

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

A partir del armado de un circuito y desarrollo de la experiencia de laboratorio, se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar experimentalmente las líneas equipotenciales de 2v, 4v, 6v, 8v y 10v.
- Hallar y trazar el vector campo eléctrico (\vec{E}) en un punto.
- Trazar las líneas de campo correspondientes.

MARCO TEÓRICO

Para poder comprender y realizar la actividad propuesta, resulta necesario recurrir brevemente a algunos conceptos teóricos de la electrostática. Los mismos se presentan a continuación:

Carga eléctrica (q)	<p>Propiedad de la materia presente en las partículas subatómicas, la cual se manifiesta mediante fuerzas de atracción o repulsión entre éstas a través de campos electromagnéticos. La experiencia establece la existencia de dos tipos de cargas: positivas (+) y negativas (-). Aquellas que presentan el mismo signo se repelen, mientras que las del signo opuesto se atraen.</p> <p>Conforme a lo establecido por el Sistema Internacional de Medidas, la unidad de la carga eléctrica es el Coulomb (C). Se trata, además, de una magnitud escalar.</p>
Campo eléctrico (\vec{E})	<p>Región espacial cuyas propiedades son alteradas por la presencia de una carga eléctrica. Se define como una magnitud vectorial que indica la fuerza que experimenta una carga situada en un cierto punto del espacio.</p> <p>La unidad del Campo Eléctrico es Newton sobre Coulomb (N/C). También se puede expresar en Voltio sobre metro (V/m)</p>
Líneas de campo	<p>Proporcionan una adecuada representación visual del campo eléctrico. El criterio de representación es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">- La densidad de líneas en una región del espacio es proporcional al campo en dicha región.- Las líneas se originan en las cargas positivas y acaban en las cargas negativas.- El número de líneas que salen o terminan en una carga es proporcional a la carga.- La tangente a una línea de campo en un determinado punto indica la dirección y sentido del campo en dicho punto.- Como el campo en cada punto del espacio es único, las líneas de campo jamás se cortan.
Energía potencial (U)	<p>Trabajo realizado por el campo eléctrico sobre una carga que se mueve en dicho campo.</p>
Potencial eléctrico (V)	<p>El potencial eléctrico se define, en cualquier punto del campo eléctrico, como la energía potencial por unidad de carga asociada</p>

con una carga de prueba en dicho punto. Es una magnitud escalar y su unidad de medida es el Voltio (V).

Entre dos puntos de un campo eléctrico se tiene energías potenciales eléctricas distintas y, en consecuencia, existe la llamada **diferencia de potencial**. Se trata del trabajo realizado por la fuerza eléctrica cuando una unidad de carga se desplaza desde un punto A hasta un punto B.

El instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos puntos se denomina **voltímetro**.

Líneas equipotenciales

Representan regiones en las que el potencial eléctrico creado por una o más cargas cercanas es constante. Son perpendiculares a las líneas de campo eléctrico.

