

**PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**  
**INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA CORRIENTE DIRECTA (DC)**

**Objetivos**

- Aplicar los conceptos fundamentales del área de las mediciones eléctricas: tipos y métodos de medición, tipos de errores, cálculo de errores porcentuales.
- Interpretar las características de los instrumentos de medición.
- Conectar adecuadamente los diversos instrumentos de medición disponibles en el laboratorio para las mediciones en DC: voltímetros, amperímetros y multímetros tanto analógicos como digitales.
- Aprender a leer en las diversas escalas de los instrumentos de medición.
- Conocer y aplicar los procedimientos de construcción de un amperímetro de dos escalas, un voltímetro de dos escalas y un óhmetro de una escala a partir de un Galvanómetro de D'Arsonval.

**Preparación**

- 1.- Explique la diferencia entre medición directa e indirecta.
- 2.- Describa los siguientes métodos de medición:
  - 2.1.- Por deflexión.
  - 2.2.- Por detección de cero.
  - 2.3.- Comparación.
  - 2.4.- Sustitución.
  - 2.5.- Diferencial.
- 3.- Defina los tipos de errores que se pueden cometer durante el proceso de medición y la forma de evitarlos o corregirlos.
  - 3.1.- Errores grandes.
  - 3.2.- Errores sistemáticos:
    - 3.2.1.- Del instrumento.
    - 3.2.2.- Del método utilizado.
    - 3.2.3.- Por condiciones ambientales.
    - 3.2.4.- De observación.

- 4.- Defina los términos que se aplican en los instrumentos de medición disponibles en el laboratorio:
  - 4.1.- Exactitud.
  - 4.2.- Precisión.
  - 4.3.- Error.
  - 4.4.- Corrección.
  - 4.5.- Resolución.
  - 4.6.- Sensibilidad.
  - 4.7.- Gama.
  - 4.8.- Escala.
  - 4.9.- Linealidad.
  - 4.10.- Respuesta dinámica.
- 5.- Haga un esquema y describa brevemente el principio de operación del Galvanómetro de D'Arsonval.
- 6.- Haga un esquema y describa el principio de construcción (aplicación del divisor de corriente) de los amperímetros analógicos a partir del Galvanómetro de D'Arsonval.
- 7.- Realice los cálculos para determinar las especificaciones de las resistencias necesarias para construir un amperímetro de dos escalas con el Galvanómetro de D'Arsonval cuyas características le indicará su profesor en el Pre-Laboratorio, utilizando la configuración de la Figura 2.1. Debe seleccionar valores comerciales e indicar la capacidad de disipación de las resistencias.
- 8.- Calcule la resistencia interna de su amperímetro en cada una de las dos escalas.
- 9.- Haga un esquema y describa el principio de construcción (aplicación del divisor de voltaje) de los voltímetros analógicos a partir del Galvanómetro de D'Arsonval.
- 10.- Realice los cálculos para determinar las especificaciones de las resistencias necesarias para construir un voltímetro de dos escalas con el Galvanómetro de D'Arsonval cuyas características le indicará su profesor en el Pre-Laboratorio, utilizando la configuración de la Figura 2.2. Debe seleccionar valores comerciales e indicar la capacidad de disipación de las resistencias.
- 11.- Calcule la resistencia interna de su voltímetro en cada una de las dos escalas.
- 12.- Haga un esquema y describa el principio de construcción de los óhmetros analógicos a partir del Galvanómetro de D'Arsonval.
- 13.- Realice los cálculos para determinar el valor de la resistencia y de la batería E necesarias para construir un óhmetro de una escala con el Galvanómetro de D'Arsonval cuyas características le indicará su profesor en el Pre-Laboratorio, utilizando la configuración de la Figura 2.3. Debe seleccionar valores comerciales, e indicar la capacidad de disipación de las resistencias. En el laboratorio se va a trabajar con la Fuente DC para aplicar al circuito el valor de voltaje calculado para la batería.
- 14.- Haga los cálculos para calibrar la escala.
- 15.- Dibuje el circuito y describa brevemente el método de sustitución para determinar la resistencia interna de las escalas de un amperímetro. Especifique cuáles son las precauciones que se deben tomar para no dañar el instrumento durante la medida.

