



Capítulo 5 primera parte Construcción de un amperímetro (2 horas)

Segunda parte Construcción de un óhmetro serie (2 horas)

### :: OBJETIVOS [5.1]

- Convertir un galvanómetro en un medidor de corriente de alcance más alto que el de su propia corriente máxima (**amperímetro**).
- Verificar experimentalmente el valor de la Resistencia shunt  $R_{sh}$  necesaria para convertir el galvanómetro en un medidor de corriente de un alcance especificado.
- Convertir un galvanómetro en un **óhmetro serie** ( medidor de resistencias en un rango especificado), conectando en serie el galvanómetro con una fuente de voltaje y una resistencia.
- Calcular analíticamente el valor de la resistencia serie necesaria para construir un óhmetro con el cual se pueda medir resistencias en un rango específico y además localizar cortocircuitos e identificar componentes “abiertos”.

### :: PREINFORME [5.2]

- Explique cual es la función de la resistencia  $R_i$ , en el circuito de la figura 5.1.
- Deduzca la ecuación 5.2.
- Obtenga la ecuación 5.5.
- ¿Discuta que papel juega una resistencia en un circuito eléctrico.?
- ¿Explique que es un cortocircuito y que es un circuito abierto?
- Consulte en que consiste la resistencia eléctrica del cuerpo humano.

### :: EQUIPOS Y MATERIALES [5.3]

- Un galvanómetro Cenco, Pasco, u otro disponible.
- Reóstatos Phywe, diferentes valores nominales.
- Pila comercial de 6V en buen estado o fuente de alimentación variable Phywe de corriente continua DC.
- Amperímetro análogo Pasco o Phywe.
- Multímetro Fluke.
- 10 conductores.

## :: MARCO TEÓRICO [5.4]

### Capítulo 5 primera parte

#### Construcción de un amperímetro [5.4.1]:

Si en un circuito, como el de la figura 5.1 la corriente que interesa medir es menor que  $I_{\max}$ , no es necesaria la introducción de la resistencia shunt  $R_{sh}$ .

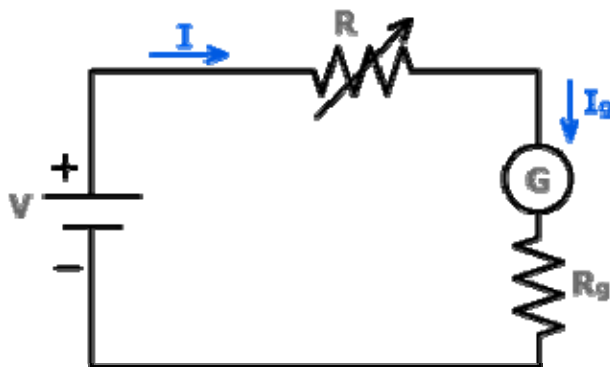


Figura 5.1

Para esta situación la aguja del galvanómetro se deflexará hasta una división  $n \leq N$  y se debe determinar la corriente  $A$  en amperes, correspondiente a la división  $n$  donde se ha posicionando la aguja.

Para ello se examina la curva de la corriente  $I$  del circuito en función de  $n$ , donde la variable dependiente es el número de divisiones  $n$  de la aguja del galvanómetro.

Como se observa el valor de  $I$  cuando  $n = N$ , es  $I = I_{\max}$ , el valor de  $I$  para un número de divisiones  $n$  diferente de  $N$ , se obtiene de la figura 5.2, con  $I_{\max} > I > 0$ .

De la figura 5.2 por semejanza de triángulos se deriva la siguiente expresión:

$$I = \frac{n}{N} I_{\max} \quad (5.1)$$

El resultado anterior se fundamenta en la dependencia de  $I$  linealmente con  $n$ , es decir, **la escala del amperímetro es lineal**.

