

Nombre:

(Nota: Todas las cuestiones deben ser respondidas razonadamente, en caso contrario no se puntuarán.)

1. Una barra conductora de longitud L y sección transversal uniforme S presenta una conductividad que varía a lo largo de ella según: $\sigma(z) = \sigma_0 + \sigma_1 z/L$ (σ_0 y σ_1 son constantes positivas). En los extremos de la barra se han colocado dos contactos conductores perfectos. Por el contacto situado en $z=0$ se inyecta una intensidad I y la misma intensidad sale por el contacto en $z=L$. Obtener $J(z)$, $E(z)$, $V(z)$, $\rho(z)$ y la resistencia R de la barra. (2.5 puntos)
2. Sean dos solenoides coaxiales largos y estrechos de radios a y b con $a < b$, longitud L y número de espiras N_a y N_b respectivamente. El solenoide de radio a se encuentra lleno de un material aislante de permeabilidad μ y el espacio entre los dos solenoides se encuentra vacío. Hallar (2.5 puntos):
- El coeficiente de autoinducción del solenoide de radio b .
 - El coeficiente de inducción mutua M_{ab} .
 - Comprobar que calculando el coeficiente M_{ba} se obtiene el mismo resultado.
 - La imanación M del material si los solenoides son recorridos por corrientes I_a e I_b .
 - La fuerza electromotriz inducida en el solenoide de radio b si por los dos solenoides circula una corriente $I = I_0 e^{-2t}$.
3. Una onda plana uniforme de 150 MHz en el aire incide perpendicularmente sobre un material cuya impedancia intrínseca se desconoce. Las mediciones dan una razón de onda estacionaria de 3 y la aparición de un campo eléctrico mínimo a 0.3λ enfrente de la interfase. Determinar la impedancia del material desconocido. (1.5 puntos)
- $\eta = 641 + j501 \rightarrow \eta = 848.23 / 36.87^\circ = 678.58 + j508.94j$
4. Una onda plana uniforme incide perpendicularmente sobre una placa de vidrio ($n=1.45$) cuya superficie de atrás está en contacto con un conductor perfecto. Determinar el corrimiento de fase reflejado en la superficie frontal del vidrio si el grosor del vidrio es: $\lambda/2$, $\lambda/4$, $\lambda/8$. (1.5 puntos)
5. Un generador $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$ con impedancia de salida $Z_g = 125 \Omega$ se conecta a una carga $Z_L = 75 + j90 \Omega$ utilizando una línea de transmisión sin pérdidas de impedancia característica $Z_0 = 50 \Omega$ y longitud $L = 5$ m. La velocidad de propagación de la señal en la línea es $v = 2 \cdot 10^8$ m/s y la frecuencia del generador es $\omega = 2\pi \cdot 10^8$ rad/s. Se pide (2 puntos):
- Adaptar la línea a la carga mediante un brazo en corto. (dar la solución mas corta y mas cercana a la carga).
 - Obtener la impedancia al comienzo de la línea.
 - ¿qué potencia promedio entrega el generador a la carga sin adaptar y adaptada?

Nombre:

(Nota: Todas las cuestiones deben ser respondidas razonadamente, en caso contrario no se puntuarán. Los alumnos que hagan el examen final con toda la asignatura realizarán las preguntas 1-2-5-6.

Primer Parcial

1. Entre 2 cilindros conductores de radios a , b ($b=2a$) se introducen 2 capas de dieléctrico de igual espesor y permitividades $\epsilon_1 = 4 \epsilon_0$ y ϵ_2 . Se aplica una d.d.p. V_0 entre los conductores. Se pide: (2.5 puntos)
- Valor de ϵ_2 para que el campo en $r = a$ sea 4 veces el campo en $r = b$.
 - Capacidad por unidad de longitud usando el valor de ϵ_2 calculado anteriormente.
2. En una región cilíndrica (longitud infinita), de radio a existe un campo magnético $\vec{B} = B_0 \sin(\omega t) \hat{z}$ para $r < a$ y $\vec{B} = 0 \hat{z}$ si $r > a$. Calcular el campo eléctrico en cualquier punto del espacio. (2.5 puntos)
3. Un toroide de sección circular tiene radio interior a y radio exterior b y está formado por dos materiales ferromagnéticos con imanaciones M_1 y M_2 ($M_1 > M_2$). Calcular los campos \vec{B} y \vec{H} en las dos zonas. (2.5 puntos)
4. Una esfera conductora de radio a está totalmente sumergida en un medio dieléctrico infinito de permitividad ϵ y conductividad σ . La esfera se mantiene gracias a una batería a una d.d.p. V_0 . Calcular la potencia suministrada por la batería y la resistencia eléctrica. (2.5 puntos)

