

Memoria Tecnicas IV Sólido: Resistividad de Placas

Daniel Vázquez Lago

4 de abril de 2025

Índice

1. Objetivos	2
2. Procedimiento a la medida	2
2.1. Notación de las disposiciones	2
3. Material óhmico	2
4. Calculo de la resistivdad del material	3
5. Resultados	3
5.1. Disposición 1	4
5.2. Disposición 2	5
5.3. Disposición 3	6
5.4. Disposición 4	7
5.5. Disposición 5	7
5.6. Disposición 6	8
5.7. Comparación de los valores de la resistividad	9
5.8. ¿Dependencia con la disposición?	10
5.9. ¿Dependencia con el voltaje?	11
6. Conclusiones	12
A. Tablas:	13
B. Disposiciones	14

1. Objetivos

El principal objetivo es determinar la resistividad eléctrica del material de la placa de espesor 1 mm, y luego identificar el metal.

2. Procedimiento a la medida

Esta es la parte puramente experimental. Lo que hacemos es inyectar una corriente por dos terminales cualquiera (1,2,3,4), [fig. 1](#), midiendo la diferencia de voltaje por otras dos. Nosotros realizamos 4 medidas de Intensidad-Voltaje (tal que $I \leq 4$ A y $V \leq 1$ mV) en 6 diferentes disposiciones. Realizar 4 medidas, que nosotros tomamos desde 1.5 A a 3.0 A con un intervalo de 0.5 A, es suficiente para comprobar que efectivamente es un material óhmico, que es la única exigencia que vamos a realizar para el análisis posterior. Dado que el cálculo de la resistividad se realiza con un solo valor del voltaje para cada disposición no será un problema tener pocas medidas (al menos en comparación con otras prácticas).

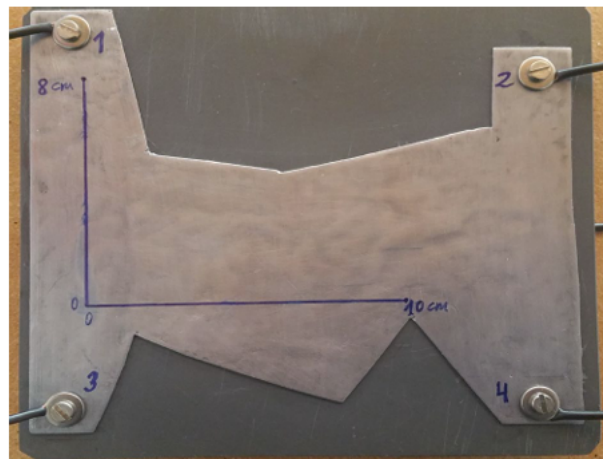


Figura 1: imagen de la placa dentada que vamos a usar con los diferentes terminales.

Como realizamos la digitalización o la simulación es un, ciertamente, innecesario, ya que todo lo que realizamos está en el guión de la práctica.

2.1. Notación de las disposiciones

Para denotar las disposiciones de ahora en adelante vamos a usar el siguiente código. Denotamos por disposición a $I(a, b)V(c, d)$ donde a, b, c, d son números del 1 al 4, que corresponderán a las entradas y salidas de voltaje. Por ejemplo, $I(1, 4)V(2, 3)$ indica que I^+ estaba en la terminal 1, I^- en 4, V^+ en 2 y V^- en 3 [1].

3. Material óhmico

Como podemos ver en las gráficas los resultados obtenidos indican un comportamiento claramente lineal entre intensidad y voltaje. En las gráficas representamos los puntos experimentales y el ajuste lineal, con los parámetros incluidos en la propia gráfica tal que:

$$y(x) = p_0 + p_1 \cdot x \quad (1)$$

concluyendo que efectivamente es un **material óhmico** y que por tanto podemos obtener σ_{exp} a través del desarrollo teórico.

