

SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACION

Examen Parcial. 1º parcial. 26/Marzo/2018

Apellidos: _____ Nombre: _____

SELECCIÓN MÚLTIPLE (2 Puntos)

Las respuestas correctas suman 0.4 puntos y las incorrectas restan 0.13 puntos. Solo una respuesta se va a considerar correcta. En el caso de que creas que hay dos respuestas posibles, elige la que responda de forma más precisa a la pregunta.

Contesta marcando la opción correcta en esta misma hoja. No te olvides de poner el nombre

1. En el desierto de Mojave sólo llueve 1 día de cada 20000, aproximadamente. Si se ha planificado un servicio de radiocomunicaciones para una disponibilidad del 99.99% del tiempo siendo $R_{0,01} = 0$ mm/h. ¿Qué ocurrirá el día que llueve?

a.	En algún momento del día no se recibirá el servicio.	c.	Sólo se recibirá si la tasa de lluvia R de ese día es inferior a 35 mm/h.
b.	Se recibirá el servicio durante todo el tiempo de ese día.	d.	Ninguna de las anteriores es correcta.

2. Se quiere emplear un estándar de radiocomunicaciones para proporcionar un servicio que requiere un *throughput* de 4.5Mbps. Si los cálculos de ingeniería realizados dan un resultado de C/N de 17 dB pero no se han tenido en cuenta posibles pérdidas por dispersión o *scattering*. ¿Cuál de las siguientes configuraciones del estándar elegirías para el servicio teniendo en cuenta que todas utilizan el mismo ancho de banda?

Configuración	C/N mínima	V_b neta
1	20 dB	18 Mbps
2	17 dB	9 Mbps
3	12 dB	4.5 Mbps
4	10 dB	2.25 Mbps

a.	1	c.	3
b.	2	d.	4

3. Si la configuración "1" de la pregunta anterior corresponde a un esquema de modulación de 64QAM con un *Code Rate* de 0.6 ¿Qué esquema de modulación y *Code Rate* podrían tener el resto de configuraciones?

a.	2: 64QAM y CR = 0.3 3: 64QAM y CR = 0.15 4: 64QAM y CR = 0	c.	2: 64QAM y CR = 0.3 3: 16QAM y CR = 0.3 4: 16QAM y CR = 0.15
b.	2: 64QAM y CR = 0.7 3: 64QAM y CR = 0.8 4: 64QAM y CR = 0.9	d.	Ninguna de las anteriores es correcta.

4. Una antena isotrópica tiene los siguientes valores de directividad (D) y ganancia (G):

a.	D=0 dBi, G≤0 dBi	c.	D=1 dBi, G=1 dBi
b.	D=0 dBi, G≥0 dBi	d.	D≤0 dBi, G≤0 dBi

5. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es más correcta:

a.	EITB tiene asignado el canal 50 (centrado en 706 MHz) en Gipuzkoa.	c.	EITB tiene adjudicado el canal 50 (centrado en 706 MHz) en Gipuzkoa.
b.	EITB tiene atribuido el canal 50 (centrado en 706 MHz) en Gipuzkoa.	d.	EITB tiene atribuidos 5 kW en el canal 50 (centrado en 706 MHz) en Gipuzkoa.



TEORIA (1.5 puntos)

1. Define los parámetros siguientes:

- c/n
- e_b/n_0
- MER
- BER

2. Y explica la relación que hay entre los dos primeros parámetros.

SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACION

Examen Parcial. 1º parcial. 26/Marzo/2018

PROBLEMA 1 (3.5 puntos)

Un sistema de comunicaciones con un valor de C/N umbral de 20 dB opera en la frecuencia de 600 MHz con un canal radio de 8 MHz de ancho de banda entre dos puntos separados 20 km.

En la posición de la antena receptora se tiene un campo eléctrico de 60 dB μ V/m. Dicha antena capta un ruido externo de -100 dBm, tiene una impedancia de 100 Ω y pérdidas óhmicas despreciables.

