

CAPITULO 5 : CONCLUSIONES

En este último capítulo se presentan las principales conclusiones que los diferentes análisis realizados han mostrado. Asimismo se incluye un apartado de líneas futuras en el que se estudian las posibles ampliaciones de este proyecto así como los campos en los que se está trabajando actualmente en esta línea de investigación.

5.1 Conclusiones

Tal y como se puede observar en el capítulo de simulaciones, los análisis realizados versan sobre muchas y muy variadas características de las sistemas OFDM en general y de los OFDM-CDMA en particular. De forma que las conclusiones obtenidas de las mismos son consecuentemente también muy variadas. No obstante estas conclusiones presentadas en este capítulo no dejan de ser cuantitativas ya que los análisis más exhaustivos de simulaciones particulares se expresan en el capítulo anteriormente mencionado.

En primer lugar se debe comentar que las bondades o los perjuicios de los sistemas se valorarán siempre siguiendo el baremo de la tasa de error de bit, de forma que un sistemas será mejor cuanto menos energía por símbolo requiera para alcanzar una valor de BER determinado y que por lo tanto no se han tenido otros aspectos en cuenta como pueden ser la naturaleza de la información a utilizar o el desconocimiento del canal de transmisión , que en todas las simulaciones realizadas se considerará perfectamente definido.

A la luz de las gráficas obtenidas en las simulaciones correspondientes se puede concluir que los sistemas que bajo las mismas circunstancias, es decir, utilizando para los diferentes sistemas el mismo canal de transmisión, el mismo número de símbolos transmitidos, el mismo tipo de receptor, etc, los sistemas ZP-OFDM presentan un mejor comportamiento que los sistemas CP-OFDM (figura 4.3) y que ocurre exactamente lo mismo si se comparan los sistemas OFDM y CDMA-OFDM, donde la introducción de técnicas CDMA hace que el comportamiento respecto a la BER de estos sistemas sea mejor que en los sistemas OFDM convencionales (figura 4.4).

Con respecto al tipo de receptores, se puede concluir que por regla general el receptor con mejor comportamiento es el MMSE, es decir el de máxima verosimilitud, aunque es destacable el hecho de que esta mejora se hace más significativa cuanto mayor sea el número de usuarios que soporta el sistema. Así se puede comprobar, por citar un ejemplo como la diferencia entre los receptores es mayor en la gráfica de la figura 4.15 que en la figura 4.11. Enlazando con el parámetro del número de usuarios también se ha comprobado que en el caso multiusuario los sistemas CDMA-OFDM presentan un comportamiento notablemente mejor que los sistemas sin codificar. Este fenómeno se debe a que si la información de cada usuario no está codificada, el sistema no distingue la información de cada usuario del ruido, algo que un sistema codificado sí es capaz de discriminar y por lo tanto cuanto mayor sea el número de usuarios mayor será la diferencia entre ambos sistemas.

Otro parámetro que se ha variado en las diferentes simulaciones ha sido el número de símbolos transmitidos simultáneamente en un símbolo OFDM. En este caso la conclusión es meridianamente clara ya que cuanto más se incremente este número de símbolos, o lo que es lo mismo cuanto menos chips se utilicen en la transmisión de un símbolo, peores son las prestaciones del sistema, por lo que en el empleo de un sistema con estas características se deberá llegar a un compromiso entre la calidad de la transmisión, representada por la tasa de error de bit, y la cantidad de información a enviar.

Con respecto al tipo de canales a realizar, se han realizado dos estudios. Por un lado se ha simulado un sistema con receptor ZF para cuatro tipos de canales de Hiperlan\2 diferentes y los resultados son muy parecidos, y por otro se ha realizado el mismo estudio pero para un receptor MMSE que aunque presentan ciertas diferencias, los mejores canales son el A y el B, éstas no son muy significativas.

El estudio realizado variando el tipo de código a utilizar, revela que dada las ventajas que introduce la ortogonalidad en los códigos (permite discernir en el receptor perfectamente qué parte de la señal recibida pertenece a un usuario, desechando el resto) a utilizar en un sistema, los sistemas que utilizan códigos de Hadamard presentan un mejor comportamiento frente a aquellos que utilizan códigos aleatorios y que por lo tanto no tiene por que ser ortogonales.

Por último se han realizado simulaciones que comparan sistemas que soportan un número diferente de usuarios, para el caso de códigos ortogonales y no ortogonales. En ambos casos los sistemas que soportan menos número de usuarios se comportan más favorablemente.

5.2 Líneas Futuras de investigación

En este último apartado del proyecto, se analizarán las posibles ampliaciones del mismo con objeto de continuar la línea de investigación originada.

En esta línea se podría comentar que sería interesante hacer un estudio similar al realizado, pero utilizando un mayor número de códigos diferentes, de forma que se podría determinar cual de ellos sería más aconsejable utilizar en función de parámetros como niveles de ruido en el canal, naturaleza de la información a transmitir o volumen de la misma.

Asimismo, la utilización de un decodificador de Viterbi, cuyo funcionamiento se describe de manera detallada en el capítulo 3 de este proyecto, podría tomarse como una alternativa totalmente válida.

Si la línea de investigación se centra un poco más en la modulación OFDM, se podría comentar la posibilidad de aumentar el alcance del proyecto realizando exhaustivas comparaciones entre sistemas CP-OFDM-CDMA (que no han sido tratados con profundidad en este proyecto) y ZP-OFDM-CDMA.

Por otra parte, podían haber entrado en juego otros parámetros que, por simplicidad, se han mantenido constante en este proyecto, como puede ser la velocidad del terminal que esté enviando información o el empleo de canales procedentes de estimadores.

Pese a lo anteriormente expuesto, se puede destacar que dada la posible aplicación empírica, la tecnología OFDM-CDMA es la base de sistemas tan populares como la televisión digital terrestre (DVT-T 9), la radio digital (DAB) o el protocolo Wireless LAN, por citar algún ejemplo, de los posibles resultados de este proyecto, es obvio pensar que la línea de investigación en este campo permanecerá abierto por mucho tiempo.

Las cualidades del CDMA, pese a su complejidad tecnológica, facilitan mucho el cumplimiento de algunos objetivos fijados para las futuras interfaces radioeléctricas, de modo que es posible que se asista a un crecimiento de los sistemas con estas tecnologías, en todo el mundo.

Su evolución previsible es hacia sistemas CDMA con tasa de chips variables, utilizándose con altas tasa de chips en microcélulas y bajas en células grandes.