

ETSETB TELECOMUNICACIÓN  
RADIACIÓN Y ONDAS GUIADAS  
OTOÑO 2003-2004

X. Fábregas, J. Miranda, J. Pérez, F. Torres, M. Vall-llossera  
16 de enero de 2004. Duración 3 horas 15 minutos

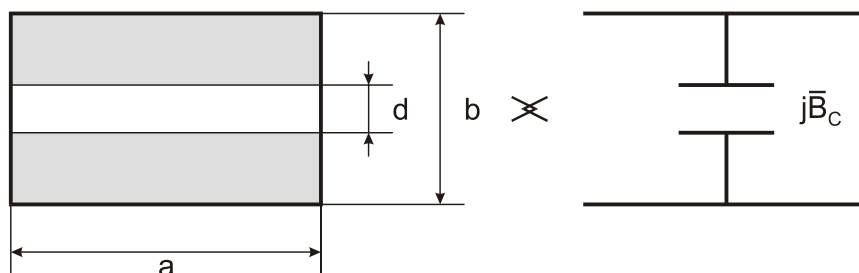
- 
- No se permiten libros ni apuntes. Resuelva cada problema en hoja aparte.
  - El nombre del alumno debe constar en todas las hojas del examen que se vayan a utilizar.
  - No se permite el intercambio de calculadoras programables.
  - Se valorará el orden y la claridad en las respuestas.
  - **Las notas provisionales se publicarán el 26 de enero de 2004.**
- 

**Problema 1**

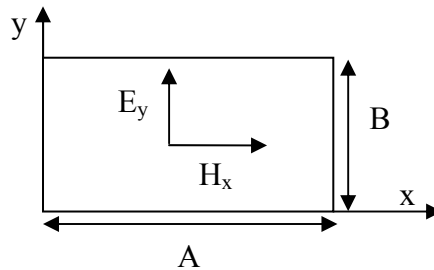
Un sistema de comunicaciones por satélite utiliza los márgenes de frecuencia siguientes: 14 a 14.5GHz para el enlace ascendente y 10.75 a 11.5GHz para el descendente. El sistema debe utilizar una única guía de ondas para las dos bandas, y se dispone de las siguientes guías estándares (llenas de aire): WR-90 ( $a=22.86$  mm,  $b=10.16$  mm) y WR-62 ( $a=15.8$ mm,  $b=7.9$ mm).

- a) ¿Cuál de las dos debe utilizarse? Razone la respuesta.
- b) Si el transmisor de la estación terrena está adaptado a la guía y tiene una potencia disponible de 50W.
  1. Obtener la amplitud del campo eléctrico en el centro de la guía a la frecuencia central ( $f_c= 14.25$ GHz) si se conecta a una antena perfectamente adaptada.
  2. Cuando la guía del transmisor de la estación terrena se termina con un cortocircuito se produce una onda estacionaria. A la frecuencia central, ¿cuál es la distancia entre mínimos consecutivos?
- c) Si en la guía del apartado anterior se sustituye el cortocircuito por una antena tipo bocina los mínimos se desplazan 4 mm hacia la carga y se mide una relación de onda estacionaria ROE=2.
  1. ¿Cuál es el valor de la impedancia normalizada de dicha bocina?
  2. Obtener las pérdidas de retorno (en dB).
- d) Se quiere mejorar la adaptación y para ello se conecta un diafragma capacitivo en paralelo, entre la bocina y la guía.
  1. Obtener el valor de la admitancia normalizada del diafragma ( $j\bar{B}_c$ ) (ver figura adjunta) que utilizaría para maximizar la adaptación.
  2. ¿Cuál es la mejora de adaptación respecto al apartado c2?

$$k_{cm,n} = \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2} \quad ; \quad P^+ = \frac{1}{2} a \cdot b \frac{|E_0^+|^2}{Z_{TE_{10}}} \text{ Watt} \quad ; \quad Z_{TE_{10}} = \frac{\varpi\mu}{\beta}$$



- e) El campo eléctrico en la apertura de la bocina tiene polarización vertical, tal como se muestra en la figura adjunta y el máximo de radiación tiene la dirección z. La polarización del campo en la dirección del máximo de radiación (eje z) coincide con la de la apertura.