Segundo Parcial

5. En un experimento de laboratorio con una línea sin pérdidas de 50Ω , terminada en una impedancia desconocida se encontró que: la razón de onda estacionaria era de 3; los mínimos de voltaje sucesivos están separados 5 cm y el primero ocurre a 1 cm de la carga. Calcular: a) la impedancia de carga; b) el coeficiente de reflexión en la carga; c) Si la línea posee una longitud total de 7 cm y está conectada a un generador de 10 V con impedancia de salida 50Ω ¿Qué potencia se entrega a la carga?; d) Adaptar la línea a la carga mediante un brazo en corto de una impedancia característica de 50Ω ; e) ¿Qué potencia se entrega a la carga una vez adaptada? (3 puntos).
6. Dado el campo magnético para el modo TE_{10} en una guía de ondas rectangular de lados a y b : $H_y = 0$, $H_x = H_0 \cos(\beta_{10} a / \mu \sin(\pi/a x) \sin(\omega t - \beta_{10} z)$, $H_z = H_0 \cos(\pi/a x) \cos(\omega t - \beta_{10} z)$. Obtener la densidad de corriente superficial en las paredes de la guía. (2 puntos) *Ejemplo 9.5 cheng.*

7. Se quiere recubrir un vidrio ($n = 1.45$) con una capa de dieléctrico de forma que se de una transmisión eficiente entre el aire y el vidrio para una longitud de onda de 570 nm en el aire. Determinar el índice de refracción y el espesor del dieléctrico. (2.5 puntos)

8. Una onda plana dada por $\vec{E}_i = y 10 \cos(\omega t + 3x - 4z)$ (V/m) incide sobre una superficie conductora en $z=0$. Calcular: la constante de fase, la frecuencia angular, el ángulo de incidencia, la onda reflejada y la onda total (comente en este caso el comportamiento de dicha onda). (2.5 puntos)

Nombre:

(Nota: Todas las cuestiones deben ser respondidas razonadamente, en caso contrario no se puntuarán.)

1. Un condensador esférico formado por dos esferas conductoras de radio interior a y exterior b se carga a una d.d.p. V_0 . A continuación se desconecta la batería y se introduce entre las esferas un dieléctrico líquido de permitividad $2\epsilon_0$ hasta la mitad del volumen interior. Se pide: (2.5 puntos)
 - a) Calcular la capacidad electrostática y energía del sistema antes de desconectar la batería. (0.75p)
 - b) Calcular los campos D , E y P al introducir el líquido. (0.75p)
 - c) Determinar el porcentaje de cambio en la energía electrostática del sistema debida a la introducción del dieléctrico. (1p)
2. Sobre un material en forma de toroide de sección cuadrada de radio interior a y exterior b se realiza un bobinado de N_1 espiras uniformemente espaciadas. El medio material tiene una permeabilidad $\mu \gg \mu_0$. Obtener: (2.5 puntos)
 - a) La autoinducción del bobinado del toroide y la energía magnética almacenada en el arrollamiento si se hace circular una corriente I . (1.25p)
 - b) A continuación se bobinan N_2 espiras. Calcular el coeficiente de inducción mutua. (1.25p)
3. Una onda electromagnética (OE) propagándose en el vacío la forma compleja de su campo eléctrico viene dado por: (2.5 puntos)

$$E = E_0 x e^{j(\omega t - kz)} + 2 E_0 y e^{j(\omega t - kz - \pi/2)}$$
 - a) Indicar el tipo de polarización de la onda. (0.75p)
 - b) Calcular el campo magnético H . (0.75p)
 - c) Determinar el vector de Poynting P y su valor medio $\langle P \rangle$. (1p)
4. Una línea de transmisión uniforme de 100Ω tiene una impedancia terminal de 500Ω . Calcular: (2.5 puntos)
 - a) La posición y longitud de un brazo en corto (de 100Ω) para adaptar la línea a la carga. (0.75p)
 - b) Razón de onda estacionaria en todos los tramos de línea. (0.5p)
 - c) Considerando que la línea posee una longitud de 0.7λ y al comienzo hay un generador caracterizado por $V_g = 10 V$, $Z_g = 50 \Omega$, ¿Qué potencia se entrega a la carga adaptada y sin adaptar? (1.25p)

