



Universidad de Granada

Curso 2012-2013

Antenas y Propagación



Difracción por filo de cuchillo producido por las olas del mar

Relación de Problemas

Tema 3: Propagación de ondas en medio natural

Profesor: Ignacio Sánchez García
4º Curso de Ing. de Telecomunicación
Curso 2012-2013



RELACIÓN DE PROBLEMAS 3:

Propagación de ondas en medio natural

1. Considere un radioenlace de microondas con las siguientes características:

- a) Frecuencia: 3 Ghz.
- b) Potencia del transmisor: 18 dBm
- c) Potencia mínima de recepción en el receptor: -78 dBm
- d) Ganancia de la antena transmisora: 14 dB
- e) Ganancia de la antena emisora: 14 dB

Suponga que las antenas están adaptadas en polarización y cada una de ellas adaptada a las cargas del TX y el RX y ambas sin pérdidas.

- a) Calcular la máxima distancia que se puede alcanzar con dicho radioenlace si se deja un margen sobre el nivel mínimo del receptor de 10 dB por atenuación por lluvia.
- b) Si se desea alcanzar 10 Km, ¿cuál debería ser la ganancia de la antena transmisora?
- c) Calcule para los apartados a y b los radios de Fresnel si en la mitad del camino nos encontramos con un obstáculo.

2. Se desea instalar una emisora que debe operar en la frecuencia de 103.8 MHz para dar servicio a una población de 50 000 habitantes cuya extensión aproximada es de 3×3 km (9 km^2) y no hay otras poblaciones cercanas a las que interese dar servicio.

La ubicación de la emisora será en una colina de 100 m de altura sobre el área de servicio, localizada a 12 km del centro de la población y se pretende instalar la antena, de polarización circular, sobre una torre de 30 m de altura y a 10 m de la caseta de transmisión. La intensidad de campo deseada en la población a servir es de $66 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ y la atenuación en la trayectoria de propagación sigue una ley del tipo proporcional a $d^{-2.2}$ donde d es la distancia en metros entre la antena transmisora y el punto de recepción.

Calcular la ganancia de la antena transmisora si las potencias de los transmisores disponibles que se pueden utilizar son 10 W o 50 W.

Nota: Suponga que se tiene adaptación en polarización y entre antena y cable.

3. Un sistema de radiocomunicaciones tiene los siguientes parámetros:

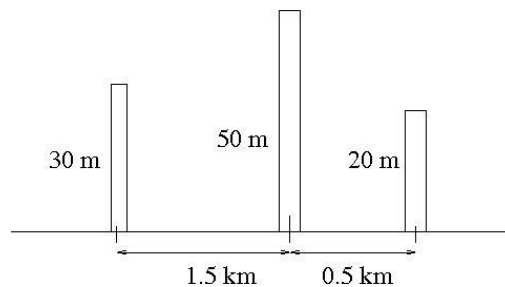
- a) $f = 26 \text{ GHz}$
- b) $P_T = 1 \text{ W}$
- c) $\alpha_{T,R} = 2 \text{ dB}$, atenuación de las guías en Tx y Rx
- d) $A_{eT,R} = 0,02 \text{ m}^2$, área efectiva de la antena en Rx
- e) $d = 2 \text{ Km}$. Distancia entre el transmisor y el receptor

Determinar:

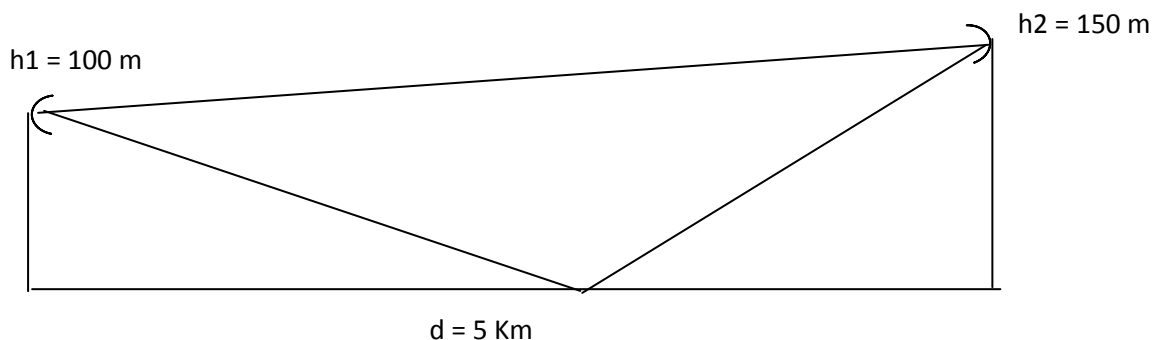
- a) La intensidad de campo en el espacio libre en el punto de recepción y la densidad de potencia en el espacio libre en el punto de recepción
- b) Determinar la atenuación en el espacio libre y a partir de ella obtener la potencia recibida expresada en dBm.



