

ESTUDIO DE UN CONDENSADOR DE PLACAS PLANO-PARALELAS

OBJETIVOS

- Medir la carga que almacena el condensador en función de la diferencia de potencial aplicada.
- Medir la carga que almacena el condensador en función de la distancia entre sus armaduras.
- Determinar la capacidad del condensador y el valor de ϵ_0 .

MATERIAL

Fuente de alimentación de corriente continua, dos voltímetros, resistencia de 100 M Ω , condensador plano de placas circulares, amplificador de señales y cables de conexión.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Un condensador es un dispositivo que sirve para almacenar carga y energía eléctrica. Está formado por dos conductores, que se hallan en influencia total,¹ separados por un medio aislante. En concreto, un condensador de placas plano paralelas (también llamado condensador plano) está formado por dos placas conductoras paralelas de igual superficie S separadas una distancia d mediante algún medio aislante (aire, en nuestro caso), como se muestra en el esquema de la figura 1.

Se define la **capacidad (C) de un condensador** como el *cociente entre la carga que adquiere una de sus armaduras² y la diferencia de potencial (usada para cargar el condensador) entre esa armadura y la otra.*

$$C = \frac{Q_+}{V_+ - V_-} = \frac{Q_-}{V_- - V_+} \quad [1]$$

En nuestro caso en que el espacio entre las armaduras del condensador está ocupado por aire seco se puede demostrar que la capacidad del condensador plano es:

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad [2]$$

donde el subíndice cero significa que el espacio entre las armaduras es vacío o aire seco, cuya permitividad dieléctrica es $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$. La ecuación [2] se cumple siempre que la distancia d sea mucho más pequeña que las dimensiones de las placas, para que el campo eléctrico que se produce al cargar el condensador pueda considerarse uniforme.

MÉTODO EXPERIMENTAL

Nuestro condensador está formado por dos placas circulares paralelas, de **25,6 cm de diámetro** cada una, de las que una de ellas está fija y la otra es móvil, como se muestra en la figura 2. El esquema del montaje experimental para el proceso de carga se muestra en la figura 3. Para la carga se utiliza una fuente de tensión variable de 0 a 500 V. Un amplificador de señales nos servirá para medir la carga que adquiere el condensador.

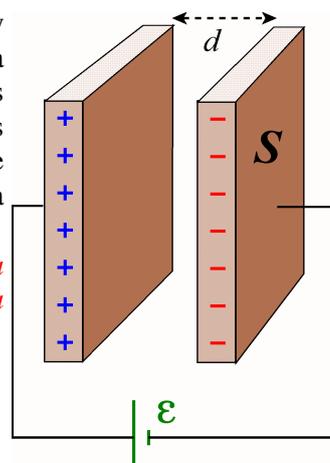


Figura 1



Figura 2: Condensador plano

¹ Se dice que los dos conductores están situados en influencia total cuando al cargar el dispositivo todas las líneas de campo eléctrico que salen de uno de ellos llegan al otro.

² Los conductores que forman el condensador reciben el nombre de placas o armaduras.

Para seguir las explicaciones que siguen puede ayudarse de la figura 8 del apéndice, donde están los esquemas de la fuente de tensión y del amplificador de señales.

La figura 4 muestra el esquema para la medida de la carga del condensador. La placa móvil del condensador (derecha en las figuras) se conecta al polo negativo de la fuente de tensión y a la conexión de tierra del amplificador de señales. La placa fija del condensador (izquierda en las figuras) se conecta a través de una resistencia de $100\text{ M}\Omega$ al polo positivo de la fuente de tensión. Para medir la diferencia de potencial que suministra dicha fuente se utiliza un voltímetro³. La figura 3 muestra la conexión del cable **B**, proveniente del resistor, a la placa fija del condensador para poder cargarlo (Véase también la figura 5). Por otro lado, para medir la carga que adquiere el condensador se utiliza un cable coaxial (**A** en las figuras) conectado en la entrada de medida de carga del amplificador. La figura 4 muestra la desconexión del cable **B** y la conexión del terminal **A** en la placa fija del condensador a fin de medir su carga (Véase también la figura 6). La medida se realiza mediante un voltímetro⁴ conectado a la salida de la diferencia de potencial del amplificador y se sitúa el mando central giratorio del aparato en la escala 10^{-8} C . De esta forma, una lectura de, por ejemplo, $1,23\text{V}$ en este voltímetro equivaldrá a $1,23 \times 10^{-8}\text{ C}$.