Campos Electromagnéticos

■ Examen extraordinario de Septiembre. Curso 2008-09.

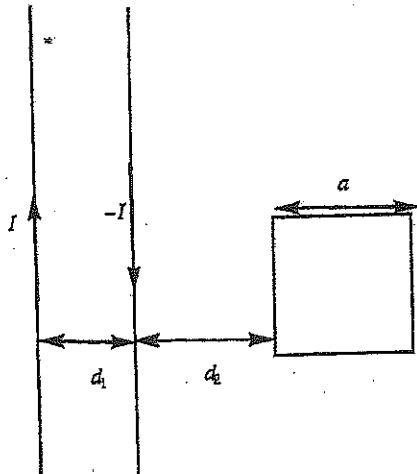
■ 1ª Parte.

Nombre: _____ Grupo: _____

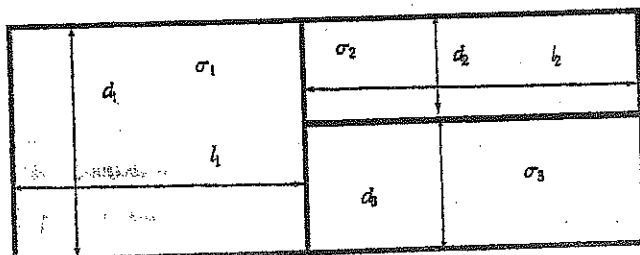
1. Una capa cilíndrica muy larga, de radio interior a y exterior b está polarizada, con un vector de polarización $\vec{P} = P_0\left(\frac{a}{r}\right)\hat{r}$. La capa cilíndrica rota en torno a su eje de simetría con velocidad angular $\vec{\omega} = \omega\hat{z}$. Despreciando los efectos de borde, calcular:

- Las densidades de carga de polarización y las corrientes correspondientes.
- Inducción magnética (campo \vec{B}) en todo el espacio.

2. Calcular la fuerza electromotriz inducida (módulo y fase respecto a la línea) en el carrete de sección cuadrada de lado $a=10$ cm y con $N=10$ espiras por una línea bifilar de conducción eléctrica con una intensidad de 50 A. Suponer una distancia entre cables $d_1 = 1$ m, y el carrete lo situamos a $d_2 = 1$ m del cable más próximo. Calcular también el coeficiente de inducción mutua entre la línea y el carrete.



3. Una resistencia está constituida por tres paralelepípedos rectangulares con conductividades σ_1 , σ_2 y σ_3 correspondientes a cobre, aluminio y tungsteno, según se muestra en la figura. El ancho de los tres es igual, $w = 3$ cm. Suponiendo que circula una intensidad $I = 1$ A, determinar la caída de tensión en cada parte. ($l_1 = 1$ m; $d_1 = 1$ cm; $l_2 = 1.25$ m; $d_2 = 0.4$ cm; $d_3 = 0.6$ cm))



7

Campos Electromagnéticos

■ Examen extraordinario de Septiembre. Curso 2008-09.

■ 2ª Parte.

