

## GUÍA DE PROBLEMAS DE TEORÍA DE LOS CAMPOS

### ACTIVIDAD N° 10 - PROBLEMAS DE ELECTROMAGNETISMO. REVISIÓN Y APLICACIÓN DE TEMAS BÁSICOS.

### ACTIVIDAD N° 11 - PROBLEMAS DE ELECTROMAGNETISMO. APLICACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.

- 1) Determinar la intensidad de campo eléctrico de un plano de carga infinito con densidad superficial de carga uniforme  $\rho_s$ .
- 2) Determine el campo  $\mathbf{E}$  producido por una nube esférica de electrones con densidad volumétrica de carga  $\rho_v = -\rho_0$  sí  $0 \leq R \leq b$ , y  $\rho_v = 0$  sí  $R > b$ .
- 3) Una carga positiva  $Q$  se distribuye en forma uniforme sobre una capa esférica muy delgada de radio  $b$  en el aire. Encuentre  $\mathbf{E}$  en todos los puntos, represente  $|E| = f(R)$ .
- 4) Obtenga una fórmula para la intensidad de campo eléctrico en el eje de un disco circular de radio  $b$  que tiene una densidad superficial de carga uniforme.
- 5) Una carga puntual positiva  $Q$  está en el centro de una capa esférica conductora, con radio interior  $R_i$  y radio exterior  $R_0$ . Determine  $\mathbf{E}$  y  $V$  como funciones de la distancia radial  $R$ .
- 6) Considere dos conductores esféricos de radios  $b_1$  y  $b_2$  ( $b_2 > b_1$ ), conectados por un alambre conductor. La separación entre conductores es muy grande en comparación con  $b_2$  y la distribución de carga en ellos es uniforme, con valor total  $Q$ .  
Calcule la carga en las dos esferas y las intensidades de campo eléctrico en la superficie de las esferas.
- 7) Determine la capacidad de un condensador de placas paralelas conductoras de área  $S$  y separadas una distancia  $d$ . El espacio entre placas está lleno con un dieléctrico de permitividad  $\epsilon$  constante.
- 8) Determine la capacidad de un condensador cilíndrico compuesto de un conductor interno de radio  $a$  y un conductor externo de radio  $b$ .  
El espacio entre conductores está lleno de un dieléctrico de permitividad  $\epsilon$  y la longitud del condensador es  $L$ .
- 9) Encuentre la energía electrostática almacenada en un capacitor de placas paralelas con área  $S$  y separación  $d$ , el mismo se carga con un voltaje  $V$  y la permitividad del dieléctrico es  $\epsilon$ .
- 10) Utilizando las fórmulas de energía, hallar la capacidad de un condensador cilíndrico.
- 11) Determine la fuerza sobre las placas conductoras de un condensador de placas paralelas, cuyas placas tienen un área  $S$  y están separadas una distancia  $x$  por aire.



12) El radio del conductor interno de un largo cable coaxil es  $a$ . El radio interno del conductor externo es  $b$ .

Si los conductores interior y exterior se mantienen a potenciales  $V_0$  y  $0$  respectivamente, determine el potencial eléctrico y el campo eléctrico en el material aislante.

13) Dos planos conductores aislados e infinitos que se mantienen a potenciales de  $0$  y  $V_0$  respectivamente constituyen una configuración en forma de cuña.

Determine las distribuciones de potencial en las regiones:

a)  $0 < \phi < \alpha$

b)  $\alpha < \phi < 2\pi$

14) Los radios interior y exterior de dos capas esféricas conductoras y concéntricas son  $R_1$  y  $R_0$ . El espacio entre las esferas está lleno con un material aislante, la capa interior se mantiene a un potencial  $V_1$  y la exterior a  $V_2$ .

Determine la distribución de potencial en el material aislante.

15) Una línea de carga de transmisión de energía de  $2\text{cm}$  de radio es paralela a la tierra y está situada a  $10\text{m}$  sobre esta. Suponiendo que la tierra es un plano conductor infinito encuentre la capacidad por metro de línea con respecto a la tierra.

16) Demuestre la ley de Ohm de la teoría de circuitos para un conductor recto homogéneo y de sección transversal constante.

17) Calcule el tiempo de relajación en el cobre y en el caucho.  $\sigma_{cu} = 5,8 \cdot 10^{-7} \frac{S}{m}$  y  $\sigma_{caucho} = 10^{-15} \frac{S}{m}$

18) Demuestre la ecuación de la potencia óhmica en un conductor de sección transversal constante.

19) Encuentre la resistencia de fuga por unidad de longitud entre los conductores interno y externo de un cable coaxil de radios  $a$  y  $b$ , si el medio aislante tiene permitividad  $\epsilon$  y conductividad  $\sigma$ .

