



Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería en Computadores

**Laboratorio de Circuitos Eléctrico - CE2201**  
**Bitácora de Laboratorio**

Datos del grupo:

Integrante(s): Ian Yoel Gómez Oses – Mauro Brenes Brenes

Profesor: Ing. Jeferson González Gómez, Dr.-Ing.

Semestre: II – 2025

# Laboratorio 1. Medición de magnitudes eléctricas

## 1. Introducción

En este experimento se utiliza el multímetro como equipo básico de laboratorio, para medir tensiones, corrientes y resistencias en circuitos sencillos. Se aprenderá a usar este instrumento de forma correcta, para medir variables eléctricas sin dañar los equipos. Además, se verificará el funcionamiento de un potenciómetro y el comportamiento de tensiones eléctricas y corrientes en circuitos serie y paralelo.

## 2. Objetivos

1. Conocer e interpretar la simbología de los instrumentos de medición.
2. Utilizar el multímetro como aparato de medición de tensión, corriente y resistencia.
3. Determinar fuentes de error en las mediciones de tensión, corriente y resistencia.

## 3. Cuestionario previo

1. Investigue el código de colores para resistencias de cuatro y cinco bandas.
2. Escriba el valor de una resistencia con bandas amarillo, violeta, naranja, dorado.
3. ¿Cuáles serían las bandas de color de una resistencia de  $3,3\text{ k}\Omega$  con 10 % de tolerancia?
4. Explique cómo se conecta y utiliza un voltímetro, un amperímetro y un ohmímetro.
5. Cuando se mide una señal eléctrica, ¿cuál escala debe seleccionarse primero para no dañar el instrumento? Explique por qué.
6. Investigue cómo se especifica la incertidumbre en instrumentos analógicos y digitales.
7. Explique en qué consiste la Ley de Ohm y dé un ejemplo para un circuito sencillo.
8. Explique cómo calcular la resistencia equivalente de resistencias en serie y en paralelo.
9. Realice los cálculos que sean necesarios para rellenar los valores teóricos de las tablas en el procedimiento. Calcule las tensiones y corrientes que se le solicitan.

## 4. Equipo y materiales

Cantidad	Descripción
1	Fuente de CD
1	Multímetro digital
1	Protoboard
1	Potenciómetro
	Resistencias de distintos valores
	Cables de conexión tipo banana-banana

## Respuestas cuestionario previo

### 1. Investigue el código de colores para resistencias de cuatro y cinco bandas.

Código de color para resistencia de 4 bandas

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 4 BANDAS				
				
COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	$\times 1 \Omega$	
MARRÓN	1	1	$\times 10 \Omega$	+ / - 1%
ROJO	2	2	$\times 100 \Omega$	+ / - 2%
NARANJA	3	3	$\times 1000 \Omega$	
AMARILLO	4	4	$\times 10,000 \Omega$	
VERDE	5	5	$\times 100,000 \Omega$	
AZUL	6	6	$\times 1,000,000 \Omega$	
VIOLETA	7	7	$\times 10,000,000 \Omega$	
GRIS	8	8	$\times 100,000,000 \Omega$	
BLANCO	9	9	$\times 1,000,000,000 \Omega$	
DORADO			$\times 0,1 \Omega$	+ / - 5%
PLATEADO			$\times 0,01 \Omega$	+ / - 10%
			SIN BANDA	+ / - 20%

Código de color para resistencia de 5 bandas

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 5 BANDAS					
					
COLOR	BANDA 1	BANDA 2	BANDA 3	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	$\times 1 \Omega$	
MARRÓN	1	1	1	$\times 10 \Omega$	+ / - 1%
ROJO	2	2	2	$\times 100 \Omega$	+ / - 2%
NARANJA	3	3	3	$\times 1,000 \Omega$	
AMARILLO	4	4	4	$\times 10,000 \Omega$	
VERDE	5	5	5	$\times 100,000 \Omega$	+ / - 0.5 %
AZUL	6	6	6	$\times 1,000,000 \Omega$	+ / - 0.25 %
VIOLETA	7	7	7	$\times 10,000,000 \Omega$	+ / - 0.10 %
GRIS	8	8	8		+ / - 0.05 %
BLANCO	9	9	9		
DORADO				$\times 0.1 \Omega$	
PLATEADO				$\times 0.01 \Omega$	

**2. Escriba el valor de una resistencia con bandas amarillo, violeta, naranja, dorado.**

Amarillo 4 - Violeta 7 - Naranja  $\times 10^3$  - Dorado  $\pm 5\%$ .

