

Dieléctrico en el condensador de placas

DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DIELÉCTRICA DE DIFERENTES MATERIALES

- Medición estática de la tensión U en un condensador de placas con diferentes dieléctricos y con distancia d entre las placas fija.
- Determinación de la constante dieléctrica ϵ_r de diferentes materiales.

UE3010850

09/15 UD

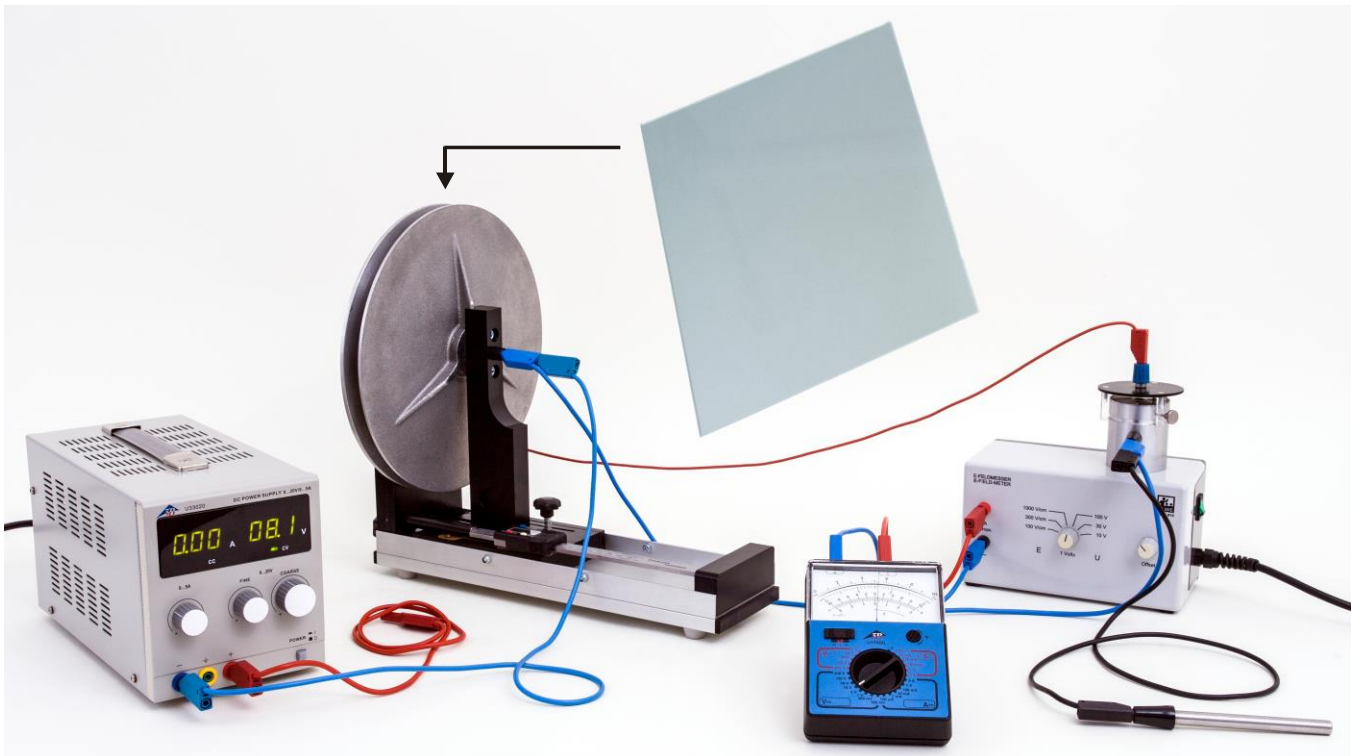


Fig. 1: Disposición de medición.

FUNDAMENTOS GENERALES

Toda sustancia no conductora o debilmente conductora sin portadores de carga de movilidad libre, la cual es atravesada por un campo eléctrico, es un dieléctrico. En todo caso se puede tratar de un gas, de un líquido o de un cuerpo sólido. El dieléctrico es polarizado por el campo eléctrico. Por un lado se pueden inducir dipolos eléctricos por desplazamientos de cargas en los átomos o moléculas o entre iones de diferente carga en el dieléctrico (polarización por desplazamiento), por el otro lado, dipolos permanentes localizados en forma aleatoria en el dieléctrico pueden orientarse en el campo eléctrico apli-

cado (polarización por orientación).

La constante dieléctrica o también llamada permitividad relativa ϵ_r del dieléctrico se obtiene de la relación entre el campo eléctrico E y el desplazamiento dieléctrico D :

$$(1) D = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot E$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} : \text{Constante dieléctrica del vacío}$$

Si se introduce un dieléctrico entre las placas de un condensador de placas, la capacitancia del condensador de placas aumenta en el factor ϵ_r con respecto al vacío, se tiene que:

$$(2) \quad C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

A: Área de las placas

d: Distancia entre las placas

Si antes de la introducción del dieléctrico se carga el condensador de placas con la tensión U_0 , en las placas del condensador se acumula la carga Q, de acuerdo con la relación:

$$(3) \quad Q = C_0 \cdot U_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot U_0$$

Esta carga permanece constante cuando el condensador de placas se separa de la fuente de tensión.

