



P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

TRABAJO PRÁCTICO Nº 5

CAPACIDAD.

P1.  Calcule la capacidad para las siguientes configuraciones de conductores (*revise el ejercicio P12 de la guía de trabajos prácticos Nº 4*):

- dos esferas concéntricas conductoras de radios A y B ,
- dos cilindros conductores muy largos, con el mismo eje, de radios A y B ,
- dos planos infinitos conductores paralelos separados una distancia d .

P2. En las tormentas eléctricas, la diferencia de potencial entre la Tierra y la parte inferior de las nubes puede ser tan alta como 35 MV. La parte inferior de las nubes se encuentra a una altura típica de 1500 m de la corteza terrestre y puede tener superficies de hasta 110 km². Calcule:

- la capacidad del sistema Tierra nube,
- la carga almacenada,
- la energía almacenada en el sistema.

C1. Discuta cómo puede calcular la capacidad de la Tierra al considerarla como una esfera.

C2. ¿Qué determina la capacidad de un capacitor?

C3. Discuta el significado de ϵ_0 y en qué afectaría el cambio del medio del interior del capacitor (la permitividad del dieléctrico se calcula como $\epsilon = \kappa \epsilon_0$).

C4. La ruptura dieléctrica se produce cuando el campo eléctrico supera un valor crítico (según el medio) generando una chispa. Según la tabla, ¿dónde es más fácil producir una chispa? (*recuerde los experimentos E2 de la guía de trabajos prácticos Nº 1, E1 de la guía de trabajos prácticos Nº 2 y E1 de esta guía de trabajos prácticos*).

Constantes dieléctricas y campo eléctrico máximo antes de la ruptura dieléctrica a temperatura ambiente		
Material	Constante dieléctrica κ	Campo eléctrico máximo (10 ⁶ V/m)
Aire	1,00059	3
Baquelita	4,90	24
Fusible de cuarzo	3,78	8
Goma de neopréen	6,70	12
Nilón	3,40	14
Papel	3,70	16
Porcelana	6,00	12
Vidrio Pyrex	5,60	14
Aceite siliconado	2,50	15
Teflón	2,10	60
Vacío	1,00	--
Agua	80,00	--

P3. Un capacitor compuesto de dos placas conductoras paralelas, cada una de área 11,3 cm², separadas por una distancia de 1 mm tiene su interior lleno de aire. Si se conectan las placas a una batería que mantiene una diferencia de potencial de 20 V entre las mismas, calcule:

- el campo eléctrico entre las placas,
- la capacidad,
- la carga sobre cada placa,
- la densidad de carga superficial,
- la densidad de energía entre las placas del capacitor.

P4. Las placas de un capacitor plano tienen una superficie de 10 cm² y están separadas una distancia de 2 mm. El capacitor se carga con una batería de 9 V y después se desconecta de la misma. A continuación se coloca una placa de material conductor de igual área y espesor 0,5 mm, a una distancia equidistante de ambas placas del capacitor. En esas condiciones calcule:

- la nueva capacidad del sistema,
- la diferencia de potencial del sistema,

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

c) la carga de la nueva configuración.

C5. Un capacitor plano de área A y separación entre placas d , se conecta a una batería que mantiene constante la diferencia de potencial V entre las placas. Si se duplica la separación entre las placas, discuta si se ven modificadas o no las siguientes cantidades:

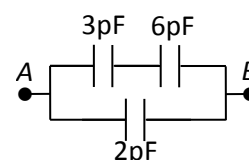
- la carga sobre las placas,
- el campo eléctrico entre las placas,
- la energía almacenada,
- la densidad de energía,
- la diferencia de potencial.

C6. Un capacitor plano de área A y separación entre placas d , se conecta a una batería de diferencia de potencial V , de forma tal de cargar al capacitor, y luego se lo desconecta de la misma. Si se duplica la separación entre las placas, discuta si se ven modificadas o no las siguientes cantidades:

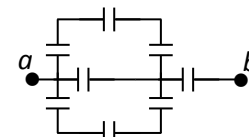
- la carga sobre las placas,
- el campo eléctrico entre las placas,
- la energía almacenada,
- la densidad de energía,
- la diferencia de potencial.

P5. La red de la figura se conecta a una batería de 12 V, entre los puntos A y B .

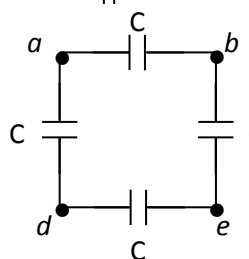
- Encuentre la capacidad equivalente entre los puntos A y B .
- Calcule la diferencia de potencial en cada capacitor.
- Encuentre la carga en cada capacitor.
- Calcule la energía almacenada en el sistema y en cada capacitor.



P6. Considerando el arreglo de la figura de la derecha, determine la capacidad equivalente entre los puntos a y b de la figura, suponiendo que todos los elementos tienen una capacidad C .



