

ESCOLA TECNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ
Camps Electromagnètics

D. Artigas, F. Canal, S. Carrasco, D. Dios, J. Recolons

Notes provisionals: 03/07/03

Límit d'al·legacions i publicació de notes definitives: 04/07/03

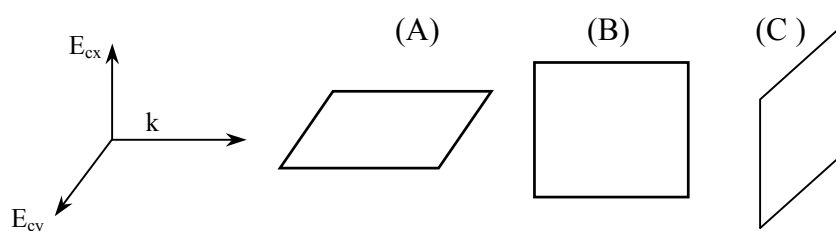
Duració: 3h30

Heu de fer **TRES** dels quatre problemes proposats

PROBLEMA 1

Tenim una ona plana uniforme amb polarització desconeguda i 300 MHz de freqüència que es propaga en la direcció de les z . Per caracteritzar aquesta polarització podem utilitzar una espira conductora quadrada de costat l .

- Calculeu la *f.e.m.* (força electromotriu o circulació del camp elèctric) per cada una de les orientacions que apareix en les figures.
- Dues de les orientacions de l'espira mostrada a la figura donen una *f.e.m.* no nul·la. Anomenarem aquestes orientacions O1 i O2. Quina ha de ser la dimensió l perquè la *f.e.m.* sigui màxima? Justifiqueu la resposta.
- Triant aquest valor de l , fem dues mesures de la *f.e.m.* per la espira orientada segons O1 i O2 obtenint els següents resultats:
 - $t = 0$. orientació O1, *f.e.m.* = 0 V; orientació O2, *f.e.m.* = -3 V
 - $t = 2.5 \cdot 10^{-9}$ s orientació O1, *f.e.m.* = 2 V; orientació O2, *f.e.m.* = 0 V
 Escriure el fasor camp elèctric de l'ona i discuteix el tipus de polarització que s'obté.



PROBLEMA 2

Una onda plana linealment polaritzada viaja per un medio dieléctric con cierto índice de refracción, n_1 . Incide sobre la cara interna de la superficie del medio, con su polarización paralela al plano de incidencia, y emerge una onda transmitida hacia el aire. La dirección de la onda transmitida forma un ángulo de $t = 38^\circ$ respecto a la normal.

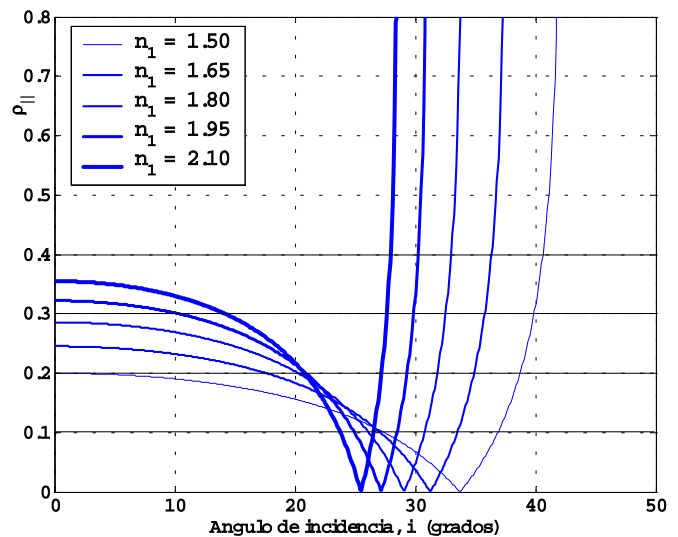
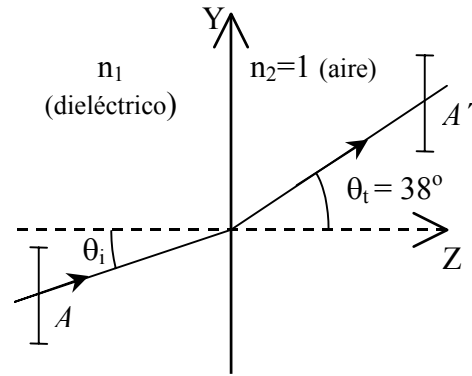
Se ha medido el flujo de potencia que atraviesa una superficie de 1 m^2 situada paralelamente a la superficie de separación, y se observa que la potencia medida para la onda transmitida (en A') es un 96% de la medida para la onda en el medio dieléctrico (en A).

a) A partir de las condiciones de los campos en la superficie de separación, deduzca la relación que existe entre los coeficientes τ_{\parallel} y ρ_{\parallel} para polarización paralela al plano de incidencia. De las dos relaciones que pueden establecerse utilizaremos aquella que no depende del ángulo particular de incidencia θ_i .

b) Obtenga las expresiones de la potencia que atraviesa la superficie especificada de 1 m^2 tanto en el dieléctrico (A) como en el aire (A').

