



CONDENSADOR PLANO-PARALELO

1. Objetivos

El objetivo general de la práctica es el estudio del campo y el potencial eléctrico en el interior de un condensador de placas plano-paralelas.

En la primera parte se determinará la relación entre el campo eléctrico en el interior del condensador y la tensión aplicada a las placas o la distancia de separación entre éstas.

En la segunda parte, se estudiará el potencial eléctrico en el espacio formado entre las placas del condensador.

2. Fundamentos teóricos

Un condensador es un dispositivo que nos permite almacenar carga eléctrica. Está compuesto por dos conductores entre los que se establece una diferencia de potencial. Cada uno de estos conductores almacena la misma carga en módulo pero de signo contrario de forma tal que la carga neta total del condensador es cero.

La capacidad de un condensador viene dada por:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad [1]$$

donde Q es la carga almacenada en las placas y ΔV es la diferencia de potencial entre las placas del condensador.

La unidad de capacidad en el sistema internacional es el Faradio (F).

El condensador de placas plano-paralelas está formado por dos conductores planos de superficie S separados por una distancia d entre los que se establece una diferencia de potencial (figura 1).

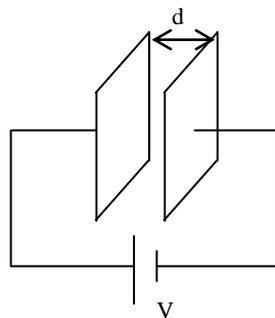


Figura 1: Esquema de un condensador de placas plano-paralelas.

La capacidad de un condensador de placas plano-paralelas depende de su geometría y viene dada por:

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

dónde ϵ_0 es la permitividad del vacío y tiene un valor de $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$, S es el área de las placas que forman el condensador y d es la distancia de separación entre ellas.

Si tomamos la distancia de separación entre placas mucho más pequeña que el área de las mismas ($d \ll \sqrt{S}$), se desprecia el efecto de borde y se considera que el campo eléctrico en el interior del condensador es constante y viene dado por:

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad [3]$$

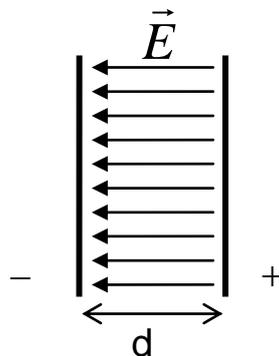


Figura 2: Campo eléctrico en el interior de un condensador de placas plano-paralelas.

dónde σ es la densidad superficial de carga en las placas del condensador y está dada por:

$$\sigma = \frac{Q}{S} \quad [4]$$

El campo anterior es una idealización y sólo es cierto en la zona central del condensador. A medida que nos aproximamos a los extremos de las placas, las líneas de campo empiezan a curvarse debido al efecto de borde y no podemos considerar el campo ideal expresado por la ecuación anterior.

En la zona central del condensador el campo eléctrico se puede representar como el gradiente del potencial:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V = -\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{dV}{dx} \quad [5]$$

Debido a la homogeneidad, podemos expresar lo anterior como:

$$E = \frac{V}{d} \quad [6]$$

De esta forma, el campo eléctrico en el interior del condensador es proporcional al potencial aplicado entre las placas e inversamente proporcional a la distancia de separación entre ellas. El potencial eléctrico entre las placas del condensador varía linealmente entre el valor cero para la placa conectada a tierra ($V_0=0$) y el valor máximo suministrado por la fuente de tensión a la otra placa (V_1) de la forma:

$$V_x = V_1 - \frac{V}{d}x \quad [7]$$

dónde V es la diferencia de potencial aplicada entre las placas del condensador y V_x es el potencial a una distancia x de la placa 1 (ver figura 3).

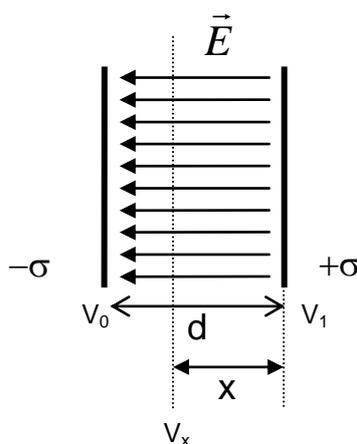


Figura 3: Variación de potencial en el interior de un condensador de placas plano-paralelas.

