



Universidad Nacional Autónoma de
Honduras

Facultad de Ciencias
Escuela de Física



FS-200 FÍSICA GENERAL II

LABORATORIO #5
CONCEPTOS DE ELECTROSTÁTICA

Instructor (a): _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Nombre: _____ N° de cuenta: _____

Fecha: _____ Sección: _____

1. Introducción

Denominamos un sistema electrostático como aquel en el cual se analiza los efectos producidos por cuerpos que se encuentran cargados y la interacción entre los mismos. La electrostática se enfoca en el estudio de estas interacciones con cargas en equilibrio en el cual tenemos interacciones de repulsión, en el marco en el que se tienen dos cargas de igual signo (ambas cargas negativas o ambas positivas), e interacciones de atracción, en el marco en el que se tienen dos cargas de diferente signo (una carga negativa y otra positiva). La electrostática también permite la predicción de cómo los objetos pueden cargarse, evidenciándose por medio de un capacitor y cómo la carga únicamente se encuentra en la superficie de un objeto cargado. Se analizará los fenómenos electrostáticos a través de experimentos que involucren el frotamiento de dos varillas para generar estática, así mismo como visualizar la distribución de la carga sobre superficies de diferente forma y observar la variación de carga en un capacitor al momento de variar sus distancias y el voltaje de alimentación en las mismas, con el fin de verificar los fenómenos electrostáticos de carga, voltaje y capacitancia.

2. Objetivos

1. Comprender la relación entre voltaje, carga y capacitancia.
2. Verificar que la carga en un sistema cargado se encuentra en la superficie de los materiales y depende de la forma del objeto.
3. Analizar el comportamiento de las variables de voltaje y carga por medio de un capacitor a diferentes distancias.

3. Material y Equipo

1. Fuente de Tensión DC Electroestática.
2. Electrómetro.
3. Cubeta de Faraday.
4. Esferas cargadas.
5. Esfera hueca y esfera oboide.
6. Paletas de prueba.
7. Capacitor.
8. Riel.

4. Marco Teórico

La electricidad estudiada desde la perspectiva estática es un fenómeno que ocurre a causa de la acumulación de cargas eléctricas en un objeto. Podemos entender las cargas eléctricas a través del modelo atómico sencillo de protones, neutrones y electrones. Los electrones son aquellas cargas con signo negativo, los protones con carga de signo positivo y los neutrones sin carga en particular, es decir, son neutros. Por lo general, los electrones son los que fluyen en los materiales para la producción de electricidad. Para que exista una transferencia de carga eléctrica es necesario que los materiales sean buenos conductores de electricidad o que la conduzcan de forma parcial.

En base a la descripción anterior, describa los siguientes conceptos sobre materiales:

- Conductores
- Semiconductores
- Aislantes

La acumulación de carga en un objeto puede ocasionar una descarga eléctrica a un determinado voltaje cuando este se pone en contacto con otro. Es posible realizar una acumulación de cargas eléctricas por medio de diferentes configuraciones, ya sea frotando diferentes objetos, poniendo en contacto un objeto cargado con uno que no se encuentra cargado y finalmente acercando un objeto cargado pero sin que este entre en contacto con otro objeto que no está cargado. Es necesario realizar la distinción entre las diferentes configuraciones para conocer qué fenómeno de carga electrostática se está estudiando, por lo que podemos decir:

- **Carga por fricción:** Se genera una transferencia de carga debido al contacto entre dos materiales que no están cargados inicialmente. La cantidad de carga transferida depende de la naturaleza de los materiales empleados.
- **Carga por conducción:** Se genera una transferencia de carga de un material cargado eléctricamente a uno que originalmente no se encuentra cargado. La conducción se refiere al flujo de carga durante un corto periodo de tiempo en que los electrones son transferidos.
- **Carga por inducción:** Se refiere a la transferencia de carga contraria de un objeto a otro, por medio de la cercanía de un material que esté cargado. Por ejemplo: un varilla de plástico cargada negativamente puede ocasionar que una esfera metálica se cargue positivamente al repeler las cargas negativas y removerlas de la esfera.

En electrostática también es de interés saber cuánta carga eléctrica se puede almacenar en un determinado material. Para conocer la carga eléctrica de un material en el ámbito del laboratorio es más sencillo trabajar por medio del voltaje y la capacitancia. Tanto el voltaje y la capacitancia brindan un indicativo de cuánta carga eléctrica reside sobre la superficie de un material.

