



### :: OBJETIVOS [4.1]

- Medir los parámetros de un galvanómetro: es decir su resistencia interna, la corriente de plena escala y su sensibilidad.
- Convertir un galvanómetro en un voltímetro que permita realizar mediciones en los rangos de: a) 0,0 V ... 3,0 V, b) 0,0 V...4,0 V, c) 0,0 V...5,0 V y d) 0,0 V...6,0 V, u otro valor sugerido por el profesor conectando una resistencia en serie en cada caso con el galvanómetro (Resistencia multiplicadora:  $R_m$ ).
- Verificar experimentalmente el valor de la resistencia multiplicadora necesaria para convertir el galvanómetro en un medidor de voltaje de un alcance especificado.

### :: PREINFORME [4.2]

- Explicar el fenómeno magnético en la periferia de un conductor rectilíneo circulado por una corriente eléctrica.¿Qué interpretación se le asocia a la ecuación  $\vec{F}_m = e\vec{V} \times \vec{B}$ .
- ¿Qué respuesta tiene una espira alimentada con corriente continua si se encuentra dentro de un campo magnético? (considere la interacción durante un instante).
- ¿Cómo funciona un galvanómetro?
- Discuta la linealidad ó proporcionalidad de la escala de medición en un voltímetro.

### :: EQUIPOS Y MATERIALES [4.3]

- Reóstatos Phywe, valores nominales de 100Ω, 330Ω, 3 300Ω ó 10 000Ω.
- Amperímetro Análogo Pasco o Phywe.
- Galvanómetro Cenco o Pasco.
- Pila comercial de 6V .
- Fuente de Alimentación de voltaje desde: 0 ...20 V DC.
- 10 Conductores.

## :: MARCO TEÓRICO [4.4]

### Parámetros de un Galvanómetro [4.4.1]:.

Un galvanómetro es un dispositivo electromecánico que detecta y mide pequeñas intensidades de corriente en un circuito eléctrico de tal forma que como instrumento transductor puede ser convertido en un amperímetro, voltímetro u óhmetro.

Los parámetros de un galvanómetro permiten identificarlo y distinguirlo de otros galvanómetros.

La sensibilidad de un galvanómetro análogo ó analógico es un parámetro que se define como el cociente entre la corriente de plena escala y el número máximo de divisiones presentes en el dispositivo a usar (30 ó 50). En lo sucesivo se usará la siguiente notación:

$S$  : es la sensibilidad del galvanómetro.

$I_{max} = I_{pe}$  es la corriente máxima o de plena escala.

$N$  : es el número máximo de divisiones del galvanómetro.

Con la anterior notación, la sensibilidad se define como:

$$S = \frac{I_{max}}{N} \quad (4.1)$$

### Construcción de un Voltímetro [4.4.2]:.

Para construir un voltímetro a partir de un galvanómetro es necesario insertar en serie con el galvanómetro una resistencia muy alta  $R_m$  (resistencia multiplicadora).

La resistencia multiplicadora  $R_m$  puede ser calculada una vez conocida la resistencia interna del galvanómetro  $R_g$  y la corriente requerida  $I_{pe}$  para producir la desviación de plena escala del instrumento.

La escala del instrumento construido es lineal, lo cual puede ser verificado mediante el análisis del siguiente circuito:

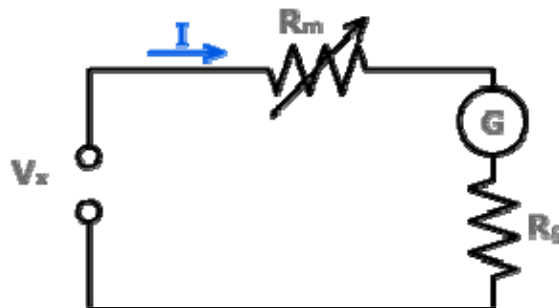


Figura 4.1

En la figura 4.1, los terminales donde esta abierto el circuito se inserta el elemento ( resistencia ó pila.) a través del cual se medirá el voltaje  $V_x$ ,  $R_m$  es la resistencia multiplicadora,  $G$  el galvanómetro y  $R_g$  es la resistencia interna del galvanómetro, allí es claro que:

$$V_x = I (R_m + R_g) \quad (4.2)$$

$$S = \frac{I_{pe}}{N} = \frac{I}{n} \quad (4.3)$$

Donde  $S$  es la sensibilidad del galvanómetro, según se definió en la ecuación (4.1) y además, como  $I_{pe} = I_{max}$ , por tanto

$$V_x = S (R_m + R_g) n \quad (4.4)$$

En la última ecuación ( $V_x$  en función de  $n$ ) como se ilustra en la gráfica siguiente, establece una relación lineal entre estas variables y además se consideran otros valores  $V_{max} = S(R_m+R_g) N$ , (por extrapolación).

