

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Laboratorio de Física III

Práctica No. 5 Multímetro Analógico.

OBJETIVOS.

- a) Que el alumno se familiarice con el principio de funcionamiento del V.O.M. (voltímetro, ohmetro, miliamperímetro).
- b) Que comprenda el efecto de carga del **V.O.M.** en la medición de voltajes en circuitos de **c.c.**
- c) Que comprenda el efecto de carga del **V.O.M.** en la medición de corrientes en circuitos de **c.c.**

INTRODUCCIÓN.

El **V.O.M.** es un dispositivo electrónico- mecánico, con el cual es posible medir:

- a) Resistencias eléctricas.
- b) Diferencias de potencial en circuitos de **c.c.** y **c.a.**
- c) Intensidades de corriente eléctrica en circuitos de **c. c.**

Multímetro analógico.

Un multímetro analógico está construido de la siguiente forma:

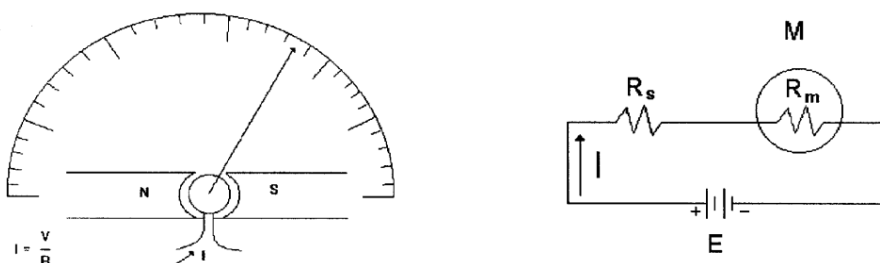


FIGURA 1.

La resistencia total de entrada que presenta un voltmetro al circuito de ensayo es

$$R_t = R_s + R_m \quad \dots (1)$$

Esta resistencia actúa como carga y afectará las mediciones del circuito.

El efecto de carga de un **V.O.M.** depende de su característica ohm por volt del instrumento (que se conoce como resistencia nominal) y del margen de tensión en que se mide.

La característica de ohm por volt, depende de la sensibilidad del mecanismo del instrumento, es decir, la intensidad de corriente que circula por el instrumento para producir la desviación de plena escala de la aguja, dicha dependencia está dada por la siguiente relación.

$$\frac{\Omega}{V} = \frac{1}{I_m} \quad \dots (2)$$

Donde I_m es la corriente necesaria para desviar la aguja a plena escala, así un voltímetro construido con un galvanómetro de medida, que esté proyectado para 50×10^{-6} A, tiene una resistencia nominal de $20,000 \Omega/V$, esto

$$\frac{1}{50 \times 10^{-6} A} = 20,000 \frac{\Omega}{V} \quad \dots (3)$$

El producto de la relación Ω/V por la escala de voltaje seleccionado para medir, nos proporciona la resistencia de entrada del **V.O.M.** en este margen, es decir, la resistencia de entrada en la escala de 10 V. es:

$$20,000 \frac{\Omega}{V} \times 10V = 200,000 \Omega = 200 K\Omega \quad \dots (4)$$

EFFECTO DE CARGA DE UN V.O.M.

En un circuito como el mostrado figura (2) se tiene:

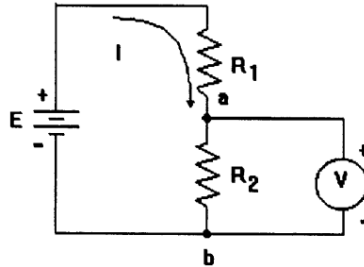


FIGURA 2 .

Por la conservación de energía.

$$E = R_1 I + R_2 I \quad \dots (5)$$

$$E = I (R_1 + R_2) \quad \dots (6)$$

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} \quad \dots (7)$$

La caída de tensión en R_2 es:

$$V_2 = R_2 I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad \text{valor teórico} \quad \dots (8)$$

Cuando se conecta el **V.O.M.** se tiene la resistencia interna de este, en paralelo con la R del circuito, en cuyo caso se puede simplificar el circuito, obteniendo la resistencia equivalente, esto es:

$$R_Y = \frac{R_2 R_{\text{int}}}{R_2 + R_{\text{int}}} \quad \dots (9)$$

Ahora la caída de tensión se obtiene, sustituyendo en la ecuación (4) a R_Y por R_2 esto es:

$$V_x = \frac{\frac{R_2 R_{int}}{R_2 + R_{int}}}{R_1 + \frac{R_2 R_{int}}{R_2 + R_{int}}} E = \frac{R_2 R_{int}}{R_1 R_2 + R_{int} (R_1 + R_2)} E \quad \dots (10)$$

Esta ecuación nos proporciona el valor experimental de la caída de tensión en R_2 .

Teniendo el valor teórico y el experimental de la caída de tensión en R_2 se obtiene el error porcentual como:

$$e_{\%} = \frac{V_t - V_x}{V_t} \times 100 \quad \dots (11)$$

$$e_{\%} = \frac{R_2 R_{int}}{R_1 R_2 + R_{int} (R_1 + R_2)} \times 100 \quad \dots (12)$$

EFFECTO DE CARGA DE UN V.O.M. MIDIENDO EN DOS ESCALAS DIFERENTES.

Sí no se conoce R_1 y R_2 no se puede calcular la tensión sin error (valor teórico), para lo cual se emplea otra técnica.

