

Práctica – El puente de hilo

Objetivos

- Aprender a montar un circuito eléctrico a partir de un esquema.
- Medir resistencias eléctricas mediante el puente de hilo.
- Comprobar las leyes de asociación de resistencias.

Material

- Puente de hilo (con regla en milímetros)
- Panel de montajes
- Fuente de alimentación con reostato
- Miliamperímetro
- Tres resistencias patrón
- Tres resistencias problema
- Cables de conexión

Fundamentos

El puente de hilo

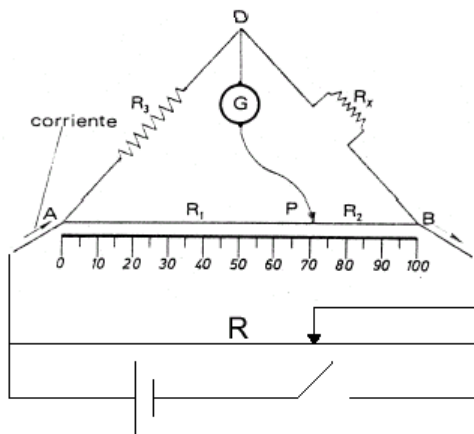


Fig. 1 – El puente de hilo.

Cuando el puente de hilo está en equilibrio, es decir, cuando no pasa corriente por el galvanómetro (el miliamperímetro), se cumple:

(1)

Siendo R_3 la resistencia patrón, R_x la resistencia problema y R_1 y R_2 las resistencias que tienen las dos longitudes complementarias del hilo, $L_1 = AP$ y $L_2 = PB$.

Como la resistencia de un hilo viene dada por su longitud L , su sección S , y la resistividad del material :

(2)

Podemos calcular la resistencia problema en función de la resistencia patrón y de las longitudes del puente equilibrado.

Asociación de resistencias en serie



Fig. 2 – Resistencias en serie.

Como se observa en la figura 2, por todas las resistencias circula la misma intensidad de corriente. Según la ley de Ohm, la resistencia total vendrá dada por la caída de potencial entre a y b :

(3)

Pero teniendo en cuenta que la caída de potencial en cada resistencia es:

(4)

Si igualamos (3) y (4):

(5)

Asociación de resistencias en paralelo

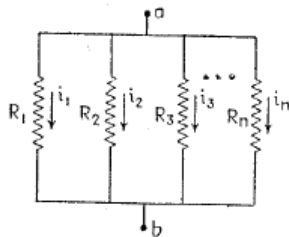


Fig. 3 – Resistencias en paralelo.

En la figura 3 podemos observar que a todas las resistencias se les aplica el mismo voltaje:

Pero como la intensidad total es:

Igualando ambas expresiones tenemos que:

(6)

Realización

Hay que montar el circuito de la figura 1, teniendo en cuenta que en nuestro caso, la fuente de alimentación lleva el reostato que reduce la tensión (y por tanto la intensidad) aplicada al circuito y el interruptor incorporados.

Las flechas representan las partes móviles, situadas en el puente de hilo y el reostato.

Para cada resistencia problema hacemos varias medidas empleando las tres resistencias patrón y distintas

posiciones de reostato.

A continuación hacemos lo mismo con las tres resistencias problema conectadas en serie y en paralelo, para comprobar las leyes de asociación.

También compararemos los resultados obtenidos con los valores que se leen del código de colores.

Medidas realizadas

Disponemos de seis resistencias, numeradas de la uno a la seis, de las que son resistencias patrón $R2$, $R4$ y $R5$ y resistencias problema $R1$, $R3$ y $R6$.

A continuación incluiremos la Tabla I con los valores obtenidos para $L1$ con el puente equilibrado para las resistencias problema y las asociaciones en serie y paralelo de éstas.

Hemos medido cada problema con las tres resistencias patrón, y en tres posiciones del reostato en cada ocasión. Hemos comprobado que haciendo pasar mas o menos corriente mediante el reostato se conseguía que el galvanómetro acusara una mayor o menor diferencia en la corriente que registra para un mismo intervalo de posiciones de P en el hilo; esto está íntimamente relacionado con el error que obtenemos en las medidas, dado el método que a continuación explicamos para su obtención.

Los errores los hemos calculado mediante la dispersión media entre el valor en equilibrio y los valores de la longitud leídos para una corriente de aproximadamente medio miliamperio en una dirección y en otra (a ambos lados del punto de equilibrio).

