

## Práctico de Laboratorio 6

### Circuito Puente Equilibrado (Puente de Wheatstone)

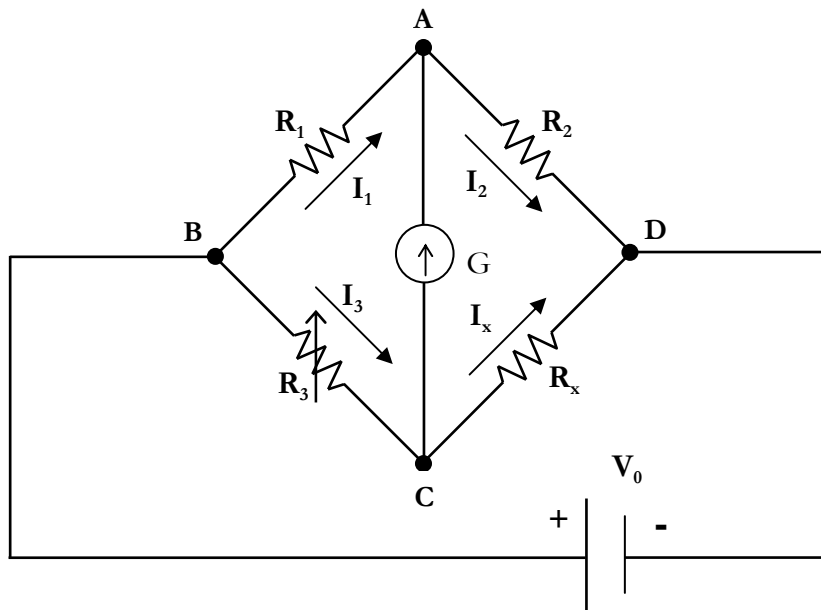
#### Objetivos:

- Estudiar las características de un circuito puente equilibrado.
- Aplicar el principio del puente equilibrado en la medición de resistencias.

#### Información Preliminar

Para medir resistencias con más exactitud que la posible con un óhmetro se puede utilizar un *puente*. El puente que utilizaremos en este Laboratorio se lo conoce como *Puente de Wheatstone* (Fig. 1), dicho puente es un circuito que contiene 2 *resistencias patrón* (resistencias de alta precisión), una *resistencia variable* (*caja de resistencia*), la resistencia desconocida y un *galvanómetro de alta sensibilidad* (amperímetro con cero en el centro) como dispositivo indicador.

Hay otros circuitos puentes, tales como el de hilo y cursor, que también sirven para medir resistencia. Sin embargo en esta práctica sólo trataremos el puente de Wheatstone. No trataremos de construir un puente de gran exactitud y en el experimento pondremos simplemente en evidencia el principio de un puente equilibrado.



**Fig. 1:** Puente de Wheatstone para medir la resistencia desconocida  $R_x$ .

La Fig. 1 es un esquema del puente de Wheatstone. La resistencia desconocida que se desea medir,  $R_x$  se conecta entre los puntos C y D.  $R_1$  y  $R_2$  son resistencias de precisión de valor fijo llamadas *brazos de proporción* y  $R_3$  es una resistencia variable conocida. El galvanómetro (G) nos indica cuando pasa corriente entre A y C. La corriente pasará por G cuando haya una diferencia de potencial entre A y C. Cuando no exista diferencia de potencial entre estos puntos, es decir cuando  $V_{AC} = 0$ , la aguja del galvanómetro marcará cero. **Cuando  $V_{AC} = 0$ , se dice que el puente está equilibrado.** Dependiendo del valor de  $R_3$  el sentido de la corriente puede ser de  $A \rightarrow C$  ó de  $C \rightarrow A$ , es por eso que se precisa un instrumento con cero en el centro de la escala, de manera que la aguja pueda tomar valores "positivos" y "negativos" de corriente.

Las tensiones en el circuito de la Fig. 1 están dadas por las siguientes relaciones:

$$V_{BA} = I_1 R_1 ; V_{AD} = I_2 R_2$$

$$V_{BC} = I_3 R_3 ; V_{CD} = I_x R_x$$

Para que el puente este en equilibrio no debe circular corriente entre A y C, o lo que es lo mismo, la tensión en el punto A debe ser la misma que en B, esto implica que la diferencia de tensión entre A y B debe ser igual a la existente entre B y C. O sea:

$$V_{BA} = V_{BC} \Rightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3 \Rightarrow \left( \frac{I_1}{I_3} = \frac{R_3}{R_1} \right) \quad (1)$$

Análogamente:

$$V_{AD} = V_{CD} \Rightarrow I_2 R_2 = I_x R_x \Rightarrow \left( \frac{I_2}{I_x} = \frac{R_x}{R_2} \right) \quad (2)$$

En el equilibrio no circula corriente a través de G, por lo que:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_2 \\ I_3 &= I_x \end{aligned} \quad (3)$$

