

(Grado de Ingeniería Multimedia)  
**21000 FUNDAMENTOS DE LA FÍSICA**

**LABORATORIO DE FÍSICA (Planta Primera, Politécnica I)**

**Medida de Magnitudes eléctricas**

**Resistividad de un conductor y ley de Ohm (varios hilos)**

**Resistencia interna del voltímetro**

**Resistencia interna del generador**

**Distribución de tensión a lo largo de un hilo**

**Puente de hilo**

**Laboratorio de Física, Planta Primera de Politécnica I**

Ubicación aproximada

Fila delantera	Resistividad conductor					R.interna generador
	Resistividad conductor			R.interna voltímetro		Distribución de la tensión
	Magnitudes eléctricas			R.interna voltímetro		Puente de hilo
	Magnitudes eléctricas		Magnitudes eléctricas		Magnitudes eléctricas	
	Magnitudes eléctricas		Magnitudes eléctricas		Magnitudes eléctricas	
Fila trasera	Magnitudes eléctricas		Magnitudes eléctricas		Magnitudes eléctricas	

## *Medida de magnitudes eléctricas*

### 1. Objetivos

Utilización del polímetro para obtener medidas directas de magnitudes eléctricas. Implementación y resolución de un circuito de corriente continua teórica y experimentalmente.

### 2. Material

Fuente de alimentación, 2 polímetros, panel de conexiones, un interruptor, 1 resistencia de  $100\ \Omega$ , 8 resistencias de valores desconocidos y cables conectores.

### 3. Estudio teórico

#### 3.1 El polímetro.

El polímetro es un dispositivo para medir magnitudes eléctricas. Seleccionando adecuadamente las conexiones podemos obtener de forma directa valores de resistencia (óhmetro), voltaje e intensidad.

##### 3.1.0 Manejo del polímetro digital TENMA 72-7770.

El modelo de polímetro usado en la práctica es el polímetro digital Tenma 72-7770.

**Cuando no se use, el polímetro debe dejarse apagado, girando el selector a la posición OFF.**



- El terminal negro debe estar en la conexión **COM** del polímetro.
- El terminal rojo debe estar en la conexión **VΩmA** del polímetro.



##### 3.1.1 Como óhmetro (medidor de resistencia eléctrica).



**Atención:** cuando un aparato funciona como óhmetro, es el aparato de medida el que proporciona corriente al circuito, debiendo estar dicho circuito desconectado de cualquier otra fuente de energía (pilas, condensadores con carga, etc.).

- El dial selector de magnitud y rango debe situarse en la escala **20k** de la zona de resistencia eléctrica, indicada por  $\Omega$ . En esta posición, el polímetro mide resistencias desde  $0\ \Omega$  hasta  $20\ \text{k}\Omega$ . El desborde de escala queda indicado por un 1 en la cifra más significativa de la pantalla. Este valor es el indicado por el

polímetro en circuito abierto, puesto que en ese caso la resistencia eléctrica entre sus bornes corresponde a infinito.

Experimentalmente se comprobará si esa escala proporciona suficiente precisión. En caso contrario ir variando el selector a rangos menores (2000,200) hasta encontrar la más adecuada.

### 3.1.2 Como **voltímetro** (medidor de diferencia de potencial eléctrica de tensión continua).



- El dial selector de magnitud y rango debe situarse en la escala **20** de la zona de voltaje de continua, indicada por **V---**. En esta posición, el polímetro mide 20 Vcc a fondo de escala. La lectura se realiza directamente en voltios.

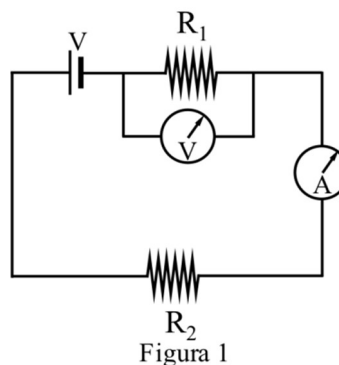
### 3.1.3 Como **amperímetro** (medidor de intensidad de corriente eléctrica).



- El dial selector de magnitud y rango debe situarse en la escala de **200** de la zona de intensidad, indicada por **A---**. Experimentalmente se comprobará si esa escala proporciona suficiente precisión. En caso contrario ir cambiando el selector a rangos menores (20 m, 2000  $\mu$ ) hasta encontrar la más adecuada. En estas posiciones, el polímetro mide intensidad de corriente eléctrica miliamperios ó microamperios, según el modificador que acompaña al número de la escala.

**Importante:** Para medir resistencia o voltaje las deben colocarse en paralelo con el elemento o decir una punta en cada extremo del elemento. Por de una pila o dos puntos de un circuito si medimos extremos de una resistencia o puntos exteriores de resistencias interconectadas (sin pilas) si como óhmetro. Sin embargo, cuando medimos la

la rama de un circuito el polímetro que funciona como amperímetro debe estar en serie (incluido en la rama). En la figura de la derecha, el polímetro marcado con V estaría actuando como voltímetro, en paralelo con  $R_1$ , por lo que mediría la diferencia de potencial entre los extremos de  $R_1$ . El polímetro marcado con A estaría actuando como amperímetro (montado en serie en la rama del circuito) y mide la corriente que circula por la rama.



puntas del polímetro elementos a medir. Es ejemplo, los dos extremos voltaje, o bien los dos un conjunto de utilizamos el polímetro intensidad que circula por

### 3.2 La ley de Ohm

Si aplicamos una diferencia de potencial  $V$  entre los extremos de un trozo de conductor a temperatura constante se producirá una corriente  $I$ . El valor de  $V$  necesario para producir una corriente dada depende de una propiedad del material utilizado como conductor. Esta propiedad es su resistencia eléctrica  $R$ , que definimos como:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{donde } R \text{ se expresa en Ohmios } (\Omega).$$

Para muchos conductores, la corriente que circula por un trozo de los mismos es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada entre sus extremos. En este caso podemos afirmar que  $R$  es independiente de  $V$  e  $I$ :

$$V = I \cdot R \quad (\text{con } R \text{ constante})$$

La anterior ecuación se conoce como ley de Ohm. Aunque más que una ley (no constituye un hecho fundamental de la naturaleza) se trata de una expresión empírica que describe el comportamiento de muchos materiales en el rango de valores de  $V$  utilizados en los circuitos eléctricos. Los materiales que cumplen la ley de Ohm se denominan óhmicos.

Si tenemos un circuito con una única malla (camino cerrado por conductores) se cumple que la corriente que circula por la malla es:

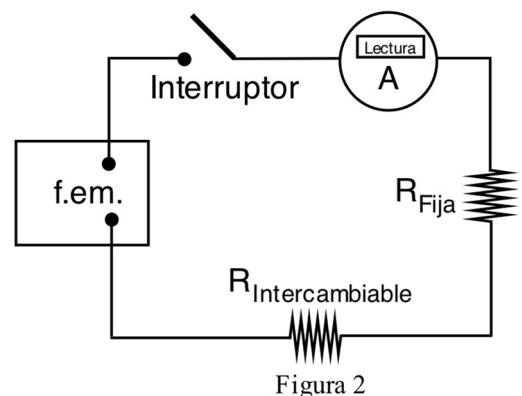
$$I = \frac{V_T}{R_T}$$

Donde  $V_T$  es la suma de f.e.m que hay en la malla (cada una con su signo, lo que determinará el sentido de la corriente) y  $R_T$  es la resistencia total que hay en dicha malla.

