



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Computo
"ESCOM"



Unidad de Aprendizaje:
Instrumentación y control

Grupo: 5CV2

Practica No. 1
"DETERMINACIÓN DE ERRORES EN INSTRUMENTOS"

Integrantes:

Ramírez Juárez Arturo Yamil
Suárez López Diego Hipólito
Zurita Cariño Emmanuel Einar

Maestro:

Cervantes De Anda Ismael

Fecha de entrega:

14/09/2023

Contenido

OBJETIVO	3
INTRODUCCIÓN TEÓRICA	3
DESARROLLO	4
Cálculo del valor más exacto	4
Mediciones indirectas.....	6
Medida Patrón	7
CÁLCULOS	8
SIMULACIONES.....	10
CUESTIONARIO.....	13
CONCLUSIONES	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

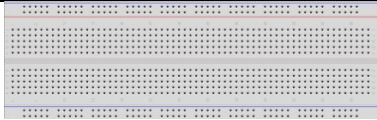


OBJETIVO

Con el desarrollo de esta práctica se busca comprobar el manejo de errores en los instrumentos de medición y analizarlos para así poder llegar a un resultado más exacto.

Además de:







- Aprender a manejar los errores en los instrumentos de medición, para de esta manera encontrar el valor más exacto posible de la variable en cuestión.
- Aprender técnicas y procedimientos para minimizar errores en las mediciones eléctricas.
- Aprender a calcular y estimar el error típico asociado con las mediciones.

MATERIAL

ProtoBoard	
Resistencia 220 Ω a ¼ W	
Resistencia 3.3K Ω a ¼ W	

EQUIPO

Fuente de alimentación dual	
Multímetro digital	

Generador de funciones	
Osciloscopio de propósito general	
Cables coaxiales con terminal BNC-Caimán	
Cables caimán-caimán	
Cables banana-caimán	
Multímetro digital	

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Los instrumentos de medición son dispositivos diseñados para evaluar la magnitud de una variable física. Existen muchos tipos de instrumentos de medición, utilizados en campos tan diversos.

La precisión de los instrumentos de medición es crucial, pero todas las mediciones están sujetas a algún grado de error. Los errores pueden clasificarse de diversas maneras:

Error sistemático: Es un tipo de error que siempre se repite en la misma dirección cuando se toman múltiples mediciones. Pueden deberse a defectos en el instrumento o a una calibración incorrecta.

Error aleatorio: Este error varía en magnitud y dirección de manera impredecible. A menudo se deben a factores como ruido eléctrico, interferencias o fluctuaciones en las condiciones de medición.

Error absoluto: Es la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero.

Error relativo: Es el error absoluto dividido por el valor verdadero, generalmente expresado como porcentaje.

Para minimizar los errores en las mediciones eléctricas, se puede calibrar los instrumentos regularmente, se pueden tomar múltiples lecturas y calcular un promedio, y se pueden utilizar técnicas estadísticas para evaluar la precisión y confiabilidad de las mediciones.

DESARROLLO

Cálculo del valor más exacto

Esta parte de la práctica consiste en realizar la medición de la resistencia usando dos multímetros diferentes, en este caso usamos uno de la marca Keithley y el otro de la marca Steren, además de analizar una resistencia de valor comercial de 220 ohms.

PARTICIPANTES	OHMETRO MARCA KEITHLEY (Ω)	OHMETRO MARCA STEREN(Ω)
Medición 1	217.45	217.9
Medición 2	217.40	218
Medición 3	217.41	217.9
Medición 4	217.40	218
Medición 5	217.40	217.9
Medición 6	217.42	218
Medición 7	217.42	217.8
Medición 8	217.44	217.9
Medición 9	217.46	217.7
Medición 10	217.43	217.8
Medición 11	217.45	218.1
Medición 12	217.49	218.2

Ahora calculamos el promedio de los valores arrojados por los dos tipos de óhmetro, empleando la siguiente fórmula:

$$x_{Prom} = \frac{\sum \Omega_i}{n}$$

x_{Prom} ÓHMETRO KEITHLEY	x_{Prom} ÓHMETRO STEREN
217.431	217.933

Procediendo ahora con el cálculo de los residuos, teniendo como base la fórmula siguiente:

$$\Delta Xi = Ri = |Xi - X_{PROM}|$$

Llegamos a los siguientes resultados:

$\Delta X_i = R_i$ (ÓHMETRO KEITHLEY)	$\Delta X_i = R_i$ (ÓHMETRO STEREN)
0.019	0.033
0.031	0.067
0.021	0.021
0.031	0.067
0.031	0.033
0.011	0.067
0.011	0.133
0.009	0.033
0.029	0.233
0.001	0.133
0.019	0.167
0.059	0.267
$\sum R_i = 0.272$	$\sum R_i = 1.254$

Procedemos a calcular el promedio del valor absoluto de los residuos (r), utilizando la expresión siguiente:

$$r = \frac{1}{n} \sum R_i$$

$r =$ (ÓHMETRO KEITHLEY)	$r =$ (ÓHMETRO STEREN)
0.0227	0.1045

Ahora calculamos el error típico de la siguiente manera:

$$sm = 1.25 \frac{r}{(n - 1)^{1/2}}$$

sm = (ÓHMETRO KEITHLEY)	sm = (ÓHMETRO STEREN)
0.0085	0.0393

Expresando el resultado finalmente en:

$$Y = X_{\text{PROM}} \pm \sigma_m$$

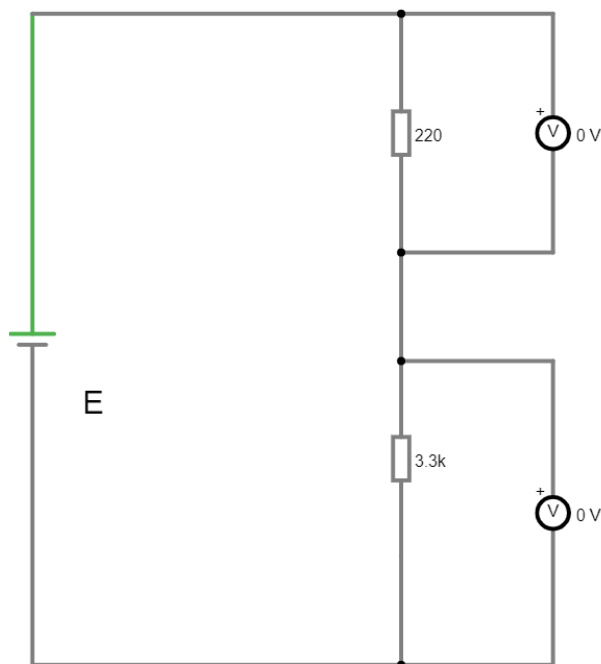
ÓHMETRO KEITHLEY

217.4395

ÓHMETRO STEREN

217.9723

Mediciones indirectas



Para realizar este punto de la práctica, se armó el circuito mostrado en la figura 1. El circuito se va a alimentar por diferentes valores de voltaje que van desde los 2V hasta los 10V y en la siguiente tabla se registraron los valores de voltaje y corriente que pasan por cada resistencia.

Ilustración 1: Circuito 1

Voltaje de la fuente (V)	E_{R_1} Medido	E_{R_2} Medido	I_{R_1} Medido	I_{R_2} Medido
2	126mV	1.87V	0.5801mA	0.5801mA
4	252mV	3.748V	1.158mA	1.1589mA
6	378mV	5.62V	1.738mA	1.7378mA
8	504mV	7.4938	2.318mA	2.3180mA
10	630mV	9.366	2.898mA	2.890mA

A continuación, con los valores de los resistores R_1 y R_2 , y los diferentes valores de voltaje de la fuente E , se calcularon los voltajes E_{R_1} , E_{R_2} , I_{R_1} e I_{R_2} :

Voltaje de la fuente (V)	E_{R_1} (calculado)	E_{R_2} (calculado)	I_{R_1} (calculado)	I_{R_2} (calculado)
2	0.1249 V	1.8747 V	0.5681 mA	0.5681 mA
4	0.2499 V	3.7497 V	1.1363 mA	1.1363 mA

