



:: INTRODUCCIÓN [8.1]

Medir es comparar todo objeto o variable mensurable de interés con el respectivo patrón de medida; pero en todo sistema: natural, físico, biológico, industrial, químico ó de cualquier naturaleza el **proceso de medir implica una perturbación de aquello que es medido**; perturbación, en gran medida asociada con el instrumento mismo de medida dada su condición de equipo **real y no abstracto o ideal**.

La medida de variables eléctricas como: caídas o subidas de tensión, fem, intensidad de corriente, resistencias eléctricas, capacitancias, inductancias, frecuencias; para que sean confiables deben ejecutarse con equipos de reconocida trayectoria en el medio, que registren medidas lo más exactas posibles, con métodos y procedimientos adecuados, además por personal capacitado, experimentado e idóneo y en lo posible respetar el criterio de emplear el equipo de medida que MENOR perturbación genere sobre el sistema o variable medida.

:: OBJETIVOS [8.2]

- Estudio y análisis de circuitos que incluyen la conexión simultanea de un amperímetro y de un voltímetro cuando se realizan las mediciones pertinentes en una resistencia.
- Determinar la disposición adecuada de los medidores de corriente y voltaje (amperímetro y voltímetro respectivamente), en la medida de resistencias, mediante el uso simultaneo de los aparatos mencionados.

:: PREINFORME [8.3]

- ¿Explique porque un amperímetro IDEAL, (como instrumento de medida de corriente eléctrica en un circuito) debe tener una resistencia interna de CERO Ω ?
- Discuta ampliamente ¿por qué un voltímetro IDEAL, (como instrumento de medida de diferencia de potencial) debe tener una resistencia interna INFINITA?
- Intente una explicación del por qué los instrumentos de medida análogos que tienen como principio de funcionamiento un galvanómetro de bobina móvil tienen resistencia interna diferente de cero o infinito.

:: MATERIALES [8.4]

- Reóstatos Phywe de 100Ω y $1\,500 \Omega$.
- Multímetro digital Fluke o Hi – Tech.
- Amperímetro análogo Leybold generación anterior (equipos viejos).
- Voltímetro análogo Leybold generación anterior (equipos viejos).
- Fuente de alimentación de corriente directa DC Pasco o Phywe.
- 10 conductores.

:: MARCO TEÓRICO [8.5]

El amperímetro y el voltímetro funcionan cuando a través de ellos pasa una corriente, siendo así elementos que al ser introducidos en un circuito, modifican su “estado” de corriente y el mejor instrumento será, por supuesto, aquel que modifique o interfiera lo menos posible el circuito.

Cuando se mide resistencias hay dos posibilidades en la conexión de los instrumentos, según se muestra en las figuras 8.1 y 8.2, de manera que en dichos circuitos se precisa medir V_x e I_x para calcular $R_x = \frac{V_x}{I_x}$.

Montaje aval [8.5.1]

El primer circuito, llamado montaje AVAL, tiene el “inconveniente” de que la corriente I medida por el amperímetro, es mayor que la corriente I_x que circula por la resistencia R_x .

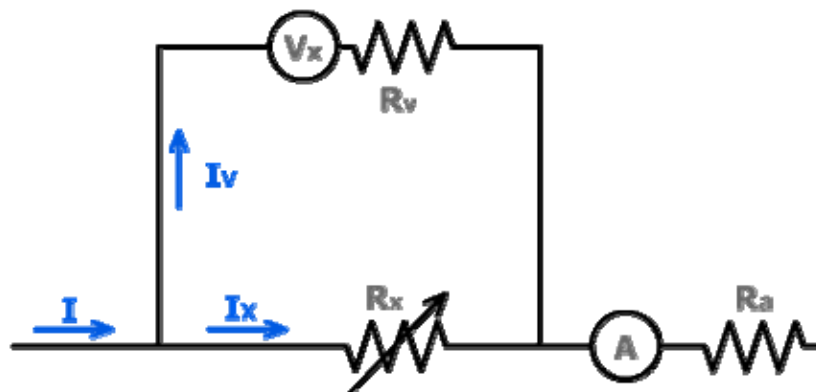


Figura 8.1

La relación existente entre el resultado de la medición y el valor real de R_x se determina a continuación: inicialmente se llamará resistencia aparente R_p al resultado de la medición.

