

Análisis del Canal de Propagación para Redes Radio de Gran Capacidad en Interiores*

Manuel Lobeira Rubio ⁽¹⁾, Rafael P. Torres Jiménez ⁽¹⁾, Ana García Armada ⁽²⁾, J. L. García García ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones., E.T.S.I.I. Telecomunicación, Univ. de Cantabria
e-mail: jlgarcia@dicom.unican.es

⁽²⁾ Dpto. de Tecnologías de las Comunicaciones, Universidad Carlos III de Madrid
e-mail: agarcia@tsc.uc3m.es

Abstract.

This paper analyses the characteristics of the propagation channel in several indoor scenarios at 5 GHz and 17 GHz. These two frequencies are candidates for the implementation of high capacity indoor wireless networks and the analysis will bring some insight into the advantages and disadvantages of the selection of each of them. Besides, power-delay profiles and coherence bandwidth are presented, that will lead us to the construction of simulation models to study modulation and coding trade-offs.

1. Introducción.

Dentro de la evolución de las comunicaciones destaca la proliferación de estándares de alta velocidad para interiores. Con este objetivo surge el proyecto europeo Wind-Flex, dentro del Programa IST de la Unión Europea y en colaboración con distintas empresas. Se trata de desarrollar una red de área local vía radio que alcance una velocidad de 100 Mbps, aprovechando la banda asignada, 17 GHz, y utilizando una modulación del tipo OFDM.

Dado que muchos de estos estándares han considerado o están considerando la posibilidad de utilizar una segunda banda a 5 GHz [1], parte de nuestro estudio irá orientado en este sentido, comprobar la bondad del canal en interiores a 5 GHz y compararlo con la respuesta obtenida a 17 GHz, planteando posteriormente el debate sobre la necesidad de establecer una nueva banda a esta frecuencia.

El objetivo final de este estudio preliminar es construir un modelo simplificado del canal para simular el comportamiento de las técnicas de acceso de forma global.

En primer lugar se presentará el modelo utilizado (software y ubicaciones) para obtener los resultados que se explican posteriormente, tanto a 5 GHz como a 17 GHz. A continuación se analizarán las prestaciones que ofrece el canal y la compatibilidad con la modulación y el método de acceso escogido. Finalmente se analizarán las prestaciones del canal en ambas bandas.

2. Sistema de simulación empleado.

El programa base de las simulaciones, CINDOOR [2], ha sido desarrollado íntegramente por el Departamento de Comunicaciones de la Universidad de Cantabria. Las dependencias que han sido objeto de nuestro análisis han sido tres: el hall de la planta -1 del edificio de ETSIT de la UC, los

pisos -2 y -3 del Departamento de Comunicaciones, sito en el mismo edificio, y un bloque de oficinas de 7 plantas (72mx38m). Estos escenarios corresponden a las principales situaciones que se dan en las comunicaciones en interiores, por un lado un entorno altamente espaciado, sin separaciones, por otro uno densamente estructurado, y finalmente un inmueble de varias alturas.

Se han realizado dos tipos de análisis: de cobertura y perfiles potencia-retardo (enlaces punto a punto). En ambos casos se han considerado los siguientes tipos de rayos: directos, reflejados, difractados, difractados-reflejados, doblemente reflejados, doblemente difractados y reflejados-difractados.

Para la simulación se han ubicado los equipos transmisores y receptores a una altura de 1.1 metros, asimilando su futura funcionalidad en equipos sobre escritorios.

3. Análisis de los resultados: perfiles potencia-retardo.

De las múltiples simulaciones realizadas, se ha recogido el parámetro del ancho de banda de coherencia (Bc), determinado según el criterio del 50% de la correlación de la respuesta impulsiva del canal. Los resultados quedan recogidos en la Tabla 1.

LUGAR	FRECUENCIA			
	5 GHz		17 GHz	
	Media	Desv.	Media	Desv.
Hall	17.38	8.13	24.85	12.35
Pisos	15.59	11.32	14.44	9.85
Edificio	23.08	11.45	22.86	10.24
TOTAL	18.68	10.68	20.72	11.56

Tabla 1. Resultados obtenidos para el ancho de banda de coherencia al 50% de correlación, unidades en MHz

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

A la vista de los valores presentados, se puede deducir si el valor medio del ancho de banda de coherencia permitiría que cada canal de comunicaciones viese el canal de propagación como una respuesta frecuencial homogénea [3]. Además, la alta desviación típica resultante redundará en una ventaja del uso de OFDM frente a esquemas de portadora única, en un alto porcentaje de situaciones. Para comprobar este hecho presentamos la densidad de probabilidad acumulada del ancho de banda de coherencia, para 5 GHz (Figura 1).

