

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 238**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06023507 .4**

96 Fecha de presentación: **11.11.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1793519**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.06.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y APARATO DE CONMUTACIÓN DINÁMICA DE MODO DE CODIFICACIÓN/DECODIFICACIÓN ESPACIO-TIEMPO.**

30 Prioridad:  
**30.11.2005 CN 200510110986**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.02.2012**

73 Titular/es:  
**Alcatel Lucent  
3 avenue Octave Gréard  
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:  
**Yang, Hongwei**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 374 238 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de la conmutación dinámica de modo de codificación/decodificación espacio-tiempo

**Memoria****Campo de la técnica**

- 5 La presente invención se refiere a la técnica de 4ª generación de comunicaciones móviles, en particular a un procedimiento y a un aparato para el modo de conmutación dinámica de codificación/decodificación de espacio-tiempo basado en la información de estado del canal para un sistema MIMO-OFDM.

**Técnica anterior**

- 10 Un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) es capaz de obtener una eficiencia de frecuencia proporcional al número de antenas de transmisión en un entorno de rica dispersión y de obtener una tasa de transmisión inalámbrica muy alta en una condición de no sacrificar los recursos de frecuencia y la potencia de transmisión, y por lo tanto ocupa ampliamente.

- 15 Una sistema de multiplexado de división de frecuencia ortogonal (OFDM) modula los símbolos de transmisión en sub-portadores de banda estrecha ortogonales de modo que los símbolos transmitidos en cada sub-portador sólo están sujetos a atenuación plana y, por lo tanto, el diseño de los receptores se simplifica mucho, lo que es una eficiente solución para la transmisión de datos inalámbricos a alta velocidad en múltiples canales de atenuación.

Se supone que el canal es plano en una estructura MIMO existente, pero el canal actual de comunicación inalámbrica es selectivo en frecuencia. Por lo tanto, la combinación de OFDM y MIMO cumplirá con el requisito de MIMO en la selección del canal y es una de las soluciones avanzadas de comunicaciones inalámbricas en el futuro.

- 20 MIMO tiene dos estructuras espacio-temporales básicas. Una es la de codificación de espacio-tiempo y el objeto principal de la misma es obtener ganancia de codificación. La otra es multiplexado espacial y el objeto principal de la misma es obtener ganancia de velocidad de datos. Hay tres estructuras básicas en los sistemas de codificación de espacio-tiempo: se conoce como codificación de bloque espacio-tiempo si la diversidad del espacio se obtiene en forma conjunta mediante la codificación de la corriente de símbolos de información transmitidos en los dominios de espacio y tiempo; se conoce como codificación de bloque de espacio-frecuencia si la diversidad del espacio se obtiene en forma conjunta mediante la codificación de la corriente de símbolos de información transmitida en los dominios de espacio y de frecuencia; se conoce como codificación de bloque de espacio-tiempo-frecuencia si la diversidad del espacio se obtiene en forma conjunta mediante la codificación de la corriente de símbolos de información transmitida en el dominio de espacio, tiempo y frecuencia. A pesar de que la diversidad en los dominios de espacio, tiempo y frecuencia se pueden obtener mediante la codificación del espacio-tiempo-frecuencia, la codificación del bloque de espacio-tiempo y la codificación del bloque espacio-frecuencia (que se registra como codificación del bloque de espacio-tiempo/espacio-frecuencia) es más eficiente en una aplicación real, ya que la codificación de espacio-tiempo-frecuencia tiene una complejidad relativamente alta y poca flexibilidad.

- 35 La solución técnica existente se describe como sigue tomando el ejemplo de un sistema MIMO-OFDM de dos transmisores y dos receptores.

- 40 La figura 1 y la figura 2 muestran, respectivamente, estructuras de emisor y receptor para la codificación del bloque de espacio-tiempo o la codificación del bloque espacio-frecuencia existente en un sistema MIMO-OFDM. En el transmisor, la secuencia de origen de bits transmitida se asigna a una constelación modulada para generar una secuencia de símbolos modulados después de la codificación de canal y el entrelazado. La secuencia de símbolos modulados es un bloque espacio-tiempo codificado (bloque espacio-frecuencia codificado) para generar dos tipos de corrientes de símbolos, respectivamente correspondientes a la antena de transmisión 1 y la antena de transmisión 2. Después, los símbolos piloto se insertan de acuerdo con el patrón piloto, las corrientes de símbolos respectivas de las antenas de transmisión son transformadas de Fourier de inversión rápida (IFFT) para generar símbolos OFDM, cada uno tiene un prefijo circular insertado en el encabezado para generar una propagación del símbolo OFDM. Una serie de símbolos OFDM de propagación forman un intervalo de tiempo, y una secuencia pseudo-aleatoria de sincronización se inserta antes de cada intervalo de tiempo para la sincronización del tiempo. Un número de intervalos de tiempo forman un marco de transmisión de la unidad mínima de transmisión.

