemplo:

NOMENCLATURA	MÚLTIPLO/SUBMÚLTIPLO	EQUIVALENCIA	EXPONENCIAL
KILOVOLTIO	1 KV	1000 V	1e3V
MILIVOLTIO	1 mV	0.001 V	1e-3V
VOLTIO	1 V	1000 mV	1e3 mV
MILIAMPERIO	1 mA	0.001 A	1e-3A
AMPERIO	1 A	1000 mA	1e3 mA
KILOHMIO	1 KΩ	1000 Ω	1e3 Ω
MAEGAOHMIO	1 MΩ	1000 KΩ	1e3 KΩ

1 KV (Kilo voltio) = 1000 V,

1 mV (mili voltio) = 0.001 V (1 milésima de voltio)

1 V = 1000 mV

1 mA (miliamperio) = 0.001 A (1 Milésima de amperio);

1 μA (micro amperio) = 1 millonésima de amperio

1 A = 1000 mA,     1 mA = 1.000 μA

1 KΩ (1 kilo ohmio) = 1000 ohmios

1 MΩ (1 mega ohmio) = 1 Millón de ohmios = 1.000 KΩ

### 3. FUENTE DE VOLTAJE

La corriente es generada por una fuente de voltaje (E) que puede ser una batería para el caso de la corriente continua. Su valor es constante en el tiempo, por eso, su gráfica es una línea recta paralela al eje del tiempo.



Si se requiere un valor determinado de la fuente de tensión o voltaje, las pilas o baterías se conectan en serie (una a continuación de la otra) y su valor definitivo depende de la suma algebraica,

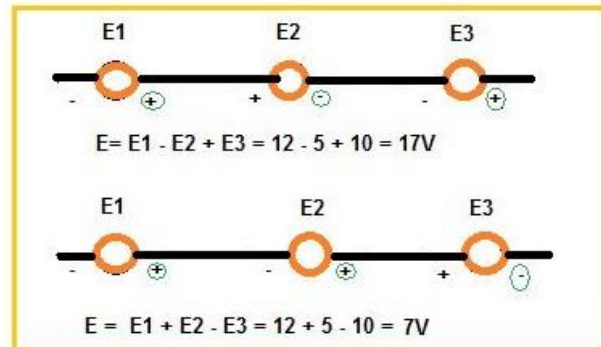
(Tener en cuenta la polaridad), por ejemplo: sea,

$E_1=12V$ ,  $E_2=5V$ ,  $E_3=10V$ .

En la primera conexión  $E=17V$

En la segunda  $E=7V$ .

Observen la figura.



#### 4. MEDIDORES

Los medidores como su nombre lo indica son los que miden la cantidad eléctrica, ya sea, voltaje, corriente o resistencia. El instrumento eléctrico que mide el voltaje es el **voltímetro**, el que mide la corriente es el **amperímetro** y el que mide la resistencia es el Óhmetro. El **voltímetro** por tener una resistencia interna muy alta, idealmente infinita, **se conecta en paralelo** y el **amperímetro** por tener una resistencia interna casi cero, **se conecta en serie**. Esto debe tenerse muy en cuenta para prever daños a los instrumentos. Para medir una determinada resistencia esta no debe estar conectada al circuito.

Al instrumento que tiene en su interior la capacidad para medir estas cantidades eléctricas se le denomina **multímetro** o tester.



### EJEMPLO 1:

Una fuente de voltaje de 9 V alimenta una resistencia de  $2200 \Omega = 2.2 \text{ K}\Omega$ .  
Calcular la corriente que circula por ella.

### Solución

Aplicando la Ley de Ohm:

$$I = E / R = 9 \text{ V} / 2.2 \text{ K}\Omega = 4.09 \text{ mA}$$

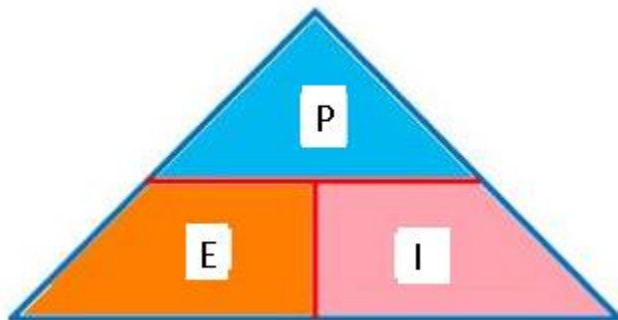
Nótese que como la resistencia está en  $\text{K}\Omega$  la corriente da directamente en mA.

$$\text{Puede ser: } I = E/R = 9\text{V}/2200\Omega = 0.00409 \text{ A} = 0.00409 * 1000 = 4.09\text{mA}$$

