



Interrogación 02

04 de junio de 2024

Instrucciones

- Tiempo Límite de la Evaluación: **2 horas**.
- Puntaje Máximo: 18 puntos.
- Se permite el uso de calculadora. Se prohíbe el uso de otros dispositivos electrónicos, tales como celulares, tablets, computadores, etc.
- Responda cada pregunta en una hoja separada. **No combine respuestas de distintas preguntas en una misma hoja.**
- Para cada pregunta escriba su nombre y el número de pregunta en la hoja correspondiente. **Aquellas hojas que carezcan de esta información no serán corregidas.**
- Responda con **letra legible**. Desarrollos tachados o garabateados no serán considerados en la corrección. En caso de que se solicite una expresión o respuesta numérica, déjela claramente señalada, encerrándola en un recuadro.
- Solo habrán 3 instancias de dudas: al inicio de la evaluación, a los 45 minutos y a los 90 minutos. Las dudas a tratar serán exclusivamente de enunciado.
- Este curso se adscribe y compromete al Código de Honor UC:

Como miembro de la comunidad de la Pontificia Universidad Católica de Chile, me comprometo a respetar los principios y normativas que la rigen. Asimismo, me comprometo a actuar con rectitud y honestidad en las relaciones con los demás integrantes de la comunidad y en la realización de todo trabajo, particularmente en aquellas actividades vinculadas a la docencia, al aprendizaje y la creación, difusión y transferencia del conocimiento. Además, me comprometo a velar por la dignidad e integridad de las personas, evitando incurrir en y rechazando, toda conducta abusiva de carácter físico, verbal, psicológico y de violencia sexual. Del mismo modo, asumo el compromiso de cuidar los bienes de la Universidad

- En caso de detectar copia u otro tipo de acto deshonesto en esta evaluación, se le solicitará firmar esta hoja a modo de respaldo. La falta implicará la reprobación inmediata del curso con nota 1.1 y el caso será notificado a la Dirección de Pregrado.

Pregunta 1 [6 puntos]

Responda cada uno de los siguientes items:

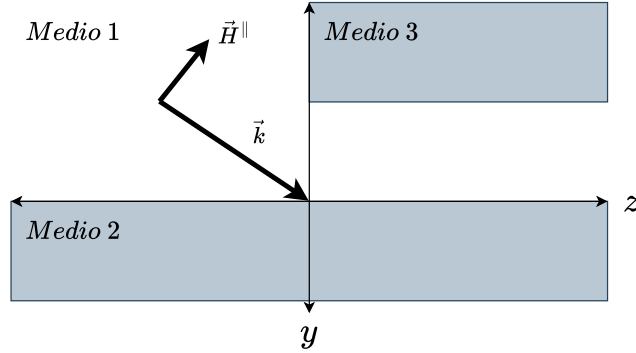
- a) [1 punto] Explique cómo funciona la fibra óptica. Para ello emplee al menos 3 de los conceptos vistos en clase.
- b) [1 punto] Considere un circuito AC compuesto de una batería, un cable y una ampolleta. Dibuje el campo eléctrico, el campo magnético y el vector de Poynting para los 3 elementos que componen el circuito. Su dibujo debe considerar tanto el semiciclo positivo como el semiciclo negativo de la señal AC.
- c) [1 punto] Se desea estimar el largo de una línea de transmisión para que una carga Z_L tenga cierta impedancia de entrada Z_{in} . Al obtener el valor de la distancia, se percata de que esta tiene un valor negativo de -2 metros. ¿Qué solución propone?
- d) [1 punto] ¿Por qué la relación entre el coeficiente de reflexión y de transmisión en incidencia normal está dado por $1 + \Gamma = T$ en lugar de $\Gamma + T = 1$?
- e) [1 punto] Suponga que desea simular una onda en dos medios distintos mediante el método de las diferencias finitas. ¿A qué problema podría verse enfrentado en términos del número de Courant-Friedrichs-Lewy?
- f) [1 punto] Explique qué son las pérdidas por inserción y las pérdidas por retorno. Señale qué características debe satisfacer una buena línea de transmisión.