6	0.3749 V	5.6248 V	1.7054 mA	1.7054 mA
8	0.4999 V	7.4999 V	2.2727 mA	2.2727 mA
10	0.6249 V	9.3749 V	2.8409 mA	2.8409 mA

Finalmente se obtuvieron los valores de resistencia, empleando la ley de ohm, dividiendo voltaje/corriente, para cada voltaje de la fuente E:

Voltaje de la fuente (V)	R1 (medido)	R2 (medido)	R1 (calculado)	R2 (calculado)	% error R1	% error R2
2	217.2039	3.2235 k	220	3.3 k	1.2709%	2.3333%
4	217.6165	3.2366 k	220	3.3 k	1.0834%	1.9393%
6	217.4913	3.2336 k	220	3.3 k	1.1403%	2.0303%
8	217.4288	3.2328 k	220	3.3 k	1.1687%	2.0606%
10	217.9930	3.2408 k	220	3.3 k	0.9122%	1.8181%

Medida Patrón

Usando el osciloscopio se fijó en el generador de funciones una señal senoidal con una amplitud de 10 Vp-p a una frecuencia de 60 Hz.

Se considera al osciloscopio como un instrumento patrón, a continuación determinamos el porcentaje de error del voltmetro:

Vp-p Osciloscopio	Vrms Osciloscopio calculado	Vrms Voltmetro medido	Vrms Voltmetro calculado	% Error (Vrms)	% Vrms (Vp-p)
10.1 V	3.58 V	3.5393 V	3.5708 V	0.1074%	1%

CÁLCULOS

Procedemos a colocar los cálculos realizados para cada apartado y tabla de la práctica.
Para la "Cálculo del valor más exacto" tenemos:

ÓHMETRO KEITHLEY

$$X_{\text{PROM}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2609.17}{12} = 217.4308333$$
$$\therefore \text{Tomamos } X_{\text{PROM}} = 217.431$$

Residuos:

$$\begin{aligned} R_1 &= |217.45 - 217.431| = 0.019 \\ R_2 &= |217.40 - 217.431| = 0.031 \\ R_3 &= |217.41 - 217.431| = 0.021 \\ R_4 &= |217.40 - 217.431| = 0.031 \\ R_5 &= |217.40 - 217.431| = 0.031 \\ R_6 &= |217.42 - 217.431| = 0.011 \\ R_7 &= |217.42 - 217.431| = 0.011 \\ R_8 &= |217.44 - 217.431| = 0.009 \\ R_9 &= |217.46 - 217.431| = 0.029 \\ R_{10} &= |217.43 - 217.431| = 0.001 \\ R_{11} &= |217.45 - 217.431| = 0.019 \\ R_{12} &= |217.49 - 217.431| = 0.059 \end{aligned}$$

$$\sum R_i = 0.272$$

Para r:

$$r = \frac{1}{n} \sum R_i = \frac{1}{12} * 0.272 = 0.022666 \therefore \text{Tomamos } r = 0.0227$$

Para el error típico:

$$S_m = 1.25 \frac{r}{(n-1)^{1/2}} = 1.25 \frac{0.0227}{(12-1)^{1/2}} = 1.25 \frac{0.0227}{3.3166} = 0.0085 \therefore S_m = 0.0085$$

Finalmente:

$$Y = X_{\text{PROM}} \pm \sigma_m = 217.431 \pm 0.0085 = 217.4395$$

ÓHMETRO STEREN

$$X_{\text{PROM}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2615.2}{12} = 217.9333333$$
$$\therefore \text{Tomamos } X_{\text{PROM}} = 217.933$$

Residuos:

$$\begin{aligned} R_1 &= |217.9 - 217.933| = 0.033 \\ R_2 &= |218 - 217.933| = 0.067 \\ R_3 &= |217.9 - 217.933| = 0.021 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R4 &= |218 - 217.933| = 0.067 \\
R5 &= |217.9 - 217.933| = 0.033 \\
R6 &= |218 - 217.933| = 0.067 \\
R7 &= |217.8 - 217.933| = 0.133 \\
R8 &= |217.9 - 217.933| = 0.033 \\
R9 &= |217.7 - 217.933| = 0.233 \\
R10 &= |217.8 - 217.933| = 0.133 \\
R11 &= |218.1 - 217.933| = 0.167 \\
R12 &= |218.2 - 217.933| = 0.267
\end{aligned}$$

$$\sum Ri = 1.254$$

Para r:

$$r = \frac{1}{n} \sum Ri = \frac{1}{12} * 1.254 = 0.1045 \therefore r = 0.1045$$