Nombre: Alberto Burkhardt Rodríguez Grupo: A

4. Una línea de transmisión sin pérdidas conecta un generador a una antena. La longitud de onda de la señal transmitida es 1 m, la impedancia característica de la línea 300Ω y la impedancia de entrada de la antena es de 75Ω . Determinar el punto más cercano a la carga al que hay que conectar un stub en cortocircuito para adaptar la línea y la longitud mínima del stub. Si la antena tiene una resistencia real de 90Ω , determinar la razón de onda estacionaria que presenta con el stub de adaptación anterior.
5. Determinar las pérdidas por km para una onda plana que se propaga en tierra seca a la frecuencia de 0.5 MHz. ($\sigma = 10^{-5} \text{ S/m}$; $\epsilon_r = 3$; $\mu_r = 1$).
6. Una guía de onda rectangular transporta una onda TE_{10} de frecuencia 9 GHz propagándose en la dirección positiva del eje Z. a) Hallar la constante de fase, la longitud de onda, velocidad de fase e impedancia intrínseca asociada a este modo. b) Si E_y tiene una amplitud de 10^4 V/m , determinar las amplitudes de H_x y H_z . ¿Cuál es el flujo de potencia transmitida a través de la sección transversal de la guía?. Las dimensiones de la guía son $a = 2.29 \text{ cm}$; $b = 1.02 \text{ cm}$.

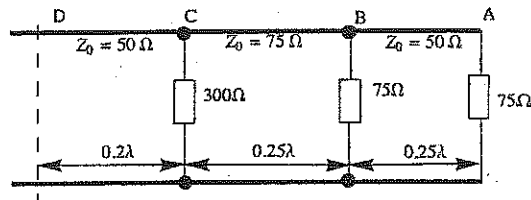
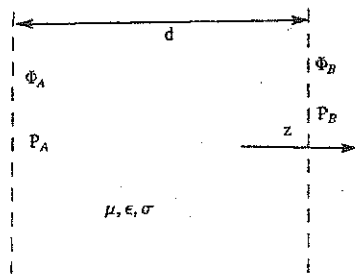
Campos Electromagnéticos

Examen Final. Curso 2009-10. 2 de Julio de 2010

2º Parcial

Nombre: _____ Grupo: _____

1. Se pretende caracterizar electromagnéticamente a un dieléctrico con pocas pérdidas, es decir determinar su permitividad y su conductividad (se supone que la permeabilidad es igual a la del vacío). Para ello se efectúan dos medidas: se hace propagar una onda plana en su interior y se determina la densidad de potencia y la fase en dos puntos separados por una distancia d en la dirección de propagación de la onda. Suponer que la frecuencia de la onda es ω . Determinar la permitividad y la conductividad del material.



2. En la línea de la figura, determinar la impedancia de la línea en el punto D.
3. Una guía WR284 con dimensiones $a = 72.14$ mm, y $b = 34.04$ mm, rellena de un gas con constante dieléctrica relativa $\epsilon_r = 3$ alimenta la antena de un radar con una longitud de onda de 20 cm. Encontrar el ancho de banda de los modos TE_{10} y TE_{11} . Determinar la longitud de onda en la guía y la impedancia de la guía.
4. Se tiene una antena de $l = 10$ cm de longitud. Trabaja a una frecuencia $f = 95.4$ MHz. Determinar la intensidad mínima con la que hay que alimentarla para tener una amplitud mínima de campo $E_{\min} = 1$ mV/m a una distancia $d = 0.5$ km y cubriendo un ángulo de 20° sobre la horizontal. Determinar también la potencia total radiada y la densidad de potencia a la distancia y para el intervalo angular especificados.

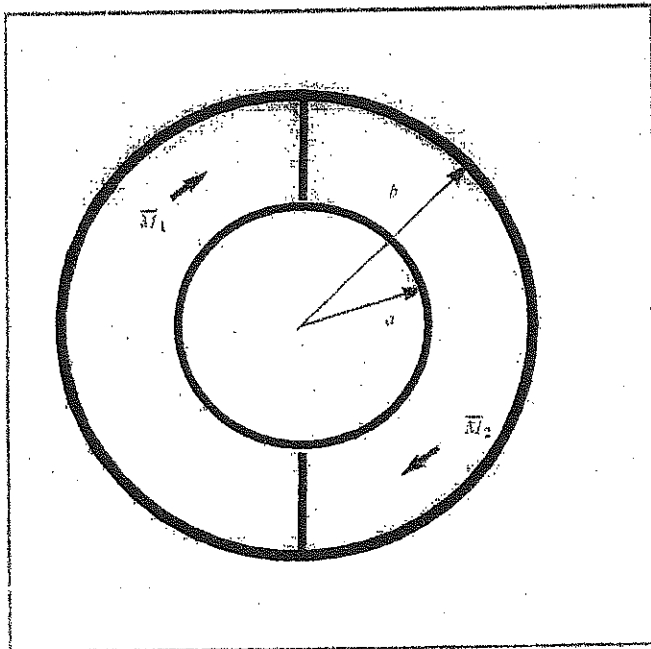
Campos Electromagnéticos

Examen Final. Curso 2008-09. 1 de Julio de 2009

1ª Parte.