C7. Una batería puede conectarse entre los puntos a y b o bien entre los puntos a y e del circuito mostrado en la figura. Grafique las dos conexiones. ¿En qué caso el sistema adquirirá mayor carga? Justifique.



C8. Si a usted le dan tres capacitores idénticos,

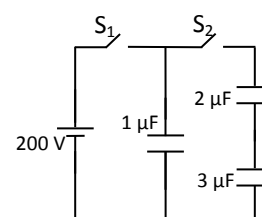
- ¿cuántas combinaciones diferentes puede producir?
- Si les aplica a cada combinación el mismo voltaje ¿cuál de ellas almacena mayor energía?

P7. Un capacitor de $5 \mu\text{F}$ se carga a 200 V y un capacitor de $2 \mu\text{F}$ se carga a 130 V. Después de cargados se conectan las placas positivas entre sí y lo mismo se hace con las placas negativas.

- Calcule la diferencia de potencial y la carga final en cada capacitor.
- ¿Cuál sería el voltaje y la carga en cada capacitor si se conectaran los terminales de signo opuesto entre sí en vez de los del mismo signo?
- Determine la energía total almacenada antes y después de que se conectaron los dos capacitores tanto en el inciso a) como en el b).

P8. Tres capacitores se conectan como se indica en la figura. Primero se cierra el interruptor S_1 . Luego de transcurrido un tiempo largo se abre S_1 y se cierra S_2 .

- ¿Cuál es la diferencia de potencial en cada capacitor después de



Constantes:

$K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; radio de la Tierra: $6,378 \times 10^3 \text{ km}$.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

trascurrido mucho tiempo de cerrada S_2 ?

b) ¿Cuál es la carga en cada capacitor?

P9. El sistema de la figura está formado por una esfera conductora y por dos discos conductores idénticos. La esfera tiene una capacidad de 10 pF. Los discos tienen un radio de 36 mm y forman un capacitor plano paralelo de capacidad 360 pF. Uno de los discos conductores permanece en todo momento conectado a tierra. El otro disco está conectado mediante un cable suficientemente largo y delgado a la esfera. La esfera se conecta al electrodo negativo de una batería de 300 V, cuyo electrodo positivo está conectado a tierra.



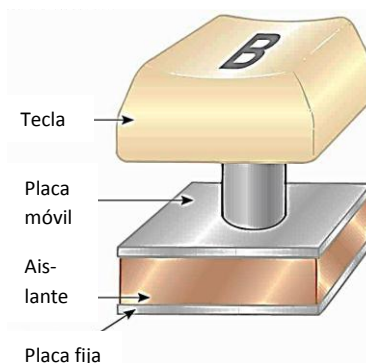
- Calcule el radio de la esfera y la separación de las placas.
- Calcule la carga de cada uno de los conductores.

A1. Un cable coaxil utilizado para conectar una TV a la señal de cable es un capacitor cilíndrico de capacidad por unidad de longitud de 69 pF/m

- Calcule el cociente de los radios de los conductores interior y exterior (ver ejercicio P1).
- Si la diferencia de potencial entre las conductores interior y exterior es de 2 V ¿cuál es la densidad lineal de carga en cada uno de los conductores?

A2. En cierto tipo de teclados de computadora, cada tecla está conectada a una placa metálica que funciona como una de las placas de un capacitor. La otra placa del capacitor está fija en la carcasa del teclado. Cuando se oprime la tecla, la separación entre las placas disminuye ¿qué ocurre con la capacidad?

Los circuitos electrónicos detectan el cambio de la capacidad y con ello la tecla que se oprimió. En un teclado en particular el área de cada placa metálica es de 42 mm^2 y la separación de las placas es de 0,7 mm antes de oprimir la tecla. El valor de la constante dieléctrica del aislante es 1,00059.



- Calcule la capacidad antes de oprimir la tecla.
- Si los circuitos son capaces de detectar un cambio en la capacidad de 0,25 pF, ¿qué distancia se debe oprimir la tecla para que los circuitos lo detecten?

A3. El sintonizador de una radio antigua está integrado por un capacitor variable con cuatro placas móviles conectadas entre sí, las cuales se conectan en forma alternada entre cuatro placas adicionales fijas. Cada placa está separada de la otra por una distancia de 1 mm. Las placas móviles se pueden desplazar de tal forma que el área de solapamiento de cada placa varíe desde 2 cm^2 hasta 9 cm^2 .

- ¿Los capacitores están conectados en serie o paralelo?
- Determine el rango de capacidad del dispositivo.

