



UNSE

Universidad Nacional
de Santiago del Estero



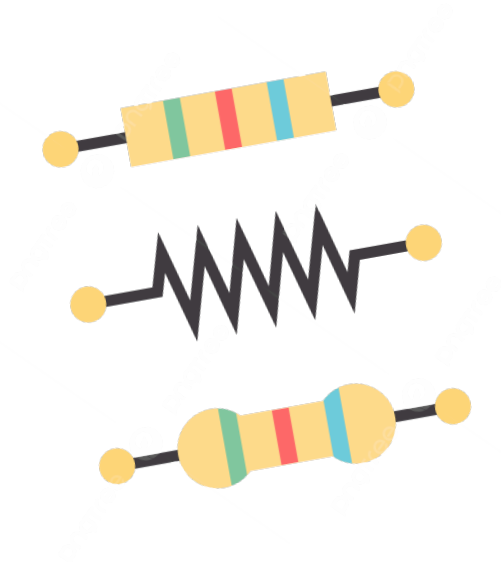
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías

Santiago del Estero, 24 de abril del 2025

Ingeniería eléctrica

***TP N° 3: Medición de Resistencias, por el método de
comparación y substitución.***

Medidas eléctricas



DOCENTES:



ALUMNO

- Chevauchey Clément

ÍNDICE

Objetivos	3
Introducción	3
Materiales usados	3
Desarrollo	4
Datos y cálculos	6
Resultados y conclusión	8
Referencias	9

Objetivos

- Familiarizarse con la medición de resistencias, los métodos de comparación y substitución.
- Determinar la propagación de los errores en la medición y cálculo de los mismos.

Introducción

La medición precisa de resistencias eléctricas es una tarea fundamental en el estudio y desarrollo de circuitos eléctricos, ya que permite caracterizar componentes, detectar fallas y verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas. Existen diversos métodos para llevar a cabo estas mediciones, entre los cuales se destacan los métodos de **comparación** y **substitución**, ambos ampliamente utilizados por su simplicidad y confiabilidad.

Método de comparación

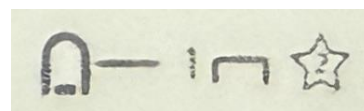
El **método de comparación** se basa en la medición de la tensión de una fuente mediante un voltímetro, para luego conectar la resistencia R_x en serie con dicho instrumento y realizar una nueva lectura. A partir de la diferencia entre ambas mediciones y conociendo la resistencia interna del voltímetro, es posible calcular el valor de R_x . Este método requiere que la fuente utilizada no posea resistencia interna significativa, y es apropiado principalmente para resistencias de algunos kiloohmios.

Método de substitución

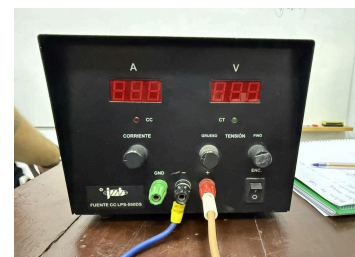
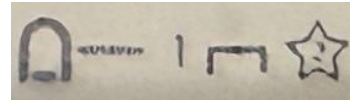
El **método de substitución** consiste en conectar una resistencia patrón R_p , de valor conocido, a una fuente de tensión continua y medir la corriente circulante. Posteriormente, se reemplaza R_p por la resistencia incógnita R_x , y se vuelve a medir la corriente. La comparación de ambas lecturas permite deducir el valor de R_x . Este método es adecuado para resistencias medianas a grandes, usualmente entre $100\ \Omega$ y $100\ M\Omega$. Su principal limitación radica en disponer de resistencias patrón comparables a la incógnita.

Materiales usados

- Amperímetro
 - Bobina móvil
 - Corriente continua
 - Clase de exactitud de 1
 - Posición de funcionamiento acostada
 - Clase de aislamiento Clase 2 = doble aislamiento, no necesita conexión a tierra)
 - Resistencia interna = despreciada



- Voltímetro
 - Bobina móvil
 - Corriente continua
 - Clase de exactitud de 1
 - Posición de funcionamiento acostada
 - Clase de aislamiento Clase 2 = doble aislamiento, no necesita conexión a tierra)
 - Resistencia interna = 24,6 Kilo-Ohmios
- Resistencia patrón por décadas
 - Valor (Elegido) de la resistencia 300 Ohmios
 - Corriente máxima 0,1 Amperes
- Fuente de corriente continua
 - Voltaje de entrada 240 VAC max
 - Voltaje de salida (Elegido) 3,3V
- Resistencia (variable) a medir
 - Valor (Elegido) de la resistencia 500 Ohmios
- Fuente de corriente continua
 - Voltaje de entrada 220 VAC (red)
 - Voltaje de salida elegido (25V)



Desarrollo

Método de comparación

Luego de verificar el funcionamiento del disyuntor diferencial del laboratorio, se conectaron la fuente de alimentación de tensión continua, la resistencia a medir, la llave selectora y el voltímetro como se encuentra representado (*Imágenes 1,2*).

