

ETSETB  
TELECOMUNICACIÓN  
RADIACIÓN Y ONDAS GUIADAS  
PRIMAVERA 2005

X. Fábregas, A. Heldring, J. Miranda, J. Pérez, F. Torres, M. Vall-llossera  
10 de Junio de 2005. Duración 3 horas

- No se permiten libros ni apuntes. Resuelva cada problema en hoja aparte.
- El nombre del alumno debe constar en todas las hojas del examen que se vayan a utilizar.
- No se permite el intercambio de calculadoras programables.
- Se valorará el orden y la claridad en las respuestas.

**PROBLEMA 1**

El generador del circuito de la figura 1 inyecta en la línea un pulso único de duración 1ns, y de intensidad  $I_1^+ = 1\text{A}$ , en el instante  $t = 0$ . Considerar que las dos líneas de transmisión son ideales y que tienen una impedancia característica  $Z_0 = 50\Omega$ , una velocidad de propagación  $v_p = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  y una longitud  $l$ . La corriente medida en el cortocircuito del extremo final de la línea en función del tiempo se muestra en la figura 2.

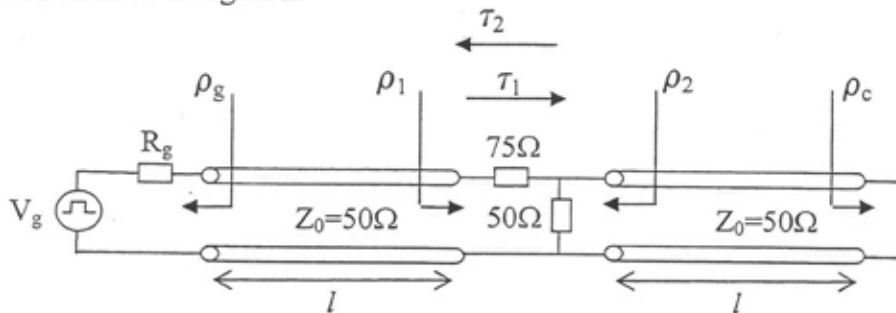


Figura 1

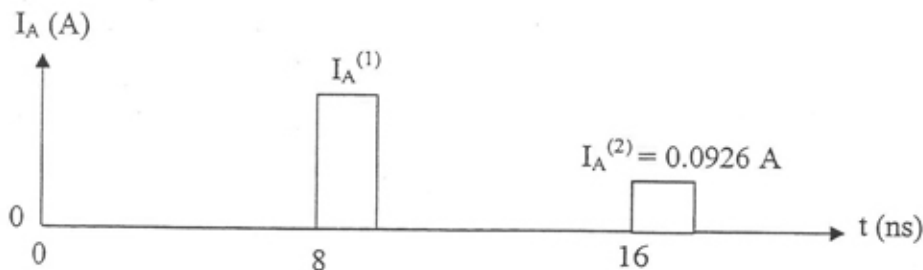


Figura 2

- a) Obtener los valores de los coeficientes de reflexión y transmisión del sistema:  
 $\rho_c, \rho_1, \rho_2, \tau_1, \tau_2$
- b) Dibujar el diagrama espacio-tiempo (tensión o corriente) para  $0 < t < 4T$  con  $T = l/v_p$  y calcular  $I_A^{(1)}$
- c) Calcular  $R_g$  y  $V_g$
- d) Obtener la intensidad que pasa por la carga de  $75\Omega$  en los instantes  $t = 3T$  y  $t = 4T$ .
- e) Si las líneas tuvieran unas pérdidas de  $0.1\text{dB/m}$ , calcular el valor que hubiera tenido  $I_A^{(2)}$

