**Práctica 3: Medida de pequeñas resistencias**

 **Objetivos del experimento:**

* *Determinación de la resistividad de materiales.*
* *Determinación de la conductividad de materiales.*
* *Determinación de resistencias en CC por el método de cuatro hilos.*

**Descripción del experimento:**

La resistencia es la dificultad u oposición al paso de una corriente eléctrica para circular a través de él. El físico alemán George Simon Ohm contribuyó al estudio de la resistencia con la Ley de Ohm:

De aquí podemos sacar dos conclusiones:

* La ley generalizada de Ohm:
* La ecuación de la resistencia en función de la longitud (L), la sección (S) y la resistividad (ρ) (o bien la conductividad (σ)):

 La longitud y la sección las podemos medir fácil y directamente pero la resistividad y la conductividad deben ser halladas empíricamente (uno de los objetivos de la práctica). Concretamente, vamos a calcular la resistividad y conductividad de un cilindro de cobre y otro de aluminio.

 Material necesario:

* Fuente de alimentación de DC/AC.
* Amplificador universal.
* 2 Polímetros.
* Cilindro de Cu con diámetro de 2,5 cm y sección de 4,91 cm2.
* Cilindro de Al con diámetro de 2,5 cm y sección de 4,91 cm2.
* Caja de conexiones.
* Diversos cables de conexión: amarillo (100, 750 y 2000 mm), azul (250, 500 y 750 mm), rojo (250, 500 y 750 mm).

Montaje:



Montaje de los cilindros de cobre y aluminio

 El cilindro se conecta mediante cables de conexión que van desde los extremos del cilindro a uno de los bornes de salida +/- de la fuente de alimentación y desde el otro extremo del cilindro al conector COM del polímetro para continuar desde la salida 10ª del polímetro al otro borne de salida de la fuente de alimentación, es decir, el cilindro, la fuente de alimentación y uno de los polímetros (que actuará como amperímetro) se encuentran conectados en serie.

 Para medir la diferencia de potencial a través del cilindro, se conecta éste mediante cables de conexión, desde los orificios situados en su superficie lateral hasta los bornes de entrada (in) del amplificador, situados en su parte frontal, abajo a la izquierda. Se termina el montaje conectando el otro polímetro en sus terminales COM y V a los bornes de salida (out) del amplificador situados en su parte frontal, abajo a la derecha, es decir, este polímetro está conectado en paralelo con el cilindro de metal (Al o Cu) y actuará como voltímetro. A este método se le conoce como el método de los cuatro hilos.

 Para la segunda parte de la práctica, la determinación de la resistencia de diversos cables de conexión, se sustituye el cilindro por uno de los cables de conexión, pero en vez de conectarlo directamente, se realiza la conexión a través de la caja de conexiones, como se ve a continuación.



Esquema de la caja de conexiones para hallar la resistencia de un cable de conexión.

 **Procedimiento experimental:**

 Antes de realizar alguna medida, se recomienda encender el amplificador 15 minutos, porque tarda un tiempo en estabilizarse. También tendremos en cuenta que la tensión de salida no debe superar los 10V, ya que los errores se dispararían. Seleccionamos en el amperímetro una baja frecuencia (low drift), que es equivalente a una R de 104 Ω, un factor de amplificación de 103 y una constante de tiempo de cero segundos.

 Apuntamos los pares de valores I(A) y V(µV) con sus respectivas incertidumbres. Los representamos y calculamos la resistencia de cada material con una regresión de los datos obtenido. Con la resistencia, ya podremos hallar la resistividad.

 **Realización del experimento:**

 Las intensidades las medimos con un polímetro que tiene precisión ±0.01 A. Tomaremos esto como el error de cada medida ya que la incertidumbre no puede ser menor que la última cifra de lo que podemos medir. Es decir, para medidas del tipo 0.02, 0.50, 1.05, … la incertidumbre no puede ser menor que la que vamos a utilizar.

 Para el voltímetro, obtenemos los datos con incertidumbre 0.001 mV (por el uso del amplificador). Para obtener resultados más visibles, expresaremos los voltios en la gráfica en µV. Por lo tanto la incertidumbre será ±1 µV.