3. Para saber más...

Bibliografía:

- **TIPLER P.A. y MOSCA, G.**, "Física para la Ciencia y la Tecnología", Vol 2. 5ª edición. Ed. Reverté, Barcelona, 2005.
 - o **Capítulo 24.** Páginas 698-712.
- **SERWAY, R.A y JEWETT, W..** "Física", Vol 2, 3ª edición. Ed. Thomson-Paraninfo, Madrid, 2003.
 - o **Capítulo 20.** Páginas 725-744.
- **LEA, S.M. Y BURKE, J.R.**, "Física. La naturaleza de las cosas", Vol. 2 Ed. Thomson-Paraninfo, Madrid 2001
 - o **Capítulo 27.** Páginas 877-893.

Enlaces de Internet:

1) En español:

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_electrico/plano/plano.htm

http://www.studiow3.com/em/applets/condensador_plano_paralelo.html

<http://www-fen.upc.es/wfib/virtualab/marco/campoei.htm>

2) En inglés:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/pplate.html>

http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester2/c03_parallel_plate.html

<http://www.ac.wvu.edu/~vawter/PhysicsNet/Topics/Capacitors/ParallCap.html>

4. Material

El material que emplearemos en esta práctica es:

1. Condensador de placas plano-paralelas grande.
2. Medidor de campo eléctrico.
3. Sonda de potencial.
4. Mechero para gas butano.
5. Regla.
6. Fuente de alimentación.
7. 2 multímetros.
8. Cables de conexión.(10)
9. Destornillador.
10. Mechero.
11. Adaptador de la sonda de potencial.