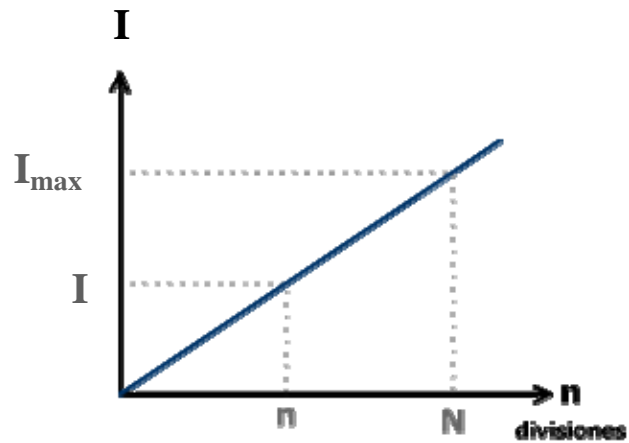


Figura 5.2

0

¿Cómo medir una corriente mayor que  $I_{max}$  ? [5.4.2]:.

Si la corriente de interés o que se desea medir supera el parámetro  $I_{max}$ , es imprescindible la intercalación de una resistencia puente denominada resistencia shunt  $R_{sh}$  como se muestra en la figura 5.3.

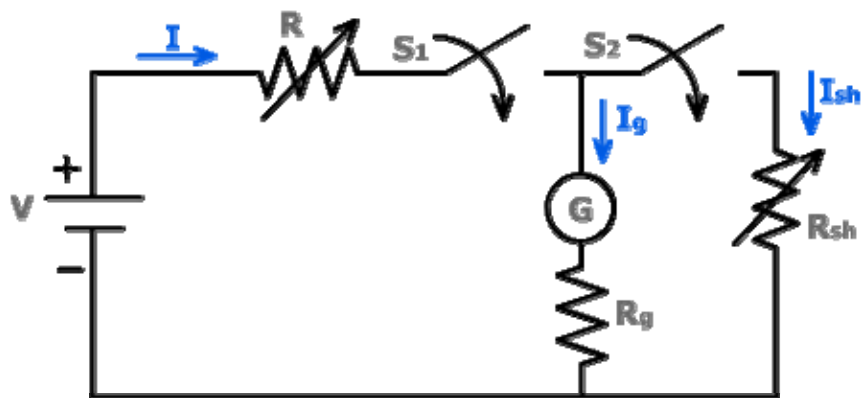


Figura 5.3

Una inspección cuidadosa de la figura 5.3 evidencia que si  $I$  crece y dado que  $I_g$  no puede superar el valor de  $I_{max}$ ,  $I_{sh}$  debe aumentar y por lo tanto  $R_{sh}$  debe disminuir.

Se debe establecer una relación cuantitativa que permita calcular el valor de  $R_{sh}$  para cada  $I$  especificado así:

como  $I = I_g + I_{sh}$  y además  $I_g \times R_g = I_{sh} \times R_{sh}$   
 entonces  $R_{sh} = \frac{R_g I_g}{(I - I_g)}$  (5.2)

¿Cómo medir la magnitud de una resistencia eléctrica  $R_x$ ? [5.4.3]:

En un óhmetro serie el rango de resistencias susceptibles de medición está restringido por el valor de la resistencia serie  $R_l$ , la cual juega el papel de resistencia limitadora de corriente, que se coloca en serie con un instrumento (el galvanómetro) a fin de protegerlo, por lo tanto,  $R_l$  en éste caso, no debe permitir el paso de una corriente mayor que la de plena escala  $I_{pe}$ .

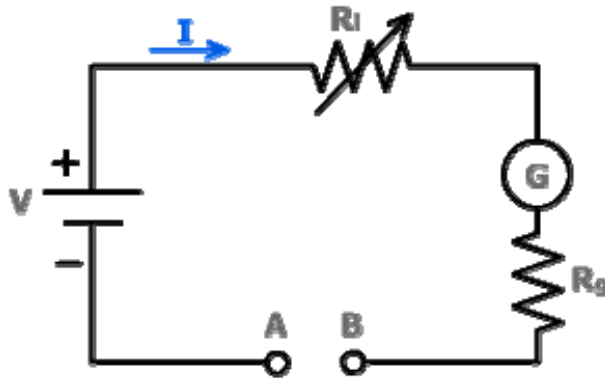


Figura 5.4

El óhmetro serie es un instrumento en cuyo interior se encuentran Conectados en serie los siguientes elementos: una fuente de voltaje  $V$ , una resistencia limitadora  $R_l$  y un galvanómetro  $G$  con su respectiva resistencia  $R_g$  tal como se ilustra en la figura 5.4; **A** y **B** son los terminales del óhmetro serie diseñado en esta práctica experimental. Para medir una resistencia desconocida  $R_x$  conéctela entre los terminales **A** y **B**, según se indica en la figura 5.5, allí  $R_x$  es la resistencia que se va a medir, e  $I$  es la corriente que circula por el circuito.