A4. Las unidades de flash electrónicas de las cámaras fotográficas contienen un capacitor que almacena energía para producir el destello. El destello dura 1,5 ms y la potencia luminosa es de $2,7 \times 10^5 \text{ W}$. La diferencia de potencial entre las placas del capacitor es de 125 V. Si la conversión de energía eléctrica en luz tiene una eficiencia del 95% (el resto de la energía se transforma en

Constantes:

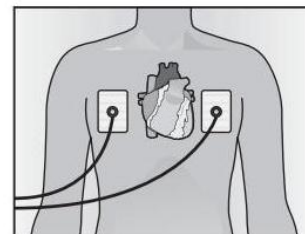
$K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; radio de la Tierra: $6,378 \times 10^3 \text{ km}$.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

energía térmica), calcule:

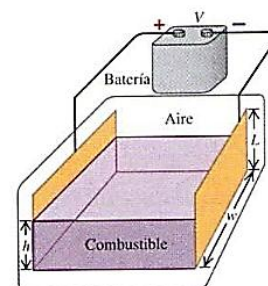
- la energía que debe almacenar el capacitor para obtener el destello,
- la capacidad del capacitor.

- A5.** Durante un ataque cardíaco el corazón late de manera errática (fibrilación). Una forma de lograr que el corazón vuelva a su ritmo normal es impartirle energía eléctrica suministrada por un desfibrilador cardíaco. Para producir el efecto deseado se requieren aproximadamente 300 J. Típicamente un desfibrilador almacena esta energía en un capacitor cargado por una fuente de 5000 V.



- ¿Cuál es la capacidad del instrumento?
- ¿Cuál es la carga en las placas del capacitor?

- A6.** Un medidor de combustible utiliza un capacitor para determinar la altura que alcanza el combustible dentro del tanque. La constante dieléctrica efectiva cambia del valor 1 (cuando el tanque está vacío) a una valor κ (cuando el tanque está lleno). Uno de los sistemas de circuitos eléctricos del auto puede determinar la constante dieléctrica efectiva de la combinación de aire y combustible al considerar al tanque como un capacitor.



- A7.** Dentro de algunos modelos de micrófonos hay un capacitor con una placa rígida y otra flexible. Las dos placas se mantienen a una diferencia de potencial constante. Las ondas sonoras provocan que la placa flexible se mueva hacia adelante y atrás provocando un cambio en la capacidad del capacitor. Este cambio de capacidad ocasiona un movimiento de cargas (¿por qué?) convirtiendo la onda sonora en un flujo de cargas, el cual se puede amplificar y grabarse en forma digital.

E1. **Botella de Leyden**

Materiales:

Papel aluminio (de cocina), una pequeña botella de plástico, cable, clavo largo (o tornillo), trozo de polietileno, televisión vieja (que funcione).


Armado del dispositivo:

- Llene la botella de plástico con el papel aluminio aplastándolo lo mejor que pueda contra las paredes internas.
- Tape la botella con un trozo de polietileno y atraviéselo con el clavo hasta tocar el papel de aluminio del interior de la botella.
- Cubra la parte externa de la botella con papel de aluminio sin tocar el cuello de la botella.
- Enrolle un trozo de cable pelado a la botella, dejando libre un extremo.
- Cubra la pantalla de la televisión con papel aluminio.
- Conecte a tierra el cable de la botella.
- Toque con el clavo la pantalla de la televisión, teniendo cuidado en no tocar el cable o el papel aluminio exterior.
- Encienda la televisión y espere 20 segundos aproximadamente. Explique qué sucede.
- Separe el clavo de la pantalla de la televisión y desconecte el cable de tierra sin tocarlo.
- Tome el extremo del cable sin tocar el cobre y acérquelo al clavo.
 - ¿Qué observa?
 - ¿Cómo puede explicar el fenómeno? (recuerde el punto C4)
 - ¿Cómo se comporta la botella de Leyden?



Constantes:

$K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; radio de la Tierra: $6,378 \times 10^3 \text{ km}$.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

- L1.** Se utilizó un capacitor de placas plano paralelas para determinar la permitividad de un material desconocido (la distancia de separación entre las placas es $d = 5 \text{ mm}$). Se obtuvieron los siguientes resultados

Material desconocido	
$A \text{ [m}^2\text{]}$	$C \text{ [pF]}$
0,006	64
0,012	126
0,018	191
0,024	254
0,030	320
0,036	384
0,042	446
0,048	508
0,054	576
0,060	639

Determine la permitividad y compare con los valores tabulados. ¿Puede determinar, a partir de la tabla de permitividades y su resultado experimental, el material desconocido?

Nota: Para calcular la mejor recta que ajusta los N puntos $(x_i; y_i)$ se definen:

$$S_x = \sum_{i=1}^N x_i; \quad S_y = \sum_{i=1}^N y_i; \quad S_{xy} = \sum_{i=1}^N x_i y_i; \quad S_{xx} = \sum_{i=1}^N x_i^2$$

entonces, la pendiente y la ordenada al origen de la recta $y = a x + b$ se obtienen:

$$a = \frac{N S_{xy} - S_x S_y}{N S_{xx} - S_x^2}; \quad b = \frac{S_y S_{xx} - S_{xy} S_x}{N S_{xx} - S_x^2}$$