



Interrogación 03

06 de julio de 2024

Instrucciones

- Tiempo Límite de la Evaluación: **2 horas**.
- Puntaje Máximo: 24 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]

Escoja y responda brevemente 4 de los siguientes 6 ítems. Si lo considera necesario, puede apoyarse en el uso de fórmulas, elementos gráficos o expresiones matemáticas. **Sea claro en señalar los ítems escogidos. Solo se corregirán los 4 primeros en ser respondidos.**

- (a) **[1.5 puntos]** Considere el ejemplo de televisión satelital visto en clases. Explique el trayecto desde que la onda electromagnética es enviada hasta que llega al televisor. Emplee al menos 3 de las temáticas generales vistas en el curso.
- (b) **[1.5 puntos]** Nombre y explique brevemente las 4 etapas del proceso de generación de imágenes por resonancia magnética.
- (c) **[1.5 puntos]** Nombre y describa los distintos pasos necesarios para generar un mapa de QSM. Considere como punto de inicio una imagen MRI compleja (magnitud y fase).
- (d) **[1.5 puntos]** Nombre y describa al menos 2 elementos o consideraciones empleadas en el diseño de circuitos de radiofrecuencia.
- (e) **[1.5 puntos]** Describa el proceso para diseñar una red tipo L usando la Carta de Smith. Considere $R_L < Z_0$ y sea claro en los pasos a ejecutar.
- (f) **[1.5 puntos]** Dibuje los patrones de campo de un modo TE_{03} , TE_{12} y TM_{01} para el corte transversal de una línea de transmisión rectangular.

Pregunta 2 [6 puntos]

Empleando la Carta de Smith, diseñe un stub paralelo en circuito abierto, con el fin de adaptar una carga $Z_L = 80 + j50 \, \Omega$ a una línea de transmisión de $100 \, \Omega$. Considere que la línea tiene una permitividad relativa $\epsilon_r = 4$ y que la frecuencia de operación es de 100 MHz. Sea claro al señalar cada combinación de soluciones.

Pregunta 3 [6 puntos]

Una guía de ondas rectangular, rellena con aire, tiene frecuencia de corte del modo TE_{10} a 10 GHz, mientras que para el modo TE_{23} la frecuencia de corte es de 30 GHz. Determine:

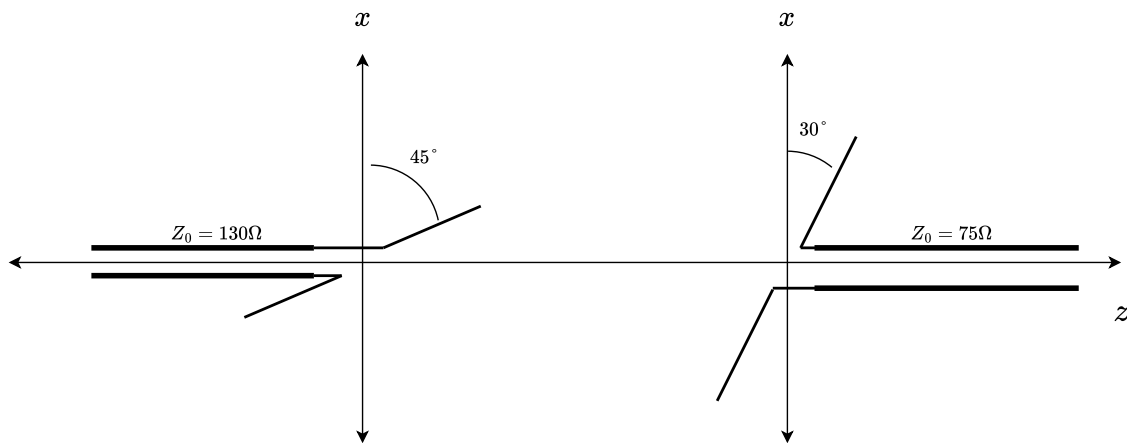
- (a) [2 puntos] Las dimensiones de la guía.
- (b) [2 puntos] Las frecuencias de corte de 4 modos intermedios.
- (c) [2 puntos] La frecuencia de corte para el modo TE_{02} si la guía se llena con un material transparente de $\varepsilon = 5.5\varepsilon_0$.