## 5. POTENCIA ELÉCTRICA

Al producto de la tensión o voltaje V y la corriente I producida o entregada por ella al circuito, se le denomina Potencia eléctrica y se expresa en vatios (W).  
Matemáticamente,

$$\text{POTENCIA: } P = E * I$$



$$\text{Potencia} = \text{Voltaje} * \text{Corriente}$$

$$\text{Voltaje} = \text{Potencia} / \text{Corriente}$$

## Corriente = Potencia / Voltaje

Al pasar la corriente por una resistencia se produce en ella un calentamiento que se conoce como potencia consumida o potencia disipada y es igual a:

$$P = R * I^2 \text{ o también } P = E^2 / R$$

Resumiendo, la Potencia es igual a:

$$\text{Potencia} = \text{Voltaje} * \text{Corriente}$$

$$\text{Potencia} = \text{Resistencia} * \text{Corriente al cuadrado}$$

$$\text{-Potencia} = \text{Voltaje al cuadrado} / \text{Resistencia}$$

La unidad de Potencia Eléctrica es el **vatio (W)** .

1 vatio = 1 voltio x 1 amperio

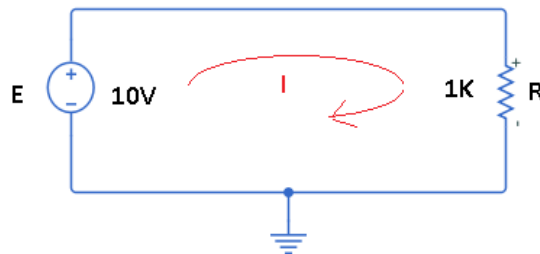
**1 mW** (milivatio) = 0.001 W (submúltiplo)

1 W = 1000 mW

**1KW** (kilovatio) = 1.000 W (múltiplo)

## EJEMPLO 2:

En el circuito siguiente una fuente de voltaje de 10V está conectada a una resistencia de 1K $\Omega$ , determinar: (a) La Corriente (b) La Potencia suministrada por la fuente, (c) La Potencia disipada en la resistencia.



## Solución

En el circuito de la figura se puede definir:

a) Corriente del circuito:

$$I = E / R = 10V / 1K\Omega = 10 \text{ mA} = 0.01A \text{ (Ley de Ohm)}$$

b) Potencia de la fuente:

$$P = E \cdot I = 10V \cdot 0.01 \text{ A} = 0.1 \text{ W} = 0.1 \cdot 1000 = 100 \text{ mW}$$

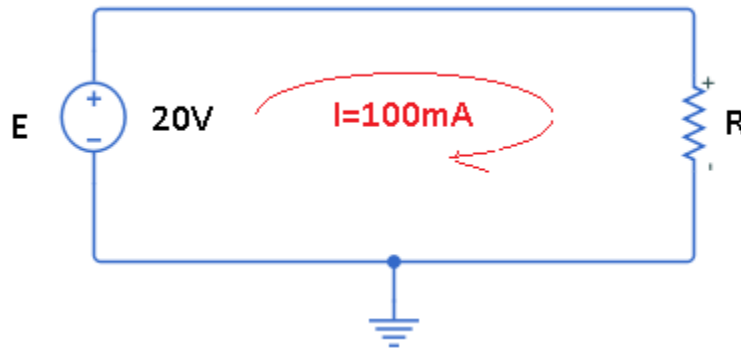
c) Potencia en la resistencia:

$$P = R \cdot I^2 = (1000 \Omega) \cdot (0.01A)^2 = (1000) (0.0001) = 0.1 \text{ W} = 0.1 \cdot 1000 = 100 \text{ mW}$$

Como la energía se conserva, las dos potencias tienen que ser iguales.

## EJEMPLO 3:

En el circuito siguiente, hallar: a) El valor de R    b) La Potencia suministrada y la disipada.



## Solución

Del circuito se puede definir:  $E = 20 \text{ V}$ ,  $I = 100 \text{ mA} = 0.1 \text{ A}$ . Aplicando las fórmulas:

a)  $R = E / I = 20 \text{ V} / 0.1 \text{ A} = 200 \Omega$

$$b) P = E \cdot I = 20V \times 0.1 A = 2 W$$

$$P = R \cdot I^2 = (200 \Omega) \cdot (0.1)^2 = (200) \cdot (0.01) = 2 W$$

## 6. VALORES COMERCIALES DE LAS RESISTENCIAS

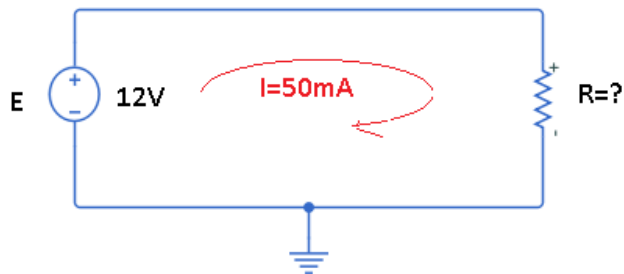
Las resistencias que se encuentran en el comercio se relacionan a continuación:

