



## RADIOCOMUNICACIÓN

### PROBLEMAS TEMA 1

#### Fundamentos de los sistemas de radiocomunicación

**P1.-** Calcular las pérdidas debidas a la propagación por espacio libre de un radioenlace que opera a 6,135 GHz y su longitud es de 47 Km. ¿Qué ocurre si doblamos su frecuencia? ¿Y si la reducimos a la mitad? ¿Y si doblamos la longitud?

**P2.-** Tenemos tres antenas a las cuales se entrega 80 W. La primera tiene una pira de 100 W, la segunda una pira de 160 W, y la tercera tiene una ganancia respecto de la antena vertical corta de 2 unidades. ¿Cuál tiene mayor y cuál menor ganancia?

**P3.-** Un transmisor radia una potencia de 1 Kw a una frecuencia de 900MHz en la dirección deseada. ¿Cuál es la potencia recibida por una antena isótropa situada a 2 Km de distancia en esa dirección? Suponer antenas isotrópicas.

**P4.-** Dado un sistema que genera un campo en recepción de 30 dBu. ¿Cuáles son las pérdidas básicas de propagación si la PIRE de transmisión es de 1,2 KW y la frecuencia de la señal es de 12 GHz? ¿A qué distancia se encuentran? Considerar que la antena de recepción es isótropa y que existe una atenuación por lluvia de 30 dB.

**P5.-** Un satélite geostacionario (a 36000 Km de distancia) transmite sobre Madrid con una antena que presenta una impedancia de entrada de  $50+j25 \Omega$  que se alimenta con una corriente de pico de 1 Amp. Sabiendo que la ganancia de la antena vale 27 dBi, determine el área equivalente de absorción que debe poseer una antena receptora para conseguir que la señal entregada al receptor tenga un nivel de -120 dBW.

La antena receptora presenta una resistencia de radiación de  $65 \Omega$  y una resistencia de pérdidas de  $5 \Omega$  a la frecuencia de recepción de 1,1 GHz. ¿Cuál es el valor de la ganancia directiva de la antena?

**P6.-** Un receptor de comunicaciones móviles tiene un voltaje mínimo de  $0,35 \mu\text{V}$  en bornas de la antena. El equipo utiliza una antena real de ganancia 3,5 dBd con una resistencia de radiación a la frecuencia de trabajo, que es de 460 MHz, igual a  $60 \Omega$ .

La resistencia de pérdidas de la antena es de 2 Ohm. La impedancia de entrada del receptor es resistiva e igual a 50 Ohm. Se pide:

1. Longitud efectiva y rendimiento de la antena del receptor.
2. Campo mínimo necesario en la antena.
3. Si el campo recibido es 20 dB superior al mínimo necesario, potencia disponible en el receptor.

**P9.-** Un transmisor de comunicaciones con barcos a corta distancia, funciona en la frecuencia de 25 MHz. y entrega 2 W a su antena que es un dipolo vertical corto, situado a 5 m. de altura sobre el nivel del mar. Se enlaza con un barco situado a 1 km. cuya antena receptora es otro dipolo corto situado a 2 m. de altura. Se adjuntan las fórmulas que modelan teóricamente la propagación en las condiciones descritas.

Densidad de flujo de potencia	Área equivalente de recepción
$\phi = \frac{P_t \cdot \cos^4 \psi \cdot g_t [2 \cos(kh_t \text{sen} \psi)]^2}{4\pi d^2 (1 + \Delta_t)}$	$A_r = \frac{\cos^2 \psi \cdot g_r \cdot \lambda^2}{4\pi (1 + \Delta_r)}$

donde  $\psi = \text{tg}^{-1} \left( \frac{h_t - h_r}{d} \right)$

$g_t, g_r$ : ganancias de las antenas

$h_t, h_r$ : alturas de las antena sobre el suelo

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\Delta = \frac{3}{(2kh)^2} \cdot \left[ \frac{\text{sen}(2kh)}{2kh} - \cos(2kh) \right]$$

En esta última ecuación se utilizará  $h_t$  y  $h_r$  para calcular  $\Delta_t$  y  $\Delta_r$  respectivamente

Calcule:

1. Densidad de flujo de potencia en la antena receptora (W/m<sup>2</sup>).
2. Intensidad de campo en la antena receptora (mV/m y dBu).
3. Área efectiva de la antena receptora.
4. Pérdida básica de propagación
5. Ganancias de las antenas para el trayecto.
6. Diagrama de bloques energético del circuito, indicando los valores de las pérdidas y niveles de señal en los interfaces de referencia.

