MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN.

Sistemas y Servicios de Transmisión por Radio.

PROBLEMAS DE RADIOENLACES.

PROBLEMA 1.

En el proceso de planificar un radioenlace a 900 MHz se encuentra un emplazamiento para el transmisor con una cota geográfica de 230 m. En dicho punto se piensa instalar una antena con un mástil de 10 m de altura. El receptor se situará en un punto a 6 km del transmisor y cuya cota geográfica es de 190 m, el mástil de la antena receptora será de 1.5 m. Se detecta que para esa dirección hay dos obstáculos potencialmente obstructivos: El primero a 2.5 Km del transmisor, con una cota geográfica de 230 m; y el segundo a 3.5 km del transmisor y con una cota de 220 m. Calcule las pérdidas totales del enlace.

PROBLEMA 2.

Suponga que en el estudio del emplazamiento de una estación base (EB) de telefonía móvil (857 MHz) se detecta que en una de las direcciones de mayor interés, pues a 5 Km de la EB pasa una autopista, existen dos obstáculos potenciales. Se decide por tanto estudiar con detalle el efecto de dichos obstáculos.

- Calcule las pérdidas que producen los obstáculos.
- Calcule las pérdidas totales del enlace.

OTROS DATOS:

Distancia de los obstáculos al transmisor: $X_1=2$ Km, $X_2=3$ Km

Cotas geográficas del terreno en el Tx y Rx : $c(0)= 211$ m. ; $c(D)=200$ m.

Altura de los mástiles de las antenas: $h_b=12$ m. , $h_m= 1.5$ m.

Cotas geográficas del terreno en los obstáculos: $c(x_1)= 220,65$; $c(x_2)= 201, 15$

PIRE de la estación base 50 dBm. Ganancia de la antena receptora 0 dB.

PROBLEMA 3

Considere un radioenlace a 3 GHz entre dos puntos separados 40 Km sobre el mar, por lo tanto no hay más obstáculo que la superficie de la tierra. Por otra parte se quiere utilizar dos antenas situadas a igual altura. La potencia transmitida es de 500 W, y las dos antenas tienen igual ganancia: 20 dB.

- Calcule la altura mínima que deben tener las antenas sobre la superficie del mar para que el despojamiento sea al menos igual al primer radio de Fresnel. Considere que no hay refracción.
- Repita el cálculo anterior suponiendo que hay una refracción propia de una atmósfera normal.
- Encuentre que altura deben tener las antenas para poder considerar que las pérdidas son exclusivamente la del espacio libre.
- Calcule las pérdidas para el caso c).
- Suponga que las alturas de las antenas coinciden con la flecha de la tierra en su punto central, calcule la potencia recibida en unidades dBm.

PROBLEMA 4

Considere un radioenlace urbano a una frecuencia de 30 GHz, entre dos edificios separados 2 Km. Suponga que existe despejamiento suficiente. Calcule las pérdidas de propagación debido a la lluvia en el 0.01% del tiempo si la tasa de precipitaciones que sólo se superan en el 0.01 % del tiempo es de 50 mm/h. Considere que la polarización de las antenas es horizontal. ¿Qué pérdidas tendríamos si quisiésemos garantizar la disponibilidad del enlace durante el 99.999% del tiempo?

PROBLEMA 5

En el proceso de planificar un radioenlace a 1.8 GHz se encuentra un emplazamiento para el receptor con una cota geográfica de 115 m. En dicho punto se piensa instalar una antena con un mástil de 5 m de altura. El transmisor se situará en un punto a 3 km del receptor y cuya cota geográfica es de 95 m, el mástil de la antena transmisora será de 1 m. Se detecta que para esa dirección hay dos obstáculos potencialmente obstructivos: El primero a 1.25 Km del receptor, con una cota geográfica de 108 m; y el segundo a 1.75 km del receptor y con una cota de 103 m. Calcule las pérdidas totales del enlace.

