

Unidad Didáctica
Medidas de Resistencia

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Medidas de Resistencia

A la hora de realizar instalaciones eléctricas, su mantenimiento o reparación, te interesará conocer la resistencia de algunos componentes y conductores. Como sabes, para la medición de resistencia se utiliza el óhmetro; en esta unidad profundizaremos en el conocimiento de este instrumento de medida y en las mediciones de resistencia.

En la práctica probablemente utilices un único instrumento para medir varias magnitudes, entre ellas la resistencia; uno de estos instrumentos es el polímetro.

En esta unidad se desarrollarán los siguientes contenidos:

- Medida de resistencia con voltímetro y amperímetro.
- Medida de resistencia mediante óhmetro.
- Medida de resistencia mediante megóhmetro.
- Medida de resistencia mediante puentes de medida: puente de Wheatstone.
- Medida de magnitudes eléctricas mediante polímetro.

Tus objetivos

Al final de esta unidad deberías ser capaz de:

- Reconocer el principio de funcionamiento de los aparatos para medición de resistencia.
- Aplicar los distintos métodos para medir resistencia.
- Emplear de forma correcta un óhmetro.
- Identificar y emplear un polímetro.

Consejos de estudio

Realizado el análisis de contenidos de cada apartado de la unidad didáctica, seleccionada la información mediante subrayado y una vez elaborado el esquema, es conveniente revisarlo para comprobar que en él están expuestos todos los contenidos de forma organizada. El esquema no debe ser una copia de párrafos del texto. Deberías escribirlo de forma telegráfica, pero suficientemente claro como para poder entenderlo tiempo después de haberlo realizado.

Revisando y reproduciendo el esquema, comprobarás si realmente has comprendido los contenidos expuestos o es necesario hacer aclaraciones o repasos de los mismos.

Introducción

Recuerda que la magnitud eléctrica de resistencia depende de cada material y de sus dimensiones geométricas*. Pero la medición de estas características se hace muy laboriosa, de ahí que la resistencia se mida generalmente mediante su relación con otras magnitudes.

Según la ley de Ohm: **La resistencia de un elemento es directamente proporcional a la tensión en sus extremos e inversamente proporcional a la corriente que lo atraviesa.** Esto es:

$$R = V / I$$

Aplicando esta relación, podemos medir la resistencia de forma indirecta mediante la medición de tensión y corriente. Para obtener una tensión, debemos aplicar una fuente de tensión: pila, batería, etc. La tensión aplicada hará circular una corriente; la resistencia se obtiene como el cociente de ambas magnitudes.

Los métodos de medida de resistencia más utilizados son:

- Mediante voltímetro y amperímetro.
- Mediante óhmetro.
- Mediante megóhmetro.
- Mediante puentes de medida.

Medida de resistencia con voltímetro y amperímetro

Mediante una fuente de tensión de corriente continua, un voltímetro y un amperímetro, podemos realizar dos tipos de conexiones, según se conecte el amperímetro antes (fig. 1a) o después (fig. 1b) del voltímetro.

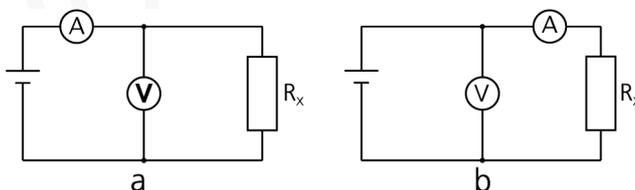


Fig.1: Mediciones de resistencia mediante voltímetro y amperímetro.

Estudiaremos a continuación ambas conexiones y el error que se comete en cada una de ellas.

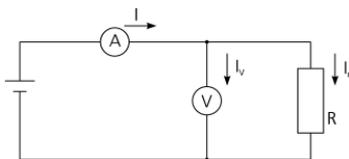


Fig. 2
Medida de resistencia mediante voltímetro y amperímetro.

Primer tipo de conexión

El cálculo de la resistencia R puede hacerse como cociente* entre la lectura del voltímetro y del amperímetro:

$$R = V / I$$

Observa con detalle la figura 2: en ella se comete un error debido a que el amperímetro indica la suma de corrientes del voltímetro y del elemento cuya resistencia queremos medir.