Pregunta 2 [6 puntos]

Una onda magnética descrita por:

$$\vec{H} = (-j5\vec{a}_x - 3\vec{a}_y + 4\vec{a}_z) \cos(\omega t - 2.7x - \sqrt{\pi}y - 3.8z)$$

se propaga libremente por un medio dieléctrico ideal. La onda ingresa a un sistema compuesto por varios medios, de manera tal que la componente paralela puede verse representada por el esquema de la Figura.

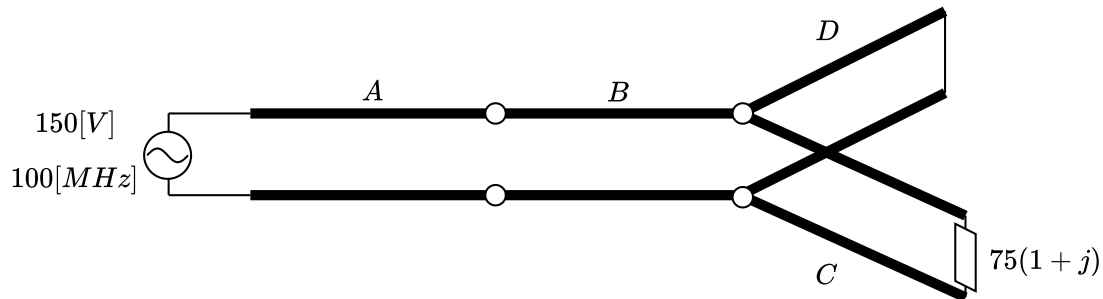


Sean los medios en cuestión:

- Medio 1: dieléctrico ideal ($\varepsilon_1 = 4\varepsilon_0$, $\mu_1 = \mu_0$, $\sigma_1 = 0$)
 - Medio 2: dieléctrico ideal ($\varepsilon_2 = 3\varepsilon_0$, $\mu_2 = \mu_0$, $\sigma_2 = 0$)
 - Medio 3: dieléctrico con pérdidas ($\varepsilon_3 = 18.4\varepsilon_0$, $\mu_3 = \mu_0$, $\sigma_3 = 3 [S/m]$)
- (a) [1 punto] Determine θ_i , θ_r y θ_t para la transición entre el Medio 1 y el Medio 2. Sea cuidadoso con sus resultados y estudie bien la situación. Expresé en grados.
- (b) [0.5 puntos] Determine los coeficientes Γ^{\parallel} , T^{\parallel} , Γ^{\perp} y T^{\perp} para la transición entre el Medio 1 y el Medio 2.
- (c) [1 punto] Determine θ_i , θ_r y θ_t para la transición entre el Medio 1 y el Medio 3.
- (d) [0.5 puntos] Determine los coeficientes Γ^{\parallel} , T^{\parallel} , Γ^{\perp} y T^{\perp} para la transición entre el Medio 1 y el Medio 3.
- (e) [1 punto] Determine los valores de u , ω , β , α , $|\eta|$ y $\angle\eta$ para cada uno de los 3 medios.
- (f) [1 punto] Explique el comportamiento de las ondas incidentes, reflejadas y transmitidas en cada uno de los casos. Señale en particular aspectos como: tipo de polarización, cambios de magnitud, desfases, ángulos notables, entre otros. Puede apoyarse en dibujos.
- (g) [1 punto] Determine la potencia promedio transmitida al Medio 3.

Pregunta 3 [6 puntos]

Considere el sistema de 4 líneas de transmisión presentado en la figura, el cual opera a una frecuencia de 100 [MHz] y con un voltaje de alimentación de 150 [V]. La línea C tiene un largo de 7.25[m], y la línea B un largo de 9[m].



Las especificaciones técnicas de cada línea se detallan en la siguiente tabla.

Línea	Largo Eléctrico (l_e)	ϵ_r	$Z_0[\Omega]$	$Z_{ca}[\Omega]$	$Z_{cc}[\Omega]$
A	?	16	50	$j50$?
B	?	4	$\frac{\sqrt{\pi}}{29}$?	$-j69$
C	?	9	130	$j260$	$-j65$
D	0.14	?	50	?	?

Por error de enunciado, se entregó el valor de impedancia de la línea C, el cual debía ser calculado en el inciso (b). De esta manera, se traspasará el puntaje de este cálculo al inciso (a).

