

Tema 2. Condensadores y corrientes

1. Un cable coaxial está formado por un hilo conductor central de radio $a=1\text{mm}$ y un cilindro exterior, conductor, hueco y delgado, de radio $b=7\text{mm}$. El hilo central se carga con una densidad lineal de carga $\lambda=8.85 \times 10^{-11} \text{ C/m}$ y el exterior con $\lambda = -8.85 \times 10^{-11} \text{ C/m}$. Entre ellos existe un dieléctrico de permitividad dieléctrica relativa $\epsilon_r=2.5$. Calcula: (a) El campo eléctrico desde $r=0$ hasta infinito (b) La diferencia de potencial entre los cilindros (c) La capacidad del condensador cilíndrico que forman ambos conductores. Datos: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ S.I.}$

$$[\text{Solución: } \vec{E} = \frac{2}{\pi \cdot r} \cdot \vec{u}_r \text{ V/m; } V_b - V_a = -1.24 \text{ V; } C = 71.4 \text{ pF/m}]$$

2. Un condensador está formado por dos armaduras esféricas, concéntricas, de radios $a = 10 \text{ mm}$ y $b = 12 \text{ mm}$. El espacio entre ellas está relleno con un dieléctrico plástico de permitividad relativa $\epsilon_r = 3.1$. El condensador se carga con una carga $Q = 10 \text{ pC}$, siendo la armadura exterior la que se conecta al borne negativo del generador. Calcular: a) la *d.d.p.* entre ambas armaduras b) la capacidad del condensador y c) la energía potencial eléctrica almacenada en el dispositivo. Datos: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ S.I.}$

$$[\text{Solución: } V_a - V_b = 0.48 \text{ V; } C = 20.66 \text{ pF; } U = 2.4 \text{ pJ}]$$

3. Cargamos un condensador de 20 nF con una pila de 5 V . Una vez cargado lo aislamos. A continuación reducimos la distancia entre sus placas a la mitad e introducimos entre ellas un dieléctrico de $\epsilon_r=2$. ¿Que energía hay almacenada en dicho condensador? Datos: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ S.I.}$

$$[\text{Solución: } U = 62.5 \text{ nJ}]$$

4. En un condensador aislado de láminas plano-paralelas de área $S = 1 \text{ m}^2$ y separación $d = 3 \text{ cm}$ se introduce una placa de dieléctrico de la misma área, espesor $b = 1 \text{ cm}$ y constante dieléctrica relativa $\epsilon_r = 2$. La diferencia de potencial antes de introducir el dieléctrico entre las placas es $V=100 \text{ V}$. Calcular: a) La carga libre depositada en las placas y b) La capacidad del condensador cuando se ha introducido el dieléctrico entre las placas. Datos: $\epsilon_0=1/4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9 \text{ (C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2)$

$$[\text{Solución: } Q = 2.94 \cdot 10^{-8} \text{ C; } C_{\text{dieléctrico}} = 3.5 \cdot 10^{-10} \text{ F}]$$

5. Un condensador de $0.1 \text{ }\mu\text{F}$ de capacidad se conecta a una fuente de alimentación de 10000 V . Cuando el condensador está cargado se desconecta de la fuente y sus armaduras se unen en paralelo con las de otro condensador de capacidad de $0.3 \text{ }\mu\text{F}$, que inicialmente se encuentra descargado. Calcula: (a) La diferencia de potencial común entre las armaduras y (b) La carga y la energía almacenadas en cada condensador después de la unión

$$[\text{Solución: } V = 2500 \text{ V; } Q_{1f} = 25 \cdot 10^{-5} \text{ C; } Q_{2f} = 75 \cdot 10^{-5} \text{ C; } U_{1f} = 0.31 \text{ J; } U_{2f} = 0.94 \text{ J}]$$

6. Se carga un condensador de $20 \text{ }\mu\text{F}$ a una diferencia de potencial de 1000 V . Seguidamente se conectan los terminales del condensador cargado a los de un condensador descargado de $5 \text{ }\mu\text{F}$. Determinar: (a) La carga eléctrica inicial y final en cada condensador (b) La diferencia de potencial final en cada condensador y (c) La energía final del sistema

$$[\text{Solución: } Q_1 = 16 \text{ mC; } Q_2 = 4 \text{ mC; } V_1 = V_2 = 800 \text{ V; } U_1 = 6.4 \text{ J; } U_2 = 1.6 \text{ J}]$$

