

## PRÁCTICA 1 (continuación)

### MEDIDA DE RESISTENCIAS. Análisis de errores

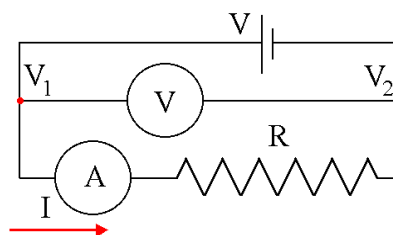
Hemos visto, en la sesión anterior, que para medir resistencias podemos emplear el óhmmetro. Pero para medir resistencias se puede diseñar un dispositivo que permita medir simultáneamente la intensidad que atraviesa la resistencia y la diferencia de potencial aplicada, haciendo uso de un amperímetro y de un voltímetro respectivamente, para, a continuación, aplicar la ley de Ohm. Existen dos posibles disposiciones para colocar los aparatos de medida que se denominan montaje largo y montaje corto.

#### Montaje largo:

En este dispositivo se colocará la resistencia a medir en serie con el amperímetro y el conjunto se conectará a una fuente de tensión. De esta forma el amperímetro mide la intensidad que circula por la resistencia. Con el voltímetro se medirá la diferencia de potencial que aporta la fuente al circuito:

De esta forma se puede conocer el valor de la resistencia sin más que aplicar la ley de Ohm:  $R=V/I$ .

Pero si nos fijamos bien, observaremos que el voltímetro no está midiendo la diferencia de potencial en los extremos de la resistencia, si no en el conjunto resistencia-amperímetro. Podemos salvar esta situación cambiando las conexiones del voltímetro realizando en montaje corto



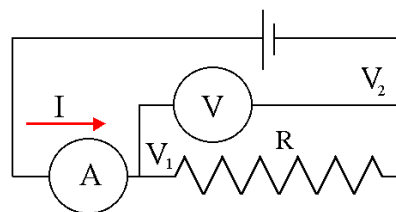
#### Montaje corto:

La figura de la derecha muestra el cambio realizado. Ahora el voltímetro mide la diferencia de potencial en bornes de la resistencia i podemos aplicar la ley de Ohm para conocer su valor.

Pero si nos volvemos a fijar, veremos que ahora el amperímetro mide la intensidad que pasa por la resistencia más la que pasa por el voltímetro.

Vamos a comparar ambos sistemas de medida haciendo uso de los aparatos que se indique en el laboratorio. Aprovecharemos también para medir directamente las resistencias con el óhmmetro.

En el montaje largo utilizaremos como voltímetro un aparato analógico y como amperímetro el aparato digital que nos indique el profesor o profesora. Fijaremos la tensión de la fuente en un valor próximo a 4,5 V. Para lo cual, antes de montar el circuito mediremos con el voltímetro la tensión de la fuente y ajustaremos el valor al entono de los 4,5 V indicados.



**CUESTIÓN 1:** Identifica cada una de las resistencias que aparecen en la tabla con el código de colores y mídela con el óhmmetro. Realiza el montaje largo para medir las resistencias, y completa la tabla:

Rnominal $\Omega$	Medida de resistencias. Montaje largo			Medida de resistencias. Montaje corto			Medida óhmmetro $R$ $(\Omega)$
	V (V)	I (mA)	$R=V/I$ $(\Omega)$	V (V)	I (mA)	$R=V/I$ $(\Omega)$	
6800							
22000							

Nota: escribe las medidas con todos los decimales y no olvides de tomar nota de la marca y modelo del aparato.

Podemos observar que las medidas realizadas difieren en los tres sistemas de medida y del valor dado por el fabricante.

**CUESTIÓN 2:** A partir del *código de colores* calcula la **incertidumbre de fabricación** existente en el valor nominal de las resistencias. A partir de las *hojas de especificaciones de los aparatos* calcula las incertidumbres existentes en las medidas **directas** de tensión, intensidad y resistencia, esta última medida en el óhmmetro. Calcula, asimismo, la incertidumbre de las resistencias debida a la medida **indirecta** realizada en ambos montajes, largo y corto. (En el archivo “*cálculo de incertidumbres*” tienes la información necesaria para el cálculo de las incertidumbres)

Coloca el valor de cada incertidumbre junto al valor medido en la siguiente tabla:

Rnominal		Medida de resistencias Montaje largo						Medida óhmmetro	
R (Ω)	ΔR	V(*)	ΔV	I(*)	ΔI	R=V/I(*)		R(*)	ΔR
6800									
22000									
Rnominal		Medida de resistencias Montaje Corto						Medida óhmmetro	
R (Ω)	ΔR	V(*)	ΔV	I(*)	ΔI	R=V/I(*)		R(*)	ΔR
6800									
22000									

(\*) rellenar con datos de la cuestión 1

**CUESTIÓN 2:** Si consideramos únicamente la resistencia de 6800 Ω. Calcula y escribe con detalle como has calculado cada una de las incertidumbres de las medidas realizadas: Incertidumbre de fabricación, incertidumbre en montaje largo, incertidumbre en medida directa en óhmmetro

