



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS

## Radiació i Ones Guiades

19 de juny de 2006

Data notes provisionals: 26 de juny de 2006

Període d'al·legacions: 27 de juny de 2006

Data notes revisades: 29 de juny de 2006

Professors: Adriano Camps, Ignasi Corbella, Carlos López, Juan Pérez.

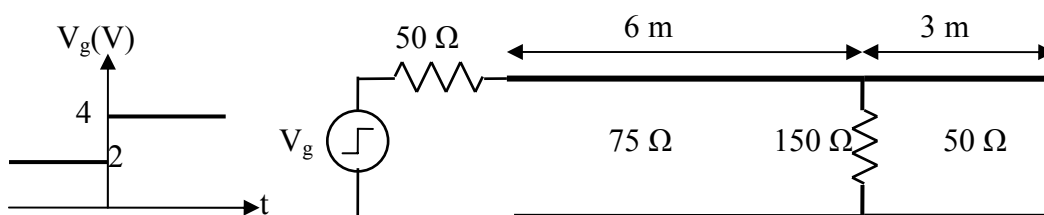
Informacions addicionals:

- Durada de la prova: 3 hores
- **Cal realitzar només TRES dels quatre problemes proposats**
- Comenci cada exercici en un full apart.

### PROBLEMA 1

Per al sistema de línies de transmissió de la figura, considerant  $c=3 \cdot 10^8$  m/s,

- Calculeu els valors de tensió i corrent a les dues línies per  $t < 0$ .
- Calculeu i dibuixeu l'evolució temporal de la tensió en bornes de la resistència de  $150\Omega$  des de  $t=0$  fins a  $t=62$  ns.
- Calculeu els valors de tensió i corrent als quals s'estabilitzaran les dues línies al cap d'un temps suficientment gran ( $t \rightarrow \infty$ ).



### PROBLEMA 2

Se pretende conectar una antena que a la frecuencia de  $f=900$  MHz presenta una impedancia  $Z_{in\ ant}=75+j42\Omega$ , de los cuales  $2\Omega$  corresponden a la resistencia de pérdidas óhmicas, a un amplificador de impedancia de entrada  $Z_{in\ amp}=10-j80\Omega$ . Para ello se utilizará una red formada por un condensador "C" en serie, seguido de una línea de transmisión de longitud  $l_1$  e impedancia característica  $Z'_0$ , con la que se pretende adaptar la impedancia de la antena a una línea bifilar de impedancia característica  $Z_0 = 300\Omega$  ( $Z_1=Z_0$ ). Para adaptar el amplificador a la línea bifilar de impedancia característica  $Z_0 = 300\Omega$  ( $Z_2 = Z_0$ ), se utiliza una red formada por una línea de transmisión de longitud  $l_3$  e impedancia característica  $Z_0$ , seguida por un stub en paralelo de longitud  $l_2$  e impedancia característica  $Z_0$ , acabado en circuito abierto (véase figura). Se pide:

- Calcular el valor del condensador "C", la longitud  $l_1$  y la impedancia característica  $Z'_0$  de la primera red de adaptación. Expresa el resultado en pF, mm y  $\Omega$  respectivamente.
- Calcule los valores de  $l_2$  y  $l_3$  de la segunda red de adaptación tal que  $l_2 + l_3$  sea mínima. Expresa el resultado en mm.

- c) A partir del model circuitual de la antena y del amplificador, calcule las pérdidas totales (óhmicas y por desadaptación) respecto el caso de no utilizarse las anteriores redes de adaptación. Expresé el resultado en dB.

