



## 6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

### 6.1. CONCLUSIONES

En este proyecto, se ha diseñado un precodificador lineal de transmisión por bloques que minimiza la probabilidad de error de bit alcanzada con ecualización ZF o MMSE y detección por umbral. El diseño ha sido obtenido observando que a alta relación señal ruido la expresión de la BER es una función convexa de la magnitud de los elementos diagonales del ecualizador. Se ha derivado una cota inferior para la BER y su mínimo valor ha sido obtenido mediante un proceso de minimización en el que se han empleado los grados de libertad de diseño del precodificador de que se disponían.

Se ha visto que el conjunto de precodificadores que minimizan esta cota inferior es un tipo especial del conjunto de precodificadores MMSE para ecualización ZF o MMSE, en el que se ha parametrizado la matriz unitaria como la matriz cuyos elementos diagonales son la transformada discreta de Fourier normalizada.

El esquema de diseño es flexible porque es aplicable directamente para ambos esquemas, prefijo cíclico y relleno de ceros, que eliminan la interferencia interbloque y permite que el tamaño de bloque sea escogido libremente.

También se provee una modificación natural del diseño para escenarios con bajas SNR's. En el diseño modificado, los subcanales con baja ganancia son sistemáticamente suprimidos, reduciendo así el tamaño de bloque, para mantener suficientemente altas relaciones señal ruido en los subcanales restantes.

Las simulaciones comparativas llevadas a cabo han demostrado lo que la teoría predice, es decir, que el diseño MBER provee substancialmente menor probabilidad de error de bit que el resto de diseños actuales. La mejora en el rendimiento respecto a la BER sobre el resto de sistemas comúnmente usados puede ser de hasta varios decibelios en SNR a razonables niveles de probabilidad de error.

Otra ventaja del diseño llevado a cabo es que tiene una forma analítica simple, mientras que los diseños basados en water-filling requieren solucionar un problema no lineal de optimización usando un algoritmo iterativo. La carga computacional adicional que se requiere cuando se usa el precodificador MBER en lugar de alguno de los clásicos usados en sistemas de transmisión por bloques es mínima y corresponde únicamente, a las DFT's adicionales que se realizan en el transmisor y receptor.



Por tanto el diseño MBER propuesto en este proyecto es una atractiva alternativa para realizar precodificadores lineales para sistemas de transmisión de bloques de datos con ecualización ZF o MMSE.

## **6.2. LÍNEAS FUTURAS**

El diseño óptimo obtenido en este proyecto es para un sistema con un único usuario, con ecualización ZF o MMSE y detección por umbral, datos no codificados, ruido AWGN, "bit loading" uniforme, potencia media transmitida acotada y perfecto conocimiento del canal en el receptor y transmisor.

Las líneas de trabajo futuras deben abarcar la extensión a sistemas multiusuario, diferentes técnicas de ecualización como decisión "feedback", detección por el criterio "maximun likelihood", ruido coloreado y alternativos esquemas de "bit loading", así como otros escenarios en los que el canal es conocido imprecisamente en el transmisor.

Para mantener la exposición del diseño que se ha realizado a lo largo de este proyecto relativamente simple, se ha restringido al caso de una sola entrada y una sola salida en el sistema de transmisión por bloques. Sin embargo, el modelo algebraico para múltiple entrada y múltiple salida (MIMO) en sistemas de transmisión por bloques puede ser extendido naturalmente a este caso.