

## CAPITULO I

### TIPOS Y METODOS DE MEDICION

#### 1.1 TIPOS DE MEDICION.

Hay dos tipos de medición, mediciones directas e indirectas. Vamos a ver en qué consiste cada uno de estos tipos.

##### 1.1.1.- Mediciones directas

Las mediciones directas son aquéllas en las cuales el resultado es obtenido directamente del instrumento que se está utilizando. Por ejemplo, para medir la corriente que circula por un circuito podemos utilizar un amperímetro apropiado.

##### 1.1.2.- Mediciones indirectas

Las mediciones indirectas son aquéllas en que el resultado deseado no lo obtenemos directamente de las lecturas realizadas con los instrumentos utilizados, sino que es necesario emplear los datos obtenidos para hallar la cantidad deseada mediante algunos cálculos. Por ejemplo, el valor de una resistencia lo podemos determinar de la siguiente forma: Con un amperímetro medimos la corriente que circula por ella, y con un voltímetro la caída de voltaje entre sus terminales cuando circula la corriente medida anteriormente. Con estas dos lecturas podemos calcular la resistencia aplicando la ley de Ohm.

#### 1.2 METODOS DE MEDICION

Tanto las medidas directas como las indirectas podemos realizarlas utilizando dos métodos generales: El método de deflexión y el método de detección de cero. Veamos en qué consiste cada uno de ellos.

##### 1.2.1.- Método de deflexión

En el primer método, la deflexión que sucede en la aguja del instrumento da directamente la medida. Por ejemplo: Supongamos que tenemos el circuito mostrado en la Fig. 1, y para medir la corriente que circula por él introducimos un amperímetro, como se indica en la Fig. 2.

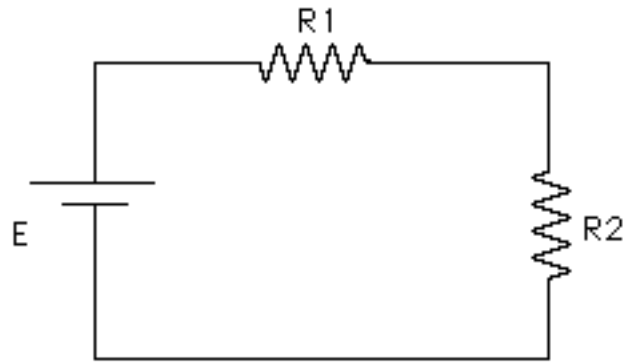


Fig. 1.- Circuito

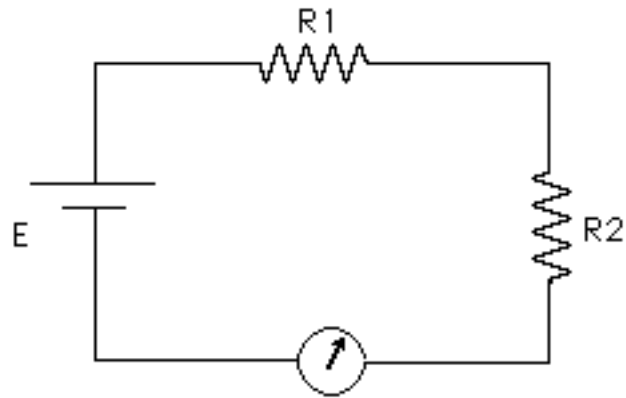


Fig. 2.- Medición de corriente

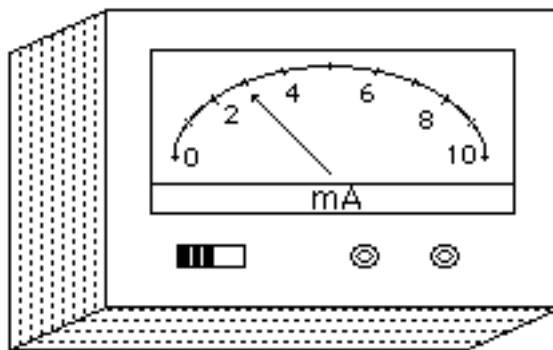


Fig. 3.- Instrumento de medición de corriente

La lectura del instrumento es la mostrada en la Fig. 3. El instrumento ha deflectado tres divisiones de las diez que tiene, y como sabemos que cada una de ellas corresponde a 1 mA, podemos concluir que la corriente que circula por el circuito es de 3 mA.