Antes de tensionar al circuito, se corroboró que el instrumento de medida se encontrara en 0 y bien calibrado.

Posteriormente, se accionó la fuente de alimentación de tensión continua llevándola al alcance del voltímetro (U) antes de accionar la llave selectora, de manera que se logre hacer pasar la corriente por la resistencia. Se anotó el nuevo valor medido por el voltímetro (U_v). Se anotaron también para el instrumento la cantidad de divisiones, el alcance y la clase de exactitud para el posterior cálculo de los errores.

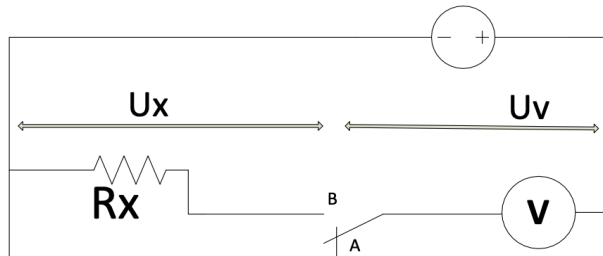


Imagen 1¹

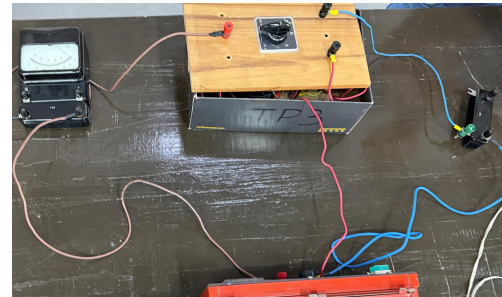


Imagen 2

Método de substitución

Luego de verificar el funcionamiento del disyuntor diferencial del laboratorio, se conectaron la fuente de alimentación de tensión continua, la resistencia a medir, la resistencia patrón, la llave selectora y el amperímetro representados (Imágenes 3,4).

Antes de tensionar al circuito, se corroboró que el instrumento de medida se encontrara en 0 y bien calibrado.

Posteriormente, se accionó la fuente de alimentación de tensión continua llevándola al valor elegido ($U = 3,5 \text{ V}$) y se anotó el valor de corriente medido por el amperímetro a través de la resistencia patrón (I_p).

Luego, se accionó la llave selectora de manera de hacer pasar la corriente por la resistencia a medir. Se anotó el nuevo valor medido por el amperímetro (I_x).

Se anotaron también para el instrumento, la cantidad de divisiones, el alcance y la clase de exactitud para el posterior cálculo de los errores.

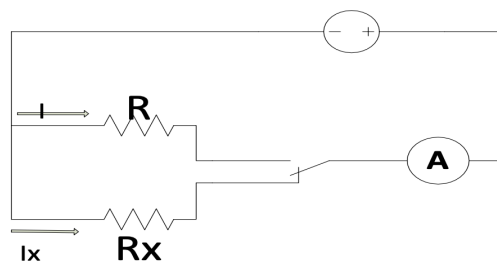


Imagen 3²

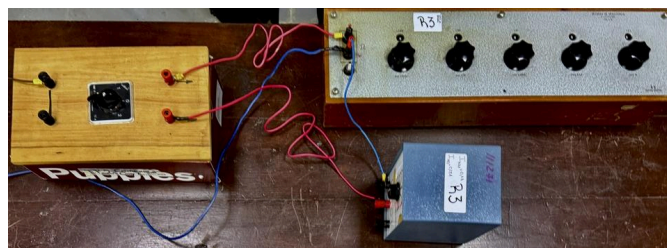


Imagen 4

¹Cátedra Mediciones Eléctricas I. (2025). *Prácticos de Laboratorio*. Guía de Trabajos.

²Cátedra Mediciones Eléctricas I. (2025). *Prácticos de Laboratorio*. Guía de Trabajos.

Datos y cálculos

Se calcularon las constantes de lectura de los dos instrumentos:

Voltímetro

75 divisiones \rightarrow 25 V

1 division $\rightarrow \frac{25}{75 \text{ Div.}} = 0.3\bar{3} \frac{V}{\text{Div.}} = K$ la constante lectura.