- 16.- Describa brevemente el método para determinar la linealidad de las escalas de un amperímetro. Especifique cuáles son las precauciones que se deben tomar para no dañar el instrumento durante la medida.
- 17.- Indique cómo se utiliza el parámetro  $\Omega/V$  de un voltímetro para determinar la resistencia de cada escala.

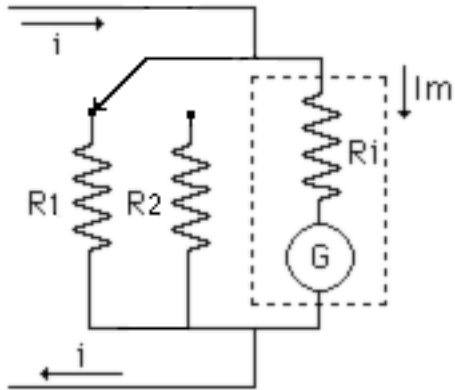


Figura 2.1.- Amperímetro de dos escalas

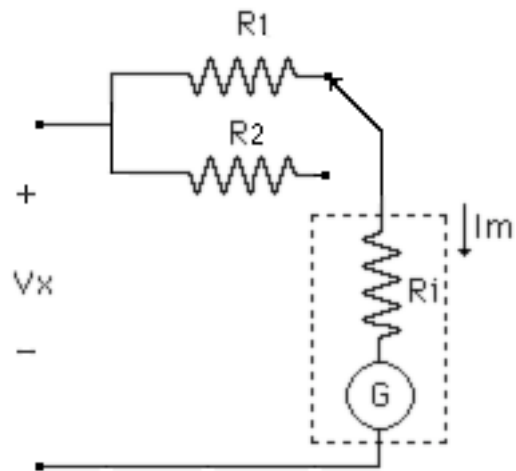


Figura 2.2.- Voltímetro de dos escalas

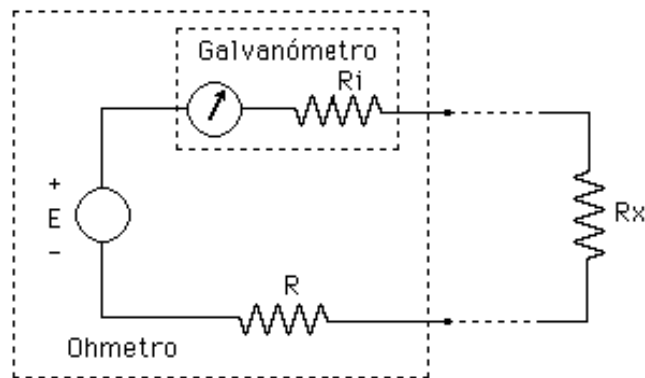


Figura 2.3.- Ohmetro de una escala

Grupo N° \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

**Trabajo de Laboratorio  
Práctica N° 2**

- 1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.
- 2.- Encienda su mesón de trabajo.
- 3.- Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde (equipos de medición, cables, computador, monitor, ratón, cornetas, Variac, portafusibles, fusibles, puntas del osciloscopio, interruptores, tomacorrientes, fuente de poder DC, generador de funciones, etc.), notifíquelo inmediatamente al profesor.
- 4.- Para el amperímetro analógico que tiene a su disposición, determine y registre la gama, identifique las escalas, y determine la resolución y la sensibilidad para cada escala.

<b>AMPERÍMETRO DC</b>		
MARCA		
MODELO		
SERIAL		
N° BIEN NACIONAL		
GAMA		
Escala	Resolución	Sensibilidad

- 5.- Determine la resistencia interna de las escalas del amperímetro con el método de sustitución. Dibuje el circuito que va a utilizar, indicando el valor de todos los componentes. Al hacer las conexiones de los instrumentos, **tenga cuidado con la polaridad del amperímetro al conectarlo al circuito.** Registre los resultados en la tabla. La información sobre las diferentes resistencias internas le será útil para corregir los errores sistemáticos que pueda cometer al realizar otras mediciones.