### 1.2.2.- Método de detección de cero

En el método de cero, la indicación nula o cero del instrumento sensor lleva a determinar la incógnita que se busca a partir de otras condiciones conocidas. Esto lo podemos ver más claro con un ejemplo:

Hay un circuito especial denominado puente de Wheatstone (el cual estudiaremos a fondo en el capítulo N° IX), que tiene la configuración mostrada en la Fig. 4a:

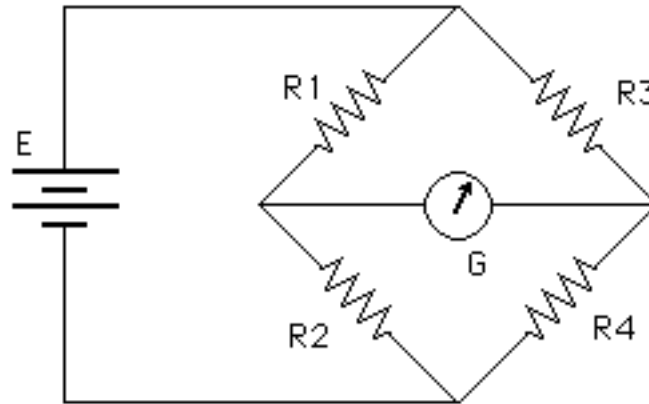


Fig. 4a .- Puente de Wheatstone

Cuando se cumple que  $R1/R2 = R3/R4$  el galvanómetro G indica cero corriente. Basándonos en esta propiedad, podemos medir resistencias utilizando el arreglo de la Fig. 4b. La resistencia incógnita vamos a ponerla en R1. En R2 vamos a poner una resistencia variable, mientras que R3 y R4 van a ser resistencias fijas.

Despejando R1 de la fórmula:

$$R1 = \frac{R3}{R4} R2 \quad (1.1)$$

Como R3 y R4 son constantes

$$R1 = K R2 \quad (1.2)$$

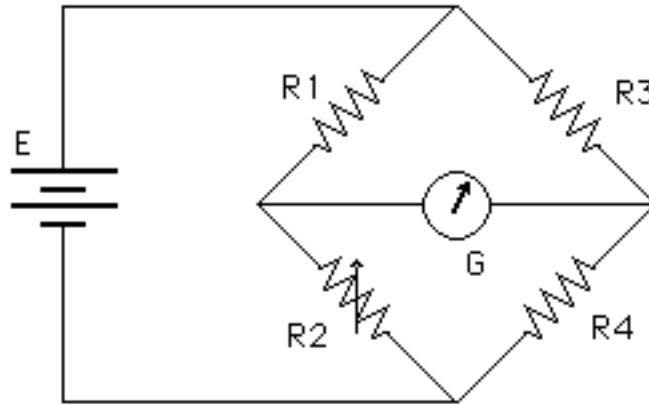


Fig. 4b.- Puentes de Wheatstone para la medición de una resistencia R1

donde K es una constante conocida. Para medir una resistencia incógnita se coloca dicha resistencia en la posición R1 y se varía R2 hasta obtener una lectura de cero en el galvanómetro. En ese momento se cumple la ecuación indicada anteriormente, por lo que el valor de R1 será el de R2 (que lo conocemos) multiplicado por la constante K.

La diferencia fundamental entre el método de deflexión y el de detección de cero es que en el primero es necesario que circule una corriente por el instrumento para que se produzca la deflexión y podamos realizar la medida, por lo que la introducción del instrumento altera el circuito original, mientras que con el método de detección de cero, la cantidad a medir se determina cuando la indicación en el instrumento es nula, es decir, cuando no circula corriente por él, por lo que las condiciones del circuito no se ven alteradas en el momento de realizar la medición.

Debido a lo anterior, los métodos de detección de cero pueden ofrecer mayor exactitud que los de deflexión, pero estos últimos permiten realizar la medición mucho más rápidamente y por lo tanto son de mayor utilidad cuando la exactitud requerida no es muy alta.