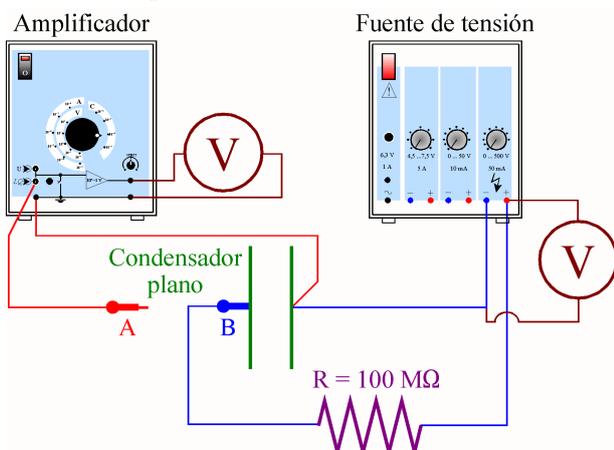


Figura 3: Carga del condensador

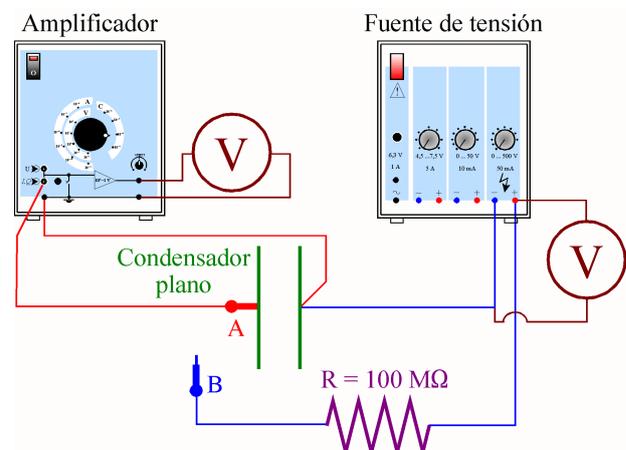


Figura 4: Medida de la carga del condensador

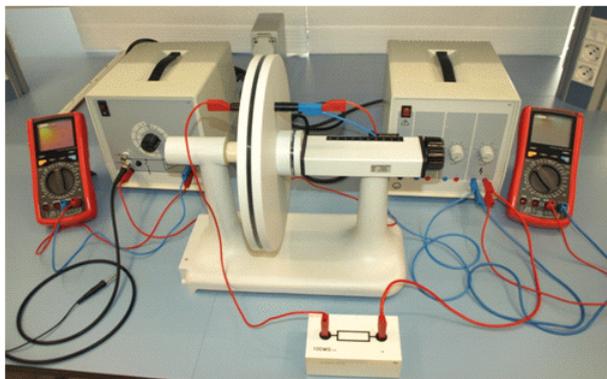


Figura 5: Montaje para el proceso de carga

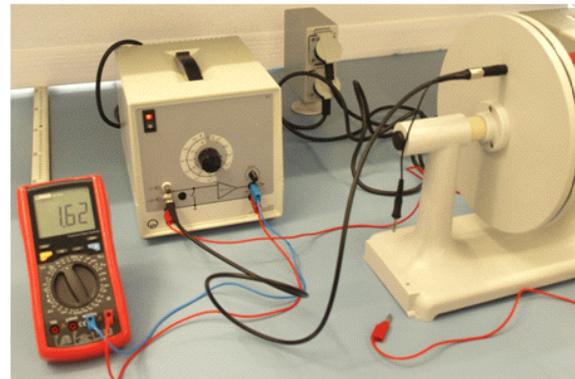


Figura 6: Conexión para medida de carga

La figura 5 muestra el montaje completo en el laboratorio para el proceso de carga. Obsérvese que el terminal del cable coaxial **A** está desconectado del condensador⁵. La figura 6 muestra la conexión del terminal

³ Utilice una escala adecuada del voltímetro, teniendo en cuenta que deberemos llegar hasta unos 300 V de corriente continua.