- [2 puntos] Determine la impedancia de entrada de la línea D, vista desde el extremo terminal de la línea B (Z_{in}^{BD}).
- [1 punto] Determine la impedancia de entrada de la línea C, vista desde el extremo terminal de la línea B (Z_{in}^{BC}).
- [1 punto] Determine la impedancia equivalente vista en el extremo terminal de la línea B (Z_L^B).
- [1 punto] Determine la impedancia equivalente vista en el extremo terminal de la línea A (Z_L^A). En caso de no haber podido calcular alguno de los valores anteriores, déjelo expresado en términos de Z_{in}^{BD} y Z_{in}^{CD} para obtener puntaje parcial.
- [1 punto] Determine la potencia promedio entregada a la carga total. En caso de no haber podido determinar los valores anteriores, exprese su resultado en términos de Z_L^A para obtener puntaje parcial.

Ondas

$\nabla^2 \vec{\mathbf{E}} - \mu\varepsilon \frac{\partial^2 \vec{\mathbf{E}}}{\partial t^2} = 0$	$\nabla^2 \vec{\mathbf{B}} - \mu\varepsilon \frac{\partial^2 \vec{\mathbf{B}}}{\partial t^2} = 0$	$u = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$	$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$	$\frac{\omega^2}{ \vec{\mathbf{k}} ^2} = u^2$
$\beta = \frac{\omega}{u} = \omega\sqrt{\mu\varepsilon} = \frac{2\pi f}{u} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi\sqrt{\varepsilon_r}}{\lambda_0}$	$u = \frac{E_0}{B_0}$	$\vec{\gamma} = \vec{\kappa} + j\vec{\mathbf{k}}$	$\gamma = \sqrt{j\omega\mu\varepsilon'} = \alpha + j\beta$	
$\varepsilon' = j\omega\varepsilon + \sigma$	$\alpha = \omega\sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{2}} \left[\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2\varepsilon^2}} - 1 \right]^{1/2}$		$\beta = \omega\sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{2}} \left[\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2\varepsilon^2}} + 1 \right]^{1/2}$	
$\eta = \frac{\mu E_0}{B_0} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon'}} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon - j\frac{\sigma}{\omega}}}$	$ \eta = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \left[1 + \left(\frac{\sigma}{\omega\varepsilon} \right)^2 \right]^{-1/4}$		$\theta_\eta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{\sigma}{\omega\varepsilon} \right)$	

Ondas en medios (0 = vacío, d = dieléctrico, c = conductor ideal)

$\alpha_0 = 0 \quad \beta_0 = \omega\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$ $ \eta_0 = 377\Omega \quad \theta_{\eta_0} = 0$	$\alpha_d = 0 \quad \beta_d = \omega\sqrt{\mu\varepsilon}$ $ \eta_d = \sqrt{\mu/\varepsilon} \quad \theta_{\eta_d} = 0$	$\mu_{r,d} \approx 1 \quad n_d = \sqrt{\varepsilon_r}$		
$\alpha_c \approx \sqrt{\omega\mu\sigma/2} \quad \beta_c \approx \sqrt{\omega\mu\sigma/2}$ $ \eta_c \approx \sqrt{\omega\mu/\sigma} \quad \theta_{\eta_c} \approx \pi/4$	$\delta = \frac{1}{\alpha}$	$R_\square = \frac{1}{\sigma\delta} = \sqrt{\frac{\pi\mu f}{\sigma}}$	$u_g = \frac{u}{1 - \beta \frac{du}{d\omega}}$	

Energía y Potencia (c = en conductores)

$\vec{\mathcal{P}} = \vec{\mathbf{E}} \times \vec{\mathbf{H}} = \frac{E^2}{\eta} \vec{\mathbf{a}}_k = \eta H^2 \vec{\mathbf{a}}_k$	$\langle E \rangle = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \quad \langle H \rangle = \frac{H_0}{\sqrt{2}}$	$\langle w_E \rangle = \frac{\varepsilon E_0^2}{4} \quad \langle w_H \rangle = \frac{\mu H_0^2}{4}$
$\langle \vec{\mathcal{P}} \rangle = \frac{E_0^2}{2\eta} \vec{\mathbf{a}}_k = \frac{\eta H_0^2}{2} \vec{\mathbf{a}}_k = \langle w_E + w_H \rangle u \vec{\mathbf{a}}_k$		$\vec{\mathcal{P}}' = \vec{\mathbf{E}} \times \vec{\mathbf{H}}^* = \frac{E_0^2}{ \eta } e^{-2\kappa \cdot r} e^{j\theta_\eta} \vec{\mathbf{a}}_k$
$\bar{P} = \frac{E_0^2}{2 \eta } e^{-2\kappa \cdot r} \cos(\theta_\eta)$	$\bar{Q} = \frac{E_0^2}{2 \eta } e^{-2\kappa \cdot r} \sin(\theta_\eta)$	$\langle w_E \rangle_c = \langle w_E \rangle e^{-2\kappa r}$ $\langle w_H \rangle_c = \langle w_H \rangle e^{-2\kappa r}$

