

Laboratorio 4: Ley de Ohm, Resistencia y Resistividad*

Diego Josué, Cabrera Marroquin, 201701189,^{1, **} Mauricio Xavier , Suarez Castillo , 201700746,^{1, ***} Tulio Jafeth , Pirir Schuman , 201700698,^{1, ****} Leonel Antonio , González García , 201709088,^{1, *****} and David José , Mérida Maldonado , 201131953^{1, *****}

¹Facultad de Ingeniería Departamento de Física, Universidad de San Carlos, Edificio T1, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala.

Se determinó la resistividad de un material desconocido para diferentes longitudes, para realizar un contraste entre el valor teoría y el valor experimental; Se realizó la medición con un amperímetro y voltímetro a un material desconocido, donde se observó la relación que tiene el voltaje con la corriente en diferentes longitudes y la resistencia, utilizando la ley de ohm se observó un comportamiento lineal de las gráficas. Con la gráfica de resistencia versus longitud, se determinó el valor experimental del material desconocido con el cual se trabajó este experimento y se concluyó que si cumplió con la teoría ya que el valor no poseía una discrepancia alta contrastado con el valor teórico.

I. OBJETIVOS

A. Generales

- Determinar experimentalmente la resistividad de un alambre conductor.

B. Específicos

- * Analizar el comportamiento del voltaje en función de la corriente en diferentes longitudes para el alambre conductor.
- * Analizar el comportamiento de la resistencia del alambre conductor en función de la longitud.
- * Determinar el material del alambre conductor

La ley de Ohm establece que la corriente I en un material conductor es proporcional a la diferencia de potencial ΔV aplicada en sus extremos; la constante de proporcionalidad se denomina resistencia, R del material, o sea:

$$\Delta V = IR(1)$$

Donde la resistencia de un alambre se puede determinar mediante:

$$R = \rho \frac{L}{A}(2)$$

II. MARCO TEÓRICO

A. Cálculo experimental de la resistencia de un alambre conductor para diferentes longitudes

El paso de electrones a través de un material conductor no se encuentra libre de obstáculos, realizándose choques inelásticos con otras partículas atómicas, habiendo pérdida de energía. Tal pérdida de energía por unidad de carga se conoce como una caída de potencial a través del material, y depende de cada material. El físico alemán George Ohm descubrió experimentalmente que existe una relación entre la corriente en el material y la caída de potencial.

Donde ρ es la resistividad del material cuya dimensionales vienen dadas en $[\Omega \cdot m]$ la cual es una propiedad única para cada material y determina que tan conductor o aislante es el material, A es el área transversal del alambre y L es la longitud del alambre, al inverso de esta cantidad se le suele llamar conductividad

$$J = \frac{1}{\rho}(3)$$

analizando la ecuación anterior es evidente que si la resistividad de un material es muy grande la conductividad será muy pequeña eso quiere decir que se trata de un material aislante, mientras que si la resistividad es muy pequeña la conductividad será muy alta por lo que se trata de un material conductor.

* Laboratorios de Física

** e-mail: 2995506210101@ingenieria.usac.edu.gt

*** e-mail: 3005887120101@ingenieria.usac.edu.gt

**** e-mail: 30387348501101@ingenieria.usac.edu.gt

***** e-mail: 3636192320115@ingenieria.usac.edu.gt

***** e-mail: 2373368631201@ingenieria.usac.edu.gt

Resistividad de algunas sustancias a 20 °C			
	Sustancia	r (W·m)	Coficiente de temperatura (K ⁻¹)
Conductores	Plata	$1.59 \cdot 10^{-8}$	$3.8 \cdot 10^{-3}$
	Cobre	$1.67 \cdot 10^{-8}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$
	Oro	$2.35 \cdot 10^{-8}$	$3.4 \cdot 10^{-3}$
	Aluminio	$2.65 \cdot 10^{-8}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$
	Wolframio	$5.65 \cdot 10^{-8}$	$4.5 \cdot 10^{-3}$
	Niquel	$6.84 \cdot 10^{-8}$	$6.0 \cdot 10^{-3}$
	Hierro	$9.71 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-3}$
	Platino	$10.6 \cdot 10^{-8}$	$3.93 \cdot 10^{-3}$
	Plomo	$20.65 \cdot 10^{-8}$	$4.3 \cdot 10^{-3}$
Semiconductores	Silicio	4300	$-7.5 \cdot 10^{-2}$
	Germanio	0.46	$-4.8 \cdot 10^{-2}$
Aislantes	Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$	
	Cuarzo	$7.5 \cdot 10^{17}$	
	Azufre	10^{13}	
	Teflón	10^{13}	
	Caucho	$10^{13} - 10^{18}$	
	Madera	$10^8 - 10^{11}$	
	Diamante	10^{11}	