En base al párrafo anterior, describa los siguientes conceptos básicos sobre electrostática con sus respectivas unidades en el Sistema Internacional.

- Voltaje
- Carga Eléctrica
- Capacitancia

Por medio de un objeto cargado es posible transferir carga eléctrica y almacenarla en un determinado material, siempre y cuando este sea un buen conductor eléctrico. Cabe destacar que la carga depende de la forma del objeto y esta únicamente reside en la superficie de los materiales. Puede definirse un concepto importante como densidad de carga por unidad de longitud, superficie o volumen, el cual nos indica qué tanto un objeto está cargado ya sea en una determinada longitud, en una determinada área o en un determinado volumen. Este concepto permite predecir qué regiones contendrán más carga con respecto a otras regiones de un objeto determinado.

Basándose en lo que establece el párrafo anterior con respecto a la densidad de carga conteste:

- Escriba la expresión matemática para la densidad de carga lineal, superficial y volumétrica y describa cualitativamente su relación

Los métodos de análisis de cargas en sus inicios tenían la complicación de que no podía medirse del todo correctamente la carga y su distribución a lo largo de un objeto cargado. Michael Faraday en 1832 por medio de sus experimentos logró brindar la identidad de que la electricidad proveniente de una batería, de cargas electrostáticas y la del movimiento de un imán eran de la misma naturaleza y para poder estudiar la relación de carga y su distribución construyó lo que al día de hoy conocemos como una cubeta de Faraday. La cubeta de Faraday cuyo funcionamiento sigue el principio de que: *“toda carga situada en una superficie conductora interior producirá una carga igual en la superficie conductora exterior”*. Esto quiere decir que al momento de introducir un objeto cargado en la superficie interior, una carga de la misma magnitud se generará en la superficie exterior. Un ejemplo de la cubeta de Faraday es posible visualizar en la figura 1.



Figura 1: Esquema de una cubeta de Faraday

En sus inicios se intentaba tratar de realizar la manipulación de cargas eléctricas y el principal problema existente era que al cargar un objeto rápidamente este se descarga, liberando la carga a su alrededor. Para solventar este problema se inventó lo se conocen como capacitores, los cuales son dispositivos capaces de almacenar energía en forma de voltaje. Los capacitores consisten de dos placas conductoras, por lo general de metales, separadas por una distancia por un aislante, como ser el aire.

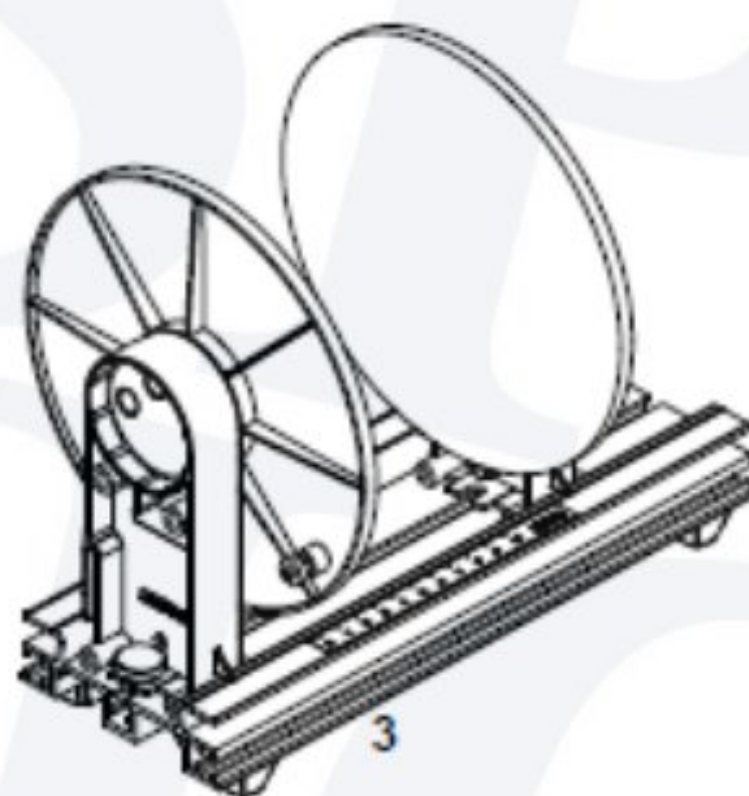


Figura 2: Esquema de un capacitor

A partir de los capacitores se logró estudiar la relación existente entre el voltaje, la capacitancia y la carga eléctrica.

