

Esquemas basados en Multi-Portadora para Redes Radio de Área Local (WLAN)*

Juan Ramón de Torre Martín, Víctor Gil Jiménez, Ana García Armada
Dpto. de Tecnologías de las Comunicaciones, Universidad Carlos III de Madrid
e-mail: agarcia@tsc.uc3m.es

Abstract.

This paper presents some multi-carrier techniques that will ease the implementation of modern WLAN. Specifically, some combinations of OFDM and CDMA and peak-to-average ratio (PAR) reducing methods are proposed.

I. INTRODUCCIÓN

El auge de las comunicaciones personales ha motivado el desarrollo de las comunicaciones inalámbricas. Actualmente no hay un consenso unánime acerca de las técnicas a utilizar, sin embargo, una fuerte candidata es la técnica de acceso múltiple por división en el código (CDMA), que ofrece robustez frente a la selectividad frecuencial. Esta solución tiene algunos problemas (MAI y SI), lo que degrada las prestaciones del sistema. Para combatir estos inconvenientes, se presentan las ventajas y las restricciones proporcionadas por la combinación de las técnicas CDMA y modulación multiportadora (OFDM) en la reducción de estos tipos de interferencias. Se exponen las estructuras para transmisor y receptor basadas en dicha combinación y las posibles soluciones ante la pérdida de eficiencia para evitar la degradación de las señales OFDM, caracterizadas por una elevada relación valor de pico a valor medio (PAR).

II. TÉCNICAS COMBINADAS OFDM/CDMA

Se presentan las posibles combinaciones de CDMA con OFDM, dando lugar a tres grupos generales de sistemas con características y fundamentos diferentes. Estas técnicas combinadas están basadas, bien en *ensanchado en el dominio temporal*, o bien en *ensanchado en el dominio frecuencial* [1]

La técnica **Multicarrier (MC)-DS-CDMA**[2] es una técnica basada en ensanchado en el dominio temporal en la que el espectro de salida de cada sub-portadora cumple la condición de ortogonalidad para la mínima separación de frecuencia (OMSF). En cambio, esta técnica no proporciona diversidad frecuencial y las prestaciones obtenidas son limitadas. Se propone la aplicación de técnicas de codificación e entrelazado frecuencial, así como mayor separación entre portadoras con el objetivo de conseguir esta

diversidad y reducir la interferencia de banda estrecha. Estas mejoras, en cambio, no suponen un notable incremento de la complejidad de las estructuras transmisora y receptora.

La técnica **Multitone (MT)-CDMA** [3] sigue la misma estructura que la MC-DS-CDMA, pero en este caso no se cumple la condición (OMSF), es decir, en relación con la densidad de sub-portadoras utiliza códigos de ensanchado de mayor longitud. Con mayores códigos se consigue albergar mayor número de usuarios al mejorar las prestaciones de MAI, pese a un empeoramiento de la interferencia entre sub-portadoras. Es necesaria la utilización de tantos receptores Rake como el número de sub-portadoras del sistema, dando lugar a un receptor bastante complejo. En cambio, para situaciones en las que sea primordial albergar un gran número de usuarios, éste puede ser un buen candidato.

Por último tenemos la técnica **MC-CDMA**, basada en ensanchamiento en el dominio frecuencial [4]. Para aplicaciones con velocidades de transmisión elevada, se propone la utilización de técnicas de entrelazado frecuencial y convertir S/P el flujo de datos antes de ensanchar en el dominio de la frecuencia con el fin de mantener los espectros de cada sub-portadora ausentes de desvanecimiento selectivo en frecuencia.

Se han desarrollado modelos de simulación para estas tres técnicas combinadas de CDMA/OFDM con las mejoras propuestas y basados en los canales multitrayecto presentes en aplicaciones de WLAN, con el fin de mejorar las prestaciones alcanzadas [1] (Figura 1).

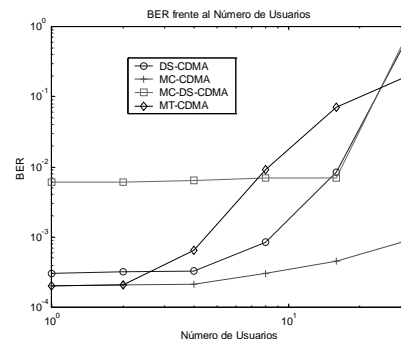


Figura 1. Prestaciones de BER en Canal Rayleigh

* Los autores desean agradecer a la Comisión Europea y la CICYT la financiación de este trabajo mediante el proyecto FEDER 2FD97-1066-C02-02.

III REDUCCIÓN DE PAR

Uno de los grandes problemas de que adolecen las técnicas OFDM es su elevada PAR (relación valor de pico a valor medio) Esto hace, necesaria la utilización de amplificadores de potencia lineales, o con alto back-off de entrada, para evitar que la señal se distorsione (Figura 2) y aparezca re-crecimiento espectral (los llamados *shoulders*) (Figura 3). Esto implica una significativa pérdida de eficiencia.

