

Validación de modelos de propagación sobre mar para GSM-900

Miguel Arcas Oliver, Juan José Flores Mederos,
Jose M^a Hernando Rábanos
Telefónica Móviles España, S.A.
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen:

En el presente artículo, se presenta un análisis comparativo entre medidas reales de la pérdida básica de propagación en GSM 900 MHz y las predicciones proporcionadas por tres modelos: el empírico basado en la Recomendación P.370-7 de la UIT[1], el modelo de reflexión descrito por la UPV [2] y el de difracción por tierra esférica según la Recomendación P.526-3 de la UIT.

1. Proceso de medición.

El propósito de este estudio es el establecimiento de la correlación de las medidas reales respecto a los actuales métodos de cálculo de pérdidas y propagación sobre el mar. Dichas pruebas fueron realizadas en rutas marítimas utilizadas por navíos en las islas Baleares.

Para la realización de la medida se utilizó el equipo de medidas de Telefónica Móviles España (TME) denominada maleta SAM (ver fig. 1), cuyo contenido es: teléfono de ingeniería marca Sagem modelo OT75-M dual con salida de datos para puerto serie de PC con antena exterior, un PC portátil Pentium II y GPS.



Figura 1: Fotografía equipo de medida SAM

Se utilizó una hoja de cálculo para la implementación de los cálculos matemáticos de los tres modelos tratados:

- El empírico basado en la Recomendación P.370-7, de la UIT.
- El modelo de reflexión descrito por la UPV.
- El de difracción por tierra esférica según Recomendación P.526-3 de la UIT.

Dado que una de las premisas de este estudio era partir de datos reales de llamadas, se tuvo que hacer un preprocesado y selección de medidas. Se

discriminaron los datos no representativos de los ficheros de medidas obtenidos del equipo SAM con objeto de no desvirtuar los cálculos. De dichas medidas se identifican las células servidoras (la estación base de TME correspondiente para cada medida), con sus potencias reales, altura dirección y modelo de antena, pérdidas, etc. Se tuvieron en cuenta los parámetros de desapuntamiento (haz horizontal y vertical) entre la antena de la estación base y la posición del barco. Se caracterizó el transmisor y el receptor instalado en el barco, ganancia, altura de antenas, pérdidas etc.

Los ficheros generados por el equipo SAM son específicos para esta unidad de medida, del tipo *.umi. Los datos fundamentales proporcionados son entre otros: coordenadas, nivel de señal y célula servidora. Mediante el conversor de ficheros MED2SHP se convierten en tipos: *.shp (para representación gráfica en Arcview) y *.dbf donde se reflejan los valores de la medida mediante una tabla. Posteriormente se cruzan los datos obtenidos en esta tabla con los datos proporcionados por la hoja de cálculo de modelos y a partir de aquí se realiza el estudio comparativo.

2. Modelos utilizados.

Para el cálculo de la predicción de la propagación radioeléctrica en los enlaces sobre el mar, hemos utilizado los tres métodos anteriormente mencionados, aplicándolos a la pérdida de propagación y a la potencia de la señal en recepción. Este estudio se basó en la siguiente consideración: el terminal está ubicado en el barco y la antena de transmisión está localizada cerca del litoral, de tal forma que la separación entre la antena de recepción y la de transmisión en la estación base no supere la distancia de visibilidad.

Se ha comprobado que el primer método utilizado (Recomendación P. 370-7 de la UIT) es aplicable en cualquier caso. Se trata de un método empírico basado en amplias campañas de medidas.

Para que el método teórico descrito por la Universidad Politécnica de Valencia sea válido, se debe garantizar que el ángulo del hipotético rayo reflejado en el mar supere un valor mínimo dado por $\psi_{lim}(mrad) = (5400/f(MHz))^{1/3}$ [4]. El rayo fundamental debe ser directo. En este caso se ha tenido en cuenta la naturaleza cambiante del mar, el continuo movimiento de las olas, su rugosidad, etc. Por ello, cuando un rayo incide sobre la superficie

del agua, además de la reflexión especular surgen infinitos rayos en diferentes direcciones, constituyendo la componente incoherente del campo. Este modelo es aplicable siempre que la estación base esté suficientemente cerca de la costa, asegurando con ello, que la reflexión que se produzca sea sobre el mar y que las constantes utilizadas en la determinación del coeficiente de reflexión sean las del mar.

