

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

5.1. CONCLUSIONES

Los códigos espacio-temporales diseñados hasta el momento son de dos tipos, de Trellis y de bloques.

Los de Trellis proporcionan la máxima ganancia de diversidad posible sin sacrificar ancho de banda de transmisión. La descodificación de estos códigos, sin embargo, requiere el uso del descodificador de Viterbi, con la consiguiente complejidad que este lleva asociada.

Los códigos de bloques, por el contrario, ofrecen un método mucho más simple para obtener diversidad en transmisión sin sacrificar ancho de banda y no requieren tanta complejidad en la descodificación. De hecho, la estructura de los STBC es tal que podemos conseguir con un procesamiento simple de la señal (combinador lineal), cancelación de interferencias.

Después de analizar el funcionamiento de los sistemas que emplean códigos espacio-temporales para conseguir ganancia de codificación y ganancia de diversidad, podemos obtener las siguientes conclusiones.

5.1.1. CÓDIGOS ESPACIO-TEMPORALES DE TRELIS

- Según aumenta el número de antenas en recepción disminuye la probabilidad de error del sistema. Tener diversidad de antenas en el receptor implica mayor gasto y complejidad, por ese motivo, nunca se suelen poner más de dos antenas. Los sistemas 11 tienen mejores resultados en términos de probabilidad de error a partir de un determinado umbral de SNR. Por ello, sólo es conveniente implementar diversidad y códigos espacio-temporales cuando nos encontramos por debajo de dicho umbral.
- Cuanto mayor sea la distancia entre los símbolos de la constelación empleada menores son las probabilidades de error de trama obtenidas. Por tanto, sea cual sea el sistema, se consiguen mejores prestaciones utilizando una 4PSK que empleando una 8PSK.

- Para una misma constelación, las probabilidades de error disminuyen según aumenta el número de estados del código empleado. Esta mejora se consigue a partir de un determinado valor de la SNR. Así, una 4PSK con 4 estados proporciona peores resultados que un 4PSK con 8 estados para valores mayores que dicho umbral. Al mismo tiempo que se obtienen decrementos en la probabilidad de error, aumenta la complejidad del descodificador, y por tanto, el tiempo de procesado. Es necesario tomar una solución de compromiso entre número de estados y probabilidad de error requerida.

5.1.2. CÓDIGOS ESPACIO-TEMPORALES DE BLOQUES

- Como ocurre con los códigos de Trellis, las prestaciones mejoran al aumentar el número de antenas en recepción, lo cual implica incrementos en la complejidad de procesado y el coste. Nunca se suele pasar de 2 antenas en recepción
- Comparados con los códigos de Trellis, los de bloques proporcionan mayores probabilidades de error para un valor fijo de relación señal a ruido pero a cambio simplifican el receptor enormemente al convertir problemas de detección complejos en decisiones simples independientes usando técnicas de ortogonalidad.
- Usados como canceladores de interferencias en entornos multiusuarios, presentan un mejor rendimiento según aumenta la relación señal a interferencia.

5.2. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Para continuar con el estudio realizado en este proyecto y ampliarlo con nuevas aplicaciones de los códigos espacio-temporales podemos considerar las líneas de desarrollo que se detallan a continuación [1].

5.2.1. APLICACIONES PARA SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN

Uno de los objetivos de la tercera y cuarta generación de móviles es proporcionar acceso de banda ancha para usuarios móviles y fijos. Los servicios multimedia en tiempo real, como la videoconferencia, requieren tasas de datos dos o tres veces mayores que las que proporcionan los sistemas actuales. Para conseguir una mayor eficiencia espectral se utilizan múltiples antenas en transmisión y/o en recepción. Las técnicas de codificación espacio-temporal junto con la diversidad de antenas proporcionan la mejor solución de compromiso entre consumo de potencia y eficiencia espectral en radiocanales multicamino. Este tipo de soluciones se han adoptado en los estándares

de la tercera generación de móviles, CDMA-2000 y W-CDMA. Por tanto, una posible línea de investigación sería el estudio de los sistemas de codificación espacio-temporales implementados sobre modulación CDMA.

