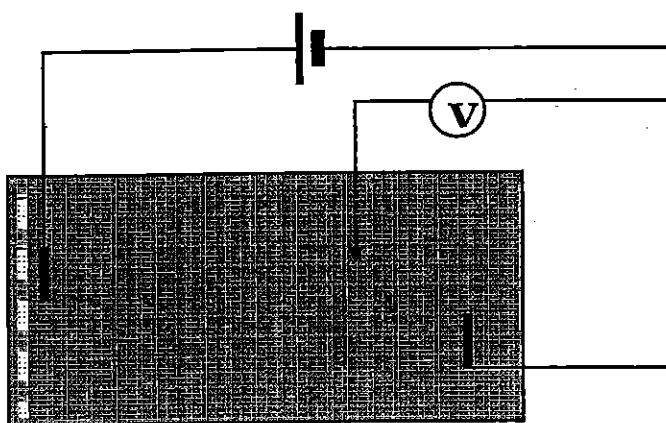


Campo Eléctrico

Objetivos del trabajo práctico:

1. Determinación experimental de líneas equipotenciales
2. Cálculo del campo eléctrico en un punto
3. Trazado de las líneas de campo

Circuito y materiales



- Cuba de plástico transparente
- Dos electrodos de aluminio
- Voltímetro digital
- Fuente de C.C.
- Agua
- Dos hojas de papel milimetrado 30 cm x 40 cm (que deberán traer los alumnos, por grupo)
- Cables de conexión y una punta de prueba

Desarrollo del TP:

Al conectarse el circuito en el medio interpuesto entre los electrodos (agua potable) se estacionan los campos, uno de carácter escalar, EL POTENCIAL ELÉCTRICO y otro de carácter vectorial, EL CAMPO ELÉCTRICO.

- 1) El potencial eléctrico se determina experimentalmente mediante una punta de prueba, buscando en el medio (agua) puntos de igual potencial. Nosotros determinaremos las líneas equipotenciales de 2V, 4V, 6V, etc, hasta 12V. Se agregan las trazas de electrodos que corresponden a las equipotenciales de 0 Volt y

14 Volt. Los puntos se identifican con el auxilio del papel milimetrado donde se leen las coordenadas de cada uno. Estos puntos de igual potencial deben ser 5 como mínimo para cada línea equipotencial. Los valores de las coordenadas y el potencial se ordenan en un cuadro como el indicado, y se representan en la 2ª hoja milimetrada donde se unirán, con una línea continua, los puntos de igual potencial.

Volt	Lectura N°	1	2	3	4	5	6	7	8
	Coordenada	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Cm
2	x								
	y								
4	x								
	y								
6	x								
	y								
8	x								
	y								
10	x								
	y								
12	x								
	y								
	x								
	y								
	x								
	y								

- 2) Para el cálculo y representación del vector campo eléctrico en un punto es necesario hacer breves consideraciones teóricas.

La relación entre el potencial y el campo eléctrico está dada por la expresión:

$$-E \cos \theta = \frac{dV}{dr}$$

Donde θ es el ángulo entre \vec{E} y $d\vec{l}$. El primer miembro será máximo cuando $\theta = 0^\circ$ es decir cuando se calcula $\frac{dV}{dl}$ en la dirección del campo eléctrico.

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dr} \hat{r} = -\text{grad}(V)$$

A este valor máximo de la derivada de V en un punto dado se lo llama *gradiente de potencial*.

Si el desplazamiento $d\vec{l}$ se hace en dirección perpendicular al campo $\hat{\theta} = 90^\circ \Rightarrow \frac{dV}{dl} = 0 \Rightarrow dV = 0$, estamos sobre una línea equipotencial. En otras palabras el vector campo eléctrico es perpendicular a la línea equipotencial que pasa por el punto.

La determinación del vector campo lo haremos eligiendo un punto perteneciente a una equipotencial determinada experimentalmente (para comprobar la perpendicularidad) y en una zona donde el campo sea aproximadamente uniforme (menor error al tomar ΔV por dv y Δl por dl).

Dado que $\vec{E} = -\overline{\text{GRAD}} \cdot V$ y teniendo en cuenta la expresión cartesiana del gradiente

$$\text{grad}(V) = \frac{dV}{dx} \hat{i} + \frac{dV}{dy} \hat{j}$$

Se pueden obtener las componentes ortogonales del vector campo.