20) Encuentre la resistencia de fuga por unidad de longitud para una línea de transmisión de dos alambres paralelos de radio  $a$ , separados una distancia  $D$  en un medio  $\sigma$ .

21) Un material conductor de grosor uniforme  $h$  y conductividad  $\sigma$  tiene la forma de un cuarto de arandela circular plana, con radio interior  $a$  y radio exterior  $b$ .

Determine la resistencia entre las caras de los extremos.

22) Una línea unipolar  $L$  situada a la distancia  $d = 10\text{m}$  del suelo se halla bajo la influencia del campo eléctrico formado entre una nube de tormenta cargada positivamente y tierra.

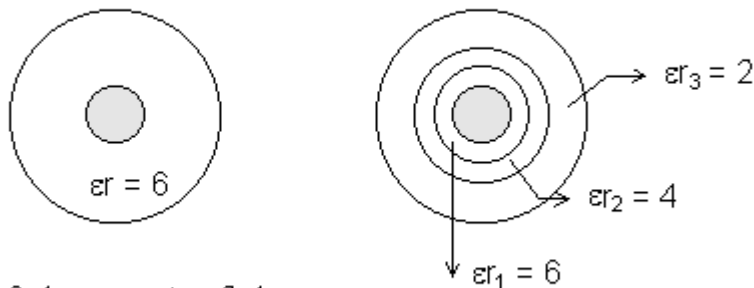
Para proteger dicha línea, contra descargas atmosféricas, se ha dispuesto otro hilo conductor  $M$  paralelo de diámetro  $8\text{mm}$  situado a una distancia  $m = 2\text{m}$  por encima de la línea y conectado a tierra.

Determine el potencial en  $L$  debido al campo atmosférico antes y después de situar al conductor  $M$ , determine también la intensidad de campo eléctrico sobre  $M$ .

23) Si debido a una falla de aislamiento se produce un contacto entre una línea y la torre metálica y se establece una corriente de 200A. a tierra, determine la distribución de tensiones en la superficie del suelo. Se desea conocer la resistencia de dicha toma de tierra supuesta una conductividad del suelo de  $\sigma = 10^{-2} \frac{S}{m}$ .

24) Un conductor de radio  $a$  se lo aísla de las dos formas mostradas en la figura, teniendo un blindaje de radio  $b$  conectado a tierra. Todos los aislantes empleados tienen una rigidez dieléctrica  $E_{MAX} = 100 \frac{kV}{cm}$  y se los diseña al máximo de sus posibilidades.

Determinar en cada caso la capacidad del conductor, la máxima tensión que se le podrá aplicar y graficar  $E$  en función del radio del cable.



Datos:  $a = 0,4 \text{ cm}$  y  $b = 2,4 \text{ cm}$ .

25) Por un conductor sólido no magnético recto e infinitamente largo, con sección transversal constante y circular de radio  $b$  circula una corriente estacionaria  $i$ .

Determine la densidad de flujo magnético o inducción  $\mathbf{B}$  dentro y fuera del conductor.

26) Determine la inducción magnética en el interior de una bobina toroidal, con espiras muy juntas, con núcleo de aire y  $N$  espiras de bobina por la que circula una corriente  $i$ .

El toroide tiene un radio medio  $b$  y el radio de cada espira es  $a$ .

27) Por un tubo conductor muy delgado e infinitamente largo, de radio  $b$ , circula una corriente superficial uniforme  $\vec{J}_S = \tilde{a}_z J_S (\text{A/m})$ . Encuentre  $\mathbf{B}$  en todos los puntos.

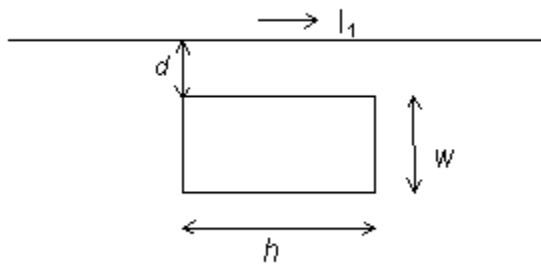
28) Encuentre la densidad de flujo magnético en el interior de un solenoide cilíndrico muy largo con núcleo de aire, con  $n$  espiras por metro y por el que circula una corriente  $i$ .

29) Una corriente  $I$  fluye por un alambre recto de longitud  $2L$ . Calcule la inducción  $\mathbf{B}$  en un punto localizado a una distancia  $r$  del alambre y en el plano que lo divide en dos segmentos iguales, a través de:

a) Potencial magnético vector  $\mathbf{A}$ .

b) Utilizando la ley de Biot - Savart.

