

# Índice

<b>1. Resumen.</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos.</b>	<b>1</b>
<b>3. Metodología.</b>	<b>2</b>
<b>4. Instrumentación.</b>	<b>4</b>
<b>5. Datos y Resultados.</b>	<b>5</b>
<b>6. Conclusiones.</b>	<b>6</b>
<b>7. Bibliografía.</b>	<b>6</b>

## 1. Resumen.

Se trabaja de manera simultánea con procesos teóricos y experimentales, en esta práctica se aprende a manejar correctamente el instrumento de medición Multímetro o V.O.M. (por el momento analógico) con el cual se conecta en los circuitos en serie o paralelo según sea el caso. Se estudia y se da medida a efecto de carga en un multímetro con la medición de corriente, y se encuentra un extraño fenómeno al cambiar de escala en un multímetro.

Palabras clave: multímetro, serie, paralelo, efecto de carga en V.O.M..

## 2. 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.

### 3. Metodología.

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:

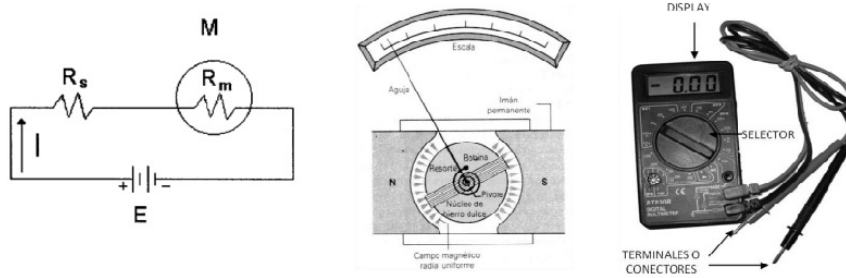


Figura 1.

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

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

Esta resistencia actúa como carga y afectará a 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 esta dada por la siguiente relación.

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

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  $50 \times 10^{-6}$  A. tiene una resistencia nominal de  $20,000 \Omega/V$ , esto

$$\frac{1}{50 \times 10^{-6} A} = 20,000 \Omega/V$$

El producto de la relación  $\Omega/V$  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:

$$(20,000 \Omega/v) \times (10V) = 200,000 \Omega = 200 K\Omega$$

**EFFECTO DE CARGA DE UN V.O.M.** En un circuito como el mostrado figura ( 2 ) se tiene:

Por la conservación de energía.

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

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

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

La caída de tensión en  $R_2$  es:

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

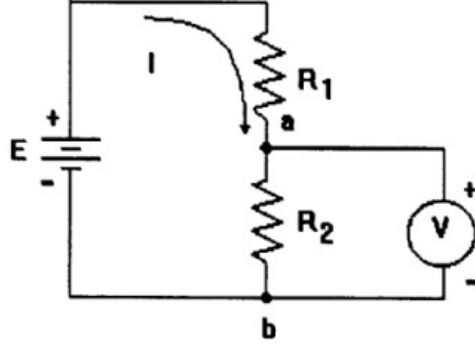


FIGURA 2 .

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:

$$\frac{R_2 R_{int}}{R_2 + R_{int}} = R_Y$$

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

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

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:

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

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

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

Si 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:

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

La tensión sin error se encuentra con la siguiente expresión:

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

En efecto de (10) se tiene:

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

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

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

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

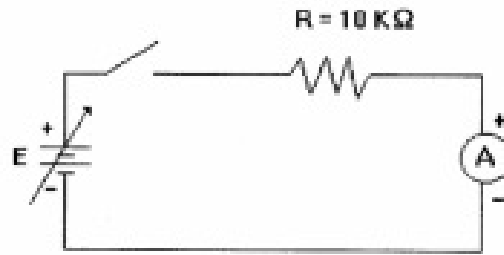


FIGURA 3 .

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

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

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

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

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

$$I_c = \frac{R_{int}}{R_t} I_m \quad (21)$$

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

Donde:  $I_t$  corriente teórica,  $I_m$  corriente medida,  $I_e$  corriente error,  $R_t$  resistencia total.

## 4. Instrumentación.

- 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 kΩ

## 5. Datos y Resultados.

### PARTE 1.

Con el V.O.M. se midieron 10 resistencias de diferentes valores, se repitió la medición con el puente de impedancias y por último con el código de colores, finalmente se llenó la siguiente tabla con sus datos

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R (vom)	102500 ( $\Omega$ )	465 ( $\Omega$ )	2130000 ( $\Omega$ )	2570 ( $\Omega$ )	18180 ( $\Omega$ )	389000 ( $\Omega$ )	9900 ( $\Omega$ )	4750 ( $\Omega$ )	6870 ( $\Omega$ )	6500000 ( $\Omega$ )
R (Puente)	100900 ( $\Omega$ )	467 ( $\Omega$ )	2200000 ( $\Omega$ )	2520 ( $\Omega$ )	18020 ( $\Omega$ )	379000 ( $\Omega$ )	9900 ( $\Omega$ )	4670 ( $\Omega$ )	6780 ( $\Omega$ )	6790000 ( $\Omega$ )
R (c.c)	100000 ( $\Omega$ )	470 ( $\Omega$ )	2200000 ( $\Omega$ )	2200 ( $\Omega$ )	18000 ( $\Omega$ )	330000 ( $\Omega$ )	1000 ( $\Omega$ )	4700 ( $\Omega$ )	6800 ( $\Omega$ )	6800000 ( $\Omega$ )

Figura 1: Tabla 1. Mediciones de 10 resistencias de distintos modos.