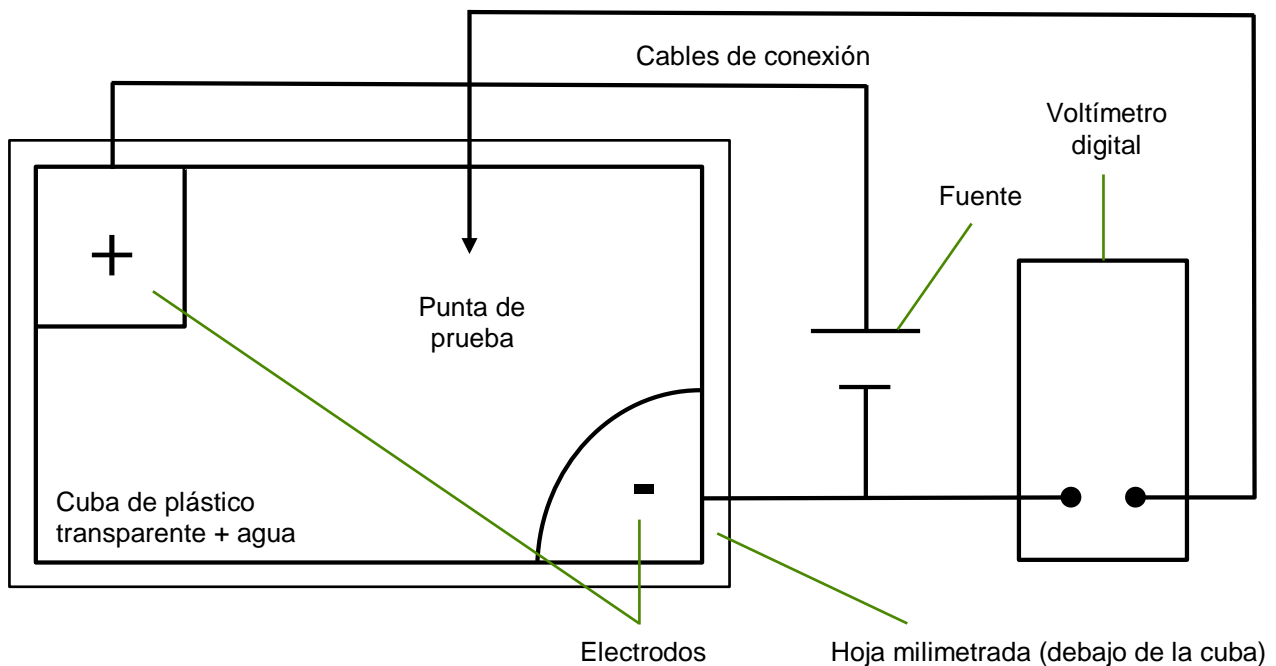
DESARROLLO

01. Materiales empleados

- Cuba de plástico transparente
- Dos electrodos
- Voltímetro digital
- Fuente de Corriente Continua
- Agua
- Dos hojas de papel milimetrado de 30 cm x 40 cm
- Cables de conexión y una punta de prueba

02. Armado del circuito

Utilizando los materiales mencionados, se procede al armado del circuito de la siguiente manera:



En la hoja milimetrada restante se dibujará la cuba y se marcarán las coordenadas de cada valor de potencial buscado para luego realizar los gráficos de líneas correspondientes.

03. Trazado de líneas equipotenciales

Para determinar las líneas equipotenciales de 2V, 4V, 6V, 8V y 10V, es necesario encontrar puntos con igual potencial para cada valor dentro del circuito dispuesto. Para ello, utilizamos la punta de prueba, moviendo la misma dentro del medio (agua) hasta encontrar coordenadas que cumplan con dicho requerimiento. Buscaremos ocho puntos en cada caso, de manera que luego resulte sencillo realizar los gráficos.

Hemos de notar que este procedimiento debe realizarse con rapidez ya que, pasado un tiempo, el potencial en las coordenadas relevadas puede variar ligeramente.

A continuación se presentan los datos obtenidos:

Volt	Lectura N°	1	2	3	4	5	6	7	8
	Coordenada	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
2	x	27.6	26	23.1	18.6	17.4	29.8	18	22.6
	y	20	17	13.9	7.5	3.1	22.5	5.8	13.3
4	x	21.5	19.8	18.1	16.1	15.3	15	14.9	14.6
	y	18	14.6	11.5	7.4	5	4	2.9	0.2
6	x	18.4	17.7	16.5	15	14.2	12.6	11.7	11.4
	y	20.6	17	14	11	9	5.7	3	1.1
8	x	15.6	14.9	13.7	12.8	10.7	7.2	15.6	9.6
	y	20.5	16.6	13	11.1	8	1.7	17.1	6.4
10	x	13.1	13.1	12.8	12.4	12	11.1	9.9	8.7
	y	22.4	20	17.7	15.6	13.6	11.7	10.7	9.6

04. Vector campo eléctrico y líneas de campo

Para el cálculo y representación del vector de campo eléctrico es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

$$-E \cdot \cos(\theta) = \frac{dV}{dr} \quad \text{Donde } \theta \text{ es el ángulo entre } \vec{E} \text{ y } d\vec{l}.$$

El primer miembro será máximo cuando $\cos(\theta) = 1 \Rightarrow \theta = 0^\circ$, es decir, cuando se calcula $\frac{dV}{dr}$ en la dirección del campo eléctrico. Por otra parte, será mínimo cuando $\cos(\theta) = 0 \Rightarrow \theta = 90^\circ$, moviéndonos sobre una línea equipotencial.