Ondas en Interfases

$\theta_i = \theta_r$	$\beta_1 \sin \theta_i = \beta_2 \sin \theta_t$ $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$	$n = \frac{\eta_0}{\eta}$	$\sin \theta_b = \sqrt{\frac{1}{1+\varepsilon_1/\varepsilon_2}}$ $\tan \theta_b = \sqrt{\varepsilon_2/\varepsilon_1}$
$\Gamma^{\parallel} = \frac{\eta_2 \cos \theta_t - \eta_1 \cos \theta_i}{\eta_2 \cos \theta_t + \eta_1 \cos \theta_i} = \frac{n_1 \cos \theta_t - n_2 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_t + n_2 \cos \theta_i}$		$T^{\parallel} = \frac{2\eta_2 \cos \theta_i}{\eta_2 \cos \theta_t + \eta_1 \cos \theta_i} = \frac{2n_1 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_t + n_2 \cos \theta_i}$	
$\Gamma^{\perp} = \frac{\eta_2 \cos \theta_i - \eta_1 \cos \theta_t}{\eta_2 \cos \theta_i + \eta_1 \cos \theta_t} = \frac{n_1 \cos \theta_i - n_2 \cos \theta_t}{n_1 \cos \theta_i + n_2 \cos \theta_t}$		$T^{\perp} = \frac{2\eta_2 \cos \theta_i}{\eta_2 \cos \theta_i + \eta_1 \cos \theta_t} = \frac{2n_1 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_i + n_2 \cos \theta_t}$	

Líneas de Transmisión

$V(z) = V_0^+ e^{-\gamma z} + V_0^- e^{\gamma z}$ $I(z) = I_0^+ e^{-\gamma z} + I_0^- e^{\gamma z}$	$Z_0 = \frac{(R+j\omega L)}{\gamma} = \frac{\gamma}{G+j\omega C}$ $Z_0 = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}$	$I(z) = \frac{V_0^+}{Z_0} e^{-\gamma z} - \frac{V_0^-}{Z_0} e^{\gamma z}$
$\gamma = \alpha + j\beta = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$	$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$	$V(z) = V_0^+ \left(e^{-j\beta z} + \Gamma e^{j\beta z} \right)$ $I(z) = \frac{V_0^+}{Z_0} \left(e^{-j\beta z} - \Gamma e^{j\beta z} \right)$
$RL = -20 \log_{10} \Gamma [dB]$ $IL = -20 \log_{10} T [dB]$	$Z_{in} = \frac{Z_L + jZ_0 \tan(\beta l)}{Z_0 + jZ_L \tan(\beta l)} Z_0$	$ROE = SWR = \frac{ V _{max}}{ V _{min}} = \frac{1+ \Gamma }{1- \Gamma }$
$ \Gamma = \frac{ROE-1}{ROE+1}$	$\bar{P} = \frac{1}{2} \frac{ V_0^+ ^2}{Z_0} (1 - \Gamma ^2)$	$\Gamma(l) = \frac{V_0^- e^{-j\beta l}}{V_0^+ e^{j\beta l}} = \Gamma(0) e^{-j2\beta l}$
		$Z_{in} \left(\frac{\lambda}{4} \right) = \frac{Z_0^2}{Z_L}$ $Z_{in} \left(\frac{\lambda}{2} \right) = Z_L$

Constantes útiles

$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} [\text{C}^2/\text{Nm}^2]$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} [\text{N/A}^2]$ $c = 3 \cdot 10^8 [\text{m/s}]$
--