- 50 En el receptor, las corrientes de símbolos recibidos primero son sincronizadas en el marco, son sincronizadas en el intervalo de tiempo y son sincronizadas en el símbolo en base a secuencias de sincronización. Los símbolos OFDM de propagación sincronizada son transformadas de Fourier rápidas (FFT) después retirar el prefijo circular. Un piloto de dominio de frecuencia se extrae del sub-portador OFDM para la estimación del canal. La respuesta del canal de frecuencia estimada ayuda a la decodificación de los símbolos de datos restantes mediante una decodificador de codificación de bloque de espacio-tiempo/un decodificador de codificación de bloque de espacio-frecuencia. Las

corrientes de símbolos generadas son demoduladas, desintercaladas y decodificadas en el canal para generar una secuencia de fuente de bits estimada.

Las principales diferencias entre la codificación del bloque de espacio-tiempo y la codificación del bloque de frecuencia-espacio se describen a continuación en la figura 3 y la figura 4.

5 Tal como se muestra en la figura 3, los símbolos modulados pre-transmitidos S1 y S2 son codificados mediante un codificador de bloque espacio-frecuencia para generar una corriente de símbolos S1, S1\* S2 y -S2\*. A continuación, S1 y S1\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y se transmiten mediante la antena 1, S2 y -S2\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y se transmiten mediante la antena 2. Como tal, el siguiente conjunto de símbolos modulados pre-transmitidos S3 y S4 son codificados mediante el codificador de  
 10 bloque de espacio-frecuencia para generar una corriente de símbolos S3, S3\*, S4 y -S4\*. Entonces, S3 y -S4\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y se transmiten mediante la antena 1; S4 y S3\* se asignan a los sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y se transmiten mediante la antena 2.

Tal como se muestra en la figura 4, los símbolos modulados pre-transmitidos S1 y S2 son codificados mediante un codificador de bloque espacio-tiempo para generar una corriente de símbolos S1, S1\*, S2 y -S2\*. A continuación, S1 y -S2\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y son transmitidos mediante la antena 1, S2 y S1\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y se transmiten mediante la antena 2. Los  
 15 símbolos modulados pre-transmitidos S3 y S4 se codifican mediante el codificador de bloque espacio-tiempo para generar una corriente de símbolos S3, S3\*, S4 y -S4\*. A continuación, S3 y -S4\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y se transmiten mediante la antena 1; S4 y S3\* se asignan a sub-portadores adyacentes del mismo símbolo OFDM y son transmitidos mediante la antena 2.  
 20

Se asume que la matriz del canal es constante entre símbolos OFDM codificados adyacentes en la codificación de bloque espacio-tiempo diseñada en base a las señales ortogonales. Sin embargo, el intervalo de símbolos del sistema OFDM aumenta en gran medida en comparación con un sistema de portador único con el mismo ancho de banda, de modo que la condición de que la matriz del canal sea constante entre símbolos OFDM codificados adyacentes es difícil  
 25 de lograr, y por lo tanto, el rendimiento de la codificación del bloque espacio-tiempo se degrada. En particular, como el futuro sistema de comunicación móvil ayuda a los usuarios con la banda de frecuencia más alta y mayor velocidad de movimiento, las señales sometidas de mala atenuación rápidamente degradarán el rendimiento de la codificación del bloque espacio-tiempo. De manera similar, la matriz del canal es constante entre símbolos OFDM codificados adyacentes en la codificación del bloque de espacio-frecuencia diseñado en base a las señales ortogonales. Sin embargo, el canal real suele ser selectivo en frecuencia, de modo que la condición de que la matriz del canal sea constante entre símbolos OFDM codificados adyacentes es difícil de lograr, y por lo tanto, el rendimiento de la codificación del bloque espacio-frecuencia se degrada.  
 30