 Cilindro de cobre:

 Los datos experimentales obtenidos para el cilindro de cobre son los siguientes:

|  |
| --- |
| **Cilindro de cobre** |
| Intensidad (A) | s(I) (A) | Voltaje (µV) | s(∆V) (µV) |
| 0.0 | 0.01 | 0 | 1 |
| 0.15 | 0.01 | 2 | 1 |
| 0.46 | 0.01 | 6 | 1 |
| 0.75 | 0.01 | 9 | 1 |
| 0.88 | 0.01 | 11 | 1 |
| 1.04 | 0.01 | 13 | 1 |
| 1.20 | 0.01 | 15 | 1 |
| 1.39 | 0.01 | 17 | 1 |
| 1.55 | 0.01 | 19 | 1 |
| 1.83 | 0.01 | 22 | 1 |
| 1.94 | 0.01 | 23 | 1 |
| 2.01 | 0.01 | 24 | 1 |

 Realizando el ajuste *y=bx*, los resultados obtenidos son los siguientes:

b=8.250783∙10−2 s(b)=0.050667∙10−2

s=2.716712∙10−2 r=0.99979266

 La gráfica que obtenemos con la recta de regresión es esta:

Ahora, utilizaremos la ley de Ohm para hallar la resistencia:

Vemos que esto es el inverso de la pendiente, por lo tanto, el valor obtenido experimentalmente de la resistencia de la barra de cobre es:

 µΩ

Ahora hallaremos la incertidumbre para este valor:

(b)=0.074

Por lo tanto:

**Ω**

Una vez tenemos R, podemos hallar la resistividad en la ecuación teniendo en cuenta los datos que tenemos:

RCu=12.120∙10-6 Ω

S=4.91∙10-4 m2

L=31.5∙10-2 m

Y calculamos la incertidumbre de la resistividad del cobre, por la regla de propagación de errores:

s(RCu)=7.4∙10-8 Ω

s(S)=10-6 m2

s(L)=10-3 m

En resumen, la resistividad obtenida empíricamente del cobre es:

Comparamos el valor experimental con el valor teórico (consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/Resistividad> ), y así calculamos la discrepancia:

El valor obtenido no es muy bajo, pero eso puede ser debido a la temperatura o los errores en las medidas. De todas formas, se puede decir que el experimento ha sido bastante aproximado al resultado real.

Cilindro de aluminio:

Sustituimos el cilindro de cobre (rojizo y más pesado) por el de aluminio (plateado) y realizamos las mismas mediciones. Los datos experimentales obtenidos son los siguientes:

|  |
| --- |
| **Cilindro de aluminio** |
| Intensidad (A) | s(I) (A) | Voltaje (µV) | s(∆V) (µV) |
| 0.0 | 0.01 | 0 | 1 |
| 0.14 | 0.01 | 1 | 1 |
| 0.27 | 0.01 | 3 | 1 |
| 0.49 | 0.01 | 8 | 1 |
| 0.69 | 0.01 | 11 | 1 |
| 0.78 | 0.01 | 13 | 1 |
| 0.97 | 0.01 | 16 | 1 |
| 1.13 | 0.01 | 19 | 1 |
| 1.39 | 0.01 | 25 | 1 |
| 1.68 | 0.01 | 30 | 1 |
| 1.80 | 0.01 | 33 | 1 |
| 1.98 | 0.01 | 36 | 1 |
| 2.03 | 0.01 | 37 | 1 |

Realizando el ajuste *y=bx*, los resultados obtenidos son los siguientes:

b=5.599521∙10−2 s(b)=0.07534∙10−2

s=5.965167∙10−2 r=0.99891404

Y obtenemos la siguiente gráfica:

Volvemos a utilizar la Ley de Ohm para calcular la resistencia, sabiendo que de nuevo es el inverso de la pendiente, por lo tanto:

Y su incertidumbre:

Entonces, la resistencia de la barra de aluminio será:

Una vez tenemos la resistencia, calculamos la resistividad volviendo a utilizar la misma ecuación que para el cilindro de cobre:

RAl=17.85∙10-6 Ω

S=4.91∙10-4 m2

L=31.5∙10-2 m

Y calculamos la incertidumbre de la resistividad del aluminio utilizando de nuevo la propagación de errores:

s(RAl)=2.4∙10-7 Ω

s(S)=10-6 m2

s(L)=10-3 m

En resumen, la resistividad del cilindro de aluminio es:

Comparamos el valor experimental con el valor teórico (consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/Resistividad> ), y así calculamos la discrepancia:

El valor obtenido de discrepancia es muy bajo, por lo que podemos afirmar que el experimento nos ha servido para obtener la resistividad del cilindro de aluminio.