



SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACION

Examen. 1º parcial. 23/Marzo/2015

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. ¿De qué depende el radio de curvatura de la trayectoria de una onda?

a.	De la frecuencia. Al aumentar la frecuencia aumenta el radio de curvatura	c.	De la polarización de la onda de tal manera que con polarización vertical disminuye el radio de curvatura respecto al radio con polarización horizontal
b.	De la frecuencia. Al aumentar la frecuencia disminuye el radio de curvatura	d.	Ninguna de las anteriores es correcta

2. Si el campo eléctrico recibido por una antena tiene un valor de 1000 $\mu\text{V}/\text{m}$ y la tensión entregada a la carga por dicha antena en condiciones de adaptación es de 100 μV ¿Cuál es el valor del factor K de la antena?

a.	10 dBm^{-1}	c.	20 dBm^{-1}
b.	10 dB	d.	Ninguna de las anteriores es correcta.

3. El umbral de recepción correcta de un sistema se corresponde con un BER de 10^{-5} . Si la tasa binaria del sistema es de 2 Mbps y en un intervalo de 10 segundos se han recibido 27 bits erróneos ¿Se recibirá de manera correcta la información del intervalo de 10 segundos?

a.	Sí	c.	Depende del code rate del transmisor
b.	No	d.	Depende de la relación entre la tasa binaria bruta y la tasa binaria neta.

4. Sea un sistema cuyo umbral de recepción correcta se corresponde con un BER de 10^{-6} . Con un code rate de 0.5 el valor umbral de C/N que garantiza un BER de 10^{-6} es de 19 dB. Si el valor medido de C/N es de 18,9 dB en la situación actual, para tener recepción correcta, señala la opción más correcta:

a.	Aumentar el porcentaje de bits redundantes por encima del 50%.	c.	Cualquiera de las dos anteriores es correcta.
b.	Aumentar el tamaño de la constelación QAM.	d.	Disminuir la potencia transmitida.



5. La atenuación calculada con una tasa de lluvia $R_{0.01}$

a.	No se sobrepasará durante el 99.99% del tiempo.	c.	Se sobrepasará durante el 0.01% del tiempo.
b.	Está relacionada con la tasa de lluvia superada durante el 0.01% del tiempo.	d	Las tres respuestas son correctas.

TEORÍA

Pregunta 1 (1 punto)

¿Cuáles son las perturbaciones producidas por los hidrometeoros en la propagación de las ondas de radio?

Perturbations from hydrometeors are two fold:
Energy of the radio signal is **absorbed** and **scattered** by rain drops or ice particles which rain, snow and hail are composed of.
Ice particles and rain drops, due to their non-spherical shape, create a **polarization rotation effect** that will be associated to the shape, size and distribution of rain drops (or ice crystals



PROBLEMAS

Problema 1 (3.5 puntos)

Un servicio de comunicaciones inalámbricas (20 MHz de ancho de banda y 4π cm de longitud de onda) transmite con un sistema radiante de 9 dBi de ganancia al que se le entrega una potencia de 0 dBm. Las pérdidas óhmicas y por desadaptación de impedancias son despreciables en el transmisor.

Un receptor situado a 10 m del transmisor en la dirección de máxima radiación está equipado con una antena de ganancia 10 dBi, de impedancia de 75 Ω y temperatura de ruido de 424.7 K.

- Calcular la potencia recibida, en W, si el receptor tiene una impedancia de entrada de 50 Ω .
- Calcular las pérdidas por desadaptación de impedancias en el receptor.
- Para solucionar el problema desadaptación se coloca una red que adapta de 75 Ω a 50 Ω y que introduce unas pérdidas de 3 dB. Calcular la relación señal a ruido en el receptor, sabiendo que la figura de ruido del receptor es de 9 dB. Considerar una temperatura ambiente de 27°C.

Nota: Constante de Boltzman $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K. $T_0 = 290$ K

Solución/Emaizta:

$$\begin{array}{llll} \lambda = 4\pi \cdot 10^{-2} \text{ m} & G_{TX} = 9 \text{ dBi} & P_{TX} = 0 \text{ dBm} & r = 10 \text{ m} \\ G_{RX} = 10 \text{ dBi} & Z_{AntRX} = 75 \Omega & Z_{RX} = 50 \Omega & T_a = 424,7\text{K} \end{array}$$

a) Ecuación de espacio libre/Espazio libreko ekuazioa: $P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{FS} - L_{des}$
 $L_{FS} = 10 \log(4\pi r/\lambda)^2 = 10 \log(4\pi \cdot 10/4\pi \cdot 10^{-2})^2 = 10 \log(10^3)^2 = 60 \text{ dB}$

$$L_{des} = -10 \log(1 - |\rho|^2) = -10 \log(1 - |0,2|^2) = 0,18 \text{ dB}$$

$$\rho = (75-50)/(75+50) = 25/125 = 0,2$$

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{FS} - L_{des} = 0 + 9 + 10 - 60 - 0,18 = -41,18 \text{ dBm} = -71,18 \text{ dBW} \rightarrow 7,62 \cdot 10^{-8} \text{ W}$$

b) Ruido en el receptor/Zarata hargailuan.