VALORES COMERCIALES DE LAS RESISTENCIAS						
x 1	x 10	x 100	x (K)	x (10K)	x (100K)	x (M)
1 $\Omega$	10 $\Omega$	100 $\Omega$	1 K $\Omega$	10 K $\Omega$	100 K $\Omega$	1 M $\Omega$
1,2 $\Omega$	12 $\Omega$	120 $\Omega$	1K2 $\Omega$	12 K $\Omega$	120 K $\Omega$	1M2 $\Omega$
1,5 $\Omega$	15 $\Omega$	150 $\Omega$	1K5 $\Omega$	15 K $\Omega$	150 K $\Omega$	1M5 $\Omega$
1,8 $\Omega$	18 $\Omega$	180 $\Omega$	1K8 $\Omega$	18 K $\Omega$	180 K $\Omega$	1M8 $\Omega$
2,2 $\Omega$	22 $\Omega$	220 $\Omega$	2K2 $\Omega$	22 K $\Omega$	220 K $\Omega$	2M2 $\Omega$
2,7 $\Omega$	27 $\Omega$	270 $\Omega$	2K7 $\Omega$	27 K $\Omega$	270 K $\Omega$	2M7 $\Omega$
3,3 $\Omega$	33 $\Omega$	330 $\Omega$	3K3 $\Omega$	33 K $\Omega$	330 K $\Omega$	3M3 $\Omega$
3,9 $\Omega$	39 $\Omega$	390 $\Omega$	3K9 $\Omega$	39 K $\Omega$	390 K $\Omega$	3M9 $\Omega$
4,7 $\Omega$	47 $\Omega$	470 $\Omega$	4K7 $\Omega$	47 K $\Omega$	470 K $\Omega$	4M7 $\Omega$
5,1 $\Omega$	51 $\Omega$	510 $\Omega$	5K1 $\Omega$	51 K $\Omega$	510 K $\Omega$	5M1 $\Omega$
5,6 $\Omega$	56 $\Omega$	560 $\Omega$	5K6 $\Omega$	56 K $\Omega$	560 K $\Omega$	5M6 $\Omega$
6,8 $\Omega$	68 $\Omega$	680 $\Omega$	6K8 $\Omega$	68 K $\Omega$	680 K $\Omega$	6M8 $\Omega$
8,2 $\Omega$	82 $\Omega$	820 $\Omega$	8K2 $\Omega$	82 K $\Omega$	820 K $\Omega$	8M2 $\Omega$
						10M $\Omega$

POTENCIAS DE: 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, ETC

### EJEMPLO 4: DISEÑO

Se tiene una fuente de corriente continua de 12V y se quiere que circule una corriente de 50 mA, ¿De qué valor se debe escoger el valor y potencia de esa resistencia?.



### Solución

$$R = E / I = 12 V / 50 \text{ mA} = 0.24 \text{ K}\Omega = 240 \Omega$$



No es un valor comercial, se escoge entre 220 y 270 ohmios. El más cercano es de 220  $\Omega$

Se debe recalcular la corriente: La nueva corriente es entonces,

$$I = E / R = 12V / 220\Omega = 0.0545 \text{ A} = 0.0545 * 1000 = 54.5 \text{ mA}$$

$$\text{La potencia } P = E * I = (12V) (54.5 \text{ mA}) = 654 \text{ mW},$$

Se debe escoger una resistencia de mayor potencia para que no se recaliente o queme, se escoge una de 1W

**Respuesta: La Resistencia es de 220 ohmios a 1 W**

## RESUMEN

### Variables

E, V : Voltaje o tensión y se da en voltios (V)

I : Corriente y se da en amperios (A)

R : Resistencia y se da en ohmios ( $\Omega$ )

Si V está en voltios y R en K $\Omega$ , la corriente I está en mA

### Ecuaciones:

$$E = I * R, \quad I = E / R, \quad R = E / I \quad (\text{Ley de Ohm})$$

P : Potencia de fuente o en una resistencia se mide en Vatios (W)

