

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1.- Introducción

Cada vez existen más sistemas de telecomunicación basados en la transmisión vía radio, que consiguen aprovechar una de sus más importantes ventajas: la movilidad. Surge así un nuevo campo tecnológico denominado *Comunicaciones Inalámbricas* que, partiendo de las técnicas propias de la Telefonía Móvil, las incorpora y amplía para aplicarlas a la transmisión de información de cualquier naturaleza y ancho de banda.

Sin embargo, según se hacen más complejos estos sistemas de Comunicaciones Inalámbricas, que por necesidades de ubicuidad han de prestar un servicio lo más global posible, resulta imprescindible estructurarlos en forma de redes celulares, cuyas zonas de cobertura sean tanto más pequeñas como intensivo sea el acceso al sistema. Esta disminución del tamaño de las células es, además, indispensable cuando el usuario exige equipos de transmisión cada vez más pequeños por razones de portabilidad y ligereza de peso, y dotados a su vez de mayor autonomía. Esto es posible si se utilizan terminales de baja potencia y, consecuentemente, corto alcance.

Tan pequeñas pueden llegar a ser las células, que puedan llegar a abarcar, no ya el interior de un edificio, sino incluso tan sólo una pequeña porción de él. Así, aparecen conceptos como picocélula, e incluso femtocélula, utilizados en el ya reconocido subcampo de investigación de las Comunicaciones Inalámbricas en Interiores.

Y conforme aumenta la cantidad de información a transmitir, más detallado ha de ser el estudio de cómo el ambiente influye en la calidad de la transmisión, es decir, cómo afecta el canal de propagación a las señales que se transmiten. De esta forma, los diseñadores de sistemas pueden, aprovechando el conocimiento de las características del canal, maximizar el uso del ancho de banda disponible mediante la evaluación de distintos métodos de codificación, modulación, recepción y otras muchas técnicas de telecomunicación.

Otra de las razones para investigar las características de propagación, en este caso en el interior de edificios es la necesidad de planificar las ubicaciones de los distintos transmisores de la red cada vez con más detalle, debido a la reducción continua de las zonas de cobertura, incidiendo especialmente en los aspectos de reutilización de frecuencias. Esta planificación, en el caso del interior de edificios, deja de ser bidimensional para convertirse en volumétrica, apareciendo con ello la necesidad de hacer los estudios de propagación en tres dimensiones.

Este fenómeno compromete de inmediato a los diferentes entes científicos y académicos en el fortalecimiento y desarrollo de suficientes conocimientos acerca de todos los fenómenos y factores que se ven implicados en la planificación, implementación y funcionamiento de un sistema de comunicación inalámbrico a fin de alcanzar un óptimo desempeño del mismo.

Las razones por las cuales se realizan estudios de propagación en ambientes cerrados son diversas.

Sistemas inalámbricos tales como: redes de área local (WLAN), redes de área personal (WPAN), tecnología Wi-Fi, Bluetooth, sistemas de telemetría, sistemas ISM, y parcialmente los sistemas de telefonía móvil operan en ambientes en interiores, en los que el canal radio se caracteriza por su alta complejidad y aleatoriedad, por lo que se hace necesario un alto conocimiento del mismo.

A nivel empresarial, se busca garantizar la cobertura del servicio inalámbrico con cierto nivel de calidad; a nivel académico e investigativo, se busca información acerca del comportamiento del canal que sirva para el desarrollo de herramientas que permitan simular los diversos fenómenos involucrados en la radiopropagación con miras a una mejor planificación de redes inalámbricas.

La propagación de ondas de radio se puede modelar exactamente mediante las ecuaciones de Maxwell. Sin embargo, éste proceso se torna demasiado complicado y conllevaría demasiado tiempo teniendo en cuenta que, para sistemas inalámbricos que operan en ambientes cerrados (en interiores), pocas veces se presenta la condición de visión directa (LOS), por lo que los fenómenos a considerar son más complicados que en los casos en que esta condición se presenta. En general los sistemas inalámbricos en espacios interiores, presentan una condición de “no visión directa” (NLOS), en la cual predominan fenómenos de reflexión, difracción y dispersión.

Es por ello que surge la necesidad de desarrollar modelos de propagación adecuados que permitan predecir el comportamiento de las señales electromagnéticas y el nivel de potencia recibido en cualquier punto dentro de un entorno específico, lo cual brinda suficiente información para establecer la ubicación más adecuada de los transmisores para lograr un determinado rango de cobertura. De este modo se evitarán tediosas campañas de medición a lo largo del edificio o área de interés, campañas que en muchas ocasiones no resultan ser una opción viable.