4. Calculo de la resistividad del material

Como ya hemos indicado, nosotros vamos a medir voltajes para una entrada particular de intensidad, queriendo calcular la resistividad del material, por lo que la información importante será $(V_{\text{exp}}, \sigma_{\text{exp}})$, siendo σ_{exp} la que queremos calcular. Los valores que nos va a dar la simulación son pares de $(V_{\text{simu}}, \sigma_{\text{simu}})$ siendo la intensidad I_{exp} y I_{simu} iguales, en una experimental y en otra un parámetro que introducimos a mano. Dado que la ley de Ohm $V \propto \rho = 1/\sigma$ que hemos comprobado que el material sigue:, podemos suponer que $V \times \sigma = \text{cte}$, y por tanto se debe verificar que:

$$V_{\text{exp}} \times \sigma_{\text{exp}} = V_{\text{simu}} \times \sigma_{\text{simu}} \quad (2)$$

tal que:

$$\sigma_{\text{exp}} = \frac{V_{\text{simu}}}{V_{\text{exp}}} \times \sigma_{\text{simu}} \quad (3)$$

Recordamos que la **resistividad** σ se mide en $[\Omega \cdot m]$ y que su inversa es la **conductividad** denotada por γ :

$$\gamma = \frac{1}{\sigma} \quad (4)$$

que se mide en $[S/m]$.

La intensidad que nosotros medimos en el lab no es igual al parámetro que nos pide agros. El funcionamiento de agros es un poco complicado, ya que modeliza una terminal como un círculo formado por 4 segmentos, de tal modo que nosotros tenemos que introducir la corriente por segmento, así pues el I que vamos a introducir está dividido por 4. Sin embargo todavía falta algo, agros no pide el valor de la intensidad I en amperios, tenemos que darle el valor de la densidad de corriente $J[A/m^2]$, por lo que vamos a introducir el valor de I dividido entre 4 y por el espesor y el tamaño de uno de los segmentos. Por suerte el espesor d nos lo dan en el guión y lo tomaremos por un valor constante sin incertidumbre:

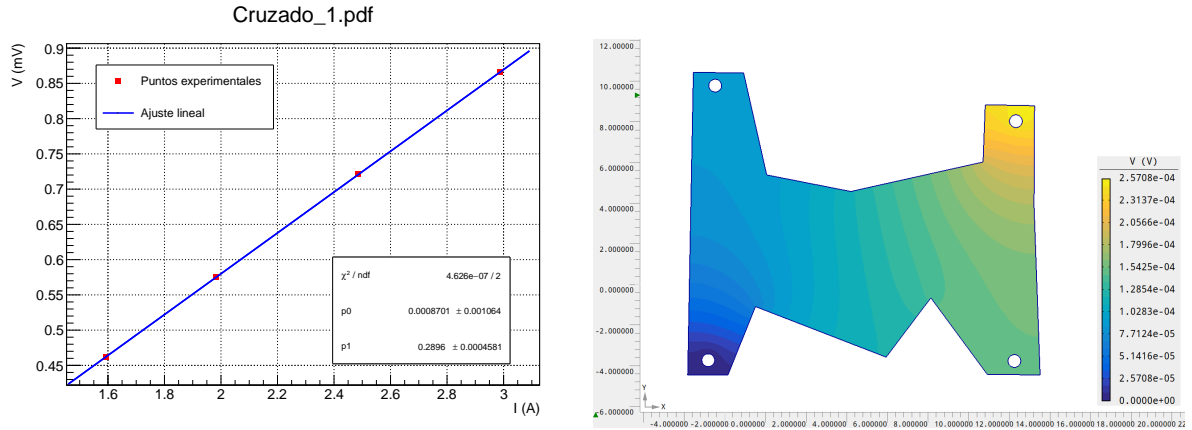
$$d = 1 \text{ mm} \quad (5)$$

Dado que la longitud de cada segmento dependerá de la modelización, y eso variará en función de la parte de la práctica en la que estemos, ya que como veremos, es una de las grandes fuentes de incertidumbre.

5. Resultados

Los resultados los evaluaremos disposición a disposición, ya que cada una de ellas tiene bastantes tablas y figuras, por lo que vemos conveniente usarlas todas juntas.

5.1. Disposición 1



Los valores experimentales tal que ΔV_{exp} , I_{exp} y J_{exp} , usando que $r =$ tenemos:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
2.988	0.8660	15.184

Tabla 1: Tabla de la valores para la disposición 1 con $r = 0.313$ cm

Dado que no podemos calcular directamente ΔV_{simu} ya que alrededor de las terminales varía un poco el voltaje (véase imagen) tal que mediremos varios V_+ y V_- simulados, obteniendo una media (y su incertidumbre) y así $\Delta V_{\text{simu}} = \bar{V}_+ - \bar{V}_-$. Así pues:

V_+ [mV]	0.08664	0.08663	0.08667	0.08664	\bar{V}_+	0.1537	\bar{V}_-	0.08665	dV
V_- [mV]	0.1537	0.1535	0.1536	0.1538					0.06700

