

# ¿Dónde colocar el voltímetro?

## Introducción

El circuito eléctrico más sencillo experimental consiste en una fuente de alimentación, una resistencia, un amperímetro y un voltímetro. El objetivo de este circuito es medir los ohmios de la resistencia aplicando la ley de Ohm.

$$R = \frac{V}{I}$$

Para medir  $V$  se necesita un voltímetro que posee una resistencia y para medir  $I$  un amperímetro que tiene también una resistencia..

La introducción inevitable de estas dos resistencias en el circuito condiciona la medida de la resistencia  $R$ .

Hay dos posibilidades de colocar el voltímetro, una la denominada larga (fig.1 y fotografía 1) y otra la denominada corta (fig. 2 y fotografía 2).

El objetivo de nuestro experimento es determinar cuál de los dos montajes del voltímetro es el que mejor proporciona el valor real de la resistencia  $R$ .

## Análisis de los circuitos

### Circuito largo

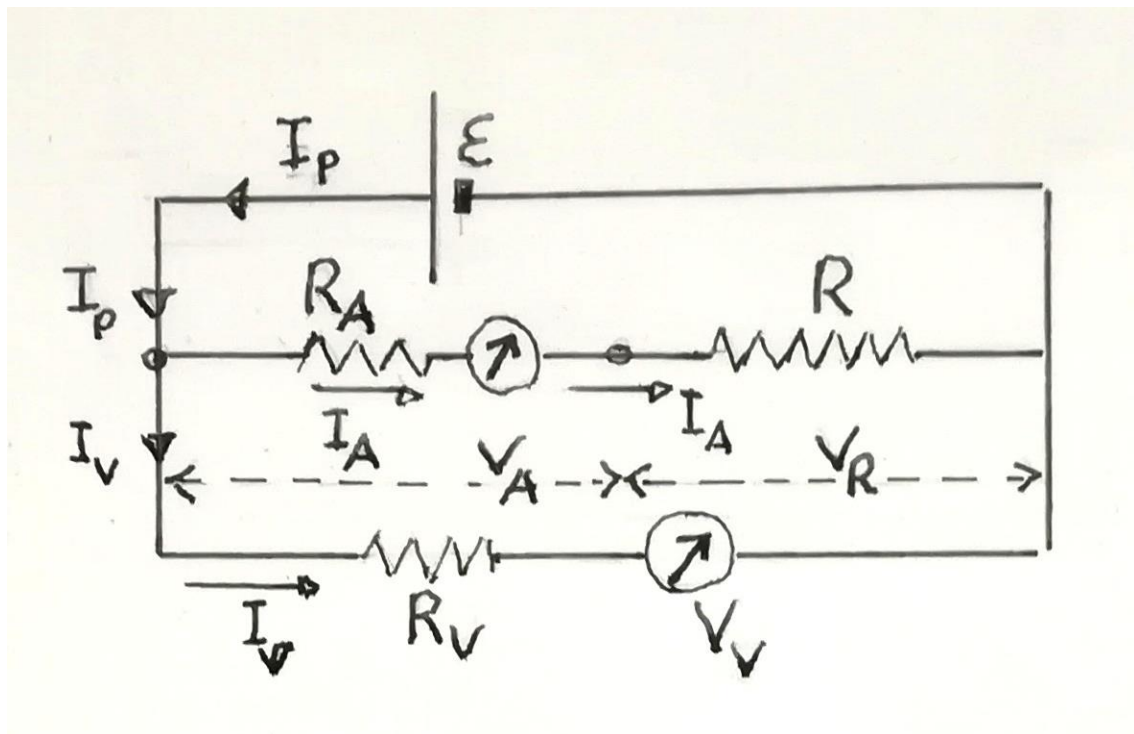
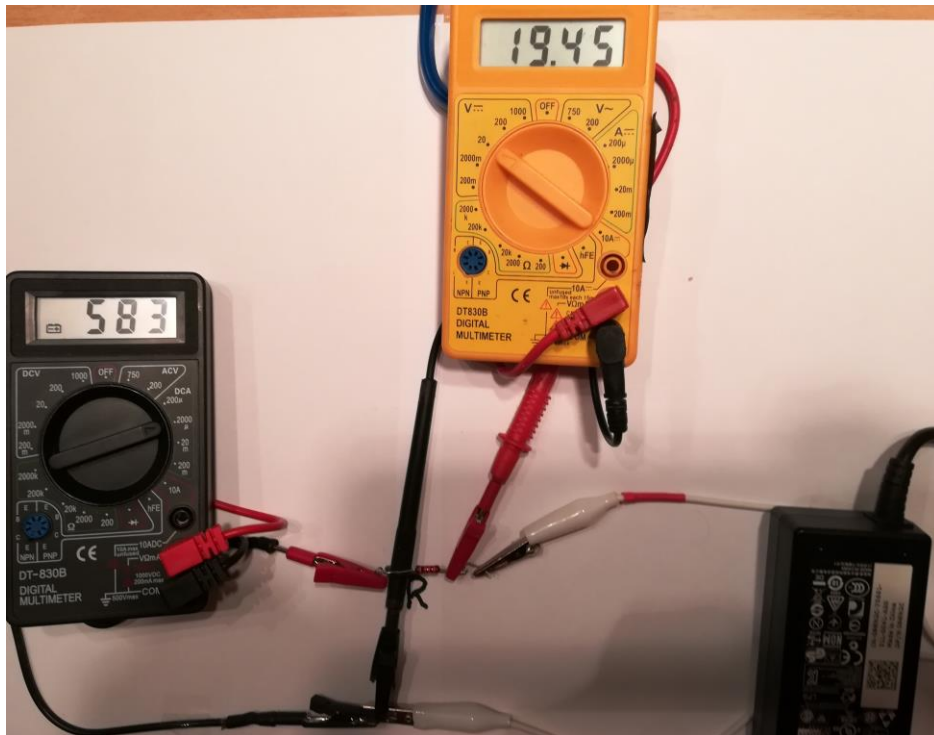