Amperímetro

50 divisiones \rightarrow 100 mA

1 division $\rightarrow \frac{100 \text{ mA}}{50 \text{ Div.}} = 2 \frac{\text{mA}}{\text{Div.}} = K$ la constante lectura.

Para cada lectura se anotó la división más cercana y menor al valor indicado por el instrumento así como la cantidad de divisiones entre la división elegida y el valor leído.

Se anotaron los valores leídos de la siguiente manera:

$$\text{Div mas cercana (Menor)} [A] + \text{Cant. Div. [Div.]} * K [\frac{A}{\text{Div.}}] = Xp [A]$$

De los circuitos se puede deducir matemáticamente que:

$$R_{X \text{ Substi.}} = R_P \cdot \frac{I_P}{I_X} \quad R_{X \text{ Comp.}} = R_V \cdot (\frac{U}{U_v} - 1)$$

Con la resistencia interna del amperímetro despreciada en el método por substitución y donde

R_V es la resistencia interna del voltímetro en el método por comparación (24,6K Ohmios)

R_P es la resistencia Patron (por década) en el método por substitución (300 Ohmios)

Se adjuntan aquí los valores medidos y calculados:

Valor	Método por comparación		Valor	Método por substitución
U	25 V		Ip	11,1 mA
Uv	2,2 V		Ix	6,75 mA
Rx	254,9 kΩ		Rx	493,3 Ω

Se calcularon a continuación los errores en las mediciones:

Errores de clase: $e_{cl\%} = C \cdot \frac{X_f}{X_m}$ donde X_f es el alcance, X_m el valor medido y C la clase.

Errores de Apreciación: $e_{ap\%} = \frac{Ap}{div} \cdot 100$ donde Ap es la apreciación de la lectura (0,2) y div la cantidad de divisiones leídas.

Se adjunta aquí la tabla de los errores calculados:

Error	Método por comparación
$e_{cl\% \text{ Voltmetro } U}$	$C \cdot \frac{X_f}{X_m} = 1 \cdot \frac{25 V}{25 V} = 1\%$
$e_{cl\% \text{ Voltmetro } Uv}$	$C \cdot \frac{X_f}{X_m} = 1 \cdot \frac{25 V}{2,2 V} = 11,363\%$
$e_{ap\% \text{ Voltmetro } U}$	$\frac{Ap}{div} \cdot 100 = \frac{0,2}{75} \cdot 100 = 0,27\%$
$e_{ap\% \text{ Voltmetro } Uv}$	$\frac{Ap}{div} \cdot 100 = \frac{0,2}{6,6} \cdot 100 = 3,03\%$
e_{Rx} (Dado por el constructor)	0,1%
$e_{Rx \%}$	15,759%

Error	Método por substitución
$e_{cl\% P}$	$C \cdot \frac{X_f}{X_m} = 1 \cdot \frac{100 mA}{11,1 mA} = 9,009\%$
$e_{cl\% X}$	$C \cdot \frac{X_f}{X_m} = 1 \cdot \frac{100 mA}{6,75 mA} = 14,8\%$
$e_{ap\% P}$	$\frac{Ap}{div} \cdot 100 = \frac{0,2}{22,2} \cdot 100 = 0,9\%$
$e_{ap\% X}$	$\frac{Ap}{div} \cdot 100 = \frac{0,2}{13,5} \cdot 100 = 1,48\%$
e_{RP} (Dado por el constructor)	0,1%

$e_{Rx} \%$	26,28%
-------------	--------

Resultados y conclusión

Tomando en cuenta los valores medidos y los cálculos que se hicieron durante el desarrollo del Trabajo Práctico, se puede dar como resultado de las resistencias los valores siguientes:

Método por comparación:

$$Rx = 254,9 \text{ k}\Omega \pm 15,759\%$$

$$Rx = (254,9 \pm 40) \text{ k}\Omega$$

Método por substitución:

$$Rx = 493,3 \text{ }\Omega \pm 26,28\%$$

$$Rx = (493,3 \pm 129,7) \text{ }\Omega$$

Se puede comentar que en ambos métodos se tuvo que leer mediciones en el primer cuadrante del instrumento, así arrastrando errores importantes de clase y de apreciación.

Se propone mejorar las mediciones usando en el método por substitución, un voltaje más alto (sin llegar a la corriente máxima de las resistencias) y en el método por comparación, un voltímetro con alcance más alto para poder medir correctamente.

Referencias

- Cátedra Mediciones Eléctricas I. (2025). *Prácticos de Laboratorio*. Guía de Trabajos.