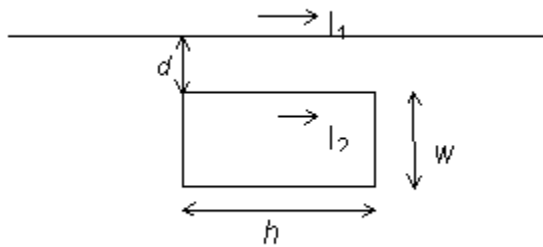
- 30) Encuentre la inducción en el centro de una espira cuadrada plana de lados  $w$  por la que circula una corriente  $I$ .
- 31) Determine la densidad de flujo magnético en un punto sobre el eje de una espira circular de radio  $b$ , por la que circula una corriente continua  $I$ .
- 32) Determine la autoinductancia de la bobina toroidal.
- 33) Determine la autoinductancia por unidad de longitud de un solenoide muy largo con  $n$  vueltas por unidad de longitud. La permeabilidad del núcleo es  $\mu$ .
- 34) Determine la inductancia mutua entre una espira rectangular conductora y un alambre recto muy largo.



- 35) Exprese la energía magnética en términos de cantidades de campo.
- 36) Una línea de transmisión coaxil llena de aire tiene un conductor interno sólido de radio  $a$  y un conductor externo muy delgado de radio  $b$ . Utilizando la energía magnética almacenada determine la inductancia por unidad de longitud de la línea.
- 37) Calcule las inductancias interna y externa por unidad de longitud de una línea de transmisión que consiste en dos largos alambres conductores paralelos de radio  $a$  y que transportan corrientes en direcciones opuestas. Los ejes de los alambres están separados por una distancia  $d \gg a$ .
- 38) Determine la fuerza por unidad de longitud entre dos alambres conductores planos, paralelos e infinitamente largos por los que circulan corrientes  $I_1$  e  $I_2$  en la misma dirección. Los alambres están separados una distancia  $d$ .

39) Por una espira rectangular en el plano  $xy$ , con lados  $b_1$  y  $b_2$ , circula una corriente  $I$ . La espira está en un campo magnético uniforme  $\vec{B} = \tilde{a}_x B_x + \tilde{a}_y B_y + \tilde{a}_z B_z$ . Determine la fuerza y el par sobre la espira.

40) Suponga que una corriente  $I_2$  circula por la espira rectangular en el sentido de las agujas del reloj. Determine la fuerza neta sobre la espira.



41) Considere un electroimán donde la corriente  $I$  en una bobina de  $N$  vueltas produce un flujo  $\phi$  en el circuito magnético. La sección transversal del núcleo es  $s$ . Determine la fuerza sobre la armadura.

42) Una fuente de corriente alterna de amplitud  $V_0$  y frecuencia  $\omega$ ,  $V_c = V_0 \sin \omega t$ , está conectada a un capacitor de placas paralelas de capacidad  $C_1$ . Compruebe que la corriente de desplazamiento en el condensador es la misma que la corriente de conducción en los alambres. Determine la intensidad de campo magnético a una distancia  $r$  del conductor.

43) Demuestre que  $Ey = f(x - vt)$  con  $v = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$  es solución para la ecuación de ondas planas.

44) Demuestre lo enunciado en el problema anterior siendo:  $f(x) = A e^{j\beta x}$ ,  $f(x) = A \cos \beta(x - vt)$ ,  $f(x) = \sin(ax) \cos(bx)$ .

45) Demuestre que en una onda plana que se propaga en un medio dieléctrico, las componentes eléctrica y magnética de la onda poseen cuadratura espacial y fase temporal. Calcule la impedancia intrínseca del medio.

46) Determine las componentes de una onda electromagnética plana que se propaga por un medio conductor y demuestre que las mismas poseen cuadratura temporal. Determine la expresión de la impedancia intrínseca del medio conductor.

47) Considérese la posible recepción de señales de radio por un submarino sumergido. Calcúlese a qué distancia deberá propagarse una onda en el agua para que la intensidad de campo de la onda se reduzca a  $\frac{1}{10}$  de su valor inicial. Datos:  $\epsilon_r = 81$ ,  $\frac{1}{\sigma} = 0,20 \frac{\Omega}{m}$ . Calcúlese para las frecuencias de  $f = 30 \text{ KHz}$  y  $f = 30 \text{ MHz}$ .

48) Demuestre que en un conductor de resistencia  $R_C$  que transporta corriente  $I$ , la potencia que penetra al mismo es  $P = I^2 R_C$ .

49) Calcule el módulo y dirección del vector de Poynting en un conductor coaxil que transporta corriente continua  $I$ , el conductor interno está a potencial  $V$ .