Las figuras 5 y 6, respectivamente, ilustran la comparación de rendimientos de la codificación del bloque espacio-tiempo y la codificación del bloque de espacio-frecuencia en diferente retraso de difusión y diferentes velocidades de movimiento. Cuando el retraso de la difusión del canal es menor, el mismo rendimiento de tasa de bits de error (BER) se obtiene en un rango de velocidad de movimiento de 5-120 kmph para la codificación del bloque de espacio-frecuencia (SFBC). Incluso cuando la velocidad de movimiento es de hasta 500 kmph, un rendimiento tan bueno como a baja velocidad se puede obtener para la codificación del bloque de espacio-frecuencia, si se utiliza una técnica ideal para la eliminación de la interferencia entre los portadores. Cuando el retraso de la difusión del canal es mayor, el rendimiento será muy degradado en una variedad de rangos de velocidad de movimiento para la codificación del bloque de espacio-frecuencia, que atribuye al canal de frecuencia-selección causado por una mayor difusión de demora resultante en no constante entre los portadores adyacentes de codificación del bloque de espacio-tiempo. De modo similar, el buen rendimiento BER se puede obtener para la codificación del bloque de espacio-tiempo a baja velocidad en movimiento de 5 kmph, no importa lo mucho que el retardo de los canales se está extendiendo. Sin embargo, en un rango de velocidad de movimiento de 120-150 kmph, el rendimiento de la codificación del bloque de espacio-tiempo está muy degradado, que atribuye a la disipación causada de canal rápido causada por un mayor desplazamiento Doppler que resulta en un canal no constante entre los símbolos codificados en el dominio del tiempo.  
 35  
 40  
 45

En una palabra, la codificación espacio-tiempo puede operar en canales selectivos de frecuencia, pero está sujeta al efecto en la ortogonalidad mediante desplazamiento Doppler, que degrada el rendimiento; la codificación de espacio-frecuencia puede funcionar en canales del desplazamiento Doppler, pero está sujeta al efecto en la ortogonalidad mediante la selección de frecuencia, que afecta al rendimiento.  
 50

Por lo tanto, hay un cierto límite en el ambiente de cualquier esquema de codificación espacio-tiempo existente.

La solicitud de patente internacional WO 2005/055507 A1 se refiere a procedimientos para la programación de al menos uno de los K canales de transmisión con respectivas interfaces de transmisión  $N_{t,k}$  y respectivas interfaces de recepción  $N_{r,k}$  para la transmisión de símbolos de datos de son modulados por matriz o vector. Dicho procedimiento comprende el cálculo de un indicador de la calidad del canal (CQI)  $q_k$  correspondiente para al menos uno de dichos K  
 55

canales de transmisión, y la programación de al menos uno de dichos K canales de transmisión para la transmisión de dichos símbolos de datos modulados por matriz o vector, en donde dicha programación se basa al menos parcialmente en dicho CQIs  $q_k$  calculado. La invención también se refiere a dispositivos, estaciones transmisoras, sistemas de comunicación inalámbricos, programas informáticos y productos de programas informáticos.

5 Contenido de la invención

La presente invención se refiere a proporcionar una técnica de conmutación dinámica para modo de codificación/decodificación de espacio-tiempo basado en la información del estado del canal, mediante la cual pueden permanecer ventajas tales como una baja complejidad de la codificación espacio-tiempo, un rendimiento estable bajo canales asociados de espacio, una diversidad espacio completa etc., mientras el entorno de aplicación de la codificación del bloque espacio-tiempo o espacio-frecuencia en un sistema OFDM puede ser extendido y, por lo tanto, un sistema MIMO OFDM se puede aplicar en una serie de entornos de propagación compleja.

La primera de la presente invención: un procedimiento para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo.

El procedimiento comprende: una etapa de determinación para determinar un modo de codificación de espacio-tiempo basado en la información de retroalimentación mediante un transmisor; una etapa de mapeo para el mapeo del modo determinado de codificación a un codificador correspondiente, de manera que una serie de conjuntos de corrientes de símbolos que corresponden a antenas de transmisión respectivas se generan después de la codificación de una secuencia de símbolos modulada para la codificación deseada; y una etapa de retroalimentación para la alimentación periódicamente de la información del modo de codificación utilizada de vuelta a un receptor a través de un canal de control hacia adelante.

