



UNL • FACULTAD
DE INGENIERÍA Y
CIENCIAS HÍDRICAS

POTENCIAL ELÉCTRICO Y CORRIENTE ELÉCTRICA

Comisión: 4 (A)

Grupo: G6

Alumnos:

- Bargas, Santiago
- Furlan, Alejo
- Saccani, Segundo



Resumen:

En este trabajo los objetivos son utilizar la ley de Ohm para medir de manera indirecta la magnitud de resistencias eléctricas, estudiar experimentalmente las líneas de equipotencial y campo eléctrico de una configuración de electrodos y conocer manejo y aplicaciones de instrumentos de medición de magnitudes eléctricas. Como materiales principales se utilizaron un multímetro digital para las mediciones solicitadas y una fuente continua de tensión variable que sirvió como alimentación para los circuitos de los experimentos. Se realizó una verificación de la ley de Ohm, demostrando la dependencia lineal entre el voltaje y la intensidad de corriente que pasan por un resistor, y obteniendo la resistencia mediante una regresión lineal. Además, se analizó también las líneas de campo eléctrico en una región perturbada por electrodos, obtenidas a partir del trazo de las líneas equipotenciales.

Introducción:

En primer lugar, es primordial mencionar el concepto de campo eléctrico. Este, asociado a una carga o un conjunto de las mismas representa una región del espacio. De esta manera si un punto del espacio donde está definido un campo eléctrico se coloca una carga de prueba, se observará la aparición de fuerzas eléctricas, las cuales pueden ser repulsivas o atractivas. Definimos entonces el campo eléctrico como un campo físico o región del espacio que interactúa con cargas eléctricas o cuerpos cargados mediante una fuerza eléctrica. En términos de la física se define como un campo vectorial en el cual una carga eléctrica determinada (q) sufre los efectos de una fuerza eléctrica (F).

La ecuación que relaciona un campo eléctrico E con la fuerza que ejerce sobre una carga q está dada por la siguiente ecuación:

$$F = qE$$

Un concepto clave para el entendimiento de los conceptos siguientes es el de energía potencial eléctrica. Esta se define en términos del trabajo realizado por el campo eléctrico sobre una partícula con carga que se mueve en el campo

El potencial es la energía potencial eléctrica por unidad de carga. Se define potencial V en cualquier punto en el campo eléctrico como la energía potencial U por unidad de carga asociada con una carga de prueba q_0 en ese punto : $V = \frac{U}{q_0}$.

La unidad del SI para el potencial se llama volt (1V), la diferencia $V_a - V_b$ se llama potencial de a con respecto a b : $V_{ab} = V_a - V_b$

La diferencia de potencial entre dos puntos con frecuencia se denomina voltaje



Es importante presentar las definiciones de superficies de equipotencial y líneas de campo, las cuales son superficies sobre la que el potencial eléctrico es el mismo en todos los puntos y líneas imaginarias que indican cómo va variando la dirección del campo eléctrico al pasar de un punto a otro del espacio.

Cuando a un material conductor se aplica un campo eléctrico, las cargas experimentan una fuerza y por tanto están en movimiento.

La corriente eléctrica es el flujo de estas cargas en movimiento a través del conductor. La misma se define como la carga que fluye en el área por unidad de tiempo y se simboliza con I y se mide en Amperes [A].

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

De estos conceptos surge la ley de Ohm:

La ley de Ohm es un modelo idealizado que describe muy bien el comportamiento de ciertos materiales, en el cual la razón de las magnitudes entre J y E es constante: $\frac{E}{J} = \rho$.

La resistividad (ρ) indica que aunque los materiales sean conductores imponen cierta resistencia al paso de la corriente.

Cuando ρ es constante la corriente total I es proporcional a la diferencia de potencial V y esta razón para un conductor particular se llama resistencia $R = \frac{V}{I}$

La unidad del SI para la resistencia es el ohm (1Ω)

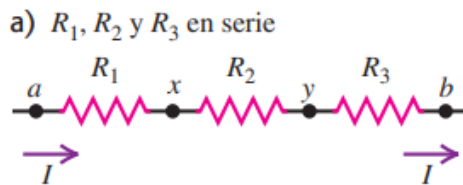
Dicho esto se buscará utilizar la ley de Ohm para medir de manera indirecta la magnitud de resistencias eléctricas y estudiar experimentalmente las superficies de equipotencial y campo eléctrico de una configuración específica de electrodos.