Con este Proyecto, cuyo modesto propósito no es más que contribuir al conocimiento de las características de propagación en el interior de edificios, se ha desarrollado una herramienta gráfica para realizar simulaciones en el ámbito de interiores mediante la utilización de distintas técnicas y métodos de modelado deterministas y empíricos.

Dentro de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, el grupo de Señales y Radiocomunicación, investigador en el área de comunicaciones, vio la necesidad de

iniciar estudios en este campo desarrollando investigaciones relacionadas con propagación Electromagnética, realizando análisis de los modelos de propagación en interiores existentes, e implementando herramientas software de predicción de radiopropagación; que le permitan ofrecer sus conocimientos y prestar asesorías a quienes estén interesados en el tema y de éste modo, estar a la vanguardia del desarrollo a nivel mundial tanto tecnológico como académico.

Para llevar a cabo este Proyecto Fin de Carrera hemos tomado como referencia dos proyectos que se realizaron con anterioridad en la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. El primero de ellos, “Estudio y despliegue de redes WI-FI” [1], consistía en un software de planificación radioeléctrica para redes WI-FI empleando un modelo de propagación estadístico recogido en la recomendación ITU-R M.1225. El segundo, “Modelo de Cobertura para Redes Inalámbricas de Interiores” [2] se elaboró un software de cobertura para redes inalámbricas en interiores, empleando un modelo determinista, el modelo de Trazado de Rayos.

En este documento vamos a explicar las principales características de la herramienta software que hemos realizado, *ESIndoor*, que se presenta por medio de una interfaz gráfica, desarrollada en un entorno Matlab, de fácil manejo para el usuario y muy versátil.

Esta herramienta es un simulador de cobertura para redes inalámbricas en interiores, que integra en el mismo programa un modelo determinista y un modelo empírico. Esto nos da la posibilidad de comparar los resultados obtenidos a través de los dos modelos.

El modelo determinista empleado es el Trazado de Rayos mediante el método de las imágenes y basándose en la Óptica Geométrica y en la Teoría Uniforme de la Difracción. El método empírico implementado en este proyecto ha sido el modelo *Cost Multi-Wall (CMWM)*.

Otra ventaja que aporta *ESIndoor* es que permite al usuario cargar el plano de la zona que desea estudiar, no teniendo que introducir éste las coordenadas de cada uno de los muros ya que el programa incorpora un algoritmo de procesamiento de imágenes que detecta las distintas líneas del plano.

Durante la simulación el usuario podrá también ubicar un transmisor y hacer estimaciones de potencia recibida para diferentes ubicaciones del receptor que él disponga, así como una estimación total de cobertura sobre el plano. Además se podrán definir otros parámetros de transmisión, tales como la potencia transmitida o polarización de la antena entre otros.

Otra de las posibilidades que ofrece esta herramienta es que permite realizar modificaciones directamente sobre el plano de planta cargado, a fin de introducir nuevos objetos, tales como puertas y/o ventanas.

1.2.- Organización de la memoria

Este trabajo está estructurado en 10 capítulos los cuales vamos a introducir en este apartado:

Los capítulos 2 y 3 presentan los fundamentos teóricos necesarios para la comprensión de la propagación en interiores. En el capítulo 2 se muestra la teoría básica de un canal móvil en interiores, una descripción de propagación en interiores y los diferentes fenómenos que en ella se presentan. El capítulo 3 muestra los modelos de propagación en interiores más representativos y una descripción básica de su principio.

En el capítulo 4 se explican los principios básicos del procesamiento digital de imágenes, centrándonos en las funciones y algoritmos empleados para reconocer la imagen que introducimos en la herramienta para representar el entorno de interior donde realizamos la simulación.

En el capítulo 5, se presenta el procedimiento seguido para el desarrollo de una interfaz empleando el entorno de desarrollo Matlab ®.

Se explica la implementación del Modelo de Múltiples Paredes Cost 231 en el capítulo 6.

En el 7 hace una descripción del desarrollo del software como tal, explicando cada punto a destacar del trabajo realizado en la interfaz y en los modelos de propagación.

El capítulo 8 muestra los resultados obtenidos tras varias simulaciones realizadas con la herramienta, empleando distintos parámetros y comparando entre los dos modelos de propagación empleados en el simulador con *ESIndoor*, a fin de evaluar la eficiencia y exactitud del software.

En el capítulo 9 se exponen varios diagramas de flujo que representan visualmente el proceso seguido en los algoritmos principales del proyecto ayudando así a la comprensión del trabajo realizado.

El capítulo 10 es el que contiene las conclusiones obtenidas con el desarrollo de éste trabajo, además de algunas recomendaciones que permitan desarrollar mejoras a la herramienta e incentiven el desarrollo de nuevos estudios en el área de propagación en interiores.

Finalmente, están los anexos o apéndice y la bibliografía del trabajo.