Si se conecta directamente, con el detector cuya impedancia es de 100 Ω :

- Calcula la PIRE del sistema y da el resultado en dBm. (0.75 puntos)
- Calcula la temperatura de ruido de la antena. (0.5 puntos)
- Si el factor K de antena es de 20 dBm⁻¹, calcula la potencia recibida en el detector y da el resultado en dBW. (1 punto)

Si se puede elegir entre los siguientes elementos (detectores y amplificadores),

- dibuja el esquema del bloque receptor con los elementos que elijas para permitir que el sistema funcione correctamente. Justifica tu respuesta. (1.25 puntos)

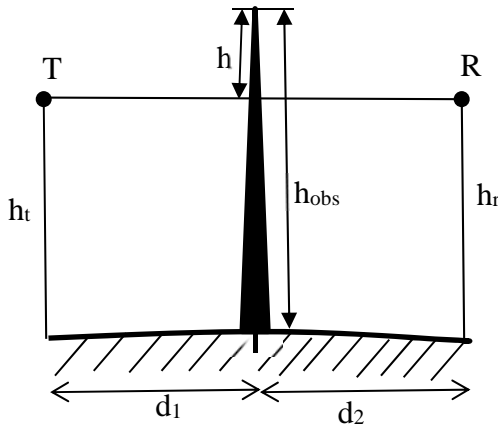
<i>Detectores</i>	<i>Figura de Ruido</i>
1	25 dB
2	20 dB

<i>Amplificadores</i>	<i>Ganancia</i>	<i>Figura de Ruido</i>	<i>Impedancia de entrada del nuevo bloque Rx (amplificador + detector)</i>
1	30 dB	20 dB	200 Ω
2	15 dB	2 dB	200 Ω

Constante de Boltzmann: $K = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K

PROBLEMA 2 (3 puntos)

En la figura se da la geometría de un enlace vía radio, a la frecuencia de 900 MHz, entre el punto T y el punto R. Se dan también las fórmulas de un método para el cálculo de las pérdidas por difracción en el obstáculo, $L_{diff}(dB)$. Se pide:



$$\begin{aligned} h_t &= h_r = 25 \text{ m} \\ h_{obs} &= 35 \text{ m} \\ d_1 &= d_2 = 10 \text{ km} \end{aligned}$$

En este método $h > 0$ en el caso de la figura.

$$v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}}$$

$$L_{diff}(dB) = \begin{cases} 0 & v \leq -1 \\ -20 \log_{10}(0.5 - 0.62v) & -1 \leq v \leq 0 \\ -20 \log_{10}(0.5 \cdot e^{-0.95v}) & 0 \leq v \leq 1 \\ -20 \log_{10}(0.4 - \sqrt{0.1184 - (0.38 - 0.1v)^2}) & 1 \leq v \leq 2.4 \\ -20 \log_{10}\left(\frac{0.225}{v}\right) & v > 2.4 \end{cases}$$

- Calcular la cota real del terreno (sin corregir) en el punto donde se sitúa el obstáculo, suponiendo que la geometría se corresponde con unas condiciones normales de la troposfera, para $k=4/3$. (0.5 puntos)
- Determinar las pérdidas debidas a la difracción en el obstáculo, sabiendo que, en el valor proporcionado de la altura del obstáculo, ya se ha tenido en cuenta la curvatura de la Tierra. (0.75 puntos)
- Calcular la frecuencia máxima del enlace para que las pérdidas debidas a la difracción en el obstáculo sean inferiores a 10 dB. (1 punto)
- Cuando debido a cambios climáticos, cambia el gradiente de la refractividad (*radio refractivity gradient*), pasando a valer -10 N-units/km, ¿cómo variarán las pérdidas por difracción? (0.75 puntos)

$$k = \frac{157}{157 + \Delta N}$$

Radio de la tierra: 6371 km



PROBLEMA 1. SOLUCIÓN

a) $S = |E|^2 / \eta_0 = (10^{(60-120)/20})^2 / 120\pi = 2.65 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$
 $S = \frac{EIRP}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \rightarrow EIRP = S \cdot 4\pi \cdot r^2 = 2.65 \cdot 10^{-9} \cdot 4\pi \cdot 20000^2 = 13.32 \text{ W} \rightarrow 11.24 \text{ dBW} = \mathbf{41.24 \text{ dBm}}$

b) $n_{EXT\ ant} = -100 \text{ dBm} = -130 \text{ dBW} \rightarrow 10^{-13} \text{ W} = KT_aB \rightarrow$
 $T_a = 10^{-13} / (KB) = 10^{-13} / (1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8 \cdot 10^6) = \mathbf{905.8 \text{ K}}$

c) $E - K = V \rightarrow 60 - 20 = 40 \text{ dB}\mu\text{V} \rightarrow 10^{40/20} = 100 \mu\text{V} = 10^{-4} \text{ V} = V_L$
 $P_{2\ max} = V_L^2 / R_{Rx} = (10^{-4})^2 / 100 = 10^{-10} \text{ W} = \mathbf{-100 \text{ dBW}}$

d) En primer lugar, se descarta el Detector 1 por tener una figura de ruido mayor.
 Escogiendo el Detector 2 y sin amplificador:
 $n = n_{ant} + KBT_0^*(f_{Rx} - 1) = 10^{-13} + 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 290 \cdot (10^{20/10} - 1) = 3.27 \cdot 10^{-12} \text{ W} \rightarrow -114.86 \text{ dBW}$