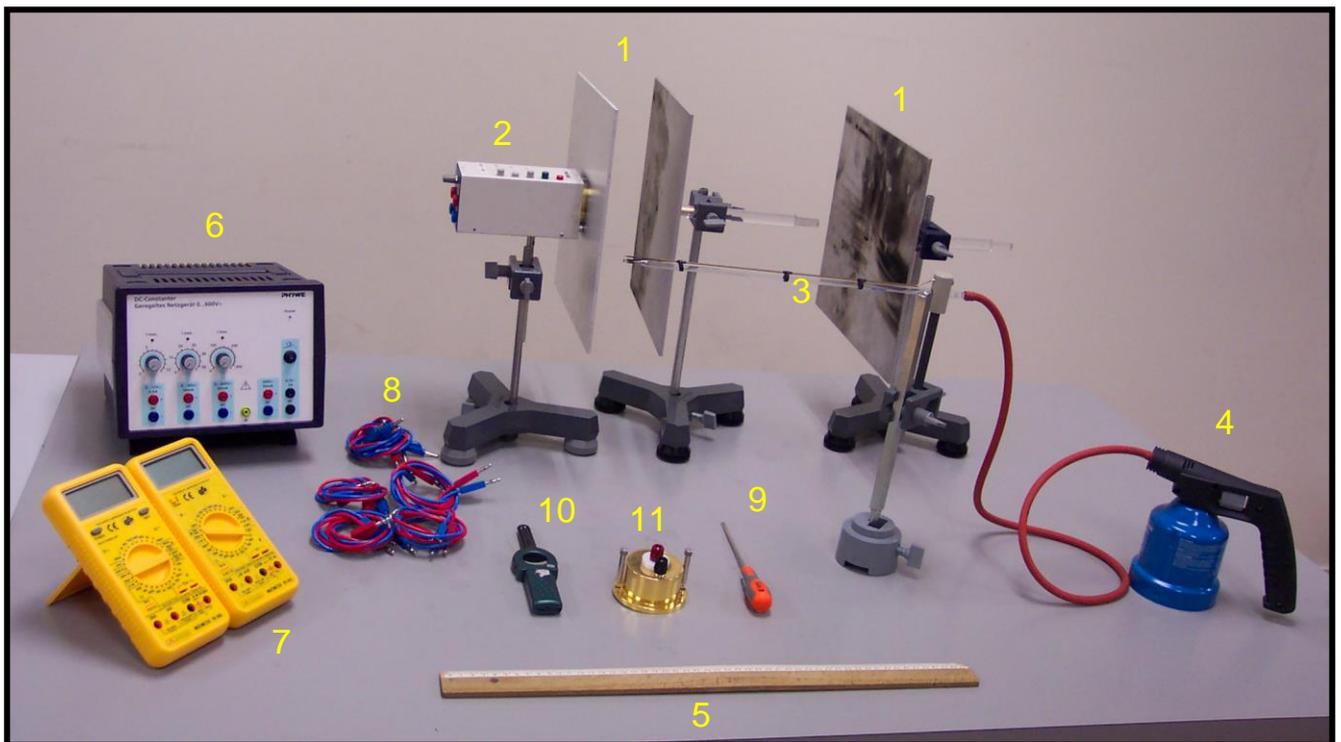


Figura 4: Material empleado en la práctica.

5. Método experimental

5.1 Intensidad del campo eléctrico en función de la distancia entre placas.

Realizar el montaje indicado en la figura 5. Se debe poner especial cuidado en alimentar correctamente el medidor de campo eléctrico. La entrada de alimentación del medidor es la que se encuentra a la izquierda y está marcada con 14...18 V-IN. A estas dos entradas hay que

conectar la salida de la fuente de alimentación situada más a la izquierda (salida 0-12 V) teniendo especial cuidado en respetar la polarización. La salida - (Azul) de la fuente de alimentación debe conectarse a la entrada IN (Negra) del medidor y la salida + (Roja) de la fuente con la entrada roja del medidor. Una vez realizadas correctamente las conexiones se girará el regulador de la fuente de alimentación hasta el valor máximo de 12 V.

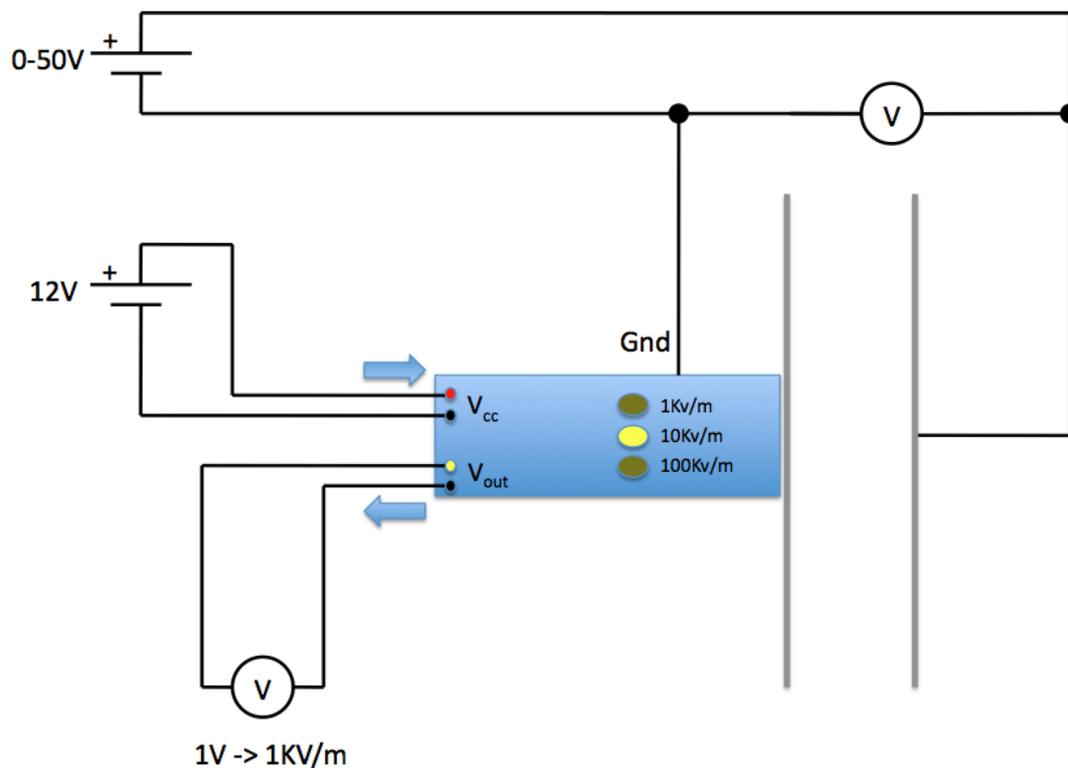


Figura 5: Esquema del montaje para la medida del campo eléctrico en el interior del condensador.

