INSTRUCCIONES GENERALES: Deben contestarse de forma razonada las preguntas indicadas más abajo. Se permite el uso de calculadora científica no programable, compás y regla. **Cualquier otro material está prohibido**.

Cuestiones

Q1. (1 punto) Una barra metálica se mueve transversalmente a su eje, con velocidad constante y en el seno de un campo magnético cuya dirección es perpendicular a la trayectoria de la barra. ¿Qué fenómeno ocurre en la barra? ¿Se establece una corriente? ¿Se ejerce algún tipo de fuerza en la barra? Razone la respuesta.

Q2. (1 punto) ¿Qué resultado refleja la siguiente expresión? Identifique cada término y analice razonadamente su significado.

$$-\frac{\partial}{\partial t}\int_V \left(\frac{1}{2}\mathbf{E}\cdot\mathbf{D}+\frac{1}{2}\mathbf{H}\cdot\mathbf{B}\right)\,dv=\int_V \mathbf{E}\cdot\mathbf{J}\,dv+\int_S \mathbf{S}\cdot d\mathbf{s}$$

Q3. (1 punto) Determine el coeficiente de reflexión en la carga y haga un diagrama de onda estacionaria para el voltaje en una línea de transmisión de impedancia característica Z_o que termina en: a) un circuito abierto; b) un cortocircuito; c) una impedancia igual a Z_o.

Q4. (1 punto) Realice el análisis del diagrama de radiación de una agrupación vertical lineal de radiadores cuyo factor de agrupación viene dado por

$$f(\theta)=\frac{\operatorname{sen}(N\Psi/2)}{\operatorname{sen}(\Psi/2)}$$

con $\Psi=\delta+kd\cos\theta$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Ejercicios

E1. (3 puntos) El campo eléctrico de una onda plana electromagnética que se propaga en la direción del eje Z en un medio no magnético y de permitividad $\varepsilon = 4\varepsilon_o$ viene dado por

$$\widehat{\mathbf{E}} = \mathbf{u}_x 20 e^{-j20\pi z} + \mathbf{u}_y 10 e^{-j(20\pi z - 0{,}25\pi)}$$

Determinar:

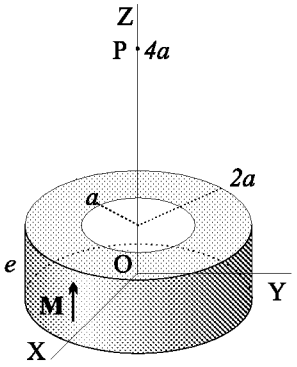
(a) El tipo de polarización de la onda.

(b) La frecuencia y la longitud de onda de la señal.

(c) Los valores máximos de la amplitud del campo eléctrico y magnético

(d) El vector de Poynting complejo y el promedio del vector de Poynting.

E2. (3 puntos) Disponemos una arandela imanada como muestra la figura adjunta. La imanación no es homogénea y viene dada por $\mathbf{M}(\rho, z, \varphi) = \mathbf{u}_z M_o(1 - \rho/2a)$.



(a) Calcular las densidades de corriente de imanación (superficiales y de volumen).

(b) Calcular el momento dipolar magnético de la arandela.

(c) Utilizando el momento magnético de la arandela, calcular el campo magnético en el punto P $(0, 0, 4a)$ suponiendo que $4a \gg e$.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

FORMULARIO

$$\varepsilon_o = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F/m} \quad ; \quad \mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{H/m}$$

CÁLCULO VECTORIAL

Rotacional

$$\nabla \times \mathbf{A} = \frac{1}{\rho}\begin{vmatrix} \mathbf{u}_\rho & \rho\mathbf{u}_\varphi & \mathbf{u}_z \\ \partial/\partial\rho & \partial/\partial\varphi & \partial/\partial z \\ A_\rho & \rho A_\varphi & A_z \end{vmatrix}, \qquad \nabla \times \mathbf{A} = \frac{1}{r^2 \operatorname{sen}\theta}\begin{vmatrix} \mathbf{u}_r & r\mathbf{u}_\theta & (r\operatorname{sen}\theta)\mathbf{u}_\varphi \\ \partial/\partial r & \partial/\partial\theta & \partial/\partial\varphi \\ A_r & rA_\theta & (r\operatorname{sen}\theta)A_\varphi \end{vmatrix}$$

CAMPO MAGNÉTICO EN MATERIALES

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_o}{4\pi r^5}\left(3\mathbf{r}\,(\mathbf{m}\cdot\mathbf{r}) - \mathbf{m}\,r^2\right), \quad \mathbf{K}_m = \mathbf{M}\times\mathbf{n}, \quad \mathbf{J}_m = \nabla\times\mathbf{M}$$