Nombre: _____ Grupo: _____

- El toroide de la figura es un imán que está formado por dos materiales ferromagnéticos que por problemas de fabricación han resultado con imanaciones ligeramente diferentes $\vec{M}_1 = 400 \text{ A/m}$ y $\vec{M}_2 = 460 \text{ A/m}$. Calcular los campos \vec{B} y \vec{H} en las dos zonas (hacer las consideraciones de simetría necesarias para simplificar el problema).



- Sean dos solenoides coaxiales de radios $a = 1.5 \text{ cm}$ y $b = 2.5 \text{ cm}$, longitud $L = 10 \text{ cm}$ y número de espiras $N_a = 200$ y $N_b = 100$, el solenoide de radio a se encuentra lleno de un material aislante de permeabilidad $\mu_r = 100$ y el espacio entre los dos solenoides se encuentra vacío. Hallar:
 - a) El coeficiente de autoinducción del solenoide de radio b .
 - b) el coeficiente de inductancia mutua M_{ab}
 - c) Comprobar que calculando el coeficiente M_{ba} se obtiene el resultado anterior.
 - d) La imanación \vec{M} del material si los solenoides son recorridos por corrientes $I_a = 1 \text{ A}$ e $I_b = -0.5 \text{ A}$.
 - e) La fuerza electromotriz inducida en el solenoide de radio b si por los dos solenoides circula una corriente $I = 2.4 e^{-2t} \text{ (A)}$.
- Una carga puntual de $3 \mu\text{C}$ se sitúa en el centro de una pequeña cavidad centrada también en una esfera conductora de radio 2.27 cm . Calcular el potencial y el campo eléctrico en cualquier punto del espacio.

Campos Electromagnéticos

Examen Final. Curso 2008-09. 1 de Julio de 2009

2ª Parte.

Nombre: _____ Grupo: _____

- La impedancia característica de una línea de transmisión sin pérdidas es 50Ω . Use el diagrama de Smith para hallar la impedancia de entrada de esta línea a 400 MHz si tiene: (a) 1 m de longitud y está terminada en circuito abierto; (b) 0.5 m de longitud y está terminada en cortocircuito. Después (c) determine las admitancias de entrada correspondientes a las líneas de los apartados (a) y (b).
- Considerando el criterio de buen conductor y considerandola tierra con los siguientes parámetros constitutivos: $\sigma = 3 \times 10^{-3} \text{ S/m}$; $\epsilon_r = 3$; $\mu_r = 1$,
 - a) ¿Cuál es la máxima frecuencia a la que la tierra es un buen conductor?
 - b) ¿Cuál es la profundidad de penetración a esa frecuencia?
 - c) A esa frecuencia, calcular la impedancia característica del medio, la constante de atenuación α , la de fase β y la velocidad de fase.
- Se desea diseñar una guía de ondas rectangular llena de aire para operar a 9 GHz en el modo dominante. Se desea que la frecuencia de operación sea al menos un 20% mayor que la frecuencia de corte del modo dominante y también al menos un 20% por debajo de la frecuencia de corte del modo superior siguiente.
 - a) Hacer un diseño de las dimensiones a y b .
 - b) Calcular para el diseño realizado β , v_p , λ_g y la impedancia de onda a la frecuencia de operación.