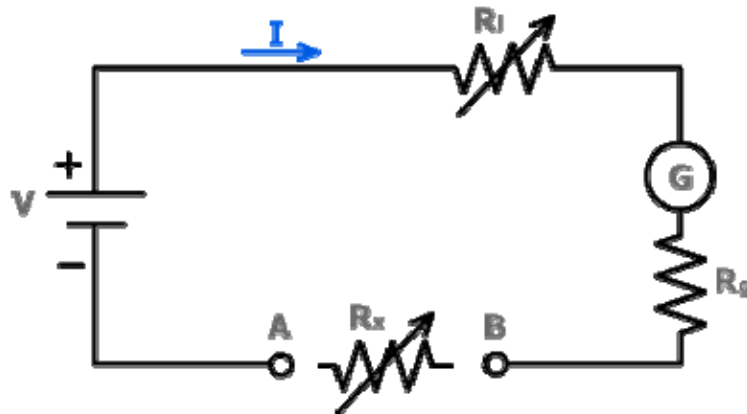


Figura 5.5

Por la ley de Ohm es evidente que:

$$V = ((R_l + R_g) + R_x) \times I, \quad (5.3)$$

Si en la anterior ecuación  $R_x = 0$ , óhmios y con el ajuste de  $R_l$ , de tal manera que la aguja del galvanómetro llegue hasta la posición de plena escala, se tendrán los dos puntos extremos de la escala del óhmetro y como:

$$V = (R_l + R_g) \times I_{pe} \quad (5.4)$$

en lo sucesivo  $R_l + R_g = R_t$

por lo tanto  $V = R_t \times I_{pe}$  y  $R_t \times I_{pe} = (R_l + R_x) \times I$

con  $0 < I < I_{max}$ .

despejando  $R_x$  de la última ecuación y considerando que: la sensibilidad  $S$  del galvanómetro es

$$S = \frac{I}{n} = \frac{I_{pe}}{N},$$

se encuentra finalmente que:  $R_x = R_t \times \left( \frac{N}{n} - 1 \right).$  (5.5)

Al construir la gráfica de  $R_x$  en función de  $n$  ( $n$  es el número de divisiones que se defleca la aguja del galvanómetro cuando es atravesado por una corriente  $I$ ), se encuentra que la gráfica tiene la forma que se observa en la figura 5.6.



**La escala del óhmetro serie es evidentemente no lineal, en consecuencia su escala debe construirse punto a punto.**

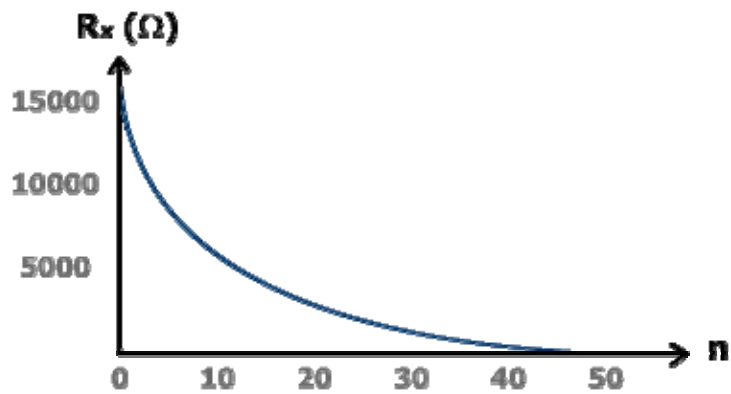


Figura 5.6

## :: PROCEDIMIENTO [5.5]

### Diseño y construcción de un amperímetro [5.5.1]:.

- Instale el circuito para determinar los parámetros del galvanómetro que se le suministra:  $I_{\max}$ ,  $R_g$ ,  $S$  y tenga en cuenta su número máximo de divisiones  $N$ , marca y características.
- Calcular analíticamente el valor que debe tener la resistencia shunt  $R_{sh}$ , empleando la ecuación 5.2, para convertir el galvanómetro  $G$  en un amperímetro con un rango que mida: desde 0,0 hasta 1,0 mA, (no olvide que 1,0 mA es el máximo valor que puede registrar el amperímetro diseñado) cuando circule una corriente por él.