5.2.2. APLICACIONES PARA SISTEMAS CELULARES TDMA DE BANDA ESTRECHA

El esquema de la figura 5.1 muestra el diagrama de bloques del transmisor, donde además del codificador espacio-temporal se utiliza un código Reed-Solomon de alta tasa de datos. Este código se utiliza para corregir algunos errores de símbolo. La salida del bloque Reed-Solomon se procesa en un codificador espacio-temporal y se divide en dos señales símbolos codificados. Cada una de ellas tiene un entrelazado independiente. El transmisor introduce la correspondiente secuencia de entrenamiento y la señal piloto en cada una de las dos ráfagas. Cada una de ellas se transmite por una antena .

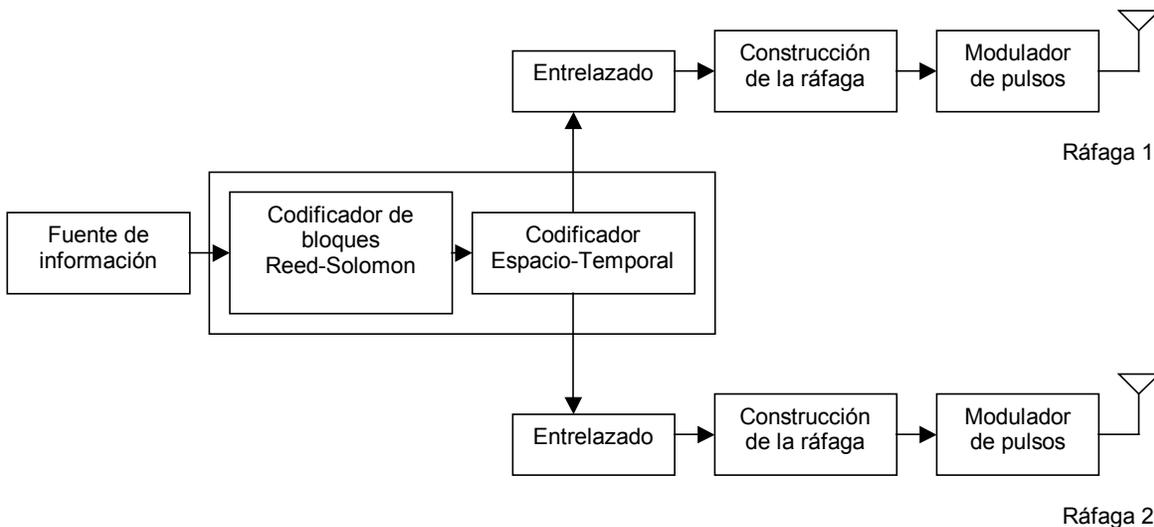


Figura 5.1. Transmisor de la estación base con STMC y dos antenas de transmisión.

La figura 5.2 muestra el diagrama de bloques del receptor. Se realizan las operaciones inversas a las del transmisor. En concreto, se descodifica con el algoritmo de Viterbi adaptado a los códigos ST y al final se descodifican los códigos R-S.

Así pues, la implementación de los códigos ST en combinación con los R-S podría ser objeto de otra ampliación del presente proyecto.