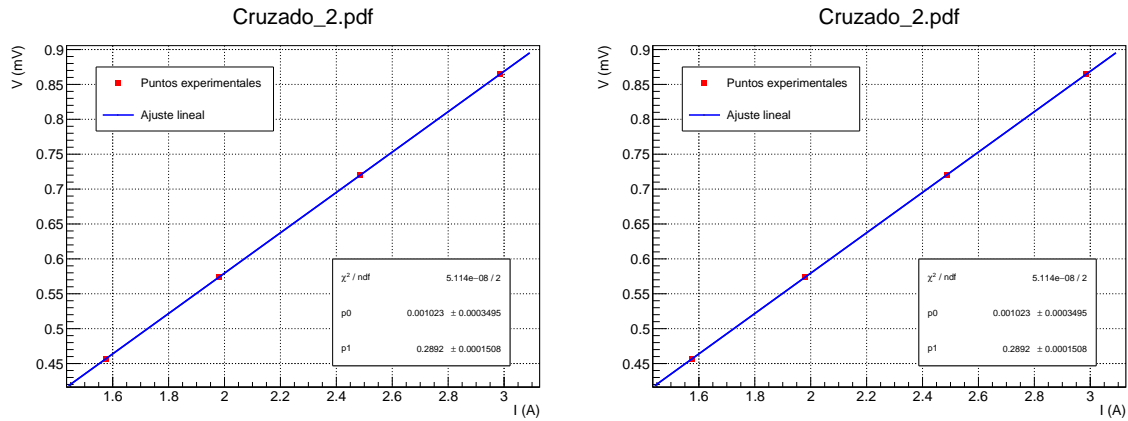
Tabla 2: Tabla de la valores para la disposición 1 de V_+ y V_-

y el valor de la resistividad es:

σ [S/cm]	ρ [Ω cm]
46386	0.0000216

Tabla 3: Tabla de la valores para la disposición 1 de σ y ρ

5.2. Disposición 2



Los valores experimentales tal que ΔV_{exp} , I_{exp} y J_{exp} , usando que $r =$ tenemos:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
2.986	0.8648	15.174

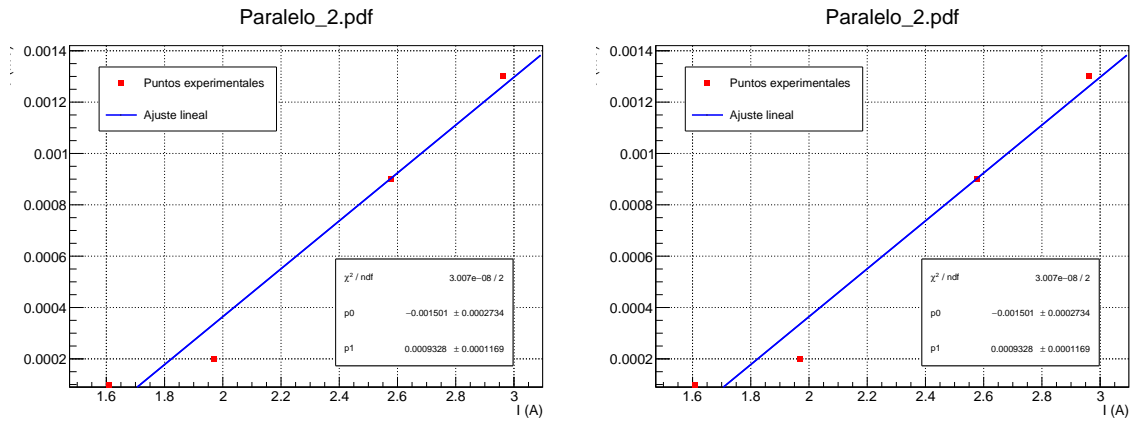
Tabla 4: Tabla de la valores para la disposición 2 con $r = 0.313$ cm

Dado que no podemos calcular directamente ΔV_{simu} ya que alrededor de las terminales varía un poco el voltaje (véase imagen) tal que mediremos varios V_+ y V_- simulados, obteniendo una media (y su incertidumbre) y así $\Delta V_{\text{simu}} = \bar{V}_+ - \bar{V}_-$. Así pues:

Tal que ΔV_{simu} es:

y luego, el valor de la resistividad es:

5.3. Disposición 3



Los valores experimentales tal que ΔV_{exp} , I_{exp} y J_{exp} , usando que $r =$ tenemos:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
3.051	0.0022	15.504