Figura 1: Tabla de resistividad de algunos materiales

III. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Materiales y equipo utilizado

- * 1 fuente de alimentación DC 33032
- * 4 alambres de conexión: 2 (banana-lagarto, negro-rojo) y 2 (lagarto-lagarto).
- * 1 alambre conductor, sobre una regla de 10 cm.
- * 2 multímetros.
- * 1 Potenciómetro (reostato o resistencia variada).

B. Magnitududes físicas a medir

- * Voltajes y corrientes para un alambre conductor a diferentes longitudes.
- * Longitudes variables de un alambre conductor.

C. Procedimiento

- * Se armo el circuito como se muestra a continuación:

- * Como la fuente no empieza desde cero volt, se utilizo un reóstato para crear un divisor de voltaje y poder empezar desde cero, por lo tanto el voltaje de la fuente permanecera fijo y se moverá la perilla del reostato para hacer variar el voltaje.
- * Posteriormente se selecciono un voltaje por medio del reostato, y se procedio a medir el voltaje y la corriente que pasa por el alambre para las siguientes longitudes: 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 cm.
- * Se anotaron los datos en la tabla de datos suministrada.
- * Luego se repitio el paso anterior para los 6 diferentes voltajes.

IV. RESULTADOS

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.4m

Cuadro I: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 0.4m)

L=0.400 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.30	0.13
0.70	0.33
1.00	0.45
0.50	0.24
0.80	0.38
0.1	0.05

En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.4m y se obtuvo una resistencia de 1.175 ± 0.036

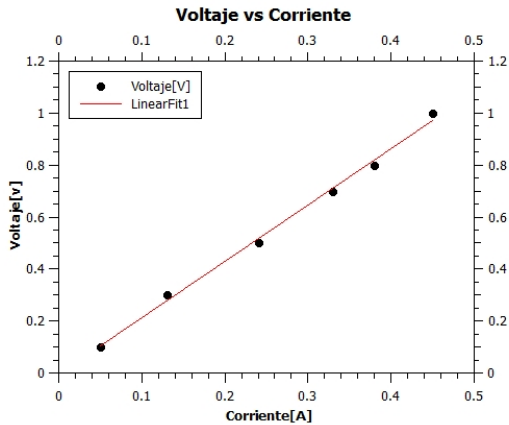


Figura 2: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.5m

Cuadro II: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 0.5m)

L=0.500 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.10	0.04
0.20	0.08
0.40	0.16
0.61	0.24
0.80	0.31
1	0.39

En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.5m y se obtuvo una resistencia de 1.716 ± 0.044

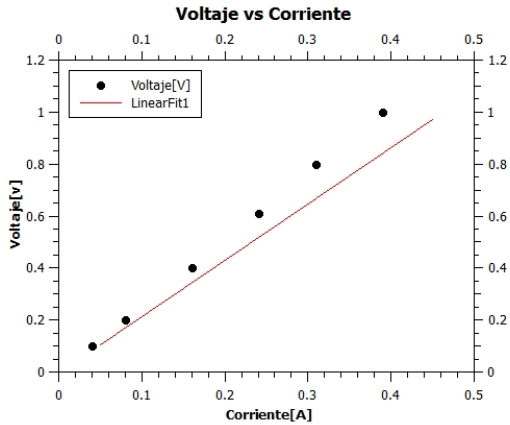


Figura 3: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.6m

Cuadro III: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 0.6m)

L=0.600 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.10	0.07
0.20	0.08
0.40	0.15
0.60	0.23
0.80	0.31
1.00	0.39

En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.6m y se obtuvo una resistencia de 1.939 ± 0.038

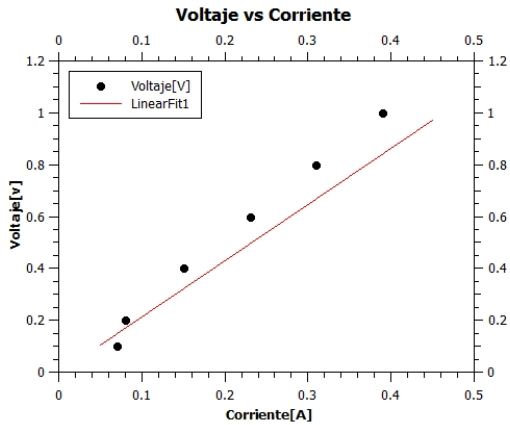


Figura 4: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.7m
En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.7m y se obtuvo una resistencia de 2.461 ± 0.065