7. La cantidad de carga (en C) que pasa por una sección de un cable de cobre de 0,8 cm de diámetro vale $q(t) = \pi t + 6$, con t en s. Calcula: (a) La corriente que circula por el cable (indicando si se trata o no de CC), (b) La densidad de corriente y (c) El campo eléctrico en el interior del cable. Dato: resistividad del cobre = $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$

[Solución: $I = \pi \text{ A}$; $J = 6.25 \cdot 10^4 \text{ A/m}^2$; $E = 1 \text{ mV/m}$]

8. Una corriente de 5 A circula por un hilo de aluminio de 0.6 mm de diámetro y 1 m de longitud, existiendo una caída de potencial entre los extremos del hilo de 1.175 mV. Se pide: (a) Calcular el valor de la densidad de corriente en el hilo. (b) El valor de la resistividad del aluminio. (c) Suponiendo que cada átomo contribuye a la corriente con un electrón libre, encontrar la densidad de electrones libres en el aluminio y la velocidad de desplazamiento de éstos. (d) Obtener la potencia eléctrica disipada. Datos: Densidad del Aluminio = $6.023 \cdot 10^{23} \text{ átomos/m}^3$, $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Solución: $J = 1.77 \cdot 10^7 \text{ A/m}^2$; $\rho = 6.64 \cdot 10^{-11} \Omega \cdot m$; $n_e = 6.023 \cdot 10^{22} \text{ e/m}^3$;
 $v = 1.83 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$; $P = 0.006 \text{ W}$

9. Un hilo conductor cilíndrico y recto tiene una longitud total de 50 cm y un diámetro de 0.20 mm. El hilo está formado por dos materiales óhmicos de diferente resistividad unidos en serie entre sí: la mitad del hilo tiene una resistividad $\rho = 4 \times 10^{-8} \Omega m$ y la otra mitad tiene una resistividad $\rho = 2 \times 10^{-8} \Omega m$. Entre sus extremos se aplica una diferencia de potencial de 4 V. Calcular: a) La resistencia del hilo, b) La corriente eléctrica en el hilo, c) La densidad de corriente en el hilo, d) Valor del campo eléctrico en cada uno de los dos materiales que componen el hilo.

[Solución: $R = 0.48 \Omega$; $I = 8.3 \text{ A}$; $J = 2.65 \cdot 10^8 \text{ A/m}^2$; $E_1 = 10.64 \text{ V/m}$; $E_2 = 5.32 \text{ V/m}$]

10. En el cableado eléctrico de una casa se utiliza un cable de cobre de 1 mm de diámetro. Por cuestiones de seguridad el cable no puede transportar una intensidad de corriente superior a 10 A. Suponiendo que el cable transporta el máximo de corriente, calcular: (a) La potencia que se disipa en el propio cable si su longitud es de 10 m y (b) El diámetro que debería tener el cable para reducir la potencia disipada a la mitad. Dato: Resistividad del Cu: $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega m$.

[Solución: $P = 22 \text{ W}$; $d' = \sqrt{2} \text{ mm}$]

11. Sabes que el filamento de tungsteno de una bombilla disipa 60 W por efecto Joule para una diferencia de potencial aplicada de 220 V. Calcular: a) Valor de la resistencia del filamento y de la intensidad que circula por el mismo y b) Longitud del filamento si el diámetro del mismo es 0.01 mm. Dato: $\sigma_{\text{tungsteno}} = 19 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} \Omega^{-1}$

[Solución: $R = 807 \Omega$; $I = 0.27 \text{ A}$; $l = 1.2 \text{ m}$]

12. Tenemos dos bombillas de filamento conectadas en serie a una batería de 20 V. La potencia disipada por cada bombilla es de 20 W y 40 W respectivamente. a) Calcular el valor de la resistencia del filamento de cada una de las bombillas y b) Si las conectamos en paralelo, ¿qué potencia disipa cada bombilla?

[Solución: $R_1 = 2.2 \Omega$; $R_2 = 4.4 \Omega$; $P_1 = 181.8 \text{ W}$; $P_2 = 90.9 \text{ W}$]