De acuerdo a lo anterior, escriba la relación matemática entre capacitancia, carga y voltaje y describa cualitativamente su relación

5. Procedimiento Experimental

5.1. Generación de cargas por frotamiento

- Realice las conexiones respectivas del montaje en base a la figura 3. Conecte los caimanes a la cubeta de Faraday y la terminal al electrómetro.
- Encienda el electrómetro y sitúe la escala en un rango de 10 V.
- Descargue la paleta de prueba (blanca y azul) sobre la cubeta de Faraday, situando su dedo en la superficie interior y las paletas de prueba en la superficie exterior. Podemos asegurarnos que está descargada si introducimos las paletas dentro de la cubeta interior y el electrómetro mide alrededor de 0 V.
- Con las paletas de prueba comience a frotarlas, dentro de la cubeta interior, una después de otra generando fricción. Observe el electrómetro mientras frota las paletas.
- Posteriormente retire la paleta blanca y deje la paleta azul en el interior. Anote sus observaciones.
- Luego introduzca nuevamente la paleta blanca y retire ahora la paleta azul de la jaula. Anote sus observaciones.

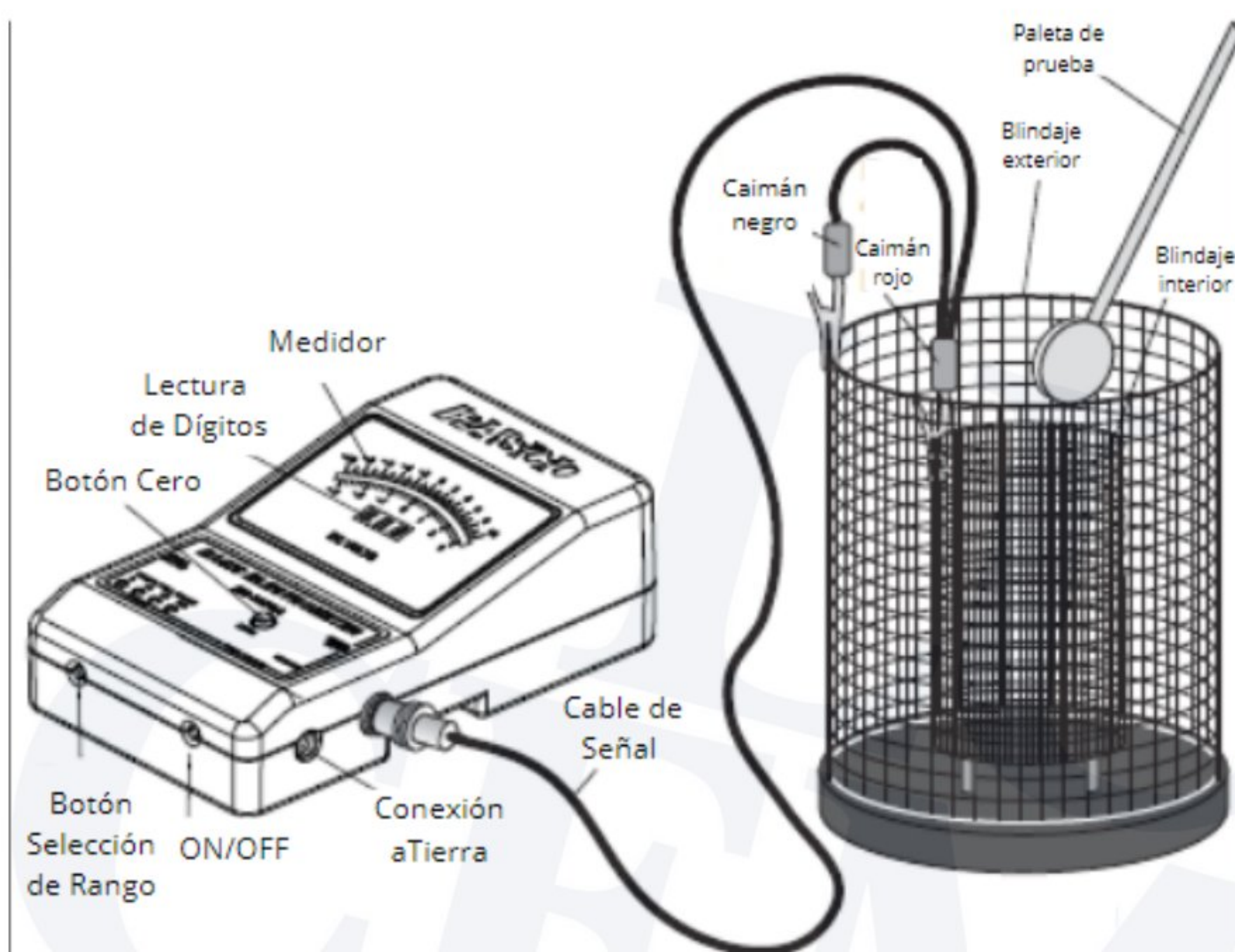


Figura 3: Montaje para cargas por frotamiento

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿por qué existe un voltaje entre la cubeta interior y la cubeta exterior solo cuando el objeto cargado se encuentra en el interior?