Se puede corregir el error hallando el valor real de I_r :

$$I = I_v + I_r$$

despejando I_r , tenemos que: $I_r = I - I_v$

Por otra parte, la intensidad a través del voltímetro I_v según la ley de Ohm será:

$$I_v = V / R_v$$

De modo que el valor real de la resistencia que queremos medir será:

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

Resistencia

$$R = V / I - (V / R_v)$$

En donde:

- R:** resistencia que queremos conocer, en ohmios.
- V:** lectura del voltímetro, en voltios.
- I:** lectura del amperímetro, en amperios.
- R_v :** resistencia interna del voltímetro, en ohmios.

Segundo tipo de conexión

También en este caso el cálculo puede hacerse como cociente entre la lectura del voltímetro y del amperímetro. Pero se comete un error: si observas con detalle la figura 3, te darás cuenta de que en ella el voltímetro indica la suma de las caídas de tensiones en el amperímetro y en el elemento cuya resistencia queremos medir.

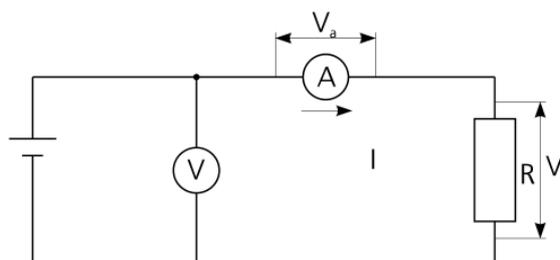


Fig. 3: Medida de resistencia mediante voltímetro y amperímetro.

Se puede corregir el error hallando el valor real de V_r :

$$V = V_a + V_r$$

despejando V_r , tenemos que:

$$V_r = V - V_a$$

Por otra parte, la tensión en extremos del amperímetro según la ley de Ohm será:

$$V_a = R_a \cdot I$$

De modo que el valor real de la resistencia que queremos medir será:

$$R = \frac{V_r}{I} = \frac{V - V_a}{I} = \frac{V}{I} - \frac{V_a}{I}$$

sustituyendo V_a por su valor:

$$R = \frac{V}{I} - \frac{R_a \cdot I}{I} = \frac{V}{I} - R_a$$

En general, se utilizará el primer caso en la medida de resistencias inferiores a 10Ω ; y el segundo en resistencias de 10Ω a 10.000Ω .

Resistencia

$$R = \frac{V}{I} - (R_a \cdot I) / I = \frac{V}{I} - R_a$$

En donde:

R: resistencia que queremos conocer, en ohmios.

V: lectura del voltímetro, en voltios.

I: lectura del amperímetro, en amperios.

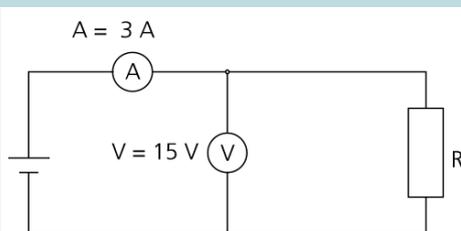
R_a: resistencia interna del amperímetro, en ohmios.

V_r: tensión en extremos de la resistencia.

V_a: tensión en extremos del amperímetro.

ACTIVIDAD 1

Determina cuál es el valor óhmico de la resistencia de la figura.



Medida de resistencia mediante óhmetro



Fig. 4: Símbolo del óhmetro.

Un **óhmetro** consiste en un amperímetro electromagnético de bobina móvil (galvanómetro), conectado en serie con una pila y una o varias resistencias limitadoras, según el aparato sea de un solo rango de medida* o de varios.

En la figura 4 te mostramos el símbolo eléctrico del óhmetro.

Estos aparatos deben ser ajustados a cero antes de efectuar una medida. Para ello llevan un mando de ajuste a cero que actúa sobre una resistencia.

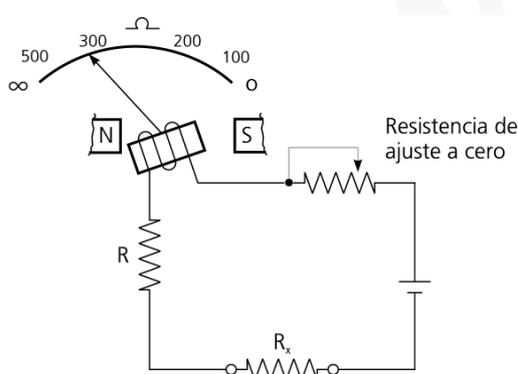


Fig. 5: Óhmetro, esquema básico.