Pregunta 4a [4 puntos]

Considere un arreglo de antenas dipolo $\lambda/2$ de 75Ω de la Figura, las cuales se ubican a una distancia de 500 [m], ambas ubicadas en el mismo plano $x - z$. La antena transmisora es alimentada con un voltaje instantáneo de 200[V] a 1 [MHz], el cual es suministrado desde el extremo izquierdo de una línea de transmisión de $Z_0 = 130 \Omega$.

Determine:

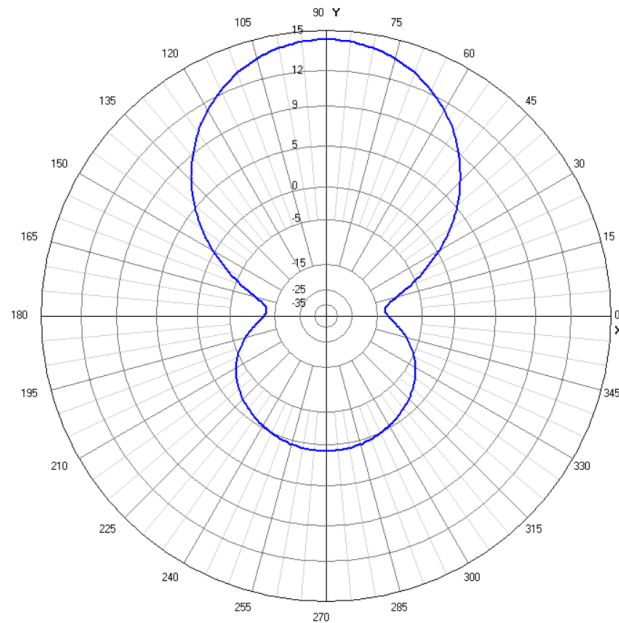
- (a) [1 punto] La potencia promedio real entregada a la antena transmisora.
- (b) [2 puntos] Las ganancias directivas de ambas antenas.
- (c) [1 punto] La potencia promedio real que llega a la antena receptora.



Pregunta 4b [2 puntos]

Se tiene una antena de tipo corno piramidal cuadrado, también conocida como “la antena de nombre chistoso” por los alumnos de TEM, cuyo patrón de radiación se presenta en la figura adjunta. La antena en cuestión se encuentra operando como radar en banda S, emitiendo pulsos de potencia $P_{rad} = 45$ [kW] a una frecuencia de 3 [GHz] y con una potencia mínima de detección de 5×10^{-15} [W]. Considerando un objeto con una sección transversal de 40 [m²], determine:

- (a) [1 punto] La potencia mínima irradiada por el objeto, tal que se garantiza su detección. Asuma que el radar apunta desde su orientación óptima.
- (b) [1 punto] La distancia mínima a la cual debe ubicarse el objeto a modo de no ser detectado.



Ondas

$u = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$	$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$	$\frac{\omega^2}{ \mathbf{k} ^2} = u^2$	$\beta = \frac{\omega}{u} = \omega\sqrt{\mu\varepsilon} = \frac{2\pi f}{u} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi\sqrt{\varepsilon_r}}{\lambda_0}$
$\alpha = \omega\sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{2}} \left[\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2\varepsilon^2}} - 1 \right]^{1/2}$		$\beta = \omega\sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{2}} \left[\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2\varepsilon^2}} + 1 \right]^{1/2}$	
$\eta = \frac{\mu E_0}{B_0} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon'}} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon - j\frac{\sigma}{\omega}}}$	$ \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)

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

Energía y Potencia (c = en conductores)

$\vec{\mathcal{P}} = \vec{\mathbf{E}} \times \vec{\mathbf{H}} = \frac{E^2}{\eta} \vec{\mathbf{a}}_k = \eta H^2 \vec{\mathbf{a}}_k$	$\langle \vec{\mathcal{P}} \rangle = \frac{E_0^2}{2\eta} \vec{\mathbf{a}}_k = \frac{\eta H_0^2}{2} \vec{\mathbf{a}}_k$	$\bar{P} = \frac{E_0^2}{2 \eta } e^{-2\kappa \cdot r} \cos(\theta_\eta)$
--	--	--

Ondas en Interfases

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

Líneas de Transmisión

$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$	$SWR = \frac{ V _{max}}{ V _{min}} = \frac{1+ \Gamma }{1- \Gamma }$	$ \Gamma = \frac{ROE-1}{ROE+1}$	$\bar{P} = \frac{1}{2} \frac{ V_0^+ ^2}{Z_0} (1 - \Gamma ^2)$
--	---	----------------------------------	--