Circuitos en serie

La distribución usual de resistencias en serie, determina que la corriente en este tipo de conexión es igual en todos los puntos y que la suma de los voltajes parciales son el voltaje total. La resistencia equivalente es mayor que cualquiera de las resistencias individuales

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Figura 1.1: Resistores en serie

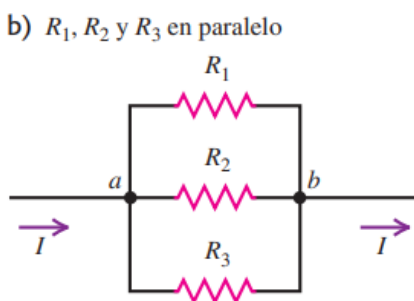


Circuitos en paralelo

Los elementos se conectan a través de dos puntos en común. De esta manera, el componente receptor está sujeto al mismo voltaje y actúa de forma independiente a los demás elementos. Cada resistor ofrece una trayectoria alternativa entre los puntos a y b. La diferencia de potencial V entre las terminales de cada resistor es la misma y $V_{ab} = V$.

$$R_{eq} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$$

Figura 1.2 Resistores en paralelo



Objetivos :

- Utilizar la ley de Ohm para medir de manera indirecta la magnitud de resistencias eléctricas.
- Estudiar experimentalmente las líneas de equipotencial y campo eléctrico de diferentes configuraciones de electrodos.
- Conocer manejo y aplicaciones de instrumentos de medición de magnitudes eléctricas.



Sección experimental:

Actividad 1: Ley de Ohm

Materiales utilizados:

- Pilas (1 AAA y 2 AA)
- Resistencias de distintos valores
- Multímetros digitales
- Cables

Actividad 2: Líneas de equipotencial y campo eléctrico

Materiales utilizados:

- Fuente de alimentación de corriente continua (variable)
- Electrodo de cobre
- Cables
- Agua dulce
- Plantilla cuadriculada impresa
- Multímetros digitales (testers)
- Bandejas transparentes.

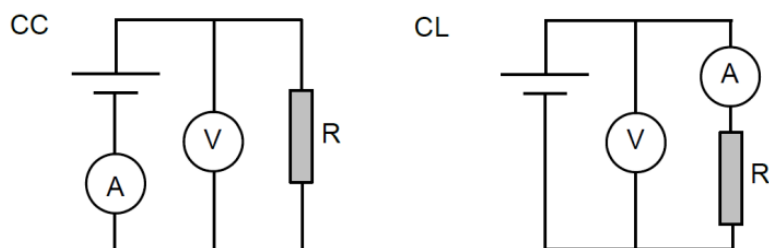
Procedimiento:

Actividad 1: Ley de Ohm

Experimentación y registro

Para esta parte del experimento debíamos elegir uno de los dos modos posibles de conectar los instrumentos: circuito corto(CC) y circuito largo(CL) como se ve a continuación en la figura:

Figura 2: Configuración de un circuito corto y circuito largo





El CC es más apropiado para medir resistencias relativamente pequeñas ($R < [R_a R_v]^{1/2}$), y el CL para resistencias relativamente grandes ($R > [R_a R_v]^{1/2}$). Donde R_a y R_v son resistencias del multímetro.

En este caso $R_a = 1\Omega$ y $R_v = 10M\Omega$, entonces aplicando la fórmula:

$$(1\Omega * 10000000\Omega)^{\frac{1}{2}} = 1000\Omega$$

Entonces como $R = 0,47k\Omega$ que es equivalente a $R = 470\Omega$, ($470\Omega < 1000\Omega$), seleccionamos el circuito corto ya que R (resistencia) es relativamente pequeña.

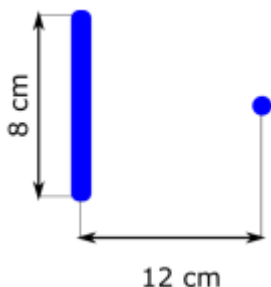
Luego armamos el circuito sin conectar la fuente y seleccionamos la escala correcta de los instrumentos, pedimos la verificación del docente antes de conectar la fuente ya que si existen errores en la conexiones o elección de las escalas de los instrumentos de medición se pueden dañar los mismos. Seguimos conectando la fuente y verificando la correcta lectura de los instrumentos.

Por último variamos las combinaciones de las pilas para obtener distintas medidas de corriente y voltaje.