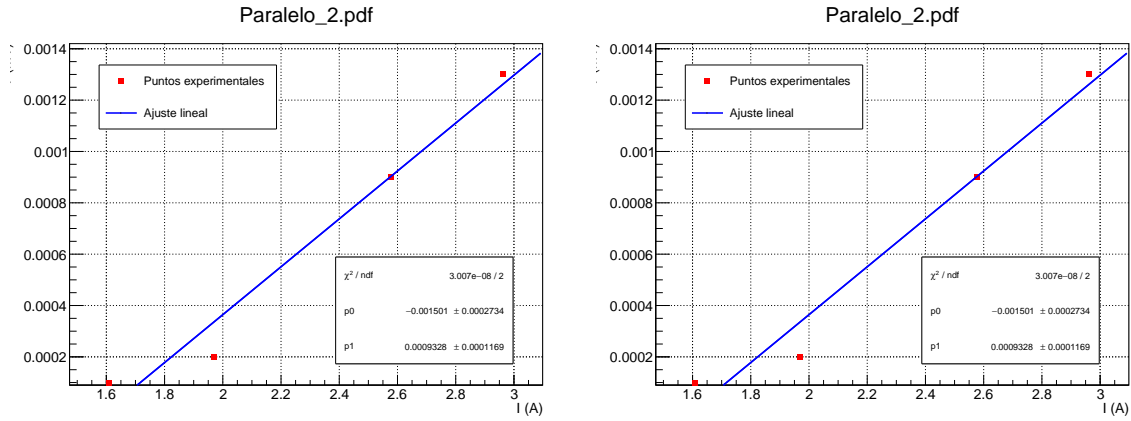
Tabla 5: Tabla de la valores para la disposición 3 con $r = 0.313$ cm

Dado que no podemos calcular directamente ΔV_{simu} ya que alrededor de las terminales varía un poco el voltaje (véase imagen) tal que mediremos varios V_+ y V_- simulados, obteniendo una media (y su incertidumbre) y así $\Delta V_{\text{simu}} = \bar{V}_+ - \bar{V}_-$. Así pues:

Tal que ΔV_{simu} es:

y luego, el valor de la resistividad es:

5.4. Disposición 4



Los valores experimentales tal que ΔV_{exp} , I_{exp} y J_{exp} , usando que $r =$ tenemos:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
2.963	0.0013	15.057

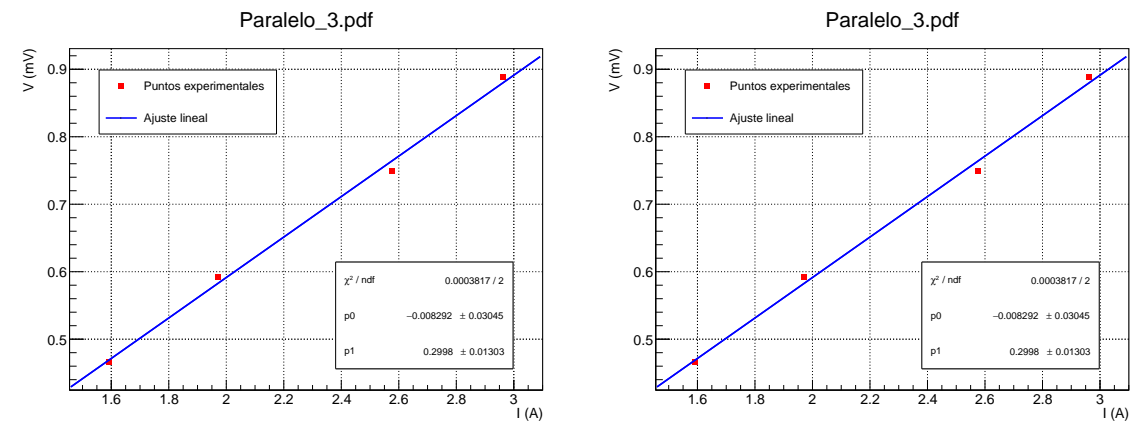
Tabla 6: Tabla de la valores para la disposición 4 con $r = 0.313$ cm

Dado que no podemos calcular directamente ΔV_{simu} ya que alrededor de las terminales varía un poco el voltaje (véase imagen) tal que mediremos varios V_+ y V_- simulados, obteniendo una media (y su incertidumbre) y así $\Delta V_{\text{simu}} = \bar{V}_+ - \bar{V}_-$. Así pues:

Tal que ΔV_{simu} es:

y luego, el valor de la resistividad es:

5.5. Disposición 5



Los valores experimentales tal que ΔV_{exp} , I_{exp} y J_{exp} , usando que $r =$ tenemos:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
2.963	0.8884	15.057