- Al remover una de las paletas ¿por qué hay un voltaje permanente en la lectura del electrómetro?
- Al remover la paleta blanca ¿por qué hay un voltaje permanente en la lectura del electrómetro?

- Al remover la paleta azul ¿qué sucede con la lectura del voltaje del electrómetro? ¿Por qué existe un cambio?

5.2. Distribución de Cargas en Esferas

- Realice las conexiones respectivas del montaje según la figura 4. Conecte los caimanes a la cubeta de Faraday y la terminal al electrómetro.
- Conecte uno de los cables banana del electrómetro a la terminal común de la fuente de voltaje de electrostática. La otra banana conéctela en el espacio de +3000 V DC y anéxela a la esfera.
- Encienda la fuente de voltaje electrostática y el electrómetro y sitúelo en una escala de 30 V.
- Descargue la paleta de prueba con superficie brillante sobre la cubeta de Faraday, situando su dedo en la superficie interior y la paleta de prueba en la superficie exterior. Podemos asegurarnos que está descargada si introducimos la paleta dentro de la cubeta interior y el electrómetro mide alrededor de 0 V.
- Con la paleta de prueba con superficie brillante descargada sitúe la superficie metálica sobre la esfera por unos segundos.
- Posteriormente introduzca la paleta de prueba en la cubeta interior y observe la lectura del electrómetro.
- Descargue nuevamente la paleta de prueba y repita el procedimiento tomando diferentes puntos de la esfera. Anote sus observaciones.