Si el circuito se compone de más de una malla, para conocer la corriente que circula por cada una de las ramas del circuito hay que utilizar alguno de los métodos de resolución de circuitos que se estudian en las clases de teoría-problemas.

### 4. Desarrollo de la práctica

Utilizando el panel de conexiones como soporte monta un circuito como el que se indica en la figura 2. Asegúrate que el interruptor esté siempre abierto (sólo se cerrará cuando vayas a hacer una lectura de corriente con el amperímetro) y esté conectado por un extremo a un terminal de la fuente y por el otro a un terminal de uno de los polímetros (que estará codificado como amperímetro). Las resistencias fija y móvil se conectarán después de medirlas.



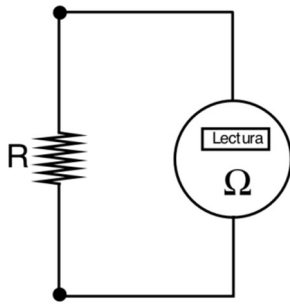


Figura 3

En otra parte del panel de conexiones monta el otro polímetro (codificado como óhmetro) para medir los valores de las distintas resistencias, tal como se muestra en la figura 3.

Comprueba con el óhmetro el valor de la resistencia de  $100\ \Omega$  y determina su error. Esta resistencia se conecta como  $R_{\text{Fija}}$  en el primer circuito y ya no se cambia el resto de la práctica. Con las otras 8 resistencias procede de la forma siguiente:

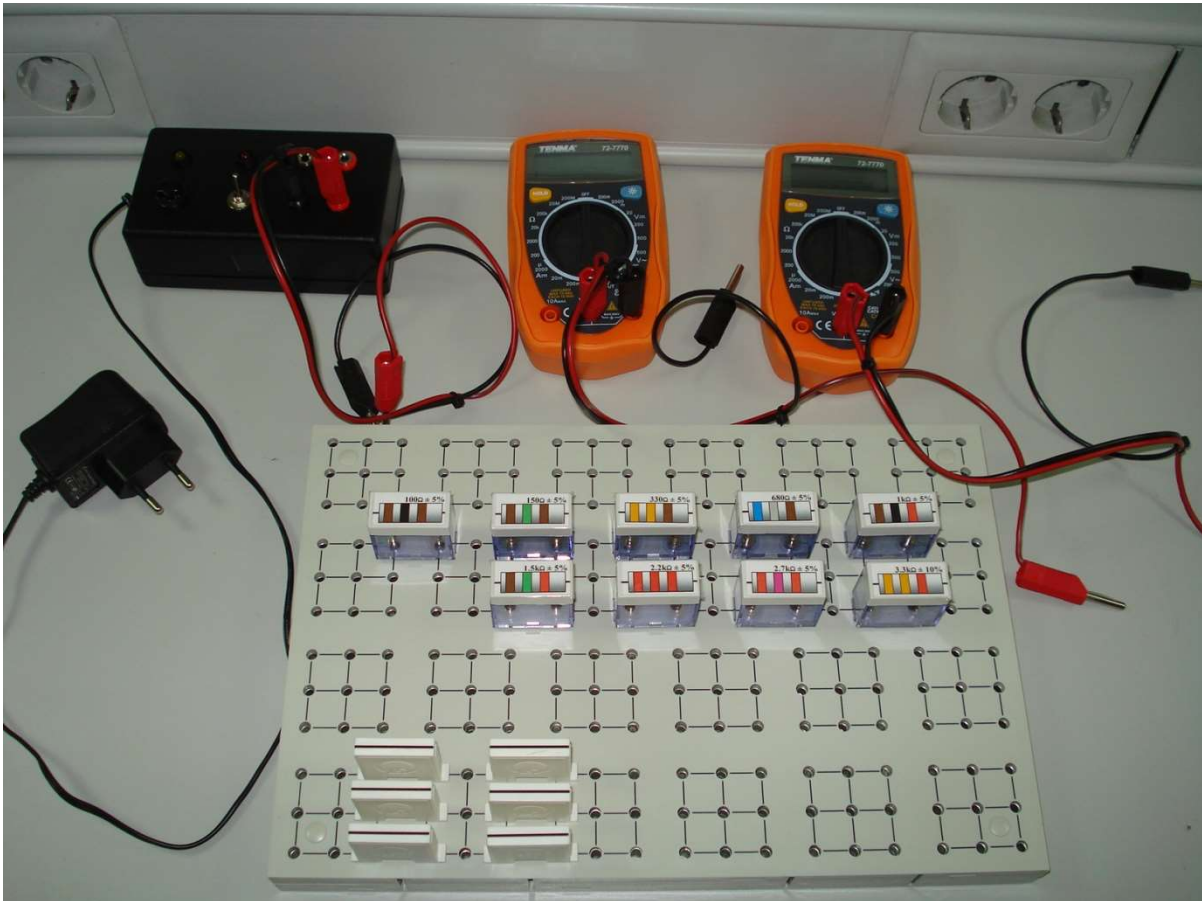
Toma una resistencia y con el óhmetro mide su valor y determina su error.

Seguidamente la instalas como  $R_{\text{Intercambiable}}$  en el circuito de la Figura 1. Cierra el interruptor y obtén la lectura de corriente que pasa por el amperímetro con su error. Repetir el proceso con las 8 resistencias desconocidas. Una vez finalizado el proceso puedes codificar como voltímetro el polímetro de la Figura 3 y medir de forma directa el voltaje que suministra la fuente de continua que estas utilizando (anota su valor y error para cotejarlo al final de la práctica)

Con los datos obtenidos:

- Construye una tabla con el valor de las diferentes  $R_T$  que vas conformando en el circuito ( $R_T = R_{\text{Fija}} + R_{\text{Intercambiable}}$ ) y el correspondiente valor de intensidad que circula por el circuito para cada  $R_T$ , ambas magnitudes con sus errores. En otra columna calcula el valor de la inversa de la intensidad y su error.
- Representa gráficamente  $R_T$  en función del inverso de la intensidad. Comprueba si los puntos que representan los valores experimentales ajustan a una recta que pasa por el origen, en cuyo caso, teniendo en cuenta la ecuación de una recta:  $y = mx + n$ , y que  $R_T = V \cdot (1/I)$ ;  $\Rightarrow n = 0$  y la pendiente de dicha recta  $m$  sería la f.e.m. de la fuente que has utilizado en el experimento.
- Calcula analíticamente el valor de la f.e.m con su error. Utiliza el programa de mínimos cuadrados que tienes instalado en el ordenador del laboratorio y que también puedes bajarte del CV.
- Contrasta el valor analítico que has obtenido de la tensión que suministra la fuente con el que has medido directamente.