⁴ En este caso, se recomienda usar la escala de 2 V o, en caso de necesidad, la de 20 V de corriente continua.

⁵ Es el cable negro a la izquierda de la figura 5, que tiene un extremo conectado al amplificador y el otro extremo suelto.

A del cable coaxial a la placa fija del condensador para medir su carga, previa desconexión del cable **B**.

La distancia entre las placas circulares del condensador puede variarse⁶ girando el mando negro a la derecha del condensador (véanse las figuras 2 y 5). Durante esta operación la fuente de tensión debe estar apagada. Para medir la distancia entre las placas nos ayudamos de un nonius que lleva incorporado el sistema y que podemos ver en detalle en la figura 7. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de que este aparato de medida de longitudes tenga error de cero, es decir que pueda no estar midiendo cero cuando las placas están juntas. Si esto es así recuerde sumar o restar dicho error, dependiendo de si el error de cero es por defecto o por exceso.

Experimento 1: Medida de la carga en función de la diferencia de potencial aplicada

① Coloque inicialmente las placas del condensador a una distancia de 2 mm.

② Aplique una diferencia de potencial de 50 V para cargar el condensador⁷. El montaje de la figura 5 (esquema en figura 3) sirve para realizar el proceso de carga.⁸

③ Mida la carga del condensador, para lo cual en primer lugar tiene que descargar el amplificador a tierra, mediante el pulsador negro de descarga que se muestra en la figura 8 del apéndice. Luego desconecte el cable **B** de la placa fija del condensador y conecte el terminal **A** de la sonda coaxial, como se muestra en las figuras 4 y 6.

④ Mida el voltaje de salida en el voltímetro conectado al amplificador de señales y determine la carga⁹. Repita el proceso¹⁰ varias veces (al menos tres veces).

⑤ Manteniendo la distancia entre las placas realice medidas para otras diferencias de potencial aplicadas, 100 V, 150 V, 200 V, 250 V y 300 V.

⑥ Por último, repita todas estas medidas para distancias entre placas de 4 mm y de 6 mm.

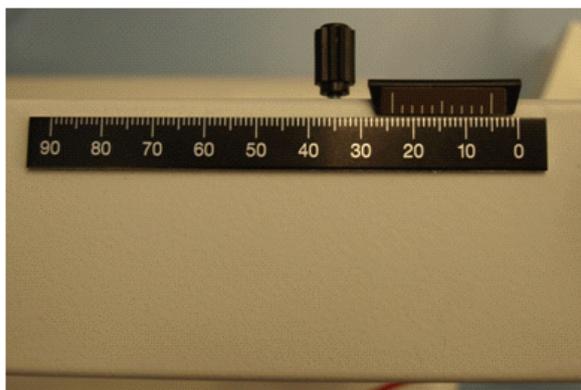


Figura 7: Detalle del nonius marcando 5 mm

Experimento 2: Medida de la carga en función de la distancia entre placas

① Coloque inicialmente las placas del condensador a una distancia de 2 mm.

② Aplique una diferencia de potencial de 100 V para cargar el condensador. Recuerde que el esquema de la figura 3 (o figura 5) sirve para realizar el proceso de carga.

③ Mida la carga del condensador, para lo cual en primer lugar tiene que descargar el amplificador a tierra, mediante el pulsador negro de descarga que se muestra en la figura 8 del apéndice. Luego desconecte el cable **B** de la placa fija del condensador y conecte el terminal **A** de la sonda coaxial (Véanse las figuras 4 y 6).

④ Mida el voltaje de salida en el voltímetro conectado al amplificador de señales y determine la carga. Repita el proceso varias veces (al menos tres veces).

⑤ Manteniendo la diferencia de potencial entre las placas realice medidas para otras distancias entre placas, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm y 12 mm.

⁶ Para ello el tornillo que se ve en la figura 7 debe estar apretado.

⁷ Para ello gire el mando correspondiente de la fuente. No es imprescindible conseguir 50 V exactos (aunque intente acercarse lo máximo posible a ese valor), pero anote la medida real de la diferencia de potencial que estamos suministrando.

⁸ En nuestro caso el condensador tarda en cargarse menos de un segundo.