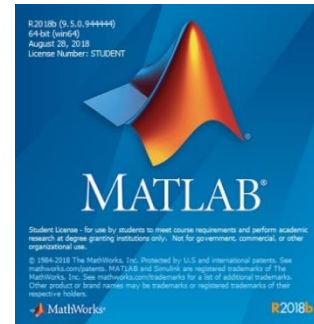
$$P(\text{fuente}) = E * I$$

$$P(\text{resistencia}) = R * I^2$$

Si E está en voltios y la I en mA, la potencia está en mW

## UNIDAD 2: LEY DE OHM – SIMULACIÓN

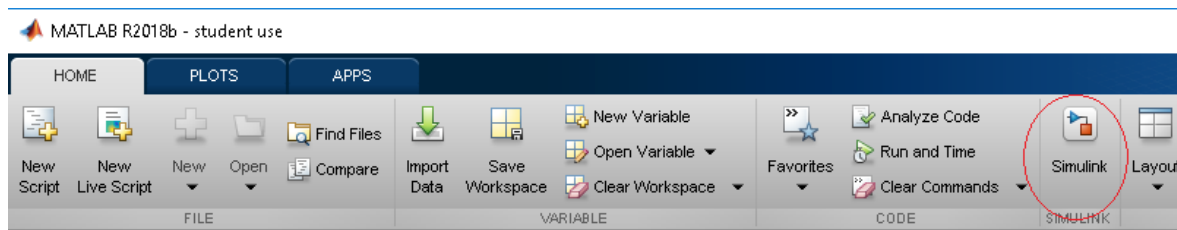
Para la simulación de los circuitos vamos a utilizar el software **Matlab** de Mathworks el cual se puede comprar para modo estudiante o descárgalo gratis de la página <https://la.mathworks.com/> gratis por 30 días en modo evaluación.



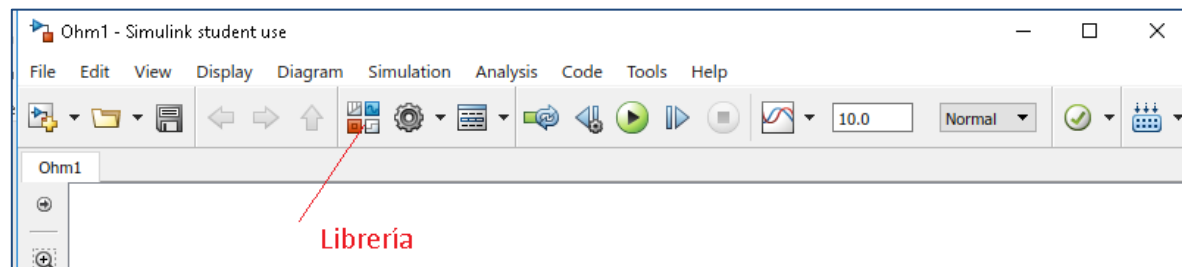
### PASO 1: REALIZAR EL CIRCUITO EN MATLAB-SIMSCAPE

Realizar un circuito con  $E = 9V$  y una resistencia de  $2.2 K\Omega$ , con referencia tierra. El procedimiento es el siguiente:

**Abrir Matlab.**

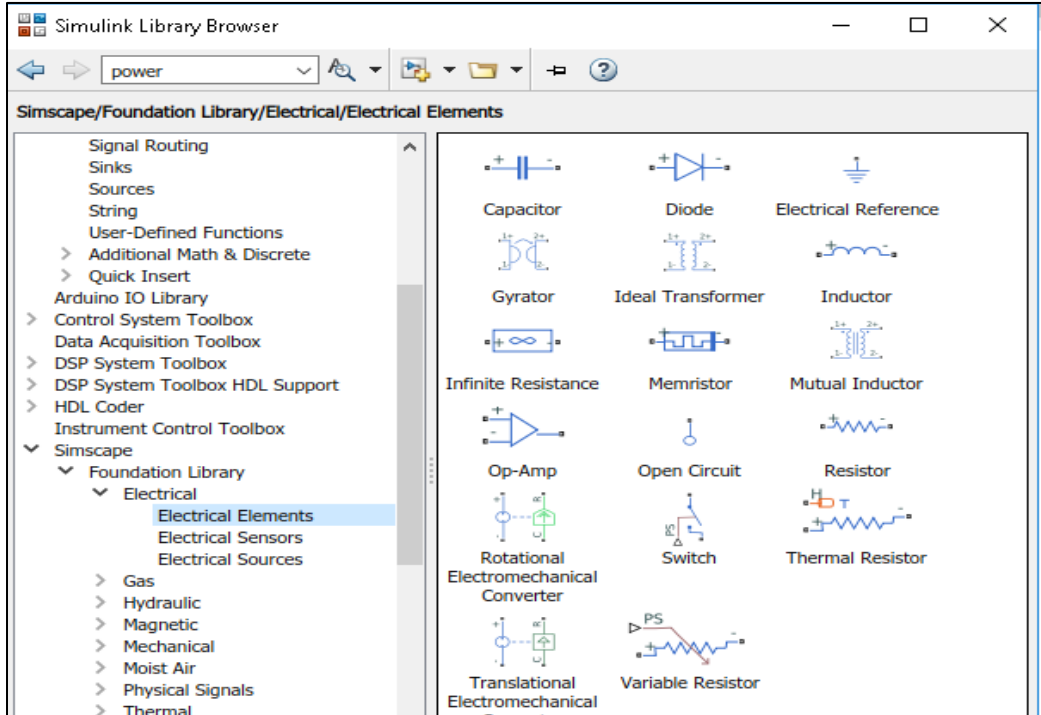


**Abrir Simulink**

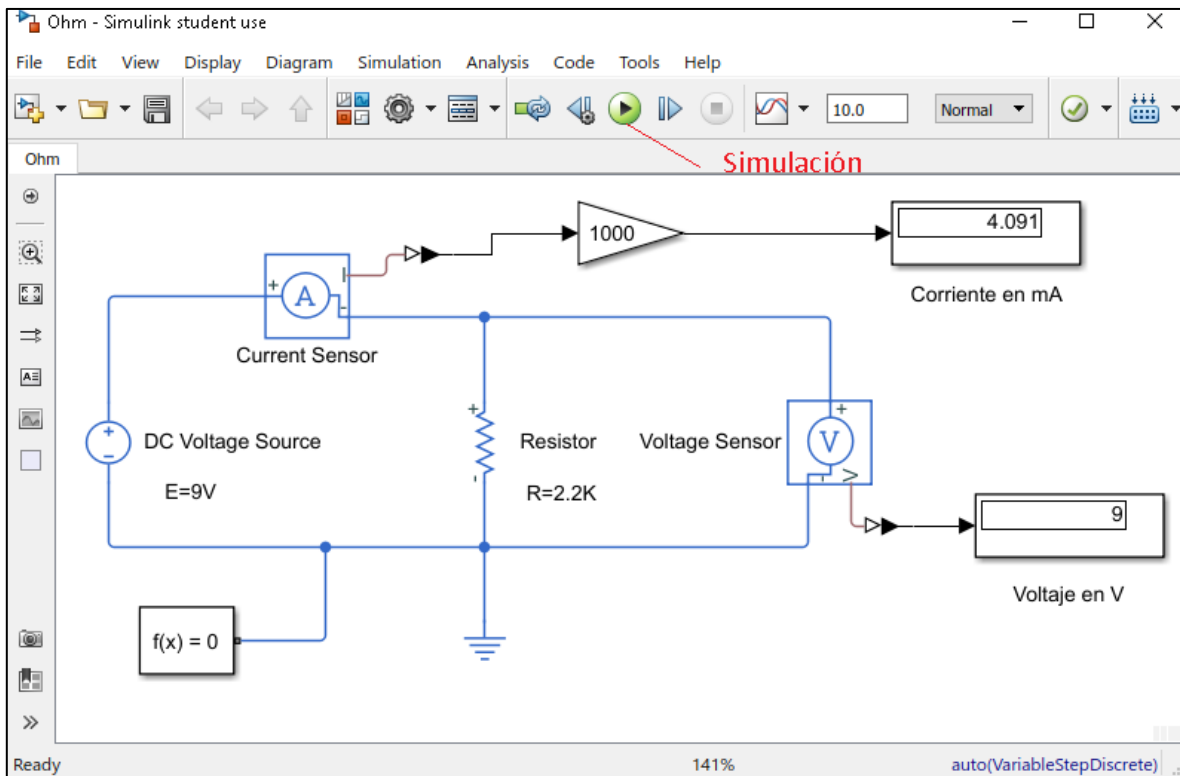


**Abrir Librería**

Simscape → Foundation Library → Electrical



Arrastrar los bloques a la página de edición como se indica en la figura.



## PASO 2: SIMULAR EL CIRCUITO

Arrancar la simulación del circuito para obtener los resultados y luego parar la simulación. Resultados:  $E=9V$ ,  $I=0.00409A=4.09mA$

Ahora salve o guarde el circuito con un nombre, por ejemplo Ohm1.slx

Repita el procedimiento para  $R=1.2K\Omega$  y  $3.3K\Omega$

Copie los datos en la siguiente Tabla ( $E=9V$ ):

Resistencia en $K\Omega$	1.2	2.2	3.3
Corriente en mA			

## PASO 3: CONCLUSIONES

Al aumentar la resistencia (Señale lo correcto):