Resultado:  $47\text{ k}\Omega \pm 5\%$

**3. ¿Cuáles serían las bandas de color de una resistencia de  $3,3\text{ k}\Omega$  con  $10\%$  de tolerancia?**

$3,3\text{ k}\Omega = 3300\Omega = 33 \times 10^2$ .

Bandas: Naranja – Naranja – Rojo – Plata ( $\pm 10\%$ ).

**4. Explique cómo se conecta y utiliza un voltímetro, un amperímetro y un ohmímetro.**

- **Voltímetro:** en paralelo con el elemento; altísima resistencia interna. Se selecciona primero una escala alta y baja progresivamente para afinar la lectura.
- **Amperímetro:** en serie con el elemento; muy baja resistencia interna (se usa la escala más alta al inicio).
- **Ohmímetro:** sobre el componente sin energía y preferiblemente aislado (al menos una pata desconectada). No se debe medir resistencias en circuitos energizados.

**5. Cuando se mide una señal eléctrica, ¿cuál escala debe seleccionarse primero para no dañar el instrumento? Explique por qué.**

La más alta disponible y luego se reduce hasta obtener buena resolución. Así evitas saturar/dañar la entrada (y en corriente, volar el fusible). En el propio manual, antes de medir tensiones y corrientes, se indica “Seleccione la escala más alta.”

**6. Investigue cómo se especifica la incertidumbre en instrumentos analógicos y digitales.**

La incertidumbre en los instrumentos de medición es la duda sobre la veracidad del valor medido. Se especifica de manera diferente para instrumentos analógicos y digitales.

**Instrumentos analógicos:** La incertidumbre se expresa como un porcentaje del **fondo de escala** (el valor máximo que el instrumento puede medir). Por ejemplo, si un voltímetro analógico tiene un fondo de escala de  $100\text{ V}$  y una precisión del  $1\%$ , la incertidumbre absoluta será de  $1\text{ V}$  ( $1\%$  de  $100\text{ V}$ ), independientemente de la lectura. Esto significa que la incertidumbre es constante en todo el rango de medición. Por lo tanto, el error relativo es mayor para mediciones de bajo valor.

**Instrumentos Digitales:** La incertidumbre se especifica como un porcentaje de la **lectura** más un cierto número de **dígitos** o "cuentas". Por ejemplo, una precisión del  $0.5\% + 2$  dígitos significa que la incertidumbre es el  $0.5\%$  del valor mostrado más un error adicional de 2 en el

último dígito. Esto permite que el error relativo sea más constante en todo el rango de medición, proporcionando una mayor precisión en las lecturas bajas comparado con los instrumentos analógicos.

### 7. Explique en qué consiste la Ley de Ohm y de un ejemplo para un circuito sencillo.

La Ley de Ohm establece la relación entre el voltaje (V), la corriente (I) y la resistencia (R) en un circuito eléctrico. La ley se expresa matemáticamente como:

$$V = I \times R$$

Esto significa que el voltaje a través de un conductor es directamente proporcional a la corriente que fluye a través de él, con la resistencia como constante de proporcionalidad. La ley se aplica a circuitos y componentes que tienen un comportamiento óhmico, es decir, que su resistencia permanece constante sin importar el voltaje o la corriente.

### 8. Explique cómo calcular la resistencia equivalente de resistencias en serie y en paralelo.

El cálculo de la resistencia equivalente es una forma de simplificar un circuito al reemplazar un grupo de resistencias por una sola que tiene el mismo efecto.

- **Resistencias en Serie:** Las resistencias están conectadas una después de la otra, formando un solo camino para la corriente. La resistencia total (equivalente) es la **suma de las resistencias individuales**.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

- **Resistencias en Paralelo:** Las resistencias están conectadas en ramas separadas, proporcionando múltiples caminos para la corriente. El recíproco de la resistencia total (equivalente) es la **suma de los recíprocos de las resistencias individuales**.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Para el caso de dos resistencias en paralelo, la fórmula se simplifica a:

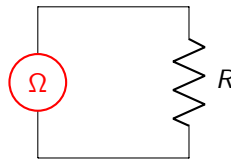
$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

### 9. Realice los cálculos que sean necesarios para rellenar los valores teóricos de las tablas en el procedimiento. Calcule las tensiones y corrientes que se le solicitan.