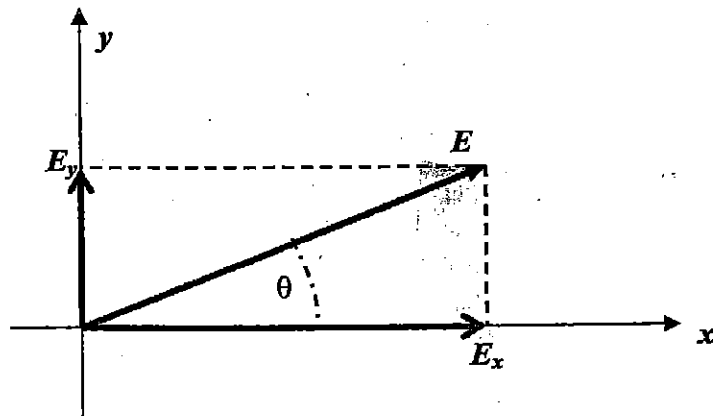
$$E_x \hat{i} + E_y \hat{j} = -\left(\frac{dV}{dx} \hat{i} + \frac{dV}{dy} \hat{j} \right)$$

es decir:

$$E_x = -\frac{dV}{dx} \quad E_y = -\frac{dV}{dy}$$

El módulo es

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \text{ la dirección y el sentido}$$

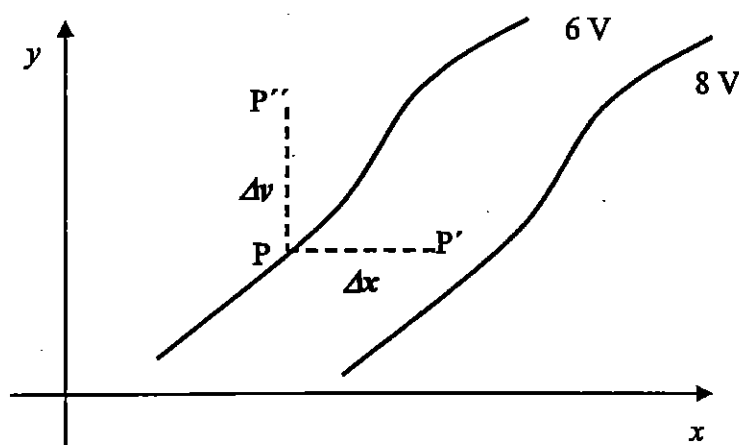


queda determinado calculando ϑ

$$\vartheta = \arctan \frac{E_y}{E_x}$$

Los signos de E_y y E_x nos indican el cuadrante al que pertenece \vec{E} .
En la práctica utilizaremos las expresiones aproximadas.

$$\frac{\Delta V_x}{\Delta x} = -E_x \quad \text{y} \quad \frac{\Delta V_y}{\Delta y} = -E_y$$



