

TRABAJO PRÁCTICO Nº 3 CAPACITORES

Introducción

El capacitor es un elemento eléctrico que se construye con dos cuerpos de material conductor, denominados placas o armaduras, separados por un aislante (o por el vacío). Se caracterizan por proporcionar una capacitancia C que es función de la geometría y dimensiones de los cuerpos de material conductor enfrentados y de las dimensiones y características del medio que los separa aislándolos eléctricamente.

Cuando un capacitor está cargado se tienen cargas Q de igual magnitud y de signo opuesto en las placas. La magnitud de la carga es proporcional a la tensión eléctrica o diferencia de potencial V entre los bornes de conexión. El factor de proporcionalidad es la capacitancia C del capacitor.

Por consiguiente, los parámetros que determinan el comportamiento eléctrico de un capacitor son su capacitancia C , la carga Q de sus armaduras y la tensión V entre sus bornes; la relación entre ellos expresa la definición operacional de capacitancia:

$$Q = CV \quad C = \frac{Q}{V} \quad (3.1)$$

Objetivo

Corroborar lo expresado por la ecuación de definición operacional de capacitancia ensayando un capacitor, manteniendo uno de los parámetros constante, variando el segundo y controlando las consecuentes variaciones del tercero.

Equipamiento

Capacitor experimental, formado por dos placas planas circulares de 20 cm. de diámetro; la separación es variable a partir de 1 mm.

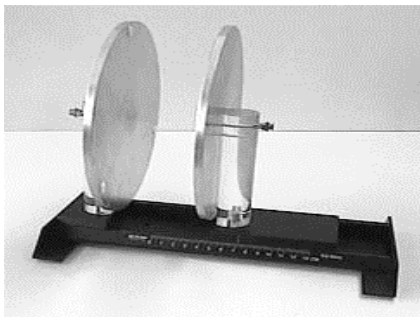


Fig. 3.1 Capacitor experimental

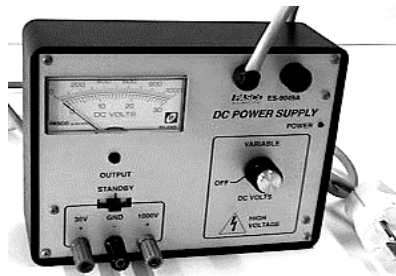


Fig. 3.2 Fuente de tensión variable



Fig. 3.3 Esfera

Fuente de tensión variable, de baja potencia, con dos escalas: 0 – 30 V y 0 – 1000 V con señalización analógica de la diferencia de potencial en bornes de conexión. (Fig. 3.2)

Fuente de carga estática, constituida por una esfera conductora conectada a la fuente de tensión, ajustada en 1000 V (Fig. 3.3).

Plano de prueba: pequeño disco de material conductor con mango de material aislante (De la esfera se extrae carga y se la transporta manualmente utilizando este accesorio)

Electrómetro; doble jaula de Faraday y accesorios para mediciones electrostáticas (especificaciones y detalles de operación descriptos en el T.P. Nº 2)

Nota I: los ensayos en los que se utilizará la fuente de baja potencia regulada a 1000 V, no tienen riesgo eléctrico para el operador, por las características especiales de la fuente y de la esfera que, al ser conectada a la fuente, adquiere dicho potencial.

Nota II: Se dice que son mediciones estáticas de tensión porque no necesitan, como en los voltímetros comunes, circulación de corriente a través del instrumento para efectuar la medición. Esto se logra por la elevada resistencia interna que posee el electrómetro.

Nota III: La utilización del electrómetro se debe ajustar a lo indicado en la Exp. 2. Si por error se conecta el electrómetro directa o indirectamente a la esfera o a la fuente (regulada de alta tensión), se producirán importantes averías del instrumento.

Experiencia 3.1

I- Capacitor eléctrico. $V = f(Q)$ con C constante

Objetivo

Mantener constante la capacitancia C del capacitor y observar la influencia que tiene la carga Q , suministrada a las armaduras, sobre la tensión V en bornes.

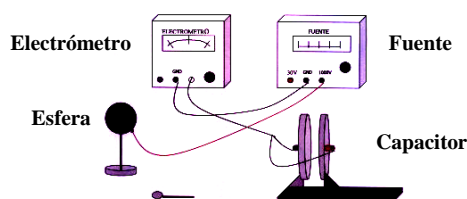


Fig. 3.4 Diagrama de conexionado de la experiencia 3.1

Procedimiento

Separar las placas la distancia $d = 2$ mm. No modificarla, manteniendo de ese modo constante la capacitancia C del capacitor.