Se Pueden clasificar las técnicas que se han barajado en tres grandes grupos: Basadas en Codificación, Basadas en Eliminación, Basadas en Distorsión.

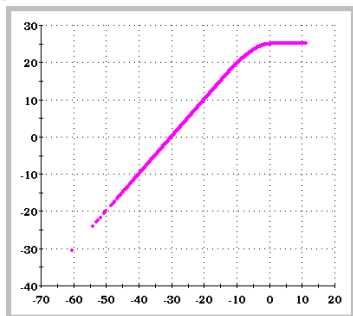


Figura 2. Potencias de una señal OFDM antes y después de un amplificador no lineal

Las primeras, consisten en codificar de alguna forma los datos, para conseguir mayor homogeneidad en la señal, y por tanto, un menor PAR. Las segundas, intentan compensar este PAR eliminando información de la transmisión. Y las últimas intentan invertir los efectos de la distorsión producida.

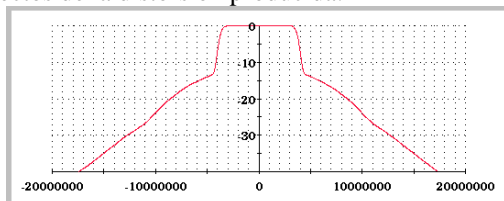


Figura 3. Espectro de la señal OFDM a la salida de un amplificador no lineal

Técnicas Basadas en Codificación

Claros exponentes de estas técnicas son *Tone Injection* (TI) [5]: amplía la constelación de forma que un mismo símbolo se representa por varios, y se envía el de menor PAR; *Partial Transmit Sequence* (PTS) [6]: divide los símbolos a transmitir en secuencias, las ordena y multiplica por un código para minimizar el PAR; *Selective Mapping* (SLM) [6]: genera aleatoriamente secuencias con los mismos símbolos a transmitir, y se elige la de menor PAR.

Técnicas Basadas en Eliminación

En este apartado se encuentran *Tone Reservation* (TR) [5]: se dejan ciertas portadoras sin información de forma que se minimice el PAR; *Clustered Transmission* (CTR) [7]: divide la señal a enviar en varios grupos (clusters) y envía cada uno por una

cadena de Transmisión diferente, transmitiendo así menos potencia por cada transmisor.

Técnicas Basadas en Distorsión

Las técnicas agrupadas aquí se basan, de algún modo, en invertir o estimar los efectos de la distorsión producida. La *Estimación Maximum Likelihood* (EML) [5]: permite que exista distorsión en el transmisor, pero aumenta mucho la complejidad en el receptor, que deberá estimar la señal enviada a partir de la señal recibida distorsionada (Figura 4). Por otro lado, se plantean varias técnicas de *Pre-distorsionadores No Lineales*.

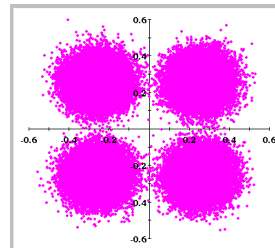


Figura 4. Constelación recibida después de un amplificador no lineal y OFDM

Se están estudiando varias de estas técnicas, con el objetivo de que consigan otros beneficios aparte de la reducción del PAR: TI, PTS (Codificación), CTR (Diversidad Espacial), EML (robustez frente a distorsiones).

IV CONCLUSIONES

Se han presentado varias alternativas basadas en la combinación de OFDM y CDMA para la implementación de redes WLAN de grandes prestaciones. Estas técnicas deben ser complementadas con algún tipo de método de reducción de la relación valor de pico a valor medio, que permita el uso adecuado de los amplificadores. Las alternativas y mejoras propuestas se están analizando mediante modelos de simulación desarrollados para tal fin.

V REFERENCIAS

- [1] S. Hara, O.Prasad, "Overview of Multicarrier CDMA" *IEEE Comm. Magazine*, Dec. 1997 pp. 126-133
- [2] V. M. DaSilva, E. S. Sousa "Performance of Orthogonal CDMA Codes for Quasi-Synchronous Communication Systems". *Proc. Of IEEE ICUPC'93* Ottawa, Canada, Oct. 1993 pp. 995-99
- [3] L. Vandendorpe, "Multitone Spread Spectrum multiple-access Communications System in a Multipath Rician Fading Channel", *IEEE Trans. On Veh. Tech.*, vol.44, no.2; 1995; p.327-37
- [4] N.Yee, J-P.Linnarz, G.Fettweis, "Multicarrier CDMA in Indoor Wireless Communication System" *Proc. IEEE PIMRC'93*, Yokohama, Japan, Sept. 1993, pp. 109-13.
- [5] J. Tellado. "Peak To Average Power Reduction for Multicarrier Modulation" D. Ph. Sep. 99
- [6] L. J. Cimini Jr, N. R. Sollenberger, "Peak to Average Power Reduction of an OFDM Signal Using Partial Transmit Sequences". *Proc IEEE 99*
- [7] L.J. Cimini Jr, B. Daneshrad, N. R. Sollenberger, "Clustered OFDM with Transmitter Diversity and Coding", *GlobeCom*, 96