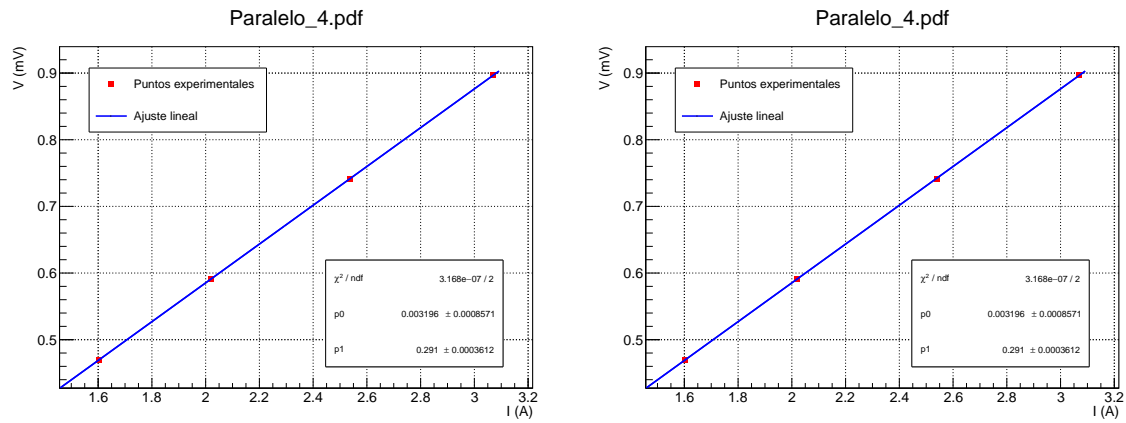
Tabla 7: Tabla de la valores para la disposición 5 con $r = 0.313$ cm

Dado que no podemos calcular directamente ΔV_{simu} ya que alrededor de las terminales varía un poco el voltaje (véase imagen) tal que mediremos varios V_+ y V_- simulados, obteniendo una media (y su incertidumbre) y así $\Delta V_{\text{simu}} = \bar{V}_+ - \bar{V}_-$. Así pues:

Tal que ΔV_{simu} es:

y luego, el valor de la resistividad es:

5.6. Disposición 6



Los valores experimentales tal que ΔV_{exp} , I_{exp} y J_{exp} , usando que $r =$ tenemos:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
3.070	0.8969	15.600

Tabla 8: Tabla de la valores para la disposición 6 con $r = 0.313$ cm

Dado que no podemos calcular directamente ΔV_{simu} ya que alrededor de las terminales varía un poco el voltaje (véase imagen) tal que mediremos varios V_+ y V_- simulados, obteniendo una media (y su incertidumbre) y así $\Delta V_{\text{simu}} = \bar{V}_+ - \bar{V}_-$.

5.7. Comparación de los valores de la resistividad

Para calcular los valores de la resistividad, tal y como hemos dicho, tenemos que realizar varias simulaciones en cada uno de los casos, obteniendo 6 valores de la resistividad. En principio $\sigma \neq \sigma(V)$, por lo que podríamos coger cualquier valor de V para cada una de las simulaciones. En la siguiente tabla presentamos cada uno de los valores que vamos a coger de V , I , J y σ , en función de la disposición:

5.8. ¿Dependencia con la disposición?

En esta sección vamos a ver como cambia la resistividad con ciertos valores de la resistividad.

5.9. ¿Dependencia con el voltaje?

En esta sección vamos a estudiar la resistividad con diferentes valores del voltaje.

6. Conclusiones

A. Tablas:

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
1.593	0.4624	8.095
1.984	0.5748	10.082
2.486	0.7210	12.633
2.988	0.8660	15.184

Tabla 9: Tabla de la valores para la disposición 1 con $r = 0.313$ cm

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
1.576	0.4570	8.009
1.979	0.5733	10.056
2.486	0.7200	12.633
2.986	0.8648	15.174

Tabla 10: Tabla de la valores para la disposición 2 con $r = 0.313$ cm

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
1.575	0.0009	8.003
2.020	0.0014	10.265
2.490	0.0017	12.653
3.051	0.0022	15.504

Tabla 11: Tabla de la valores para la disposición 3 con $r = 0.313$ cm

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
1.609	0.0001	8.176
1.970	0.0002	10.011
2.576	0.0009	13.090
2.963	0.0013	15.057

