

**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA AL
PRODUCIRSE VARIACIÓN DE TEMPERATURA**

Código del alumno:

• **Introducción:**

El efecto que la variación de la temperatura tiene sobre la resistencia de un determinado material se mide según su resistividad o resistencia específica, es decir, la oposición de un material al paso de una corriente eléctrica por unidad de longitud y superficie. Si sólo consideráramos los valores de longitud y sección, tendría la misma resistencia una varilla de acero que una de madera. Es por esto que la resistividad de un material es el valor más importante ligado a la resistencia, y el que realmente nos indica si un determinado material es conductor o aislante.

He decidido escoger este tema ya que lo vimos por encima en la asignatura pero sólo de forma teórica, por lo cual busco contrastar esos conocimientos de una forma práctica.

Existe una relación directa entre el aumento de temperatura y el aumento de la resistencia de un conductor metálico. El coeficiente de temperatura es diferente según el material, así los semiconductores tienen coeficiente de temperatura negativo, y otros conductores se vuelven superconductores ($\rho=0$) a temperaturas cercanas al cero absoluto. La resistencia (R) para la variación de temperatura (T) se obtiene según:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Un factor característico de la resistividad es que no sólo depende del material, lo que sería mucho más práctico a la hora de averiguar los valores para los materiales más usados, sino que también varía en función de la temperatura, lo cual impide la creación de una única tabla para los materiales más usados. La solución parcial del problema fue elaborar una única tabla con los valores de resistividad equivalentes a una temperatura estándar de 20°C y si se requiere el cálculo de la resistividad para una temperatura diferente se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$\rho_0 = \rho_{20^\circ C} + \rho_{20^\circ C} \cdot \alpha \cdot (T - 20^\circ C)^1$$

Donde:

- α = equivale al coeficiente de temperatura a 20°C (está en la tabla).
- ρ_0 = Resistividad a la temperatura que necesitamos.
- $\rho_{20^\circ C}$ = Resistividad a 20°C (está en la tabla).
- T = Temperatura a la que deseamos obtener la resistividad.

Correcta presentación de la teoría básica con lenguaje preciso.

Material	Resistencia específica a 20°C en CM ² · Ω/ft	Coefficiente de variación con la temperatura α , en Ω por °C
Aluminio	17	0.004
Carbono	+	-0.0003
Constantán	295	(promedio)
Cobre	10.4	0.004
Oro	14	0.004
Fierro	58	0.006
Nicromel	676	0.0002
Niquel	52	0.005
Plata	9.8	0.004
Tungsteno	33.8	0.005

2

Utilizaré un alambre de Nicrom para este experimento debido que es el material más sencillo de conseguir. Las características de este material son: 0.1mm de diámetro y una resistencia de 138.8 Ω /m. Basándome en su resistencia, **he calculado que para obtener una resistencia de 10 Ω necesitaría 7.2cm, para 20 Ω 14.4cm, y así sucesivamente.**

La mención teórica es sucinta pero parece que se observa una comprensión de la misma.

¹ SAPIENSMAN. Efecto de la temperatura sobre la resistencia [en línea]

<<http://www.sapiensman.com/electrotecnia/problemas3.htm>> [Consulta: 05 de Marzo de 2016]

² SAPIENSMAN. Efecto de la temperatura sobre la resistencia [en línea]

<<http://www.sapiensman.com/electrotecnia/problemas3.htm>> [Consulta: 05 de Marzo de 2016]

- **Objetivo:**

El objetivo principal de esta práctica es poder observar la variación de la resistencia eléctrica al elevar o disminuir la temperatura. Además de eso, **los objetivos secundarios** son seguir adquiriendo soltura en el laboratorio y con los instrumentos más delicados y precisos, así como profundizar más en un tema que me parece muy útil y me apasiona como es la electricidad.

Si bien no se escribe una justificación específica, la mención hace referencia a un interés que se observa durante el trabajo.