Con cualquiera de los dos amplificadores:
 $\rho = (200 - 100) / (200 + 100) = 0.33$ $L_{Mis} = -10 \cdot \log_{10}(1 - |\rho|^2) = 0.5 \text{ dB}$

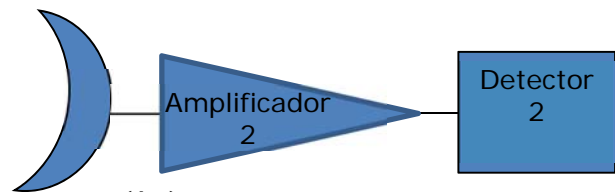
Escogiendo el Detector 2 y el amplificador 1:
 $C = P_{2\ max} - L_{Mis} + G = -100 \text{ dBW} - 0.5 + 30 = -70.5 \text{ dBW}$
 $n_2 = (n_{ant} / I_{Mis} + KBT_0^*(f_{Amp1} - 1)) \cdot g = (10^{-13} / 10^{0.5/10} + 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 290 \cdot (10^{20/10} - 1)) \cdot 10^{30/10} = 3.26 \cdot 10^{-9} \text{ W}$
 $n = n_3 = n_2 + KBT_0^*(f_{Rx} - 1) = (3.26 \cdot 10^{-9} + 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 290 \cdot (10^{20/10} - 1)) = 3.26 \cdot 10^{-9} \text{ W}$
 $\rightarrow -84.87 \text{ dBW}$

$C/N = -70.5 \text{ dBW} - -84.86 \text{ dBW} = 14.37 \text{ dB} < C/N_{Th} = 20 \text{ dB}$

Escogiendo el Detector 2 y el amplificador 2:
 $C = P_{2\ max} - L_{Mis} + G = -100 \text{ dBW} - 0.5 + 15 = -85.5 \text{ dBW}$
 $n_2 = (n_{ant} / I_{Mis} + KBT_0^*(f_{Amp2} - 1)) \cdot g = (10^{-13} / 10^{0.5/10} + 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 290 \cdot (10^{2/10} - 1)) \cdot 10^{15/10} = 3.41 \cdot 10^{-12} \text{ W}$
 $n = n_3 = n_2 + KBT_0^*(f_{Rx} - 1) = (3.41 \cdot 10^{-12} + 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 290 \cdot (10^{20/10} - 1)) = 6.58 \cdot 10^{-12} \text{ W}$
 $\rightarrow -111.82 \text{ dBW}$

$C/N = -85.5 \text{ dBW} - -111.82 \text{ dBW} = 26.32 \text{ dB} > C/N_{Th} = 20 \text{ dB}$

Esta es la configuración adecuada:



PROBLEMA 2. SOLUCIÓN

a) $h_{obs} = Cota + f(x)$ $Cota = h_{obs} - f(x)$ $f(x) = \frac{x(d-x)}{2kR_0}$
 $kota = 35 - 5.88 = 29.12 \text{ m}$

b) $h = h_{obs} - h_t = 35 - 25 = 10 \text{ m}$
 $v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} = 0.346$
 $L_{diff}(\text{dB}) = -20 \log_{10}(0.5 \cdot e^{-0.95v}) = 8.87 \text{ dB}$

c) $L_{diff}(\text{dB}) = 10 \text{ dB}$ $-20 \log_{10}(0.5 \cdot e^{-0.95v}) = 10 \text{ dB}$ $v = 0.4822$

$v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)f}{c \cdot d_1 d_2}}$ $f = \frac{c \cdot d_1 d_2}{2(d_1 + d_2)} \left(\frac{v}{h}\right)^2 = 1.74 \text{ GHz}$

d) $k = \frac{157}{157 + \Delta N} = \frac{157}{157 - 10} = 1.068$
 $k \downarrow \Rightarrow f(x) \uparrow \Rightarrow h \uparrow \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow L_{diff}(\text{dB}) \uparrow$
 $f(x) = 7.34 \Rightarrow h = 29.12 + 7.34 - 25 = 11.47 \Rightarrow v = 0.39 \Rightarrow L_{diff}(\text{dB}) = 9.23 \text{ dB}$