

Objetivos

1. Dibujar líneas de campo a través del mapeo de líneas equipotenciales.
2. Medir el valor del potencial eléctrico en la dirección de su gradiente para corrientes estacionarias y realizar la analogía correspondiente con la situación electrostática.

Esquema del laboratorio y Materiales

Equipo requerido	Cantidad	Observaciones
Papel conductor con diferentes configuraciones	4	
Fuente de Voltaje	1	
Cables banana-caiman	2	
Multímetro	1	
Copia de papel conductor para presentación de datos en informe	4	Suministradas por el estudiante

Marco teórico

La fuerza eléctrica entre dos cargas está dirigida a lo largo de la línea que une las dos cargas y depende inversamente del cuadrado de su separación, lo mismo que la fuerza gravitacional entre dos masas. Tal como la fuerza gravitacional, la fuerza eléctrica es conservativa, luego hay una **función de energía potencial (U)** asociada con ella. Si se coloca una carga q dentro de un campo eléctrico, su energía potencial es proporcional a la posición de la carga y al valor de q . Pero, la energía potencial por unidad de carga se denomina **potencial eléctrico (V)**, es una **función de la posición** en el espacio donde esté colocada la carga y no del valor de la carga q .

Campos Eléctricos Estáticos: Son aquellos cuyo valor en un determinado punto del espacio no cambia con el tiempo.

Potencial eléctrico (V) y diferencia de potencial (ΔV)

Cuando una carga eléctrica q se coloca dentro de una región donde existe un campo eléctrico estático $\vec{E}(x, y, z)$, la fuerza eléctrica (\vec{F}) actúa sobre la carga moviéndola a través de una trayectoria C que dependerá de la función vectorial $\vec{E}(x, y, z)$. La carga al realizar un desplazamiento infinitesimal $d\vec{l}$, cambia su energía potencial a una cantidad $d\vec{U}$ dada por:



$$d\vec{U} = -\vec{F} \cdot d\vec{l} \quad (3.1)$$

Como la fuerza eléctrica ejercida por el campo eléctrico sobre la carga puntual es $\vec{F} = q\vec{E}$, entonces, cuando la carga realiza el pequeño desplazamiento debido al campo eléctrico, el cambio en su energía potencial electrostática es:

$$d\vec{U} = -q\vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.2)$$

El cambio en su energía potencial es proporcional al valor de la carga q . El cambio de energía potencial por unidad de carga (llamado diferencia de potencial dV) es:

$$d\vec{V} = \frac{d\vec{U}}{q} = -\vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.3)$$

Si la carga se desplaza desde un punto a hasta un punto b , el cambio de su potencial eléctrico es:

$$\Delta V = V_b - V_a = \frac{\Delta U}{q} = -\int_a^b \vec{E}(x, y, z) \cdot d\vec{l} \quad (3.4)$$

La función V es llamada **potencial eléctrico** o simplemente **potencial**. Tal como el campo eléctrico estático, V es una función de la posición, con la diferencia que el potencial es una función escalar y el campo eléctrico estático es una función vectorial. Pero, ambas son propiedades del espacio que no dependen del valor de la carga.

Si la energía potencial eléctrica de la carga q y el potencial eléctrico en el espacio son cero en el mismo punto, la relación entre ellos está dado por:

$$U = qV \quad (3.5)$$

Cálculo del campo eléctrico a partir del potencial eléctrico

Si se conoce el potencial en todo punto de una región del espacio, se puede usar para calcular el campo eléctrico. Considerando un desplazamiento pequeño $d\vec{l}$ en un campo eléctrico estático $\vec{E}(x, y, z)$. El cambio en el potencial es:

$$d\vec{V} = -\vec{E} \cdot d\vec{l} = E_l dl \quad (3.6)$$

En donde E_l es la componente de $\vec{E}(x, y, z)$ paralelo al desplazamiento. Entonces,



$$E_l = -\frac{dV}{dl} \quad (3.7)$$

Si no hay cambio en el potencial al pasar de un punto a otro, es decir, $dV = 0$, el desplazamiento $d\vec{l}$ es perpendicular al campo eléctrico $\vec{E}(x, y, z)$. El cambio más grande ocurre cuando el desplazamiento es a lo largo del campo eléctrico. Como un vector que apunta en la dirección del cambio más grande en una función escalar y que tiene magnitud igual a la derivada de esa función respecto a la distancia en esa dirección es llamada **gradiente** de la función, entonces, el campo eléctrico $\vec{E}(x, y, z)$ es el gradiente negativo del potencial V . Esto es:

$$\vec{E}(x, y, z) = -\vec{\nabla}V(x, y, z) = -\text{grad } V(x, y, z) = -(\hat{i}\frac{\partial V}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial V}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial V}{\partial z}) \quad (3.8)$$

SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES

Es una región donde existe un campo eléctrico, las superficies donde el potencial tiene el mismo valor se llaman **equipotenciales**. Es decir, la diferencia de potencial entre dos puntos sobre una superficie equipotencial es cero. Cuando una carga se desplaza un $d\vec{l}$ sobre una superficie equipotencial, el cambio en el potencial es:

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad (3.9)$$

Entonces las líneas de campo eléctrico que emanan desde una superficie equipotencial deben ser perpendiculares a la superficie.

Se conoce como potencial eléctrico al trabajo que un campo electrostático tiene que llevar a cabo para movilizar una carga positiva unitaria de un punto hacia otro. Puede decirse, por lo tanto, que el trabajo a concretar por una fuerza externa para mover una carga desde un punto referente hasta otro es el potencial eléctrico.

Cabe mencionar que no se debe confundir este concepto con el de energía potencial eléctrica, aunque ambos estén relacionados en algunos casos, ya que este último es la energía que tiene un sistema de cargas eléctricas de acuerdo con su posición.