Fig.1

$\varepsilon$  es la fuerza electromotriz de la pila, se admite que su resistencia interna es despreciable  
 $R$  la resistencia que se desea medir  
 $R_A$  la resistencia del amperímetro  
 $R_V$  la resistencia del voltímetro  
 $I_P$  la intensidad que circula por la pila  
 $I_A$  la intensidad que mide el amperímetro y que atraviesa  $R$   
 $I_V$  la intensidad que recorre el voltímetro  
 $V_A$  La caída de tensión en el amperímetro  
 $V_V$  la caída de tensión indicada por el voltímetro  
 $V_R$  la caída de tensión en la resistencia  $R$ .



Fotografía 1

El voltímetro abarca a la resistencia  $R$  y al amperímetro. El dispositivo se denomina largo. El voltímetro indica  $V_R=19,45$  V y el amperímetro  $I_A=583$   $\mu$ A. Las resistencias  $R_A$  y  $R_V$  señaladas en la figura 1 no se ven en la fotografía ya que van incorporadas dentro de los aparatos de medida.

La resistencia  $R$  de acuerdo con la ley de Ohm es:  $R = \frac{V_R}{I_A}$

Cómo las lecturas de los aparatos es  $I_A$  y  $V$ , al aplicar la ley de Ohm damos un valor de la resistencia  $R'$

$$R' = \frac{V_V}{I_A} = \frac{V_A + V_R}{I_A} = \frac{V_A}{I_A} + \frac{V_R}{I_A} \Rightarrow R' = R + R_A$$

Este resultado indica que debido a los instrumentos de medida cometemos un error sistemático en la medida de  $R$ . Ese error es tanto menor cuanto menor sea la resistencia del amperímetro.