## 5. Procedimiento

### 5.1. Uso del ohmímetro

1. Coloque el multímetro en el modo de medición de resistencias (ohmímetro).
2. Monte el circuito de medición de la [figura 1.1](#). Mida la resistencia y anótela en la [tabla 1.1](#).



**Figura 1.1:** Circuito de medición de resistencias

**Tabla 1.1:** Valores teóricos y experimentales de diez resistencias del laboratorio

#	Valor teórico [ $\Omega$ ]	Valor medido [ $\Omega$ ]	Incertidumbre [ $\Omega$ ]	Error [%]
1	1K $\Omega$	1,02K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,02%
2	2K $\Omega$	1,96K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,02%
3	3K $\Omega$	2,95K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,016%
4	5,1K $\Omega$	5,0K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,0196%
5	330 $\Omega$	326 $\Omega$	$\pm 1\%$	0,012%
6	6,8K $\Omega$	6,59K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,03%
7	8,2K $\Omega$	8,02K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,022%
8	5,6K $\Omega$	5,58K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,0036%
9	9,1K $\Omega$	8,96K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,015%
10	3,3K $\Omega$	3,22K $\Omega$	$\pm 5\%$	0,024%

3. Repita la medición para diez valores distintos de resistencias, hasta completar la tabla.
4. Calcule el porcentaje de error de las resistencias utilizadas.
5. Explique a qué puede deberse la diferencia entre el valor teórico y el experimental.

### 5.2. Mediciones de un potenciómetro

1. Coloque el multímetro en el modo de medición de resistencias (ohmímetro).
2. Identifique las tres terminales del potenciómetro: las de los extremos son *A* y *B*, y la terminal del centro se denominará terminal *C*. Dibuje el potenciómetro con las terminales en la bitácora.
3. Conecte el ohmímetro entre las terminales *A* y *B*. Mida la resistencia y anótela en la [tabla 1.2](#).
4. Mida la resistencia entre las terminales *A* y *C* para cinco posiciones distintas de la perilla del potenciómetro. Anote las mediciones en la [tabla 1.2](#).

Tabla 1.2: Mediciones de la resistencia en un potenciómetro.

Posición	Valor medido [ $\Omega$ ]	Incertidumbre [ $\Omega$ ]
A – B	11,35 k $\Omega$	$\pm$ 0,01
A – C (posición 1)	1,93 k $\Omega$	$\pm$ 0,01
A – C (posición 2)	3,66 k $\Omega$	$\pm$ 0,01
A – C (posición 3)	5,50 k $\Omega$	$\pm$ 0,01
A – C (posición 4)	8,19 k $\Omega$	$\pm$ 0,01
A – C (posición 5)	10,70 k $\Omega$	$\pm$ 0,01

5.3. Uso del voltímetro

1. Coloque el multímetro en el modo de medición de tensiones eléctricas (voltímetro).
2. Seleccione la escala más alta.
3. Arme el circuito de medición de la figura 1.2.

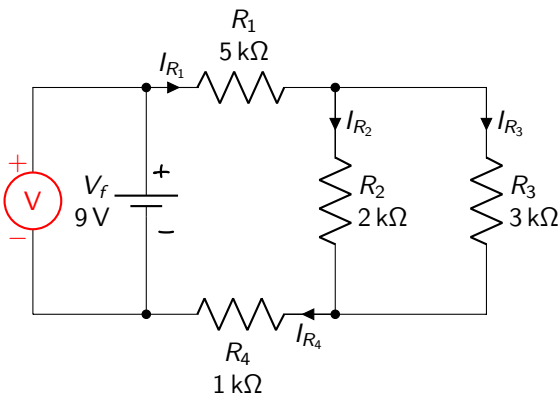


Figura 1.2: Circuito de medición de tensiones eléctricas

4. Compruebe que la perilla de ajuste de tensión eléctrica de la fuente esté en el mínimo, y enciéndala.
5. Ajuste una tensión de 9 V en la fuente de corriente directa.
6. Mida la tensión de la fuente con el voltímetro y anótela en la tabla 1.3.