Actividad 2: Líneas de equipotencial y campo eléctrico

Experimentación y registro

El primer paso para la experimentación fue elegir una de las dos configuraciones de electrodos que se encuentran en el ANEXO 1 de la guía del trabajo práctico disponible en el entorno. Elegimos la configuración B de una placa plana y carga puntual, esta configuración consiste en una planchuela de cobre de aproximadamente 8 cm de largo, enfrentada a una carga puntual (alambre recto de cobre de 3 mm de diámetro) a una distancia aproximada de 10 cm (Figura a continuación)



Luego colocamos la plantilla cuadrículada correspondiente a la configuración elegida debajo de la bandeja transparente y dispusimos los electrodos en la configuración escogida dentro de la bandeja.

Seguimos conectando los electrodos a la fuente de tensión de corriente continua y al multímetro según el circuito que se esquematizaba en la guía del trabajo práctico. Después debíamos verter el agua dentro de la bandeja pero ya estaba realizado por los profesores, es

importante destacar que el nivel del agua no debía sobrepasar los electrodos y debíamos llenarlo hasta aproximadamente la mitad del electrodo de cobre (planchuela).

Después encendimos el multímetro y seleccionamos la escala correspondiente, que en este caso fue de 7.4V. Encendimos la fuente de corriente continua y con la perilla seleccionamos el voltaje. Por consiguiente, comprobamos que el potencial entre los electrodos era el mismo que el seleccionado (7.4V) y que no había caída de potencial midiendo con la sonda conectada al multímetro. De ahí medimos el potencial en las casillas coloreadas de la plantilla y la completamos midiendo en cada punto indicado

Por último medimos la corriente que circula a través del circuito conectando el multímetro en serie con uno de los electrodos y la fuente.

Resultados:

Actividad 1: Ley de Ohm

A continuación observamos las medidas de corriente y voltaje usando distintas combinaciones de pilas, donde las pilas AAA tienen 1.5 V cada una y la AA 1.5 V

Figura 3.1: Tabla de medición de corriente

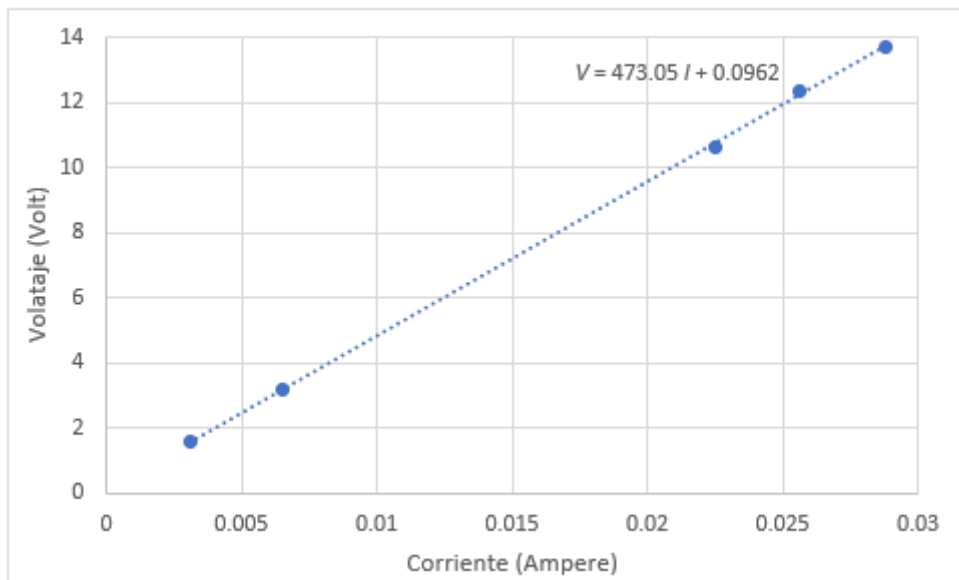
Medida	Corriente	Combinacion
1	28.8 mA	2 pilas AA, 1 pila AAA
2	25.6 mA	1 pila AA, 1 pila AAA
3	22.5 mA	1 pila AAA
4	6.5 mA	2 pilas AA
5	3.1 mA	1 pila AA

Figura 3.2: Tabla de medición de voltaje

Medida	Voltaje	Combinacion
1	13.70 V	2 pilas AA, 1 pila AAA
2	12.35 V	1 pila grande, 1 pila mediana
3	10.60 V	1 pila chica
4	3.17 V	2 pilas medianas
5	1.58 V	1 pila mediana

A continuación se muestra un gráfico que indica la relación entre el voltaje y la corriente eléctrica:

Figura 3.3: Gráfico de regresión lineal sobre voltaje (V) y corriente eléctrica (I)



Pudimos concluir que en nuestras mediciones se cumplió la ley de Ohm, ya que el gráfico muestra que entre estas hay una relación lineal, tal como indica dicha ley.

