

PERMITIVIDAD RELATIVA DE UN MATERIAL LÍNEAS EQUIPOTENCIALES

Objetivo

Medir la permitividad del vacío y la permitividad relativa de algunos materiales. Observar las líneas equipotenciales de una distribución de cargas.

Material

Condensador plano paralelo. Láminas de materiales dieléctricos: PVC, PET, PMMA (consultar al profesor). Fuente de potencial, voltímetro, electrodos planos, circulares y planos, y sonda metálica.

Fundamento teórico

Cuando aplicamos un campo eléctrico a un material conductor aparece una corriente eléctrica en él. Cuando aplicamos un campo eléctrico a un material aislante no aparece ninguna corriente eléctrica, pero dicho material sí que reacciona a dicho campo. Los materiales dieléctricos no tienen cargas libres que se puedan mover por el material, pero sí está compuesto por partículas cargadas (núcleos atómicos y electrones) que se pueden desplazar ligeramente respecto a su posición inicial. Cuando se produce este desplazamiento se dice que el material está *polarizado*. Sus moléculas adquieren un momento dipolar inducido. \vec{P} es la *polarización* o momento dipolar inducido por unidad de volumen. Estos dipolos crean su propio campo eléctrico.

$$\vec{E}_{local} \propto \frac{\vec{P}}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Definimos el *desplazamiento eléctrico* como:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E} = \epsilon \vec{E} \quad (2)$$

donde ϵ_r es la *permitividad relativa* o constante dieléctrica, ϵ la permitividad del medio y el vector \vec{D} está relacionado con la densidad de carga libre.

Faraday descubrió que la capacidad de un condensador de placas paralelas aumentaba cuando entre las placas colocaba un material dieléctrico. Este aumento dependía del dieléctrico que colocaba. En realidad aumentaba según un factor ϵ_r .

Si la capacidad de un condensador, cuyas placas tengan una superficie S y estén separadas por una distancia d , viene dada por

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (3)$$

si lo llenamos de un material dieléctrico la capacidad vendrá dada por:

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d} \quad (4)$$

Por ello resulta sencillo determinar la constante dieléctrica de un material simplemente comparando la capacidad de un condensador con y sin dicho material entre sus placas.

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_0} \quad (5)$$

Método experimental

Medida de la permitividad del vacío (ϵ_0) mediante un condensador plano-paralelo

El condensador plano-paralelo dispone de un tornillo micrométrico que permite separar los planos con precisión de pocas micras. Mediante la expresión (3) se sabe que la capacidad del condensador depende de la separación de los planos ($C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$). Puesto que se dispone de un tester con formato para medir capacidades, se medirá la capacidad del condensador para ocho distancias distintas (ver tabla). Debido a que la expresión anterior es sólo una aproximación para planos infinitos, la separación de las placas no deberá superar los $2mm$.

Cuadro 1: Tabla para la determinación de ϵ_0

d	C	$\frac{S}{d}$

Medida de la permitividad relativa de un dieléctrico (ϵ_r) mediante un condensador plano-paralelo

A fin de determinar la permitividad relativa de un dieléctrico, tomaremos una lámina de dicho dieléctrico y la colocaremos entre las placas del condensador. En este caso sólo disponemos de un grosor, por lo que no podremos repetir exactamente el apartado anterior. Ahora sólo se podrá llevar a cabo una medida.

Mida con un pie de rey el grosor de la lámina y, tras colocarla en el condensador, registre la capacidad de éste.

Repita estos últimos pasos para todos los dieléctricos suministrados.

Dibujo de las líneas equipotenciales

En este apartado se pretende dibujar las líneas equipotenciales de diferentes distribuciones de carga. Para ello se colocarán los electrodos (plano-plano, plano-puntual, puntual-puntual, puntual-circular) y se sondeará el potencial entre ellos.

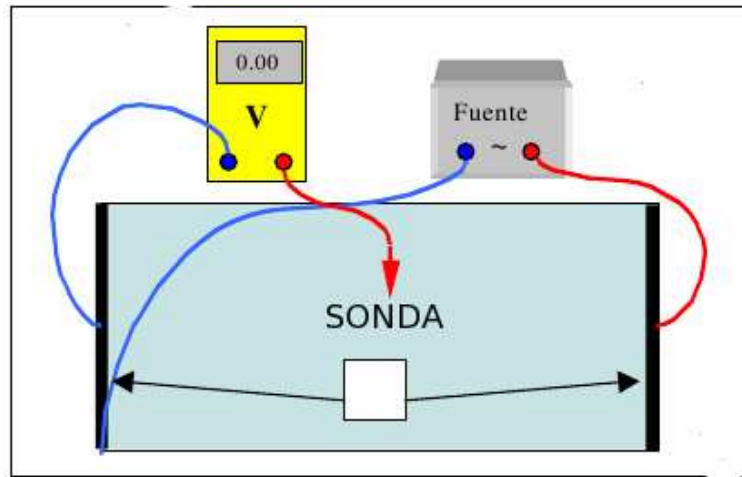


Figura 1: Dispositivo para dibujar las líneas equipotenciales de dos electrodos planos y paralelos.

Se conectarán los hilos entre las salidas de la fuente y los tornillos electrodos (ver figura (1)). Se conectará un hilo en derivación con la salida del positivo de la fuente a la entrada del voltímetro y otro hilo a la salida del voltímetro y en su otro extremo la sonda cogida por un cocodrilo. Debajo de los electrodos se colocará primero papel resistivo, debajo de este, papel carbón y debajo una cuartilla de papel blanco. Cuando se mida con la sonda el potencial en un punto entre los electrodos, al presionar sobre el papel resistivo quedará una marca en la cuartilla blanca.

Se buscarán tres o cuatro valores (entre los 0V y 10V de los electrodos) y se irán siguiendo aquellos puntos del planos con el mismo valor. De esta manera quedarán dibujadas sobre la cuartilla blanca dichas tres o cuatro líneas equipotenciales.

Se hará el dibujo para tres combinaciones para electrodos.

Resultados

Medida de la permitividad del vacío (ϵ_0) mediante un condensador plano-paralelo

Utilizando los valores obtenidos en la tabla, represéntese C_0 frente a $\frac{S}{d}$. Hágase posteriormente una regresión lineal y determine el valor de ϵ_0 . Recordar que $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9} = 8'85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$.

Medida de la permitividad relativa de un dieléctrico (ϵ_r) mediante un condensador plano-paralelo

En la gráfica anterior anotense los puntos obtenidos para cada dieléctrico. Puesto que:

$$\frac{C_{diel}}{C_0} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S/d}{\epsilon_0 S/d}$$

$$\frac{C_{diel}}{C_0} = \epsilon_{relativa}$$

determinése la permitividad relativa de cada material.

Cuestiones

1. Búsque en la bibliografía los valores para los materiales estudiados y justifique los resultados obtenidos.

Bibliografía

P.A. Tipler, ed Reverté

P. Lorrain, D. R. Corson, Selecciones científicas

Feynman, Leighton, Sands, ed Addison-Wesley

Reitz, Milfor, Christy, ed Prentice Hall