En la figura 5 te mostramos el esquema básico de un óhmetro. La resistencia que se quiere medir se conecta en paralelo con el óhmetro mediante los dos cables de prueba, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Antes de realizar cualquier medición, **ajustar a cero el óhmetro**.
- La resistencia que se va a medir **no debe estar conectada a ningún circuito**, porque en ese caso, mediríamos la resistencia equivalente del circuito y de la resistencia.
- **No debes tocar con las manos los bornes de la resistencia** que queremos medir, porque, en caso contrario, conectarías la resistencia de tu cuerpo en paralelo con dicha resistencia.
- **No debes utilizar el óhmetro en circuitos bajo tensión**, porque esto falsearía la medida y podría provocar averías en el aparato de medida.

La figura 6 muestra un óhmetro con tres rangos de medida posibles, que se seleccionan mediante un conmutador. Como para cada rango se utiliza una resistencia limitadora distinta, un selector nos permite conmutar entre varias resistencias en función del rango deseado.

Para calcular el valor real de la resistencia, debemos tener en cuenta el factor por el que debemos multiplicar la resistencia medida para obtener la real.

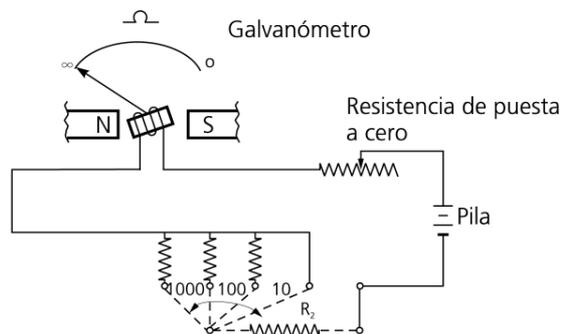


Fig. 6: Óhmetro de varios rangos de medida.

Por lo general, en los óhmetros la aguja se desvía en el sentido contrario al de otros aparatos. Cuando el circuito está abierto, la resistencia es infinita y el aparato marca el valor máximo situado a la izquierda de la escala. Cuando se cortocircuitan los bornes del aparato, la resistencia es nula y el indicador se sitúa en el lado derecho marcando el cero.

La figura 7 muestra una medición de resistencia. Como el óhmetro tiene varios rangos, debemos fijarnos en el rango indicado por el selector. Éste nos indica que el valor de la medición debe multiplicarse por diez para hallar el valor real de la resistencia.

El óhmetro indica 60 ohmios, que multiplicados por diez nos da el valor real de la resistencia, esto es, 600 ohmios.

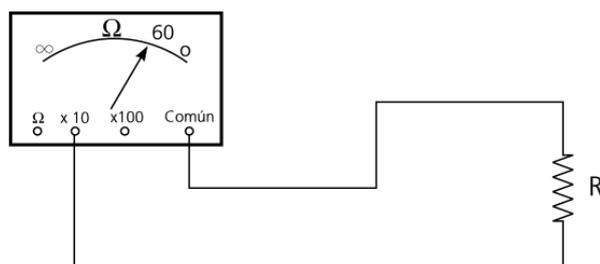
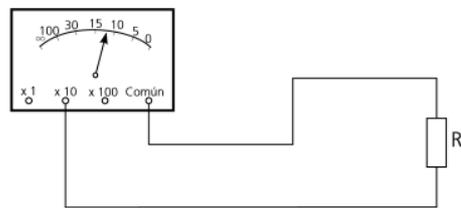


Fig. 7: Medición de resistencia mediante óhmetro.

ACTIVIDAD 2

Determina cuál es el valor óhmico de la resistencia de la figura.



Medida de resistencia mediante megóhmetro

El megóhmetro es un aparato destinado a medir **grandes resistencias**.

Puedes ver el esquema básico de un megóhmetro en la figura 8. Está constituido por un imán permanente, que produce un campo magnético; en su interior y unidas a un eje móvil, se encuentran dos bobinas formando un ángulo de 90° entre ellas.