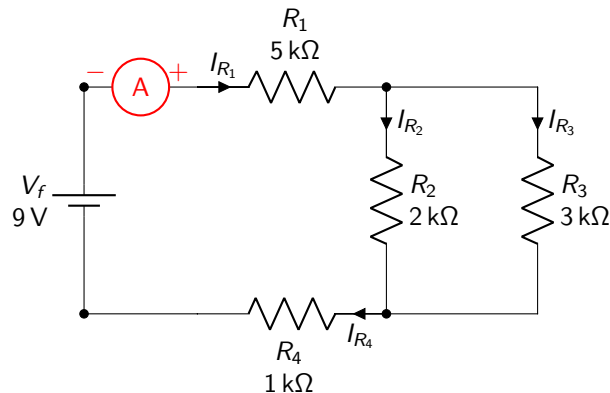
Tabla 1.3: Mediciones de tensión en un circuito serie-paralelo.

Tensión	Valor teórico [V]	Valor medido [V]	Incertidumbre [V]
$V_f$	9V	9V	$\pm$ 0,01
$V_{R_1}$	6,25 V	6,25 V	$\pm$ 0,01
$V_{R_2}$	1,5 V	1,48 V	$\pm$ 0,01
$V_{R_3}$	1,5 V	1,48 V	$\pm$ 0,01
$V_{R_4}$	1,25 V	1,23 V	$\pm$ 0,01

- Desconecte el voltímetro y realice la conexión para medir la tensión eléctrica en la resistencia  $R_1$ .
- Mida la tensión de las demás resistencias. Anótelas en la [tabla 1.3](#).
- Apague la fuente de tensión y gire la perilla hasta el mínimo.

#### 5.4. Uso del amperímetro

- Coloque el multímetro en el modo de medición de corrientes (amperímetro).
- Seleccione la escala más alta.
- Arme el circuito de medición de la [figura 1.3](#).



**Figura 1.3:** Circuito de medición de corrientes eléctricas

- Compruebe que la perilla de ajuste de tensión eléctrica de la fuente esté en el mínimo, y enciéndala.
- Ajuste una tensión de 9 V en la fuente de corriente directa.
- Mida la corriente total que entrega la fuente al circuito. Anótelas en la [tabla 1.4](#).

**Tabla 1.4:** Mediciones de corriente en un circuito serie-paralelo.

Tensión	Valor teórico [V]	Valor medido [V]	Incertidumbre [V]
$I_{R_1}$	0,00125 A	1,25 mA $\rightarrow$ 0,00125 A	$\pm$ 0,01
$I_{R_2}$	0,00075 A	0,74 mA $\rightarrow$ 0,00074 A	$\pm$ 0,01
$I_{R_3}$	0,0005 A	0,49 mA $\rightarrow$ 0,00049 A	$\pm$ 0,01
$I_{R_4}$	0,00125 A	1,25 mA $\rightarrow$ 0,00125 A	$\pm$ 0,01

- Apague la fuente de tensión y gire la perilla hasta el mínimo.
- Haga las modificaciones necesarias para medir la corriente en las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ .
- Mida la corriente que fluye por las resistencias  $R_2$  y  $R_3$  y anótelas en la [tabla 1.4](#).
- Apague la fuente de tensión y gire la perilla hasta el mínimo.
- Desarme los circuitos y devuelva los componentes y equipo a su lugar original.



## 6. Evaluación

1. ¿Se encuentran los valores de resistencias medidos dentro del rango de incertidumbre esperado?
  2. Explique qué pasaría si coloca el voltímetro en serie a la resistencia  $R_1$  en el circuito de la figura 1.2.
  3. Explique qué pasaría si coloca el amperímetro en paralelo a las resistencias  $R_2$  y  $R_3$  en el circuito de la figura 1.3.
  4. Considerando las incertidumbres en los valores de las resistencias utilizadas en el circuito de la figura 1.2, cuáles son los valores máximos y mínimos esperables para la  $V_{R_2}$ .
  5. Considerando las incertidumbres en los valores de las resistencias utilizadas en el circuito de la figura 1.3, cuáles son los valores máximos y mínimos esperables para la  $I_{R_3}$ .
- 
1. En la gran mayoría nuestros datos si coordinan pero en algunos casos se pasa de la incertidumbre esperada, posiblemente a causa de errores en las mediciones.
  2. Como el voltaje lo medimos en paralelo no hay ningún problema, simplemente obtenemos el valor del voltaje de esa resistencia.
  3. Si lo medimos en paralelo podríamos hacer un corto, las corrientes es necesario medirlas en serie.
  4. Como máximo podríamos tener 1.51V y como mínimo 1.49V según nuestra incertidumbre.
  5. Como máximo podríamos tener 0.51mA y como mínimo 0.49mA según nuestra incertidumbre.