**P10.-** Se diseña un enlace entre un equipo transmisor y otro receptor, en el que el transmisor entrega una potencia de 100 KW a una antena de 6 dB de ganancia, a través de unos circuitos de acoplo cuya atenuación es de 2 dB y un cable coaxial de 25 m que presenta una atenuación de 0,001.f dB/m, estando la frecuencia  $f$  expresada en MHz. En el extremo receptor se dispone una antena de 3 dB de ganancia y un rendimiento del 90%, conectada, a través de un cable que presenta una atenuación de 0,2 dB a la frecuencia de trabajo, a una etapa de acoplo que atenúa 0,3 dB, y de ésta al receptor. Si

la frecuencia de trabajo es de 100 MHz, la distancia entre las estaciones transmisora y receptora es de 10 km, la atenuación debida al modo de propagación se estima en 2 dB, y la antena transmisora está desadaptada, cifrándose el grado de desadaptación en una relación de onda estacionaria de valor 3, se pide:

- Determinar el valor de todas las potencias del modelo energético del sistema en los lados transmisor y receptor.
- Determinar las pérdidas en los distintos puntos del sistema.
- Representar gráficamente los niveles de potencia en cada punto significativo del enlace, indicando qué parámetro corresponde a cada tramo de la gráfica.
- Potencia disponible a la entrada del receptor

**P11.-** Se considera un enlace entre un transmisor que entrega una potencia de 10w a la ganancia de 8 dB y rendimiento del 95% a través de un cable de 1,2 dB de pérdidas. La antena receptora tiene una ganancia de 3 dB y un rendimiento de 97,7%. Está conectada al receptor por un cable con unas pérdidas de 1 dB. Podemos considerar que  $L_{bf}$  es igual a 120 dB. Calcular las pérdidas globales y la potencia recibida.

**P12.-** Dado un radioenlace de 34 Km que opera a 6,1 GHz y tiene las siguientes características: una guíaonda de 37 metros del tipo EW-64 (5,5dB/100m) y una transición con 0,2 dB de pérdidas en el transmisor. Una antena transmisora de 38 dB con 0 dBW a la entrada de la guíaonda. ¿Cuál es la potencia recibida (en dBm) en bornas de la antena si  $G_R$  es 35 dB?

**P13.-** Se constituye un enlace radioeléctrico del modo siguiente: Transmisor de 20 w unido a su antena por 10 m de cable coaxial de 0,076 dB/m de atenuación. Antena transmisora de rendimiento 95% y ganancia igual a 6dBi. La longitud del enlace es de 35 Km y su frecuencia 450 MHz. El medio de propagación produce una atenuación de campo igual a 20dB. La antena receptora es un dipolo  $\lambda/2$  con adaptación de impedancias y está unida al receptor a través de 2m de cable de las mismas características que el transmisor.

Calcule:

- Potencia radiada aparente del transmisor
- Pérdida básica de propagación
- Intensidad de campo en el receptor
- Pérdida del sistema
- Potencia disponible a la entrada del receptor.

**P14.-** En la calle de una ciudad grande, se han medido con un teléfono móvil, los siguientes valores de potencia en cuatro canales GSM-900 (para los cálculos utilizar 900 MHz como frecuencia de trabajo) de un operador:

- Canal 1: -65 dBm
- Canal 2: -63 dBm
- Canal 3: -68 dBm
- Canal 4: -70 dBm

Se supone que la ganancia de la antena del teléfono móvil es -1 dBd (el caso más desfavorable), se pide:

- a) Calcular la densidad de flujo de potencia total considerando que la potencia total recibida es la suma en unidades de potencia de todos los canales recibidos.

La estación base más cercana, situada a 1,5 Km, está compuesta por elementos pasivos que introducen 2,5 dB de pérdidas y una antena de ganancia 4 dBi que emite con una potencia total (la suma de los cuatro canales) de 74,5 dBm.

- b) Calcular la altura a la que se encuentra la estación base para cumplir las especificaciones dadas si las pérdidas de propagación se modelan a través de la fórmula de Okumura-Hata y el receptor tiene una altura de 1,5m.