

CARACTERIZACIÓN Y MODELADO DEL CANAL RADIO A 17 GHZ EN ENTORNOS INTERIORES

*Manuel Lobeira Rubio**

*Ana García Armada***

*ACORDE (Santander)

**Dpto. Tecnologías de las Comunicaciones

Universidad Carlos III de Madrid

*mlobeira@acordecom.com

**agarcia@tsc.uc3m.es

Rafael Torres Jiménez

José Luis García García

Dpto. de Ing. de Comunicaciones

Universidad de Cantabria

rtorres@dicom.unican.es

jlgarcia@dicom.unican.es

RESUMEN

Este documento presenta los resultados de un completo estudio realizado sobre el canal radio en interiores a la frecuencia de 17 GHz. En este informe se han incluido parámetros de banda ancha como el ancho de banda de coherencia o la dispersión de retardo rms, y los relativos a la cobertura, como el exponente de las pérdidas de propagación o la estadística de desvanecimientos. Además de los resultados de la caracterización, el informe incluye un modelo de canal recientemente desarrollado. Ambos han sido contrastados con referencias bibliográficas para verificar su fiabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

En la evolución actual de las comunicaciones destaca la proliferación de estándares de alta velocidad en interiores. Dentro del Programa IST de la Unión Europea, y participado por varias empresas, el proyecto Wind-Flex persigue este objetivo. Se trata de desarrollar una red de área local vía radio de banda ancha (50 MHz por canal) que alcance una velocidad de 100 Mbps, aprovechando la banda asignada, 17.1-17.3 GHz, y, utilizando una modulación del tipo OFDM, provea servicio en un rango de hasta 20 m (con LOS, al menos 5m con NLOS).

Dado que las prestaciones que se desean ofrecer son muy elevadas, el efecto del canal de propagación ha de ser analizado de forma exhaustiva, obteniendo una caracterización precisa y un modelo de canal sencillo que posibilite la posterior simulación del mismo. Estos dos son los objetivos de este estudio.

En primer lugar presentaremos el proceso de simulación empleado (ubicaciones y herramienta software), seguido de la caracterización del canal realizada. A continuación se presentará el modelo desarrollado a esta frecuencia, terminando con las principales conclusiones que pueden extraerse de lo presentado en esta memoria .

2. CARACTERIZACIÓN

2.1. Proceso

Para caracterizar los entornos de interiores se han empleado tres diferentes escenarios: uno altamente espaciado y sin separaciones (el hall de la ETSIT de la UC), otro

densamente estructurado (pisos -2 y -3 del Dpto. de Comunicaciones del mismo edificio) y un inmueble de varias alturas (edificio de oficinas de siete plantas). Las simulaciones se han realizado con ayuda del programa CINDOOR[1], desarrollado íntegramente por el Departamento de Comunicaciones de la Universidad de Cantabria.

Se han realizado dos grupos de análisis: los perfiles potencia-retardo para obtener los parámetros de banda ancha, y los de cobertura. En estas simulaciones se han contabilizado los efectos de difracción y reflexión, así como sus múltiples combinaciones.

2.2. Resultados

Dentro de los parámetros de banda ancha, se han analizado el ancho de banda de coherencia al 50%, la dispersión de retardo rms, la relación entre ambos y el retardo máximo de propagación.

Los resultados del ancho de banda de coherencia sitúan los valores medios entre 14 y 24 MHz, en función del escenario. Sin embargo, los resultados presentan una enorme desviación típica, lo que obliga a una caracterización a través de la curva de densidad de probabilidad acumulada. El valor más restrictivo para el diseño es el menor de los que presenta la curva, que en nuestro caso corresponde a 2.41 MHz.

La dispersión de retardo rms, se encuentra comprendida entre 9 y 58 ns, con un valor medio de 21.78 ns y una desviación típica de 12.94 ns. Este parámetro aparece relacionado en la literatura con el ancho de banda de coherencia a través de [2], relación mucho más pesimista que la obtenida en nuestro estudio. La caracterización se ha realizado a través del parámetro adimensional alfa, con la definición implícita dada por $B_c = 1/\alpha T_{rms}$. Donde alfa está comprendida entre 0.94 y 5.78, con un valor medio dado por 3.35. Este comportamiento proporciona, para un mismo valor de dispersión de retardo rms, un ancho de banda de coherencia mayor que el obtenido con [2], lo que permite un mayor ancho de banda de transmisión sin sufrir desvanecimientos selectivos en frecuencia.

El último de los parámetros obtenidos del estudio de los perfiles potencia-retardo, ha sido el retardo máximo de la comunicación, es decir, el tiempo que transcurre desde que el emisor comienza la transmisión, hasta que la señal desaparece en el receptor. Se han empleado dos criterios para decidir en qué momento se consideraba la desaparición de la señal en el

receptor, por un lado se contabilizaron las componentes multicamino que tuviesen una amplitud no inferior en más de 30 dB respecto al máximo del perfil potencia-retardo. El segundo de los criterios era similar, pero se descartaban las componentes inferiores en más de 20 dB. Los resultados fueron de 197 ns y 156 ns, respectivamente.