$$\Delta x = x_{P'} - x_P$$

$$\Delta y = y_{P''} - y_P$$

$$\Delta V_x = V_{P'} - V_P$$

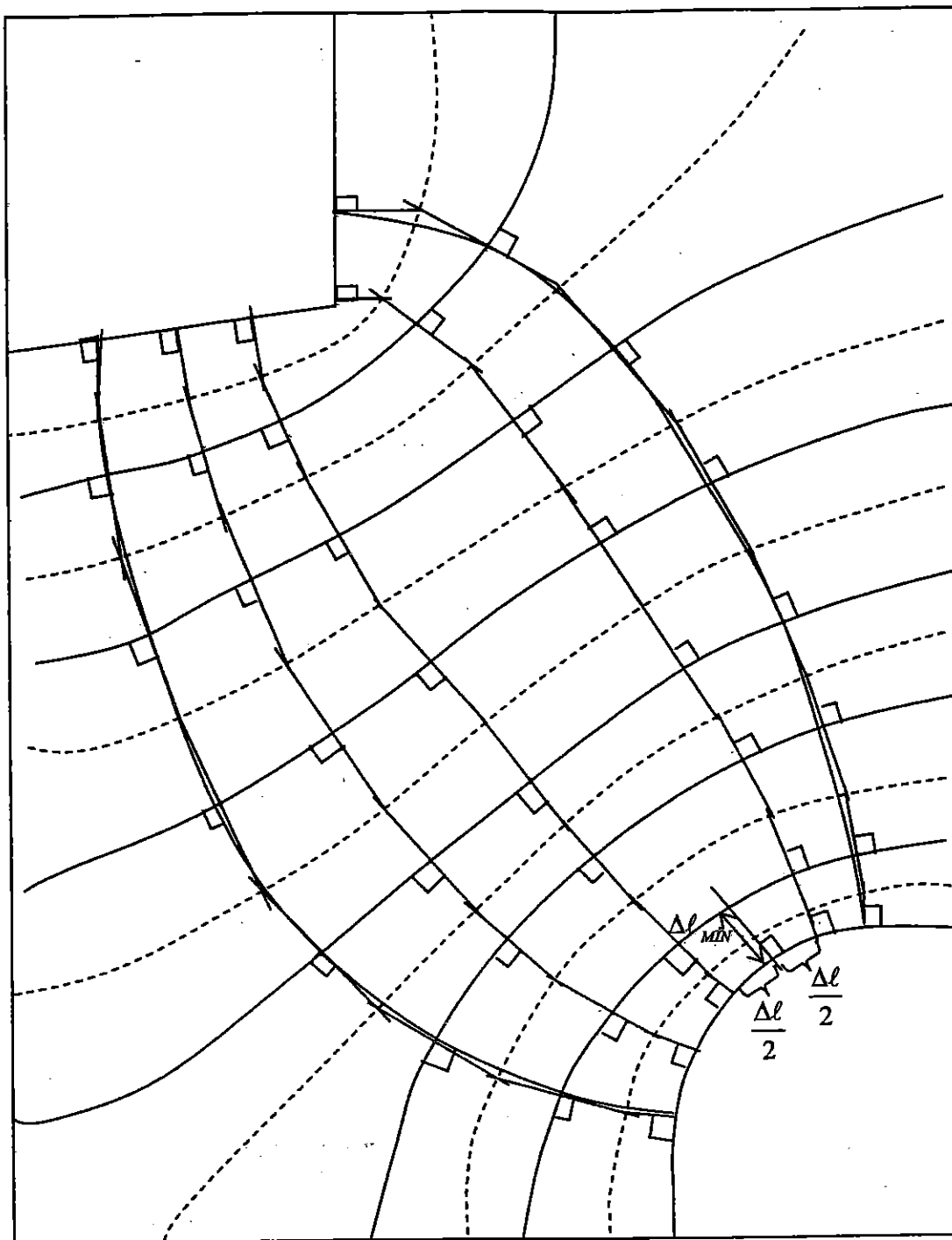
$$\Delta V_y = V_{P''} - V_P$$

(se debe poner atención a los signos de los cuatro incrementos para obtener la correcta orientación de \vec{E}_x y \vec{E}_y).

3) Para el trazado de las líneas de campo se debe tener en cuenta las siguientes propiedades.

- Las líneas de campo son líneas continuas que tienen su origen en cargas positivas y terminan en cargas negativas.
- Son líneas imaginarias dibujadas de tal modo que su dirección (la de su tangente) en cada punto es la dirección del campo en dicho punto.
- Cortan ortogonalmente a las superficies equipotenciales (en nuestro caso las trazas o líneas equipotenciales).
- Las trazas de los electrodos en el plano que se representa el campo son líneas equipotenciales.
- Se conviene en dibujar un número limitado de líneas de fuerza con el criterio que su densidad en una región sea la medida de la intensidad de campo en dicha región.

En el trabajo práctico se empleará el *método de los cuadrados curvilíneos* que se forman entre dos líneas equipotenciales contiguas y dos líneas de campo cuya separación deberá ser igual a la separación de las anteriores.



Prácticamente se procede así:

1. Se interpolan a ojo las líneas equipotenciales intermedias 1 Volt, 3 Volt, 5 Volt etc. (se dibujan en punteado).
2. Se comienza el trabajo desde la parte central de uno de los electrodos (desde el punto de máximo gradiente para los electrodos convexos o mínimo para los cóncavos).

3. Se mide la mínima distancia Δl entre las equipotenciales de 0V, 2V en el primer caso o la máxima en el segundo caso.
4. Desde el pie de esa distancia se lleva sobre la equipotencial de 0V, $\frac{\Delta l}{2}$ a cada lado con un compás y se determinan dos puntos.
5. Desde cada uno de esos dos puntos se traza una perpendicular a la primera equipotencial (0 Volt) hasta cortar a la equipotencial de 1 Volt, luego desde este punto una perpendicular a la equipotencial de 2 Volt hasta cortar a la de 3 Volt y así sucesivamente hasta llegar perpendicularmente a la equipotencial de 4 Volt.
6. Las restantes líneas a cada lado de las dos primeras ya trazadas deben separarse de la anterior una distancia de tal manera de formar cuadrados curvilíneos.
7. Para comenzar el trazado es conveniente elegir el electrodo que no presente angulosidades.
8. Las evolventes de las líneas quebradas obtenidas son las líneas de campo.