## PROBLEMA 2

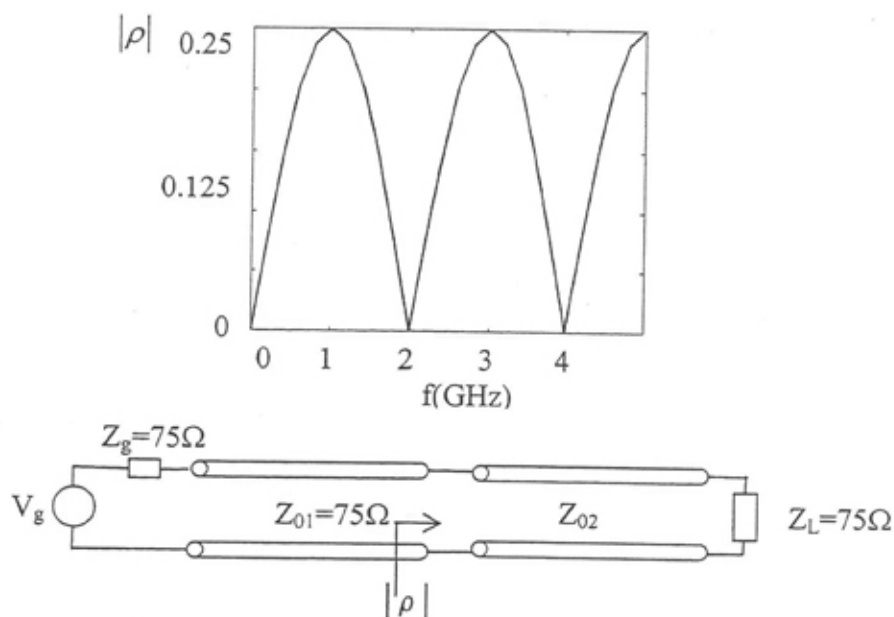
Un cable coaxial de  $75 \Omega$  tiene una longitud de 2m y está terminado con una antena sin pérdidas cuya impedancia es de  $37.5 + j 75\Omega$ . La constante dieléctrica de la línea es 2.56 y la frecuencia de trabajo 3GHz.

- Si la potencia disponible del generador de  $75 \Omega$  es de 30W ¿cuál es potencia entregada a la antena? Considerar que el cable coaxial no tiene pérdidas.
- Si el cable coaxial tuviera una atenuación de 0.5dB/λ. Encontrar la potencia entregada a la carga.
- El campo radiado por la antena es:

$$\vec{E}(\theta, \phi) = j120I_{ent} \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin(\theta)} \cos\left(\frac{\pi}{2} \sin \theta \sin \phi\right) \hat{\theta}$$

$I_{ent}$  es la intensidad a la entrada de la antena

- Obtener las expresiones de los cortes de plano E y de plano H del diagrama de radiación normalizado.
  - Obtener la directividad en la dirección del máximo de radiación, suponiendo que la antena no tiene pérdidas.
- d) El esquema de la figura adjunta muestra la configuración utilizada para caracterizar una línea de transmisión: se sitúa un tramo de 4 cm de la línea incógnita ( $Z_{02}$ ,  $\epsilon_{r2}$ , sin pérdidas) entre el coaxial ( $Z_{01}=75 \Omega$ , sin pérdidas) y una carga de  $75 \Omega$ . Al variar la frecuencia, el módulo del coeficiente de reflexión medido en el punto de unión de las dos líneas en función de la frecuencia es el que se representa en la gráfica adjunta.



- Obtener la constante dieléctrica de la línea ( $\epsilon_{r2}$ )
- Obtener el valor de la impedancia característica de la línea ( $Z_{02}$ ), sabiendo que  $Z_{02} > Z_{01}$