Cuadro IV: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 0.7m)

L=0.700 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.16	11.87
0.22	17.02
0.39	81.8
0.60	126.1
0.83	177.2
1.00	0.33

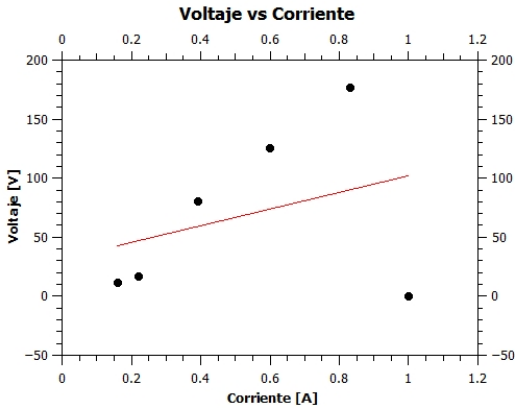


Figura 5: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.8m

Cuadro V: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 0.8m)

L=0.800 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.10	6.41
0.22	15.50
0.40	74.4
0.59	110.4
0.81	150.8
1.01	169.2

En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.8m y se obtuvo una resistencia de 2.302 ± 0.024

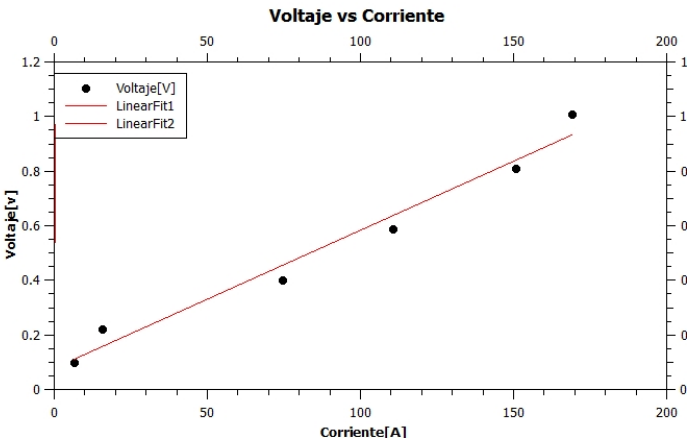


Figura 6: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.9m

Cuadro VI: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 0.9m)

L=0.900 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.10	20.8
0.21	43.0
0.43	85.4
0.61	122.5
0.81	161.2
0.98	195.2

En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 0.9m y se obtuvo una resistencia de 2.404 ± 0.024

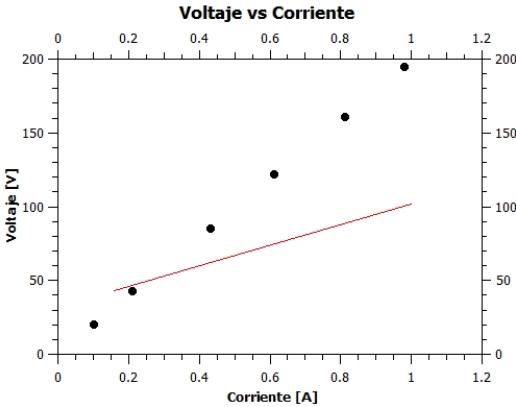


Figura 7: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 1m
En la siguiente gráfica se encuentran las medidas de Voltaje y Corriente teniendo un alambre de longitud 1m y se obtuvo una resistencia de 2.639 ± 0.020

Cuadro VII: Voltaje[V]Corriente[A](Alambre longitud 1m)

L=1.000 ± 0.001	
Voltaje(V)	Corriente (A)
0.11	19.7
0.21	36.8
0.40	68.9
0.60	104.6
0.80	139.8
1.00	175.8

