

## Campo Eléctrico

### Líneas Equipotenciales del campo eléctrico

#### 1. OBJETIVOS

Determinar y representar las líneas equipotenciales para una configuración de cargas eléctricas.

Comprobar algunas leyes de la variación del potencial eléctrico.

#### 2. MATERIAL

Cubeta con plantilla graduada en el fondo (se cubre con una fina capa de agua)

Electrodos de diversas formas.

Fuente de alimentación en corriente alterna.

2 Sondas de latón y Sonda de prueba.

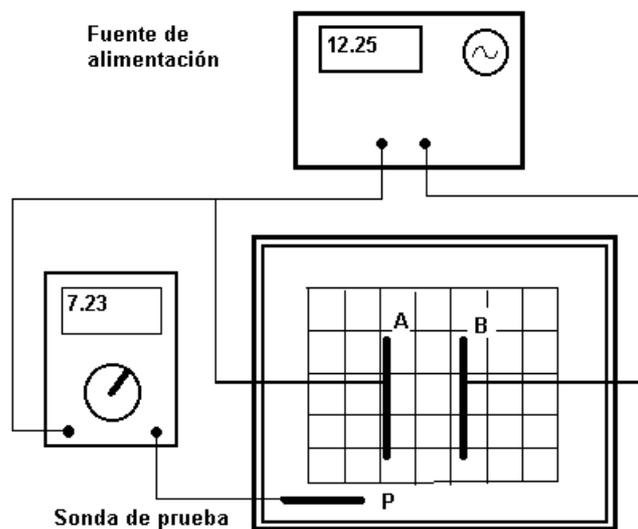
Voltímetro.

Cables de conexión.

Plantilla de papel graduado.

#### 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

El campo eléctrico en el aire o en el vacío, que produce un conjunto de electrodos cargados, es esencialmente el mismo que el que se produciría en un electrolito (por ejemplo, agua con sales disueltas en ella). Este hecho nos proporciona un método para poder trazar, de forma sencilla, las líneas equipotenciales y posteriormente las líneas de campo eléctrico para una distribución de cargas.



Como se observa en la figura, dos electrodos planos metálicos A y B, pueden servir para simular el comportamiento del campo eléctrico y el potencial entre las placas de un condensador plano-paralelo. Cada uno de los electrodos (situados sobre la plantilla graduada) está conectado a un polo de una fuente de alimentación de corriente alterna de bajo voltaje. De uno de ellos se toma una salida para un voltímetro que, a su vez, está conectado a una sonda de prueba, que es la que se introduce en el agua. De esta forma, podremos tener una representación bidimensional del comportamiento del potencial en un condensador.

### Determinación de líneas equipotenciales

Cuando se conecta la fuente de alimentación, la sonda de prueba (P) introducida en un punto de la bandeja (cuyas coordenadas pueden ser establecidas sobre la plantilla), mide la diferencia de potencial respecto del electrodo A. Para trazar una línea equipotencial (EP) para esta configuración se hace lo siguiente:

a) se buscan puntos sobre la plantilla en los cuales el voltímetro registre el mismo valor (por ejemplo, para determinar la equipotencial de 4.0 voltios, buscaremos la situación de los puntos en los cuales se mida dicho valor);

b) dado que las líneas EP son continuas en estas configuraciones, las dibujaremos uniendo consecutivamente los puntos obtenidos.

Con este procedimiento, se pueden trazar tantas líneas EP como se desee y seguir su recorrido en algunas zonas especialmente conflictivas. Esto es muy útil para conocer la distribución de dichas líneas en algunas configuraciones para las que los cálculos teóricos serían muy complejos.

### Trazado de las líneas de campo eléctrico.

Las líneas de campo eléctrico son líneas perpendiculares a las líneas EP y también a la superficie de los electrodos (ya que estos son conductores). Sólo se podrán trazar correctamente cuando tengamos suficientes líneas EP próximas, pero podemos realizar un procedimiento aproximado para el caso en el que se disponga de pocas (ver figura):

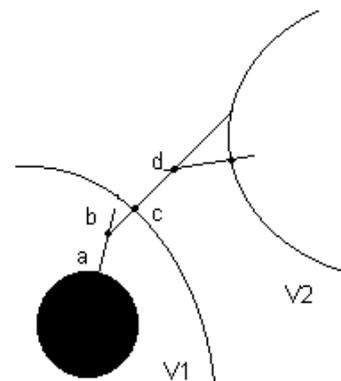
a) Partir de un punto periférico de uno de los electrodos (a) y trazar una línea perpendicular a este punto, hasta encontrar la EP más próxima (la V1).

b) Marcar un punto en la mitad del segmento trazado (b).

c) Desde este último punto, trazar la perpendicular a la EP más próxima (V1). Se encuentra así el punto c.

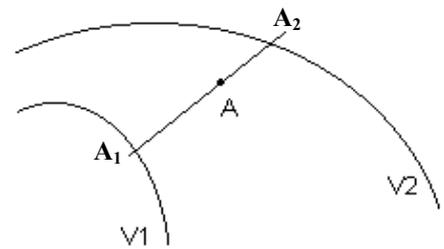
d) A partir de este punto, repetir todo el proceso paso a paso hasta encontrar al otro electrodo.

e) La línea de campo eléctrico pasará por todos los puntos (a,b,c,d,...) que hemos dibujado en este proceso.