- **Materiales:**

Los materiales utilizados para llevar a cabo esta práctica fueron los siguientes:

- ❖ Alambre de Nicrom
- ❖ Termómetro
- ❖ Multímetro digital
- ❖ Cables conductores
- ❖ Recipiente de cerámica
- ❖ Agua Destilada

- **Normas de seguridad:**

Las precauciones de seguridad que se tomaron en esta práctica fueron las siguientes:

- El uso de guantes térmicos a la hora de emplear el calentador para elevar la temperatura del agua destilada puesto que se alcanzaron temperaturas elevadas que podrían causar quemaduras en la piel.
- También tuve que ser cuidadoso a la hora de trabajar con la electricidad ya que, aunque se usaron voltajes bajos, la electricidad puede ser peligrosa por un repentino cortocircuito.

Mención correcta en un tema que lo requiere.

- **Variables:**

En esta práctica se emplearán tres variables:

- Variables Controlada: Material
- Variable Dependiente: Resistencia
- Variable Independiente: Temperatura

- Procedimiento:

El procedimiento seguido para realizar esta práctica fue el siguiente:

1. Lo primero que me dispuse a realizar fue medir la longitud del alambre de Nicrom que emplearé para obtener un valor lo más preciso posible de la resistencia. Una vez calculado, me dispuse a cortar el alambre con la longitud adecuada para obtener resistencias por valor de 10Ω , 20Ω , 30Ω y 100Ω .
2. Una vez completado este paso, me dispuse a calentar y enfriar el agua destilada en el recipiente de cerámica. Para obtener unos resultados más precisos tomé 5 valores diferentes de temperatura: 1.5°C , 8.8°C , 19.7°C , 48.2°C , 65.7°C .
3. El siguiente paso fue encender nuestro multímetro digital y, para la resistencia por valor de 100Ω , ajustar el multímetro a una escala de 200Ω .
4. Una vez que ya está preparado, conecté cada uno de los cables del multímetro a un extremo del alambre. El valor que obtuve se correspondía al valor a temperatura ambiente en el aire de la resistencia y correspondía al valor que queríamos obtener de la misma.
5. En este momento me dispuse a comenzar las medidas en el agua a diferentes temperaturas y a anotar las variaciones en la resistencia que la variación de temperatura provoca.
6. El procedimiento se realizó con todas las resistencias para todos los valores de temperatura establecidos.

El control de temperaturas no se detalla apropiadamente.

- Datos obtenidos:

Los resultados obtenidos para cada muestra fueron los siguientes:

- Resistencia a temperatura ambiente (23.7°C) en el aire:

	Resistencia (Ω) \pm (0.01 Ω)
10	10.36
20	20.21
30	30.44
100	100.95

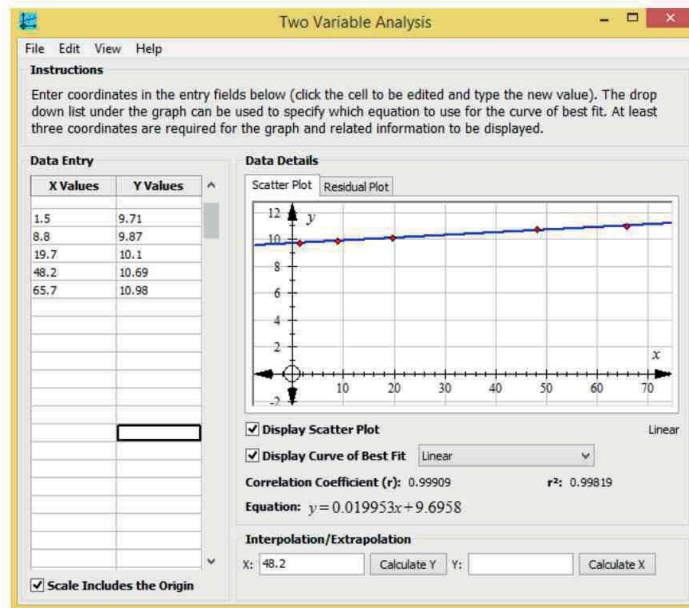
- Resistencias medidas con variación de temperatura:

	Resistencia (Ω) \pm (0.01 Ω)				
	1.5°C	8.8°C	19.7°C	48.2°C	65.7°C
10	9.71	9.87	10.10	10.69	10.98
20	19.29	19.54	19.90	20.73	21.11
30	28.91	29.12	29.82	30.86	31.57
100	99.52	99.71	100.70	101.46	102.09

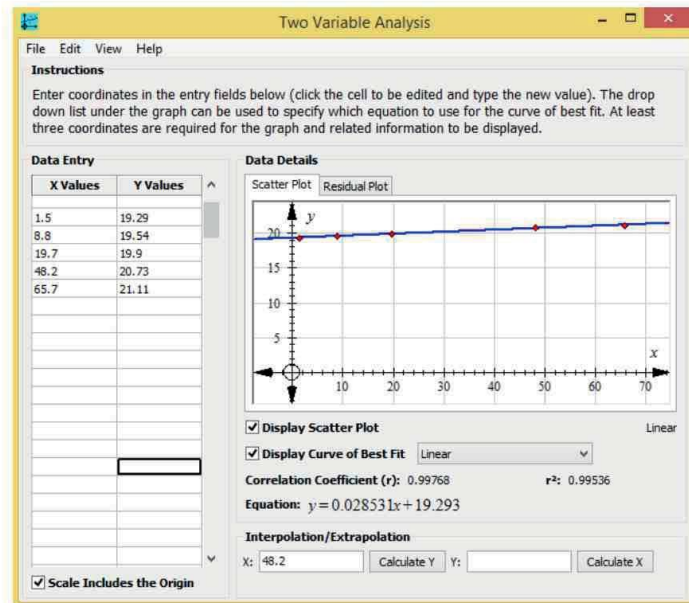
- Datos procesados:

A continuación me dispuse a elaborar las gráficas correspondientes a cada resistencia para poder observar la variación lineal que se produce. Para ello empleé un programa denominado *Two Variable Analysis*.

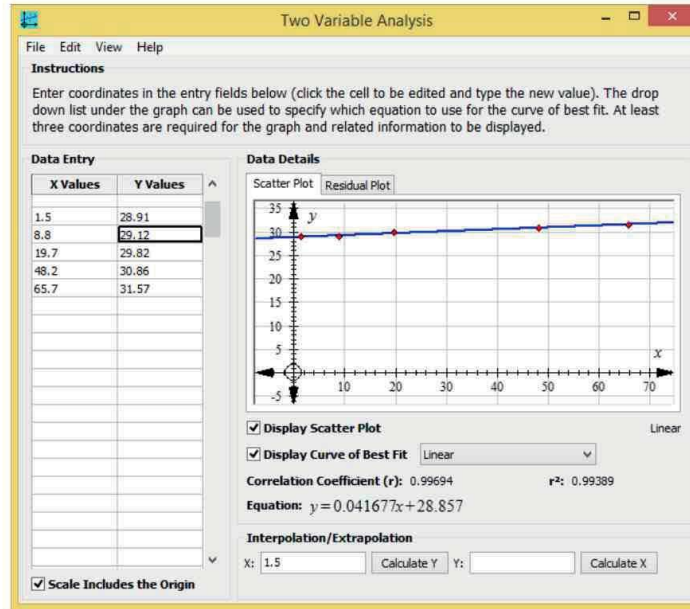
Para la resistencia de 10Ω:



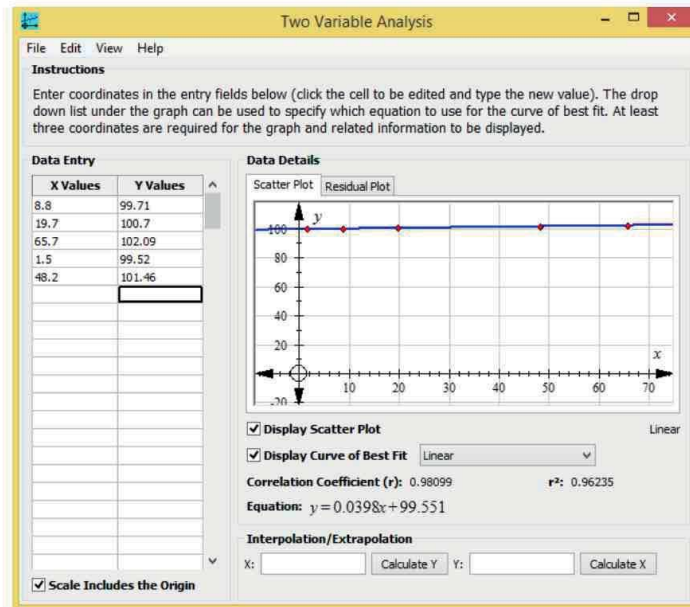
Para la resistencia de 20Ω:



Para la resistencia de 30Ω :



Para la resistencia de 100Ω :



A continuación trataré de averiguar el coeficiente térmico de resistividad para la resistencia de 100Ω y el valor de temperatura 19.7°C según la fórmula:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$100.70 = 100.95 \cdot (1 + \alpha \cdot (19.7 - 23.7))$$

$$\frac{100.70}{100} = 1 + 19.7\alpha$$

$$\frac{\frac{100.70}{100.95} - 1}{-4} = \alpha$$

$$\alpha = 6.25 \cdot 10^{-4} \frac{\Omega}{^{\circ}\text{C}}$$

Una vez calculado, hallaremos su error:

$$\frac{\Delta C}{c} = \frac{\Delta A}{a} + \frac{\Delta B}{b}$$

$$\frac{\Delta C}{0.9975} = \frac{0.01}{100.7} + \frac{0}{100.95}$$

$$\Delta C = 9.91 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{\Delta C}{c} = \frac{\Delta A}{a} + \frac{\Delta B}{b}$$

$$\frac{\Delta C}{-2.5 \cdot 10^{-3}} = \frac{9.91 \cdot 10^{-5}}{0.9975} + \frac{0}{1}$$

$$\Delta C = -2.48 \cdot 10^{-7}$$

$$\frac{\Delta C}{c} = \frac{\Delta A}{a} + \frac{\Delta B}{b}$$

$$\frac{\Delta C}{6.25 \cdot 10^{-4}} = \frac{-2.48 \cdot 10^{-7}}{-2.5 \cdot 10^{-3}} + \frac{0.1}{-4}$$

$$\Delta C = 1.56 \cdot 10^{-5}$$

Por lo tanto el valor final con su error sería:

$$6.25 \cdot 10^{-4} \pm 1.56 \cdot 10^{-5} \frac{\Omega}{^{\circ}\text{C}}$$

A continuación exponemos el valor del error para los 4 valores de resistencia:

	Coeficiente Térmico de Resistividad (α)				
	1.5°C	8.8°C	19.7°C	48.2°C	65.7°C
10 Ω	$2.82 \cdot 10^{-3}$ $\pm 2.01 \cdot 10^{-5}$	$3.17 \cdot 10^{-3}$ $\pm 2.96 \cdot 10^{-5}$	$6.27 \cdot 10^{-3}$ $\pm 1.91 \cdot 10^{-5}$	$1.30 \cdot 10^{-3}$ $\pm 2.63 \cdot 10^{-5}$	$1.43 \cdot 10^{-3}$ $\pm 4.80 \cdot 10^{-5}$
20 Ω	$2.05 \cdot 10^{-3}$ $\pm 3.97 \cdot 10^{-5}$	$2.23 \cdot 10^{-3}$ $\pm 1.67 \cdot 10^{-5}$	$3.84 \cdot 10^{-3}$ $\pm 2.35 \cdot 10^{-5}$	$1.05 \cdot 10^{-3}$ $\pm 1.89 \cdot 10^{-5}$	$1.06 \cdot 10^{-3}$ $\pm 7.23 \cdot 10^{-5}$
30 Ω	$2.26 \cdot 10^{-3}$ $\pm 1.96 \cdot 10^{-5}$	$2.91 \cdot 10^{-3}$ $\pm 9.36 \cdot 10^{-5}$	$5.09 \cdot 10^{-3}$ $\pm 2.75 \cdot 10^{-5}$	$5.64 \cdot 10^{-4}$ $\pm 5.11 \cdot 10^{-5}$	$8.84 \cdot 10^{-4}$ $\pm 4.64 \cdot 10^{-5}$
100 Ω	$6.38 \cdot 10^{-4}$ $\pm 1.84 \cdot 10^{-5}$	$8.24 \cdot 10^{-4}$ $\pm 2.82 \cdot 10^{-5}$	$6.25 \cdot 10^{-4}$ $\pm 1.56 \cdot 10^{-5}$	$2.06 \cdot 10^{-4}$ $\pm 7.46 \cdot 10^{-5}$	$2.69 \cdot 10^{-4}$ $\pm 4.67 \cdot 10^{-5}$

Los formatos elegidos no son los más claros para la comunicación.

- Conclusión:

Para finalizar este trabajo me gustaría recordar el objetivo inicial del mismo, que era observar la variación en la resistencia de un material al variar la temperatura. Como podemos apreciar en las gráficas proporcionadas, se produce una variación lineal de la resistencia, que provoca que esta tienda a decrecer para los valores más bajos de temperatura y a aumentar cuando mayor es la temperatura.

Debido a estos cálculos, podemos apreciar que en este material a medida que disminuye la temperatura también lo hace su resistencia y para temperaturas muy bajas es posible que ciertos materiales posean una resistencia cercana a 0, a lo que llamamos superconductores. Normalmente los materiales suelen tener una temperatura umbral para la que no decrece más su resistencia. Me apasiona el tema de los superconductores y sus utilidades relacionadas con la construcción especialmente ya que mi propósito es ser ingeniero industrial.

No parece conveniente incluir elementos que van más allá del rango en el que se ha trabajado.

Basándonos en la tabla proporcionada en la introducción del escrito, podemos comprobar si el material que compramos en la ferretería se ajusta a los valores teóricos o si por el contrario nos vendieron una aleación más barata. Para ello necesitamos el coeficiente térmico de resistividad que calculamos anteriormente. Suponemos todas las resistencias con las que trabajamos de igual coeficiente ya que son del mismo tipo. Con fundamento en la tabla ya mencionada, podemos afirmar que nuestra resistencia está hecha de Nicrom, una aleación entre Níquel y Cromo cuyo coeficiente térmico de resistividad es $0.0002 \frac{\Omega}{^{\circ}\text{C}}$, tal y como era nuestra intención al comprarlo.

- Límites y mejoras:


Los inconvenientes que encontré a la hora de realizar la práctica fueron los siguientes:

- ✓ Dificultad a la hora de mantener constante la temperatura, ya que para valores muy alejados de la temperatura ambiente, en poco tiempo variaba la temperatura del agua y causaba imprecisión en el experimento.

Como posibles mejoras de cara a realizar este mismo experimento en otra ocasión, propondría lo siguiente:

- ✓ Utilizar diferentes materiales, especialmente no metálicos, para estudiar su comportamiento con la temperatura.
- ✓ Intentar trabajar con temperaturas lo más bajas posibles y ver hasta qué valor decrece la resistencia.

- Fuentes Bibliográficas:

 SAPIENSMAN. Efecto de la temperatura sobre la resistencia [en línea]
<<http://www.sapiensman.com/electrotecnia/problemas3.htm> > [Consulta: 05 de Marzo de 2016]