Compara y discute los valores calculados y los medidos experimentalmente



---

#### MEDIDA DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS

---

Base conexiones Leybold 57674  
Fuente de alimentación 220VAC 5VDC 2A  
Cable bifilar fuente-placa  
Polímetro 1 TENMA 72-7770  
Cable bifilar polímetro 1-placa  
Polímetro 2 TENMA 72-7770  
Cable bifilar polímetro 2-placa  
Resistencias  $100\Omega$ ,  $150\Omega$ ,  $330\Omega$ ,  $680\Omega$ ,  $1k\Omega$ ,  $1,5k\Omega$ ,  $2,2k\Omega$ ,  $2,7k\Omega$ ,  $3,3k\Omega$   
\* Montadas sobre cajas vacías Leybold 57692  
Puentes \* 6

---



## ***Resistividad de un conductor y ley de ohm***

### **1. Objetivo**

Determinación de la resistividad de un conductor utilizando la ley de Ohm.

### **2. Material**

Simulador de pila con interruptor. Polímetro como amperímetro. Polímetro como voltímetro. Tablero de hilos conductores con distinta resistividad. Reostato (resistencia variable). Cables de conexión.

### **3. Estudio teórico**

Cuando entre los extremos de un conductor lineal se aplica una diferencia de potencial (d.d.p.)  $V$ , a través de éste circula una corriente eléctrica de intensidad  $I$ , de modo que esta d.d.p. y el valor de la intensidad  $I$ , están relacionadas mediante la ley de Ohm:

$$V = IR$$

Siendo  $R$ , para una temperatura dada, una constante que depende de las características del material y que recibe el nombre de resistencia. La resistencia  $R$ , está relacionada con la geometría del conductor y con un parámetro característico del material, que llamamos resistividad,  $\rho$ .

En particular, cuando el conductor es un hilo de sección transversal  $S$  y longitud  $L$ , su resistencia viene dada por:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

con lo cual se puede determinar la resistividad del conductor si se conoce la sección, la longitud y la resistencia de un tramo de este conductor,

$$\rho = \frac{RS}{L}$$

Para calcular la resistencia se puede hacer uso de la ley de Ohm, sometiendo los extremos del conductor a distintas diferencias de potencial, midiendo en cada caso la intensidad que circula por el mismo y teniendo en cuenta que, para las resistencias óhmicas o lineales, la característica tensión-corriente es una línea recta siempre que las intensidades no sean muy elevadas.

#### 4. Desarrollo de la práctica

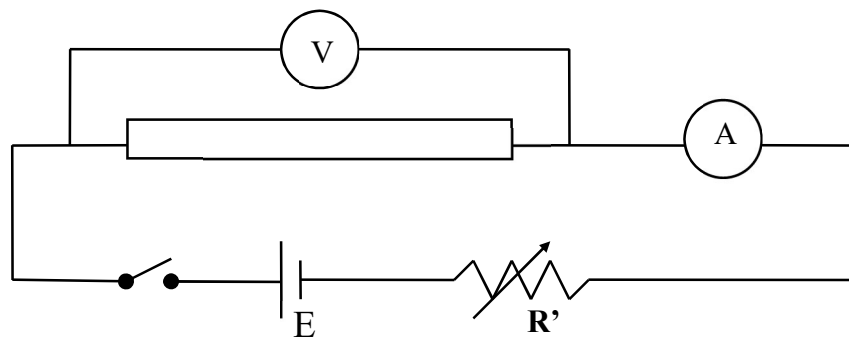
Monte el siguiente circuito, donde  $R'$  es una resistencia variable que permite seleccionar la intensidad que circula por el circuito.

NOTA: Cuando no se esté efectuando ninguna medida abra el circuito mediante el interruptor.

**Realizar las medidas sólo para una de las siguientes opciones:**

1. Dos hilos de igual diámetro y diferente material
2. Dos hilos de diferente diámetro e igual material.

Tome seis pares de medidas y construya una tabla en la que aparezcan las diferencias de potencial aplicadas y las intensidades que circulan por el circuito con sus correspondientes errores. Construya la gráfica  $V = f(I)$ , de tal manera que la pendiente de la recta obtenida será el valor de la resistencia  $R$  del hilo conductor.



Fíjese especialmente en las polaridades de pilas y aparatos.

Dado que el diámetro del hilo es conocido con un error de 0,01 mm y su longitud es de  $1,00 \pm 0,01$  m, podremos determinar la resistividad del hilo conductor.

#### 5. Cuestiones

1. Determine el valor de la resistencia, así como su error, a partir de la pendiente de la recta obtenida.
2. Con los dos valores obtenidos para la resistencia, calcule las correspondientes resistividades del material con sus errores.
3. En función de cual de las dos opciones se haya escogido, compare los resultados obtenidos dependiendo del material y los diámetros de los hilos.

#### Notas sobre el desarrollo:





El polímetro seleccionado como voltímetro es el que tiene la conexión roja del cable conectada a la conexión V/ $\Omega$ .

El polímetro seleccionado como miliamperímetro es el que tiene la conexión roja del cable conectada a la conexión A.

El dial selector de escala y rango debe situarse en la escala de 2 de la zona de intensidad de corriente continua, indicada por A--- en color negro.

En estas posiciones, el polímetro mide intensidad de corriente eléctrica en amperios, miliamperios ó microamperios, según el prefijo que acompaña al número de la escala. Fíjese en el punto decimal de la pantalla.



---

#### RESISTIVIDAD DE UN CONDUCTOR Y LEY DE OHM (2 hilos)

---

Fuente de alimentación 220VAC 5VDC 2A

Reóstato Phywe 06110.01  $10\Omega$

Tablero de hilos resistivos

- \* Konstantan  $\emptyset$  1
- \* Konstantan  $\emptyset$  0,5
- \* Konstantan  $\emptyset$  0,7
- \* Konstantan  $\emptyset$  0,7 (no error, 2 hilos iguales)
- \* Konstantan  $\emptyset$  0,35
- \* Messing  $\emptyset$  0,5

Amperímetro

Polímetro como amperímetro (300..1300mA)

- \* Cinta aislante en V, 10A

Cable bifilar rojo-negro voltímetro/placa

Voltímetro

Polímetro UT2001 como Voltímetro (200..3040mV)

- \* Cinta aislante en 10A, A

Placa de conexiones segmento Leybold 57671

- \* Plantilla del circuito

Cable unifilar 1m \* 6 (colores)

- \* Pila+ Rojo[Verde]Azul TableroIzq
  - \* Pila- Negro[Verde]Amarillo ReostatoIzq
  - \* Voltímetro+ Rojo[Azul]Azul TableroIzq
  - \* VoltímetroC Rojo[Azul]Azul PlacaConexiones
  - \* ReostatoDer Amarillo[Verde]Negro PlacaConexiones
  - \* TableroDer Azul[Verde]Rojo PlacaConexiones
- Cuadernillo plastificado

## Resistencia Interna del Voltímetro

### 1. Objetivos

Calcular gráficamente la resistencia interna de un voltímetro.

### 2. Material

Voltímetro 0-5 V, simulador de pila con interruptor, resistencias de  $430\Omega$ ,  $620\Omega$ ,  $910\Omega$ ,  $1'5k\Omega$ ,  $2k\Omega$ ,  $2'7k\Omega$ ,  $3'3k\Omega$ ,  $3'9k\Omega$ ,  $4'3k\Omega$  y  $4'7k\Omega$ , polímetro utilizado como óhmetro, placa de conexiones.