- c) Calcular la atenuación por lluvia con polarización horizontal y una intensidad de lluvia de 35 mm/h. A partir de este dato recalcular la potencia recibida respecto a la potencia en espacio libre. Hacer uso de las tablas de la transparencia 41.
- d) En las condiciones del apartado c, considere el perfil de la figura. Obtener la atenuación por difracción¹ y recalcular de nuevo la potencia recibida.



4. Calcular el valor de la potencia recibida en el radioenlace mostrado en la figura. Datos: frecuencia 1 GHz. Potencia transmitida: 10 mW. Ganancia de las antenas Tx y Rx: 20 dB cada una. Coeficiente de reflexión $\Gamma = 0.8 \angle 180^\circ$.



¹ La pérdida en dB causada por la presencia de un obstáculo puede aproximarse por la expresión $A(\nu) = 6.9 + 20 \log \left(\sqrt{(\nu - 0.1)^2 + 1} + \nu - 0.1 \right)$ donde ν es el parámetro de Fresnel

definido como $\nu = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}}$. La expresión anterior es válida para $\nu > -0.7$.



5. Se desea calcular la potencia de señal a la entrada de un receptor el cual está situado a una altura de 500 m y separado una distancia del transmisor de 60 km. La altura del transmisor es también de 500 m. A mitad de camino entre receptor y transmisor se localiza una montaña de 445 m de altura. Las antenas transmisoras y receptoras están conectadas a sus respectivos transmisores y receptores mediante una guía de ondas de 30 m de longitud. Obtener la relación señal ruido a la salida del receptor. Considere los efectos de difracción y refracción atmosférica.

Datos:

- Frecuencia: 10 GHz
 - Ganancia de la antena transmisora: 40 dB
 - Ganancia de la antena receptora: 40 dB
 - Potencia del transmisor: 1 W
 - Pérdidas en las guías: 0.2 dB/m
 - Temperatura de ruido de antena: 150 K
 - Ancho de banda: 40 MHz
 - Radio medio de la Tierra: 6370 km
 - Constante de Boltzman: 1.38×10^{-23} J/K
 - Parámetro de atmósfera (k): 4/3
6. Una empresa de radiodifusión nos ha solicitado la medición de su antena ya que se sospecha que la antena, en su modo de trabajo, está superando la PRA² máxima permitida que es de 15 W. De la antena se sabe que su centro de radiación está situado a una altura de 8 m sobre el suelo y emitiendo a una frecuencia de 100 MHz. Para la medida de la antena contamos con un medidor selectivo en frecuencia que consta de una antena con ganancia isotrópica de 1 dBi y un cable coaxial de 5 m de longitud y cuyas pérdidas por desadaptación (en los adaptadores) es de 6 dB y una atenuación de 0.5 dB/m. La potencia recibida en el medidor situado a 270 m de la antena emisora es de -9 dBm. El centro de radiación de la antena receptora está a 2 m del suelo y usa polarización horizontal. Se puede considerar que no existen pérdidas por despolarización.
- a) Haciendo uso de un modelo de propagación en espacio libre, evaluar el funcionamiento de dicha antena.
 - b) Haciendo uso de un modelo de tierra plana y suelo conductor perfecto, hacer una estimación para el valor de la PRA.
7. Se desea instalar una emisora de radio funcionando en la banda de los 200 m en una zona rural que sirva a una zona circular de radio 20 Km. El campo mínimo utilizable es de $E_{\min} = 54$ dB μ V/m. Para ello se usa una antena que radia una PIRE de 10 kW. La antena está situada a una altura efectiva de 37.5 m y la antena receptora situada a una altura de referencia de 10 m.
- a) Calcular si es viable o no la cobertura deseada.

² Se define la PRA (Potencia Radiada Aparente) de igual forma que la PIRE pero usando como directividad de la antena la de un dipolo $\lambda/2$. La relación entre ambas es $PRA = PIRE/1.64$ [W] = PIRE (dBW) - 2.15 dBW.



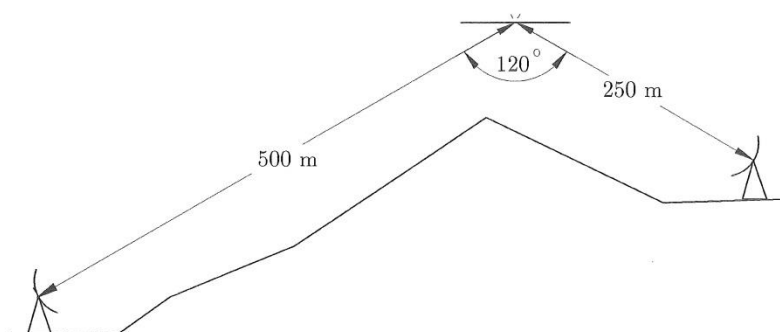
- b) ¿Cuál sería la máxima cobertura alcanzada para una intensidad de campo mínima?