Al introducir el dieléctrico no fluye ninguna corriente entre las placas del condensador y debido a (2) y de la carga Q, que permanece constante, la tensión U_0 debe reducirse en el factor ϵ_r :

$$(4) \quad Q = C \cdot U = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot \frac{U_0}{\epsilon_r}$$

con

$$(5) \quad U = \frac{U_0}{\epsilon_r} \Leftrightarrow \epsilon_r = \frac{U_0}{U}$$

Debido a

$$(6) \quad U_0 = E_0 \cdot d \Leftrightarrow U = E \cdot d$$

el campo eléctrico E_0 se reduce a su vez en el factor ϵ_r al mantener constante la distancia d entre las placas del condensador:

$$(7) \quad E = \frac{E_0}{\epsilon_r} \Leftrightarrow \epsilon_r = \frac{E_0}{E}$$

En el experimento, con el medidor de campo eléctrico como voltímetro estático, se asegura que a través del voltímetro no fluya ninguna corriente entre las placas del condensador y que la carga Q en las placas permanece constante.

LISTA DE APARATOS

1	Medidor de campo eléctrico	U8533015	1001029/30
1	Condensador de placas	U8492355	1006798
1	Placa de papel duro	U8492341	1000936
1	Placa de vidrio acrílico	U8476371	1000880
1	Fuente de alimentación CC 0-20 V, 0-5 A	U33020	1003311/2
1	Multímetro analógico Escola 100	U8557380	1013527
1	Juego de 15 cables de experimentación 2,5 mm ²	U13801	1002841

MONTAJE

- Se monta el experimento como se muestra en la Fig. 2.

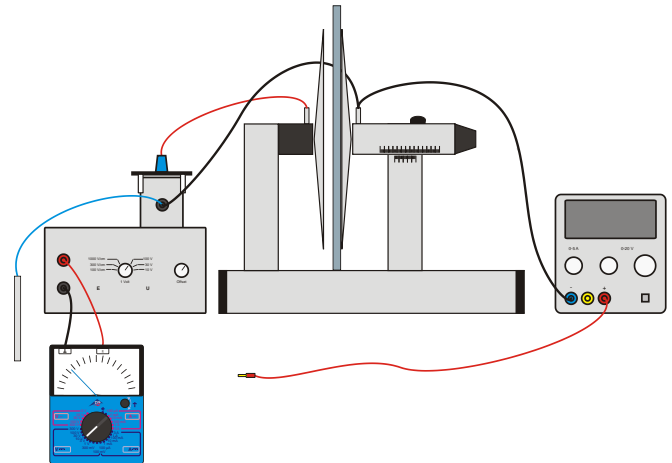


Fig. 2: Montaje experimental.

- La placa de medición de tensiones con el alcance de medida en 1x se coloca sobre el cilindro de apantallamiento del medidor de campo eléctrico, de tal forma que la distancia hasta la placa de apantallamiento sea lo más mínima posible. La placa de medición de tensiones se fija por medio del tornillo moleteado.
- La placa fija del condensador se conecta con la placa de medición de tensiones.
- La placa móvil del condensador se conecta con el casquillo de masa en el cilindro de apantallamiento del medidor de campo eléctrico y con el polo negativo de la fuente de alimentación.
- Se conecta la barra de sujeción en el casquillo de masa en el cilindro de apantallamiento del medidor de campo eléctrico.
- Un extremo de un cable se conecta en el polo positivo de la fuente de alimentación. El otro extremo de cable, estando libre, no se conecta y se deja sobre la mesa.
- El multímetro, para la medición de la tensión, se conecta en la salida de tensión del medidor de campo eléctrico.
- El conmutador de alcances de medida del medidor de campo eléctrico se ajusta en 10 V, se enciende el medidor de campo eléctrico y se esperan aprox. 3 minutos hasta que éste se estabilice.
- Se enciende la fuente de alimentación y se ajusta una tensión de $U_0 = 10$ V.

REALIZACIÓN

- Por medio del tornillo de ajuste fino del condensador de placas se ajusta una distancia entre placas de $d = 5$ mm.
- Para descargar el condensador de placas se pone la barra de sujeción en contacto con la placa fija del condensador, así se cortocircuitan las placas. Al mismo tiempo, con el regulador de Offset se ajusta el punto cero del medidor de campo eléctrico.
- La barra de sujeción se separa de la placa fija del condensador fija y se toma en la mano con el fin de compensar el potencial.
- Durante toda la medición se mantiene en la mano la barra de sujeción.

- Para cargar el condensador de placas se toca la placa fija del mismo con el extremo libre del cable, el cual está conectado con el polo positivo de la fuente de alimentación.
- Cuando el condensador de placas está cargado, el cable se vuelve a separar de la placa fija del condensador de placa, así que el condensador de placas se separa del polo positivo.
- En el multímetro se lee la tensión $U (= U_0)$ y se anota el valor.
- La placa de papel duro se introduce entre las placas del condensador, de tal forma que toque la superficie de la placa móvil del condensador, la cual se encuentra conectada al casquillo de masa del medidor de campo eléctrico y al polo negativo de la fuente de alimentación. Durante este proceso se observa el curso de la tensión en el multímetro.
- Se lee en el multímetro la tensión U después de haber introducido la placa de papel duro.
- Se repite el experimento con la placa de vidrio acrílico.

EJEMPLO DE MEDICIÓN

Sin dieléctrico, Tensión $U = U_0$:	10 V
Con la placa de papel duro, Tensión U :	2,2 V
Con la placa de vidrio acrílico, Tensión U :	2,9 V

EVALUACIÓN

- Se calculan las constantes dieléctricas de acuerdo con (5).
Con la placa de papel duro:

$$(8) \quad \epsilon_r = \frac{U_0}{U} = \frac{10 \text{ V}}{2,2 \text{ V}} = 4,5$$

Con la placa de vidrio acrílico:

$$(9) \quad \epsilon_r = \frac{U_0}{U} = \frac{10 \text{ V}}{2,9 \text{ V}} = 3,4$$

Los valores medidos concuerdan muy bien con los valores bibliográficos para el papel duro ($\epsilon_r = 4,3 - 5,4$) y para el vidrio acrílico ($\epsilon_r = 3,1 - 3,6$).

