

RADIACIÓN Y ONDAS GUIADAS

A.Camps, X.Fàbregas, J.Mallorquí, J.Pérez,

13 de enero de 1999. Duración 2h 30'

- No se permiten ni libros ni apuntes. Resuelva cada problema en hoja aparte.
- El nombre del alumno debe constar en todas las hojas de 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

En el circuito de la figura 1 el generador trabaja a una frecuencia de 1GHz y tiene una tensión en circuito abierto de $V_g=10$ V eficaces. Sabiendo que la línea no tiene pérdidas, $Z_0=50 \Omega$, $\epsilon_r=2.1$, su longitud $l=8\lambda$ y $Z_L=35-j47.5 \Omega$. Calcular:

- L (nH/m), C (pF/m) y β
- La potencia disponible en el generador P_{disp} , la potencia asociada a P^+ , la potencia asociada P^- y la potencia disipada en la carga P_L , expresadas todas ellas en dBm.
- Determine la posición respecto a la carga y la longitud de una línea acabada en cortocircuito necesarias para adaptar la línea de la figura (seleccionar la solución que presente longitudes menores).

El generador de la figura 2 emite un escalón de tensión de amplitud V_0 . Suponiendo que la línea y el condensador estaban descargados antes de cerrarse el interruptor.

- Calcular y dibujar la evolución de la tensión en el condensador a partir de $t=0^+$.

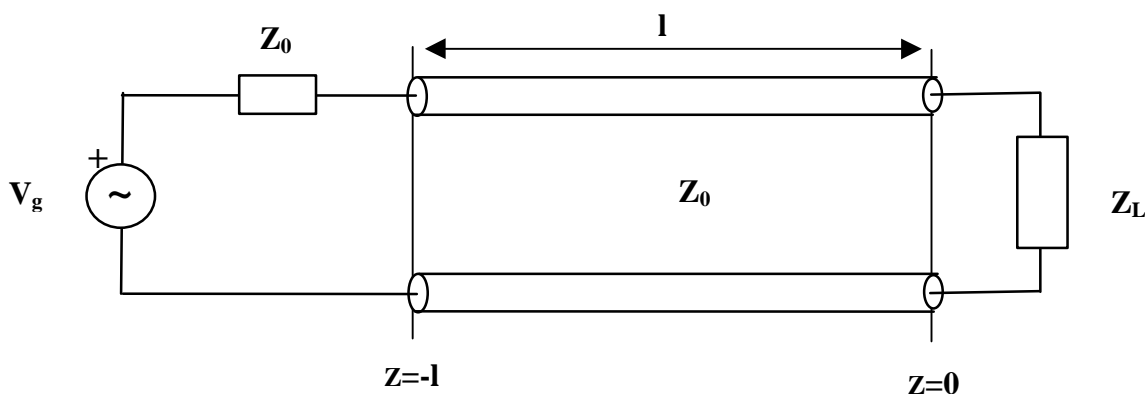


Figura 1

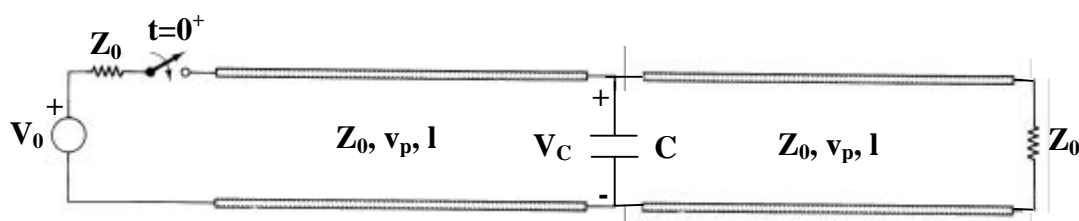


Figura 2

Problema 2

Un enlace por fibra óptica entre Barcelona y Valencia transmite símbolos binarios, 0 y 1, en formato RZ (return to zero), mediante pulsos gaussianos de ancho $2T_0$. Un pulso gaussiano corresponde a un 1, mientras que la ausencia de señal corresponde a un 0. Las características del enlace se resumen en la siguiente tabla:

Longitud (L)	Longitud de onda (λ)	Pérdidas (α)	β_1	β_2	T_0
320 km	1550 nm	0.25 dB/km	4.9 μ s/km	-20 ps ² /km	80 ps

Consideraremos despreciable el ancho espectral de la señal debido a las fluctuaciones de la señal de portadora ($\delta\lambda$ ó δf).

a) Se dispone de dos tipos de amplificadores con ganancias $G_1=40$ dB y $G_2=8$ dB. En cada caso, ¿ Cuántos amplificadores iguales hemos de colocar en el enlace para no tener pérdida de señal en recepción ?

b) ¿Cuál es el retardo de la señal respecto al retardo que habría si la señal se transmitiese a través de una radioenlace? Dar el resultado en ms.

c) Determinar la máxima velocidad de transmisión (R) teniendo en cuenta los efectos dispersivos de la fibra. Tened en cuenta que la relación entre los anchos de los pulsos al principio del enlace ($2T_0$) y al final ($2T_1$) viene dada por $T_1^2 = T_0^2 + (\beta_2 L / T_0)^2$.

d) Determinar si está justificado suponer que el ancho espectral de la fuente ($\delta f=300$ kHz) es despreciable respecto el ancho espectral debido a la modulación ($\Delta\lambda$). ¿ Qué pasaría si $\delta\lambda=1$ nm ?

e) La amplificación de la señal en cada amplificador está acompañada por la introducción de ruido (P_N), y el ruido generado por cada amplificador viene dado por $P_N = n_{sp}(G-1)hfB$, donde $n_{sp}=2$, G es la ganancia del amplificador, h es la constante de Planck ($h=6.63 \cdot 10^{-34}$ J/s), f es la frecuencia de portadora y B el ancho de banda del enlace. ¿Cuánto se degrada la relación señal-ruido del enlace (S/N) si colocamos 4 amplificadores de 20 dB (opción 1) o 8 amplificadores de 10 dB (opción 2)? ¿Cuál es la opción con mejor relación señal-ruido ?

Nota: Considerad despreciables el ruido a la entrada del enlace y el ruido debido a la atenuación de la fibra. Además, considerad que el último amplificador se coloca justo antes del receptor.

Problema 3

Se desea realizar un radioenlace a 18 GHz ($B = 200$ MHz) entre dos puntos separados 100 Km. Para ello se pretende utilizar dos antenas iguales cuyos diagramas de plano E, H y de polarización se adjuntan.

- a) Calcule los anchos de haz a potencia mitad en ambos planos (grados), el nivel de lóbulo principal a secundario (dB), la directividad de dicha antena (dB) y la ganancia (dB) de la misma, si su eficiencia es del 90 %. A partir del diagrama de polarización representado (tal y como se midió en el laboratorio), indique la polarización que presenta el campo eléctrico emitido por la antena. Justifique la respuesta.
- b) La salida de una antena de 45 dB de directividad y eficiencia 90%, se conecta directamente a un receptor de ganancia 40 dB y factor de ruido 1.5 dB. Si la temperatura de antena es de 150 K, calcule el nivel de potencia (dBm) a transmitir necesaria para obtener (considerando la atenuación en condiciones de atmósfera clara) una relación señal a ruido en recepción superior a 30 dB (suponer antenas perfectamente alineadas y orientadas, y propagación en espacio libre). Nota: suponer el transmisor conectado directamente a la antena.
- c) Suponiendo un modelo de tierra plana, calcule el efecto de una reflexión en tierra plana en el nivel de potencia recibida, si la altura de las torres de antenas es de 20 m. Comente el resultado en un máximo de 2 líneas. Calcule la altura mínima a la que se deberían colocar las antenas (en polarización vertical) para que no exista onda reflejada.
- d) Teniendo en cuenta el efecto de la curvatura de la tierra y la refracción atmosférica (atmósfera estándar), calcule la altura a la que se deberán situar las antenas para que se pueda considerar que existe visibilidad directa (trayectoria no obstaculizada).
- e) Calcule de manera aproximada la máxima intensidad de lluvia (celda de 10 Km) que puede existir para que la relación señal a ruido no caiga por debajo de 10 dB.

Datos:

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

$$T_{\text{física}} = 300 \text{ K.}$$

$$R_{\text{Tierra}} = 6370 \text{ Km.}$$