Tabla 12: Tabla de la valores para la disposición 4 con $r = 0.313$ cm

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
1.592	0.4667	8.090
1.970	0.5915	10.011
2.576	0.7491	13.090
2.963	0.8884	15.057

Tabla 13: Tabla de la valores para la disposición 5 con $r = 0.313$ cm

I [A]	V [mV]	J [A/cm ²]
1.603	0.4700	8.146
2.020	0.5908	10.265
2.539	0.7418	12.902
3.070	0.8969	15.600

Tabla 14: Tabla de la valores para la disposición 6 con $r = 0.313$ cm

B. Disposiciones

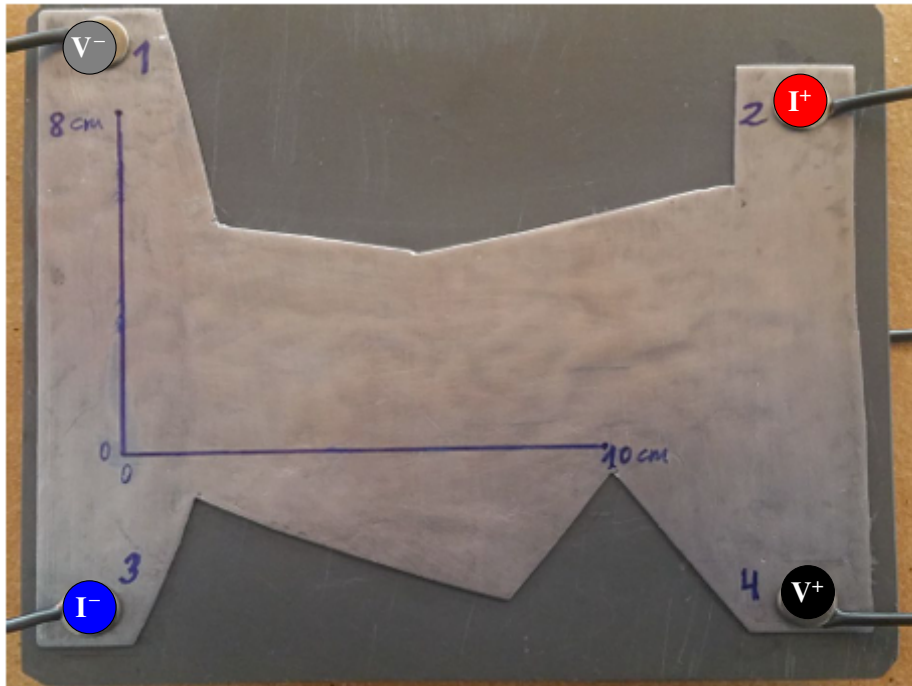


Figura 8: Primera disposición usada: cruzada 1.

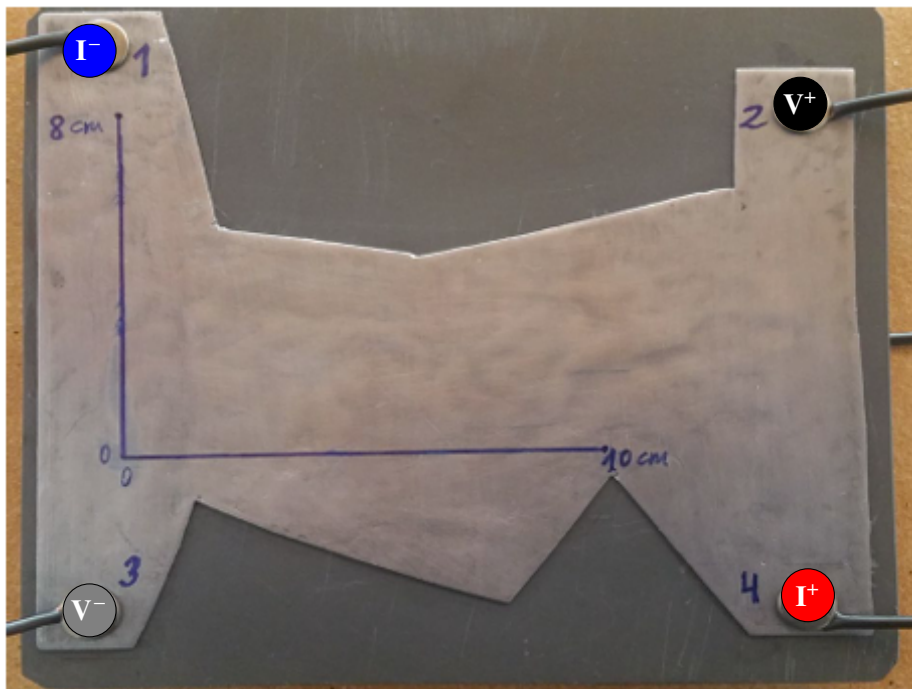


Figura 9: Segunda disposición usada: cruzada 2.