- a) Aumenta el valor de la corriente
- b) Disminuye el valor de la corriente

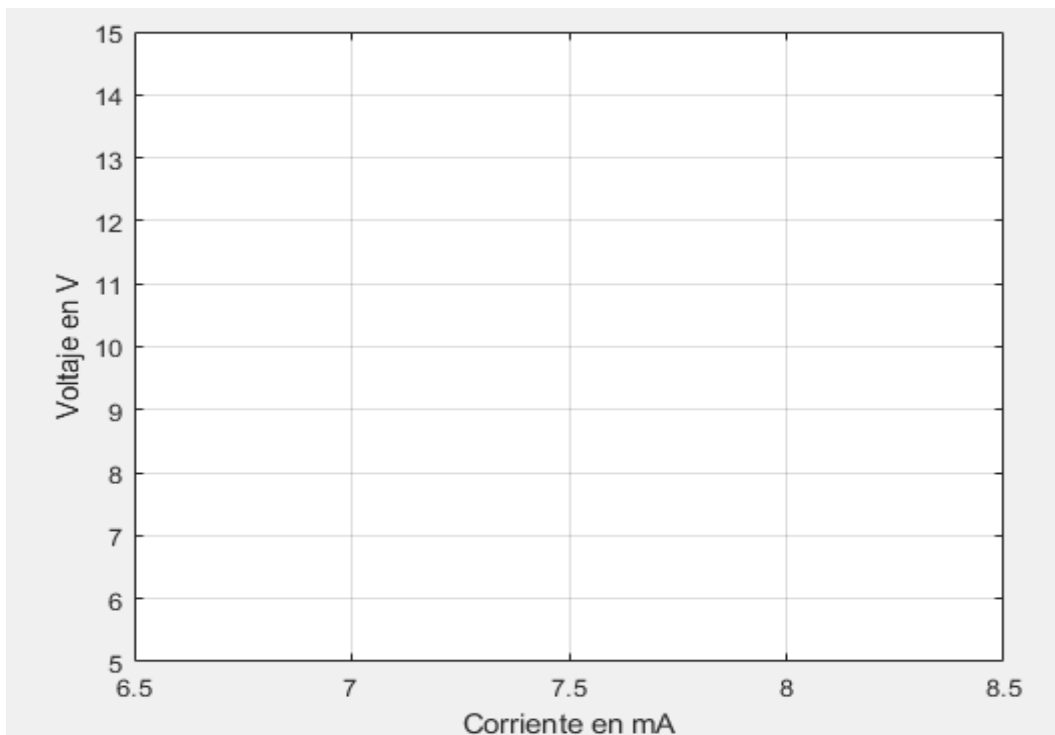
Se puede concluir que:

- a) La corriente es directamente proporcional a la resistencia
- b) La corriente es inversamente proporcional a la resistencia

Repita procedimiento para un valor constante de  $R=2.0K\Omega$  y variar la fuente de voltaje para  $E=5V$ ,  $10V$ ,  $15V$

Fuente en V	5	10	15
Corriente en mA			

Haga una gráfica de la corriente en función del voltaje, tal como se indica,



## CONCLUSIONES

Al aumentar la fuente de voltaje (Señale lo correcto):

- c) Aumenta el valor de la corriente
- d) Disminuye el valor de la corriente

Se puede concluir que:

- c) La corriente es directamente proporcional al voltaje
- d) La corriente es inversamente proporcional al voltaje

## UNIDAD 3: LEY DE OHM - LABORATORIO

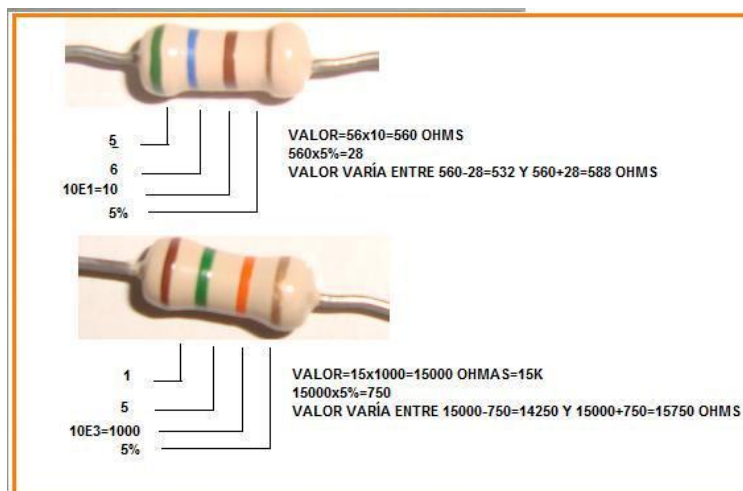
### PASO 1: CÓDIGO DE COLORES

Para saber el valor de una resistencia se utiliza un código de colores para cada una de la cuatro bandas que tiene a su alrededor. La primera y la segunda banda

dan los primeros números de la resistencia, la tercera el valor multiplicador o exponencial. La tabla de colores es la siguiente:

<b>CÓDIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS</b>				
<b>COLOR</b>	<b>1a BANDA 1o NÚMERO</b>	<b>2a BANDA 2o NÚMERO</b>	<b>3a BANDA MULTIPLICADOR</b>	<b>4a BANDA TOLERANCIA</b>
NEGRO	0	0	10E0	
CAFÉ	1	1	10E1	
ROJO	2	2	10E2	±2%
NARANJA	3	3	10E3	
AMARILLO	4	4	10E4	
VERDE	5	5	10E5	
AZUL	6	6	10E6	
VIOLETA	7	7	10E7	
GRIS	8	8	10E8	
BLANCO	9	9	10E9	
DORADO			10E-1	±5%
PLATEADO			10E-2	±10%

Por ejemplo:



Los diferentes tipos de resistencias los pueden apreciar [en este enlace](#) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

## PASO 2: EL MULTÍMETRO

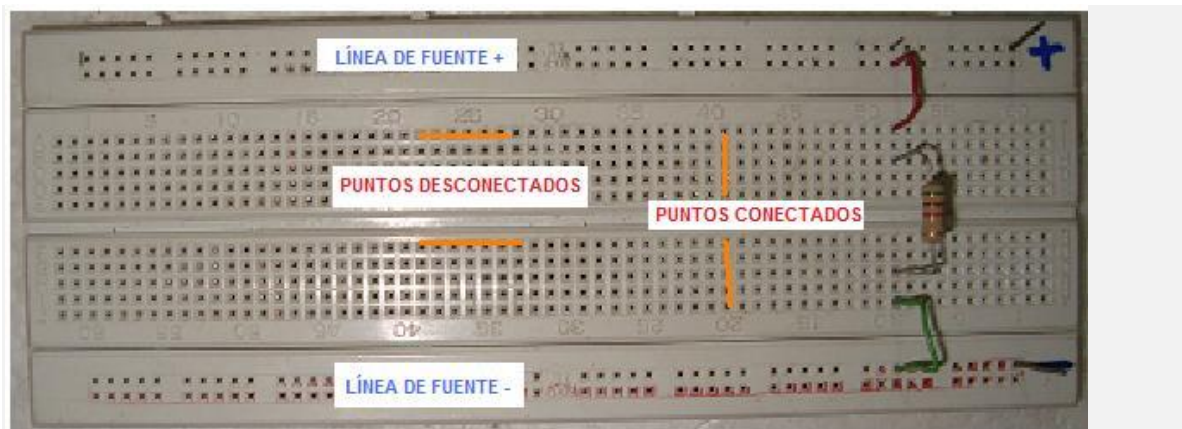
El multímetro es el aparato que nos va a servir para medir la corriente, el voltaje y la resistencia. Los hay de diferentes tipos, uno de ellos es el que se muestra en la figura con sus correspondientes escalas.



Los diferentes tipos de multímetro los encuentra en este [enlace](#).

### PASO 3: EL PROTOBOARD

El protoboard es una tarjeta didáctica de múltiples conexiones que se utiliza para hacer los montajes de los circuitos como el que se muestra en la figura.



Explicación del protoboard en [este video](#)

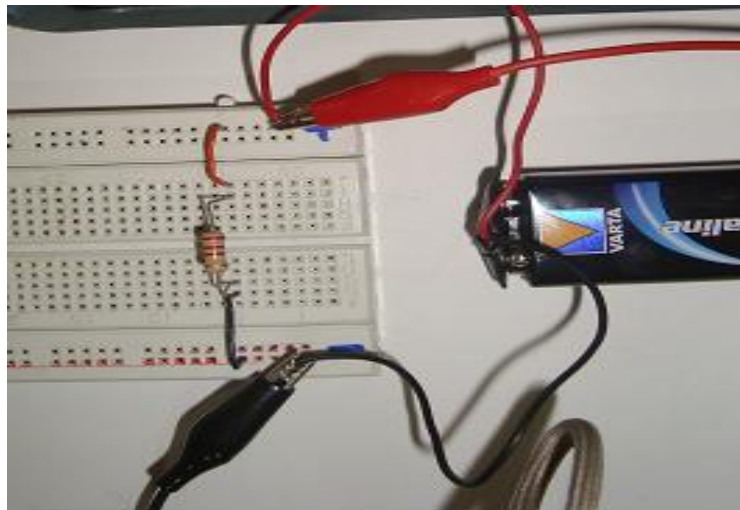


#### PASO 4: CIRCUITO A IMPLEMENTAR

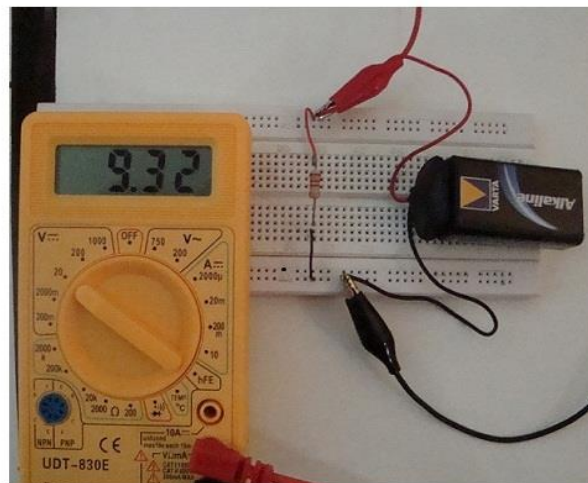
Implementar el circuito de la figura anterior, o sea, fuente de 9V, puede usar una pila cuadrada de 9V, que es una fuente DC y una resistencia de 2.2 K $\Omega$  de 1/2W.

