

CAMPOS Y ONDAS (E0202) – 2022

ELECTROMAGNETISMO APLICADO (E1202) - 2022

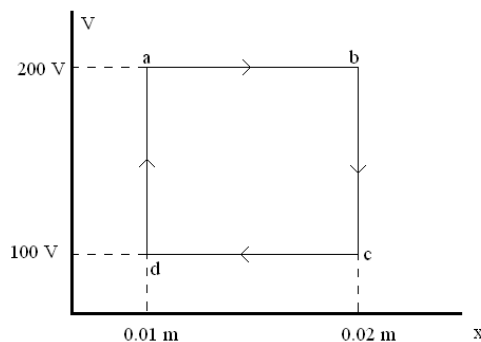
TRABAJO PRÁCTICO Nº 5

ENERGÍA DEL CAMPO ELÉCTRICO. PRINCIPIO DE LOS TRABAJOS VIRTUALES

PROBLEMA 1

Considere un capacitor con una armadura fija y la otra capaz de desplazarse en la dirección de x , aumentando o disminuyendo la separación entre placas. Su capacidad es $C = 1/x$ [μF], con x expresada en [m]. No existen pérdidas eléctricas ni mecánicas. En las condiciones iniciales, $U = 200$ V, y $x = 0,01$ m, siendo U la tensión entre placas. Luego se somete al siguiente ciclo:

- a-b) para $U = 200$ V, se aumenta x hasta 0,02 m;
- b-c) para $x = 0,02$ m, se disminuye U hasta 100 V;
- c-d) para $U = 100$ V, se disminuye x hasta 0,01 m;
- d-a) para $x = 0,01$ m, se aumenta U hasta 200 V.



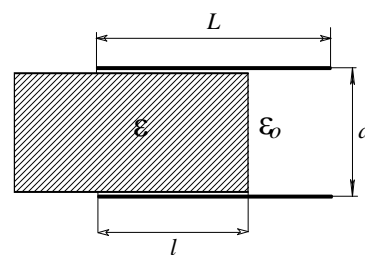
(a) ¿Cómo varía la energía almacenada en el campo eléctrico luego de realizado el ciclo? (b) Hallar el trabajo mecánico efectuado durante este ciclo; (c) Indicar si la energía fluye desde la batería o hacia ella.

PROBLEMA 2

Suponga que el espacio entre dos cascarones de un capacitor esférico, en un estado inicial contiene aire. Luego es llenado con aceite de transformador ($\epsilon_r = 2,5$). Cuál es la energía almacenada en el campo eléctrico cuando hay aceite, respecto de cuando había aire, para los siguientes dos casos (a) cuando del estado inicial al final el proceso se realiza a $V = \text{cte}$. (b) Cuando del estado inicial al final el proceso se realiza a $Q = \text{cte}$.

PROBLEMA 3

Un capacitor está compuesto por dos placas metálicas planas, cuadradas, de L [m] de lado, separadas por una distancia d [m], y se lo conecta a una fuente de tensión continua. Una placa de dieléctrico de l [m] de lado y d [m] de espesor, se introduce entre las placas metálicas, como se muestra en la figura. Despreciando los efectos de borde y considerando al capacitor conectado a una fuente que mantiene una tensión V entre sus bornes: (a) determinar la energía total almacenada en los campos, tanto en el dieléctrico como en el aire; (b) determinar la capacidad del capacitor (c) determinar la energía total almacenada en el capacitor a partir de la capacidad (compare resultados con (a)); (d) determinar la fuerza que sufre el dieléctrico por parte del campo (indique su sentido).



PROBLEMA 4

Para el capacitor de placas planas del problema anterior, encuentre la fuerza tendiente a introducir al dieléctrico entre las placas metálicas, si el capacitor se carga al potencial V y entonces se desconecta de la fuente.

PROBLEMA 5

Un conductor cilíndrico de radio R se encuentra a una altura H ($H \gg R$) por encima de un plano infinito perfectamente conductor. La diferencia de potencial entre el conductor y el plano es U . (a) Encontrar la expresión de la fuerza por unidad de longitud ejercida por el plano sobre el conductor aplicando la ley de Coulomb (Advertencia: tener en cuenta que el campo que ejerce fuerza sobre el conductor es el producido sólo por el plano de tierra) (b) Verificar el resultado, calculando la fuerza por unidad de longitud a través del principio de los trabajos virtuales (considerar que el trabajo virtual se realiza a tensión constante).

PROBLEMA 6

Un dieléctrico de permitividad ϵ_1 llena el espacio entre los dos electrodos de un capacitor formado por dos cilindros metálicos concéntricos. Se observa que dicho dieléctrico es extraído en la dirección del eje de los cilindros, y que el espacio liberado, es llenado por un dieléctrico líquido de permitividad ϵ_2 ($\epsilon_1 > \epsilon_2$).

(a) Analice todos los términos de la ecuación de balance de incrementos de energía, considerando que la carga se ha mantenido constante. (b) Idem (a) para tensión constante. (c) Idem (b) para $\epsilon_2 > \epsilon_1$.

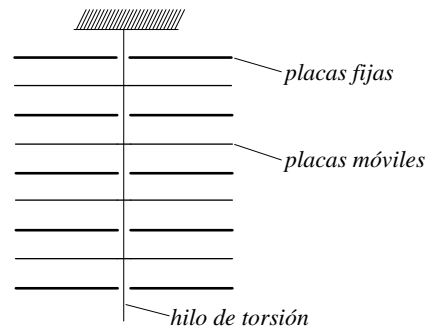
PROBLEMA 7

Sea un capacitor de electrodos cilíndricos, de radios R_1 y R_2 ($R_1 < R_2$), y de longitud L , entre los cuales se aplica una tensión U . El espacio interelectrónico contiene aire. Manteniendo la tensión U constante, se trata de introducir un tubo de material dieléctrico, de constante dieléctrica ϵ_r , de modo que cubra el espacio interelectrónico. Determinar la fuerza mecánica que actúa sobre el dieléctrico, en función de la posición axial x del cilindro que se introduce, con respecto a uno de los extremos del capacitor.

PROBLEMA 8

Sea un capacitor compuesto de una serie de placas paralelas con forma de semidiscos, entre las cuales se coloca otra serie de placas semicirculares. El primer sistema de placas es inmóvil; el segundo está suspendido de un hilo elástico y puede girar alrededor de un eje perpendicular a las placas, unido a un indicador (espejo o aguja). Al giro del sistema móvil se opone el momento del hilo de suspensión sometido a torsión. Suponiendo que a las placas móviles se les ha aplicado una carga $+q$, y a las fijas $-q$, determinar el par de torsión que actúa sobre las placas móviles, bajo las siguientes hipótesis: (a) carga constante; (b) tensión constante.

Referencia: A.V.Netushil y K.M.Polivanov, *Principios de Electrotecnia*, Tomo 3, pág.91; Grupo Editor de Buenos Aires, 1980.



PREGUNTAS TEÓRICAS

(a) Plantee la ecuación de balance incremental energético. (b) ¿Qué representa cada término? Interprete el significado de un incremento positivo y el de un incremento negativo para cada uno de ellos. (c) A partir de la ecuación de balance incremental energético demostrar que en un sistema sin pérdidas, la energía provista por la fuente, es tal que una mitad queda almacenada en el campo eléctrico, y la otra mitad es empleada en el trabajo mecánico desarrollado.