Red de adaptación/Egokitzapen sarea: $l = 2$

$$\begin{array}{l} T_{amb} = 300^\circ\text{K} \\ B = 20 \cdot 10^6 \text{ Hz} \\ F_{Rx} = 9 \text{ dB} \end{array}$$

$$n_{AntOUTPUT} = KT_a B$$

$$n_{RedOUTPUT} = (KT_a B + KT_{eRed} B) \cdot 1/l = KB \cdot (T_a + T_{amb} \cdot (l-1)) \cdot 1/l = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot (424,7 + 300 \cdot (2-1)) / 2 = 10^{-13} \text{ W}$$

$$n_{RX} = KB \cdot (T_a + T_{amb} \cdot (l-1)) \cdot 1/l + KT_{eRX} B = KB \cdot (T_a + T_{amb} \cdot (l-1)) \cdot 1/l + KT_0(f-1)B = 10^{-13} + 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 290 \cdot (8-1) = 10^{-13} + 5,6 \cdot 10^{-13} = 6,6 \cdot 10^{-13} \text{ W} \rightarrow -121,8 \text{ dBW}$$

$$C: P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{FS} - L_{Red} = 0 + 9 + 10 - 60 - 3 = -44 \text{ dBm} = -74 \text{ dBW}$$

$$C/N = -74 - (-121,8) = 47,8 \text{ dB}$$



Problema 2 (3.5 puntos)

Las pérdidas debidas a la difracción en un obstáculo de tipo filo de cuchillo pueden calcularse siguiendo la aproximación de la recomendación ITU-R P.530-15 que aparece a continuación.

The diffraction loss over average terrain can be approximated for losses greater than about 15 dB by the formula:

$$A_d = -20 h / F_1 + 10 \quad \text{dB} \quad (2)$$

where h is the height difference (m) between most significant path blockage and the path trajectory (h is negative if the top of the obstruction of interest is above the virtual line-of-sight) and F_1 is the radius of the first Fresnel ellipsoid given by:

- En el caso de que en el trayecto exista un único obstáculo que puede considerarse de tipo filo de cuchillo, calcular cuáles serían las pérdidas por difracción en el obstáculo en caso de que el obstáculo, una vez corregida su cota (para atmósfera estándar), quede por encima de la línea de visión directa entre la antena transmisora y la antena receptora una distancia igual al 60% del radio del primer elipsoide de Fresnel.
- ¿Cuáles serán las pérdidas cuando la diferencia de alturas entre el obstáculo y la línea de visión directa coincide con el radio del primer elipsoide de Fresnel estando el obstáculo por encima?
- El enlace está situado en una zona donde en ocasiones el valor del parámetro K llega a $2/3$. ¿Cómo cambiarían las pérdidas por difracción en el obstáculo en esas ocasiones?
- Indicar 3 propuestas para disminuir las pérdidas por difracción en ese obstáculo.

Solución/Emaizta:

- a)** Ikuspegi zuzeneko lerrotik gain / obstáculo por encima de línea de visión directa $\Rightarrow h < 0$

$$h = -0.6F_1$$

$$A_d = -20(-0.6F_1) / F_1 + 10 = 22 \text{ dB}$$

- b)** Ikuspegi zuzeneko lerrotik gain / obstáculo por encima de línea de visión directa $\Rightarrow h < 0$

$$h = -F_1$$

$$A_d = -20(-F_1) / F_1 + 10 = 30 \text{ dB}$$

- c)** Atmosfera estandarra / Atmósfera estándar $\Rightarrow k = 4/3$

The effective terrain height is the geographical elevation plus the Earth's bulge at that location

$$f(x) = \frac{x(d-x)}{2kR_0}$$

$$k \downarrow \Rightarrow f(x) \uparrow \Rightarrow h < -0.6F_1 \Rightarrow A_d > 22 \text{ dB Galera handiagoak / Mayores pérdidas}$$

- d)** Transmisorearen antena igo / Subir la antena del transmisor

Hartzailearen antena igo / Subir la antena del receptor

$$\text{Frekuentzia jaitsi / Disminuir la frecuencia } f \downarrow \Rightarrow F_1 \uparrow \Rightarrow |h/F_1| \downarrow \Rightarrow A_d \downarrow$$

Bestelakoak / otras:

- Oztopoa kendu / Quitar el obstáculo
- k -ren balioa igo / Subir el valor de k