#### PASO 5: MONTAJE DEL CIRCUITO

(a) Realice el montaje como se indica en la figura con una resistencia de 2.2K (rojo-rojo-rojo). Utilice como fuente de voltaje de CC una batería de 9V y conéctela como se indica.

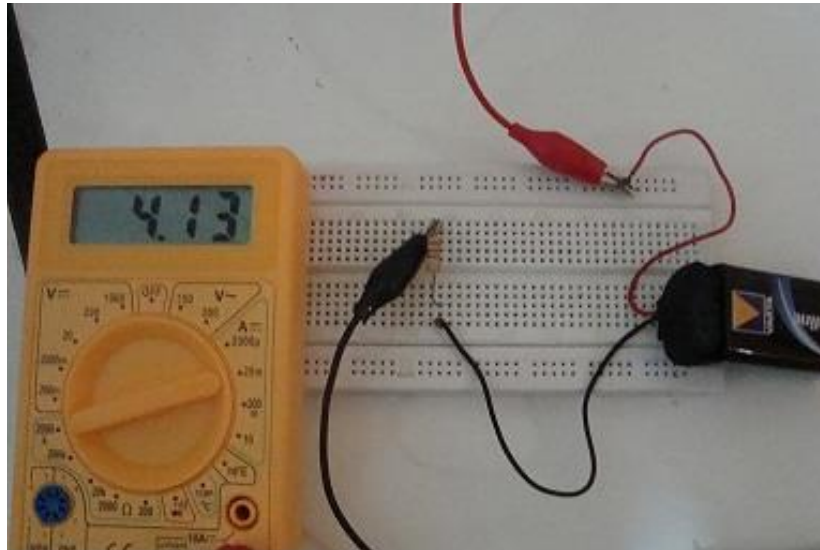


(b) Mida el voltaje de la fuente y el que cae en la resistencia como se indica. Observe que la escala del multímetro se ha colocado en 20 VCC.



(c) Mida la corriente que circula por la resistencia quitando el conector rojo para hacer circuito abierto y conectar el medidor como amperímetro en serie. Observe que la escala está en 20 mA CC

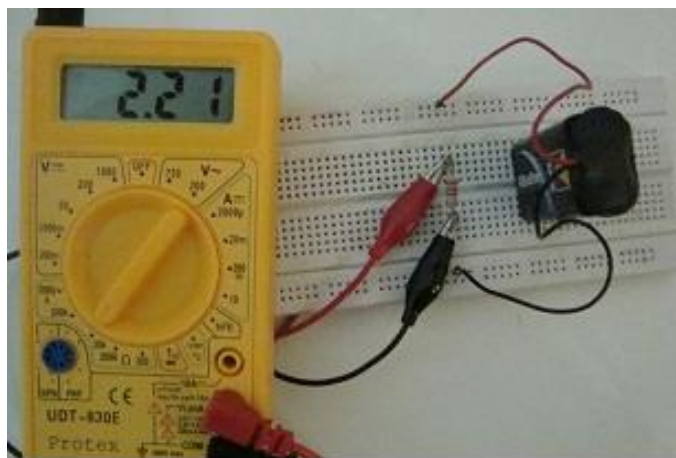




E medido = \_\_\_\_\_ I medida = \_\_\_\_\_

Compruebe este resultado teóricamente.

(e) Mida con el multímetro el valor de la resistencia. Toda medición de resistencia se debe desconectar del circuito. El medidor que ahora hace de óhmetro está en la escala de 20K.



R calculada = E medido / I medida = \_\_\_\_\_

Compárela con el valor teórico. A qué se debe posible diferencias de lo teórico con lo práctico.

(f) Repita las mediciones para  $R=3.9K\Omega$  y  $R=1K\Omega$ . ¿Qué sucede con la corriente cuando se aumenta la resistencia, cuando disminuye?

### **PASO 6: DISEÑO**

Con los conocimientos adquiridos, utilizando una fuente de corriente continua de 12V (por ejemplo una batería), encontrar el valor de una resistencia para obtener una corriente de 10 mA, y el valor de la potencia. Cómo cambian estos valores si se usan elementos comerciales.