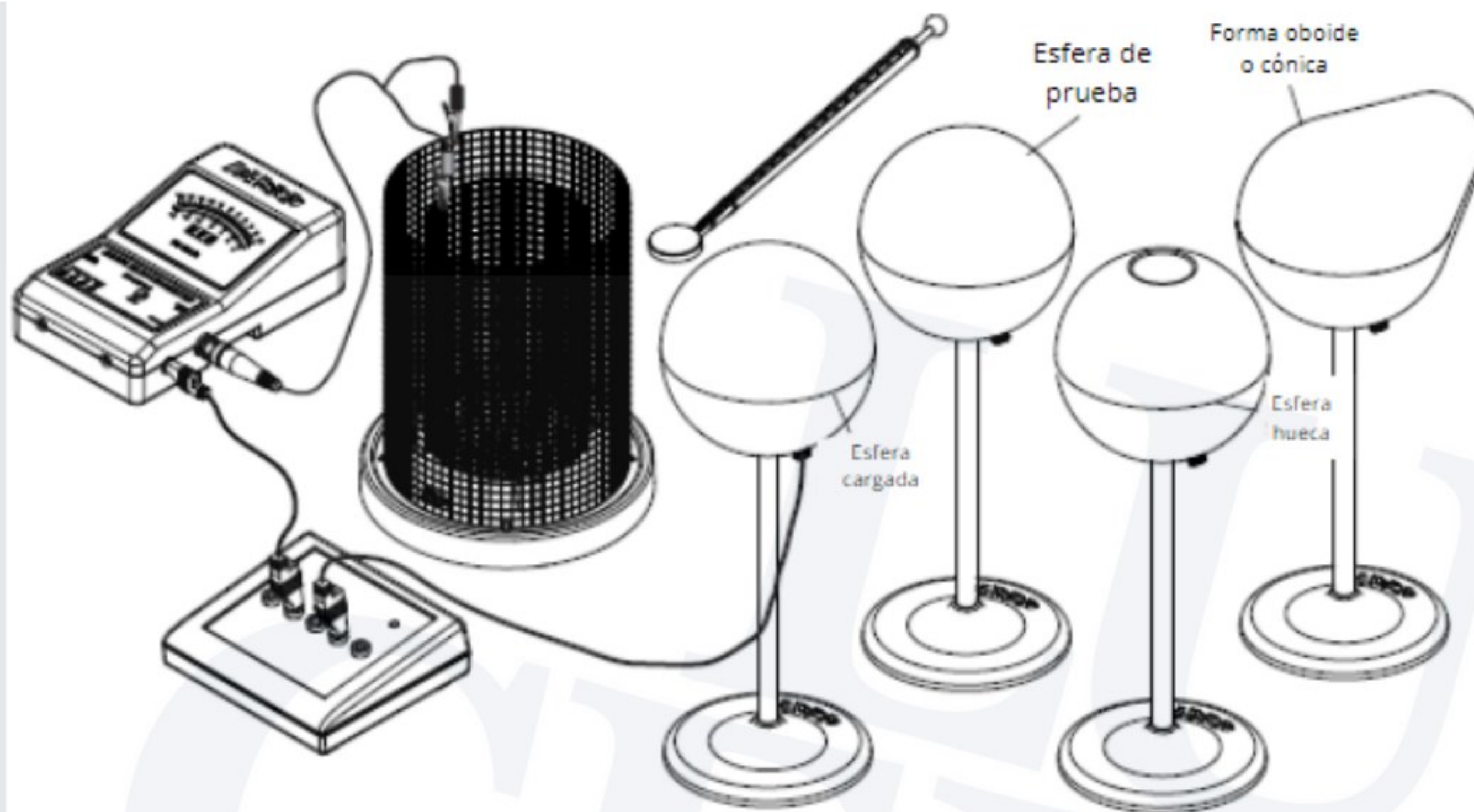


Figura 4: Montaje para esferas cargadas y objetos no uniformes

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿cómo se comporta la densidad de carga en una esfera? ¿Es igual o diferente en diferentes puntos?
- ¿Qué sucede con la paleta de prueba al situarla en la superficie de la esfera? ¿Puede existir algún error al momento de situar la paleta sobre la superficie?
- ¿Qué sucedería con la densidad de carga si no se tuviera una distribución uniforme? Explique.

5.3. Distribución de carga en objetos no uniformes

- Realice las conexiones respectivas del montaje según la figura 4. Conecte los caimanes a la cubeta de Faraday y la terminal al electrómetro.
- Conecte uno de los cables banana del electrómetro a la terminal común de la fuente de voltaje de electrostática. La otra banana conéctela en el espacio de +3000 V DC y anéxela a la figura cónica.
- Encienda la fuente de voltaje electrostática y el electrómetro y sitúelo en una escala de 30 V.
- Descargue la paleta de prueba sobre la cubeta de Faraday, situando su dedo en la superficie interior y la paleta de prueba en la superficie exterior. Podemos asegurarnos que está descargada si introducimos la paleta dentro de la cubeta interior y el electrómetro mide alrededor de 0 V.
- Con la paleta de prueba descargada sitúe la superficie metálica sobre la forma cónica por unos segundos.
- Posteriormente introduzca la paleta de prueba en la cubeta interior y observe la lectura del electrómetro.
- Descargue nuevamente la paleta de prueba y repita el procedimiento tomando diferentes puntos de la figura cónica. Anote sus observaciones.
- Apague la fuente de voltaje electrostática. Retire la conexión de la forma cónica y conecte la esfera hueca.
- Encienda la fuente de voltaje y repita el procedimiento en diferentes puntos en la superficie de la esfera y en la parte interior de la esfera sin tocar las paredes. Anote sus observaciones.

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿cómo se comporta la distribución de carga a lo largo de la figura cónica? ¿Es uniforme?
- ¿Cuál región de la figura cónica tiene una mayor densidad de carga? Explique
- ¿Cómo se comporta la distribución de carga a lo largo de la esfera hueca? ¿En su superficie? ¿En el interior?
- ¿Existirá alguna diferencia si se introduce la paleta y se toca la superficie interna de la esfera hueca? Comente.

