

ESCOLA TECNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ	
<b>Examen Final de CAMPS ELECTROMAGNÈTICS</b>	
Professors: David Artigas, Ferran Canal, Federico Dios, Jaume Recolons	13.06.2006
Duració: 3h.	Publicació de notes: 26.06.2006

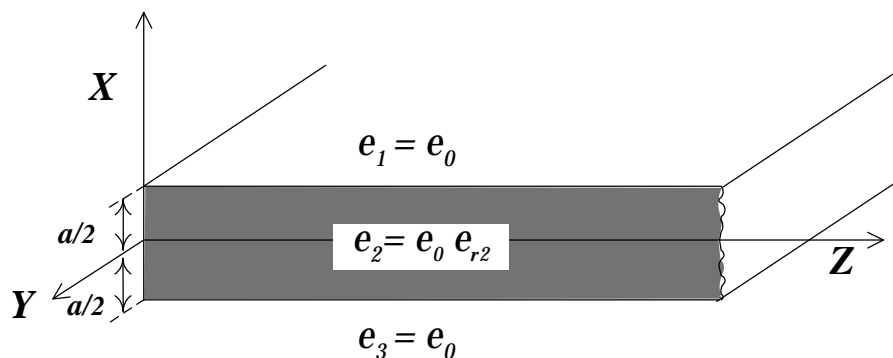
### Problema 1

Una onda plana con polarización lineal incide *normalmente* desde un medio de índice de refracción  $n_1$  sobre la superficie de separación con un medio con pérdidas, no magnético, cuyo índice de refracción puede escribirse como  $\sqrt{\tilde{\epsilon}_r} = n'_2 - j n''_2$ . El número de onda de la onda transmitida resulta ser  $\tilde{k}_2 = 22,40 - j 5,29 \text{ m}^{-1}$ , y su frecuencia es de 300 MHz.

- ¿Cuál es el valor de  $n'_2$  y de  $n''_2$ ?
- Haciendo uso de las expresiones habituales de Fresnel obtenga la amplitud de las ondas transmitidas y reflejadas (Utilice una amplitud genérica para la onda incidente).
- Escriba la expresión del fasor campo eléctrico de la onda transmitida asumiendo que la polarización de la onda va dirigida en la dirección Y y se propaga en la dirección Z positiva
- Las pérdidas del segundo medio se deben a una conductividad efectiva  $\mathbf{s}$ . ¿Cuál es su valor? ¿Cuánto vale la parte real de la permitividad relativa?
- ¿Cuál es la distancia que recorrerá la onda en el segundo medio hasta que su amplitud disminuya en un factor  $e^{-1}$  respecto al valor que tiene en la superficie de separación.
- La densidad de potencia *instantánea* disipada por el medio viene dada por  $\mathcal{P}_v = \vec{J}_v \cdot \vec{E}$ . Encuentre la expresión para la densidad de potencia *media* en función de los fasores de la densidad de corriente y de campo.
- Calcule la potencia media disipada en un volumen de profundidad igual a la distancia encontrada en el apartado e) y  $1 \text{ m}^2$  en la superficie del conductor.

### Problema 2

Sea una guía dieléctrica no magnética de forma laminar, como indica la figura, con grosor  $a$ , y anchura y longitud mucho mayores que  $a$  (pueden aproximarse como infinitas). La guía está situada en el vacío, y su permitividad dieléctrica relativa tiene un valor  $\epsilon_r$ . Dentro de la guía se propaga un modo TM cuyo fasor campo magnético puede expresarse en la forma  $\vec{H}(x, z) = \hat{y} H_{02} \sin(\alpha x) e^{-j b z}$  en el interior del dieléctrico. En las dos zonas donde hay aire toma la forma:  $\vec{H}_1(x, z) = \hat{y} H_1(g x) e^{-j b z}$  y  $\vec{H}_3(x, z) = \hat{y} H_3(g x) e^{-j b z}$ , donde  $\alpha$  y  $\gamma$  son constantes reales.