## Discusión.

Aquí en esta parte la primer cosa que se presentó fue saber usar el medidor de resistencias en la escala correcta ya que para mí fue difícil sentir medida de las resistencias comerciales. Se observa que al menos la medida estaban en el mismo orden, la llamada tolerancia estaba en el rango indicado por el fabricante, excepto en una que pudo haber sido modificada por el paso del tiempo y se deterioró.

### PARTE 2.

Se armó el circuito mostrado en la Figura 2 con los valores de las resistencias indicados en la siguiente tabla. Posteriormente se aplica al circuito, por medio de la fuente los voltajes indicados en la misma tabla y con el V.O.M. se midió los voltajes entre los puntos a y b, empleando las dos escalas indicadas en la tabla. Se calcula el voltaje teórico con las dos ecuaciones correspondientes y regístrelos en la tabla. Y se obtuvo el valor de la resistencia interna para cada escala y se registran sus valores en la tabla correspondiente. Finalmente se calcula el error porcentual para cada caso, el cual se registró en la siguiente tabla:

E Volt	ESC V.O.M.	Vm	Vt (8)	Vt (14)	e %	R1	R2	R int
10	10	6.7	6.82E+00	7.29E+00	8.04%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
	30	7	6.82E+00	7.29E+00	3.92%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
	30	27	2.77E+01	2.80E+01	3.41%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
50	100	27.5	2.77E+01	2.80E+01	1.62%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
	300	192	8.49E+01	1.90E+02	-1.00%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
	1000	195	8.49E+01	1.90E+02	-2.57%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
400	10	3.3	3.25E+00	3.14E+00	-5.00%	1.20E+06	5.60E+05	1.26E+04
	30	3.5	3.25E+00	3.14E+00	-11.36%	1.20E+06	5.60E+05	1.26E+04
	30	6.50E+00	2.74E+01	1.65E+01	60.55%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
50	100	9.60E+00	2.74E+01	1.65E+01	41.73%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
	300	192	8.49E+01	1.90E+02	-1.00%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
	1000	195	8.49E+01	1.90E+02	-2.57%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
400	10	7.90E-01	6.96E+00	1.56E+01	94.92%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
	30	1.60E+00	6.96E+00	1.56E+01	89.72%	5.60E+05	1.20E+06	1.26E+04
	300	1.52E+02	8.52E+01	1.36E+02	-11.54%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
50	1000	1.85E+02	2.49E+02	1.36E+02	-35.76%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
	300	1.52E+02	8.52E+01	1.36E+02	-11.54%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04
	1000	1.85E+02	2.49E+02	1.36E+02	-35.76%	5.60E+06	2.20E+06	1.26E+04

## Discusión.

En la tabla 2 como podemos observar, el voltaje nos indica el voltaje aplicado, las diferentes escalas utilizadas según el V.O.M. La última columna representa la resistencia interna, esta se toma a partir de la resistencia nominal del V.O.M. que está indicada en el mismo. Hay que notar además que los errores porcentuales son esencialmente de los valores tomados con el V.O.M. y que casi nada tienen que ver con los voltajes que se introdujeron al sistema, por lo que se puede ver que es una trampa por así decirlo de los voltajes indicados. Además los errores demuestran que es impreciso el V.O.M.

### PARTE 3.

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 se utiliza el V.O.M. como amperímetro. Posteriormente se conecta el amperímetro con la escala que se indica en la tabla 3 y por medio de la fuente de c.c. y se aplican los voltajes indicados al circuito.

E Volt	Esc. V.O.M.	R ( $\Omega$ )	Im	It	Rint	Ie	I err%
0.5	50E-06 A	10 K $\Omega$	4.00E-05	5.00E-05	2.50E+03	1.00E-05	36.67%
1.1	1E-03 A		1.00E-04	1.10E-04	1.00E+03	1.00E-05	42.50%
2			1.90E-04	2.00E-04	5.26E+02	1.00E-05	4.92%
3			2.85E-04	3.00E-04	5.26E+02	1.50E-05	52.14%
4			3.80E-04	4.00E-04	5.26E+02	2.00E-05	81.89%
5			4.70E-04	5.00E-04	6.38E+02	3.00E-05	27.90%

### Discusión.

En la parte 3, los resultados son muy satisfactorios de acuerdo a la I teórica que se calculó con la ecuación 18. Los errores porcentuales son bajos con lo cual podemos decir que como amperímetro el V.O.M. se adapta y funciona muy bien.

### 6. Conclusiones.

Se comprendió de manera teórica y práctica como es que se conecta y mide la resistencia, la corriente y el voltaje, además encontramos sus claras ventajas y desventajas de estos, así como su umbral de error el cual se midió. Se vio que aunque son instrumentos de medición confiables tienen cierto error con el cual se compararon distintos métodos de medición. Además se puede observar claramente que las resistencias por el uso perdían sus propiedades eléctricas y se mostró que al medirlos estaba fuera de su rango de tolerancia en Ohms.

### 7. Bibliografía.

- 1.-<https://unicrom.com/multimetro-vom-tester-polimetro/>
- 2.-<https://unicrom.com/codigo-de-colores-de-las-resistencias/>.
- 3.-<https://sites.google.com/site/labenriquesalgadoruiz/home/politecnico-1/fisica-iii> .
- 4.-Resnick/Halliday/Krane. Fundamentos de Física. Volumen 2. Edición 6, extendida. CESA