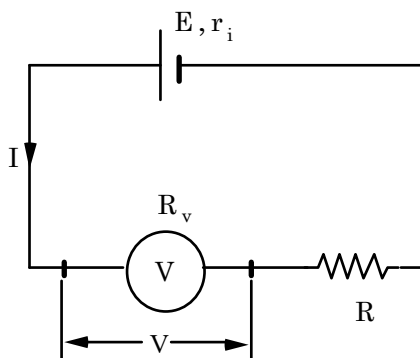
### 3. Estudio teórico

El voltímetro es un aparato que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito.

Los voltímetros de aguja se basan en el mismo principio que los amperímetros de aguja, pues ambos se pueden construir mediante un galvanómetro de cuadro móvil. En el caso del voltímetro se monta en serie con el galvanómetro una resistencia generalmente alta. El conjunto, para medir voltajes, se monta en paralelo en el circuito.

En la figura se muestra el esquema del voltímetro, en el que  $G$  es el galvanómetro,  $r_g$  su resistencia interna y  $r$  la resistencia que se monta en serie.

La resistencia interna del voltímetro,  $R_v$ , será:  $R_v = r_g + r$  y puede determinarse con el uso del siguiente montaje.



Se conecta el voltímetro, de rango próximo al valor de la fuerza electro-motriz (f.e.m.) de la pila, en serie con una resistencia  $R$ .

Aplicando la Ley de Ohm al circuito se obtiene:

$$I(r_i + R_v + R) = E$$

donde  $E$  es la f.e.m. de la pila y  $r_i$  su resistencia interna, que puede

despreciarse frente a las otras resistencias. En esta situación, la ecuación anterior toma la forma:  $I(R_v + R) = E$

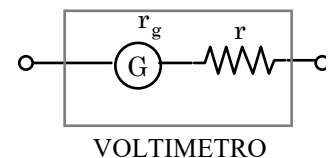
La tensión en bornes del voltímetro,  $V = I \cdot R_v$ , se calculará mediante:

$$V = \frac{R_v}{R_v + R} E$$

y de la ecuación anterior se obtiene la expresión:

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{E} + \frac{R}{E} \cdot \frac{1}{R_v}$$

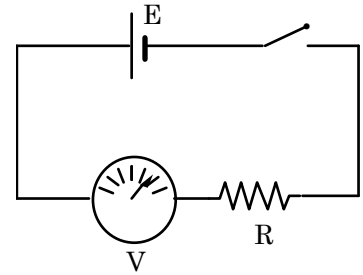
ecuación que corresponde a una recta si se utilizan unos ejes  $(R, 1/V)$ , siendo  $1/E$  la ordenada en el origen (n), y  $1/(E \cdot R_v)$  la pendiente de la misma (m).



VOLTIMETRO

#### 4. Desarrollo de la práctica

Se monta el circuito de la siguiente figura, conectando la resistencia más baja y anotando la lectura del voltímetro. Sucesivamente se va aumentando el valor de la resistencia y se anotan los valores del voltaje.

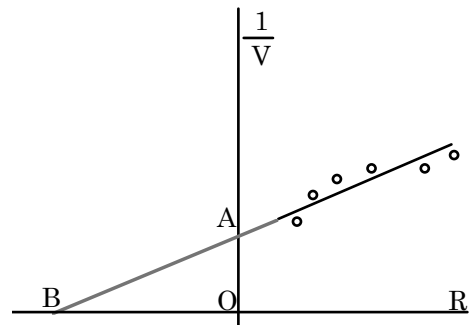


#### 5. Hoja de resultados

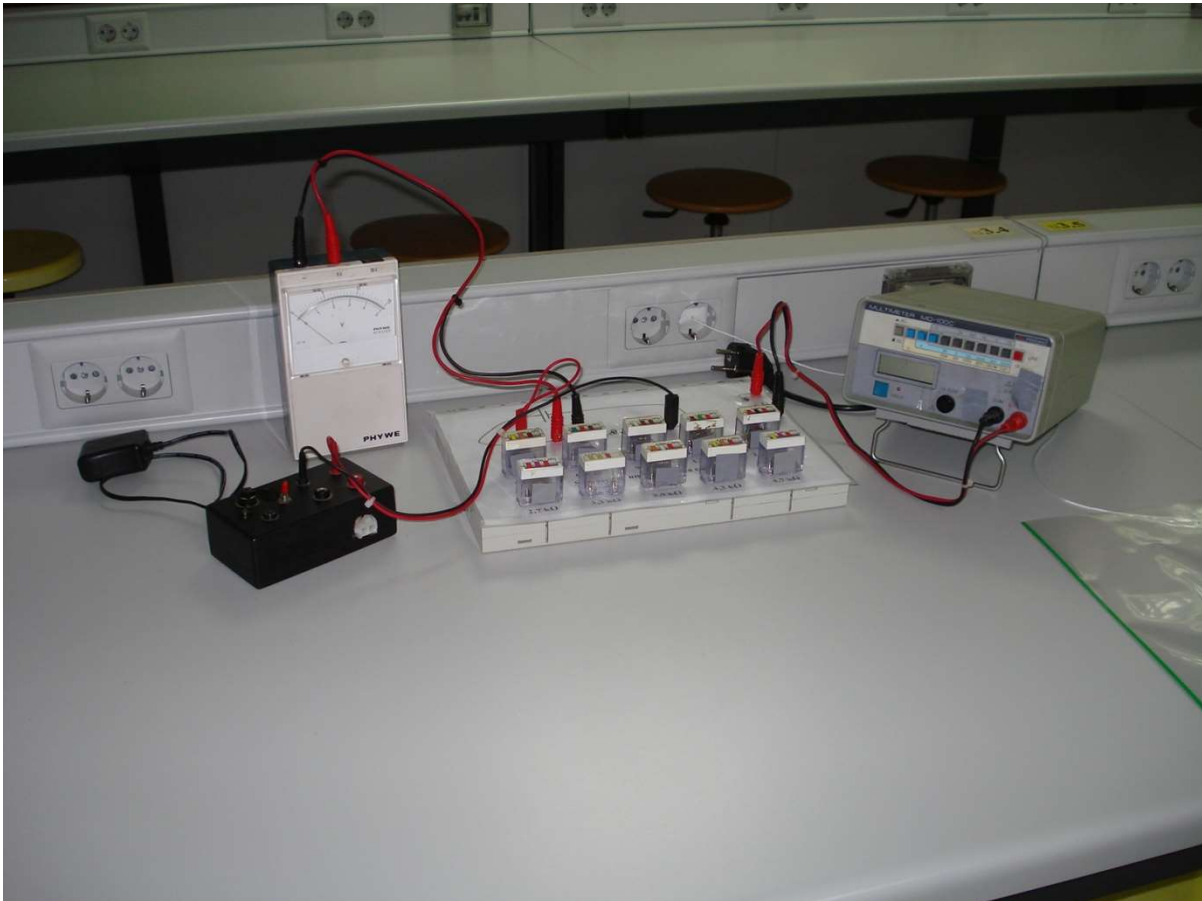
1.- Se construye una tabla en la que aparezcan los valores de las resistencias,  $R$  (que se medirán con el polímetro), los valores del voltaje,  $V$ , y su inverso  $1/V$ , junto con sus errores asociados.