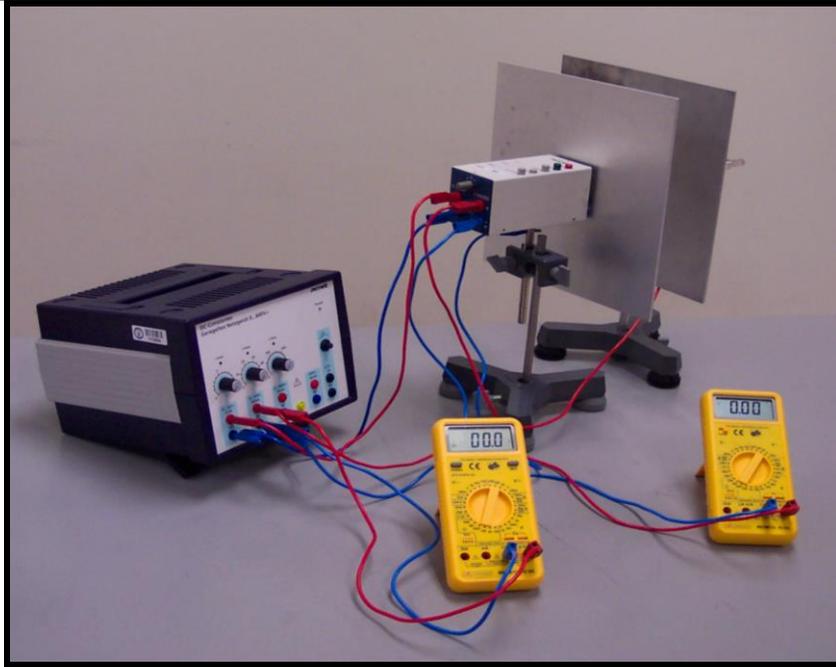


Figura 6: Fotografía del montaje para la medida del campo eléctrico en el interior del condensador.

Las placas del condensador se alimentarán usando la salida segunda de la fuente de alimentación (salida 0-50 V).

La medida de la intensidad de campo eléctrico se realizará con la ayuda de un multímetro conectado a la salida OUT (± 10 V) del medidor de campo. Se debe usar la entrada del multímetro para medida de potencial (V) y la escala de 2 o 4 voltios. Por su parte, en el medidor de campo se empleará la escala de 10 kV/m que se puede seleccionar pulsando el botón "Range". La lectura del valor mostrado por el multímetro se corresponderá de esta manera directamente con el valor de la intensidad de campo eléctrico entre las placas del condensador en unidades de kV/m.

Antes de realizar ninguna medida es fundamental ajustar el cero del medidor de campo eléctrico. La medida de campo eléctrico debe ser cero siempre y cuando no haya tensión aplicada entre las placas del condensador. Si el valor es distinto de cero en estas condiciones, se debe variar el calibrado del medidor de campo (marcado con 0) hasta que el multímetro muestre un valor cercano o igual a cero.

En la primera parte de la práctica estudiaremos la intensidad de campo eléctrico en función de la distancia entre placas. Para ello, aplicaremos una diferencia de potencial de 50 voltios (medidos por el multímetro) entre las placas del condensador y a continuación iremos tomando valores de intensidad de campo eléctrico en función de la distancia de separación de placas de centímetro en centímetro para el intervalo comprendido entre los 2 y los 12 centímetros. Es importante mantener las placas lo más paralelas posibles entre sí antes de realizar cada medición.

5.2 Intensidad del campo eléctrico en función de la diferencia de potencial aplicada entre las placas del condensador.

Utilizando el mismo montaje del apartado anterior con una separación entre placas de 5 cm se debe medir la intensidad de campo eléctrico en función de la diferencia de potencial aplicada entre las placas del condensador para valores comprendidos entre 0 y 50 voltios en intervalos de 5 voltios.