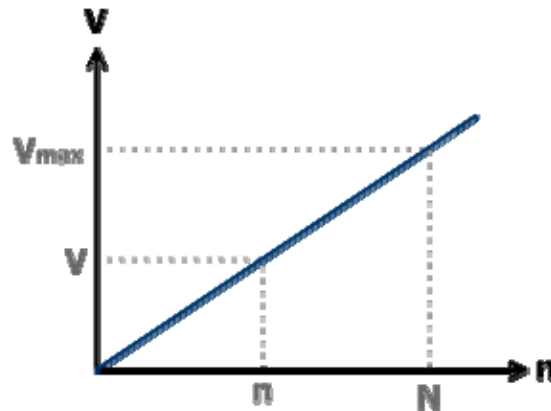


Figura 4.2

Nota:  $V_x$  cubre todo el rango especificado de valores de voltaje que se pueden medir con el voltímetro diseñado en el laboratorio de tal manera que  $0 < V_x \leq V_{max}$

De la anterior gráfica se desprende que

$$V_x = \left( \frac{V_{max}}{N} \right) n \quad (4.5)$$

relación que implica que conocido el voltaje máximo en el rango escogido, el número máximo  $N$  de divisiones del galvanómetro y el número  $n$  de divisiones que

se deflecta la aguja en una medida real, podremos conocer el voltaje registrado ó leído por el voltímetro diseñado.

Nótese una vez más que la relación entre  $V_x$  y  $n$  es **lineal**. Además si en la ecuación  $V_x = I(R_m + R_g)$ , y llega a ser igual a la corriente de plena escala  $I_{pe}$ , obviamente  $V_x = V_{max}$

$$V_{max} = I_{pe} (R_m + R_g) \quad (4.6)$$

De donde

$$R_m = \left( \frac{V_{max}}{I_{pe}} \right) - R_g \quad (4.7)$$

Como puede verse en la ecuación anterior, la resistencia multiplicadora puede calcularse conocidos los parámetros del galvanómetro y el voltaje máximo en el rango especificado.

## :: PROCEDIMIENTO [4.5]

### Medición de los parámetros de un galvanómetro [4.5.1]:.

- Para medir la corriente de plena escala  $I_{pe}$  del galvanómetro instale el circuito de la figura 4.3. En éste circuito  $R$  es uno de los reóstatos disponibles en el laboratorio con valor nominal superior a  $2\ 500\ \Omega$ ,  $G$  es el galvanómetro suministrado para la práctica y  $V$  como fuente de alimentación puede ser empleada, una pila de 6 volt en buen estado ó una fuente de DC (Phywe) inicialmente en 0 volt. **“Verifíquelo”**

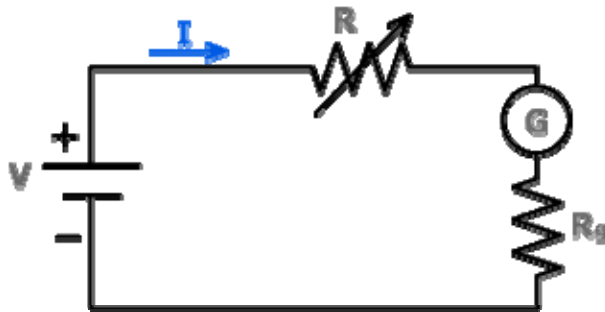


Figura 4.3

- b. Conecte la pila o encienda la fuente (en este último caso) y cuidadosamente mueva el dial hasta que la aguja del galvanómetro se ubique en una posición intermedia de la escala.
- c. Inicie el movimiento del cursor del reóstato desde la posición que indica el máximo valor de resistencia cuidadosamente, hasta aquella en la cual la aguja sobre la escala del galvanómetro llegue a su posición máxima posible (línea 30 ó 50 de acuerdo al galvanómetro que haya escogido).
- d. En el circuito anterior sustituya el galvanómetro por un amperímetro **cuya escala inicial sea la máxima que el aparato permite**. La lectura de la corriente máxima  $I_{pe}$  (plena escala) del galvanómetro, se hará en aquella escala del amperímetro donde la aguja de éste se posicione alrededor de la división central. Ahora determine la sensibilidad de su galvanómetro de acuerdo con lo definido en la ecuación (4.1).
- e. Para medir la resistencia interna del galvanómetro  $R_g$  instale el circuito de la figura 4.4, donde  $R$ ,  $V$ ,  $G$ , y  $R_g$  ya han sido descritos anteriormente y  $R_{sh}$  (Resistencia shunt ó puente) es un reóstato que permite medir indirectamente la resistencia del galvanómetro;  $S_1$  y  $S_2$  que funcionan como interruptores son dos conductores que se interrumpen. Con el interruptor  $S_1$  cerrado y el  $S_2$  abierto lleve la aguja del galvanómetro nuevamente a la posición de plena escala.
- f. Con los interruptores  $S_1$  y  $S_2$  cerrados mueva el cursor de la resistencia shunt hasta que la aguja del galvanómetro tome la posición de media escala (15 ó 25 divisiones) **realice esta medición lo más rigurosamente posible**; en estas condiciones la resistencia del galvanómetro  $R_g$  es igual a la resistencia  $R_{sh}$ .