*Circuito corto*

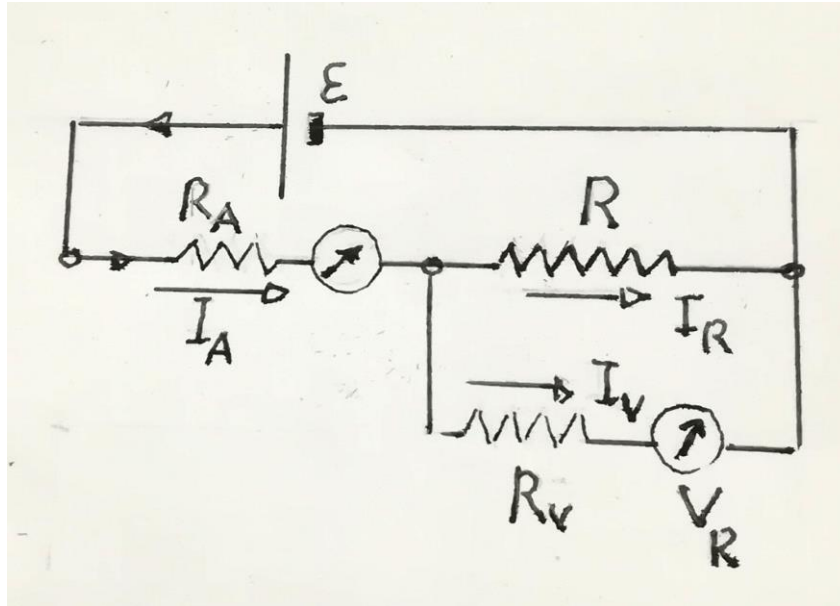


Fig.2

$\epsilon$  es la fuerza electromotriz de la pila, se admite que su resistencia interna es despreciable

$R$  la resistencia que se desea medir

$R_A$  la resistencia del amperímetro

$R_V$  la resistencia del voltímetro

$I_R$  la intensidad que atraviesa la resistencia  $R$

$I_A$  la intensidad que mide el amperímetro

$I_V$  la intensidad que pasa por el voltímetro

$V_R$  la caída de tensión en la resistencia  $R$  que es la lectura indicada por el voltímetro



Fotografía 2

*Este montaje se denomina corto pues el voltímetro solo abarca a la resistencia R. El voltímetro indica  $V_R = 19,39$  V y el amperímetro  $I_A = 602$  mA. La Resistencia R es la misma en las dos fotografías.*

La resistencia R de acuerdo con la ley de Ohm es:  $R = \frac{V_R}{I_R}$

A partir de la lectura de los aparatos

$$R' = \frac{V_R}{I_A} = \frac{V_R}{I_R + I_V} \Rightarrow \frac{1}{R'} = \frac{I_R}{V_R} + \frac{I_V}{V_R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V} \Rightarrow R' = \frac{R R_V}{R + R_V}$$

La ecuación anterior nos dice que el error cometido al medir R es tanto menor cuanto mayor sea la resistencia del voltímetro, por ello los voltímetros tienen una resistencia incorporada muy grande. En particular si  $R_V \gg R$  entonces  $R' = R$

El objetivo del experimento es determinar cuál de los dos montajes ofrece mejores resultados cuando se mide una resistencia. Utilizaremos como resistencias verdaderas las comerciales, las cuales van acompañadas de una incertidumbre en sus valores. Las más corrientes tienen una incertidumbre del 5% de su valor nominal o el 10% de su valor nominal.

Por ejemplo una resistencia de valor nominal  $1000 \Omega$  y con una incertidumbre del 5% quiere decir que el fabricante nos garantiza que su valor está comprendido entre  $950 \Omega$  y  $1050 \Omega$ . Si esa misma resistencia de  $1000 \Omega$  nominales tuviese una incertidumbre del 10% su valor estaría comprendido entre  $900 \Omega$  y  $1100 \Omega$ .