Se demuestra, entonces, que **la dirección del vector campo eléctrico (\vec{E}) es perpendicular a las líneas equipotenciales.**

Luego de haber trazado las líneas previas, comprobamos que en la zona cercana al centro de la cubeta éstas son más estables (cambian menos con el tiempo), y que en los extremos resultan más inestables. Por dicha razón, conviene trabajar más cerca del centro y vamos a elegir un punto que se encuentre en la línea equipotencial de 6V.

Luego de seleccionar el punto, nos movemos 1cm en la coordenada positiva X y a esa coordenada la vamos a denominar P' y al potencial tomado $V_{P'}$. De igual forma nos movemos 1cm en la coordenada positiva Y, y a esa coordenada la vamos a llamar P'' y al potencial tomado $V_{P''}$.

Hemos de tener en cuenta que $\vec{E} = -grad(V) = -\nabla V \Rightarrow E_x = -\frac{dV}{dx}$ y $E_y = -\frac{dV}{dy}$.

Para nuestra práctica vamos a tomar variaciones pequeñas, con lo cual $E_x = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$ y $E_y = -\frac{\Delta V}{\Delta y}$.

En consecuencia, el módulo del vector \vec{E} va a ser $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$ y con estos datos podemos calcular el valor del ángulo $\alpha \Rightarrow \tan(\alpha) = \frac{E_y}{E_x} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{E_y}{E_x}\right)$

Para el punto P=(15,11) y $V_{P'} = 6V$

$$P' = (16,11) \Rightarrow V_{P'} = 5.36V$$

$$P'' = (15,12) \Rightarrow V_{P''} = 6.45V$$

$$E_x = -\frac{(V_{P'} - V_P)}{0.01m} \Rightarrow E_x = -\frac{(5.36-6)V}{0.01m} \Rightarrow E_x = 64 \frac{V}{m}$$

$$E_y = -\frac{(V_{P''} - V_P)}{0.01m} \Rightarrow E_y = -\frac{(6.45-6)V}{0.01m} \Rightarrow E_y = -45 \frac{V}{m}$$

$$|E| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \Rightarrow |E| = \sqrt{\left(64 \frac{V}{m}\right)^2 + \left(-45 \frac{V}{m}\right)^2} \Rightarrow |\vec{E}| = 78.24 \frac{V}{m}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{E_y}{E_x}\right) \Rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{-45 \frac{V}{m}}{64 \frac{V}{m}}\right) \Rightarrow \alpha = -35^\circ$$

Respecto de las líneas de campo, las mismas siempre se originan en las cargas positivas y van hacia las cargas negativas, con lo cual nuestro campo eléctrico va a desplazarse desde el electrodo positivo al negativo. Ya conocemos el sentido del vector campo eléctrico y podemos proceder, entonces, con el trazado de las líneas de campo.

Luego de haber determinado las líneas equipotenciales solicitadas, procedemos al dibujo de nuevas equipotenciales auxiliares para poder ayudarnos en el trazado de las líneas de campo. A continuación, procedemos dibujando segmentos perpendiculares a cada equipotencial.

De esta manera, tendremos varios segmentos que servirán para poder trazar una envolvente entre éstos y obtener finalmente las líneas de campo. Para la unión de los puntos nos ayudamos utilizando un pistolete flexible.

Repetimos el procedimiento las veces que sean necesarias para obtener la cantidad de líneas de campo buscadas. En este caso, realizamos tres de ellas.