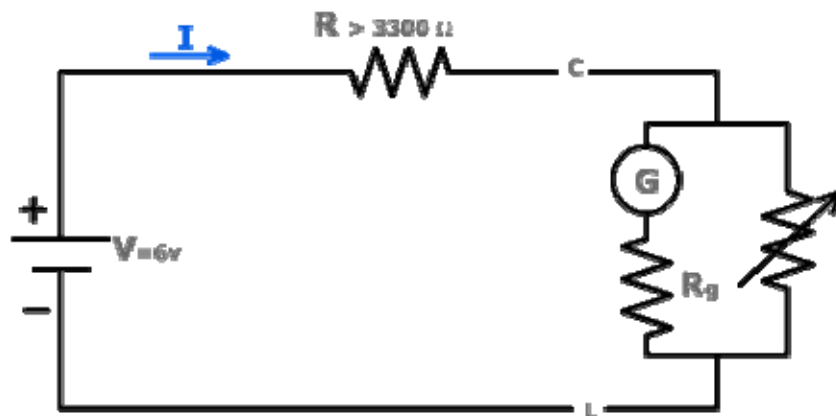


Figura 5.7

- c. Instale el circuito de la figura 5.7 con la resistencia de shunt  $R_{sh}$  calculada en el literal anterior, en paralelo con el galvanómetro y varíe  $R_l$  hasta que la aguja en la escala del galvanómetro se deflecte a su valor máximo. **Cuando esto ocurra la corriente total que circula por el amperímetro diseñado por usted en esta practica debe ser (máximo) de 1,0 miliampere ( $mA$ ).** En la figura 5.7 los puntos **C** y **L** delimitan a la derecha el amperímetro diseñado
- d. Remueva el galvanómetro y la resistencia shunt y mida la corriente total que pasa por el circuito, usando uno de los amperímetros Leybold, compare éste valor con lo con el medido por usted en el numeral anterior.
- e. Repita los numerales 5.5.1.b y 5.5.1.c para nuevos rangos y escalas de medidas, desde: 0,0 hasta 2,0  $mA$  ... desde 0,0 hasta 10,0  $mA$ , u otro rango sugerido por el profesor o permitido por el instrumento.  
**nota: algunos de los galvanómetros de el laboratorio se deben emplear en escalas de 0,0 a 10,0  $mA$ ; de 0,0 a 20,0  $mA$  ... hasta 60,0  $mA$ .**

#### Diseño y construcción de un óhmetro serie [5.5.2]:

- a. Emplee los parámetros del galvanómetro ya encontrado en el numeral 5.5.1.a e instale el circuito de la figura 5.8.

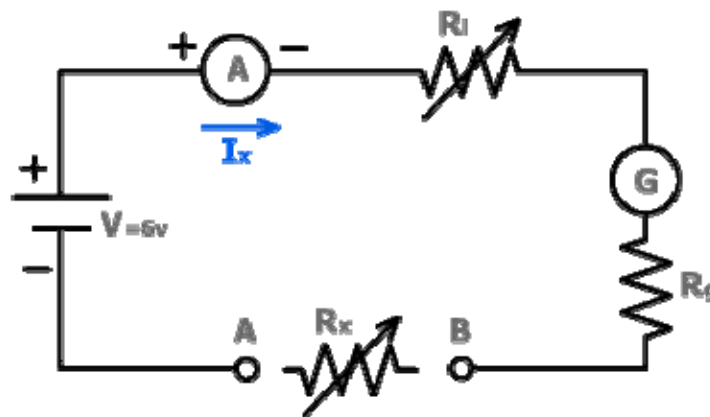


Figura 5.8

Donde:  $V$  es una pila de 6 voltios en buen estado o una fuente de DC variable inicialmente en 0,0 volt,  $G$  es el galvanómetro,  $R_l$  es un reóstato cuyo valor de placa es mayor o igual a 3 300  $\Omega$ ,  $R_x$  es la resistencia que se desea medir y la corriente  $I_x$  es medida con un amperímetro Leybold.