5.4. Transferencia de carga a capacitores

- Realice la conexión de los caimanos que provienen del electrómetro en los tornillos del capacitor según la figura 5.
- Sitúe los capacitores a una distancia de 3 mm según la regla del riel.
- Realice la conexión de la fuente de voltaje para electrostática en una de las esferas rígidas y sitúe la banana en la fuente de +3000 V DC. Asegúrese que la esfera esté lo suficientemente alejada de los capacitores para evitar cualquier transferencia de carga por inducción.
- Realice la conexión del electrómetro en la terminal común de la fuente de voltaje.
- Encienda la fuente de voltaje y el electrómetro y sitúelo en una escala de 30 V.
- Con la paleta de prueba sitúe en un punto de la esfera y después de un tiempo toque la superficie del capacitor en un punto de su selección.
- Continúe transfiriendo carga de la esfera al capacitor, observe el aumento del voltaje en el electrómetro y anote sus observaciones.
- Posteriormente aumente la distancia entre capacitores a 5 mm y anote sus observaciones.

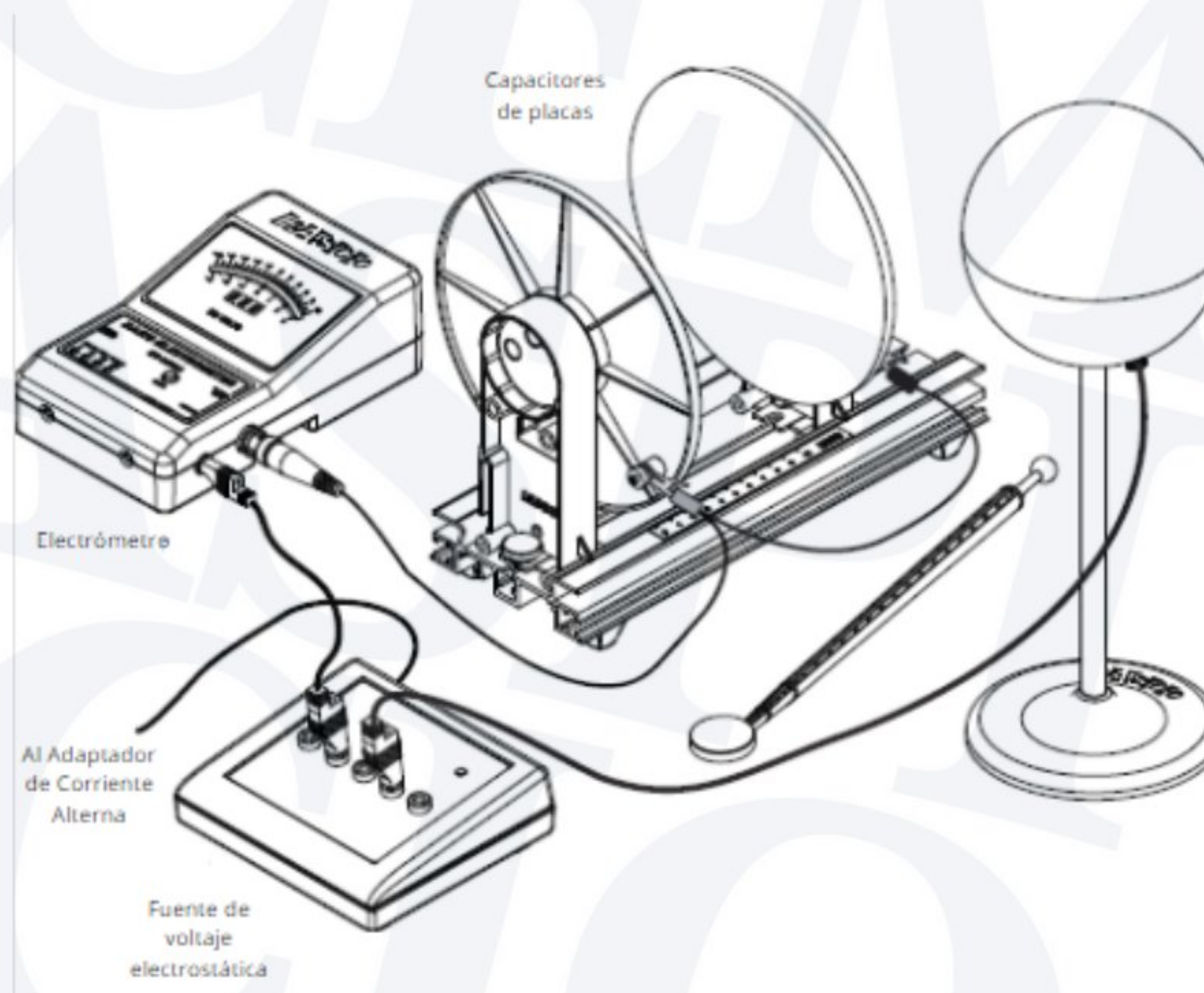


Figura 5: Montaje para transferencia de carga a capacitores

- De acuerdo a estas observaciones conteste ¿Cómo se comporta el voltaje DC al ir transfiriendo carga al capacitor?
- ¿Por qué es suficiente solo tocar uno de los capacitores en vez de los dos?
- ¿Qué ocurre con el voltaje DC al aumentar la distancia a 5 mm?
