-15-

MEDIDA DE RESISTENCIAS CON EL PUENTE DE HILO

OBJETIVO

- Determinación del valor de resistencias óhmicas y de su asociación en serie y en paralelo.

MATERIAL

- Puente de hilo.
- Galvanómetro (Amperímetro)
- Caja de resistencias patrón conteniendo varias de valor conocido.
- Caja de dos resistencias problema.
- Conexiones.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El puente de hilo (o puente de Wheatstone) es un instrumento de gran precisión que puede operar en corriente continua o alterna. Permite la medida tanto de resistencias óhmicas como de sus equivalentes (impedancias en circuitos de corriente alterna en los que existen otros elementos como bobinas o condensadores). Muchos instrumentos llevan un puente de Wheatstone incorporado, como por ejemplo medidores de presión (manómetros) en tecnología de vacío, circuitos resonantes (LCR) para detectar fenómenos como la resonancia paramagnética, etc.

Para determinar el valor de una resistencia eléctrica bastaría con colocar entre sus extremos una diferencia de potencial (V) y medir la intensidad que pasa por ella (I), pues de acuerdo con la ley de Ohm, R=V/I. Sin embargo, a menudo la resistencia de un conductor no se mantiene constante (variando, por ejemplo, con la temperatura como se observa en la Práctica 17) y su medida precisa no es tan fácil. Otra forma de determinar el valor de una resistencia es utilizar el puente de Wheatstone. Evidentemente, la sensibilidad del puente de Wheatstone depende de los elementos que lo componen, pero es fácil que permita apreciar valores de resistencias con décimas de ohmio.

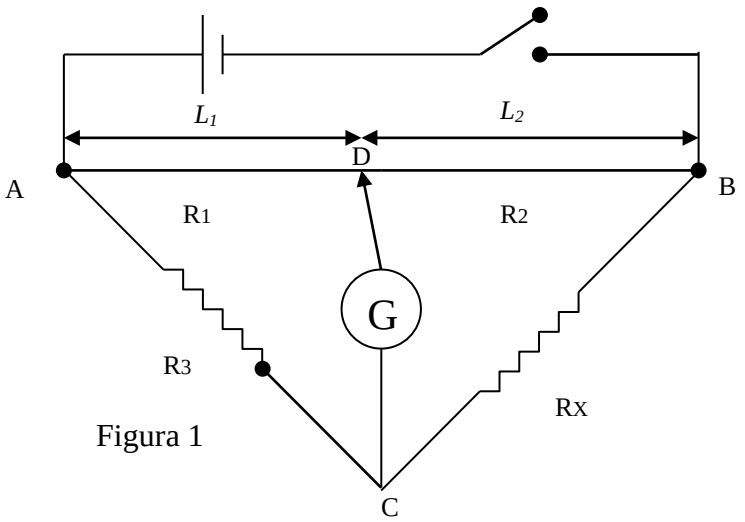


Figura 1

En la Figura 1 se esquematiza el circuito correspondiente: el puente (de corriente continua) consta de un hilo conductor de longitud total L (= 1 m) sobre el que se desliza un terminal que permite efectuar la conexión eléctrica en un punto conveniente del mismo (punto D). De manera general, si la resistividad del hilo es ρ y su sección (supuesta uniforme) es S, la resistencia de una porción del hilo de longitud d será:

$$R=\rho d/S \qquad (1)$$

Como se observa en la Figura 1, el contacto del terminal en el punto D divide al hilo conductor en dos tramos de resistencias R_1 y R_2 que, según la expresión (1), valen $R_1=\rho L_1/S$ y $R_2=\rho L_2/S$. Por lo tanto:

$$R_1/R_2 = L_1/L_2 \qquad (2)$$

R_3 es una resistencia conocida o *resistencia patrón* y R_x es la resistencia problema.

PRECAUCIÓN

El equipo de la práctica incluye un cable en uno de cuyos extremos hay un enchufe cuyas patillas han sido cortocircuitadas. Se utiliza para conectar las dos resistencias problema en paralelo. ¡**NO INSERTEN NUNCA ESTE ENCHUFE EN UNA TOMA DE CORRIENTE!** Provocaría un cortocircuito.

