

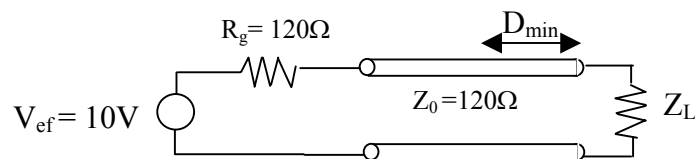
ETSETB  
TELECOMUNICACIÓN  
RADIACIÓN Y ONDAS GUIADAS  
PRIMAVERA 2003

X. Fábregas, J. Miranda, J. Pérez, F. Torres, M. Vall-llossera  
25 de Junio de 2003. Duración 3 horas

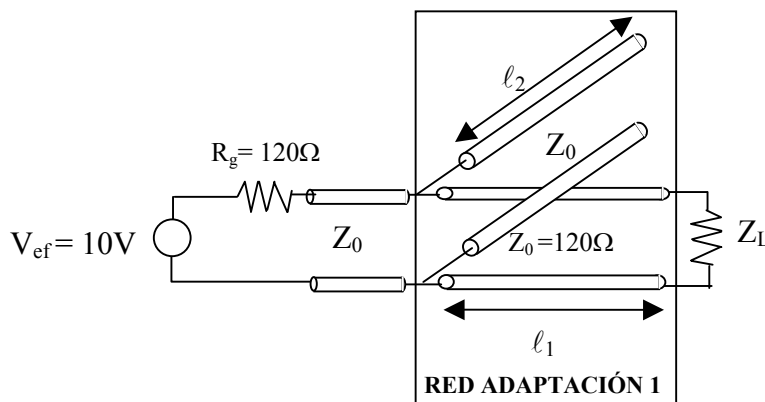
- No se permiten libros ni apuntes. Resuelva cada problema en hoja aparte.
- El nombre del alumno debe constar en todas las hojas del examen que se vayan a utilizar.
- No se permite el intercambio de calculadoras programables.
- Se valorará el orden y la claridad en las respuestas.
- Fecha Publicación notas provisionales: 2 julio
- Fecha límite alegaciones: 3 julio
- Fecha publicación notas definitivas: 4 julio

**Problema 1.**

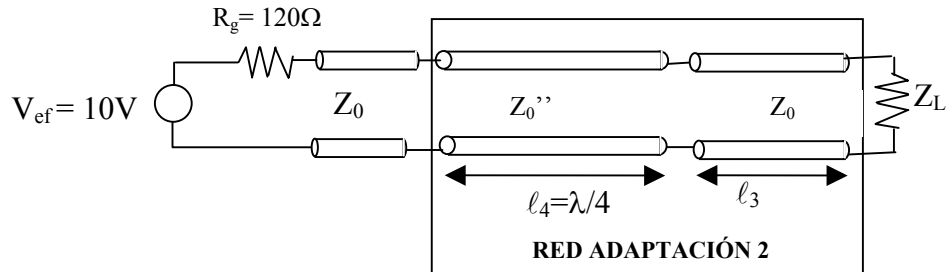
La línea de transmisión sin pérdidas de la siguiente figura tiene una impedancia característica de  $120\Omega$ . Cuando se termina con una impedancia incógnita  $Z_L$ , se mide una relación de onda estacionaria en la línea de  $ROE = 4.5$  y la distancia del mínimo de tensión más cercano a la carga es  $D_{\min} = 0.2 \lambda$ .



- a) Obtener el valor de  $Z_L$ .
- b) Suponer ahora que se sustituye la carga  $Z_L$  por una antena con una impedancia de entrada de  $Z_{\text{ant}} = 150 - j320 \Omega$ . Para conseguir máxima transferencia de potencia se propone diseñar una red de adaptación formada por una línea de transmisión de longitud  $\ell_2$  e impedancia característica  $120\Omega$  (stub) acabada en circuito abierto a una distancia  $\ell_1$  de la carga, tal como se muestra en la figura 2. Obtener las longitudes  $\ell_1$  y  $\ell_2$ . Dar la solución que minimice la longitud  $\ell_1$ .



- c) Finalmente, se propone el diseño de una red de adaptación basada en una línea en  $\lambda/4$ . Como las líneas en  $\lambda/4$  sólo adaptan impedancias reales se introduce una línea de impedancia  $Z_0=120\ \Omega$  entre la carga  $Z_L$  y la línea en  $\lambda/4$ , tal como se muestra en la siguiente figura. Obtener  $Z_0''$  y  $\ell_3$ .



## Problema 2.

A una guía rectangular rellena de un material dieléctrico, de dimensiones  $a=22.86\text{ mm}$  y  $b=10.16\text{mm}$  y constante dieléctrica  $\epsilon_r=2.4$ , se le conecta un generador adaptado. En el otro extremo de la guía se conecta una bocina piramidal sin pérdidas.

Los datos que se obtienen de la guía son:

1. La separación entre dos mínimos consecutivos es de 18 mm.
2. La potencia radiada por la antena corresponde al 80% de la suministrada por el generador.
3. El valor máximo del campo eléctrico en la guía es de  $|E_0|_{\max}=750\text{ V}_{\text{ef}}/\text{m}$

Calcular:

- a) El ancho de banda monomodo
- b) La frecuencia de trabajo del generador
- c) La potencia radiada por la bocina piramidal en dBm.
- d) Si la señal se modula a 1 KHz con impulsos de 100 ns de duración, calcular el retardo que introducirá la señal en un tramo de 10 m de la guía rellena con el dieléctrico.

$$P^+ = \frac{1}{2} ab \frac{|E_0^+|^2}{Z_{\text{TE}_{10}}}, Z_{\text{TE}_{10}} = \frac{\omega\mu}{\beta}$$

### Problema 3.

Una fibra óptica de salto de índice comunica dos ciudades situadas a  $L=80$  km de distancia. El sistema de comunicaciones ópticas trabaja en tercera ventana ( $\lambda=1.55 \mu\text{m}$ ). El índice del núcleo de la fibra es  $n_1=1.443$ , y el parámetro  $\Delta$  es  $\Delta=1.2\%$ . El parámetro de dispersión de la fibra (D) viene dado  $D \left( \frac{\text{ps}}{\text{nm} \cdot \text{km}} \right) = 122 \left( 1 - \frac{\lambda_M}{\lambda} \right)$  donde  $\lambda_M = 1.31 \mu\text{m}$ . El radio del núcleo es  $a = 2.2 \mu\text{m}$ .