- b. Localice el punto de 0,0  $\Omega$  de la escala del óhmetro serie, para ello una los terminales **A** y **B**, y ajuste  $R_l$  para que la aguja del galvanómetro alcance la posición de plena escala.

- c. Localice el punto de infinito (resistencia infinita) de la escala del óhmetro serie, para ello, separe los terminales **A** y **B**, la aguja del galvanómetro se ubicará en la posición 0,0 de la escala.
- d. Localice el punto de media escala del óhmetro para ello conecte entre los terminales **A** y **B** una resistencia  $R_x$  de valor  $R_l$  con  $R_l = (R_g + R_l)$  y anote el valor de la corriente  $I_x$  que registra el amperímetro Leybold.
- e. Conecte entre los terminales **A** y **B** las resistencias  $R_x$  adecuadas a su galvanómetro para construir la escala del óhmetro diseñado punto a punto. Para ello emplee una resistencia variable de  $10\ 000\ \Omega$  ó de  $3\ 000\ \Omega$  según sea el galvanómetro que se le a suministrado para la práctica y para cada valor de  $R_x$  (mínimo 10 valores) lea en el amperímetro Leybold el valor de  $I_x$  respectivo y además registre el  $n$  correspondiente en la escala del galvanómetro. **Haga una tabla de datos con esta información.**  
Al concluir la práctica desconecte todos los equipos y regréselos al monitor ó al profesor.
- f. Para probar el óhmetro diseñado en esta práctica el profesor le suministrará una resistencia  $R_x$  que solo él conoce y los estudiantes investigadores reportarán el valor arrojado por el instrumento de medida empleando la gráfica de la instrucción anterior y éste valor se debe comparar con el arrojado al emplear la ecuación 5.5.
- g. Con el óhmetro Fluke midan las resistencias de cada uno de los integrantes del Subgrupo de trabajo (resistencia del cuerpo humano) para ello primero tome los extremos del óhmetro con sendas manos y apriete los terminales firmemente y registre el valor arrojado por el instrumento de medida, luego repita la medición después de haber humedecido ligeramente sus manos, escriba esta nueva lectura.

## :: GRÁFICAS, ANÁLISIS Y PREGUNTAS [5.6]

- a. Explique el significado de la expresión 5.1.
- b. ¿Como se instala correctamente un amperímetro en un circuito y cuales son las consecuencias de una conexión errónea?.
- c. ¿Cual es el valor de la resistencia ideal de un amperímetro y explique él porque?.
- d. ¿Que limitaciones prácticas encuentra usted en la construcción de medidores para corrientes de 1,0 ampere o valores mayores?
- e. Determine el error absoluto y el porcentual entre las corrientes medidas con el amperímetro Leybold y las corrientes medidas con el amperímetro diseñado por el subgrupo de trabajo en éste experimento y discualas.
- f. ¿Cuál será el error instrumental del amperímetro diseñado para esta práctica por el subgrupo de trabajo?. Consulte el capitulo 1.



- g. Construya la gráfica de  $R_x$  en función  $n$ , cantidades asociadas a la escala con los valores obtenidos en la instrucción [5.5.2] literal e, analícela y dé su significado.
- h. Haga una gráfica de  $R_x$  contra  $I_x$  y explique su significado.
- i. ¿En que rango de valores de resistencia es confiable la escala del óhmetro serie?
- j. Consulte como podría modificar su óhmetro serie para medir resistencias muy pequeñas.
- k. Consulte como funciona la plancha eléctrica de su casa.
- l. Intente una explicación de la resistencia del cuerpo humano, su posible variación y los riesgos que ello encierra.
- m. Mediante el código de colores explique como se reporta el valor de una resistencia y dé ejemplos.