En el procedimiento anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, el modo de codificación espacio-tiempo comprende un modo de codificación de bloque espacio-tiempo y un modo de codificación de bloque espacio-frecuencia.

En el procedimiento anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación de espacio-tiempo, la información de retroalimentación de un canal inverso comprende el ancho de banda coherente y el tiempo coherente del canal.

En el procedimiento anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, el ancho de banda coherente del canal se ajusta como ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5; dicho tiempo coherente del canal se ajusta como un intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5.

En el procedimiento anterior de conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, la regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si el ancho de banda coherente es mayor que un múltiplo dado del ancho del intervalo entre dos sub-portadores.

En el procedimiento anterior de conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, la regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo es que la codificación del bloque espacio-tiempo se determina si el tiempo coherente es mayor que un múltiplo del intervalo de tiempo de propagación entre dos símbolos OFDM.

En el procedimiento anterior de conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, la regla para la determinación del modo de codificación de espacio-tiempo es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si

$$\alpha \cdot \frac{\text{(anchura entre dos sub-portadores)}}{\text{(ancho de banda de correlación)}}$$

es menor que

$$\frac{\text{(intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM)}}{\text{(tiempo de correlación)}}$$

en el que  $\alpha$  es un coeficiente de experiencia asociados con las características del canal.

La segunda de la presente invención: un aparato para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo.

El aparato está dispuesto en un transmisor y comprende una unidad de determinación, una primera unidad de mapeo y una primera unidad de respuesta conectada a su vez, en el que la unidad de la determinación se utiliza para determinar

5 un modo de codificación de espacio-tiempo basado en la información de retroalimentación recibida de un canal inverso; la primera unidad de mapeo se utiliza para la mapeo de un determinado modo de codificación para un codificador correspondiente, de manera que una serie de conjuntos de corrientes de símbolos que corresponden a respectivas antenas de transmisión se generan después de la codificación de una secuencia de símbolos modulados para la codificación deseada; la primera unidad de retroalimentación se utiliza para la alimentación periódica de información del codificación de modo utilizado de retorno a un receptor a través de un canal de control hacia adelante.

En el aparato anterior para la conmutación dinámica de codificación del modo espacio-tiempo, el modo de codificación espacio-tiempo determinado por la unidad de la determinación comprende un modo de codificación del bloque espacio-tiempo y un modo de de codificación del bloque espacio-frecuencia.

10 En el aparato anterior para la conmutación dinámica de codificación del modo espacio-tiempo, la información de retroalimentación recibida por la unidad de determinación comprende un ancho de banda coherente y un tiempo coherente del canal.

15 En el aparato anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, el ancho de banda coherente del canal se ajusta al ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5; dicho tiempo coherente del canal se ajusta como un intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5.

20 En el aparato anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, la regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo mediante la unidad de determinación es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si el ancho de banda coherente es mayor que un determinado múltiplo del ancho de intervalo entre dos sub-portadores.

En el aparato anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, la regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo de la unidad de determinación es que la codificación del bloque espacio-tiempo se determina si el tiempo coherente es mayor que un determinado múltiplo del intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM propagados.

25 En el aparato anterior para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, la regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo de la unidad de determinación es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si

**$\alpha$  (anchura entre dos sub-portadores)**  
**(ancho de banda de correlación)**

30 es menor que

**(intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM)**  
**(tiempo de correlación)**

35 en el que  $\alpha$  es un coeficiente de experiencia asociados con las características del canal.

La tercera de la presente invención: un procedimiento para la conmutación dinámica para el modo de decodificación espacio-tiempo.

40 El procedimiento comprende: una etapa de recepción para la recepción de información de modo de codificación espacio-tiempo usada en un transmisor y transmitida por un canal de control hacia adelante; una etapa de mapeo para la mapeo de la información recibida del modo de codificación a un decodificador de un modo de decodificación espacio-tiempo correspondiente para la decodificación en un modo correspondiente; y una etapa de retroalimentación para la alimentación de ancho de banda coherente y tiempo coherente de la información del estado del canal de vuelta al transmisor a través de un canal de control inverso.

45 En el procedimiento anterior para la conmutación dinámica del modo de decodificación espacio-tiempo, el modo de codificación espacio-tiempo comprende un modo de codificación del bloque espacio-tiempo y un modo de codificación del bloque espacio-frecuencia.

