

El principal problema con la recepción de señales de radio es el desvanecimiento de estas (*fading*) causado por la propagación multitrayecto, sumado a otros problemas como la interferencia intersímbolo (ISI), los obstáculos, etc., que hacen que la calidad del enlace varíe. Otras dificultades adicionales son el ancho de banda (AB) limitado del cual se dispone, el bajo consumo de potencia y la administración de la red.

Como resultado de la propagación multitrayecto hay muchas señales reflejadas que lleguen al receptor a diferentes tiempos. Estos retrasos son el resultado de reflexiones por las características del terreno tales como árboles, montañas u objetos (personas, vehículos o edificios) que producen ecos, los cuales causan la ISI, siendo más acentuadas en un receptor móvil, ya que las longitudes y atenuaciones relativas de las posibles trayectorias de recepción cambian en el tiempo.

En una señal de banda estrecha, la cual varía en calidad dependiendo de cómo los picos y los canales de su respuesta en frecuencia se muevan alrededor de ella, implica una variación sensible en la respuesta de fase. Pero si la señal es de mayor AB, algunas de sus partes pueden sufrir de interferencia constructiva y aumentar en nivel, mientras que otras pueden sufrir de interferencia destructiva y ser atenuadas a veces hasta totalmente. En general, las componentes de frecuencia que están más cercanas, sufrirán variaciones en las componentes de señal que se correlacionan fuertemente. De esta manera surgen las técnicas de espectro expandido o ensanchado, las cuales son más robustas en contra del desvanecimiento y la interferencia, pero que requieren ciertas demandas sobre las tecnologías de comunicación existentes, además de tener dificultad con el efecto de la zona cercana-lejana y un gran consumo de potencia.

Para solucionar en gran parte las anteriores dificultades nació OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), el cual es un esquema de modulación de banda ancha capaz de hacerle frente a los problemas de la recepción multitrayecto, transmitiendo muchas señales digitales de banda angosta en paralelo y superpuestas dentro de una banda amplia. Este aumento del número de canales de transmisión paralelos reduce la tasa de datos que cada portadora individual debe transportar y alarga el periodo de símbolo. Como resultado, el tiempo de retardo de las ondas reflejadas es comprimido dentro de un tiempo de símbolo.

Este concepto surgió gracias a la multiplexación por división de frecuencia (FDM) publicada a mediados de los años setenta. La idea era utilizar secuencias de datos paralelos

y subcanales traslapados para evitar el uso de ecualizadores de alta velocidad y combatir el ruido impulsivo y la distorsión multitrayecto, así como para utilizar eficientemente el AB disponible. En los años ochenta, OFDM fue usado en módems de alta velocidad (desarrollados para redes telefónicas), comunicaciones móviles digitales y grabación de alta densidad con Codificación Trellis. En los años noventa, OFDM fue explotado en comunicaciones de datos de banda ancha sobre canales móviles de radio FM, líneas de suscripción digital de alta tasa de bit (HDSL, 1,6 Mb/s), asimétricas (ADSL, 1,536 Mb/s), y de muy alta velocidad (VHDSL, 100 Mb/s), además de difusión digital de audio (DAB) y de TV (HDTV).

En OFDM, cada portadora es ortogonal al resto de portadoras, siendo la versión óptima de los esquemas de transmisión multiportadora ya conocidos. La diferencia más importante entre FDM y OFDM es que el primero asigna cada canal a un usuario, mientras que el segundo asigna todos los canales a un usuario. Para una gran cantidad de subcanales, los arreglos de generadores sinusoidales y demoduladores coherentes requeridos en un sistema paralelo pueden llegar a ser muy costosos y complejos. Para esto, el receptor necesita precisar la fase de las portadoras demoduladas y los tiempos de muestreo para mantener así una interferencia entre subcanales aceptable.

**M.Sc. Ing. César Augusto Hernández Suárez**  
Docente de la Facultad Tecnológica  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas