

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

## RADIACIÓN Y ONDAS GUIADAS

X.Fàbregas, J.Mallorquí, J.Pérez, X.Torres, M. Vall-llossera

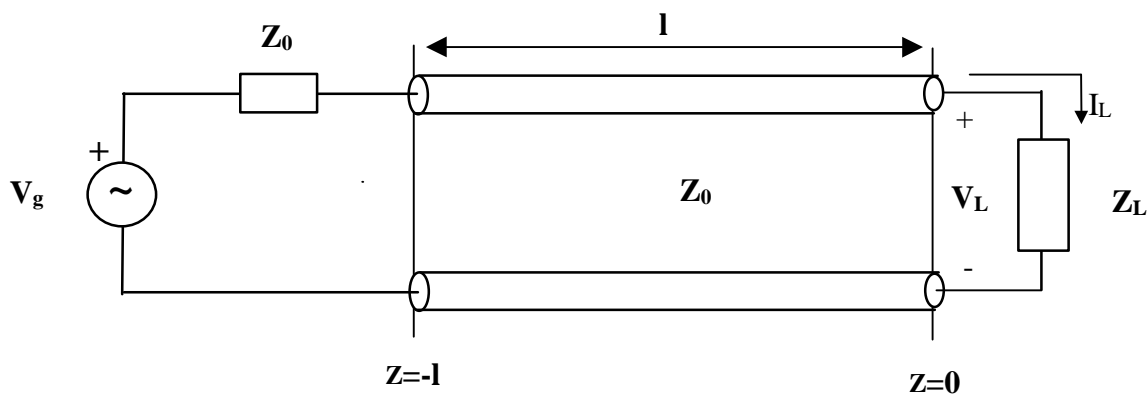
25 de Junio de 1998. Duración 3 horas

- 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 el generador trabaja a una frecuencia de 500 MHz y tiene una tensión en circuito abierto de  $V_g=20$  V eficaces. Sabiendo que la línea no tiene distorsión,  $Z_0=50 \Omega$ ,  $\epsilon_r=2.1$ , la atenuación por unidad de longitud es 0.13 dB/m, su longitud  $l=30$  m y  $Z_L=20 \Omega$ . Calcular:

- $L$ (nH/m),  $C$ (pF/m) y  $\beta$
- $R$ ( $\Omega$ /m),  $G$ (S/m) y  $\text{tg}\delta_i$
- Los fasores de tensión y corriente en la carga  $V_L$  e  $I_L$ .
- La potencia disponible en el generador  $P_{\text{disp}}$ ,  $P^+(z=-l)$  en la entrada de la línea y  $P^+(z=0)$  en la carga, expresadas todas ellas en dBm.
- La potencia disipada en la carga  $P_L$  y la potencia total en la entrada de la línea  $P(z=-l)$ , expresadas todas ellas en dBm.



## Problema 2

Un ingeniero debe montar un sistema transmisor embarcado en satélite conectando el módulo transmisor y una antena mediante un guía de onda. Se dispone de una guía de ondas rectangular con dieléctrico aire trabajando en banda X a la que se conecta un generador de frecuencia variable.

- Determinar las dimensiones de la guía en mm si los tres primeros modos que pueden propagarse tienen frecuencias de corte 6.562 GHz, 13.124 GHz y 14.764 GHz y ninguno de ellos es degenerado.
- Determine qué modo(s) puede(n) propagarse si se alimenta la guía a una frecuencia de 18 GHz.

La frecuencia de trabajo escogida es de 10.5 GHz. Se decide medir la adaptación de la antena mediante una guía ranurada y una sonda débilmente acoplada y calibrada de manera que la tensión que proporciona cumple la siguiente regla

$$V_{medida} = 1 \cdot 10^{-6} \left| E_0^+ + E_0^- \right|^2 \quad (V)$$

Siendo  $E_0^+$  el valor eficaz del campo incidente y  $E_0^-$  el valor eficaz del campo reflejado por la antena en el punto de medida. Desplazando la sonda por la guía se mide una tensión máxima de 1.13 V y una tensión mínima de 51 mV.

- Determine cuánto vale la relación de onda estacionaria en la guía y el módulo del coeficiente de reflexión que presenta la antena.
- Determine la potencia asociada a la onda progresiva en la guía y la potencia radiada por la antena.
- Describa un método simple que permita determinar la impedancia normalizada de la antena utilizando un cortocircuito y la guía ranurada. (Se valorará la brevedad y claridad de la explicación. Indicar claramente los pasos a seguir).
- Suponiendo que la impedancia normalizada de la antena valga  $Z_{ant} = 2 - j3$  diseñar una red de adaptación utilizando un diafragma inductivo asimétrico que maximice la potencia radiada por la antena. En la figura adjunta al final del examen se incluye la gráfica que permite diseñar el diafragma. Determinar las dimensiones del iris y a qué distancia debe colocarse de la antena. Expresar todas las distancias en mm.

### Problema 3

- a) Un radioenlace a 3 GHz utiliza dos antenas de 30 dB de ganancia. La potencia transmitida es 1 W y el umbral de recepción es  $-50$  dBm. Determine el alcance máximo del enlace.
- b) Se mide la intensidad de señal de C+ ( $f = 679$  MHz) en el tejado de un edificio de viviendas, y se obtiene un campo eléctrico de valor  $E=10$  mV/m. La antena receptora es una antena Yagi de directividad 20 dB. ¿Cuál es la máxima potencia que la antena puede proporcionar al receptor, si se conecta a éste a través de un cable coaxial de 20m de longitud y 0.2 dB/m de pérdidas? Dar el resultado en dBm.
- c) Un enlace descendente satélite-Tierra funciona a la frecuencia de 12 GHz. La antena de la estación terrestre tiene una directividad de 40 dB. El diagrama de radiación en los planos E y H es idéntico. Hacer una estimación de la precisión con la que se ha de apuntar la antena receptora para no tener una pérdida de señal mayor de 3 dB. La distancia de la Tierra al satélite es 36.000 km. Dar el resultado en grados.
- d) Los satélites geoestacionarios están a una distancia de  $R_1=36.000$  Km de la superficie terrestre sobre el Ecuador. Actualmente, se están desplegando constelaciones de satélites en órbitas bajas (menos de 2000 km) y medias (aproximadamente 10.000 km), preferentemente para telefonía móvil. Calcular cuánto podemos reducir la potencia del transmisor en un enlace ascendente si el satélite está situado en una órbita baja ( $R_2=2000$  km), respecto a un enlace donde el satélite está situado en una órbita geoestacionaria, si todos los demás parámetros del enlace se consideran iguales. Dar el resultado en dB.
- e) Para antenas muy directivas apuntando al zenit, la contribución a la temperatura de antena ( $T_a$ ) a 1 GHz del ruido atmosférico de una atmósfera “limpia” (menos de  $7,5$  g/m<sup>3</sup> de vapor de agua) es de 2 K, mientras que si la antena apunta al horizonte, la contribución es de 80 K. Calcular la degradación de la relación Señal-Ruido debida al ruido atmosférico cuando una antena que apunta al zenit se reorienta y apunta al horizonte. Considerar que la contribución de todas las demás fuentes de ruido es de 50 K independientemente de la dirección en la que apunta la antena.