Para el error típico:

$$S_m = 1.25 \frac{r}{(n-1)^{1/2}} = 1.25 \frac{0.1045}{(12-1)^{1/2}} = 1.25 \frac{0.1045}{3.3166} = 0.0393 \therefore S_m = 0.0393$$

Finalmente:

$$Y = X_{PROM} \pm \sigma_m = 217.933 \pm 0.0393 = 217.9723$$

Para la "Mediciones indirectas" tenemos:

$$R_T = R1 + R2 = 220 \Omega + 3.3k \Omega$$

Como las resistencias están puestas en serie $I_1 = I_2$

Por lo tanto. $I_T = I_1 + I_2$

Ahora podemos calcular la corriente que pasa por el circuito dependiendo de la fuente de Voltaje E

$$\begin{aligned}
I_R &= \frac{2V}{3.520k\Omega} = 0.5681mA, I_R = \frac{4V}{3.520k\Omega} = 1.1363mA, I_R = \frac{6V}{3.520k\Omega} = 1.7045mA, I_R = \frac{8V}{3.520k\Omega} = \\
&2.2727mA, I_R = \frac{10V}{3.520k\Omega} = 2.8409mA \\
I_R &= \frac{4V}{3.520k\Omega} = 1.1363mA, I_R = \frac{6V}{3.520k\Omega} = 1.7045mA
\end{aligned}$$

Ahora podemos calcular el Voltaje que circular por cada resistencia dependiendo de la fuente de voltaje E

$$E_x = I_T \cdot R_x$$

$$\begin{aligned}
E_{R1(2V)} &= I_1 \cdot R_1 = 0.5681mA \cdot 220\Omega = 0.1249V \quad E_{R1(4V)} = I_1 \cdot R_1 = 1.1363mA \cdot 220\Omega = 0.2499V \\
E_{R1(6V)} &= I_1 \cdot R_1 = 1.7045mA \cdot 220\Omega = 0.3749V \\
E_{R1(8V)} &= I_1 \cdot R_1 = 2.2727mA \cdot 220\Omega = 0.4999V \\
E_{R1(10V)} &= I_1 \cdot R_1 = 2.8409mA \cdot 220\Omega = 0.6249V
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_{R2(2V)} &= I_2 \cdot R_2 = 0.5681mA \cdot 3.3k\Omega = 1.8747V \\
E_{R2(4V)} &= I_2 \cdot R_2 = 1.1363mA \cdot 3.3k\Omega = 3.4797V \\
E_{R2(6V)} &= I_2 \cdot R_2 = 1.7045mA \cdot 3.3k\Omega = 5.6248V \\
E_{R2(8V)} &= I_2 \cdot R_2 = 2.2727mA \cdot 3.3k\Omega = 7.4999V \\
E_{R2(10V)} &= I_2 \cdot R_2 = 2.8409mA \cdot 3.3k\Omega = 9.3749V
\end{aligned}$$

Para Calcular el porcentaje de error usaremos la siguiente formula:

$$\%Error = \frac{|Valor Medido - Valor Calculado|}{Valor Calculado} \cdot 100$$

$$\begin{aligned}
\%Error_{R1(2V)} &= \frac{|217.2039\Omega - 220\Omega|}{220\Omega} \cdot 100 = 1.2709\% \\
\%Error_{R1(4V)} &= \frac{|217.6165\Omega - 220\Omega|}{220\Omega} \cdot 100 = 1.0834\% \\
\%Error_{R1(6V)} &= \frac{|217.4913\Omega - 220\Omega|}{220\Omega} \cdot 100 = 1.1403\% \\
\%Error_{R1(8V)} &= \frac{|217.4288\Omega - 220\Omega|}{220\Omega} \cdot 100 = 1.1687\% \\
\%Error_{R1(10V)} &= \frac{|217.9930\Omega - 220\Omega|}{220\Omega} \cdot 100 = 0.9122\% \\
\%Error_{R2(2V)} &= \frac{|3.2235k\Omega - 3.3k\Omega|}{3.3k\Omega} \cdot 100 = 2.3333\% \\
\%Error_{R2(4V)} &= \frac{|3.2366k\Omega - 3.3k\Omega|}{3.3k\Omega} \cdot 100 = 1.9393\% \\
\%Error_{R2(6V)} &= \frac{|3.2336k\Omega - 3.3k\Omega|}{3.3k\Omega} \cdot 100 = 2.0303\% \\
\%Error_{R2(8V)} &= \frac{|3.2328k\Omega - 3.3k\Omega|}{3.3k\Omega} \cdot 100 = 2.0606\% \\
\%Error_{R2(10V)} &= \frac{|3.2408k\Omega - 3.3k\Omega|}{3.3k\Omega} \cdot 100 = 1.8181\%
\end{aligned}$$

Para la "Medida Patrón" tenemos:

Para calcular el V_{p-p} del voltímetro usamos la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
V_{p-p} &= V_{max} * 2 \quad \text{Por lo tanto: } V_{p-p} = 5.005V * 2 = 10.1V_{pp} \\
V_{rms} &= \frac{V_p}{\sqrt{2}}, \text{ Por lo que } V_{p-p} = \frac{5.005V}{\sqrt{2}} = 3.5708V
\end{aligned}$$

Usando la fórmula para calcular el porcentaje de error:

SIMULACIONES

Se muestra a continuación las simulaciones realizadas para comprobar los resultados medidos y calculados, en este caso solamente se varía el voltaje de entrada para ejemplificar cada proceso.