TRABAJO PREVIO

1. Encuentre la expresión que permite calcular el valor de la resistencia problema R_x en función de R_3, L_1 y L cuando no circula corriente entre C y D. Tenga en cuenta la expresión 2 y que cuando no circula corriente entre los puntos C y D $V_{AC}=V_{AD}$ y $V_{CB}=V_{DB}$.
2. Encuentre la expresión que permite calcular la incertidumbre de la resistencia problema teniendo en cuenta que R_x es una medida indirecta que depende de R_3, L_1 y L. Asuma que la incertidumbre de L es despreciable.
3. ¿Cómo cambiaría la expresión si midiéramos tanto L_1 como L_2? ¿La incertidumbre de R_x sería mayor o menor ?¿ Por qué?

MODO DE OPERAR

1. Móntese el circuito de la Figura 1 con una resistencia problema R'_x y una de las resistencias patrón. Antes de conectar el circuito consúltese al tutor o al técnico del laboratorio. Se cierra entonces el interruptor por medio de un pulsador situado junto al puente de hilo. Colóquese el cursor al que está sujeto el terminal en contacto con el hilo y búsquese la posición en la que por el galvanómetro **G** no pasa corriente; este es el momento en el que el puente está en equilibrio y la ecuación calculada en el apartado 1 del TRABAJO PREVIO es válida. Mida las longitudes L_1 y calcule las L_2 como (1000 mm –L1).

2. Repítase el procedimiento para el resto de las resistencias patrón.

3. Procédase de la misma forma para la segunda resistencia R''_x.

4. Realícese la conexión en serie de R'_x y R''_x utilizando de forma adecuada los bornes libres de la caja y hállese el valor de la resistencia equivalente montándola en el puente de hilo. Ídem con la conexión en paralelo.

NOTA: Para cada valor de la resistencia problema se dispondrá de tantos resultados como resistencias patrón disponibles. Se deben combinar todos ellos para obtener un valor más preciso.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. Compare los valores de las resistencias patrón que aparecen en sus cajas con los que se deducen del código de colores (véase la tabla al final de la práctica). ¿Están dentro de los márgenes de tolerancia? Conviene señalar que este margen de tolerancia no es la incertidumbre en la resistencia patrón.

2. Determine los valores de las resistencias problema R'_x y R''_x con su incertidumbre (téngase en cuenta que son medidas indirectas puesto que se miden a través de las magnitudes R_3 y l, siendo las incertidumbres de éstas las que contribuyen a la incertidumbre final).

3. Utilice la media ponderada para combinar las medidas correspondientes a una misma resistencia problema. Determine la incertidumbre asociada a cada una de dichas medias.

4. Repita los apartados 2 y 3 con las combinaciones en serie y en paralelo.

5. Escriba la expresión teórica para la resistencia equivalente a dos resistencias conectadas en serie y en paralelo. Sustituir en estas expresiones los valores hallados en el apartado 2 y calcular de esta forma las resistencias equivalentes con su incertidumbre.

6. Comparar los resultados de los apartados (3) y (4).

CÓDIGO DE COLORES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RESISTENCIAS

Las resistencias llevan dibujadas unas franjas o anillos de distintos colores que nos permiten identificar su valor en ohmios y la tolerancia (desviación máxima en % que puede tener el valor real de la resistencia respecto al que se deduce del código). Ej.: una resistencia con la 1ª franja amarilla, la 2ª verde, la 3ª roja y la 4ª dorada vale 4500 Ω ± 5%. Valores elevados de resistencias se suelen expresar con múltiplos de Ω. Por ejemplo, 1 kΩ = 10^3 Ω; 1 MΩ = 10^6 Ω.

COLOR	1er ANILLO 1ª Cifra	2º ANILLO 2ª Cifra	3er ANILLO Nº de ceros	4º ANILLO TOLERANCIA
Negro	0	0	ninguno	----------
marrón	1	1	1	----------
Rojo	2	2	2	----------
naranja	3	3	3	----------
amarillo	4	4	4	----------
Verde	5	5	5	----------
Azul	6	6	6	----------
morado	7	7	---------	----------
Gris	8	8	---------	----------
Blanco	9	9	---------	----------
Oro	----------	----------	--------	± 5%
Plata	----------	---------	----------	± 10%