5.3 Potencial en el interior de un condensador de placas plano-paralelas.

Para la realización de este último apartado se debe realizar el nuevo montaje indicado en la figura 7. Debemos emplear la sonda de potencial y la tercera placa de condensador. Desatornillaremos la placa que está en el medidor de campo y la sustituiremos por la otra placa. En el medidor de campo instalaremos el adaptador de la sonda de potencial tal y como se indica en la figura 8. Conectaremos la sonda de potencial al adaptador en la entrada roja del mismo. Por su parte, en la parte baja del soporte del medidor de campo hay una conexión que debemos conectar a tierra (Gnd) tal y como se indica en el esquema de la figura 7.

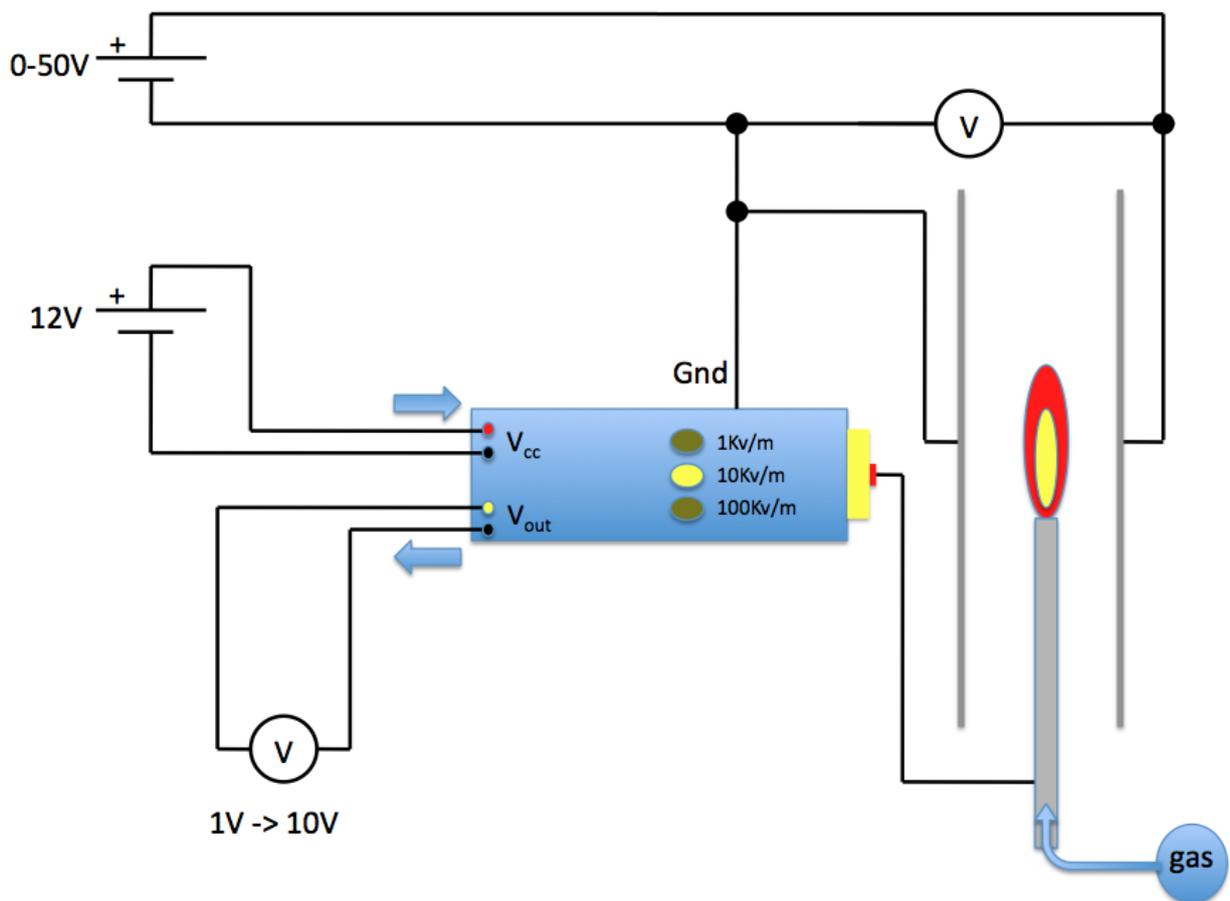


Figura 7: Esquema del montaje para la medida del potencial eléctrico en el interior del condensador.