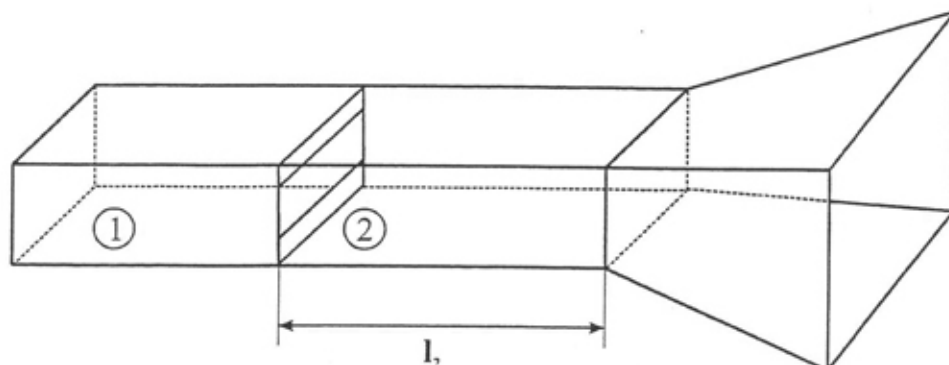
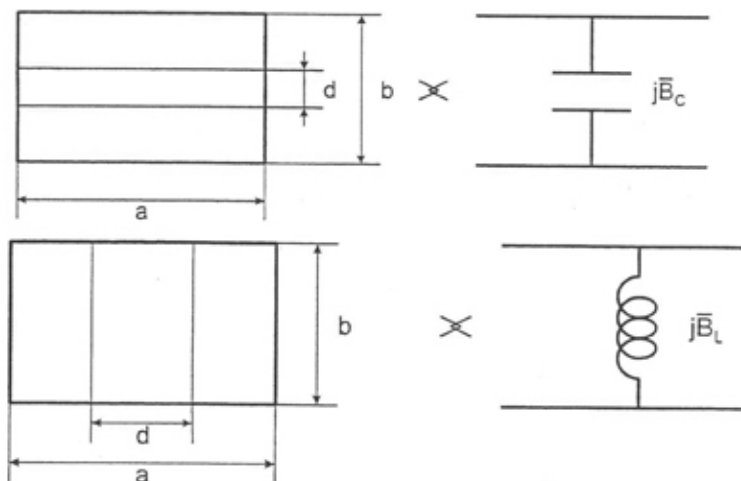
### PROBLEMA 3

Una guía de ondas rectangular de dimensiones  $a$  y  $b$ , tal que  $a/b < 2$ , y rellena de aire ( $\epsilon_r=1$ ) se utiliza en modo fundamental a una frecuencia un 25% superior a la de corte.

- Calcule la frecuencia de trabajo y dimensione la guía para que la distancia entre mínimos consecutivos sea de 4.2 cm y el ancho de banda monomodo 3GHz.
- Un tramo de 20 cm de dicha guía se conecta a un generador adaptado por un extremo y a una bocina de impedancia normalizada  $0.3-j0.8$  en el otro.
  - Obtener las pérdidas de retorno (en dB).
  - Si se sustituye la antena por un cortocircuito ¿qué desplazamiento (en cm) hacia el generador habrán sufrido las posiciones de los mínimos de campo en la guía?
- Si se sitúa un diafragma entre la bocina y la guía para cancelar la parte reactiva de la admitancia. ¿Qué tipo de diafragma utilizaría, inductivo o capacitivo? ¿Cuál sería su valor normalizado? ¿Qué mejora de adaptación (en dB) se conseguiría?
- Para conseguir máxima transferencia de potencia a la bocina se diseña una red de adaptación usando un tramo de guía de longitud  $l_1$  y un diafragma capacitivo de valor  $\bar{B}_c$ . Halle los valores de  $l_1$  y  $\bar{B}_c$ . ¿Cuál es la mejora de adaptación (en dB)?
- Considerando la situación del apartado d), y sabiendo que la potencia disponible del generador es de 1 W, ¿cuál es la potencia entregada a la bocina?. Obtener en los dos tramos de la guía (1 y 2) separados por el diafragma (ver figura adjunta), la relación de onda estacionaria ( $SWR_1$  y  $SWR_2$ ) y la amplitud máxima de campo eléctrico ( $E_{\max,1}$  y  $E_{\max,2}$ ).