Datos: las características eléctricas del terreno son $\epsilon_r=40$ y $\sigma=3 \times 10^{-2}$ S/m

8. Se desea establecer un radioenlace para comunicar dos antenas situadas entre Punta de Oliveros en España y Punta Cires en Marruecos, ambos separados una distancia de 24.4 km. Para ello se usan antenas con polarizaciones verticales y situadas a una altura de 7 metros sobre el suelo para la antena en el lado español y una antena de ganancia 40 dB y de 20 metros de altura para la antena en el lado de marroquí. Suponga que la frecuencia del radioenlace es a 8.5 GHz y presenta adaptación perfecta entre antenas y sus cables.

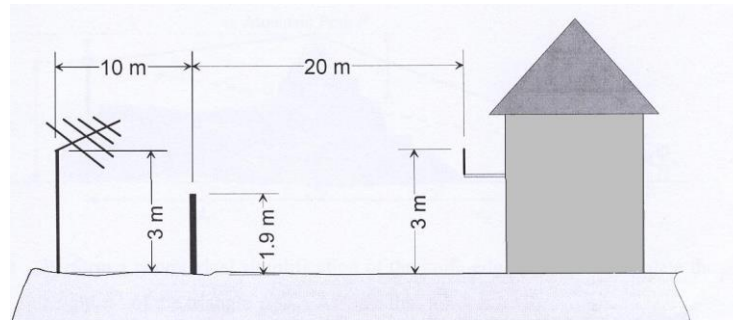
Calcular:

- La potencia recibida, en dBm, en la antena marroquí sabiendo que, la PIRE de la antena española es de 10 kW supuesto una propagación en espacio libre.
 - La potencia recibida en las condiciones del apartado anterior si tenemos en cuenta que el factor de radio efectivo para la Tierra en esta zona es de $k=3/2$.
9. Calcular la MUF para una comunicación ionosférica cuya reflexión se produce en la capa F2 ($N=6 \times 10^5$ elec/cm³) y a una altura de 325 km sabiendo que el alcance de la misma es de 1300 km. ¿Cuál sería la frecuencia óptica de trabajo?
10. Un radar de banda S que opera a una frecuencia de 3 GHz radia una potencia de 200 kW. Determinar la densidad de potencia de la señal a distancias de 1852 km y 7408 km si el área efectiva de la antena es de 9 m². Considerando un objeto de 20 m² a 5556 km, calcule la potencia de la señal reflejada en el radar.
11. Un radioenlace que funciona a 11 GHz emplea antenas de 34 dB de ganancia. Dado que no presenta visibilidad directa, es necesario utilizar un reflector pasivo plano de 1 m². La potencia del transmisor son 15 dBm. Las pérdidas en la línea de alimentación de la antena transmisora son de 1 dB. Las pérdidas en la línea de alimentación de la antena receptora y el filtro de entrada son de 3 dB en total. Considerar la propagación en espacio libre. Calcular:
- Densidad de potencia en el receptor pasivo
 - Potencia interceptada por dicho reflector.
 - Potencia recibida en la antena
 - La distancia a la cual se tendría, con visibilidad directa, la misma potencia recibida





12. En las proximidades de un edificio de apartamentos se ha instalado un enlace de microondas trabajando a 6 GHz. La antena se ha instalado a una altura de 3 m y a una distancia de 30 m de la casa. Un inquilino del edificio mide desde su balcón situado a 3 metros sobre tierra una intensidad de campo eléctrico que es 3 veces superior a la permitida por la ley. Una pared que tiene una altura de 1.9 está situada entre la antena y el edificio a una distancia de 10 m de la antena. Asumir que no existen reflexiones sobre tierra y que la pared es delgada



- ¿Qué intensidad de campo se mediría, respecto al valor medido por el inquilino, si la pared no estuviera?
 - ¿Qué altura ha de tener la pared para que la intensidad de campo eléctrico medido en el balcón del edificio cumpla la reglamentación sobre salud pública?
 - Mientras los albañiles modifican la pared, se ha producido un incremento máximo en la intensidad del campo eléctrico medido en el balcón. ¿Cómo justificaría este aumento? Respecto a la altura original de la pared, ¿cuánto habrían construido o destruido los albañiles cuando se produjo éste aumento?
13. Dos bocinas rectangulares idénticas de ganancia 17 dBi se sitúan en el transmisor y el receptor de un radioenlace a 10 GHz, de 5 km de vano, sobre torres de 20 m de altura.
- Calcule las pérdidas del radioenlace en espacio libre en dB.
 - Calcule las pérdidas del radioenlace incluyendo la propagación frente a tierra plana en dB. Considere un coeficiente de reflexión $\Gamma = -0.5$.
 - Calcule las pérdidas del radioenlace del caso b) en condiciones de lluvia intensa (100 litros/hora) en dB.
 - ¿Qué intensidad de lluvia puede soportar el radioenlace para que el nivel de señal no baje en 4.8 dB con respecto al nivel sin lluvia?