La cuarta de la presente invención: un aparato para la conmutación dinámica para el modo de decodificación espacio-tiempo.

50 El aparato está dispuesto en un receptor y comprende una unidad de recepción, una segunda unidad de mapeo y una segunda unidad de retroalimentación conectada a su vez, en la que la unidad receptora se utiliza para la recepción de información del modo de codificación espacio-tiempo usado en un transmisor y transmitido mediante un canal de control hacia adelante; la segunda unidad de mapeo se utiliza para asignar la información recibida del modo de

codificación de un decodificador de un modo de decodificación espacio-tiempo correspondiente para la decodificación de un modo correspondiente; y la segunda unidad de retroalimentación se utiliza para la alimentación de ancho de banda coherente y tiempo coherente de información del estado del canal de retorno al transmisor a través de un canal de control inverso.

- 5 En el aparato anterior para la conmutación dinámica del modo de decodificación espacio-tiempo, el modo de codificación espacio-tiempo comprende un modo de codificación del bloque espacio-tiempo y un modo de codificación del bloque espacio-frecuencia.

Un ejemplo de la presente invención: un transmisor.

- 10 Las características del transmisor son que comprende un codificador con dos modos de codificación del bloque espacio-tiempo y la codificación del bloque espacio-frecuencia y medios de conmutación para el modo de codificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia, en el que los medios de conmutación para el modo de codificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia se utilizan para determinar el modo de codificación basado en información del ancho de banda coherente y del tiempo coherente de una retroalimentación del canal inverso recibido y la codificación del bloque espacio-tiempo o la codificación del bloque espacio-frecuencia de una secuencia de símbolos modulados para la codificación deseada en un modo correspondiente para generar una serie de conjuntos de corrientes de símbolos que corresponden a respectivas antenas de transmisión y también periódicamente alimentando el modo de codificación usado de retorno a un receptor a través de un canal de control hacia adelante.
- 15

Otro ejemplo de la presente invención: un receptor.

- 20 Las características del receptor son que comprende un decodificador con dos modos de codificación del bloque espacio-tiempo y la codificación del bloque espacio-frecuencia y unos medios de conmutación para el modo de decodificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia, en el que los medios para el modo de conmutación del modo espacio-tiempo/espacio-frecuencia se utilizan para la mapeo de la información recibida del modo de codificación espacio-tiempo de un decodificador de un modo de decodificación espacio-tiempo correspondiente para la decodificación de un modo correspondiente sobre la base de la información del modo de codificación espacio-tiempo utilizado en un transmisor y transmitido mediante un canal de control hacia adelante; y también alimentando ancho de banda coherente y tiempo coherente de la información del estado del canal de vuelta al transmisor a través de un canal de control inverso.
- 25

- 30 Usando la solución técnica anterior, es decir, la presente invención proporciona una técnica de conmutación dinámica del modo de codificación/decodificación espacio-tiempo basada en la información del estado del canal, ancho de banda coherente y tiempo coherente definidos como la medición del umbral de conmutación y la política de conmutación correspondiente se propone para retener ventajas tales como la baja complejidad de la codificación espacio-tiempo, rendimiento estable bajo los canales asociados de espacio, la diversidad de espacio completa y etc. y ampliar el entorno de aplicación de la codificación del bloque espacio-tiempo o espacio-frecuencia en un sistema OFDM de manera que un sistema MIMO OFDM puede ser aplicado en una serie de entornos de propagación complejos.

35 **Descripción de las figuras**

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un transmisor STBC/SFBC de un sistema MIMO-OFDM existente;

La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un receptor STBC/SFBC de un sistema MIMO-OFDM existente;

- 40 La figura 3 es un diagrama esquemático de codificación espacio-frecuencia;

La figura 4 es un diagrama esquemático de codificación espacio-tiempo;

La figura 5 es un diagrama esquemático de comparación del rendimiento de la codificación de bloque espacio-frecuencia y la codificación del bloque espacio-tiempo en diferentes velocidades de movimiento en un canal con una difusión de bajo retardo;

- 45 La figura 6 es un diagrama esquemático de la comparación del rendimiento de la codificación del bloque espacio-frecuencia y la codificación del bloque espacio-tiempo a diferentes velocidades de movimiento en un canal con una difusión de alto retardo;