$$R_p = \frac{V_x}{I} \quad (8.1)$$

Entonces

$$R_p = \frac{R_v \times I_v}{I} \quad (8.2)$$

Además es claro que $R_v \times I_v = R_x \times I_x$ e igualmente que $I = I_x + I_v$ (8.3)

De las ecuaciones (8.3) se sigue

$$\frac{R_v}{R_x} + 1 = \frac{I}{I_v} \quad (8.4)$$

Combinando las ecuaciones (8.2) y la (8.4) se obtiene

$$R_p = \frac{R_v}{\frac{I}{I_v}} = \frac{R_v}{\frac{R_v}{R_x} + 1} \quad (8.5)$$

Y

$$R_x = \frac{R_v \times R_p}{R_v - R_p} \quad (8.6)$$

Este importante resultado también puede escribirse de la siguiente forma:

$$R_x = \frac{R_p}{1 - \frac{R_p}{R_v}} \quad (8.7)$$

Lo cual evidencia que para el caso, cuando $R_v \rightarrow \infty$ conduce al resultado $R_x = R_p$ que representa la situación ideal en una medida real.

Montaje Amont [8.5.2]

En el segundo circuito, llamado montaje AMONT, la diferencia de potencial medida V_x es mayor que la que existe realmente entre los extremos de R_x porque se mide además la que existe entre los terminales del amperímetro.

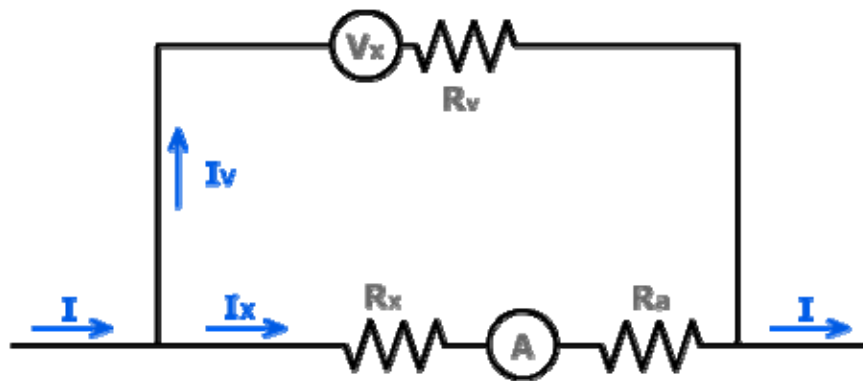


Figura 8.2

Para el montaje AMONT la relación entre el valor real de R_x y el resultado de la medición R_m (resistencia aparente), es la siguiente:

$$R_m = \frac{V_x}{I_x} = \frac{I_v \times R_v}{I_x} \quad (8.8)$$

Nuevamente es claro que $I_v \times R_v = I_x (R_x + R_a)$ y además que

$$\frac{I_v}{I_x} = \frac{R_x + R_a}{R_v} \quad (8.9)$$

Por lo tanto

$$R_m = R_x + R_a \quad (8.10)$$

El valor real de la resistencia R_x está relacionado con el valor de la resistencia aparente a través de la ecuación.

$$R_x = R_m - R_a \quad (8.11)$$

Entonces se tendrá que la resistencia del amperímetro R_a , como instrumento de medida ideal es nula, de tal manera que si $R_a \rightarrow 0 \Rightarrow R_x = R_m$

Resultado ideal cuando un instrumento de medida no interfiere con la corriente registrada.

:: PROCEDIMIENTO [8.6]

Nota: para la realización de esta práctica emplee instrumentos de medida Leybold (equipos viejos) con el amperímetro en la escala de 10 mA y el voltímetro en la escala de 10 volt

Montaje Aval [8.6.1]

- a. Monte el circuito de la figura 8.3; en éste, V es una fuente de voltaje variable, la cual podemos fijar en 2,5 volt de corriente directa, R_l es una resistencia limitadora cuyo valor satisface la siguiente desigualdad.