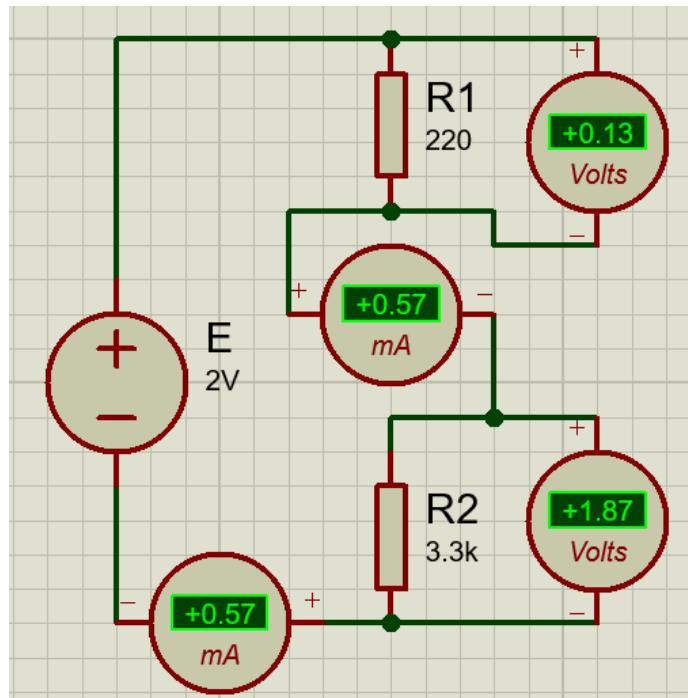


Ilustración 2: Simulación del circuito 1 con un voltaje de 2v

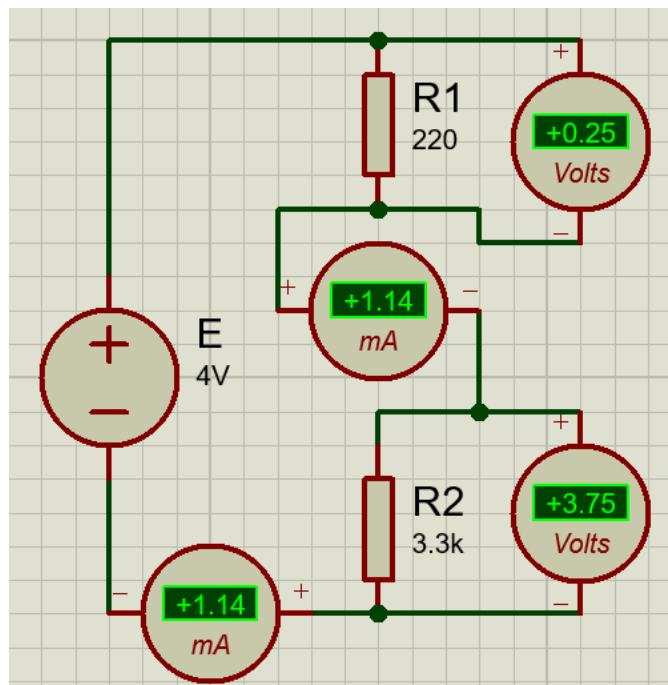


Ilustración 3: Simulación del circuito 2 con voltaje de 4v

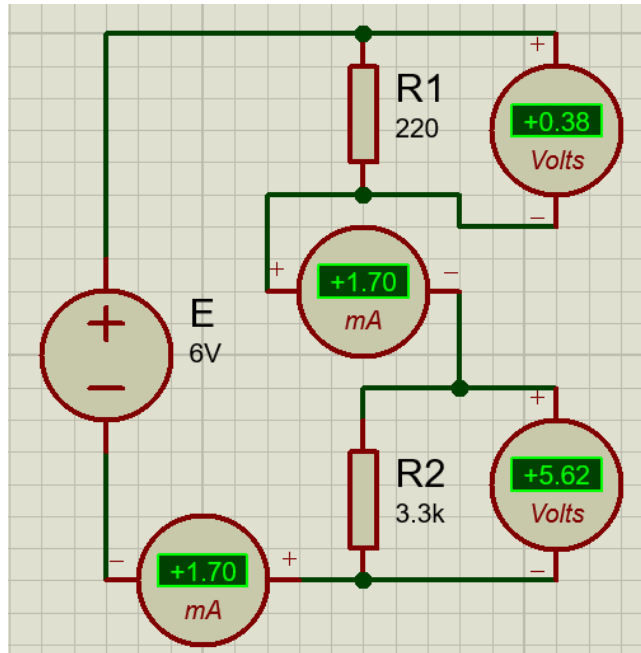


Ilustración 4: Simulación del circuito 1 con voltaje de 6v

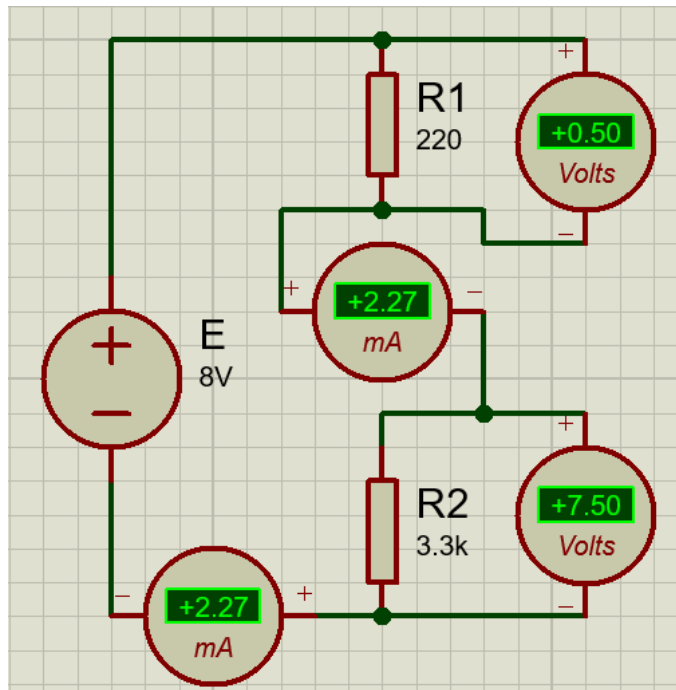


Ilustración 5: Simulación del circuito 1 con voltaje de 8v

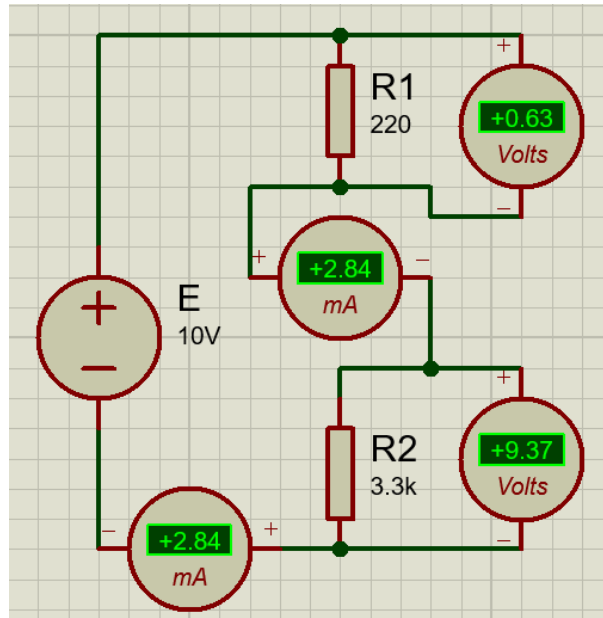


Ilustración 6: Simulación del circuito 1 con voltaje de 10v

CUESTIONARIO

1. Se obtuvieron las siguientes medidas para la resistencia de una bobina de alambre dada en Ohms (Ω). Calcule el error típico y el valor más exacto de la resistencia.

5.615, 5.622, 5.624, 5.618, 5.620

5.633, 5.628, 5.624, 5.613, 5.659

Podemos considerar el valor más exacto de la resistencia como el promedio de todas las mediciones realizadas, teniendo como fórmula:

$$X_{\text{PROM}} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Reemplazando valores en esta fórmula tenemos:

$$X_{\text{PROM}} = \frac{56.256}{10} = 5.6256 \therefore \textcolor{red}{X_{\text{PROM}} = 5.6256 \Omega}$$

Para expresar el error típico contamos con la siguiente fórmula:

$$sm = 1.25 \frac{r}{(n-1)^{1/2}} = 1.25 \frac{0.00864}{(10-1)^{1/2}} = 1.25 \frac{0.00864}{3} = 0.0036 \therefore \textcolor{red}{sm = 0.0036}$$

Donde:

$$r = \frac{1}{n} \sum R_i = \frac{1}{10} * 0.0864 = 0.00864 \therefore r = 0.00864$$

$$\Delta X_i = R_i = |X_i - X_{\text{PROM}}|$$

$$R_1 = |5.615 - 5.6256| = 0.0106$$

$$R2 = |5.622 - 5.6256| = 0.0036$$

$$R3 = |5.624 - 5.6256| = 0.0016$$