1. Especificar qué planos (x, y, z) forman el plano E y el plano H.
2. Si la antena se pudiera iluminar uniformemente la expresión del diagrama de radiación normalizado sería:

$$t(\theta, \phi) = \left[ \frac{\sin[(\beta \cdot A/2)u]}{(\beta \cdot A/2)u} \right]^2 \left[ \frac{\sin[(\beta \cdot B/2)v]}{(\beta \cdot B/2)v} \right]^2 [\sin^2 \phi + \cos^2 \theta \cos^2 \phi]$$

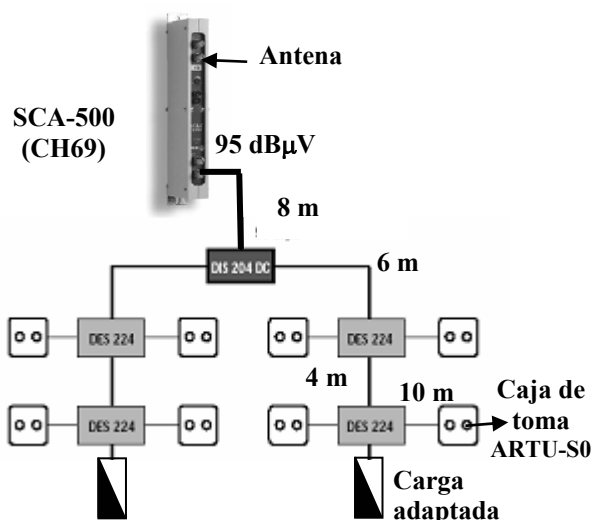
$$\text{con } u = \sin \theta \cos \phi; \quad v = \sin \theta \sin \phi$$

Obtener la expresión del diagrama de radiación normalizado para el plano E y para el plano H.

## Problema 2

En un edificio de cuatro viviendas se realiza una distribución de TV con la topología y los elementos descritos en la hoja anexa. Para la frecuencia de 862 MHz:

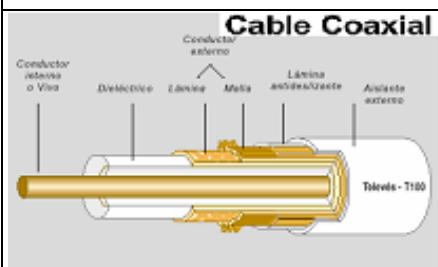
- a) Determine la **atenuación total** introducida por el cable coaxial entre la salida del amplificador SCA-500 y la salida de la caja de toma señalada con la flecha. **Realice los cálculos y dé el resultado en dB.** ¿Cuál es la atenuación del cable en **Nep/m**?
- b) Si a la salida del amplificador SCA-500 se tiene una señal de 95 dBμV, determine el nivel mínimo de señal a la salida de la caja de toma señalada con una flecha. **Dé el resultado en dBμV. Indique claramente a qué elemento corresponde cada término del balance de potencias.**
- c) El amplificador SCA-500 se ha ajustado a una ganancia de 35 dB. ¿Cuál es la señal a su entrada **en dBm**?
- d) Determine la inductancia por unidad de longitud del cable coaxial en **μH/m.** **Verifique**, a la frecuencia de trabajo, si el coaxial puede considerarse de bajas pérdidas.
- e) El ramal principal de la derecha se halla terminado con una carga adaptada directamente conectada a la salida del derivador DES-224. Se ha comprobado que dicha carga es defectuosa y el módulo de su coeficiente de reflexión es 0.562. Calcule la relación entre el nivel de señal que llega a la caja de toma por el camino principal y el nivel de señal procedente de la reflexión en la carga defectuosa. **Dé el resultado en dB.**