2.- Se representa gráficamente  $1/V$  frente a  $R$ , con los correspondientes rectángulos de error, lo que nos dará una gráfica como la de la figura de la derecha.

3.- Ajustar por mínimos cuadrados la recta antes mencionada y obtener valor de la pendiente,  $m$ , y de la ordenada en el origen,  $n$ , con sus errores asociados. A partir del valor de la pendiente,  $m$ , calcular el valor de  $R_v$  con su error asociado. Asimismo, a partir de



los valores  $m$  y  $n$ , calcular el valor de la f.e.m. de la pila con su error. Comparar estos valores con los obtenidos gráficamente en el apartado 3.



-----  
Resistencia interna del voltímetro  
-----

Fuente de alimentación 220VAC 5VDC 2A

Cable bifilar pila-placa

Voltímetro

Voltímetro PHYWE 07037.00 0\_5\_15V

\* Cinta aislante en escala 15V

Cable bifilar voltímetro-placa

Placa de conexiones

Placa de conexiones Leibold

Esquema de circuito

Plástico transparente conteniendo:

Esquema de circuito

Resistencias

430 $\Omega$  620 $\Omega$  910 $\Omega$  1.5k $\Omega$  2.0k $\Omega$

2.7k $\Omega$  3.3k $\Omega$  3.9k $\Omega$  4.3k $\Omega$  4.7k $\Omega$

Polímetro digital

Cable de red

Multímetro MD100C

\* Cinta aislante tapando 10A, mA

Cable bifilar multímetro-Placa

Cuadernillo plastificado  
-----

## *Resistencia interna de un generador*

### 1. Objetivos

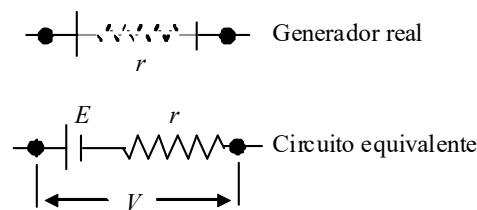
Todos los generadores eléctricos presentan ciertas pérdidas internas, cuyo efecto es una diferencia de potencial entregada por el mismo menor que el valor teórico. Caracterizar las pérdidas de un generador con un circuito equivalente, calcular el valor que tiene su fuerza electromotriz y la intensidad máxima teórica que puede suministrar, son los objetivos del presente trabajo práctico.

### 2. Material

Generador de corriente continua de 5V. Resistencia variable de 0-10  $\Omega$ . Amperímetro digital de corriente continua. Voltímetro digital de corriente continua. Interruptor. Placa de conexionado y cables.

### 3. Estudio teórico

Todo circuito eléctrico consta, básicamente, de elementos pasivos (resistencias, motores, etc.), es decir, elementos que consumen energía, así como elementos activos que suministran la energía necesaria para mantener una corriente eléctrica circulando por el circuito. Un generador, dispositivo capaz de transformar de forma continua algún tipo de energía (mecánica, térmica, química, etc.) en energía eléctrica, es uno de estos elementos activos. El generador se caracteriza por su **fuerza electromotriz** (f.e.m.)  $E$ , que se define como la energía eléctrica desarrollada por la fuente por unidad de carga que pasa por sus bornes:  $E = \frac{dW}{dq}$ , tiene dimensiones de potencial eléctrico y se mide en voltios (V).



**Fig. 1.** Generador real y modelo equivalente

Se pueden considerar dos tipos de generadores:

- Un generador ideal que se caracteriza porque la diferencia de potencial,  $V$ , que presenta entre sus bornes es igual a la f.e.m.,  $E$ , y es independiente de la intensidad que circula por el circuito.
- Un generador real en el que existen pérdidas internas debidas al funcionamiento del propio generador, de modo que la diferencia de potencial que suministra es menor que la fuerza

electromotriz ( $V < E$ ). En la mayoría de los casos el comportamiento de un generador real puede explicarse suponiendo que el generador tiene una resistencia interna  $r$ , constante, responsable de las pérdidas de energía (Fig. 1). Un generador real que se comporta de este modo recibe el nombre de **generador lineal** y puede modelarse con un circuito equivalente como el de la figura, consistente en un generador ideal de f.e.m.  $E$  en serie con una resistencia interna  $r$ . Bajo la hipótesis de que la fuerza electromotriz permanece constante, la diferencia de potencial  $V$  que entrega un generador lineal disminuye según aumenta la corriente que circula por él.

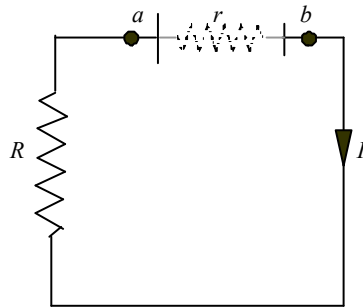


Fig. 2

Considérese el circuito de la figura 2, en el que una fuente de alimentación de corriente continua (pila, acumulador, etc.), suministra corriente a una resistencia externa  $R$ .

Puesto que la corriente también circula por el interior del generador y éste tiene una resistencia interna  $r$ , parte de la energía es consumida en el interior. Si se sustituye el generador por su circuito equivalente se puede analizar fácilmente el circuito para obtener el valor de su fuerza electromotriz en función del resto de las variables (nótese que el parámetro que se puede medir del generador no es la f.e.m. sino la diferencia de potencial  $V_{ab}$ ). Aplicando la ley de Ohm, el valor de la intensidad que circula por el circuito de la figura es:

$I = \frac{E}{R + r}$ , donde  $E$  es la f.e.m. del generador,  $r$  su resistencia interna y  $R$  la resistencia externa. Despejando:

$E = IR + Ir$  y como  $IR = V_{ab}$ , d.d.p. entre los bornes del generador, queda  $E = V_{ab} + Ir$ . El valor de  $V_{ab}$  será:

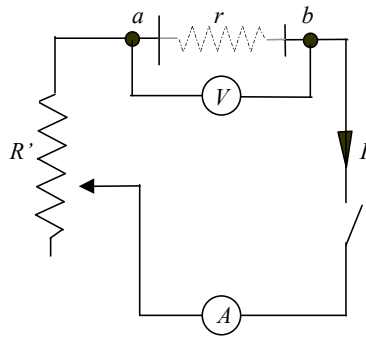
$$V_{ab} = E - Ir$$

ecuación que proporciona la **característica tensión-corriente** para un generador lineal, en función de los parámetros de caracterización del mismo.

Esta última expresión demuestra que la tensión que suministra la pila siempre es inferior a la f.e.m., tanto menor cuanto mayor sea la corriente que circula por el circuito, y esta disminución es debida a la resistencia interna del generador. Sólo en el caso de que el circuito esté abierto ( $I = 0$ ) se cumplirá que  $V_{ab} = E$ .