$$R4 = |5.618 - 5.6256| = 0.0076$$

$$R5 = |5.620 - 5.6256| = 0.0056$$

$$R6 = |5.633 - 5.6256| = 0.0074$$

$$R7 = |5.628 - 5.6256| = 0.0024$$

$$R8 = |5.624 - 5.6256| = 0.0016$$

$$R9 = |5.613 - 5.6256| = 0.0126$$

$$R10 = |5.659 - 5.6256| = 0.0334$$

$$\sum Ri = 0.0864$$

2. ¿Por qué es importante determinar el error de los instrumentos de medición?

Determinar el error de los instrumentos de medición es fundamental por varias razones:

1. Exactitud de las mediciones: El error de medición se define como la diferencia entre el valor medido y el "valor verdadero". Los errores de medición afectan a cualquier instrumento de medición y pueden deberse a distintas causas. En un sistema eléctrico, es importante conocer con precisión la corriente, la tensión, frecuencia, factor de potencia, potencia activa y reactiva, temperatura, etc.
2. Identificación de problemas: La realización de los estudios para conocer el estado de las instalaciones eléctricas requiere un análisis en el lugar que arroja los resultados de las mediciones y emite procedimientos para la prevención, identificación y resolución de problemas en los sistemas de potencia.
3. Mejora del rendimiento del sistema: Conocer y corregir estos errores puede llevar a una reducción de riesgos, una reducción de esfuerzos de ingeniería y una mayor eficiencia durante y después de los procesos.
4. Corrección y compensación: Algunos errores se pueden prever, calcular, eliminar mediante calibraciones y compensaciones, se denominan deterministas o sistemáticos y se relacionan con la exactitud de las mediciones.