Además a partir pendiente de la ecuación de la recta del gráfico anterior pudimos obtener el valor de la resistencia utilizada según nuestros datos ($R_{\text{datos}} = 473.05 \, \Omega$) y compararla con el valor de la resistencia según se midió en el laboratorio con el multímetro ($R_{\text{lab}} = 471 \, \Omega$).

Seguimos calculando el error porcentual dado por:

$$\begin{aligned}
 \text{Error porcentual} &= \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor teórico}} * 100 \\
 &= \frac{|471\Omega - 473,05\Omega|}{471\Omega} * 100 \\
 &= 0.00424 * 100 \\
 &= 0.424\%
 \end{aligned}$$

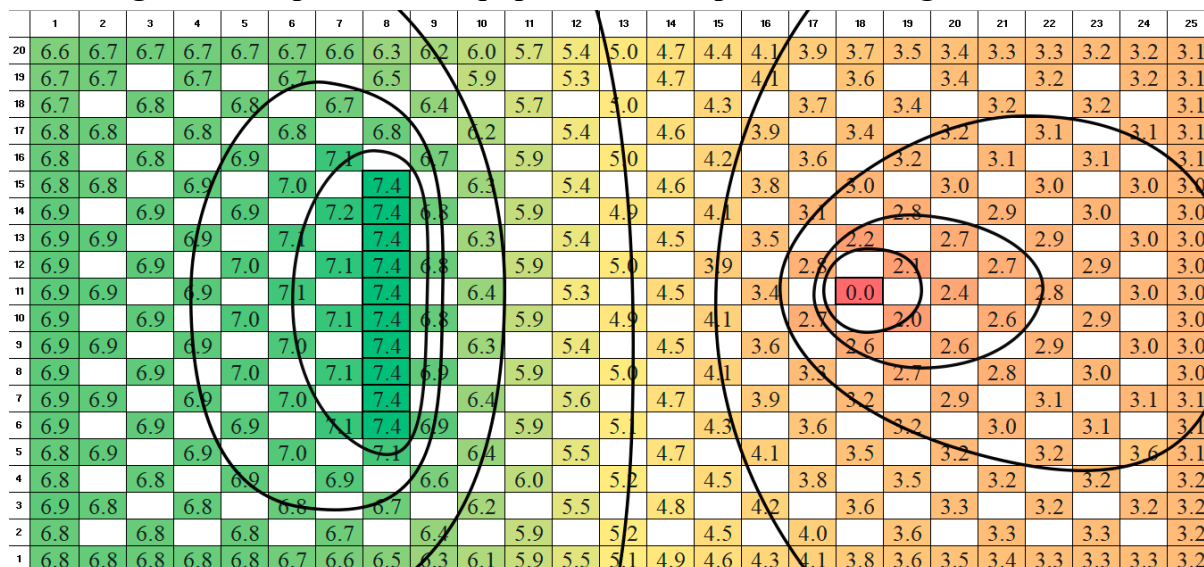
Como vemos el error porcentual es muy bajo, por lo que no hubo una diferencia apreciable entre el valor obtenido del multímetro y el valor obtenido gracias a la ley de ohm. Este pequeño error pudo haber surgido del multímetro o de variaciones en el voltaje que se supone que debían poseer las pilas, debido a que estas ya se encontraban usadas.