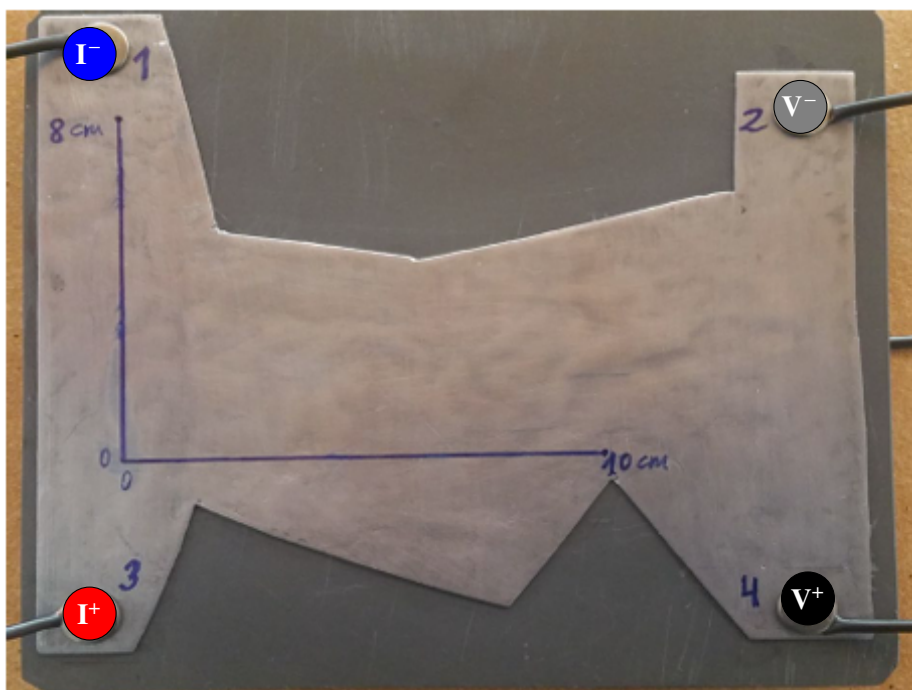


Figura 10: Tercera disposición usada: paralela 1.

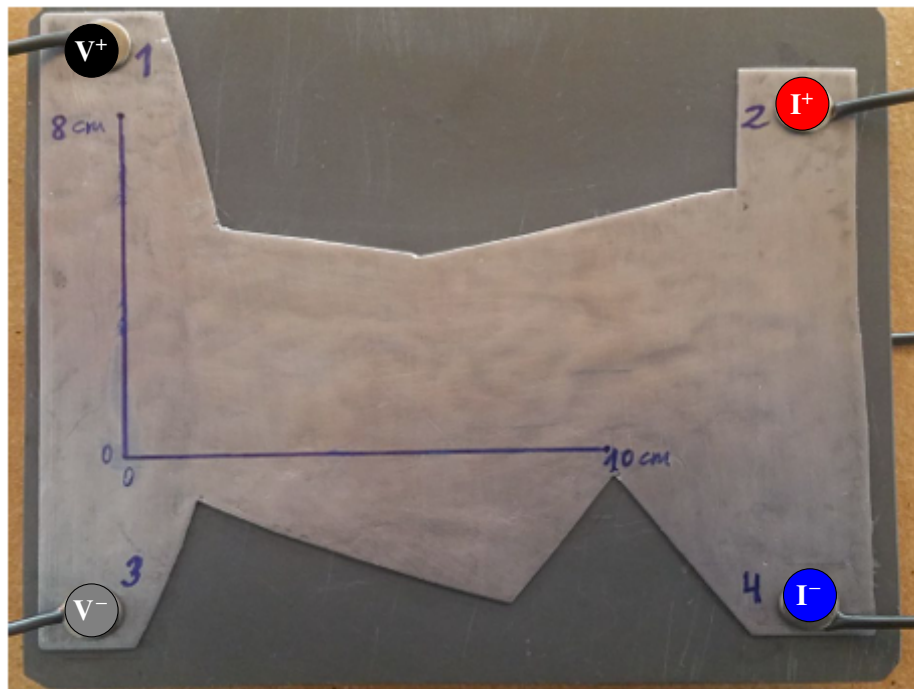


Figura 11: Cuarta disposición usada: paralela 2.