Es posible calcular la tensión sin error E_{ab} , entre los extremos de R_2 , midiendo la tensión en dos escalas diferentes del mismo **V.O.M.**

Supongamos que la tensión en la escala 1 es V_{x1} y su resistencia de entrada es R_{11} , y la tensión en la escala 2 es V_{x2} y su resistencia de entrada es R_{22} llamando:

$$a = \frac{R_{11}}{R_{22}} \quad \dots (13)$$

La tensión sin error se encuentra con la siguiente expresión:

$$E_{ab} = \frac{(a-1)V_{x1}V_{x2}}{aV_{x2} - V_{x1}} \quad \dots (14)$$

En efecto de (10) se tiene:

$$V_{x1} = \frac{R_2 R_{11}}{R_1 R_2 + R_{11}(R_1 + R_2)} E \quad \dots (15)$$

$$V_{x2} = \frac{R_2 R_{22}}{R_1 R_2 + R_{22}(R_1 + R_2)} E \quad \dots (16)$$

Sustituyendo V_{x1} y V_{x2} en (14) y desarrollando se llega a:

$$V_t = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \text{ Valor teórico} \quad \dots (17)$$

EFFECTO DE CARGA DE UN V.O.M. EN MEDICIONES DE CORRIENTE.

Sí se tiene un circuito como el mostrado en la siguiente figura:

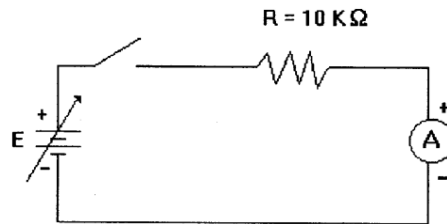


FIGURA 3.

Se tiene:

$$I_t = \frac{E}{R} \quad \dots (18)$$

$$I_m = \frac{E}{R + R_{int}} \quad \dots (19)$$

$$R_{int} = \frac{E}{I_m} - R \quad \dots (20)$$

$$I_e = \frac{R_{int}}{R_T} I_m \quad \dots (21)$$

$$I_{se} = \frac{R_{int} + R_T}{R_T} I_m \quad \dots (22)$$

Donde:

I_t .- corriente teórica
 I_m .- corriente medida
 I_e .- corriente de error
 R_T .- resistencia total

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Parte I

Con el **V.O.M.** medir 10 resistencias de diferentes valores, repetir la medición con el Puente de impedancias y por último con el código de colores, llene una tabla con sus datos y explique resultados.

| | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| R (VOM) | | | | | | | | | | |
| R(Puente) | | | | | | | | | | |
| R (c. c.) | | | | | | | | | | |

TABLA 1.

Parte II

1.- Arme el circuito mostrado en la figura 2 con los valores de las resistencias indicados en la tabla 2.

2.- Aplique al circuito, por medio de la fuente los voltajes indicados en la tabla y con el V.O.M. mida los voltajes entre los puntos a y b, empleando las dos escalas indicadas en la tabla y anote sus datos.

3.- Calcule el voltaje teórico con las dos ecuaciones correspondientes y regístrelos en la tabla.

4.- Obtenga el valor de la resistencia interna para cada escala y registre sus valores en la tabla correspondiente.

5.- Calcule el error porcentual para cada caso y regístrelo

6.- Discuta los resultados obtenidos.

| E Volt | ESC V.O.M. | V _m | V _t (8) | V _t (14) | e% | R ₁ | R ₂ | R interna |
|-----------|---------------|----------------|--------------------|---------------------|----|----------------|----------------|--------------|
| 10 | 10 | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | |
| 50 | 30 | | | | | | | |
| | 100 | | | | | | | |
| 400 | 300 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |
| 10 | 10 | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | |
| 50 | 30 | | | | | | | |
| | 100 | | | | | | | |
| 400 | 300 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |
| 10 | 10 | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | |
| 50 | 30 | | | | | | | |
| | 100 | | | | | | | |
| 400 | 300 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |
| 10 | 10 | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | |
| 50 | 30 | | | | | | | |
| | 100 | | | | | | | |
| 400 | 300 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |

TABLA 2.

Parte III.

1.- Arme el circuito del diagrama de la figura 3, teniendo en cuenta que la resistencia debe ser de $10K\Omega$ con un error de 1% y utilice el **V.O.M.** como amperímetro.

2.- Conecte el amperímetro con la escala que se indica en la tabla 3 y por medio de la fuente de **c.c.** aplique los voltajes indicados al circuito, registre el valor medido de corriente para cada caso.

| E volt | Esc V.O.M: | R ohms | I _m | I _t | R _{int} | I _e |
|-----------|-----------------------|-----------|----------------|----------------|------------------|----------------|
| 0.5 | 50x10 ⁻⁶ A | 10 KΩ | | | | |
| 1.0 | 1x10 ⁻³ A | | | | | |
| 2.0 | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | |

TABLA 3.

- 3.- Calcule el valor de la corriente teórica para cada caso y regístrela.
- 4.- Obtenga la resistencia de entrada del amperímetro en los rangos utilizados.
- 5.- Determine el error porcentual de la corriente para cada caso y explique resultados.

Finalmente exponga sus conclusiones generales de la práctica.

EQUIPO.

- 1) Multímetro analógico.
- 2) Multímetro digital.
- 3) Puente de impedancia.
- 4) Tablero de conexiones con resistencias.
- 5) Fuente regulada (400 V- 1 A)
- 6) Fuente regulada (40 V- 10A.)
- 7) Resistencias de diferentes valores.
- 8) Resistencia de 10 k Ω .

ELABORO: PROF. ENRIQUE SALGADO RUÍZ.