Tanto los métodos de deflexión como los de detección de cero, pueden subdividirse de acuerdo al gráfico mostrado en la Figura 5.

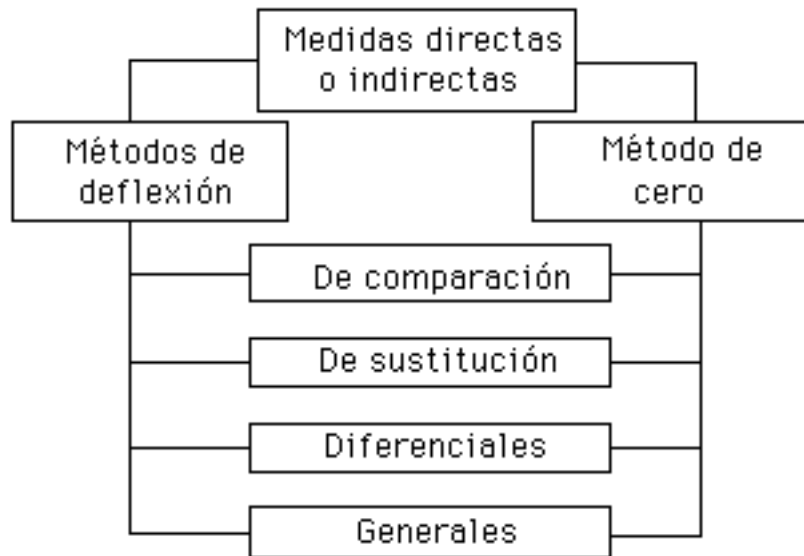


Fig. 5.- Métodos de medida

### 1.2.3.- Método de comparación.

Lo utilizamos cuando tenemos una incógnita, un parámetro conocido similar a la incógnita que se encuentra conectado al circuito simultáneamente con la anterior, y un instrumento de detección, que no tiene que estar calibrado en las mismas unidades que la incógnita. (Fig. 6a).

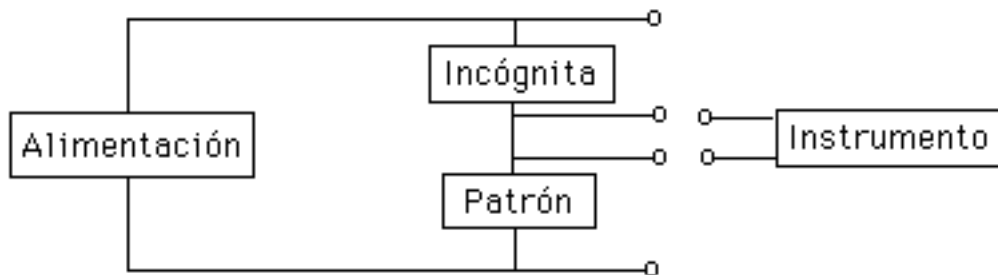


Fig. 6a.- Esquema genérico del método de comparación.

Vamos a aclarar este método mediante un ejemplo. Supongamos que queremos determinar el valor de una resistencia, y disponemos del circuito mostrado en la Fig. 6b:

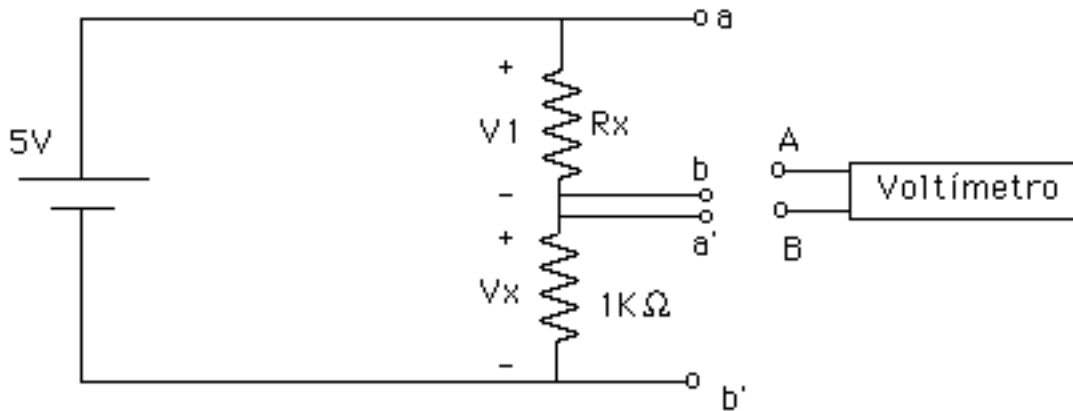


Fig. 6b.- Esquema circuital del método de comparación.