$$P^+ = \frac{1}{2} ab \frac{|E_0^+|^2}{Z_{TE_{10}}}$$

$$Z_{TE_{10}} = \frac{\omega\mu}{\beta}$$

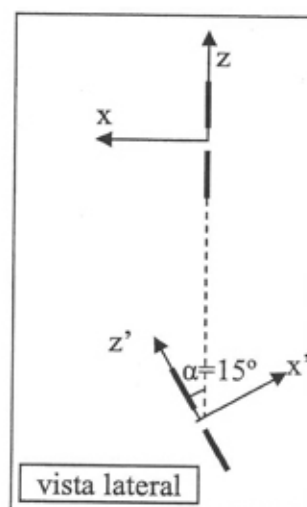
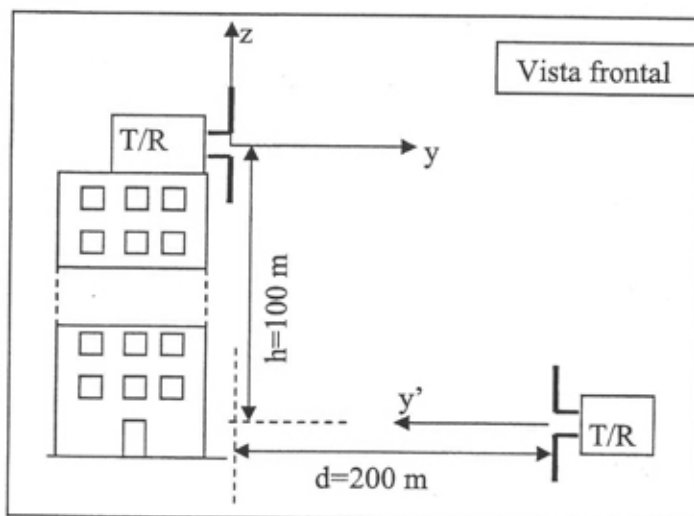


#### Problema 4

Es vol dissenyar un sistema de comunicacions a curta distància utilitzant l'estàndard PMR446 ( $f=446\text{MHz}$ ,  $B=12.5\text{KHz}$ ,  $\text{EIRP}<0.5\text{W}$ ). Com que ha de ser un sistema de baix cost la potència disponible del transmissor és només de 0 dBm i s'utilitzen dues antenes idèntiques de tipus "dipol  $\lambda/2$ " amb una directivitat de 2.15dB i una eficiència del 89%. Aquest sistema es fa servir per establir una comunicació terrestre entre dos punts amb un abast màxim de 2 km. La temperatura d'antena en aquest entorn s'estima en 250K i la temperatura física pot arribar als 40°C.

- Calculeu el factor de soroll del receptor màxim necessari per tal que la relació senyal/soroll sigui sempre superior a 40dB.
- Si el receptor es modela com un amplificador, calculeu el seu guany necessari per tal que la potència que dissipa la seva càrrega sigui com a mínim de 0 dBm.

Considerem ara que el sistema s'utilitza com indica la figura següent, en què el terminal situat al terra és portàtil i les antenes no estan correctament alineades ni orientades.



- Per cada una de les dues antenes, suposada a l'origen local, calculeu les coordenades de l'altra antena i expresseu els resultats en coordenades esfèriques ( $r, \theta, \phi$ ) i ( $r', \theta', \phi'$ ).
- Sabent que el camp radiat per un dipol  $\lambda/2$  orientat segons z ve donat per la fórmula següent, calculeu la directivitat de cada antena en la direcció de l'altra.

$$\vec{E} = j60 \frac{e^{-jkr}}{r} I_e \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} \hat{\theta}$$

- Tenint en compte l'expressió anterior, escriviu el vector unitari de camp elèctric de cada antena. Expressen els dos vectors en el sistema de coordenades de l'antena de l'esquerra ( $x, y, z$ ). Calculeu el coeficient de desacoblament de polarització en dB.
- Quina degradació en la relació S/N produeix la manca d'alineament i orientació de les antenes?

$$\hat{r} = \sin\theta \cos\phi \hat{x} + \sin\theta \sin\phi \hat{y} + \cos\theta \hat{z}$$

$$\hat{\theta} = \cos\theta \cos\phi \hat{x} + \cos\theta \sin\phi \hat{y} - \sin\theta \hat{z}$$

$$\hat{\phi} = \sin\phi \hat{x} + \cos\phi \hat{y}$$

$$k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}; T_0=290 \text{ K}; 0^\circ\text{C}=273.15\text{K}$$