Guías de Ondas y Antenas

$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{\mu\epsilon}} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2}$	$f_{\lambda/2}(\theta) = \frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$	$U(\theta, \phi) = r^2 \bar{P}$	$\bar{U} = \frac{P_{rad}}{4\pi}$
$G_{d\lambda/2}(\theta) = \frac{U(\theta)}{\bar{U}} = \frac{4\pi U(\theta)}{P_{rad}} = (f_{\lambda/2}(\theta))^2$	$D[dB] = 10 \log_{10} D$ $G[dB] = 10 \log_{10} G$	$A_e = \frac{P_r}{\bar{P}} = \frac{\lambda^2 G_d(\theta)}{4\pi}$	
$P_r = G_{dt}(\theta) G_{dr}(\theta) \left[\frac{\lambda}{4\pi r} \right]^2 P_t$		$P_r = \frac{P_{rad} G_{dt}}{4\pi r^2} \sigma \frac{1}{4\pi r^2} A_e = \frac{(\lambda G_{dt})^2 \sigma P_{rad}}{(4\pi^3) r^4}$	

Electromagnetismo

$\vec{H} = \int_{V'} \frac{\vec{J} dV' \times (\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi \vec{r} - \vec{r}' ^3}$	$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = I_{enc}$	$\vec{B} = \mu \vec{H}$	$R = \frac{l}{\sigma S} = \frac{V}{I}$	$V_{fem} = -N \frac{d\psi_M}{dt}$
---	---	-------------------------	--	-----------------------------------

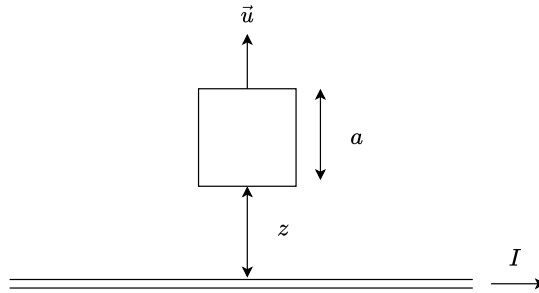
Constantes útiles

$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ [C}^2/\text{Nm}^2]$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ [N/A}^2]$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ [m/s]}$
--

Pregunta I1 [Ref: FIS1533 2024-I][6 puntos]

Un anillo cuadrado de radio a y resistencia R se mueve a una velocidad constante u , alejándose de un alambre infinitamente largo que lleva una corriente I en el plano del anillo, como se muestra en la figura.

- (a) [2 puntos] Encuentre una expresión general para el campo magnético generado por el alambre.
- (b) [2 puntos] Determine una expresión para el flujo que circula por el anillo en función del tiempo.
- (c) [2 puntos] Determine la corriente que circula por el anillo y la potencia disipada por el anillo. En el caso de la corriente, indique el sentido de circulación de esta.



Pregunta I2 [6 puntos]

Un equipo científico se encuentra realizando estudios de cuencas en exoplanetas, con el fin de analizar las propiedades de estos cuerpos líquidos y la factibilidad de vida extraterrestre. Para llevar a cabo este estudio, el equipo dispuso un arreglo de antenas en el fondo de una cuenca, las cuales se comunican con un satélite de acuerdo al siguiente itinerario:

- A las 6 am, el satélite se eleva por el horizonte.
- Al mediodía, el satélite se encuentra justo sobre la cuenca.
- A las 6 pm, el satélite se esconde por el horizonte.

El satélite envía señales correspondientes a ondas electromagnéticas, cuyo campo eléctrico tiene una magnitud instantánea de 150 [V/m] y una frecuencia de 100 [MHz] .

Considere que los estudios de composición han arrojado que la atmósfera de este planeta tiene una permitividad $\varepsilon_{atm} = 4\varepsilon_0$ y una permeabilidad $\mu_{atm} = \mu_0$, mientras que el líquido de la cuenca tiene $\varepsilon_{liq} = 3.5\varepsilon_0$ y $\mu_{liq} = \mu_0$.

- (a) **[3 puntos]** Determine en qué rango horario las antenas logran recibir señales por parte del satélite.
- (b) **[3 puntos]** Determine la potencia de la señal satelital recibida por el arreglo de antenas a mediodía.