⁹ Recuerde que dicho valor multiplicado por el factor 10^{-8} es la carga del condensador expresada en culombios.

¹⁰ Desconecte el terminal **A** y vuelva a conectar el cable **B** para volver a cargar el condensador y siga luego los pasos ③ y ④.

Tratamiento de los datos

① Experimento 1

Construya una tabla, para cada distancia entre placas, con los valores de diferencia de potencial aplicada y carga del condensador¹¹. **Represente gráficamente la carga del condensador en función de la diferencia de potencial aplicada** para cada una de las tres distancias entre placas considerada. Estas líneas rectas están basadas en la ecuación [1]. A partir de los parámetros¹² del ajuste, **determine el valor de la capacidad del condensador para cada distancia entre las placas**, así como su correspondiente error.¹³

② Experimento 2

Con los datos obtenidos calcule la capacidad¹⁴ del condensador en cada caso. **Represente gráficamente la capacidad del condensador en función de la inversa de la distancia entre placas**. No olvide incorporar una tabla con los valores usados para realizar esta gráfica¹⁵. Esta línea recta está basada en la ecuación [2]. A partir de los parámetros del ajuste, **determine el valor de la constante ϵ_0** , así como su correspondiente error.

CUESTIONES

1.- En esta práctica se ha calculado la capacidad del condensador cuando la distancia entre las armaduras es de 2 mm dos veces, una en el experimento 1 y otra en el experimento 2. ¿son iguales? Discuta el resultado.

2.- Utilizando el ajuste realizado en el experimento 2, calcule la capacidad del condensador cuando la distancia entre sus placas es de 5 mm.

APÉNDICE

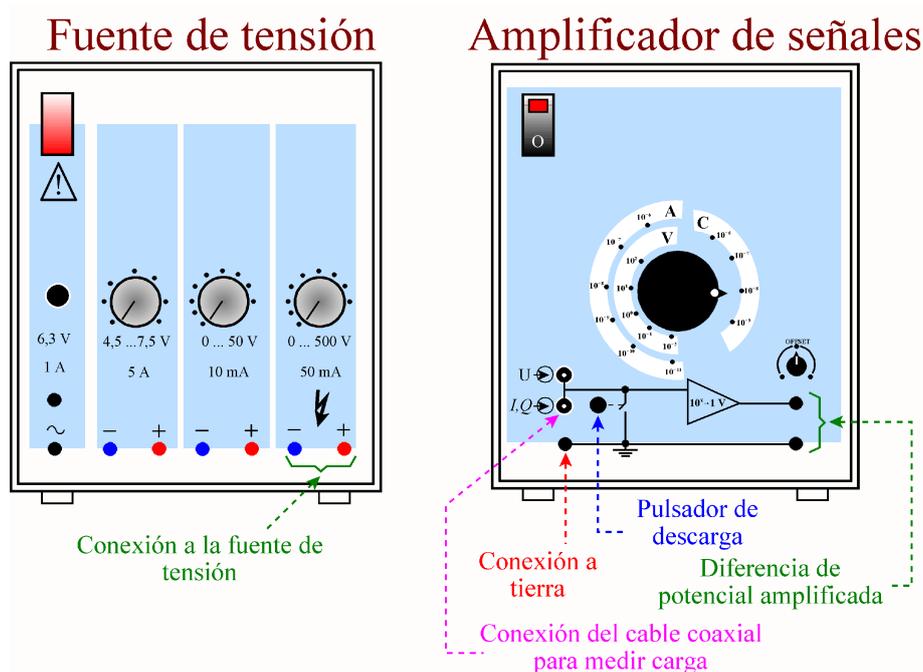


Figura 8

¹¹ No olvide calcular el error relativo de dispersión en cada caso, así como el error absoluto de la carga. Tampoco olvide incluir el error de la diferencia de potencial.

¹² Los parámetros son la pendiente, el error de la pendiente y el coeficiente de correlación lineal.

¹³ Puede representar las tres rectas, correspondientes a las distancias de 2 mm, 4 mm y 6 mm, en una misma gráfica.

¹⁴ Para lo cual debe utilizar la ecuación [1].

¹⁵ Incluya también los errores absolutos correspondientes.