El modelo de tierra esférica es aplicable solo para enlaces sobre el mar y no contempla las características del terreno seco. Esto viene justificado porque en la curvatura terrestre da lugar a una obstrucción de la primera zona de Fresnel asociada al enlace, por lo que se produce la difracción. Se aplica este modelo cuando no se cumpla la condición límite dada por el ángulo ψ_{lim}

3. Resultados de las medidas.

Como primer resultado, se puede decir que la condición angular que caracteriza el ámbito de aplicación del modelo de difracción no se ha cumplido en las medidas realizadas y por ello no se tienen comparaciones para este modelo. Esto es lógico, porque la altura de las estaciones dedicadas a dar servicio al mar es considerable y por ello no se cumple esa condición de incidencia rasante.

Se facilitan resultados para dos de las rutas de medidas por considerarlas representativas: La primera de ellas, ver fig. 2, corresponde al servicio proporcionado por una estación dominante y un móvil situado en la cubierta de un ferry (condiciones de la medida) a una distancia de 30 a 75 km:

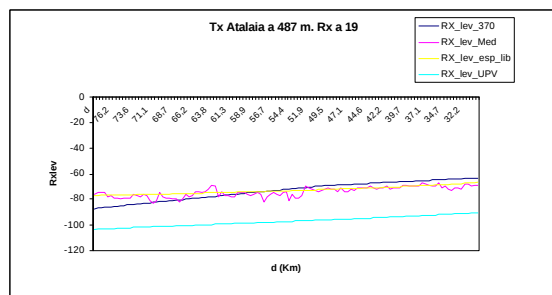


Figura 2: Pérdidas para EB Atalaia

En ella se puede observar una característica general en medidas a larga distancia con servidoras dominantes: la señal sigue con bastante fidelidad al modelo 370 para el 50 % de las ubicaciones y el 50 % del tiempo, con cierta similitud con las pérdidas de espacio libre. El modelo de la UPV proporciona una visión pesimista que en otras medidas podría predecir márgenes de desvanecimiento.

La segunda ruta, ver fig. 3, corresponde a un teléfono móvil en la cubierta de una pequeña embarcación de recreo en las proximidades de la costa (de 3 a 8 km):

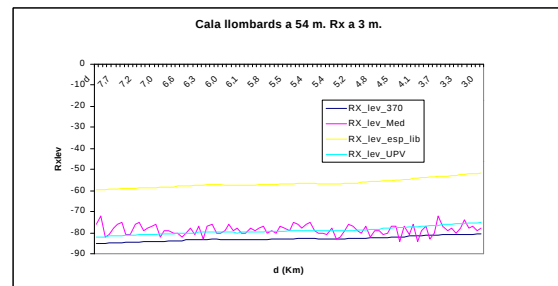


Figura 3: Pérdidas para EB Cala Llobards

En estas condiciones, coinciden en gran medida los datos proporcionados por los dos modelos aplicables y la medida, difiriendo enormemente de las pérdidas de espacio libre.

4. Conclusiones.

No resulta aplicable, en términos prácticos, para telefonía móvil, el modelo de difracción. Podría serlo en casos particulares de una sola estación de cota muy baja como única servidora.

El modelo 370 es el que en todo caso presenta una mayor fidelidad a los resultados obtenidos en las mediciones.

A medida que aumentan la altura y distancia de la estación servidora hay una mayor predominancia del efecto de visión directa, ya que el modelo 370 y la medida tienden a las pérdidas de espacio libre.

A distancias medio-cortas y alturas de estación servidora de cotas bajas, parece ajustarse mejor el modelo de la UPV.

El mar tiene un efecto de cancelación respecto a las pérdidas de espacio libre. Este efecto va desapareciendo a medida que aumenta la distancia y la altura de la estación servidora.

5. Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Telefónica Móviles España por los medios facilitados para desarrollar éste trabajo que se inscribe en el marco de formación de Telefónica Móviles

Referencias.

- [1] Recomendación P.370-7, de la UIT.
- [2] Rubio L., Rodrigo V.M., Juan-Llacer L., Cardona N., “Modelo de propagación para entornos marítimos”
- [3] Modelo de difracción por tierra esférica según Recomendación P.526-3 de la UIT
- [4] Hernando Rábanos J. M., *Transmisión por radio*, Editorial CEURA Madrid 1995