El lugar geométrico de los puntos de igual potencial eléctrico se denomina superficie equipotencial. Para dar una descripción general del campo eléctrico en una cierta región del espacio, se puede utilizar un conjunto de superficies equipotenciales, correspondiendo cada



superficie a un valor diferente de potencial. Otra forma de cumplir tal finalidad es utilizar las líneas de fuerza y tales formas de descripción están íntimamente relacionadas.

En una región donde existe un campo eléctrico, las superficies donde el potencial tiene el mismo valor se llaman equipotenciales. Es decir, la diferencia de potencial entre dos puntos sobre una superficie equipotencial es cero. Entonces, las líneas de campo eléctrico que emanan desde una superficie equipotencial deben ser perpendiculares a la superficie.

Cuestionario

Este cuestionario debe desarrollarse antes de la realización de la práctica y debe entregarse en el pre-informe según indicaciones del docente.

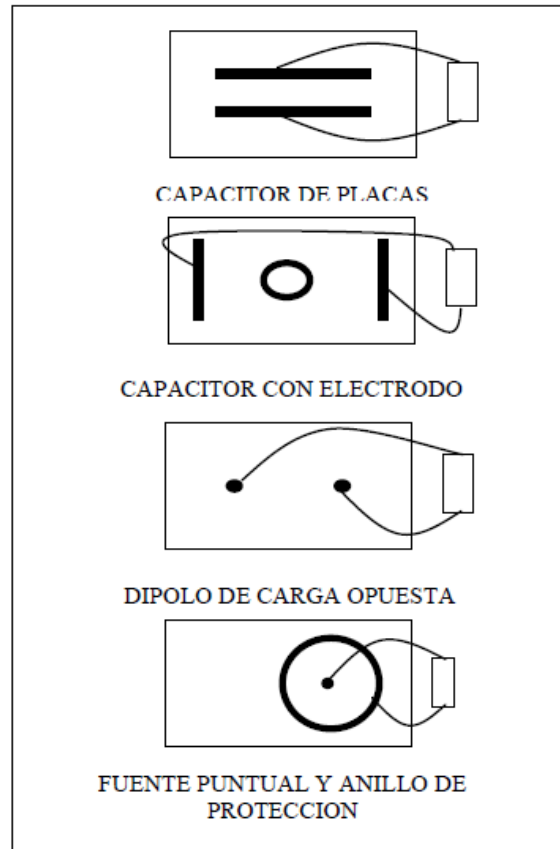
1. ¿Por qué las líneas de campo eléctrico que emanan desde una superficie equipotencial deben ser perpendiculares a la superficie?.
2. Consultar cómo son las líneas de campo eléctrico para las diferentes configuraciones mostradas en la figura del paso 1 del procedimiento.
3. Propiedades de un conductor en equilibrio electrostático

Procedimiento

Sobre papeles conductores se han implementado diversos electrodos, así al aplicar una diferencia de potencial entre los distintos electrodos circularán sobre los mismos unas corrientes estacionarias cuyo comportamiento responde a la ecuación de Laplace, por tanto se estará estudiando también un problema de electrostática.

Para cada configuración:

1. Conecte los electrodos del generador en los electrodos del papel tal como lo indica la figura.



2. Coloque la fuente de DC a 5 voltios aproximadamente.
3. Con las puntas del voltímetro se miden los potenciales en distintos puntos del papel (utilizando la simetría de cada configuración se evitará el tener que realizar muchas medidas). En el papel (copia del papel conductor) se anotan los valores del potencial en las coordenadas correspondientes del punto. Recuerde que para realiza esta medición una de las puntas del multímetro debe estar fija al terminal correspondiente de la fuente de alimentación el cual esta conectado al tablero donde esta el papel conductor; la otra punta del multímetro es la que se posiciona en diferentes puntos del papel conductor para tomar las mediciones.



Análisis de datos

1. Se unen los puntos de igual valor de potencial para obtener las líneas equipotenciales sobre el papel copia del papel conductor utilizado en la práctica. Es de gran importancia que al unir los puntos que forman las trayectorias, todos cuenten con los respectivos valores de voltaje medidos.
2. Dibuje sobre el mismo papel donde dibujó las líneas equipotenciales, las líneas del campo eléctrico correspondiente.

Los valores reportados en las hojas para los voltajes medidos deben estar escritos de manera clara y con sus respectivas unidades. Las hojas deben estar nombradas con la configuración estudiada y deben contar con un trazo o dibujo de las configuraciones en pro de contar con un reporte en una escala lo más real posible.

Preguntas de control

CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

4. ¿Qué valor tiene el campo fuera de las placas del capacitor?
5. ¿Cómo es el campo cerca de los bordes del capacitor (efecto de bordes)?

FUENTE PUNTUAL Y ANILLO DE PROTECCIÓN

- 6.Cuál es la diferencia de potencial en puntos fuera del anillo de protección?
7. ¿Qué valor tiene el campo eléctrico fuera del anillo de protección?
8. ¿Para qué sirve el anillo de protección?
9. Realice una gráfica de diferencia de potencial (ΔV) en puntos dentro del anillo contra la distancia (r) medida desde el centro al punto.

CONDENSADOR CON ELECTRODO FLOTANTE

10. ¿Cómo distorsiona el campo el electrodo circular?:
11. ¿Cuánto vale el potencial sobre el electrodo circular y en su interior?:
12. ¿Qué efecto tendría mover el electrodo?



DIPOLO DE CARGA OPUESTA

13. Contrastar los valores teóricos del potencial sobre la línea que une ambos electrodos con las medidas experimentales del potencial realizado.

Conclusiones y observaciones

Las conclusiones se deben formular de los resultados obtenidos en la practica.

Bibliografía