**Cálculo de  $\Delta R_{nominal}$**

**En el montaje largo:**

**Cálculo de  $\Delta V$ .** Marca del aparato:

Clase del voltímetro:

Error de lectura:

$\Delta V =$

**Cálculo de  $\Delta I$ .** Marca del aparato:

Precisión del amperímetro:

Error de lectura:

$\Delta I =$

**Cálculo de  $\Delta R$ .**

$\Delta R =$

**Cálculo de  $\Delta R$  con Óhmmetro.**

Precisión del óhmmetro:

Error de lectura:

$\Delta R =$

**CUESTIÓN 3:** A la hora de presentar los resultados experimentales, se debe de ajustar los decimales de acuerdo a las incertidumbres calculadas, de esta forma se da una información más exacta y clara de lo que conocemos. Vuelve a colocar los valores de la tabla anterior, pero ajustados según la norma siguiente:

PASO 1: Cuando en la incertidumbre las dos primeras cifras significativas sean $\geq 25$ dejaremos una única cifra significativa. En caso contrario dejaremos dos cifras significativas. Ejemplos:				PASO 2: La posición de la última cifra del valor medido y de la incertidumbre deben coincidir: Ejemplos			
	$\Delta X$	$\Delta X$ corregido			$X \pm \Delta X$	$\Delta X$ corregido	
	0.03445	0.03			$1.234 \pm 0.03$	$1.23 \pm 0.03$	
	1.5678	1.6			$156.19 \pm 1.6$	$156.2 \pm 1.6$	
	21045.12	21000			$456903 \pm 21000$	$457000 \pm 21000$	
	48.903	50					

Rnominal		Medida de resistencias Montaje largo						Medida óhmmetro	
R ( $\Omega$ )	$\Delta R$	V	$\Delta V$	I	$\Delta I$	$R = V/I$		R(*)	$\Delta R$
6800									
22000									
Rnominal		Medida de resistencias Montaje Corto						Medida óhmmetro	
R ( $\Omega$ )	$\Delta R$	V	$\Delta V$	I	$\Delta I$	$R = V/I$		R(*)	$\Delta R$
6800									
22000									

**CUESTIÓN 4:** Es posible que los resultados obtenidos al medir con el montaje corto difieran bastante de lo esperado. Es más, la diferencia entre el valor obtenido y el nominal sale fuera de los márgenes de incertidumbre calculados. Tal vez esto se deba a que existe la posibilidad de que haya errores de un tipo diferente al accidental y el resultado obtenido es un indicio de ello.

El que no se hayan detectado en el montaje largo no quiere decir que no existan. De hecho, cada vez que introducimos un aparato de medida estamos modificando de alguna manera el valor de la magnitud que deseamos medir. Así, en el montaje largo la diferencia de potencial que estamos midiendo no es la que existe en bornes de la resistencia sino la existente en bornes del conjunto resistencia-amperímetro. Entonces la resistencia que estamos midiendo es la equivalente a ambos dispositivos puestos en serie:  $R + R_A$  (siendo  $R_A$  la resistencia interna del amperímetro). Esto implica la existencia de un error no aleatorio por esta causa. A este tipo de errores les denominamos *errores sistemáticos*. Para eliminarlo (en el caso del montaje largo) bastará con restar la resistencia interna del amperímetro del valor medido con el montaje largo.

Por su parte, en el montaje corto, la diferencia potencial medida por el voltímetro es la "correcta" para su aplicación en la ley de Ohm, pero la intensidad que mide el amperímetro es suma de la que circula por la resistencia y la que circula por el voltímetro. En la práctica, la ley de Ohm aplicada al montaje corto nos da el valor de la resistencia equivalente al situar el paralelo la resistencia que

queremos medir,  $R$ , y la resistencia interna del voltímetro,  $R_v$ . Luego la resistencia que realmente estamos midiendo es:

$$R_m = \frac{R \times R_v}{R + R_v}$$

Y su desviación del valor real dependerá del valor de la resistencia del voltímetro, dado que cuanto mayor sea esta menor será el error sistemático cometido, como se observa fácilmente si calculamos el error sistemático:

$$R - R_m = R - \frac{R \times R_v}{R + R_v} = \frac{R^2}{R + R_v}$$

Pero si medimos la resistencia interna del voltímetro, podremos corregir el error sistemático. Podemos calcular el valor de la resistencia sin error sistemático sin más que despejar  $R$  de la expresión:

$$R_m = \frac{R \times R_v}{R + R_v} \rightarrow R = \frac{R_m \times R_v}{R_v - R_m}$$

De esta forma podemos verificar si las diferencias encontradas en nuestra experiencia se deben a este tipo de error:

Mide con el óhmmetro la resistencia interna del voltímetro:

$R_v =$

Completa la siguiente tabla:

Rnominal		Medida de resistencias		
		Montaje corto		Valor corregido
R ( $\Omega$ )	$\Delta R$ (*) )	R=V/I(*)	$\Delta R$ (*)	R <sub>corregido</sub>
560				
1500				
3300				
6800				
12000				
15000				
22000				

(\*) rellenar con datos de las cuestiones anteriores