Sustituyendo los resultados de las ecuaciones (3) en las ecuaciones (1) y (2), obtenemos:

$$\left( \frac{I_1}{I_x} = \frac{R_3}{R_1} \right) \quad (4)$$

$$\left( \frac{I_1}{I_x} = \frac{R_x}{R_2} \right)$$

Por lo tanto:

$$\left( \frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_1} \right) \quad (5)$$

y Finalmente obtenemos que:

$$\boxed{R_x = \left( \frac{R_2}{R_1} \right) R_3}$$

**Esta última ecuación enuncia que en el equilibrio la resistencia desconocida,  $R_x$  es igual al producto del cociente de los brazos de proporción ( $R_2/R_1$ ) por el brazo de comparación  $R_3$ .**

Se obtiene la máxima exactitud y la máxima sensibilidad cuando  $R_1 = R_2$ , es decir cuando la razón ( $R_1/R_2 = 1$ ). En estas condiciones  $R_x = R_3$ . Si  $R_3$  es un reóstato del tipo de décadas de alta precisión, el valor  $R_x$  se puede leer directamente en la escala calibrada del reóstato.

La condición  $R_2/R_1=1$  limita el alcance de la medición de  $R_x$  al alcance de la variación del reóstato, por lo que si el valor máximo del reóstato es de  $2000\Omega$ , no se podrá medir una resistencia cuyo valor supere los  $2000\Omega$ . Para superar esta limitación hay que variar la relación  $R_2/R_1$ . Por ejemplo si  $R_2/R_1 = 5$  el máximo valor de  $R_x$  que se puede medir será  $5R_3$ . Evidentemente, puesto que cualquier pequeño error de desequilibrio del galvanómetro, que no se puede apreciar a simple vista, vendrá multiplicado por la razón  $R_2/R_1$ , 5 en este caso, el error aumenta. Es común que en electricidad uno se encuentre con estas *relaciones de compromiso*, es decir mejorar una magnitud a costa de empeorar otra, por lo que uno tiene que tratar de encontrar el punto medio más adecuado.

## INFORME 6

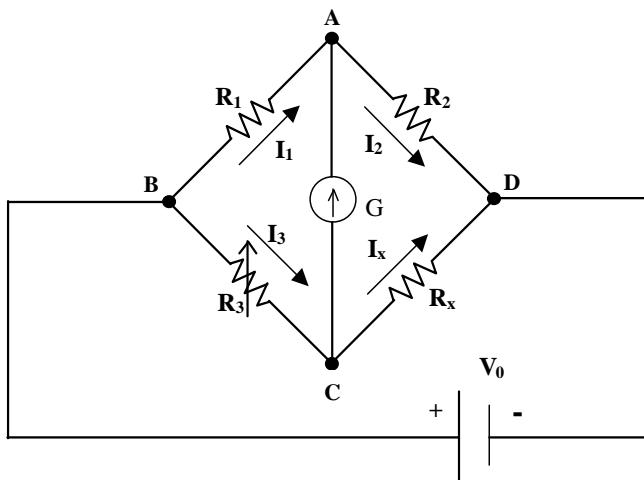
Apellido y Nombre:.....

### Materiales Necesarios:

- Fuente de alimentación, Galvanómetro (Usaremos un Tester digital).
- Resistencias: 2 resistencias de precisión de  $100 \Omega \pm 0.1 \%$ , 1 resistencia variable (Usaremos una caja de resistencia) y 3 resistencias de: 1K, 1.2K y 1.5K $\Omega$ . (Son las resistencias a medir)
- Varios: destornillador, soldador, pinza, plaqueta experimental, etc.

### Procedimiento:

1. Armar el siguiente circuito, S está abierto (Fuente desconectada y ajustada en 3V). La caja debe estar en unos 1000 Ohms.



- G es el tester digital, que debe estar en modalidad de corriente continua, ( $\bar{A}$ ) y el selector en la escala más grande 400 mA.
- Una vez que armó el circuito llame a un Docente para que verifique las conexiones.

2. Cerrar S (Conectar la fuente al circuito). Verificar que caen 3 V entre B y D. El amperímetro marcará una corriente positiva. De lo contrario chequear que la caja marque 1K $\Omega$ .
3. Reducir la resistencia de la caja gradualmente hasta que la lectura del amperímetro de cero (a medida que la corriente disminuye vaya cambiando a escalas del amperímetro más pequeñas). Anotar los valores en la Tabla.
4. Abrir S (Desconectar la alimentación del circuito). Ajustar nuevamente  $R_3$  para resistencia máxima. Reemplazar  $R_x$  por la siguiente y repetir los pasos 4 y 5.

RESISTENCIA NRO. :	1	2	3
Valor Nominal:	1000 $\Omega$	1200 $\Omega$	1500 $\Omega$
Intervalo de Tolerancia:			
Valor Medido (según la caja):			
Diferencia % :			
Valor Medido (Digital) :			
Diferencia % :			

¿Corresponden los resultados de sus mediciones a los valores nominales de las resistencias medidas? De lo contrario explicar el motivo.

### Adicional - Problema de diseño.

Utilizando la misma  $R_3$  como brazo de comparación, proyectar un circuito puente con el que se puedan medir resistencias de hasta 100 K $\Omega$ . Dibujar el esquema correspondiente indicando los valores necesarios de todos los componentes del puente. Tenga presente que sólo dispone de resistencias de precisión de 100  $\Omega$  y que sólo puede usar 1 caja de resistencias.