PROBLEMA 6

En el proceso de planificar un radioenlace a 3.6 GHz se encuentra un emplazamiento para el transmisor con una cota geográfica de 120 m. En dicho punto se piensa instalar una antena con un mástil de 5 m de altura. El receptor se situará en un punto a 4 km del transmisor y cuya cota geográfica es de 96 m, el mástil de la antena receptora será de 4 m. Se detecta que para esa dirección hay dos obstáculos potencialmente obstructivos: El primero a 1 Km del transmisor, con una cota geográfica de 118.6 m; y el segundo a 2.5 km del transmisor y con una cota de 106.3 m. **Calcule las pérdidas totales del enlace.**

PROBLEMA 7

Una operadora de telefonía móvil desea conectar dos estaciones base urbanas separadas 2 Km mediante un radioenlace que operará a 30 GHz. Se considera que el despejamiento es insuficiente, pues hay un edificio interpuesto que no se puede evitar y el rayo directo es prácticamente rasante. Se conocen además los siguientes datos:

- Ganancia de las antenas 35 dB
- Polarización vertical
- Potencia transmitida: 30 dBm
- Intensidad de lluvia al 0.01 % 60 mm/h
- Umbral para BER= 10^{-3} , -50 dBm.
- Factor P_0 de actividad de desvanecimientos: 0.18
- MTBF= 4 años
- MTTR: 4 horas

- a) Calcule la calidad y disponibilidad del radioenlace, comente si sus valores están dentro de los estándares aceptados.
- b) Teniendo en cuenta que la potencia umbral responde a la ecuación

$$P_h \text{ (dBm)} = E_b/N_0 + F_s + 10 \log (R_b) - 174 \text{ (dBm/Hz)}$$

Dónde E_b/N_0 es la relación señal a ruido necesaria para una BER de 10^{-3} , R_b es la velocidad bruta de transmisión en bits/s, y F_s la figura de ruido del receptor.

Explique cómo un transmisor adaptativo puede mantener la calidad y disponibilidad del sistema cambiando el tipo de modulación empleada.

- c) Teniendo en cuenta la expresión de la potencia umbral (o sensibilidad) dada en el apartado anterior, calcule el efecto sobre la calidad del radioenlace si se aumentara en 4 veces la velocidad de transmisión (bits/s) prevista en el diseño inicial.
- d) Comente si el aumento de velocidad del apartado c) tendría también impacto en la disponibilidad del radioenlace.

PROBLEMA 8

Considere un radioenlace urbano a una frecuencia de 30 GHz, entre dos edificios separados 2 Km, la altura de estos dos edificios es igual y la altura de los edificios más los mástiles de las antenas es de 100 m. En mitad del vano existe un edificio cuya altura es de 101.8 m.

- a) Calcule la potencia transmitida necesaria para que la indisponibilidad por lluvia del enlace sea igual o inferior al 0.05%. Considere que la tasa de precipitaciones que sólo se superan en el 0.01 % del tiempo es de 50 mm/h.
- b) Calcule la calidad del enlace que se consigue con la potencia calculada anteriormente.

Se conocen además los siguientes datos:

- Ganancia de las antenas: 30 dB
- Polarización vertical
- Umbral para BER 10^{-3} : -70 dBm
- Factor P_0 de actividad de desvanecimientos: 0.25 (%)
- MTBF: 3 años
- MTTR: 6 horas

PROBLEMA 9

Una operadora de telefonía móvil desea conectar dos estaciones base urbanas separadas 3 Km mediante un radioenlace que operará a 28 GHz. Se considera que el despejamiento es insuficiente, pues hay un edificio interpuesto que no se puede evitar y el despejamiento es de $h = -0.3 R$. Se conocen además los siguientes datos:

- Ganancia de las antenas 30 dB
- Polarización vertical
- Potencia transmitida: 40 dBm
- Intensidad de lluvia al 0.01 % 60 mm/h
- Umbral para BER= 10^{-3} , -60 dBm.
- Factor P_0 de actividad de desvanecimientos: 1.8 %
- MTBF= 4 años
- MTTR: 4 horas

e) Calcule la calidad y disponibilidad del radioenlace, comente si sus valores están dentro de los estándares aceptados.

f) Teniendo en cuenta que la potencia umbral responde a la ecuación

$$P_h \text{ (dBm)} = E_b/N_0 + F_s + 10 \log (R_b) - 174 \text{ (dBm/Hz)}$$

Dónde E_b/N_0 es la relación señal a ruido necesaria para una BER de 10^{-3} , R_b es la velocidad bruta de transmisión en bits/s, y F_s la figura de ruido del receptor.

Explique cómo un transmisor adaptativo puede mantener la calidad y disponibilidad del sistema cambiando el tipo de modulación empleada.

g) Teniendo en cuenta la expresión de la potencia umbral (o sensibilidad) dada en el apartado anterior, calcule el efecto sobre la calidad del radioenlace si se aumentara en 4 veces la velocidad de transmisión (bits/s) prevista en el diseño inicial.

h) Comente si el aumento de velocidad del apartado c) tendría también impacto en la disponibilidad del radioenlace.