- 1) Determinad la longitud de onda de corte ( $\lambda_c$ ) para que la fibra óptica trabaje en régimen monomodo. Dar el resultado en  $\mu\text{m}$ .
  - 2) ¿Cuál es el diámetro ( $2W_0$ ) del campo que viaja por la fibra? Dar el resultado en  $\mu\text{m}$ . ¿Qué fracción de la potencia de la señal viaja por el núcleo de la fibra? Dar el resultado en %.
  - 3) La señal se modula utilizando pulsos gaussianos de ancho  $2T_0=50$  ps. Si el ancho espectral de la fuente es  $\delta f < 300$  KHz, ¿Cuál es la máxima velocidad de transmisión ( $B_1$ ) del enlace? Dar el resultado en Gbits/s.
  - 4) Si el ancho espectral de la fuente es  $\delta\lambda=1$  nm, ¿Cuál será en este caso la máxima velocidad de transmisión ( $B_2$ ) del enlace? Dar el resultado en Gbits/s.
  - 5) Para fuentes con ancho espectral mucho mayor que el ancho de banda debido a la modulación ( $\delta f \gg \Delta f$ ), la máxima velocidad de transmisión del enlace ( $B_{\max}$ ), en función del ancho espectral de la fuente viene dado por  $B_{\max}=C/\delta\lambda$ . Calculad el valor de C y dar el resultado en unidades de Mbits/s/nm.
- ¿Es válida esta expresión para  $\delta\lambda=0.05$  nm? Justificad la respuesta.

Fórmulas:

$$\frac{P_{\text{nucleo}}}{P_{\text{total}}} = 1 - \exp \left( - \frac{2 a^2}{W_0^2} \right)$$
$$\frac{W_0}{a} = 0.65 + \frac{1.619}{V^{3/2}} + \frac{2.879}{V^6}$$

#### Problema 4.

Un sistema de radar RA32 utiliza una antena cuya expresión de campo eléctrico es:

$$\vec{E} = j \cdot A \cdot \frac{\omega\mu}{4\pi} \cdot \frac{e^{-jkr}}{r} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\phi\right) \cdot \sin\theta \cdot \hat{\theta} \quad \text{donde } A = \text{cte.}$$

- (40% *puntuación*) Determine qué planos cartesianos corresponden a los plano E y H, halle las expresiones de los diagramas de radiación para cada uno de estos planos, así como los anchos de haz a -3 dB para ambos planos.
- (40% *puntuación*) Para mejorar su resolución angular se decide sustituirla por una antena *slotted-array* cuya eficiencia es 90% y su directividad 30 dB mediante una guía de 10 m de longitud. Con los datos que aparecen al final calcule: ¿Cuál será la mínima sección recta radar (relación entre la potencia reflejada por el blanco y la densidad de potencia incidente) que puede detectar a 40 km sabiendo que la relación señal-ruido a la salida del receptor debe ser de 10 dB?
- (20% *puntuación*) ¿Qué densidad de potencia, en dBm/m<sup>2</sup> llegará al blanco si hay una celda de lluvia de 100 mm/h de intensidad cubriendo la mitad del trayecto?

Datos:

Frecuencia = 9.41 GHz

Potencia radiada = 4 KW

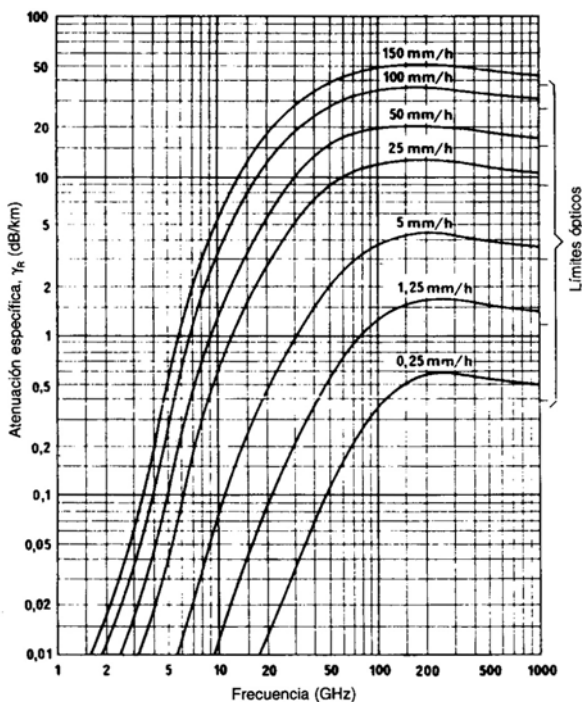
Temperatura de antena = Temperatura ambiente =  $T_0 = 290$  K

Factor de ruido del receptor = 6.5 dB

Atenuación de la guía = 0.1 dB/m

Ancho de banda = 6 MHz

$k = 1.38 \cdot 10^{-23}$  J/K



Atenuación específica debida a la lluvia [UIT]