- Dar las expresiones matemáticas de  $H_1(\gamma x)$  y  $H_3(\gamma x)$  siendo  $\gamma$  un coeficiente de atenuación en el vacío (téngase en cuenta que hay una zona con  $x$  positiva y otra con  $x$  negativa). Justificar esta respuesta.
- Obtener las relaciones que existen entre  $a$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  a partir de las ecuaciones de onda en los dos medios.
- Obtener la expresión del fasor campo eléctrico en las tres regiones de la guía.
- Escribir las condiciones de contorno que se han de cumplir en las dos superficies de separación.
- A partir del apartado anterior, obtener una tercera relación entre  $a$  y  $\gamma$ , independiente de las amplitudes de los campos.
- A partir de las relaciones obtenidas en el apartado b) y para una frecuencia de propagación determinada, ¿cuál sería el valor máximo que puede tomar  $a$ ? ¿Qué interpretación tendría este valor?

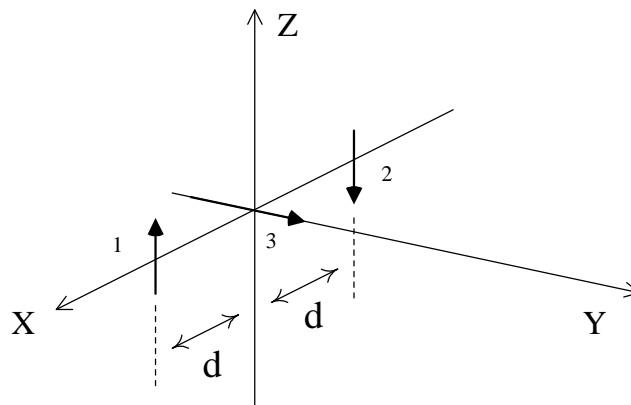
### Problema 3

Considerem un sistema format per dos dipòls elementals idèntics de longitud  $h$ , situats a una mateixa distància  $d$  de l'origen de coordenades i orientats en direccions oposades, tal com indica la figura. Un tercer dipòl es troba situat a l'origen i orientat perpendicularment als altres dos. Pels dos primers dipòls circula un corrent de fasor  $I_A$ , mentre que pel tercer dipòl circula un corrent de fasor  $I_B$ . Determineu

- L'expressió del camp elèctric radiat pels dos primers dipòls al pla  $XY$  d'acord amb l'aproximació:  $\vec{E}(\vec{r}) \cong -j\omega(A_j\hat{j} + A_q\hat{q})$
- El valor mínim de la distància  $d$ , diferent de zero, per al qual no hi ha radiació a l'eix on es troben els dos dipòls.
- El diagrama de radiació del sistema format pels dos primers dipòls al mateix pla  $XY$ , considerant que la distància és la de l'apartat b)

Si considerem ara que el tercer dipòl es troba en fase amb els dos anteriors i que el valor de  $d$  és el trobat anteriorment, determineu

- El camp radiat pel conjunt dels tres dipòls al pla  $XY$
- Les direccions sobre el pla anterior en què el camp radiat tindrà polarització lineal
- La relació que hi ha d'haver entre les intensitats  $I_A$  i  $I_B$  per tal que el camp radiat pel conjunt tingui polarització circular a la bisectriu dels eixos  $X$  i  $Y$ .
- En el cas que es detalla a l'apartat f) determineu el sentit de gir del camp radiat en aquesta mateixa direcció.



$$\vec{A}(\vec{r}) \cong m_0 \frac{I h}{4p} \frac{e^{-jkr}}{r} \exp(jk\hat{r} \cdot \vec{r}_0) \hat{u}$$

$$\hat{x} = \hat{r} \sin q \cos j + \hat{q} \cos q \cos j - \hat{j} \sin j$$

$$\hat{y} = \hat{r} \sin q \sin j + \hat{q} \cos q \sin j + \hat{j} \cos j$$

$$\hat{z} = \hat{r} \cos q - \hat{q} \sin q$$