- ¿Qué sucedería si se transfiere carga tocando diferentes puntos del capacitor? ¿Habría algún cambio? Explique.
- ¿Por qué debe alejarse la esfera cargada de los capacitores? Explique.

5.5. Carga de capacitores a diferentes distancias

- Realice la conexión de los caimanes de la fuente de voltaje para electrostática en los tornillos del capacitor según la figura 6. Una de las bananas del caimán debe situarse en la terminal común y la otra en la fuente de voltaje de +3000 V DC.
- Realice la conexión de los caimanes del electrómetro a la cubeta de Faraday. Asegúrese que el caimán de color rojo se sitúe en la cubeta interior y el caimán de color negro se sitúe en la cubeta exterior.
- Encienda la fuente de voltaje y el electrómetro y sitúelo en una escala de 30 V o 100 V según sea conveniente.
- Descargue la paleta de prueba situando esta en la cubeta exterior y su dedo en la cubeta interior.
- Una vez descargada la paleta de prueba sitúe los capacitores a una distancia de 1 cm.
- Con la paleta de prueba sitúe en diferentes puntos del capacitor y luego introdúzcalo en el interior de la cubeta de Faraday para observar el aumento de voltaje en el electrómetro. Anote sus observaciones.
- Luego de visualizar a diferentes puntos, escoja un punto en específico del capacitor y registre a diferentes distancias de 3 cm y 5 cm el aumento de voltaje en el electrómetro