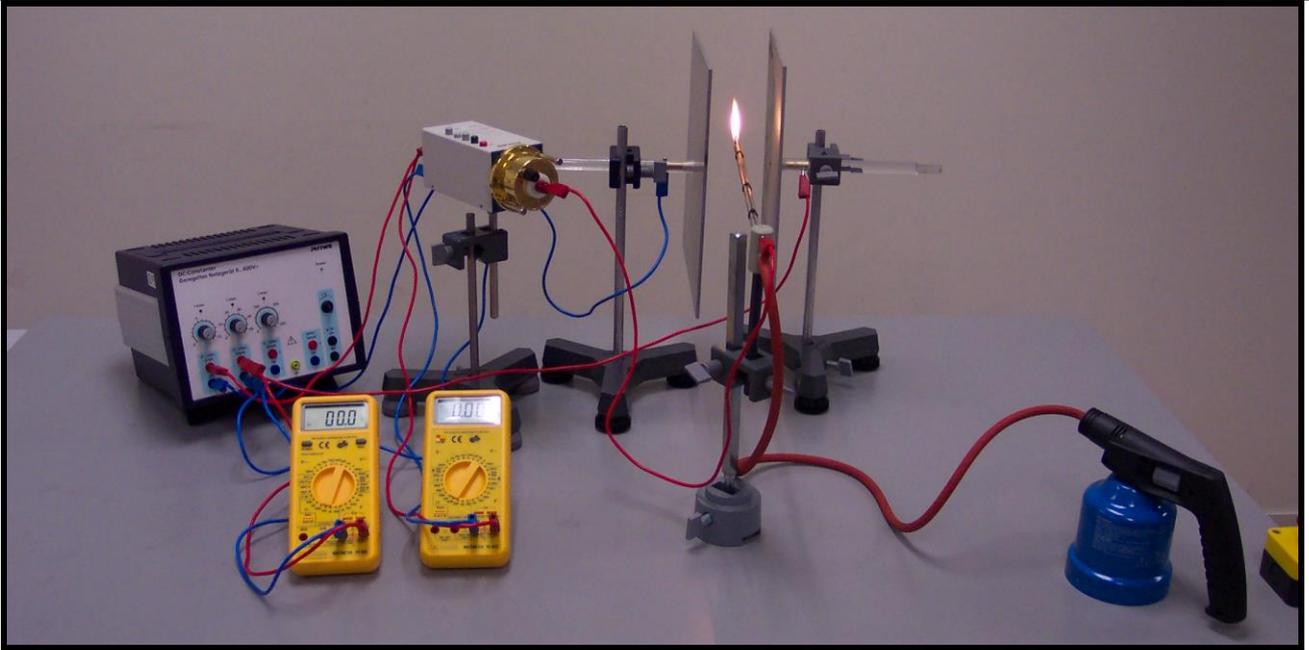


Figura 8: Fotografía del montaje para la medida del potencial eléctrico en el interior del condensador.

Para evitar la influencia perturbadora de cargas superficiales, el aire alrededor de la punta de la sonda se ioniza mediante una llama. Ha de procurarse formar una llama lo más pequeña posible para evitar fluctuaciones excesivas en la medida de potencial. Aún así, la medida suele variar bastante. Lo mejor es estimar un valor máximo y otro mínimo de variación y tomar un valor medio como resultado de la medida.

En este montaje no se debe cambiar la conexión del multímetro ni la escala del medidor de campo (10 kV/m). El resultado del potencial eléctrico se obtendrá al multiplicar por 10 el valor dado por el multímetro y sus unidades serán voltios (V).

Deberemos medir el potencial eléctrico en función de la distancia a la placa del condensador conectada a la salida positiva de la fuente de alimentación. Para ello separaremos las placas una distancia de 10 cm y aplicaremos una diferencia de potencial de 50 V entre ellas. Posteriormente, y manteniendo fija la distancia entre placas en los 10 cm, se determinará el potencial eléctrico con la ayuda de la sonda de potencial variando la distancia sonda-placa positiva entre 1 y 9 cm en intervalos de 1 centímetro. Procurar que la sonda se encuentre en la región central del condensador para evitar los efectos de borde.