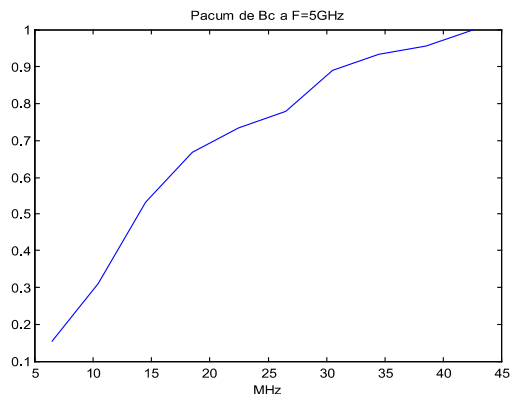


Figura 1. FDP de Bc a 5 GHz

El comportamiento del canal presentado implica que el 60% de las ocasiones, el ancho de banda de coherencia, a 5 GHz, será inferior a 16.66MHz, lo que requeriría el uso de ecualización en sistemas de portadora única para las velocidades que se proponen [3].

Otro de los parámetros importantes que puede ser obtenido de la simulación de enlaces punto a punto, es la duración de los “taps” o “bins” con los que se construirá el modelo de canal. Con estos resultados se obtiene un número de “taps” entre 6 y 9, valor que deberá optimizarse a fin de simplificar en lo posible el modelo a construir.

4. Análisis de los resultados: coberturas.

Las pérdidas básicas de propagación son superiores en la banda de 17 GHz que en la de 5 GHz, además la profundidad de penetración de la difracción es mayor cuanto menor sea la frecuencia. Por todo ello las prestaciones de cobertura deberán ser superiores en la banda más baja. En la Figura 2 se presentan los resultados de la simulación correspondiente a uno de los escenarios en 17 GHz.

Además de partir con una potencia máxima superior en 9 dB (pérdidas mínimas inferiores), con 5 GHz las zonas de sombra tras los obstáculos son inferiores a esta frecuencia.

Durante el estudio se ha podido comprobar la necesidad de utilizar una herramienta de simulación potente, que contabilizase la influencia de las terceras reflexiones, ya que si se obviaban, la cobertura quedaba desigual, con numerosas “sombras”. Al permitir un nuevo grado de libertad

en el trayecto transmisor-receptor, se alcanzaba la uniformidad que muestran las gráficas, y que representan un comportamiento más parejo a la realidad.

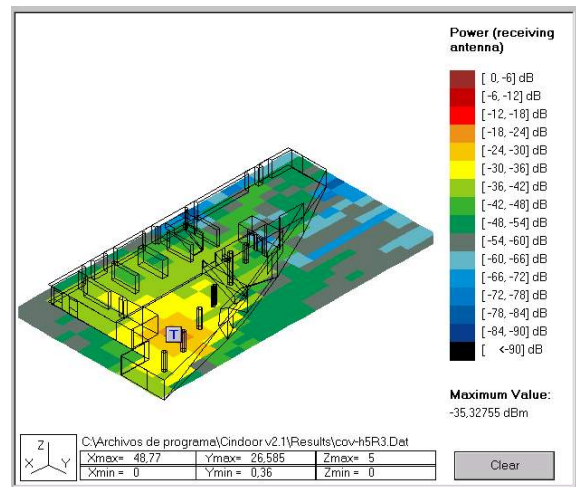


Figura 2. Cobertura a 17 GHz (Hall)

5. Conclusiones.

A partir de los resultados presentados se comprueba que las prestaciones del canal a 5 GHz son mayores que a 17 GHz, además de la simplificación del hardware que esto supondría. El único objetivo de utilizar altas frecuencias es poder disponer de gran ancho de banda, y no se está empleando. Por este motivo, en la presentación preliminar de este estudio creemos conveniente plantear la banda de 5 GHz como firme alternativa para el proyecto.

Por otra parte, la respuesta del canal, altamente dinámica, mantiene un promedio en el ancho de banda de coherencia que permitirá el aprovechamiento de las ventajas de la modulación OFDM. Los resultados obtenidos nos permitirán crear modelos de simulación para analizar el comportamiento del sistema completo bajo las condiciones de canal estudiadas, y encontrar la combinaciones óptimas de modulación y codificación.

6. Referencias.

- [1] ERC Decision of 7 March 1996 on the harmonised frequency band to be designated for the introduction of High Performance Radio Local Area Networks (HIPERLANs) (ERC/DEC/(96)03).
- [2] 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 and Propagation Magazine, Vol.41, No.4, August 1999.
- [3] Silvia Fernández Postigo, Javier González Caballero, Ana García Armada, J. L. García García, “Análisis de las Modulaciones y los Métodos de Acceso para Redes Radio de Gran Capacidad en Interiores”, presentado en este mismo simposium.