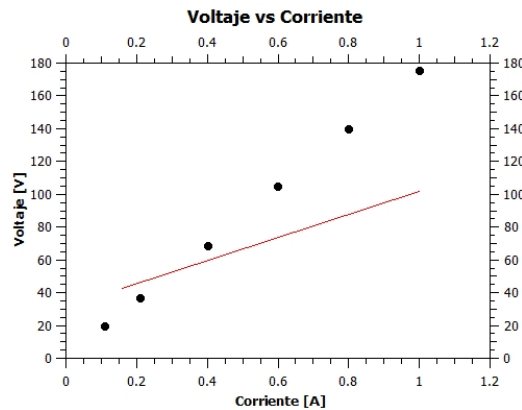


Figura 8: Voltaje vs Corriente

En la siguiente tabla se encuentran los valores obtenidos de las Resistencias y sus longitudes respectivas

Cuadro VIII: Longitud[m] - Resistencia[R]

Resistencia (Ω)	Longitud (m)
2.157	0.400
2.559	0.500
2.565	0.600
4.789	0.700
5.650	0.800
5.012	0.900
5.714	1.000

Aquí se encuentran la grafica entre la longitud del cable y la Resistencia

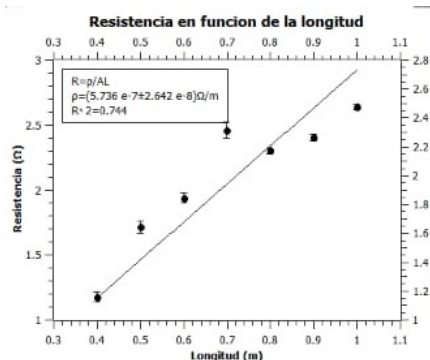


Figura 9: Resistencia vs Longitud

En la siguiente tabla se muestra el valor experimental y el valor teórico de la resistividad del Constantán

Cuadro IX: Resistividad del Constantán

Material: Constantán	
	Resistividad (Ω/m)
Valor Teórico	49*10-8
Valor Experimental	6 *10-7 ± 3 *10-8

En la siguiente gráfica se muestra el diagrama de incertezas de la resistividad de Constantán

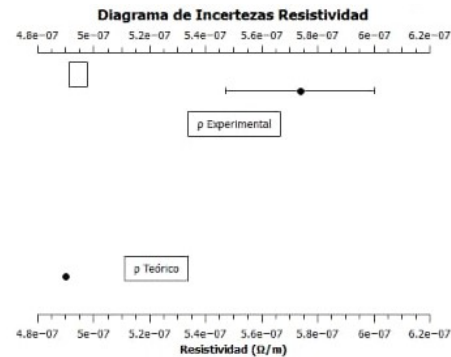


Figura 10: Gráfica de incertezas de la resistividad del Constantán

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se puede observar claramente (Figura 1) la resistencia de los alambres conductores son proporcionales a la longitud del alambre calculado, entre más largo sea mayor será la resistencia del mismo. Se deduce que las gráficas que relacionan el voltaje con la corriente, siempre se comportan de manera lineal. Como se puede observar en la tabla 9 la comparación entre las resistividades y se logra comprobar que a pesar de una ligera discrepancia está dentro del rango incerteza aceptable del Wolframio, la variación aunque fuese mínima puede deberse a la temperatura en la que se encontraba el material al momento de realizarse pruebas sobre este mismo.

VI. CONCLUSIONES

1. El voltaje no parece ser afectado significativamente por la longitud que posea el alambre por lo que el voltaje es independiente a la longitud de dicho alambre
2. Como se observa claramente la resistencia aumenta proporcionalmente a la longitud del alambre esto se puede confirmar viendo la ecuación 2
3. Al contrastar resistividad teórica vs la resistividad experimental de un material desconocido podemos afirmar que el experimento cumplió con la teoría

dado que los resultados no poseen discrepancia alta; esto se puede confirmar al ver el diagrama de incerteza de resistividad dado que el intervalo entre cada calor es pequeño.

VII. ANEXOS

```
[17/06/2022 18:26:21      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 1.3000000000000e-01 to x = 5.0000000000000e-02
a = 2.1565315311896e+00 +/- 2.8377484609646e-02

Chi^2/dof = 4.2905405405405e-04
R^2 = 0.9961230055357
Adjusted R^2 = 0.9951537569196
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.02071362001327
RSS (Residual Sum of Squares) = 0.00214527027027

Iterations = 2
Status = success
```

Figura 11: Fit
líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente (Alambre
longitud 0.4m)

```
[17/06/2022 18:31:36      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 4.0000000000000e-02 to x = 3.9000000000000e-01
a = 2.5586328815518e+00 +/- 1.0390310316309e-02

Chi^2/dof = 3.6641131408368e-05
R^2 = 0.9996997038814
Adjusted R^2 = 0.9996246298517
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.006053191836409
RSS (Residual Sum of Squares) = 0.000183205670418

Iterations = 2
Status = success
```