ARTU-S1 /S0 /U0

### Individuales - Con filtros

Modelo		ARTU-S0	ARTU-U0
Referencia		2719	2548
Bandas de frecuencias		TV: 5 - 68 y 120 - 862 RD: 87 - 108 SAT: 950 - 2150	
Atenuación de conexión	entrada - TV	dB	≤ 1
	entrada - RD		≤ 1,5
	entrada - SAT		≤ 2
Desacoplos TV-RD y TV-SAT		dB	> 15
Desacoplo SAT-RD		dB	> 25
Paso de corriente por salida SAT		Sí	No



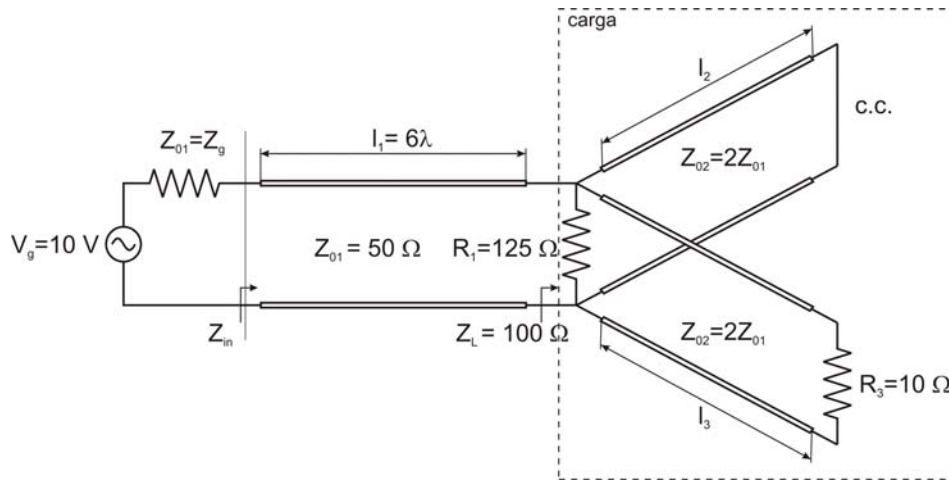
Detalle del corte del cable coaxial

Tipo: cable coaxial	CXT 2138
Capacidad (pF/m)	55
Impedancia (Ω)	75
R.O.E.	2
Velocidad propagación (%)	82
Longitud del rollo (m)	100
Resistencia del conductor (Ω/km)	60
Conductancia del dieléctrico (mS/km)	706
Atenuación a 862 MHz (dB/m)	0.235

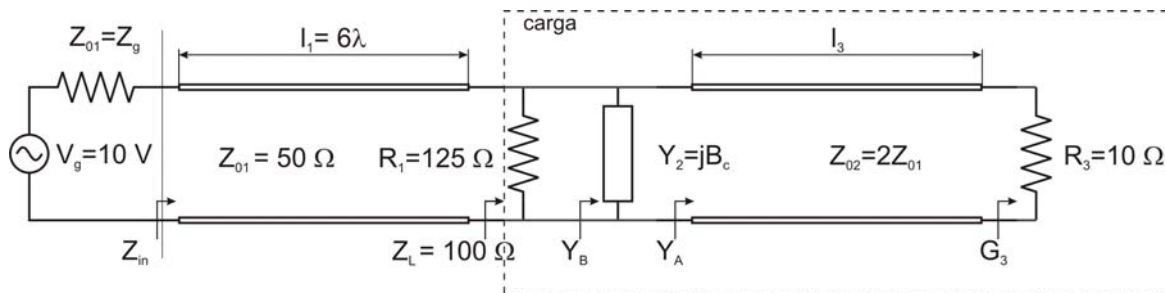
PARAMETRO	BANDA	DISTRIBUIDOR 204	DERIVADOR 224
Atenuación de paso	47-862 MHz	-	2.5 dB
Atenuación de derivación	47-862 MHz	-	23 dB
Atenuación de distribución	47-862 MHz	4 dB	-
Atenuación directiva	47-862 MHz	-	40 dB
Aislamiento entre salidas	47-862 MHz	18 dB	50 dB