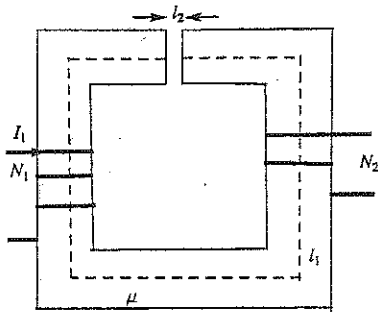
Campos Electromagnéticos

Examen Final. Curso 2009-10. 2 de Julio de 2010

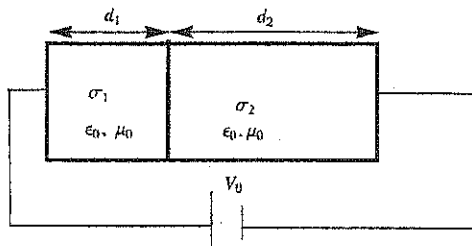
1er. Parcial

Nombre: _____ Grupo: _____

- 1. Se quiere diseñar un condensador plano-paralelo con una capacidad de $C = 1 \text{ nF}$. Para ello se dispone de sendas placas metálicas con superficie $S = 0.25 \text{ m}^2$ y de cuarzo como material dieléctrico de relleno.
 - a) Determinar la distancia de separación entre las placas
 - b) El voltaje máximo al que se puede cargar
 - c) Si el material dieléctrico solo alcanza a cubrir el 80 % de la superficie de la placa, determinar la capacidad resultante con las dimensiones calculadas anteriormente y el voltaje máximo al que se puede cargar.
- 2. Se tiene un transformador con un pequeño entrehierro. Determinar la fuerza electromotriz inducida en el secundario. Los datos son: $l_1 = 15 \text{ cm}$, $l_2 = 0.3 \text{ cm}$, $I_1 = 1 \text{ A}$, $N_1 = 100$ vueltas, $N_2 = 10$ vueltas, $\mu_r = 80$, $f = 50 \text{ Hz}$. La sección del núcleo es de 1 cm^2 .



- 3. Dado el circuito de la figura, determinar el campo eléctrico en el interior de los materiales conductores.



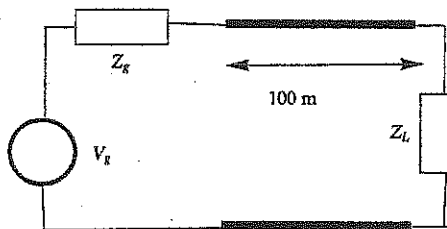
- 4. Dado un solenoide largo con radio $a = 3 \text{ cm}$, con una densidad de espiras $n = 100 \text{ espiras/m}$, por el que circula una intensidad $I = 1 \text{ A}$, se coloca en su interior y perpendicular a su eje una espira cuadrada de lado $b = 1 \text{ cm}$.
 - a) Determinar el coeficiente de inducción mutua entre el solenoide y la espira
 - b) Si la corriente es alterna con $f = 300 \text{ Hz}$, determinar la fuerza electromotriz inducida en la espira.

Campos Electromagnéticos

Examen del 2º Parcial. Curso 2009-10. 18 de Junio de 2010

Nombre: _____ Grupo: _____

- 1. Una emisora de radio de FM emite a una frecuencia de 1 MHz. El ancho de banda es de 5 kHz. La conductividad del aire es de 10^{-2} S/m . A una distancia de 2 km calcular la diferencia de fase y la diferencia de amplitud de las dos frecuencias extremas. (2 puntos)
- 2. Una línea de transmisión sin pérdidas de 100 m de longitud está conectada a un generador cuyo voltaje es 200 V, su frecuencia de trabajo es 300 MHz y su impedancia de 150Ω . La línea tiene una capacitancia por unidad de longitud de $C=100 \text{ pF/m}$, y una inductancia por unidad de longitud de $1 \mu\text{H/m}$. Calcular:
 - a) El voltaje en el centro de la línea
 - b) La impedancia de la línea en su centro
 - c) Características del stub en corto que adapta la línea a la impedancia de carga (punto de conexión y longitud) suponiendo que es del mismo tipo que la línea a adaptar
 - d) Potencia transferida a la carga con y sin stub



$Z_g = 150 \Omega$	$C = 100 \text{ pF/m}$
$V_g = 200 \text{ V}$	$L = 1 \mu\text{H/m}$
$Z_L = 150 \Omega$	$f = 300 \text{ MHz}$

(4 puntos)

