

Energía electrostática y capacidad

1. Mida el diámetro de los dos conductores que forman un cable coaxial que tenga en casa, ya sea del televisor o de otro dispositivo doméstico. Suponga un valor de permitividad dieléctrica para el material confinado entre conductores y estime la capacitancia por unidad de longitud del cable.

Unos valores razonables de los radios de los conductores son $R_1 = 5$ mm y $R_2 = 1$ mm para el externo e interno, respectivamente. Por otro lado, un valor razonable para una permitividad eléctrica relativa ϵ_r sería aquella comprendida en el intervalo 3-5. Así podemos calcular la capacidad a partir de la expresión deducida para el caso de un cilindro de longitud L .

$$C = \frac{2\pi\epsilon_r\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}$$

Así pues, sabiendo que la permitividad dieléctrica del vacío es $\epsilon_0 = 5.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$, los resultados serían: 1.104 nF/m y 0.173 nF/m, para los casos $\epsilon_r = 3$ y $\epsilon_r = 5$, respectivamente.

2. Para crear una corriente de alta densidad energética se requiere operar un láser de pulso de nitrógeno en donde se usa un proceso de descarga de un condensador de alta capacitancia. Este láser tiene asociada una energía de 100 J por pulso, en cada descarga. Estimar la capacitancia requerida si la descarga aplicada se produce en un condensador plano-paralelo de espesor 1 cm. Suponga que la ruptura dieléctrica del nitrógeno es de $3 \cdot 10^6$ V/m.

Considerando la energía potencial eléctrica asociada a un condensador:

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

y la expresión de diferencia de potencial de un condensador de placas plano-paralela: $V = E d$, podemos comprobar que $C = 22.2 \mu\text{F}$.

3. Experimentalmente se ha demostrado que el campo eléctrico de la Tierra se extiende hasta una altura de 1000 m sobre su superficie y tiene una magnitud media de 200 V/m. Estimar el campo eléctrico almacenado por la atmósfera. Suponga que la atmósfera es una plancha plana de área igual a la superficie terrestre.

Usando el concepto de densidad de energía potencial: $u = U/V = U/(4\pi R^2 h)$ donde R es el radio de la Tierra (que se supone esférica, con radio 6370 km) y h la altura de la atmósfera, podemos relacionar dicha magnitud con el módulo de campo eléctrico y despejar U en función de la permitividad eléctrica del vacío ($\epsilon_0 = 5.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$):

$$u = \frac{U}{V} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \rightarrow U = 9.0310^{10} J$$

4. Estimar la capacitancia de un globo aerostático convencional.

Suponiendo que el globo es esférico y posee un radio $R = 3$ m, podemos sustituir en la expresión de la capacitancia de un condensador esférico:

$$C = 4\pi\varepsilon_0 R = 0.334 nF$$