Comparando este circuito con el esquema anterior, vemos que la alimentación es la fuente de 5V, la incógnita es \$R\_x\$, el parámetro similar a la incógnita es la resistencia patrón de \$1K\Omega\$ y el instrumento es un voltímetro, que como podemos observar, está calibrado en unidades diferentes a las de la incógnita. Con el voltímetro vamos a determinar la caída de voltaje entre los extremos de cada una de las resistencias, esto es, \$V\_x\$ y \$V\_1\$. Como ambas resistencias están en serie, la corriente que circula por ellas es la misma, y por lo tanto se cumple:

$$i = \frac{V_x}{R_x} \quad , \quad i = \frac{V_1}{1K} \quad (1.3)$$

$$\frac{V_x}{R_x} = \frac{V_1}{1K} \quad R_x = \frac{V_x}{V_1} 1K \quad (1.4)$$

Vemos que a partir de \$V\_x\$ y \$V\_1\$, podemos hallar el valor de \$R\_x\$. Esta es una medición indirecta, realizada por un método de deflexión y de comparación.

#### 1.2.4. - Método de sustitución.

Es aquél en que la incógnita se reemplaza por el patrón, el cual se ajusta para que produzca el mismo efecto de la incógnita. El instrumento utilizado puede estar calibrado en unidades diferentes a la incógnita. Lo podemos esquematizar en la forma presentada en la Fig. 7a:

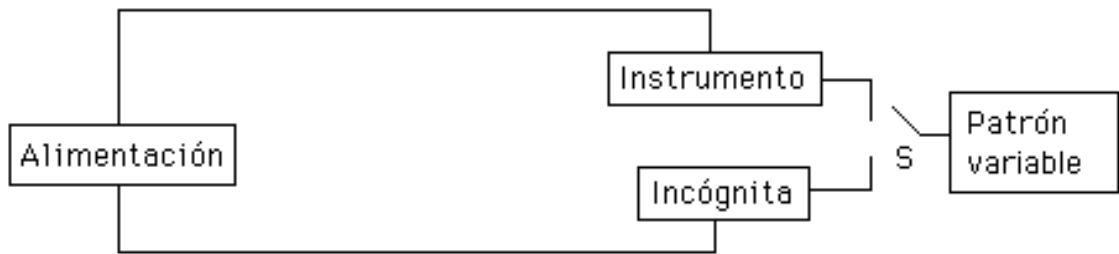


Fig. 7a.- Esquema general del método de sustitución.

Veamos un ejemplo:

Queremos determinar el valor de una resistencia desconocida. Vamos a emplear el circuito mostrado en la Fig. 7b:

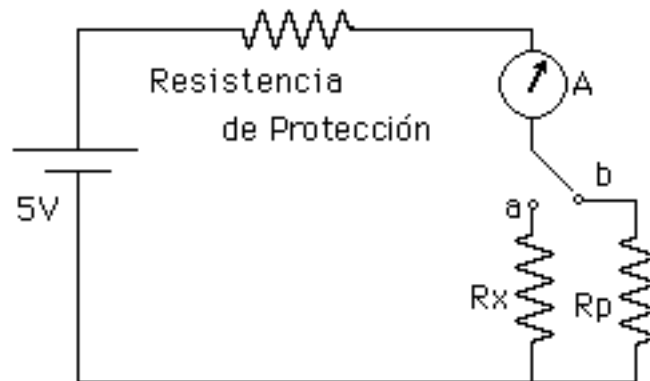


Fig. 7b.- Esquema circuital del método de sustitución.

Comparando este circuito con el esquema anterior vemos que la alimentación es la fuente de 5V, el instrumento es el amperímetro A (que no está calibrado en las mismas unidades que la incógnita), la incógnita es  $R_x$  y el patrón es la resistencia variable  $R_p$ .