Actividad 2: Líneas de equipotencial y campo eléctrico

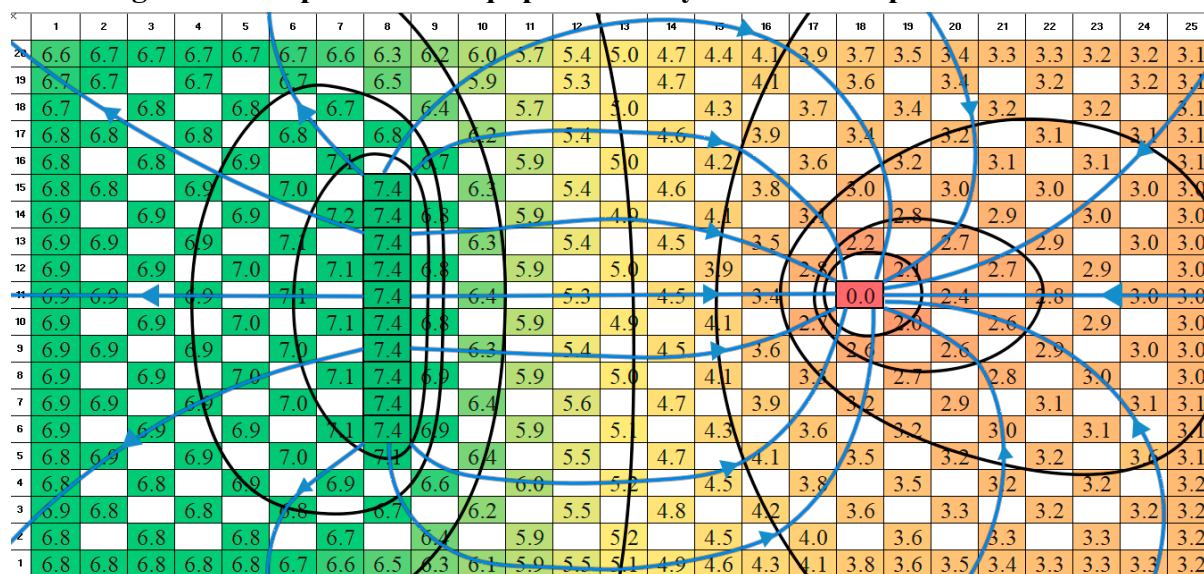
A partir de haber marcado la plantilla cuadriculada según el potencial se obtuvo el siguiente mapa de colores al cual se le agregaron las superficies equipotenciales correspondientes:

Figura 4.1: superficies de equipotenciales respecto a la configuración utilizada



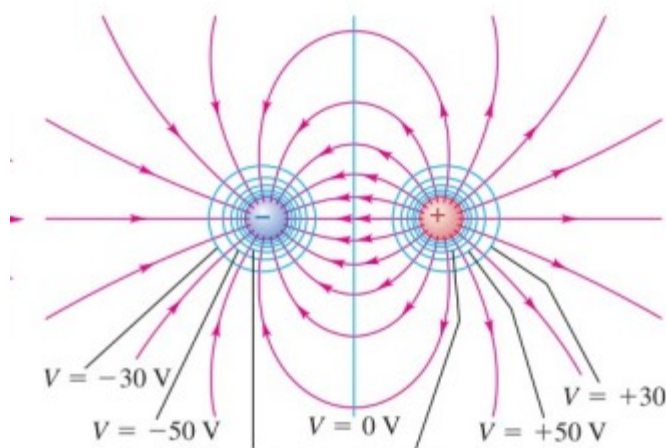
Teniendo en cuenta que las líneas de campo representan la dirección hacia donde el potencial se reduce, se modificó el gráfico anterior de la siguiente manera:

Figura 4.2: superficies de equipotenciales y líneas de campo eléctrico



Analizando el mapa de colores pudimos ver que el voltaje fue reduciendo a medida que la distancia de la carga a la barra de cobre aumenta, lo cual coincide con el comportamiento de la fórmula de potencial y también las líneas de campo quedaron de forma en que atraviesan las superficies perpendicularmente, cumpliendo una condición de su definición. Además comparando la figura 4.2 con una representación obtenida de la bibliografía pudimos observar que en estas las superficies y líneas se comportan de la misma manera.

Figura 4.3 Representación de líneas de campo y superficies equipotenciales para dos cargas puntuales



En caso de utilizar agua con sal en lugar de agua pura, lo que se debería ver es que no se produzcan diferencias de potencial eléctrico en las zonas que se encuentran cercanas a los electrodos. Esto se debe a que la solución de agua con sal es mejor conductor, puesto que contiene electrolitos (minerales presentes que llevan una carga eléctrica). Al disolverse en agua la sal se disocia en los iones correspondientes (el catión sodio Na^+ y el anión cloruro Cl^-). De esta manera se permite mayor circulación de corriente eléctrica. Por su parte el agua pura no es conductora ya que contiene pocos iones disueltos y por ende ofrece menor resistencia, lo que genera una menor pérdida de potencial y como consecuencia, una menor diferencia entre los potenciales que son cercanos a las zonas donde se encuentran los electrodos.

Si el nivel de la solución sobrepasa los electrodos no se tendría una diferencia en el potencial eléctrico. Ya que el agua con sal es conductora, por lo que conducirá también en dirección a la parte superior, por lo cual tendríamos superficies equipotenciales y de campo no solamente en el plano de dos dimensiones, sino que también en un plano de tercera dimensión. Esto provocaría una modificación en la lectura, con la sonda, de la diferencia de potencial.