Circuito:

Escala	Fuente DC	Resistencia $R_p$	Lectura mA	Resistencia década	Valor del fabricante	%Error

6.- Calcule la linealidad del amperímetro en dos de las escalas. Como recordatorio, a continuación se presenta el procedimiento adecuado para realizar esta medición. Debe utilizar un amperímetro digital, que va a considerar como patrón y realizar los siguientes pasos:

- Monte un circuito con los dos amperímetros, la fuente DC y una resistencia de protección. Dibuje el circuito que va a utilizar, indicando los valores de todos los componentes.
- Ajuste el valor de la fuente DC (o de la resistencia de protección si es variable) para que su amperímetro presente una lectura precisa (sobre una de las divisiones marcadas) en la parte baja de la escala.
- Anote esta lectura  $I_1$  y la lectura correspondiente en el amperímetro patrón  $I_{1P}$ .
- Repita las mediciones para otra posición del amperímetro en la parte baja de la escala, separada de la primera un número dado de divisiones  $N_{div}$  (por ejemplo 5), obteniendo  $I_2$  e  $I_{2P}$ .
- Realice las mismas mediciones para dos posiciones de la parte alta de la escala a fin de obtener  $I_3$  e  $I_{3P}$ ,  $I_4$  e  $I_{4P}$ , separadas igualmente el mismo número de divisiones  $N_{div}$ .
- Determine la variación de corriente en la parte baja de la escala, aplicando la ecuación:

$$\Delta_b = (I_{2P} - I_{1P}) / N_{div}.$$

- Determine la variación de corriente en la parte alta de la escala, aplicando la ecuación:

$$\Delta_a = (I_{4P} - I_{3P}) / N_{div}.$$

- Determine la linealidad en términos porcentuales aplicando la relación:

$$Lin = [(\Delta_a - \Delta_b) / \Delta_b] \times 100\%.$$

Cuanto menor sea este número, mejor será la linealidad del instrumento.

Circuito:

Escala	$I_1$	$I_{1P}$	$I_2$	$I_{2P}$	$I_3$	$I_{3P}$	$I_4$	$I_{4P}$	$\Delta_b$	$\Delta_a$	Lin.

7.- Para el voltímetro analógico que tiene a su disposición, determine y registre la gama, identifique las escalas, y determine la resolución, la sensibilidad y la resistencia interna para cada escala, utilizando para esto último la característica  $\Omega/V$  del instrumento.

VOLTÍMETRO DC				
MARCA				
MODELO				
SERIAL				
GAMA				
Nº BIEN NACIONAL				
Escala	Resolución	Sensibilidad	Característica $\Omega/V$	Resistencia interna

8.- Identifique las características y las diferentes mediciones que puede realizar con el multímetro analógico a su disposición.

<b>MULTÍMETRO ANALÓGICO</b>	
MARCA	
MODELO	
SERIAL	
Nº BIEN NACIONAL	
Escalas Voltímetro DC	
Escalas Voltímetro AC	
Escalas Amperímetro DC	
Escalas Amperímetro AC	
Escalas Ohmetro	
Otras mediciones	

9.- Identifique las características y las diferentes mediciones que puede realizar con el multímetro digital a su disposición.

<b>MULTÍMETRO DIGITAL</b>	
MARCA	
MODELO	
SERIAL	
Nº BIEN NACIONAL	
Escalas Voltímetro DC	
Escalas Voltímetro AC	
Escalas Amperímetro DC	
Escalas Amperímetro AC	
Escalas Ohmetro	
Otras mediciones	

10.- Monte el amperímetro de dos escalas calculado por Ud.

11.- Monte un circuito colocando en serie el amperímetro diseñado por Ud. y el amperímetro digital que va a utilizar como patrón, la fuente DC y una resistencia de protección. Dibuje el circuito que va a utilizar, indicando los valores de todos los componentes. Compruebe la exactitud de su instrumento, para lo cual va a determinar el error porcentual entre las medidas realizadas por su instrumento y las lecturas suministradas por el amperímetro patrón.