## ***Valores nominales e incertidumbres de las resistencias***

Las resistencias más baratas son de tamaño pequeño y se identifican por las cuatro bandas de colores que llevan impresas, según el siguiente código.

Marrón =1 , Rojo =2 , Naranja =3 ; Amarillo =4 , Verde = 5; Azul = 6, Violeta =7

*Valor nominal* de una resistencia que sus tres primeras bandas son de colores: amarillo, violeta , rojo, estos colores corresponden a los números 4 ,7, 2 , el valor nominal se obtiene añadiendo a los dos primeros números 47 el número de ceros que indica el tercer color en este caso el valor nominal es 4700 Ω.

*Incertidumbre.* La última banda puede ser de color oro indica el 5% del valor nominal o plata indica el 10 % del valor nominal. Si fuese color oro la resistencia anterior está comprendida entre

$$\text{Valor mínimo } 4700 - \frac{5}{100} 4700 = 4700 - 235 = 4465 \Omega$$

$$\text{Valor máximo } 4700 + \frac{5}{100} 4700 = 4700 + 235 = 4935 \Omega$$

## ***Material***

Juego de resistencias comprendidas entre 1000 Ω y 220 kΩ. Se recomienda que todas tengan una incertidumbre del 5%.

Dos multímetros (uno funciona como amperímetro y el otro como voltímetro).

Una fuente de corriente continua

Cables de conexión.

## ***Modo de operar***

1) Mediante el código de colores identifica el valor nominal de cada resistencia y su incertidumbre. En la tabla I coloca los valores nominales de las resistencias y sus valores extremos, esto es, el valor máximo y mínimo de cada una.

1) Monta el circuito corto como el de la figura 2 o la fotografía 2, empezando por la resistencia más pequeña. Anota en la tabla I(a), la intensidad y el voltaje. Calcula la resistencia que denominamos en la tabla R<sub>C</sub>. Pasa el voltímetro a la posición larga (como la figura 1 o la fotografía1). Anota en la tabla I(b) la intensidad y el voltaje. Calcula la resistencia que denominamos R<sub>L</sub>.

2) Repite el apartado anterior con cada resistencia, siguiendo el orden de menor a mayor. Anota todas las medidas en la tabla I.

Tabla I (a) Montaje corto

R nominal/ $\Omega$	R mínimo en $\Omega$	R máximo en $\Omega$	Intensidad en mA	Voltaje/V	Resistencia $R_C/\Omega$

Tabla I (b) Montaje largo

R nominal/ $\Omega$	R mínimo en $\Omega$	R máximo en $\Omega$	Intensidad en mA	Voltaje/V	Resistencia $R_L/\Omega$

3) Haz la representación siguiente con los valores de la tabla I(a) que consta de tres partes

- a) En el eje Y las resistencias nominales, en el eje X las resistencias extremas menores
- b) En el eje Y las resistencias nominales, en el eje Y las resistencias extremas mayores
- c) En el eje Y las resistencias nominales, en el eje X las resistencias cortas  $R_C$ .

4) Haz la representación siguiente con los valores de la tabla I(b) que consta de tres partes

- a) En el eje Y las resistencias nominales, en el eje X las resistencias extremas menores
- b) En el eje Y las resistencias nominales, en el eje Y las resistencias extremas mayores
- c) En el eje Y las resistencias nominales, en el eje X las resistencias largas  $R_L$ .

Se considera el mejor montaje aquel en que todas las medidas están comprendidas entre los valores máximos y mínimos. A la vista de las gráficas decide cuál es el mejor dispositivo.

5) Las resistencias comerciales de tamaño pequeño suelen tener una potencia máxima de 2 W.. Si en un circuito utilizamos una fuente de alimentación de 18,9 V, determine el valor mínimo de la resistencia que puede utilizarse sin deteriorarla.