Para calcular la resistividad ρ del agua generalizamos la situación en la que hubiésemos usado dos planchuelas de cobre, en vez de una planchuela de cobre y una carga puntual.

Los datos medidos son:

- base de la planchuela de cobre $b = 0.8m$
- altura hasta el nivel del agua $h = 0.005m$
- longitud entre cada planchuela de cobre $l = 0.12m$
- corriente medida anteriormente $I = 0.0014A$
- El área está dada por $A = base * altura = 4 * 10^{-4}$

Para realizar el cálculo partimos de que la resistividad está dada como

$$\rho = \frac{E}{J}$$

Entonces reordenando la ecuación queda

$$E = \rho J \text{ (ecuación 1)}$$

Además el campo eléctrico también es:

$$E = \frac{V}{L} \text{ (ecuación 2) , por lo que igualando las ecuaciones 1 y 2 nos queda}$$

$$\rho J = \frac{V}{L} \text{ y despejando la resistividad,}$$

$$\rho = \frac{V}{LJ} \text{ (ecuación 3)}$$

Siguiendo tomamos la densidad de corriente $J = \frac{I}{A}$ y la reemplazamos en la ecuación 3, quedandonos:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \text{ (ecuación 4)}$$

y reemplazando los datos mencionados anteriormente en la ecuación 4:

$$\rho = \frac{(7.4V)(4*10^{-4}m^2)}{(0.0014A)*(0.12m)}$$

$$\rho = 17.62 \Omega * m$$



A continuación vemos una tabla de resistividades

Figura 4.4: Tabla de resistividad de agua y rocas

<i>Aguas o rocas</i>	<i>Resistividad (en ohm m)</i>
Agua de mar	0,2
Agua de acuíferos aluviales	10-30
Agua de fuentes	50-100
Arenas y gravas secas	1 000-10 000
Arenas y gravas con agua dulce	50-500
Arenas y gravas con agua salada	0,5-5
Arcillas	2-20
Margas	20-100
Calizas	300-10 000
Areniscas arcillosas	50-300
Areniscas cuarcitas	300-10 000
Cineritas, tobas volcánicas	20-100
Lavas	300-10 000
Esquistos grafitosos	0,5-5
Esquistos arcillosos o alterados	100-300
Esquistos sanos	300-3 000
Gneis, granito alterados	100-1 000
Gneis, granito sanos	1 000-10 000

Resistividad de agua y algunas rocas (Astier, 1975)

Al comparar los valores con datos bibliográficos vemos que el resultado al calcular la resistividad del agua nos da un valor razonable. Vemos que el agua en sus diferentes tipos tiene una resistividad que varía entre 0 y $100 \Omega \cdot m$. El resultado del cálculo en el experimento fue de $\rho = 17.62 \Omega \cdot m$, valor que está dentro del rango de agua de acuíferos según la tabla anterior.

Conclusión:

En el presente trabajo de laboratorio se pudo estudiar el concepto de la ley de ohm. Se comprobó que la diferencia de potencial aplicada a los extremos de un conductor es directamente proporcional a la corriente que pasa a través de él como establece esta ley. Se verificó que el voltaje es proporcional a la corriente, de acuerdo con la gráfica se obtuvo una recta con pendiente positiva entre V e I teniendo en cuenta que R es el valor de dicha pendiente.

En cuanto a la segunda actividad se pudo confeccionar un gráfico en el cual se comprobó la existencia de superficies equipotenciales y líneas de campo eléctrico que actúan de la misma manera que describe la literatura y además a través de las mediciones del potencial se pudo observar que la corriente fluyó desde el lugar con mayor potencial (plancha) al de menor potencial (alambre). Por último mencionar que en el cálculo de la resistividad se obtuvo un valor esperado y coherente comparando con los datos de la bibliografía.



UNL • FACULTAD
DE INGENIERÍA Y
CIENCIAS HÍDRICAS

Bibliografía:

Tabla de resistividades extraída de:

https://www.researchgate.net/figure/Figura-29-Resistividad-de-agua-y-algunas-rocas-Astier-1975_fig5_330715923

Figura 4.3 extraída de:

Libro Física universitaria con física moderna. YOUNG • FREEDMAN. SEARS • ZEMANSKY. Decimosegunda edición volumen 2. Capítulo 23, página 799