- 50 La figura 7 muestra un transmisor de la presente invención, es decir, un diagrama esquemático que muestra la estructura de un transmisor que tiene medios de conmutación para el modo de codificación de bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia en un sistema MIMO-OFDM;

La figura 8 muestra un receptor de la presente invención, es decir, un diagrama esquemático que muestra la estructura

de un transmisor que tiene medios para conmutar el modo de decodificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia en un sistema MIMO-OFDM;

La figura 9 es un diagrama esquemático de un flujo para la determinación dinámica del modo de codificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia;

5 La figura 10 es un diagrama esquemático de un flujo operativo para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo;

La figura 11 es un diagrama esquemático de un flujo operativo para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo;

10 La figura 12 es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un aparato para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo;

La figura 13 es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un aparato para la conmutación dinámica del modo de decodificación espacio-tiempo.

### **Modo de realizar la invención**

#### **I. Transmisor**

15 Refiriéndose a la figura 7, después de la inicialización, la secuencia de origen de bits transmitidos se asigna a una constelación modulada para generar una secuencia de símbolos modulada después de la codificación del canal y el entrelazado. Los medios de conmutación dinámica para el modo de codificación espacio-tiempo se utilizan generalmente como medios de conmutación dinámica para el modo de codificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia, lo que determina el modo de codificación espacio-tiempo basado en la información de control de la retroalimentación del canal inverso y los códigos del bloque espacio-tiempo o los códigos del bloque espacio-frecuencia de la secuencia de símbolos modulada en un modo correspondiente para generar tres conjuntos de corrientes de símbolos, respectivamente, correspondientes a una antena de transmisión 1, una antena de transmisión 2 y a una antena de transmisión 3, mientras que el modo de codificación utilizado es alimentado periódicamente de nuevo al receptor a través de un canal de control hacia adelante. Después de que los símbolos piloto se insertan de acuerdo con el patrón piloto, las corrientes de símbolos respectivos de las antenas de transmisión son transformadas de Fourier rápidas inversas (IFFT) con una longitud de N para generar símbolos OFDM, cada uno de los cuales tiene un prefijo circular con una longitud de CP muestras insertadas en el encabezado para generar un símbolo OFDM de propagación. Una serie de símbolos OFDM de propagación forman un intervalo de tiempo, y una secuencia pseudo-aleatoria de sincronización se inserta antes de cada intervalo de tiempo de sincronización de tiempo. Un número de intervalos de tiempo forman un marco de transmisión como una unidad mínima de transmisión para la transmisión de símbolos. La frecuencia de muestreo es  $f_s$  Hz.

#### **II. Receptor**

35 Refiriéndose a la figura 8, después de la inicialización, las corrientes de símbolos recibidos primero son de marco sincronizado, de intervalo de tiempo sincronizado y de símbolo sincronizado en base a secuencias de sincronización. La propagación sincronizada de símbolos OFDM son transformadas rápidas de Fourier (FFT) después de que el prefijo circular se elimina. Una unidad de estimación del canal MIMO-OFDM lleva a cabo la estimación del canal usando un piloto de dominio de la frecuencia extraído de los símbolos OFDM para generar una matriz de canales y estima periódicamente la información del estado del canal, tal como el ancho de banda coherente y el tiempo coherente. Es decir, unos medios de conmutación dinámica para el modo de decodificación del bloque espacio-tiempo/espacio-frecuencia decodifican los símbolos de los datos extraídos en un modo correspondiente utilizando la matriz de canales basada en el modo de codificación espacio-tiempo/espacio-frecuencia usado en el transmisor y demodulado mediante un canal de control hacia adelante, mientras que el modo de codificación se determina basado en el ancho de banda coherente recibido periódicamente y el tiempo coherente para el canal y alimentado periódicamente de vuelta al transmisor a través de un canal de control inverso. Las corrientes de símbolos generadas son demoduladas, desintercaladas y decodificado el canal para generar una secuencia de fuente de bits estimada.