### Cálculo del valor del campo eléctrico en un punto determinado

Para calcular el valor del campo eléctrico en un punto como el A, situado entre dos equipotenciales de valores  $V_1$  y  $V_2$  voltios (ver figura), se procede de la siguiente forma:



- Trazar la línea más corta entre las dos EP y que pase por A. Tenemos así dos puntos de corte,  $A_1$  y  $A_2$ .

- Determinar la distancia ( $d$ ) entre ambos puntos a partir de sus coordenadas rectangulares o con una regla.

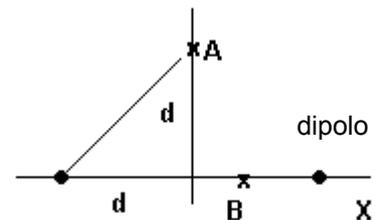
- El valor (módulo o intensidad) del campo eléctrico en el punto A se calcula según la expresión:

$$E = |V_1 - V_2| / d \quad (1)$$

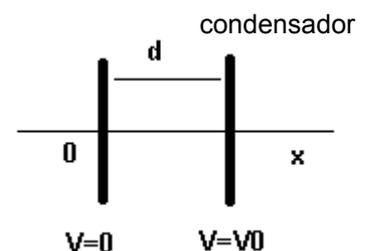
Este valor es aproximado porque se trata del valor medio que hay entre las dos EP. La dirección del campo en este punto es, aproximadamente, la de la línea que hemos trazado. El sentido del campo es el que va del potencial mayor al menor.

### 4. REALIZACIÓN PRÁCTICA

1) Seleccionar los electrodos que se vayan a utilizar para las posibles configuraciones sugeridas en las figuras al margen: dipolo, condensador (con dieléctrico), cable coaxial.



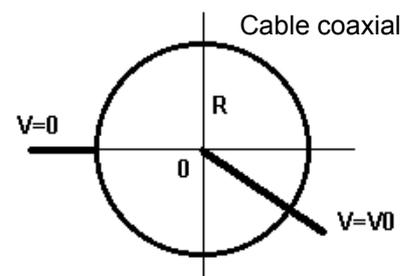
2) Situarlos sobre la plantilla del fondo de la cubeta y realizar el montaje de las sondas metálicas sobre los pies aislantes.



3) Conectar las sondas con la fuente de alimentación (que debe estar apagada) por medio de los cables con pinzas y conectar también la sonda de prueba a través del voltímetro (como se ha visto en la Figura 1).

4) Asegurarse de que queda cubierto de agua el fondo de la bandeja y que está nivelada.

5) Dibujar la posición exacta de los electrodos en la plantilla de papel de que se dispone.



6) Con la fuente de alimentación apagada, seleccionar la salida de unos 12 V, que será el voltaje de trabajo.

7) Sin introducir aún la sonda de prueba en el agua, situar la escala del multímetro en la posición de **voltímetro en alterna** en la escala adecuada.

8) Localizar líneas equipotenciales, determinando una serie de puntos al mismo potencial (por ejemplo a 3 voltios). Para ello se irá introduciendo la sonda de prueba en la cubeta, perpendicularmente, para localizar puntos es que el voltímetro registre un valor lo más aproximado posible al valor buscado. Se anotará en una tabla las coordenadas (x,y) del punto de la plantilla en el que se ha encontrado este valor. Realizar este proceso para un conjunto valores de potencial. Por ejemplo las equipotenciales de  $V = 3, 5, 7, 9$  y  $11$  voltios.

9) Una vez terminada la toma de datos, desconectar la fuente sin vaciar la cubeta de agua.

## 5. PROCESADO DE LOS DATOS

### A) Representar las líneas equipotenciales.

Sobre un papel milimetrado, situar las coordenadas de los puntos medidos para cada equipotencial. Trazar la línea que se ajustaría a esos puntos, etiquetándola con su valor en la parte inferior.

**B<sub>1</sub>)** Si se está trabajando con la configuración de **dipolo**, determinar, por el método citado, el valor del campo eléctrico en los puntos A y B de la Figura 5.

**B<sub>2</sub>)** Si se trata de la configuración de **condensador de placas plano-paralelas**, comprobar que el potencial medido sobre el eje x responde a una ley lineal con la distancia:

$$V(x) = V_0 / d * x$$

Para ello, se representarán los valores de cada equipotencial frente a la distancia mínima al electrodo de referencia (x). Observar si los puntos representados se disponen en forma lineal. La pendiente de la recta de ajuste debería tener un valor aproximado de  $V_0/d$ , donde  $V_0$  es el potencial del electrodo positivo y d la separación entre electrodos. Ya que podemos conocer los errores de medida de d y de  $V_0$ , determinar el error en esta pendiente.

**B<sub>3</sub>)** Si se trata de la disposición de **cable coaxial**, en la zona interior al aro metálico, se debe verificar que (recordar que el aro debe ser el electrodo negativo):

$$V(r) = A + B \log r$$

En este caso, representar el potencial de cada una de las líneas EP medidas frente a la distancia al electrodo central y encontrar los valores de A y B, realizando un ajuste por mínimos cuadrados.