Conectar el electrómetro a los terminales del capacitor, controlar que esté en la posición LOCK. El terminal + a la placa móvil. Unir las masas del electrómetro con la de la fuente de alta tensión. Desbloquear el electrómetro. En estas condiciones el instrumento medirá la tensión V en bornes del capacitor.

Suministrar carga al capacitor utilizando para ello el plano de prueba. Tocar con el plano de prueba la esfera, que estará conectada al borne + de la fuente regulada a 1000 V y luego la parte externa de la placa + del condensador. Realizar tres veces esta operación. En principio se puede admitir que toda la carga del plano pasa al capacitor y que cada toque suministra al capacitor la misma cantidad de carga ΔQ .

Leer y registrar los incrementos de tensión para cada una de las operaciones de carga.

Analizar los valores registrados e informar V como función de Q , para C constante ($d=2\text{mm}$).

Repetir el ensayo con otro valor de C constante, por ejemplo fijando $d = 4$ mm.

Analizar los valores registrados e informar V como función de Q , para C constante ($d=4\text{mm}$).

Nota: en comparación con el ensayo anterior, al adoptar $d = 4$ mm, la capacitancia C del capacitor ha disminuido a la mitad y esto debería duplicar el valor de los saltos de tensión por cada toque del plano. No se observa tal duplicación debido a que los resultados están afectados por la capacitancia propia del electrómetro. Esta capacitancia es constante, está en paralelo con C , y su valor es del orden de **30 pF** (comparable a los de C).

Experiencia 3.2

II- Capacitor eléctrico. $Q = f(C)$ con V constante

Objetivo

Mantener constante la tensión V y observar la influencia que el valor de C (variable) tiene sobre la carga q que aparece sobre las armaduras.

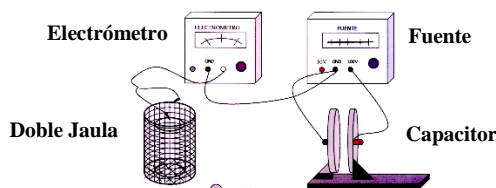


Fig. 3.5 Diagrama de conexionado de la experiencia 3.2

Procedimiento

Conectar el capacitor a la fuente de alta tensión y el electrómetro a la doble jaula de Faraday manteniendo unidas las masas. Durante toda la medición el operador debe tocar con un dedo el terminal GND del electrómetro, para evitar efectos de inducción. Seleccionar un primer valor de C separando las placas una distancia $d = 6$ cm y llevar la tensión V alrededor de **1000 V**. Con el plano de prueba previamente descargado, tocar la parte central interna de la placa $+$. Llevar el plano de prueba al interior de la cubeta y la lectura del electrómetro dará una idea de la cantidad de carga q que el plano de prueba capturó en la superficie de contacto.

Variar la capacitancia C adoptando $d = 3$ cm (la capacitancia se duplica); repetir todo el proceso anterior.

Analizar los valores registrados e informar.

Experiencia 3.3

III- Capacitor eléctrico. $Q = f(V)$ con C constante

Objetivo

Mantener la capacitancia C constante y observar la influencia que la tensión V en bornes tiene sobre la carga de las placas.

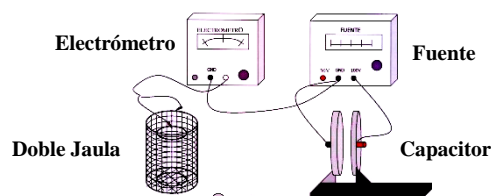


Fig. 3.6 Diagrama de conexionado de la experiencia 3.3

Procedimiento

Dejar el condensador conectado a la fuente de alta tensión con la separación $d = 3$ cm entre placas. Regular la tensión de la fuente a $V = 400$ V y explorar la carga con el procedimiento descrito en la experiencia anterior.

Duplicar la tensión ($V = 800$ V) y repetir la operación.

Analizar los valores registrados, comparando resultados e informar Q (representado por los valores de V en la doble jaula medidos con el electrómetro) como función de V .

Experiencia 3.4

IV- Capacitor eléctrico. $V = f(C)$ con Q constante

Objetivo

Mantener la carga Q constante y observar la influencia que la capacitancia C tiene sobre la tensión en bornes.