#### 4. Desarrollo de la práctica

Montar el circuito de la figura 3, donde  $R'$  es una resistencia variable que permite variar la intensidad que circula por el circuito y, por tanto, modifica la diferencia de potencial  $V_{ab}$  que hay entre los terminales de la resistencia interna  $r$  :

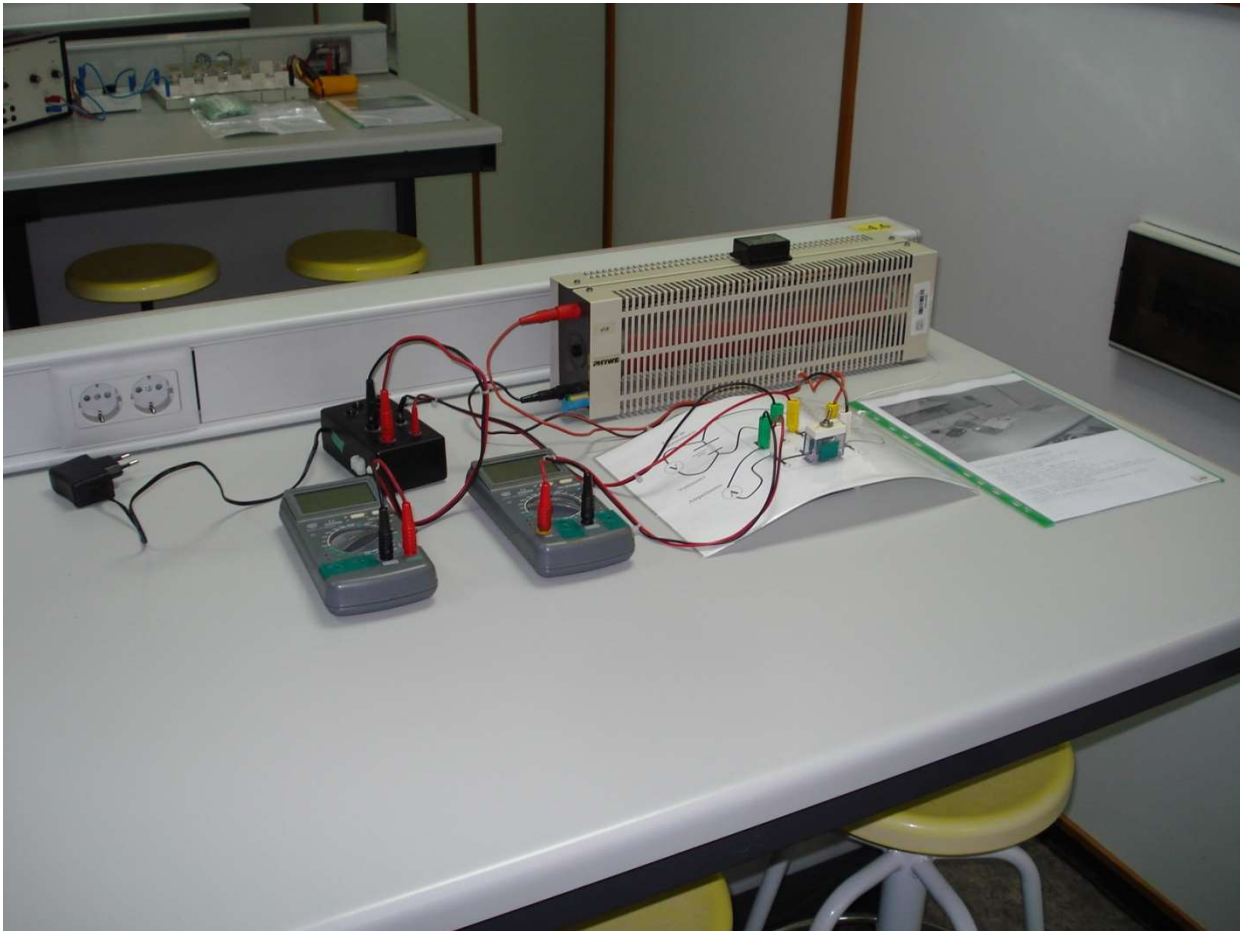


**Fig. 3.** Circuito experimental

Cambiar el valor de  $R'$  (moviendo la posición del reostato) y obtener 10 pares de valores distintos de  $V_{ab}$  e  $I$  que anotaremos en una tabla.

Representar en una gráfica los valores de  $V_{ab}$  frente a los de  $I$ . Realizar un ajuste por mínimos cuadrados y obtener los valores de la resistencia interna del generador  $r$  y de su fuerza electromotriz  $E$ .





---

#### RESISTENCIA INTERNA DE UN GENERADOR

---

Fuente de alimentación

Fuente de alimentación de ordenador

Cable de red

Simulador de pila con interruptor

Placa de conexiones PHYWE 06030.33

\* Esquema

Reóstato  $10\Omega$

Polímetro como amperímetro [4013A]

\* Cinta aislante cubriendo entradas 20A, V

Polímetro como voltímetro escala 20Vcc [4013V]

\* Cinta aislante cubriendo entradas 20A, A

Cable bifilar \* 4 (reóstato-placa -conexión por el mismo lado-,  
pila-placa, amperímetro-placa, voltímetro-placa)

\* Conexión pila-reóstato Amarilla

\* Conexión pila-amperímetro Verde

\* Conexión reóstato-amperímetro (con interruptor) Blanca

Interruptor

Cuadernillo plastificado

---

## ***Distribución de la Tensión a lo Largo de un Hilo***

### **1. Objetivos**

Analizar la caída de tensión en un hilo de kanthal por el que circula una corriente, en función de la longitud del hilo.

### **2. Material**

Puente de hilo, voltímetro, simulador de pila de petaca con interruptor y resistencia de carga ( $R_L$ ), cables conectores.

### **3. Estudio Teórico**

En las resistencias convencionales la tensión solo puede medirse entre sus bornes, es decir, se puede determinar que parte de la tensión total ha caído en esa resistencia. Por contra, si utilizamos un hilo largo como resistencia es posible medir la tensión en puntos cualesquiera a lo largo de esta resistencia.

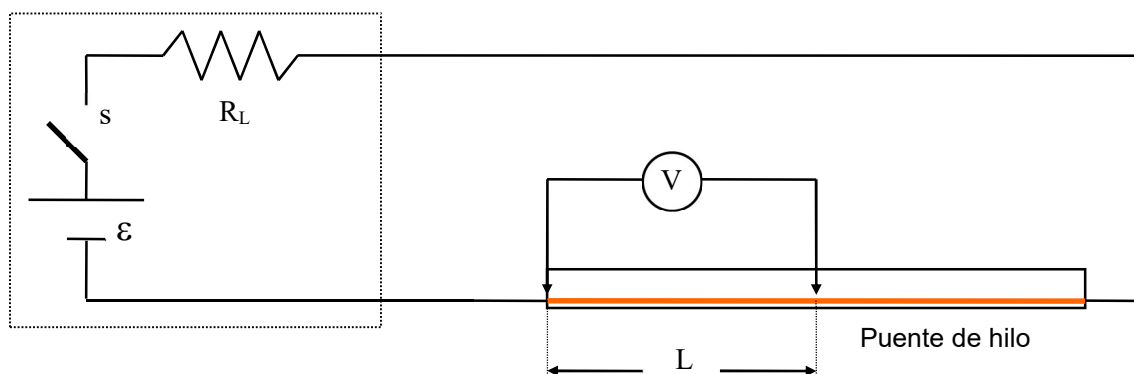
Puesto que la resistencia de un hilo conductor es proporcional a su longitud:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

siendo  $\rho$  la resistividad del material y  $S$  la sección del hilo, éste se puede considerar como una conexión en serie de un número infinito de pequeños elementos de resistencia, de forma que la tensión puede derivarse en cualquier punto del hilo.