Antena    Red adaptación #1    Red adaptación #2    Amplificador

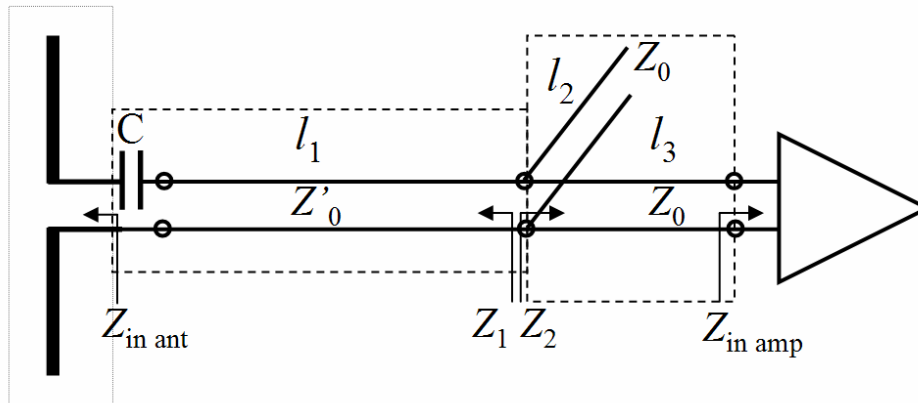


Figura Problema 2

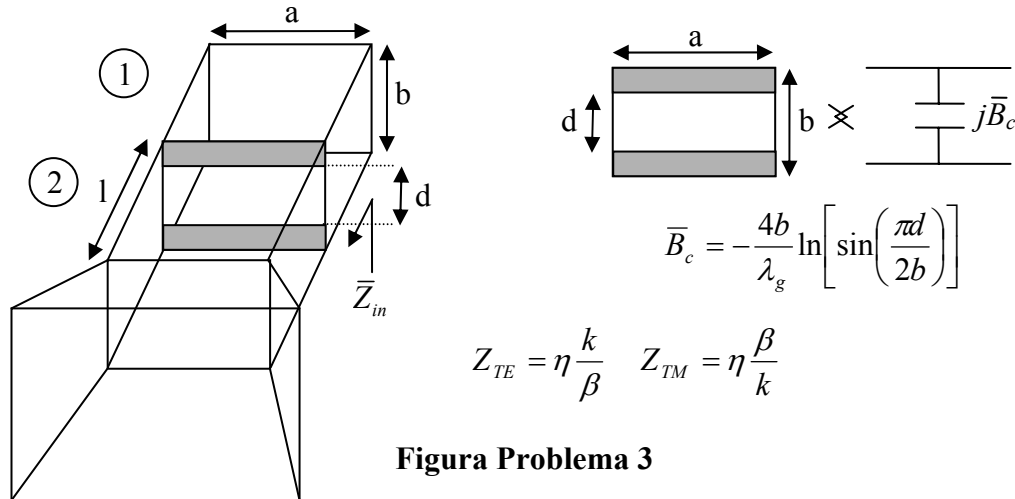
### PROBLEMA 3

Es desitja analitzar la xarxa d'alimentació d'una botzina piramidal mitjançant una guia rectangular WR75 de dimensions  $a=1.905 \text{ cm}$  i  $b=0.952 \text{ cm}$ , considerant com a dielèctric l'aire ( $\epsilon_r=1$ ). Dins la guia es transmet un senyal de portadora  $f_0=13.5 \text{ GHz}$  i ample de banda de senyal de  $100 \text{ MHz}$ :

- Obtenu el marge de freqüències en el qual es propaga el mode dominant de la guia.
- Degut a les característiques de la guia, la constant de propagació  $\beta(\omega) = \sqrt{k^2 - k_c^2}$  no es pot considerar lineal a tot el marge de freqüències obtingut anteriorment, provocant la possible aparició de dispersió monomode. Si considerem una aproximació lineal de primer ordre  $\beta(\omega) \approx \beta(\omega_0) + \beta_1(\omega - \omega_0)$ , obteniu:
- La velocitat de fase  $v_p$  i la constant  $\beta(\omega_0) = \beta_0$
- La velocitat de grup  $v_g = 1/\beta_1$
- Indiqueu l'error que es comet a la constant de propagació  $\beta(\omega)$  als dos extrems de l'ample de banda del senyal si es considera la seva aproximació de primer ordre.