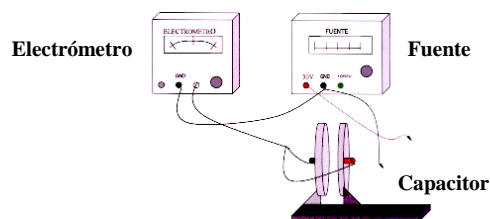


Fig. 3.7 Diagrama de conexionado de la experiencia 3.4

Procedimiento

Conectar los terminales del capacitor al electrómetro en posición LOCK.

Selección el valor de C ajustando la separación de las placas a **2 mm**.

Regular la tensión de la fuente a 10 V, pasando el selector de la fuente de alimentación a la posición 30 V y ajustar con el regulador la lectura de la aguja a alrededor de **10 V**.

Destabar el electrómetro en la escala de **30 V** y con conductores conectados a los bornes de la fuente tocar brevemente los bornes del capacitor, que quedará cargado con una carga fija y a una tensión del orden de los 10 V, indicada por el electrómetro.

Variando la separación entre las placas puede observar la influencia de la capacidad sobre la tensión en bornes. Hacer lecturas con $d = 4$ mm y $d = 6$ mm.

Comparar los valores medidos (los cuales están influenciados por la capacidad de entrada del electrómetro que es constante y en todo momento está conectada en paralelo con C).

Estimación de la capacidad del electrómetro

La llamaremos C_x . Usar en el cálculo las mediciones de tensión hechas con $d=2\text{ mm}$ y 6 mm . Indicar con C la capacidad del condensador cuando d es 2 mm y con $C/3$ cuando d es 6 mm (la triplicación de la separación de las placas hace caer la capacidad a un tercio del valor original). Si q es la carga del conjunto condensador y electrómetro que no cambia, e indicamos con V la lectura del electrómetro con 2 mm de separación y V' cuando d es 6 mm , podemos escribir las siguientes relaciones:

$$\begin{cases} C + C_x = \frac{q}{V} \\ \frac{C}{3} + C_x = \frac{q}{V'} \end{cases}$$

De donde podemos despejar:

$$C_x = C \frac{V - V'}{V' - V} \quad (3.2)$$

La capacidad C se calcula teniendo en cuenta que se trata de un capacitor plano de placas circulares de 20 cm de diámetro y una separación de 2 mm .

Hablamos de una estimación y no propiamente de un cálculo, por cuanto las mediciones están fuertemente afectadas por errores que provienen de inducciones espurias y de la capacidad distribuida de los cables de conexión.

Experiencia 3.5

V- Capacitor eléctrico. $C = f(K)$

Objetivo

Mantener la carga Q constante. Estudiar la influencia del dieléctrico en la capacitancia.
Estimar la constante dieléctrica del vidrio.

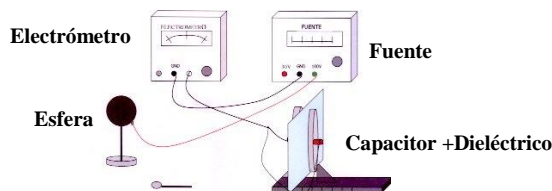


Fig. 3.8 Diagrama de conexionado de la experiencia 3.5

Procedimiento

Analizar la influencia de incorporar, entre las placas del capacitor, una lámina de vidrio de 5 mm de espesor, al estar el capacitor cargado con la misma carga Q .

Conectar el capacitor al electrómetro en posición LOCK y colocar el vidrio entre las placas juntándolas hasta hacer tope. La corredera indicará una separación de 6 mm , pues los separadores plásticos tienen 1 mm de espesor. Desbloquear el electrómetro y dar tres golpes de carga con el plano de prueba y la fuente de carga estática, como se describe en la Exp.3.1. Tomar lectura de la indicación del electrómetro y registrar V .

Bloquear el electrómetro, extraer el vidrio separando previamente las placas y luego reponiéndolas a 6 mm . Con el electrómetro en escala de 30 V , desbloquear y repetir los tres golpes iguales de carga. Tomar lectura de la indicación del electrómetro y registrar V_0 .

Comparar resultados. Estimar el valor de la constante dieléctrica K del vidrio.

La influencia del dieléctrico la podremos apreciar claramente al constatar que $V < V_0$. En la estimación de la constante K del vidrio, es de esperar resultado razonable en cuanto son de aplicación las mismas consideraciones referidas a errores de los ensayos anteriores.