05. Gráfico final

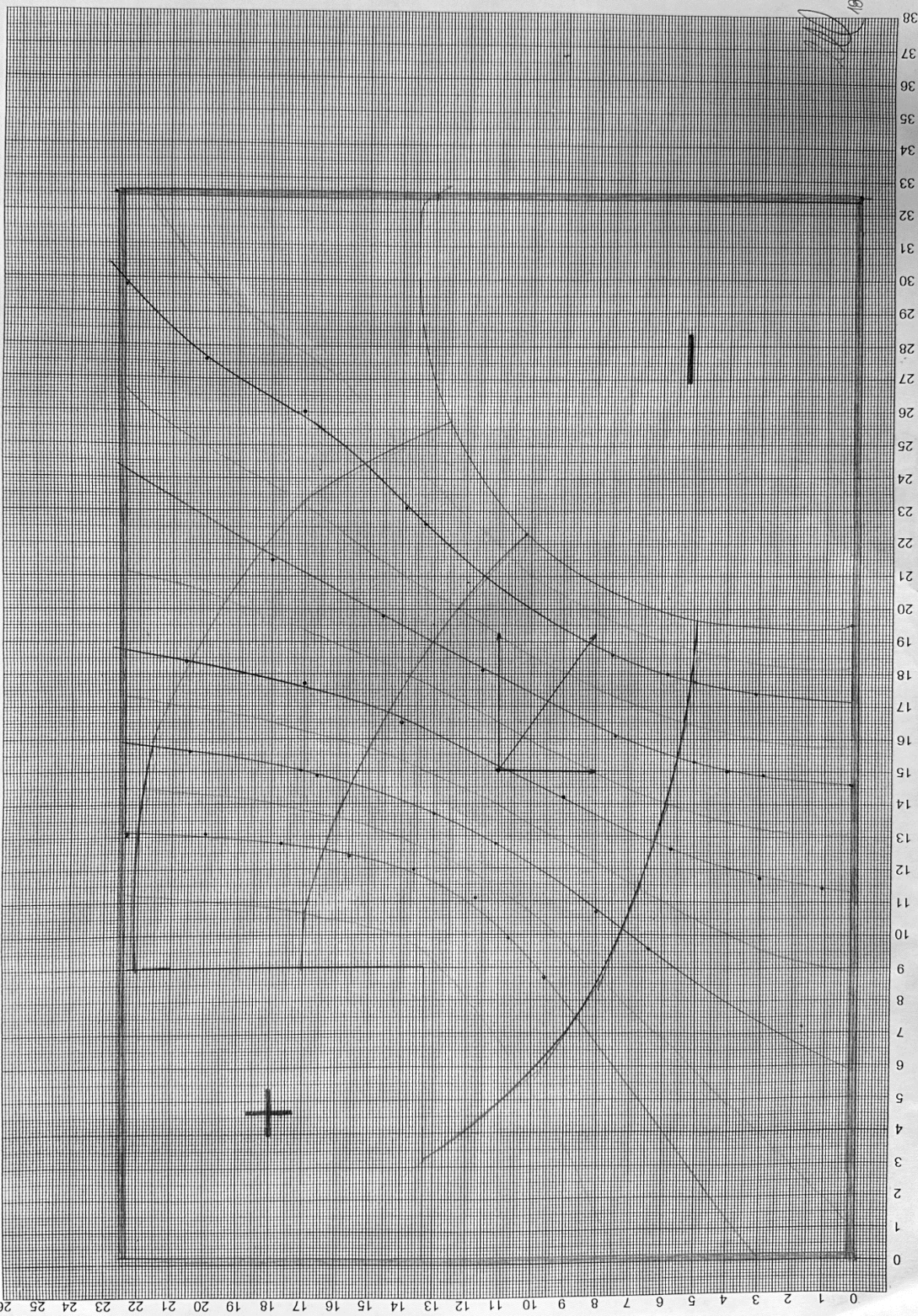
El gráfico correspondiente a la práctica se adjuntará en una hoja aparte al final del informe, de manera que pueda visualizarse mejor en un mayor tamaño.

CONCLUSIONES

A través de la experiencia realizada pudimos observar cómo varía el potencial entre puntos de un campo y cómo se modifica el campo eléctrico en los distintos sectores de la gráfica, pusimos en práctica el trazado de las líneas de campo, líneas equipotenciales y cálculo del vector campo (\vec{E}) en un determinado punto.

Como observación queremos agregar que, al determinar el campo eléctrico, este tendría que haber dado perpendicular a las líneas equipotenciales de acuerdo a los conceptos vistos y expuestos previamente. Sin embargo, el resultado nos dio con cierto ángulo y atribuimos esta variación a posibles errores de medición.

Escala: $15 \frac{\sqrt{}}{m} = 1 \text{ cm}$



25-50-81