

ESCOLA TECNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ

Examen final de CAMPS ELECTROMAGNÈTICS  
Professors: D. Artigas, F. Canal, F. Dios, G. Molina, J. Recolons

25/06/2002

Duració: 3h15'

Publicació de notes: 2/07/2002

1. Una ona plana, polaritzada circularment amb sentit a dretes, es propaga en el buit en la direcció positiva de l'eix  $Z$  i transporta una potència de  $30\pi \text{ W/m}^2$ . Una segona ona plana, també polaritzada circularment, es propaga en la direcció contrària i transporta la mateixa potència que la primera. Totes dues ones tenen la mateixa freqüència i en el pla  $Z = 0$  es troba que, tant les components  $x$  com les components  $y$  respectives, estan desfasades  $\pi$  radians. El camp elèctric total que resulta de la superposició de les dues ones s'anul·la en diversos punts (nodes), separats entre ells per una distància  $d = 1/6\text{m}$ . Trobeu:

- L'amplitud de les ones
- L'expressió del fasor  $\vec{E}(\vec{r})$  associat a cada ona
- Les expressions corresponents als camps elèctric i magnètic totals
- El flux de potència per unitat de superfície en el pla  $Z = 2\text{m}$
- La freqüència de les ones

2. Considereu una guia d'ones de parets conductores i secció rectangular, dins la qual hi ha aire. Se sap que les longituds d'ona a la guia dels modes d'ordre 2-0 i 0-1 són  $\lambda_{g20} = 0,366$  i  $\lambda_{g01} = 0,124$ , a una freqüència de 2,6 GHz.

- Trobeu les dimensions  $a$  i  $b$  de la guia.

Els components del mode  $\text{TM}_{11}$  tenen la forma:

$$H_x(x, y, z) = H_{0x} \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{b} e^{-j\beta z}$$

$$H_y(x, y, z) = H_{0y} \cos \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} e^{-j\beta z}$$

$$E_x(x, y, z) = E_{0x} \cos \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} e^{-j\beta z}$$

$$E_y(x, y, z) = E_{0y} \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{b} e^{-j\beta z}$$

$$E_z(x, y, z) = E_{0z} \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} e^{-j\beta z}$$

- b) Expressiu el valor de cadascuna de les amplituds dels components, tant del camp elèctric com del camp magnètic, en funció de  $E_{0z}$ .  
 c) Trobeu el vector de Poynting associat a aquest mode.  
 d) Calculeu el valor de  $E_{0z}$ , sabent que la potència que transporta el mode és 1,6 W.

3. Considerem tres dipols elèctrics elementals d'igual intensitat, dos dels quals es troben situats sobre l'eix de les  $Y$  simètricament i a una distància  $l$  de l'origen de coordenades. El tercer dipol es troba situat sobre l'eix de les  $X$  i separat una distància  $d$  de l'origen, tal com mostra la figura. Tenint en compte que el potencial vector a l'espai lliure produït per un dipol fora de l'origen és de la forma:

$$\vec{A}(\vec{r}) \cong \mu_0 \frac{I_0 h}{4\pi} \frac{e^{-jkr}}{r} \exp(jk\hat{r} \cdot \vec{r}_0) \hat{u}$$

on  $\vec{r}_0$  és el radivector posició del dipol,  $\hat{u}$  és el vector unitari en la direcció dels corrents i  $h$  és la longitud dels dipols.

- a) Trobeu el camp elèctric radiat total. Què entenem per camp radiat? En quines condicions és vàlida l'expressió del potencial vector que és dona a l'enunciat?  
 b) L'expressió matemàtica del diagrama de radiació. Què indica el diagrama de radiació?  
 c) Quins són els valors mínims de  $l$  i  $d$  perquè al pla  $X$ - $Y$  hi hagi simultàniament un nul de radiació en les direccions  $\varphi = \pi/6$  i  $\varphi = \pi/2$ .  
 d) Observeu l'expressió del diagrama de radiació obtinguda a l'apartat b). En què canvia si traslladem el dipol situat sobre l'eix  $X$  a la posició simètrica ( $x = -d$ )? Tenint en compte aquesta observació, dibuixeu el diagrama de radiació en el pla  $X$ - $Y$ .