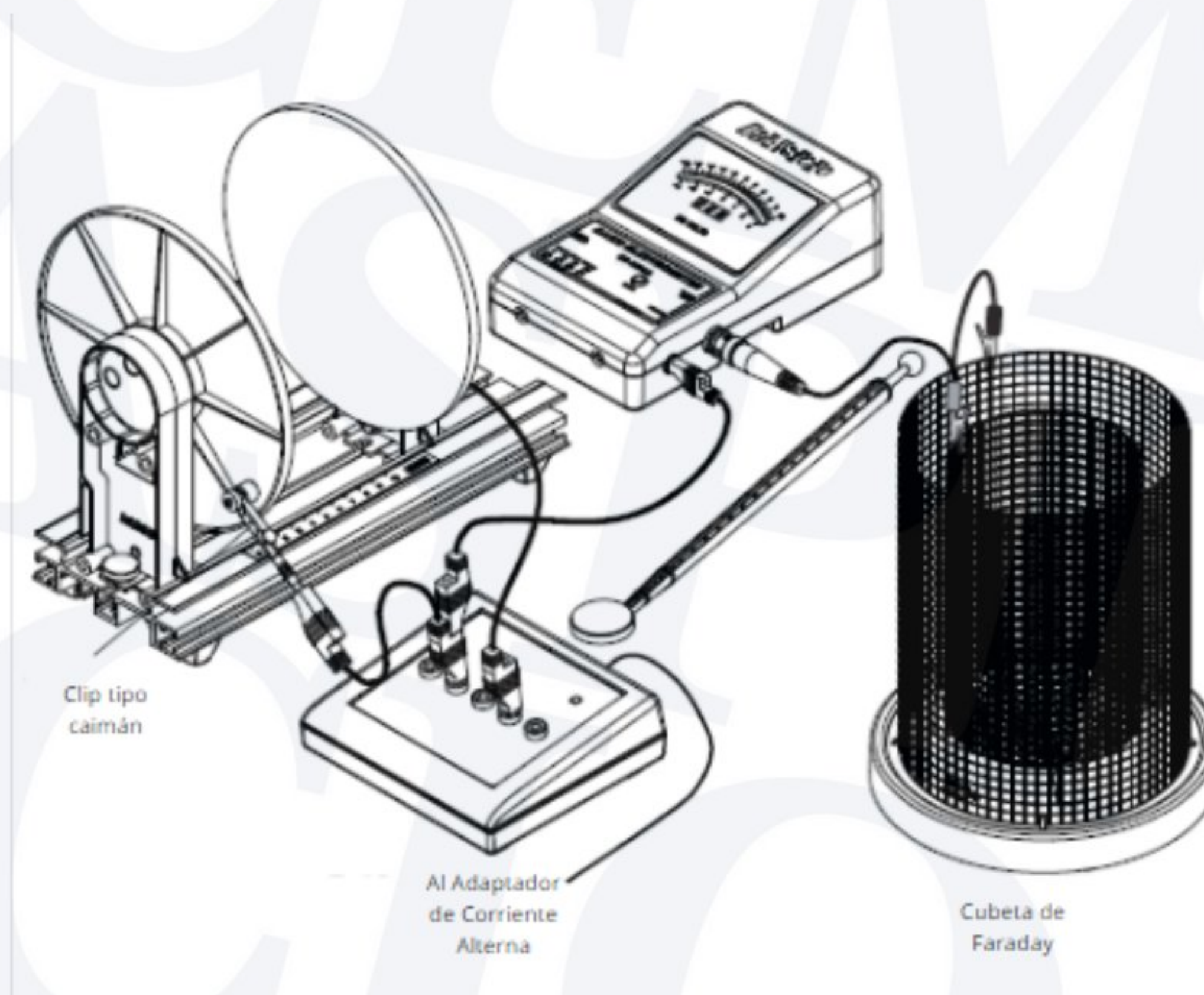


Figura 6: Montaje de Capacitores a diferentes distancias y voltajes

- De acuerdo a estas observaciones conteste lo siguiente ¿Cómo varía la densidad de carga sobre la superficie de la placa del capacitor? ¿Existe algún cambio en diferentes puntos del capacitor?
- ¿Cómo varía el voltaje DC del electrómetro al ir separando los capacitores?
- ¿Existe alguna relación con el voltaje y la capacitancia al ir separando las placas?

5.6. Carga de capacitores a diferentes voltajes

- Realice la conexión de los caimanes de la fuente de voltaje para electrostática en los tornillos del capacitor según la figura 6. Una de las bananas del caimán debe situarse en la terminal común y la otra en la fuente de voltaje de +3000 V DC.
- Realice la conexión de los caimanes del electrómetro a la cubeta de Faraday. Asegúrese que el caimán de color rojo se sitúe en la cubeta interior y el caimán de color negro se sitúe en la cubeta exterior.
- Encienda la fuente de voltaje y encienda el electrómetro y sitúelo en una escala de 30 V.
- Descargue la paleta de prueba situando esta en la cubeta exterior y su dedo en la cubeta interior.
- Una vez descargada la paleta de prueba sitúe los capacitores a una distancia de 6 cm.
- Con la paleta de prueba sitúe en un punto en específico del capacitor y luego introdúzcalo en el interior de la cubeta de Faraday para observar el aumento de voltaje. Anote sus observaciones.
- Luego de visualizar a un voltaje de +3000 V DC, apague la fuente de voltaje electrostática y sitúe la banana en la fuente de +2000 V DC y repita el mismo procedimiento anterior. Recuerde cambiar la escala del electrómetro si no se logra leer la medición correctamente.
- Realice el mismo procedimiento ahora para la fuente de +1000 V DC y anote sus observaciones.

- De acuerdo a estas observaciones conteste lo siguiente ¿Qué pasa con el voltaje medido por el electrómetro conforme se aumenta el voltaje de la fuente?
- ¿Cómo varía la carga con respecto al voltaje de la fuente?
- ¿Qué sucedería si se sitúan las placas de los capacitores muy cerca a un voltaje de +3000 V DC de la fuente?

6. Conclusiones

Con base a los objetivos y las observaciones visualizadas, redacte al menos tres conclusiones.

- Conclusión 1

- Conclusión 2

- Conclusión 3