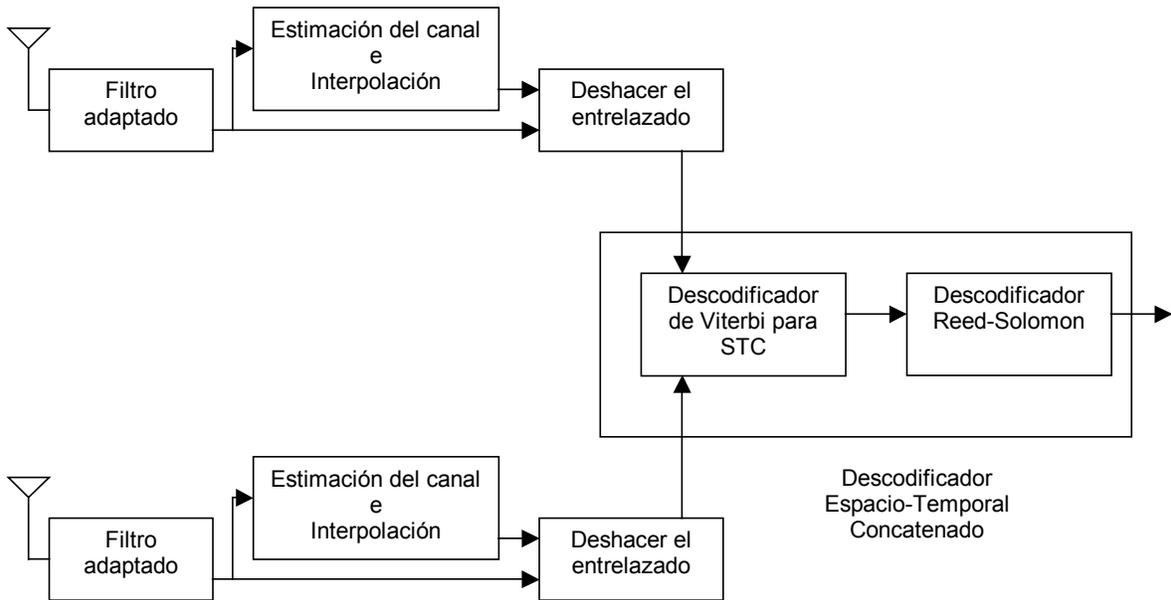


Figura 5.2. Receptor móvil con STMC y dos antenas de recepción.

5.2.3. APLICACIONES PARA SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA

Las figuras 5.3 y 5.4 muestran el diagrama de bloques simplificado de un transmisor y un receptor, respectivamente, para un modem OFDM (*Orthogonal Frequency División Multiplexing*, Múltiplexación por división de frecuencias ortogonales) con un esquema de codificación concatenado de códigos ST. Esta arquitectura es adecuada para sistemas de banda ancha, y pueden encontrarse esquemas similares que utilizan STBC.

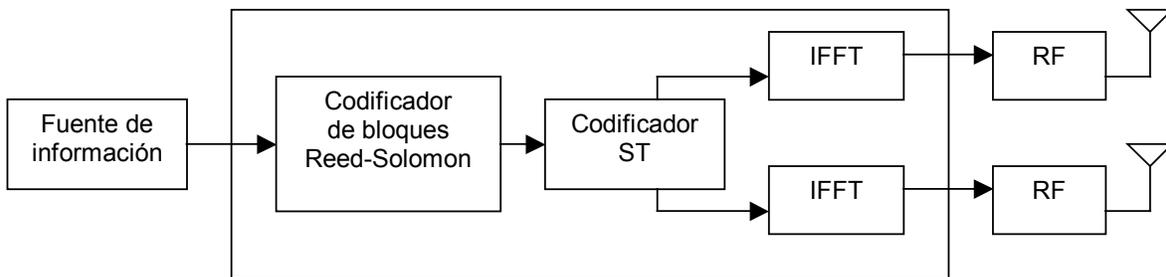


Figura 5.3. Transmisor para OFMD con códigos ST para aplicaciones de banda ancha.

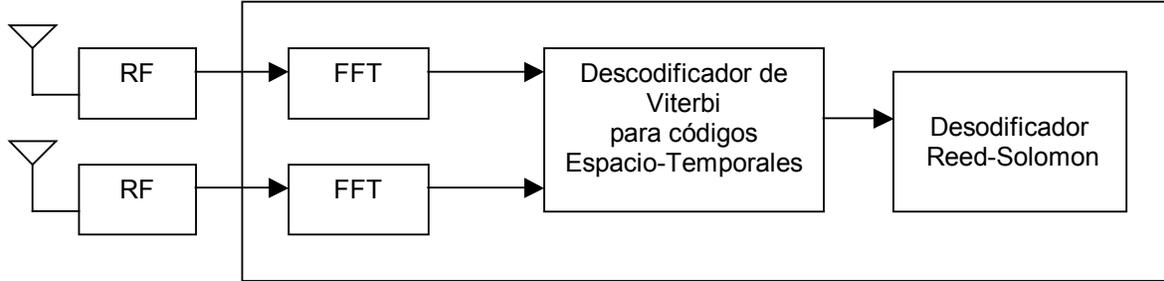


Figura 5.4. Receptor para OFMD con códigos ST para aplicaciones de banda ancha.

Los símbolos de información se codifican consecutivamente mediante unos códigos de canal convencionales y códigos espacio-temporales. Cada secuencia de símbolos codificados se modula OFDM y se envía por la antena correspondiente. En el receptor se sigue el proceso inverso.

Por consiguiente, como posible línea de investigación se propone el estudio del sistema formado por la combinación de los códigos ST y la modulación OFDM.