PROPAGACION LIBRE

$$\widehat{\mathbf{H}} = \frac{1}{Z}\hat{k}\times\widehat{\mathbf{E}} \quad ; \quad Z = \sqrt{\mu/\varepsilon} \quad ; \quad \varepsilon_c = \varepsilon' - j\frac{\sigma}{\omega} \quad ; \quad k = \omega\sqrt{\mu\varepsilon}$$

$$\alpha = \omega\left[\frac{\mu\varepsilon'}{2}\sqrt{1+\left(\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}\right)^2} - 1\right]^{1/2} \quad ; \quad \beta = \omega\left[\frac{\mu\varepsilon'}{2}\sqrt{1+\left(\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}\right)^2} + 1\right]^{1/2}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon'}}\left(1 - j\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}\right)^{-1/2} \quad ; \quad v_{ph} = \omega/\beta \quad ; \quad \lambda = 2\pi/\beta \quad ; \quad \langle S\rangle = \frac{1}{2}\Re\left[\widehat{\mathbf{E}}\times\widehat{\mathbf{H}}^*\right]$$

Si $\varepsilon''/\varepsilon' \gg 1 \Rightarrow \delta = 1/\alpha \quad ; \quad Z_c = (1+j)\frac{\alpha}{\sigma}$

$$\Gamma = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \quad ; \quad \tau = 1 + \Gamma$$

PROPAGACIÓN GUIADA

$$\beta^2 = k^2 - k_c^2$$

$$\widehat{E}_x = \frac{-j}{k_c^2}\left[\beta\frac{\partial\widehat{E}_z}{\partial x} + \omega\mu\frac{\partial\widehat{H}_z}{\partial y}\right] \quad ; \quad \widehat{E}_y = \frac{j}{k_c^2}\left[-\beta\frac{\partial\widehat{E}_z}{\partial y} + \omega\mu\frac{\partial\widehat{H}_z}{\partial x}\right]$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

$$Z(z) = \frac{\widehat{V}(z)}{\widehat{I}(z)}$$

$$\widehat{I}(z) = \frac{\widehat{V}^+}{Z_c}e^{-jkz} - \frac{\widehat{V}^-}{Z_c}e^{jkz}$$

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Guías de ondas

$$\beta^2 = \omega^2\mu\varepsilon - \left[\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2\right]$$

Modos TE	Modos TM
$\widehat{H}_z = H_o \cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right)e^{-j\beta z}$	$\widehat{E}_z = E_o \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right)e^{-j\beta z}$
$\widehat{E}_x = \frac{j\omega\mu}{k_c^2}\frac{n\pi}{b}H_o \cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right)e^{-j\beta z}$	$\widehat{E}_x = \frac{-j\beta}{k_c^2}\frac{m\pi}{a}E_o \cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right)e^{-j\beta z}$
$\widehat{E}_y = \frac{-j\omega\mu}{k_c^2}\frac{m\pi}{a}H_o \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right)e^{-j\beta z}$	$\widehat{E}_y = \frac{-j\beta}{k_c^2}\frac{n\pi}{b}E_o \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right)e^{-j\beta z}$
$\widehat{H}_x = -\widehat{E}_y/Z_{TE} \quad ; \quad \widehat{H}_y = \widehat{E}_x/Z_{TE}$	$\widehat{H}_x = -\widehat{E}_y/Z_{TM} \quad ; \quad \widehat{H}_y = \widehat{E}_x/Z_{TM}$
$Z_{TE} = Z\left[1-(f_c/f)^2\right]^{-1/2}$	$Z_{TM} = Z\left[1-(f_c/f)^2\right]^{1/2}$

$$\langle P\rangle_{TE} = \frac{1}{2}Z_{TE}\frac{\beta^2}{k_c^2}\int H_z H_z^* ds \quad ; \quad \langle P\rangle_{TM} = \frac{1}{2Z_{TM}}\frac{\beta^2}{k_c^2}\int E_z E_z^* ds$$

RADIACIÓN

$$D = 4\pi/\Omega_p \qquad ; \qquad A_e = P_{int}/S_i$$

Dipolo corto

$$\widehat{\mathbf{A}} = \frac{\mu_o}{4\pi}I_o l\frac{e^{-jkr}}{r}\mathbf{u}_z \quad ; \quad \widehat{E}_\theta = j\frac{Z_o}{4\pi}I_o lk\frac{e^{-jkr}}{r}\sin\theta \quad ; \quad \widehat{H}_\phi = \widehat{E}_\theta/Z_o$$

$$D = 1,5 \quad ; \quad A_e = 3\lambda^2/8\pi$$

Antena lineal

$$\widehat{E}_\theta = \frac{jZ_oI_o}{2\pi r}e^{-jkr}\left[\frac{\cos(kh\cos\theta)-\cos kh}{\operatorname{sen}\theta}\right] \quad ; \quad \widehat{H}_\varphi = \frac{\widehat{E}_\theta}{Z_o}$$

Factor de agrupación de radiadores verticales

$$f(\theta) = \frac{\operatorname{sen}(N\psi/2)}{\operatorname{sen}(\psi/2)} \quad ; \quad \psi = \delta + kd\cos\theta$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.