Por lo tanto, es crucial determinar el error en los instrumentos de medición para garantizar la precisión y la eficiencia del sistema eléctrico.

3. ¿Qué tipos de errores conoce? Y diga de qué manera se pueden evitar.

Existen varios tipos de errores que pueden ocurrir en la medición eléctrica:

1. Errores de instrumentos de medición: Normalmente, son errores cometidos por defectos de fabricación en el equipo de medida como deformaciones, falta de linealidad, imperfecciones mecánicas, falta de paralelismo y desgastes por uso.
2. Errores causados por el operador: Estos pueden ser debido a la falta de agudeza visual, descuidos, cansancio, excesiva fuerza al realizar las mediciones, errores por el método de sujeción o posición de instrumentos.
3. Error absoluto: Es la diferencia entre el valor medido (V_m) y el valor verdadero (V_v) de la respectiva magnitud.
4. Error relativo: Es el error absoluto asociado al valor verdadero, lo que permite comparar los

resultados de las mediciones efectuadas.

Para evitar estos errores, se puede hacer lo siguiente:

- Calibración regular: Los instrumentos de medición deben ser calibrados regularmente para asegurarse de que proporcionan resultados precisos y confiables.
- Uso correcto del instrumento: Evitar el uso incorrecto del instrumento como sustituir el fusible original por otro más barato, utilizar un instrumento de medida equivocado para el trabajo, trabajar en un circuito con corriente, entre otros.
- Determinar las características eléctricas de los instrumentos: Para corregir estos errores deben determinarse las características eléctricas de los instrumentos (resistencia, inductancia y capacidad). En algunos casos es posible el uso de sistemas de compensación, de forma tal de autoeliminar el efecto perturbador.

CONCLUSIONES

La determinación de errores en los instrumentos de medición es un proceso fundamental en diversas áreas de la ciencia, la tecnología y la industria. Esta práctica es esencial porque garantiza la precisión y confiabilidad de las mediciones que realizamos en una amplia variedad de campos, desde la investigación científica hasta la producción industrial y la atención médica.

La precisión en las mediciones eléctricas es esencial para garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas, la calidad de los productos electrónicos y el funcionamiento óptimo de sistemas eléctricos y electrónicos.

Para evitar errores en los instrumentos de medición eléctricos, es crucial implementar prácticas de calibración regular, mantenimiento adecuado, capacitación del personal y el uso de equipos de calidad. Además, se deben seguir procedimientos de seguridad para garantizar que las mediciones se realicen de manera segura y precisa.

La mejora constante de la precisión de los instrumentos de medición ha permitido el desarrollo de tecnologías más avanzadas y la realización de investigaciones más precisas, lo que a su vez ha impulsado el progreso en campos como la física, la ingeniería, la medicina y muchas otras disciplinas.

Al llevar a cabo esta práctica, se han adquirido habilidades valiosas en la identificación y cuantificación de errores, lo que contribuye significativamente a mejorar la calidad de los resultados experimentales. Además, se ha aprendido a seleccionar y calibrar adecuadamente los instrumentos de medición, lo que es esencial para obtener mediciones precisas y confiables en cualquier campo de la ciencia o la tecnología.

Esta práctica ha destacado la importancia de la gestión de errores en la medición, proporcionando a los estudiantes y profesionales las herramientas necesarias para realizar mediciones más precisas y confiables en sus futuros proyectos y experimentos. La comprensión y el manejo efectivo de los errores en los instrumentos de medición son habilidades esenciales para garantizar resultados exactos y contribuir al avance de la investigación y la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

D.C. Baird.(1991).Experimentación: una introducción a la teoría de mediciones y diseño de experimentos. México: Pearson. Wilson D., Buffa. J. (2007) Física 6a edición. Pearson.

Serway, A. Jewett, W., (2013). Física para ciencias e ingeniería. Thomson.