### **3. Desarrollo de la práctica**

Montar el circuito de la figura:



**Figura 1.- Montaje experimental.**

donde la resistencia de carga  $R_L$ , el interruptor  $s$  y la pila  $\epsilon$  están integrados en el simulador de pila.



Es recomendable utilizar el interruptor para no tener conectada todo el tiempo la fuente de alimentación, evitándose así un calentamiento innecesario en el hilo.

Colocando una toma del voltímetro en el extremo **cero** de la regleta que contiene el hilo de kanthal, tomar la diferencia de potencial a distancias ( $L_i$ ) de 150, 300, 450, 600, 750 y 900 mm. Construir una tabla que contenga las caídas de tensión parciales  $V_{1i}$  para cada distancia  $L_i$ .

Colocando ahora una toma del voltímetro en el extremo **1000 mm** de la regleta y tomar la diferencia de potencial para las mismas longitudes de hilo anteriores (850, 700, 550, 400, 250 y 100 mm). Se trata de observar si tramos de hilo distintos del mismo material y la misma longitud producen caídas de tensión diferentes. Añadir una columna adicional a la tabla con los valores  $V_{2i}$  obtenidos. Si  $V_{1i}$  y  $V_{2i}$  son diferentes, tomar el valor medio de ambos como valor de  $V_i$ .

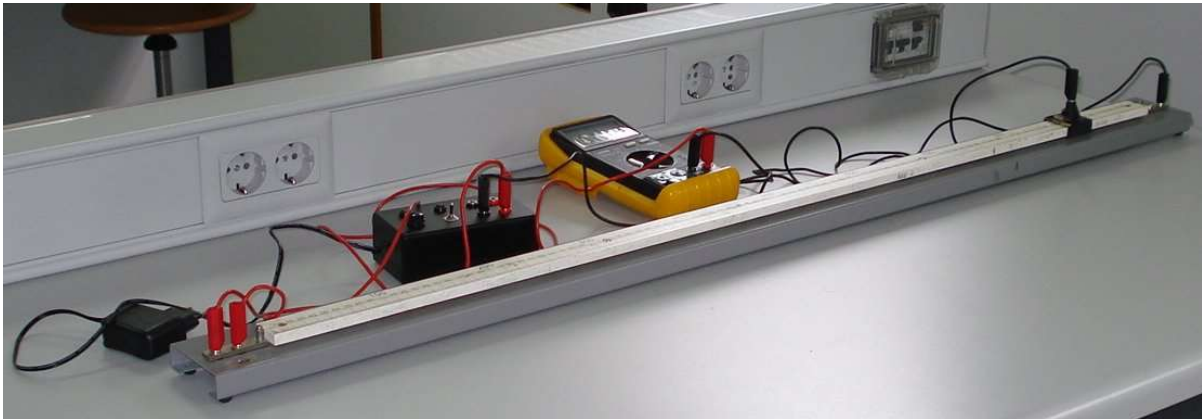
## 5. Hoja de resultados

1. Representar gráficamente la función:  $V = f(L)$
2. A partir de los datos reflejados en la tabla, qué puede decirse de la relación:

$$V_i / L_i$$

3. A la vista de la distribución de los valores experimentales en la gráfica, ¿puede realizarse un ajuste de mínimos cuadrados para los puntos obtenidos?. Si es así realizar dicho ajuste y obtener el valor de la pendiente de la recta y el coeficiente de regresión lineal.
4. Con los datos obtenidos en la experiencia ¿Qué magnitudes adicionales necesitaríamos conocer para poder determinar la **resistividad** del material utilizado?

En los ordenadores del laboratorio hay una hoja Excel que permite realizar el ajuste de la recta por mínimos cuadrados.



---

#### DISTRIBUCIÓN DE LA TENSIÓN A LO LARGO DE UN HILO

---

Fuente de alimentación 220VAC 5VDC 2A

Puente de hilo PHYWE 07182.00 [u1.3]

\* Hilo Phywe 06092.01  $27,9\Omega/\text{m}$ .  $29,1\Omega$  entre extremos

Polímetro UT2001 como voltímetro [u4.5]

\* Cinta aislante en 10A,A

Cable unifilar 1m \* 4

---

## ***Puente de Hilo***

### 1. Objetivos

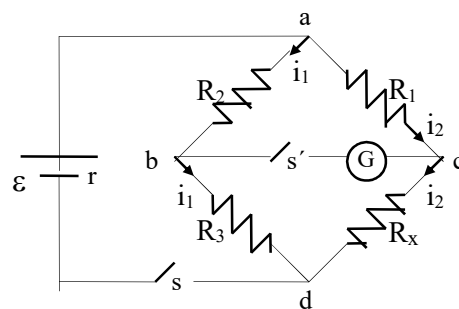
Determinar el valor de una resistencia desconocida

### 2. Material

Un puente de hilo, un miliamperímetro, un voltímetro, seis resistencias conocidas, una resistencia desconocida, una fuente de alimentación de c.c.

### 3. Estudio teórico

Cuando se desea conocer el valor de una resistencia  $R_x$ , con cierta precisión, se hace uso de los llamados puentes de medida, de ellos, el más conocido es el **PUENTE DE WHEATSTONE**, que se muestra en la siguiente figura:



Este circuito consta de:

- . Una resistencia desconocida  $R_x$ .
- . Tres resistencias conocidas  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ .
- . Un amperímetro muy sensible o GALVANOMETRO
- . Un generador de corriente continua.

Para utilizar el puente, se cierran los interruptores S y S' y se modifica la resistencia  $R_1$  hasta que el galvanómetro, G, no experimente desviación. Los puntos "b" y "c" están ahora al mismo potencial, es decir,

$$V_b = V_c \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_{ab} = V_{ac} \\ V_{bd} = V_{cd} \end{array} \right\}$$

Puesto que la intensidad de corriente en el galvanómetro es nula, se verifica:

$$i_{R_2} = i_{R_3} = i_1$$

$$i_{R_1} = i_{R_x} = i_2$$

Sustituyendo los valores de la d.d.p. en las ecuaciones anteriores obtendremos:

$$i_1 R_2 = i_2 R_1$$

$$i_1 R_3 = i_2 R_x$$

de donde se deduce que:

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

obteniéndose valor de la resistencia que queríamos medir.