$$0 \Omega \leq R_l \leq 100 \Omega$$

y R_x debe ser un reóstato que satisfaga la condición

$$0 \Omega \leq R_x \leq 1435 \Omega$$

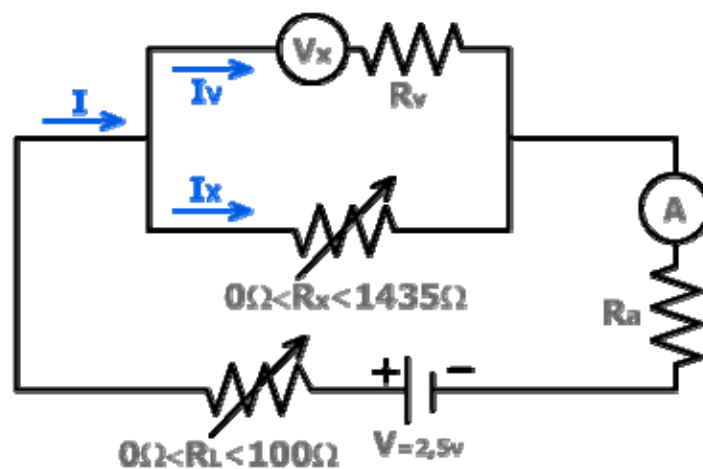


Figura 8.3

- b. Para energizar el circuito de la figura 8.3 encienda la fuente y reporte las lecturas que el voltímetro V_x y las del amperímetro A han registrado y llene las respectivas columnas V_x e I de la tabla 8.1.
- c. Mueva el cursor del reóstato R_x (previamente aislado) hasta obtener en el óhmetro un valor cercano a 100 Ω llene la tabla 8.1 y continúe con los valores sucesivos; estos valores de R_x son definidos para esta práctica como la referencia ó patrón que permiten el cálculo del error porcentual .

$R_v =$ _____ (Ω) Escala _____

$R_a =$ _____ (Ω) Escala _____

| Valor medido | Valor medido | Calculado ecuación $R_p = \frac{V_x}{I}$ | Valor sugerido | Medido con óhmetro [A] | Calculado Con ecuación 8.7 [B] | Error porcentual entre [A] y [B] |
|--------------|--------------|---|----------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| $V_x (V)$ | $I (mA)$ | $R_p (\Omega)$ | $R_x (\Omega)$ | $R_x (\Omega)$ | $R_x (\Omega)$ | % error |
| | | | 100 | | | |
| | | | 200 | | | |
| | | | 300 | | | |
| | | | 400 | | | |
| | | | 500 | | | |
| | | | 600 | | | |
| | | | 700 | | | |
| | | | 800 | | | |
| | | | 900 | | | |
| | | | 1000 | | | |
| | | | 1100 | | | |
| | | | 1200 | | | |
| | | | 1300 | | | |
| | | | 1400 | | | |
| | | | | | | |

Tabla 8.1

- d. Calcule los valores de la resistencia aparente R_p para 15 valores de R_x en el rango especificado y el porcentaje de error respecto de la resistencia nominal de R_x .
- e. Mida y registre la resistencia del voltímetro R_v y la escala que empleó y lleve estos valores sobre la parte superior de la tabla 8.1.
- f. Mida y registre la resistencia del amperímetro R_a y la escala que empleó y lleve estos valores sobre la parte superior de la tabla 8.1.

Montaje Amont [8.6.2]

- a. Monte el circuito de la Figura 8.4; en éste, V es una fuente de voltaje variable, de la cual podemos tomar 2,5 voltios de corriente continua, R_l es una resistencia limitadora cuyo valor satisface la siguiente desigualdad.