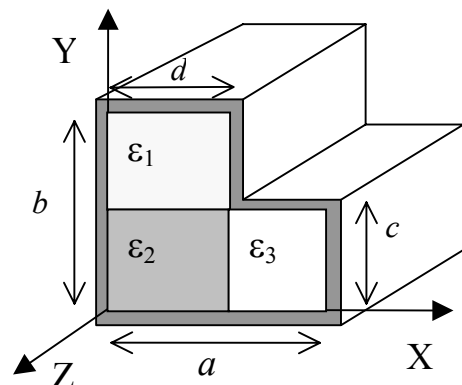
c) Con la relación de potencias dada en el enunciado y las dos expresiones obtenidas en los apartados anteriores, deduzca qué relación particular para este problema puede establecerse entre el ángulo de incidencia θ_i y el coeficiente de reflexión ρ_{\parallel} .

d) En la figura siguiente se muestra la gráfica del coeficiente de reflexión para distintos valores del índice n_1 , con $n_2 = 1$. Trace aproximadamente la función $\rho_{\parallel}(\theta_i)$ obtenida en el apartado c) sobre las curvas dadas para el coeficiente de reflexión. ¿Qué puede deducirse acerca de los valores del ángulo de incidencia y del índice de refracción del dieléctrico en nuestro caso?



PROBLEMA 3

Considerem una guia d'ona de parets conductores perfectes com la mostrada a la figura. L'interior de la guia està ocupat per tres dielèctrics no magnètics, lineals isòtrops i homogenis amb valors de la permitivitat ϵ_1 , ϵ_2 i ϵ_3 respectivament. Inicialment sols considerem aquells modes TE que es propaguen en la guia descrits per les següents expressions a cada un dels dielèctrics :



Dielèctric 1: $\vec{E}_1(\vec{r}) = \hat{y}[A_1 \cos(k_{x1}x) + B_1 \sin(k_{x1}x)]\exp(-j\beta z)$

Dielèctric 2: $\vec{E}_2(\vec{r}) = \hat{y}[A_2 \cos(k_{x2}x) + B_2 \sin(k_{x2}x)]\exp(-j\beta z)$

Dielèctric 3: $\vec{E}_3(\vec{r}) = \hat{y}[A_3 \cos(k_{x3}(x-d)) + B_3 \sin(k_{x3}(x-d))]\exp(-j\beta z)$

Trobeu:

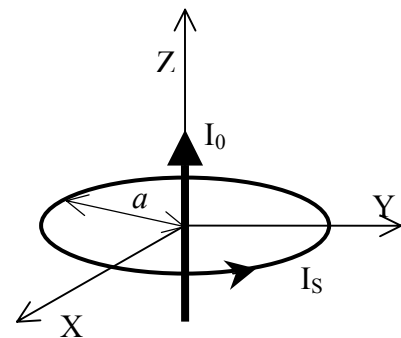
- Els valors de A_1 i de k_{x1} .
- Quines densitats de càrregues superficials existeixen sobre les superfícies: 1) $x=0$, $b \geq y \geq c$. 2) $d \geq x \geq 0$, $y=b$. 3) $x=d$, $b \geq y \geq c$. Quins valors tenen?
- Quines condicions han de complir el vector desplaçament i el camp magnètic a la superfície de separació entre els dielèctrics 1 i 2. Aplicant aquestes condicions, quines conclusions en podeu extreure del valor de ϵ_1 i ϵ_2 i el camp elèctric al medi 2?
- Els valors de A_3 , k_{x3} i la relació entre les amplituds B_2 i B_3 .
- Les equacions de dispersió. Per què la constant de propagació β ha de ser la mateixa en tots els dielèctrics? Quina restricció imposa aquest fet sobre les freqüències a les quals es pot propagar aquest mode?

PROBLEMA 4

Considerem l'antena següent, formada per un dipol elemental de longitud a , centrat a l'origen de coordenades, i orientat segons l'eix Z , i una espira circular de radi a , situada en el pla perpendicular a l'eix Z i centrada a l'origen. Els potencials vectors creats pel dipol i per l'espira a grans distàncies ($r \gg \lambda$) valen, respectivament

$$\vec{A}_{dipol}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} I_0 a \frac{e^{-jkr}}{r} \hat{z}$$

$$\vec{A}_{espira}(\vec{r}) = j \frac{\mu_0}{4\pi} k_0 I_s \pi a^2 \sin \theta \frac{e^{-jkr}}{r} \hat{\phi}$$



on I_0 és el fasor de corrent que alimenta el dipol i I_s és el de l'espira. Considerant que els dos components de l'antena oscil·len a la mateixa freqüència i sabent que el camp radiat val

$$E_{rad}(\vec{r}) = -j\omega(A_\theta \hat{\theta} + A_\phi \hat{\phi})$$

determineu:

- Els camps elèctric i magnètic de radiació totals
- Si $f = 100$ MHz i $a = 3$ cm, la relació que hi ha d'haver entre I_0 i I_s perquè el camp radiat tingui polarització circular a esquerres
- En les condicions de l'apartat b), el valor de I_0 perquè la potència total radiada sigui d'1 W
- El marge de freqüències de funcionament en el qual la relació axial de l'el·lipse de polarització del camp és inferior a 1.12

$$\begin{aligned} \hat{r} &= \sin \theta \cos \varphi \hat{x} + \sin \theta \sin \varphi \hat{y} + \cos \theta \hat{z} \\ \hat{\theta} &= \cos \theta \cos \varphi \hat{x} + \cos \theta \sin \varphi \hat{y} - \sin \theta \hat{z} \\ \hat{\phi} &= -\sin \varphi \hat{x} + \cos \varphi \hat{y} \end{aligned}$$