Circuito:

<b>Escala</b>	<b>I<sub>1</sub></b>	<b>I<sub>1P</sub></b>	<b>%Error</b>	<b>I<sub>2</sub></b>	<b>I<sub>2P</sub></b>	<b>%Error</b>	<b>I<sub>3</sub></b>	<b>I<sub>3P</sub></b>	<b>%Error</b>

12.- Monte el voltímetro de dos escalas calculado por Ud.

13.- Monte un circuito con la fuente DC y dos resistencias y conecte en paralelo con una de las resistencias el voltímetro diseñado por Ud. y el voltímetro digital que va a utilizar como patrón. Dibuje el circuito que va a utilizar, indicando los valores de todos los componentes. Compruebe la exactitud de su instrumento, para lo cual va a determinar el error porcentual entre las medidas realizadas por su instrumento y las lecturas suministradas por el voltímetro patrón.

Circuito:



<b>Escala</b>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>1P</sub></b>	<b>%Error</b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>2P</sub></b>	<b>%Error</b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>3P</sub></b>	<b>%Error</b>

14.- Monte el óhmetro de una escala calculado por Ud., utilizando la fuente DC disponible en el laboratorio como la batería del instrumento.

15.- Realice mediciones de tres resistencias con su instrumento y el óhmetro digital que va a utilizar como patrón, y determine el error porcentual entre ambas medidas.

<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1P</sub></b>	<b>%Error</b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>2P</sub></b>	<b>%Error</b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>3P</sub></b>	<b>%Error</b>

16.- Al finalizar la práctica, muéstrele a su profesor todas las anotaciones de las medidas realizadas.

17.- Ordene el mesón antes de retirarse del aula, incluyendo las sillas.

## Informe

NOTA: Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas y por lo tanto debe incluir la Página de Presentación, el Resumen, el Índice, el Marco Teórico, la Metodología, los Resultados, el Análisis de Resultados, las Conclusiones, la Bibliografía y los Anexos.

I.-En el Marco Teórico, haga un resumen de una página sobre los conceptos fundamentales relacionados con los tipos y métodos de medición y con los tipos de errores que pueden cometerse, así como los procedimientos para evitarlos o corregirlos. En una segunda página, haga una breve descripción del Galvanómetro de D'Arsonval y del principio de construcción de amperímetros, voltímetros y óhmetros analógicos.

II.-En la Metodología, describa muy brevemente los circuitos y los procedimientos de medición utilizados para medir la resistencia interna de las escalas del amperímetro, la linealidad del amperímetro y las características de los instrumentos diseñados por Ud.

III.-En los Resultados, además de colocar los datos registrados en el laboratorio, a partir de los datos obtenidos durante la determinación de la linealidad del amperímetro analógico, calcule el error porcentual de las medidas realizadas por el mismo con respecto a los resultados arrojados por el amperímetro patrón.

IV.-En el Análisis de Resultados:

- a) Escriba sus observaciones sobre las mediciones de las resistencias del amperímetro analógico en sus diferentes escalas.
- b) Escriba sus observaciones sobre la linealidad del amperímetro analógico.
- c) Escriba sus observaciones sobre la exactitud del amperímetro analógico, cuando se toma el amperímetro digital como patrón.
- d) Escriba sus observaciones sobre la precisión del amperímetro analógico y del digital.
- e) Escriba sus observaciones sobre la exactitud del voltímetro analógico, cuando se toma el voltímetro digital como patrón.
- f) Escriba sus observaciones sobre la precisión del voltímetro analógico y del digital.
- g) Escriba sus observaciones sobre la exactitud y precisión de los instrumentos diseñados por Ud.

V.-En las Conclusiones:

- a) Explique la importancia de realizar cuidadosamente las mediciones eléctricas, procurando evitar los errores sistemáticos, particularmente los relacionados con el uso de los instrumentos.
- b) Explique cómo se ve afectada la exactitud de los instrumentos diseñados por Ud. debido a la tolerancia de las resistencias utilizadas para su construcción.

VI.-Recuerde anexar las Preparaciones de los miembros del grupo.

## Bibliografía

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica, 2ª versión o versión electrónica, en la página <http://www.labc.usb.ve/mgimenez/EC2286-08/index.html>. Prof. María Isabel Giménez de Guzmán. USB.