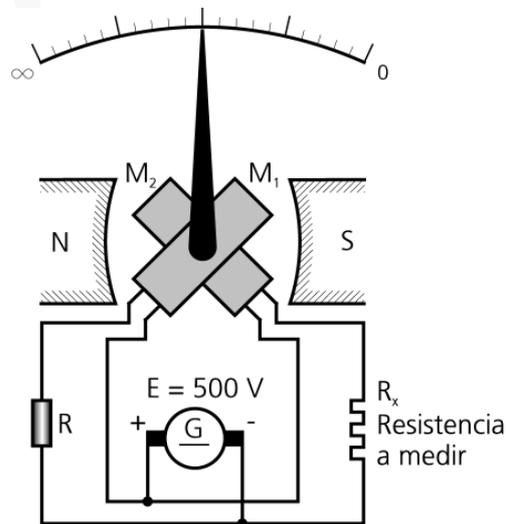


Fig. 8: Esquema básico de un megóhmetro.

Las bobinas están conectadas a una fuente de tensión interna. Además, una de las bobinas está conectada en serie a una resistencia de valor elevado conocida (R), y la otra está unida en serie a la resistencia desconocida (R_x) que se pretende medir.

Las bobinas son recorridas por dos corrientes, que dependen del valor de las resistencias.

Cada bobina se desplazará intentando poner su eje en la misma dirección que el campo magnético producido por el imán permanente.

El índice del óhmetro girará sobre una escala, con un ángulo proporcional al del valor óhmico de la resistencia desconocida.

Los conductores eléctricos están separados entre sí y con la tierra a través de materiales aislantes. Como no existen aislantes perfectos, en ocasiones interesa conocer cuál es la resistencia de aislamiento entre dos conductores o entre conductor y tierra. Esta resistencia se mide mediante los megóhmetros.

Medida de resistencia mediante puentes de medida

Existen muchos puentes de medida, aunque todos ellos se basan en la comparación de caídas de tensión, por el método de reducción a cero de la corriente a través de un galvanómetro.

Ten en cuenta que, si la corriente por un galvanómetro es cero, la diferencia de tensión entre sus extremos también debe ser nula.

Veamos como ejemplo el puente de Wheatstone de la figura 9: está compuesto por cuatro resistencias que se conectan formando un cuadrilátero. Tres de ellas son conocidas y una, desconocida. El valor de esta última es lo que debemos determinar.

En una de las diagonales* del cuadrilátero se conecta un galvanómetro G con cero central y un interruptor; en la segunda diagonal, se alimenta el puente por medio de una pila.

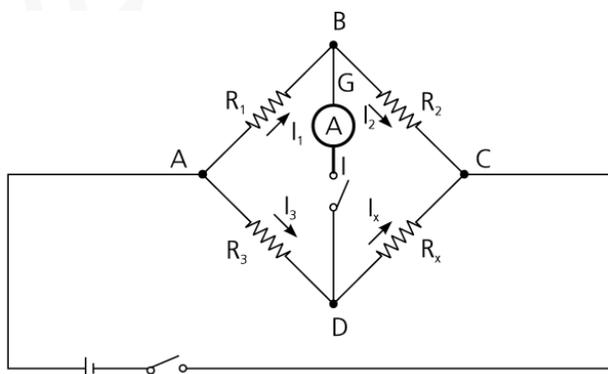


Fig. 9: Puente de Wheatstone.

Actuando sobre las resistencias R_1 , R_2 y R_3 , se llegará a la condición de equilibrio del puente, que tendrá lugar cuando los puntos B y D estén al mismo potencial, y, por tanto, no circulará corriente por el galvanómetro. En estas condiciones, al cerrar el interruptor I, la aguja del galvanómetro marcará cero.

Al alcanzar el equilibrio se cumple: $I_1 = I_2$; $I_3 = I_x$

$$R_1 \cdot I_1 = R_3 \cdot I_3 ; R_2 \cdot I_2 = R_x \cdot I_x$$

Dividiendo las dos últimas expresiones:

$$\frac{R_1 \cdot I_1}{R_2 \cdot I_2} = \frac{R_3 \cdot I_3}{R_x \cdot I_x}$$

Como: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_3}{I_x} = 1$; $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$

Finalmente, despejando la resistencia desconocida R_x :

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3$$

Esta fórmula nos permite conocer el valor de una resistencia R_x , partiendo de otras tres conocidas R_1 , R_2 y R_3 .