Referent al dibuix de la figura (pàgina següent), la botzina piramidal presenta una impedància normalitzada d'entrada  $\bar{Z}_e = 1 + j0.45$ . Per tal de tenir màxima transferència de potència, la botzina està adaptada mitjançant un diafragma capacitiu d'admitància normalitzada  $j\bar{B}_c$  tal com mostra la figura. En condicions d'adaptació es compleix  $l=0.466\lambda_g$  i  $d=4.9 \text{ mm}$ .

- En aquestes condicions, obteniu la longitud d'ona a la guia  $\lambda_g$  i la potència transmesa, en dBW, a la càrrega tenint en compte que el camp progressiu a la zona 1 de la guia pren un valor de  $|E_0^+|=0.5 \text{ V}_{ef}/\text{m}$ .
- Degut a defectes de construcció, l'adaptació de la botzina es fa mitjançant els següents valors  $l=0.45\lambda_g$  i  $d=4 \text{ mm}$ . Sota aquestes noves condicions, obteniu a l'entrada del diafragma: la impedància  $\bar{Z}_{in}$ , el coeficient de reflexió, la relació d'ona estacionària i la potència que es transmet a la botzina en dBW.



**Figura Problema 3**

#### **PROBLEMA 4**

Se desea instalar la estación base de un sistema de comunicaciones móviles GSM (frecuencia de portadora,  $f_0 = 900$  MHz, y ancho de banda de cada canal,  $B = 200$  KHz). La estación base consiste en una antena de ganancia  $G_t = 10$  dB, eficiencia  $\eta = 1$  y temperatura de antena  $T_a = 300$  K y un equipo de recepción de la señal. La antena está colocada sobre una torre en el tejado de un edificio, y se conecta al equipo de recepción, situado en el suelo del tejado, a través de un cable coaxial de 15 m de longitud, y pérdidas de 0.2 dB/m. El factor de ruido del receptor es 5 dB. La temperatura ambiente es  $T_{amb} = 27$  °C,  $T_0 = 290$  K y la constante de Boltzmann es  $k = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K.

- Un móvil situado a una distancia de 2 km se comunica con la estación base. La potencia del transmisor del móvil es de 0.7 W y la ganancia de su antena es aproximadamente  $G_t = 1$  con una eficiencia  $\eta = 1$ . Además de las pérdidas de propagación del espacio libre se producen también unas pérdidas de transmisión adicionales, debidas a la propagación en un entorno urbano, las cuales se estiman en 35 dB ¿Cuál es la relación señal-ruido  $(S/N)_0$  a la salida de la antena receptora, antes del cable? Expresar el resultado en dB.
- Si comparamos la relación señal-ruido a la salida de la antena  $(S/N)_0$ , con la relación señal-ruido total del receptor,  $(S/N)_1$  ¿Cuál es la degradación de la señal-ruido debida al sistema de recepción? Expresar el resultado en dB.
- Para mejorar la calidad del enlace (mejor señal-ruido en el receptor), se coloca un pre-amplificador de 20 dB de ganancia y factor de ruido 1 dB. Si comparamos la relación señal-ruido en el receptor obtenida en el caso b),  $(S/N)_1$ , con la relación señal-ruido en el receptor que se obtiene al colocar el pre-amplificador,  $(S/N)_2$  ¿Cuál es la mejora de la señal-ruido debida al nuevo sistema de recepción respecto al caso b)? Expresar el resultado en dB.
- En ocasiones, la mejora del margen de señal-ruido que proporciona la pre-amplificación, se utiliza para aumentar el tamaño de las celdas que cubren una determinada zona, manteniendo la señal-ruido anterior. Si la mejora de relación señal-ruido fuera 6 dB, ¿Cuánto puede alejarse un móvil situado inicialmente a una distancia de 2 km?