En la práctica son muy utilizados los **puentes de hilo** que son un caso particular del puente de Wheatstone. En ellos las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ , se sustituyen por un hilo conductor de cierta resistencia por unidad de longitud y se busca el equilibrio del miliamperímetro variando el contacto móvil D de la figura 1:

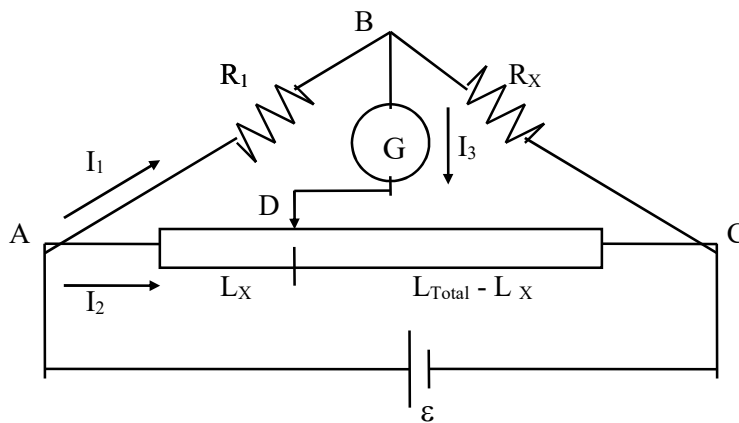


Figura 1

Una vez conseguido el equilibrio obtenemos:

$$I_3 = 0 \Rightarrow \begin{aligned} V_{AB} &= V_{AD} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 \rho \frac{L_x}{S} \\ V_{BC} &= V_{DC} \Rightarrow I_1 R_x = I_2 \rho \frac{L_{Total} - L_x}{S} \end{aligned}$$

, de donde se deduce que :

$$\frac{R_1}{R_x} = \frac{L_x}{L_{Total} - L_x} \Rightarrow R_x = \frac{L_{Total} - L_x}{L_x} R_1$$

#### 4. Desarrollo de la práctica

MONTAR EL CIRCUITO DE LA FIGURA 1.

La longitud total del hilo resistivo  $L_{\text{Total}}$  es  $1000 \pm 1 \text{ mm}$ . Realizar la experiencia para cada una de las resistencias conocidas y obtener la tabla  $R$ ,  $L_x$  de los puntos en los que se consigue el equilibrio. Hacer una gráfica que represente en el eje de ordenadas  $L_{\text{Total}}/L_x$  y en abscisas  $1/R$ . Debe obtenerse una línea recta de pendiente  $R_x$ , como se deduce de la ecuación :

$$\frac{L_{\text{Total}}}{L_x} = R_x \frac{1}{R} + 1$$

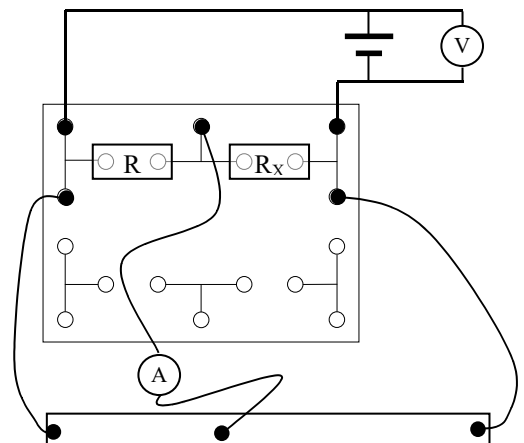
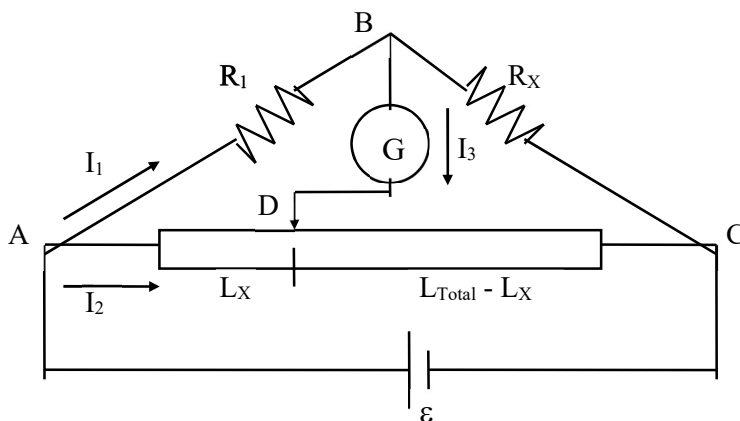
#### 5. Hoja de resultados

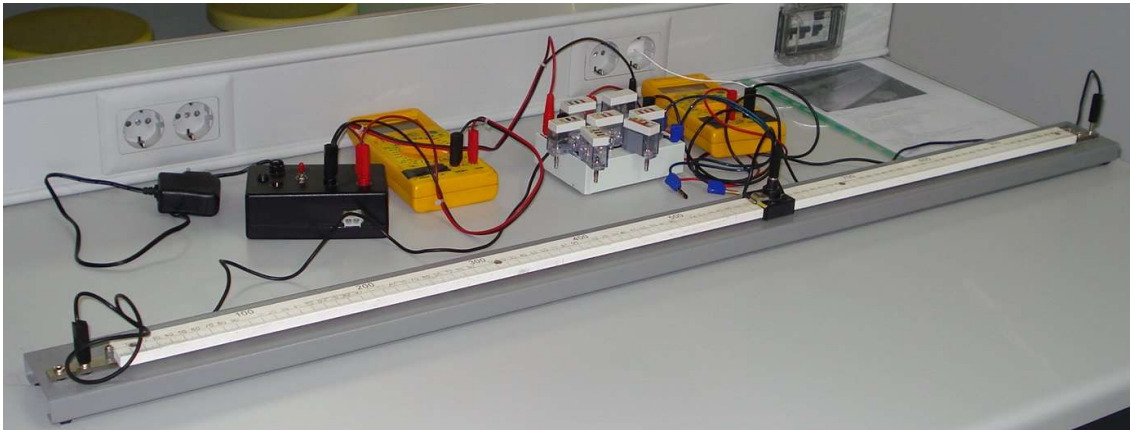
- Obtener por el método de mínimos cuadrados el valor de  $R_x$  y su error correspondiente, con los datos del apartado 1.

#### ADVERTENCIAS :

No tener conectada todo el tiempo la fuente de alimentación, porque puede calentarse el hilo.

Montaje recomendado:





### PUENTE DE HILO

Fuente de alimentación 220VAC 5VDC 2A [u3.1]  
 Polímetro amarillo Demestres 3801 como voltímetro (5V) [u3.1]  
 \* cinta aislante cubriendo entradas 20A y A  
 Cable bifilar rojo-negro voltímetro-fuente  
 Placa de conexiones pequeña Phywe 06030.20  
 Cable bifilar rojo-negro fuente-placa  
 Resistencia problema (3.3k $\Omega$  no marcada)  
 Resistencias: 1 k $\Omega$  $\pm$ 5%, 2.2 k $\Omega$  $\pm$ 5%, 3.3 k $\Omega$  $\pm$ 5%, 4.7 k $\Omega$  $\pm$ 5%, 5.6 k $\Omega$  $\pm$ 5% y 10 k $\Omega$  $\pm$ 5%  
 Puente de hilo PHYWE 07182.00  
 Polímetro amarillo Demestres 3801 como amperímetro (valores + y -)  
 (0.39..6.66mA)  
 \* cinta aislante cubriendo entradas 20A y V  
 Cable unifilar 1m \* 4 (2 puente-placa, 1 amperímetro-placa, 1 amperímetro-  
 puente)  
 Cable unifilar azul corto \* 2