En primer lugar conectamos el interruptor en la posición "a", y observamos la deflexión que se produce en el amperímetro. Luego pasamos el interruptor a la posición "b" y ajustamos  $R_p$  hasta obtener la misma deflexión que en el caso anterior. Cuando esto ocurre,  $R_x$  es igual al valor de  $R_p$ . Como podemos observar, ésta es una medición directa (no hay que hacer cálculos), realizada por un método de deflexión y de sustitución.

### 1.2.5.- Método diferencial.

Este método se utiliza cuando se quiere medir la variación de un parámetro con respecto a un valor inicial. En primer lugar este valor inicial se ajusta con respecto a una referencia estable, de forma que el instrumento sensor indique cero. Cualquier variación de la incógnita puede determinarse mediante la indicación del instrumento sensor. Podemos esquematizar este método como se indica en la Fig. 8a:

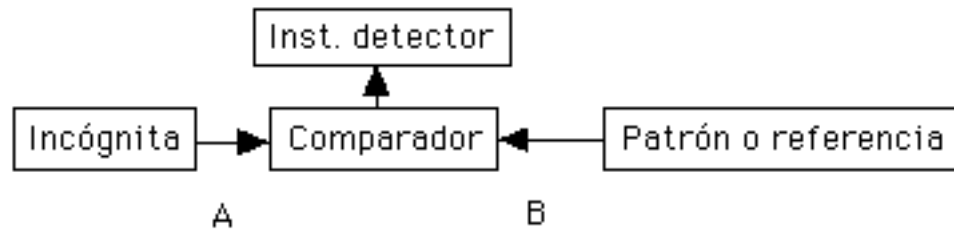


Fig. 8a.- Esquema general del método diferencial.

Veamos un ejemplo:

Anteriormente vimos el funcionamiento del puente de Wheatstone para medir resistencias. Supongamos ahora que la resistencia incógnita tiene unas características muy especiales; su valor varía linealmente con la temperatura. El circuito sería el mostrado en la Fig. 8b:

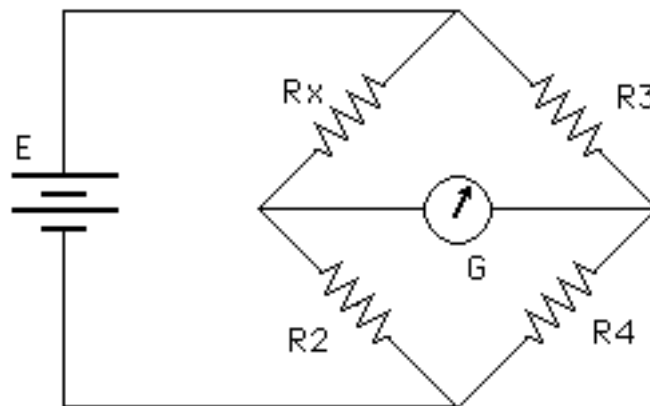


Fig. 8b.- Esquema circuital del método diferencial.



$R_x$  es la resistencia incógnita variable con la temperatura,  $R_2$  es la resistencia patrón y el galvanómetro  $G$  es el instrumento sensor. En primer lugar, para una cierta temperatura del local donde estamos trabajando, ajustamos  $R_2$  hasta conseguir una lectura de cero en el galvanómetro. Si posteriormente la temperatura aumenta, variará el valor de  $R_x$ , por lo que el puente se desbalanceará y la aguja del galvanómetro sufrirá una deflexión que está relacionada con la variación de temperatura que haya ocurrido. La denominación diferencial se debe precisamente a que con este método se miden variaciones, y no cantidades absolutas.

#### 1.2.6.- Métodos generales.

Son aquéllos que no pueden incluirse en cualquiera de los otros grupos. Entre los métodos directos generales de deflexión se encuentran la medición de corriente mediante un amperímetro, la de voltaje con un voltímetro, la de frecuencia con un frecuencímetro, etc. Entre los indirectos generales de deflexión están el del voltímetro y amperímetro para medir resistencias y potencia, el del voltímetro y una resistencia patrón para medir corrientes, etc.