- 3. Una onda TE_{10} a 10 GHz se propaga por una guía con dimensiones $a=1.5\text{cm}$ y $b=0.6\text{cm}$. Calcular
 - a) β_g , λ_g , v_g y Z con relleno de aire
 - b) β_g , λ_g , v_g y Z con relleno de polietileno con $\epsilon_r = 2.25$(2 puntos)
- 4. La antena transmisora de un sistema de radionavegación es un mástil metálico vertical de 50 m de altura. Una fuente de 180 kHz envía una corriente de 100 A de amplitud a la antena. Determine:
 - a) La intensidad máxima de campo a una distancia de 160 km de la antena
 - b) la potencia media radiada
 - c) la resistencia de radiación(2 puntos)

Campos Electromagnéticos

Examen Final. Curso 2010-11. 12 de Julio de 2011

Nombre: _____ Grupo: _____

Primer Parcial: 1-3

Segundo Parcial: 4-6

Primer y Segundo Parciales: 1-6

- 1. Se tiene una línea de transmisión de 50Ω de impedancia característica y con una impedancia de carga dada por $25 + j25 (\Omega)$. Se pide:
 - i) Características y posición del stub en corto que adapte la línea a la carga
 - ii) Comprobar que la impedancia de carga corresponde efectivamente al valor anterior a partir de los siguientes datos:
 - La posición de dos mínimos adyacentes es de 17.3 y 26.8 cm de la carga.
 - Los valores de $V_{\max} = 1.31 \text{ V}$ y $V_{\min} = 0.5 \text{ V}$.
 - Con la línea cortocircuitada se determina que la nuevas posiciones de estos mínimos son 9.5 y 19 cm.

(4 Puntos)
 - 2. Una onda plana se propaga a través del aire al mar (incidencia plana) con una amplitud de campo magnético de 1 mA/m. La constante de fase de la onda en el aire es 3 rad / m. Considerando que el agua de mar tiene las siguientes características: $\epsilon = 80 \epsilon_0$, $\mu = \mu_0$, $\sigma = 4 \text{ S/m}$, calcular:
 - a) Frecuencia, longitud de onda, tangente de pérdidas e impedancia intrínseca en ambos medios.
 - b) Los campos (eléctrico y magnético) reflejados y transmitidos (en forma fasorial y real).
 - c) La profundidad a la que hay que situar una pequeña espira de 1 cm^2 para que se induzca una fem de 1 mV.

(3 Puntos)
 - 3. Un guía de ondas cuadrada de lado $l = 2 \text{ cm}$ está rellena de dieléctrico con $\epsilon = 2.2 \epsilon_0$ y trabaja en el modo fundamental. Determinar:
 - a) Longitud de onda en la guía, velocidad de fase y de grupo para la frecuencia intermedia del modo fundamental.
 - b) Valor instantáneo del campo eléctrico en los centros de cada lado y en el centro de la guía (considerar que $E_0 = 1 \text{ V / m}$).

(3 Puntos)
 - 4. Se requiere tener una densidad de potencia mínima de 2 mW / m^2 en un punto situado a una distancia de 1 km y con un ángulo de 45° de elevación y 1 mW / m^2 a 2 km pero en el plano ecuatorial de una antena. Determinar:
 - a) Si es posible con una antena $\lambda/2$ y en su caso determinar la intensidad de alimentación mínima, el valor de los campos en estos puntos y la potencia total radiada.
 - b) Si es posible con una antena 2λ y en su caso determinar la intensidad de alimentación mínima, el valor de los campos en estos puntos y la potencia total radiada.

(4 Puntos)
 - 5. Se necesita diseñar un condensador plano-paralelo de parafina con una capacidad de $1 \mu\text{C}$. La superficie de las placas es de 1 m^2 . Determinar:
 - a) La distancia entre las placas, el voltaje máximo de carga y la resistencia de pérdidas
 - b) Si se produce una pérdida del material dieléctrico y el 5 % de la superficie se queda sin dieléctrico, con el diseño anterior determinar la nueva capacidad del sistema.

(3 Puntos)
 - 6. Un cable coaxial consiste en un conductor interno de radio 1.2 cm y un conductor externo de 1.8 cm. Los dos conductores están separados por un material aislante pero magnético con $\mu = 4 \mu_0$. Si el cable transporta una corriente de 3 mA, calcular a) La energía por unidad de longitud almacenada en el cable. b) Las densidades de corrientes de magnetización y la intensidad de corriente asociada.
- (3 Puntos)