### Problema 3

La línea de transmisión de impedancia  $Z_{01} = 50 \Omega$  y longitud  $l_1 = 6\lambda$  se utiliza para conectar el generador a una carga según se muestra en la siguiente figura:



La carga  $Z_L$  está formada por tres elementos en paralelo: una resistencia de  $125 \Omega$ , una línea terminada en cortocircuito y una línea terminada en una resistencia de  $10 \Omega$ . El circuito equivalente de dicha carga es el mostrado en la siguiente figura:



- Determinar el valor equivalente que debería tener  $Y_B$  (sin normalizar) para que la impedancia de la carga tenga un valor  $Z_L = 100\Omega$ .
- La admitancia  $Y_A$  se sintetiza mediante una carga  $R_3 = 10 \Omega$  y un tramo de línea de transmisión de impedancia  $Z_{02}$  y longitud  $l_3$  mínimo. La parte imaginaria se cancela mediante un tramo de línea de transmisión de longitud  $l_2$  acabado en cortocircuito. Determinar, usando la carta de Smith, el valor de  $l_3$  para tener  $\text{Re}\{\bar{Y}_A\} = \bar{Y}_B$ . ¿Cuál es el valor  $\bar{B}_A = \text{Im}\{\bar{Y}_A\}$ ?
- Calcular el valor mínimo de  $l_2$  para que  $B_c = -B_A$ .
- ¿Qué potencia está disipando la carga  $Z_L$ ?
- ¿Qué potencia está disipando la resistencia  $R_3$ ?

**Problema 4.** Un radioenlace a la frecuencia de 10GHz consta de un emisor y un receptor separados 30 km. Las antenas transmisora y receptora que se utilizan en el radioenlace son idénticas y tienen una directividad  $D=30$  dB, una eficiencia  $\eta_e \approx 1$  y el campo eléctrico que pueden radiar en la dirección de máxima radiación es  $\vec{E} = E_0 \hat{y} e^{-jkz}$  (ver figura).

A partir de los datos adjuntos y la configuración del radioenlace mostrado en la figura calcular:

- La señal, en dBm, a la salida del receptor considerando propagación en condiciones de espacio libre, es decir, sin obstáculos ni la presencia de la Tierra.
- La relación señal a ruido a la salida del receptor considerando las mismas condiciones de propagación que en el apartado anterior.
- ¿A partir de que altura mínima habría que situar las antenas sobre tierra, suponiendo esta perfectamente esférica y considerando la refracción atmosférica, para no tener que considerar el bloqueo de la tierra?
- ¿Cuántos grados se habría de girar en sentido antihorario la antena receptora sobre el eje  $z$  para que las pérdidas por desacoplo de polarización fuesen de -1.25 dB?
- Si una vez girada la antena receptora el ángulo estimado en el apartado d) se sustituye la antena transmisora por una antena polarizada circularmente a derechas ¿cuáles serían las pérdidas por desacoplo de polarización?

Campo radiado por una antena circular a derechas:  $\vec{E} = E_0(\hat{x} - j\hat{y})e^{-jkz}$

#### Datos adjuntos

PIRE del sistema transmisor=40 dBW

Atenuación de la guía  $L_{\text{guía}}=3$  dB

Ganancia del receptor  $G_r=30$  dB y factor de ruido del receptor  $F_r=2$  dB

Temperatura de antena  $T_a=150$  K. Temperatura ambiente  $T_{\text{amb}}=300$  K.  $T_0=290$  K.

Constante de Boltzman  $1.38 \cdot 10^{-23}$  J/K

Radio de la Tierra  $R_T=6370$  km y  $k=4/3$

Ancho de banda  $B=50$  MHz

$$R_1 = \sqrt{\lambda \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