Figura 12: Fit
líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente (Alambre
longitud 0.5m)

```
[17/06/2022 18:35:51      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 7.0000000000000e-02 to x = 3.9000000000000e-01
a = 2.5649447595769e+00 +/- 6.3313745169520e-02

Chi^2/dof = 1.3424902956106e-03
R^2 = 0.9889658331868
Adjusted R^2 = 0.9862072914835
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.0366400094925
RSS (Residual Sum of Squares) = 0.006712451478053

Iterations = 2
Status = cannot reach the specified tolerance in F
```

Figura 13: Fit
líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente (Alambre
longitud 0.6m)

```
[17/06/2022 18:40:56      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 1.1870000000000e+01 to x = 3.3000000000000e-01
a = 4.7886319014001e-03 +/- 1.9427404337277e-03

Chi^2/dof = 2.0540539567345e-01
R^2 = -0.8070855924351
Adjusted R^2 = -1.258856990544
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.4532167204257
RSS (Residual Sum of Squares) = 1.027026978367

Iterations = 2
Status = success
```

Figura 14: Fit

líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente (Alambre
longitud 0.7m)

```
[17/06/2022 18:43:28      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 6.4100000000000e+00 to x = 1.6920000000000e+02
a = 5.6503332616783e-03 +/- 2.8331709118047e-04

Chi^2/dof = 5.5685631584661e-03
R^2 = 0.9543473082956
Adjusted R^2 = 0.9429341353695
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.07462280588712
RSS (Residual Sum of Squares) = 0.02784281579233

Iterations = 2
Status = success
```

Figura 15: Fit
líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente
(Alambre longitud 0.8m)

```
[17/06/2022 18:46:26      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 2.0800000000000e+01 to x = 1.9520000000000e+02
a = 5.0121501715492e-03 +/- 1.3020306768138e-05

Chi^2/dof = 1.5032002537963e-05
R^2 = 0.9998713747644
Adjusted R^2 = 0.9998392184555
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.003877112654794
RSS (Residual Sum of Squares) = 7.516001268982e-05

Iterations = 2
Status = success
```

Figura 16: Fit
líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente (Alambre
longitud 0.9m)

```
[17/06/2022 18:48:15      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: a*x
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 1.9700000000000e+01 to x = 1.7580000000000e+02
a = 5.7138012486215e-03 +/- 1.4727570163928e-05

Chi^2/dof = 1.4723344212274e-05
R^2 = 0.9998760243835
Adjusted R^2 = 0.9998450304794
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.003837101016689
RSS (Residual Sum of Squares) = 7.361672106137e-05

Iterations = 2
Status = success
```

Figura 17: Fit
líneal de la gráfica Voltaje vs Corriente
(Alambre longitud 1m)

```
[17/06/2022 19:03:32      Plot: "Graph1"]
Non-linear Fit of dataset: Table1_2, using function: b*x/a
Weighting Method: No weighting
Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0.0001
From x = 2.1570000000000e+00 to x = 5.7140000000000e+00
a = 2.1738817797747e+00 +/- 1.9918834411622e+08
b = 3.4584493847650e-01 +/- 3.1689064863245e+07

Chi^2/dof = 1.3154718749935e-02
R^2 = 0.7494339285727
Adjusted R^2 = 0.6492075000017
RMSE (Root Mean Squared Error) = 0.1146940222938
RSS (Residual Sum of Squares) = 0.07892831249961

Iterations = 18
Status = iteration is not making progress towards solution
```

Figura 18: Fit
líneal de la gráfica Resistencia y
Longitud del cable

[1] Álvarez, W. (2021) Manual de Laboratorio de Física 2. Facultad de Ingeniería, USAC. pp.3-11.

[2] Barragán, Marcelino García (Desconocida) Manual infor-

- mativo HETPRO. HETPRO tutoriales, Guadalajara, Jalisco, México. pp.1-3.
- [3] Haley, S. (Febrero 1983). The circuit Theorem and Its Generalization to linear Algebraic Systems. Education IEEE Transactions on, vol.26, No.1. (2020).
- [4] Nahvi, M., Edminister, J. (Cuarta edición). (2003). McGraw-Hill. (2020).
- [5] Grossman, S. (Segunda edición). (1987). Álgebra lineal. México: Grupo Editorial Iberoamericana. (2020).