$$0 \Omega \leq R_l \leq 100 \Omega$$

Y R_x debe ser un reóstato que satisfaga la condición

$$0 \Omega \leq R_x \leq 1435 \Omega$$

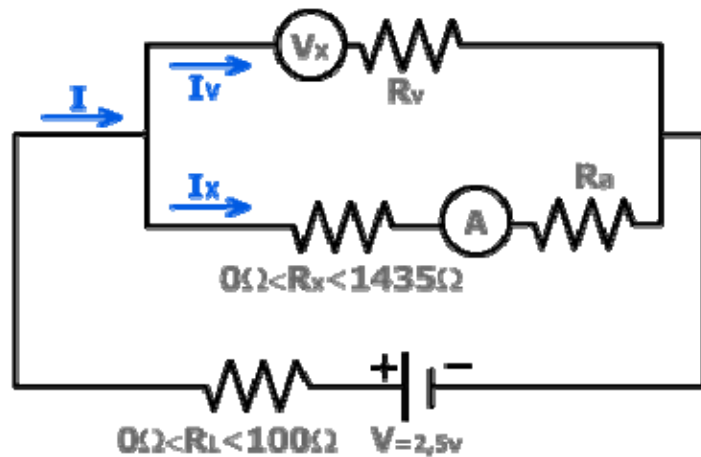


Figura 8.4

- b. Inicialmente tome el valor de R_x en 100Ω medidos con el óhmetro, encienda la fuente DC y reporte las lecturas del voltímetro V y del amperímetro A en las respectivas columnas V_x e I de la tabla 8.2.
- c. Con el óhmetro registre las variaciones de la resistencia R_x en valores cercanos a los sugeridos (medidos estos previamente con el reóstato aislado) empezando desde 100Ω y llene la tabla 8.2; los valores de R_x en este laboratorio han sido declarados como referencia ó patrón para el cálculo de los errores porcentuales (columna $[C]$ de la tabla 8.2).
- d. Calcule los valores de la resistencia aparente R_m para 15 valores de R_x en el rango especificado y el porcentaje de error respecto de la resistencia nominal de R_x .
- e. Mida y registre la resistencia del amperímetro R_a y la escala que empleó y escriba estos valores sobre la tabla 8.2.

f. Mida y registre la resistencia del voltímetro R_v y la escala que empleó y escriba estos valores sobre la tabla 8.2.

$R_v =$ _____ (Ω) Escala _____

$R_a =$ _____ (Ω) Escala _____

| Valor medido | Valor medido | Calculado Ecuación $R_m = \frac{V_x}{I_x}$ | Valor sugerido | Medido con óhmetro [C] | Calculado Con ecuación 8.11 [D] | Error porcentual entre [C] y [D] |
|--------------|--------------|---|----------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| $V_x (V)$ | $I_x (mA)$ | $R_m (\Omega)$ | $R_x (\Omega)$ | $R_x (\Omega)$ | $R_x (\Omega)$ | % error |
| | | | 100 | | | |
| | | | 200 | | | |
| | | | 300 | | | |
| | | | 400 | | | |
| | | | 500 | | | |
| | | | 600 | | | |
| | | | 700 | | | |
| | | | 800 | | | |
| | | | 900 | | | |
| | | | 1000 | | | |
| | | | 1100 | | | |
| | | | 1200 | | | |
| | | | 1300 | | | |
| | | | 1400 | | | |
| | | | | | | |

Tabla 8.2

:: ANÁLISIS, GRÁFICAS [8.7]

Nota: para los cálculos de las siguientes instrucciones primero debe calcular el error absoluto luego el error relativo y finalmente el error porcentual.

- a. De los datos de la tabla 8.1 haga una gráfica del error porcentual en el montaje AVAL en función de la resistencia medida con el óhmetro (columna $[A]$), la cual ha sido definida como referencia o patrón.
- b. De los datos de la tabla 8.2 construya una gráfica del error porcentual en el montaje AMONT en función de la resistencia medida con el óhmetro (columna $[C]$), declarada como patrón en ésta práctica de laboratorio.
- c. Superponga las anteriores gráficas, es decir las de error porcentual de montaje AVAL y de montaje AMONT.

:: PREGUNTAS [8.8]

- a. ¿Por que es mayor la corriente medida en el montaje AVAL que la que pasa por R_x ? Ahora, ¿Será el resultado de la medición de R_x mayor, menor o igual que el valor calculado? Justifique su respuesta.
- b. ¿Por qué es mayor la diferencia de voltaje que hay entre los terminales de R_x en el montaje AMONT? Ahora, ¿Será el resultado de la medición de R_x mayor, menor o igual que el valor calculado? Justifique su respuesta.
- c. ¿Son menores los errores porcentuales en los montajes AVAL o AMONT para R_x grande o pequeño en el rango especificado? Discuta sus resultados.
- d. Podría usted, a partir de las superposición de las gráficas de error porcentual anteriores, en los montajes AVAL y AMONT, deducir una regla para el uso adecuado de los montajes citados (es decir, cuando usar el uno o el otro). Explique el criterio escogido según el caso.
- e. ¿Para qué valores de resistencia se cruzan los gráficos de error en los montajes AVAL y AMONT, qué relación tiene esta resistencia con el producto $R_a \times R_v$?