**NOTA:** Este procedimiento indirecto para medir la resistencia interna del galvanómetro es necesario fundamentalmente porque:

- Los terminales de la resistencia interna del galvanómetro no son necesariamente accesibles.
- Los óhmetros profesionales normalmente entregan corrientes muy superiores a aquellas permitidas por el galvanómetro (mirar capítulo 5, segunda parte).

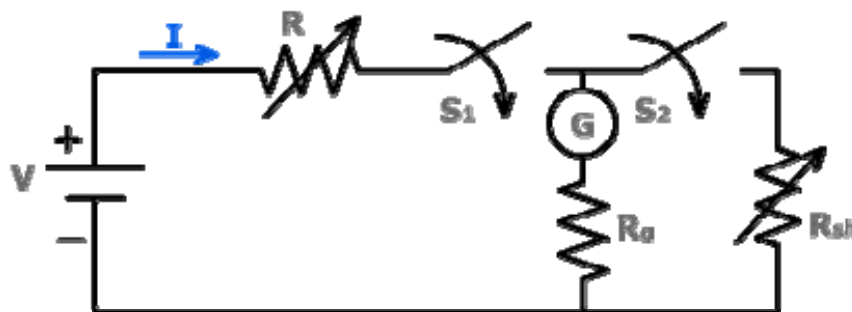


Figura 4.4

- g. Mida la resistencia  $R_{sh}$  con un óhmetro profesional. El valor de  $R_g$  coincide con el de  $R_{sh}$ .

**Diseño y construcción de un voltímetro [4.5.2]:**

- a. Determine analíticamente el valor de la resistencia multiplicadora, para los valores máximos de voltaje descritos en el numeral 4.4.2, mediante la ecuación (4.7).

$$R_m = \left( \frac{V_{\max}}{I_{pe}} \right) - R_g \quad (4.7)$$

- b. Verifique experimentalmente el valor de la resistencia multiplicadora  $R_m$ , calculada en la instrucción anterior para los rangos de valores sugeridos de voltaje  $V_x$ , considerados como voltajes máximos  $V_{\max}$ : 3,0 V; 4,0 V; 5,0 V y 6,0 V, u otro sugerido que usted podría medir con el voltímetro diseñado, mediante el circuito siguiente.

Recuerde que  $R_m$  debe ser un reóstato que, conforme al valor de  $V_{\max}$  produzca la máxima deflexión en el galvanómetro.

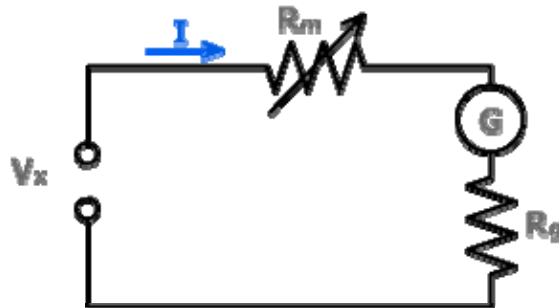


Figura 4.5

- c. Con el montaje del circuito de la figura 4.5 (que es el voltímetro diseñado  $V_d$ ), mida voltajes desde los terminales de la fuente Phywe para varios valores de voltaje dentro de cada rango calculado y además mida y verifíquelo con el voltímetro análogo Leybold, construya una tabla con dichos valores.

## **:: PREGUNTAS Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXPERIMENTAL [4.6]**

- a. Discuta los resultados arrojados en el numeral 4.5.2.c y explique las diferencias y/o similitudes y calcule el error absoluto de las medidas registradas.
- b. ¿Es posible medir con un óhmetro profesional la resistencia interna de un galvanómetro?. Sustente su respuesta.
- c. Explique las consecuencias de conectar un voltímetro equivocadamente en un circuito (Análisis circuital si se conecta en serie con la resistencia) para medir caídas de tensión.
- d. Determine la incidencia de la resistencia interna de un voltímetro en la medida de un voltaje especificado. Si requiere medir la resistencia interna de su voltímetro, utilice un óhmetro profesional.
- e. Para medir la caída de potencial en los terminales de una resistencia ¿es indiferente emplear cualquier escala de un voltímetro? ¿Es confiable ésta medida?
- f. ¿Explique cual sería el valor de la resistencia interna de un voltímetro ideal y argumente su respuesta?.