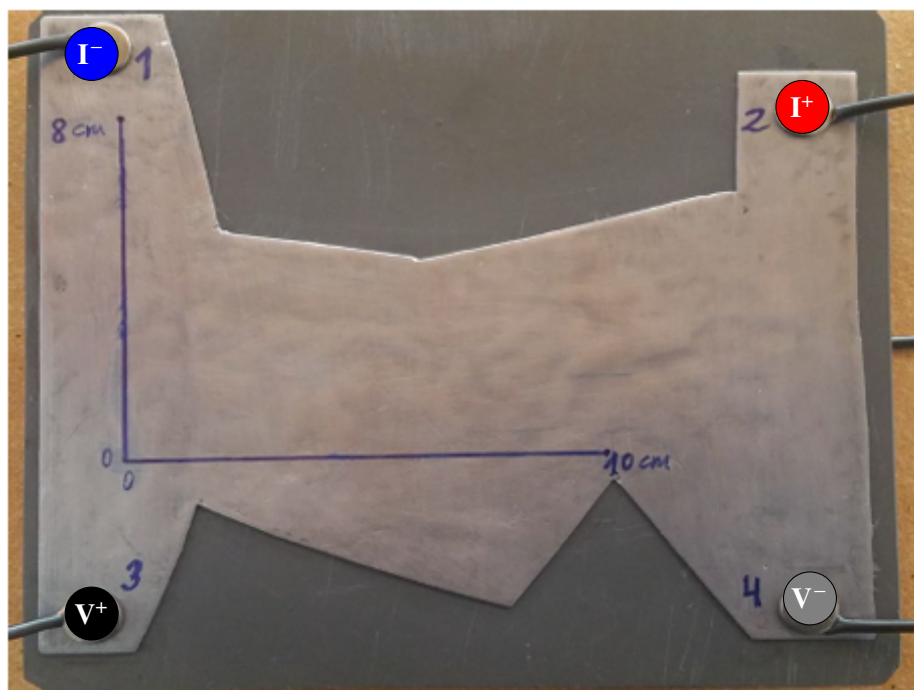


Figura 12: Quinta disposición usada: paralela 3.

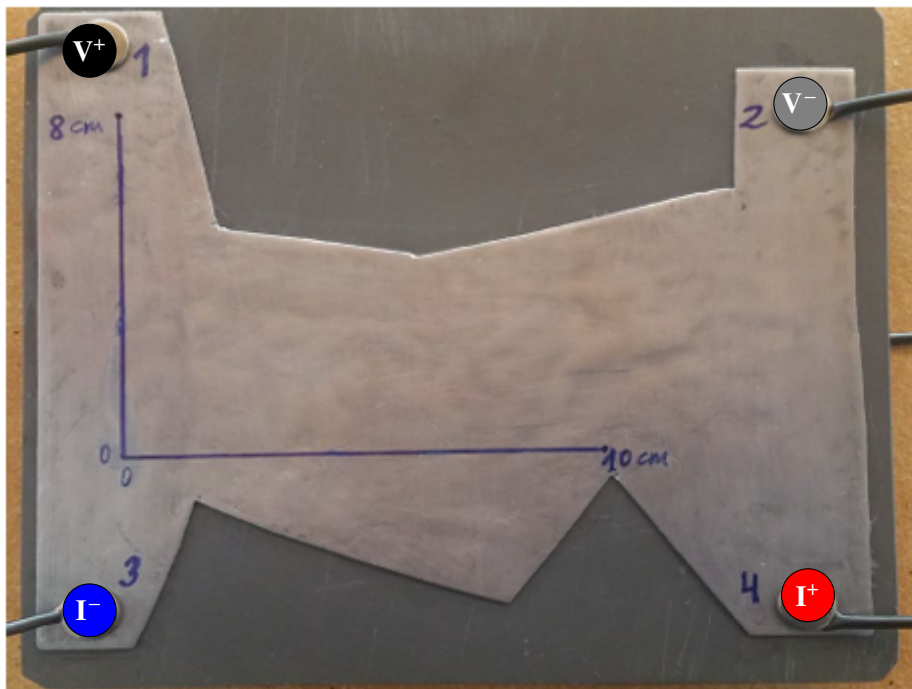


Figura 13: Sexta disposición usada: paralela 4.

Referencias

- [1] Invan Cambón Bouzas. “Resistividad eléctrica dunha placa dentada”. En: (2021).