Tabla I – $L1$ en mm para las resistencias problema y las asociaciones

	R3	R1	R6	Serie	Paralelo
--	-----------	-----------	-----------	--------------	-----------------

Los valores de las resistencias patrón que leemos de su código de colores son:

$$R2 = 470 \pm 5\%$$

$$R4 = 1000 \pm 5\%$$

$$R5 = 670 \pm 5\%$$

Resultados

Hemos calculado la media de los valores de $L1$ y su error de las tres medidas que hicimos con diferentes situaciones del reostato, para cada problema–patrón. Estos valores son los que utilizaremos para los cálculos ya que la posición del reostato nos permite hacer diferentes medidas con diferente precisión pero hace variar (salvo el margen de error) la medida.

Hallamos los valores de $L2$, que es la longitud complementaria de $L1$ hasta un metro, y su error, con la suma cuadrática, considerando que el metro es incierto en un milímetro:

Tabla II – $L1$ y $L2$

	L1	$\delta(L1)$	L2	$\delta(L2)$
--	-----------	--------------------------------	-----------	--------------------------------

	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	550	2	450	2
R3	725	2	275	3
	637	3	363	3
	828,7	1,7	171,3	1,9
R1	914,7	1,8	85	2
	875,0	1,7	125,0	1,9
	680,3	1,8	320	2
R6	823	2	177	2
	755	2	245	2
	399	3	601	3
Serie	590	4	410	4
	489	3	511	3
	893,7	1,3	106,3	1,7
Paralelo	949,3	1,5	50,7	1,8
	924,0	1,5	76,0	1,8

En esta tabla, para cada uno de los problemas, aparecen los valores obtenidos con $R2$, $R4$ y $R5$ por este orden.

A continuación llevamos estas medidas, junto con los valores de las resistencias patrón que conocemos a la ecuación (2):

Y dado que es un cociente y un producto, calculamos el error relativo sumando los respectivos errores relativos de $L1$, $L2$ y $R_{patrón}$, y lo multiplicamos por el valor de la resistencia obtenido para hallar su error absoluto, que presentamos en la siguiente tabla, en la que aparecen los tres resultados de cada problema, según el patrón utilizado y que deben parecerse, como así ocurre:

	R	$\delta(R)$
	δ	δ
	380	20
R3	380	20
	380	20
	97	6
R1	93	7
	96	6
	221	13
R6	215	14
	218	13
	710	40
Serie	700	50
	700	40
	56	4
Paralelo	53	5
	55	4

Finalmente podemos dar como valor de cada resistencia problema, independientemente del patrón utilizado, una media y un error medio, que comparamos a continuación con los valores del código de colores y los resultados teóricos de las asociaciones:

R3

Obtenemos una resistencia de 380 ± 20 , que coincide con el valor leído en el código de colores, $380 \pm 5\%$.

R1

Tenemos una media de $R = 95 \pm 6$, que comparándolo con el código, 100 ± 5 , nos da una diferencia de 5 ± 8 , tomando el error cuadrático. Los valores no difieren significativamente.

R6

El valor experimental es $R = 218 \pm 14$ que entra dentro del margen de error del valor de fábrica, 220 ± 11 .

Serie

El valor teórico de la resistencia de la asociación en serie, tomando los valores de fábrica de las resistencias por un lado y los valores experimentales de cada una de ellas por otro, y llevándolos a la ecuación (3), de la que hallamos el error por la suma cuadrática media de los errores, resulta:

$$R_{serie} = 700 \pm 20 \text{ (de los valores de fábrica)}$$

$$R_{serie} = 693 \pm 20 \text{ (de los valores experimentales)}$$

$$R_{experimental} = 700 \pm 40$$

Como vemos, los valores, son compatibles entre si.

Paralelo

Haremos al igual que antes, pero empleando la expresión (4) para asociaciones en paralelo:

$$R_{paralelo} = 58 \pm 3 \text{ (de los valores de fábrica)}$$

$$R_{paralelo} = 56,3 \pm 3 \text{ (de los valores experimentales)}$$

$$R_{experimental} = 55 \pm 4$$

Y volvemos a comprobar que los valores concuerdan.

Conclusiones

En esta práctica hemos aprendido una forma bastante precisa de hacer medidas eléctricas, basada las resistencias de las longitudes complementarias del hilo conductor, que nos permite medir resistencias y comprobar, por ejemplo, que los valores dados en el código de colores son correctos dentro de la tolerancia que da el fabricante.

En cuanto al cálculo de errores, se observa que aunque el error de la medida de L1 por el método que hemos

utilizado es mayor que el que se podía pensar a simple vista, un milímetro (que sería poco si lo hubiéramos tomado así), los errores de los resultados se mantienen inferiores al 10%.