En la práctica las resistencias R_1 y R_2 suelen tener un valor fijo y la resistencia R_3 es ajustable.

Medida de magnitudes eléctricas mediante polímetros

Un polímetro es un aparato de medida que permite realizar mediciones de varias magnitudes eléctricas, tanto en corriente continua (c.c.) como en alterna (c.a.). Los de uso más general permiten la medición de intensidad, tensión y resistencia. En algunos casos también incorporan la medición de capacidad, temperatura, carga de pilas, etc.

En todos los polímetros se siguen las siguientes normas:

- Seleccionar el tipo de corriente (continua o alterna).
- Seleccionar la magnitud y el rango de la misma.
- Comprobar que el índice del aparato marca cero en ausencia de señal para medir.
- Realizar las conexiones para efectuar la medida.
- Ver la lectura obtenida en la escala correspondiente al rango de medida seleccionado.
- Si se trata de medir resistencias, antes de efectuar la conexión debes realizar el ajuste a cero cortocircuitando las puntas de prueba y actuando sobre el sistema de ajuste de ohmios.
- En todos los casos es conveniente realizar las selecciones de tipo de corriente, magnitud y rango con las puntas de prueba desconectadas del circuito que se quiere medir.

En la figura 10 te mostramos un tipo de polímetro en el que la elección de clase de corriente, magnitud y rango se realiza mediante conmutador y bornes. La escala del instrumento es múltiple.

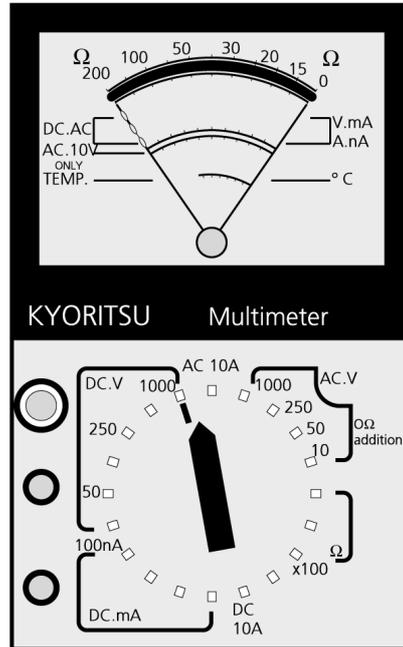
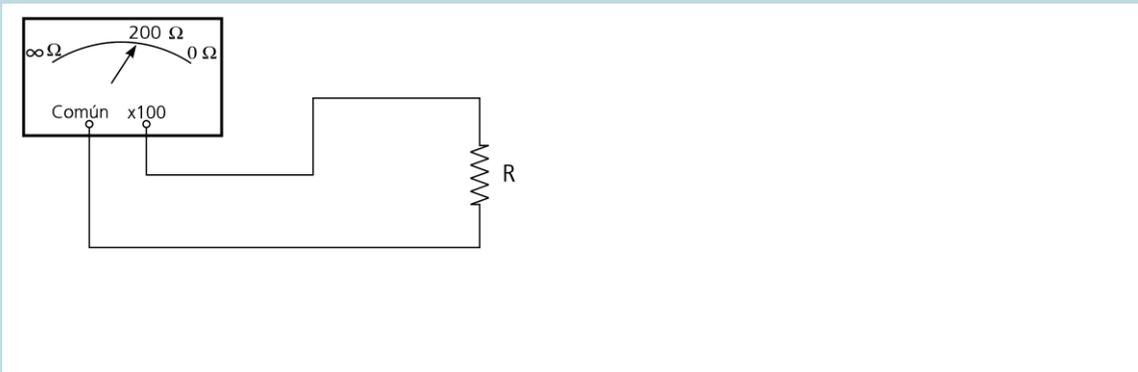


Fig. 10: Polímetro con selección mediante conmutador y bornes.

ACTIVIDAD 3

Determina cuál es el valor óhmico de la resistencia de la figura.



Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

Completa el texto con las palabras siguientes:

Ohmio, óhmetro, megóhmetro, voltímetro.