Los análisis de coberturas dejaron como resultado el exponente de las pérdidas de propagación ('n') que se muestra en la Figura 1. Se ha asumido una variación exponencial de la potencia media con la distancia [3], y se ha empleado una distancia de referencia de 10 cm. Los trayectos se han separado en tres categorías, línea de vista (LOS), sin línea de vista (NLOS) y línea de vista obstruida (OLOS), donde la difracción permite la llegada de rayos que no atraviesan obstáculos. Se puede apreciar que en los trayectos con línea de vista se produce un efecto de concentración de los rayos, lo que da lugar a una ganancia en recepción (exponente menor que 2).

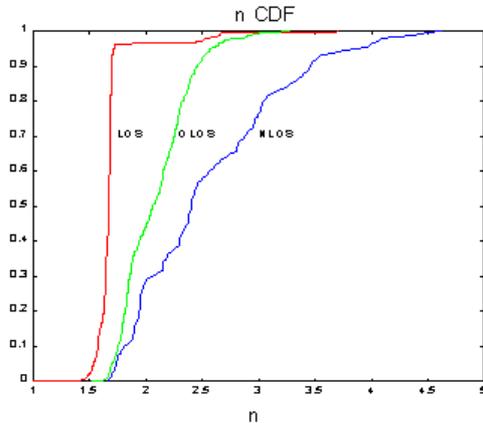


Figura 1. CDF del exponente de las pérdidas de propagación

Asimismo, se han caracterizado los desvanecimientos. El resultado obtenido es que el parámetro K de las estadísticas de Rice que los modela, se ve reducido a medida que la distancia aumenta, partiendo de un valor 17 para cuatro metros de radio y llegando a 1 (Rayleigh) para distancias de 10 metros, incluso en situaciones LOS.

3. MODELO

La generación del modelo estadístico se ha realizado tras la evaluación continuada de los perfiles potencia-retardo que, con una resolución de 3 ns, se han obtenido un entorno de interiores que se ajusta de forma precisa a las futuras aplicaciones del proyecto. Se ha empleado un modelo de bins, cuya anchura se ha escogido como la mitad de la duración del pulso transmitido, es decir, 10ns. Con esta elección, el número de bins que se obtienen es de 9 para el modelo LOS y 17 para el NLOS. La amplitud de cada bin refleja la del perfil potencia-retardo, una vez que se han eliminado las pérdidas de espacio libre, es decir, modela el comportamiento en exceso del canal. De este modo, la potencia media en el receptor vendrá dada por (1). Para obtener posteriormente la respuesta discreta del canal, hay que añadir una fase aleatoria a la raíz cuadrada de la amplitud de cada bin.

$$P_{RX|dB} = P_{TX|dB} + G_{TX|dB} + G_{RX|dB} - Lf_{dB} + 10 \cdot \log \left(\int_0^{\infty} PDR(t) dt \right) \quad (1)$$

Para evaluar el canal en un simulador matemático, el diagrama de bloques a implementar es el mostrado en la Figura 2.



Figura 2. Diagrama de bloques para simulación

El modelo estático de canal desarrollado presenta un comportamiento totalmente acorde a los resultados de la caracterización y de la bibliografía [4].

4. CONCLUSIONES

Un completo estudio del canal radio en interiores a 17 GHz y su correspondiente modelo de canal han sido presentados en este informe. Los resultados de ambos procesos han sido validados a través de su comparación con resultados bibliográficos provenientes de campañas de medidas. A partir de los resultados presentados se comprueba que:

-El retardo máximo (incluidos la propagación y el multicamino) es inferior a los 200 ns, para un alcance máximo de 20m en casos LOS y 10m en situaciones NLOS.

-El exponente de propagación ('n') en trayectos LOS tiene un valor medio menor que 2.0, mientras que para el caso NLOS el valor medio obtenido se sitúa en 2.6.

-Las estadísticas de desvanecimiento son Rice a cortas distancias y Rayleigh a altas (10m), incluso en casos LOS.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Comisión Europea y a la CICYT la financiación de este trabajo mediante los proyectos IST-1999-10025, 2FD97-1066-C02-02 y 1FD97-0960-C05-01.

6. REFERENCIAS

- [1] R.P. Torres, L. Valle, M. Domingo, S. Loredó, and M.C. Díez, "CINDOOR: An Engineering Tool for Planning and Design of Wireless Systems in Enclosed Spaces", IEEE Antennas.
- [2] Th. S. Rappaport, "Wireless Communications", Prentice Hall, 1996, página 164.
- [3] Lee, W.C. Y. , "Mobile Cellular Telecommunications Systems", McGraw Hill Publications, New York, 1989.
- [4] M. Lobeira, A. G. Armada, R. Torres, J. L. García, "Channel modelling and characterisation at 17 GHz for indoor broadband WLAN", presentado al IEEE JSAC "Channel and Propagation Models for Wireless System Design" (2º trimestre 2002) y pendiente de confirmación.