- La unidad de resistencia es el y se mide en circuito abierto mediante un
- La resistencia se puede medir como cociente de la indicación de un y un amperímetro.
- Para medir resistencias de aislamiento entre conductores o entre conductores y tierra se utiliza el

2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

V F

- Un óhmetro puede tener varias escalas.
- Un megóhmetro se utiliza para medir resistencias de 10 a 10.000 ohmios.
- Un polímetro permite medir diversas magnitudes eléctricas.

3

Indica si la secuencia de los siguientes pasos es correcta para medir con un polímetro:

- Seleccionar el tipo de corriente (continua o alterna).
- Seleccionar magnitud y el rango de la misma.
- Comprobar que el índice del aparato marca cero en ausencia de señal para medir.
- Realizar las conexiones para efectuar la medida.
- Ver la lectura obtenida en la escala correspondiente al rango de medida seleccionado.

Respuestas a las actividades

R

ACTIVIDAD 1

Aplicando la relación $R = V / I$

$$R = V / I = 15 / 3 = 5 \Omega$$

En realidad en esta medición se comete un error, ya que el amperímetro marca la intensidad por el voltímetro, además de la que pasa por la resistencia.

R

ACTIVIDAD 2

El índice marca aproximadamente 12,5 ohmios, pero debes tener en cuenta que el selector indica x10. Así, la resistencia real será:

$$12,5 \times 10 = 125 \Omega$$

R

ACTIVIDAD 3

El índice marca aproximadamente 200 ohmios, pero debes tener en cuenta que el selector indica x100. Así, la resistencia real será:

$$200 \times 100 = 20.000 \Omega = 20 \text{ k}\Omega$$

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

-
- a. La unidad de resistencia es el **ohmio** y se mide en circuito abierto mediante un **óhmetro**. 1
- b. La resistencia se puede medir como cociente de la indicación de un **voltímetro** y un amperímetro.
- c. Para medir resistencias de aislamiento entre conductores o entre conductores y tierra se utiliza el **megóhmetro**.

-
- a. **Verdadera**. 2
- b. **Falsa**: en general el megóhmetro se utiliza para medir resistencias de valor muy elevado.
- c. **Verdadera**.

La secuencia de pasos descrita es correcta. 3

Resumen de Unidad

Medida de resistencia con voltímetro y amperímetro

Aplicando una tensión al elemento cuya resistencia queremos medir, podemos medir la tensión y corriente por el elemento para calcular la resistencia.

Aplicando la ley de Ohm la resistencia será: $R = V / I$

El circuito se puede montar de dos formas distintas, seleccionaremos una u otra en función del valor aproximado de la resistencia que se va a medir.

Medida de resistencia mediante óhmetro

El óhmetro permite la lectura directa de la resistencia. Su símbolo es un círculo con la letra griega omega en su interior.

Para realizar una medición con el óhmetro, debes seguir los siguientes pasos:

- Ajustar a cero el óhmetro
- Aislar la resistencia que vamos a medir.
- No tocar con las manos los bornes de la resistencia que se quiere medir.

Megóhmetro

El megóhmetro es un aparato destinado a medir grandes resistencias.

Medida de resistencia mediante puentes de medida

Se basa en utilizar un circuito con una serie de resistencias conocidas y la resistencia cuyo valor óhmico se desconoce. Se aplica una tensión al circuito y se ajusta el valor de una resistencia conocida para que la corriente por un galvanómetro sea cero.

En estas condiciones el valor de la resistencia desconocida se calcula mediante una fórmula matemática, que depende del circuito montado.

Polímetro

El polímetro es un aparato de medida que permite realizar mediciones de varias magnitudes eléctricas, mediante los pasos siguientes:

- Seleccionar el tipo de corriente.
- Seleccionar la magnitud y el rango.
- Realizar las conexiones para efectuar la medida.

Notas



Vocabulario

Cociente: resultado de la operación de dividir dos números.

Diagonales: son las rectas que unen en un cuadrado dos vértices situados en distinta cara.

Dimensiones geométricas: la altura, anchura y profundidad de un cuerpo.

Puentes de medida: un circuito formado por resistencias y otros elementos para la medición de una magnitud eléctrica.

Rango de medida: valores cubiertos por la medición de un aparato. Algunos aparatos tienen varios rangos de medida.



FONDO  FORMACION