#### **III. Medición y Política de conmutación dinámica para el modo de codificación**

50 El ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5 se establece como el ancho de banda coherente del canal  $B_c$ , que depende del retardo de propagación del canal, que se puede obtener fácilmente a partir de la respuesta al impulso del canal estimado por el estimador de canal en la técnica anterior o estimado por el prefijo circular del sistema OFDM y cuya recíproca se puede aproximar como el ancho de banda coherente del canal. De modo similar, un intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5 se establece como el tiempo coherente del canal  $T_c$ , que depende de desplazamiento Doppler de canal, que puede estimarse mediante la correlación del dominio de tiempo de respuesta al

impulso del canal estimada mediante el estimador de canal en la técnica anterior y cuya recíproca se puede aproximar al tiempo coherente del canal. Al parecer, una unidad de estimación del canal puede estimar el ancho de banda coherente del canal y el tiempo coherente del canal basado en la respuesta estimada del canal. La estimación del tiempo coherente y del ancho de banda coherente del canal no pertenece al rango de la presente invención, por lo que siempre asumimos que el ancho de banda coherente y el tiempo coherente del canal están estimados idealmente y la estimación anterior de los mismos no se describen con más detalle en este documento.

Aparentemente, si el ancho de banda coherente es mucho mayor que el ancho de intervalo entre dos sub-portadores, es decir,  $B_c \gg f_s/N$ , entonces se puede considerar que el canal en dos sub-portadores es plano, es decir, la respuesta de frecuencia del canal en dos sub-portadores es constante. En este momento, la codificación espacio-frecuencia se lleva a cabo entre una serie de antenas y dos sub-portadores, y por lo tanto los cambios dinámicos del canal no degradarán el rendimiento de la codificación espacio-frecuencia.

Como tal, si el tiempo coherente es mucho mayor que el intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM de propagación, es decir,

$$T_c \gg (1 + \frac{CP}{N}) / f_s,$$

entonces se puede considerar que el canal dentro de los dos símbolos OFDM se atenúa lentamente, es decir, la respuesta al impulso del canal dentro de los dos símbolos OFDM es constante. En este momento, la codificación espacio-tiempo se lleva a cabo entre una serie de antenas y dos símbolos OFDM, y por lo tanto los cambios dinámicos del canal no degradarán el rendimiento de la codificación espacio-tiempo.

Por lo tanto, definimos el ancho de banda coherente y el tiempo coherente del canal como la medida de ajuste dinámico para el modo de codificación y el modo de codificación se ajusta de acuerdo a la siguiente política, en la que cuando el modo de codificación del bloque espacio-tiempo es 0, corresponde a la codificación del bloque espacio-frecuencia; cuando el modo de codificación del bloque espacio-tiempo es 1, corresponde a la codificación del bloque espacio-tiempo.

Tal como se muestra en la figura 9, después de que se recibe la información del estado del canal del ancho de banda coherente y el tiempo coherente, se realiza la siguiente determinación:

1) El modo de codificación del bloque espacio-tiempo se establece como 0 si el ancho de banda coherente es mucho mayor que la anchura del intervalo entre dos sub-portadores, es decir,  $B_c > 20 \cdot f_s/N$ .

2) En caso contrario, el modo de codificación del bloque espacio-tiempo se establece como 1 si el tiempo coherente es mucho mayor que el intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM de propagación,

$$T_c > 10 \cdot (1 + \frac{CP}{N}) / f_s.$$

3) En caso contrario, el modo de codificación del bloque espacio-tiempo se establece como 0 si

$$\frac{\alpha \cdot (\text{anchura entre dos sub-portadores})}{(\text{ancho de banda de correlación})}$$

es menor que

$$\frac{(\text{intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM})}{(\text{tiempo de correlación}),}$$

en el que  $\alpha$  es un coeficiente de experiencia asociado con las características del canal y el valor por defecto del mismo es de 2.

4) En caso contrario, el modo de codificación del bloque espacio-tiempo se establece como 1.

#### IV. Flujo operativo para la conmutación dinámica del modo de codificación/decodificación espacio-tiempo

Tal como se muestra en la figura 10, se ilustra un flujo de conmutación dinámica en el modo de codificación espacio-tiempo.

Etapa de inicialización: establecer el modo de codificación del bloque espacio-tiempo como 0, codificar los símbolos de entrada modulados de acuerdo con el modo de codificación del bloque espacio-tiempo y determinar si se recibe la

información de control de retroalimentación de un canal de retorno.

5 Etapa de conmutación del modo de codificación espacio-tiempo: establecer un modo de codificación espacio-tiempo correspondiente basado en la información de control de retroalimentación, si se recibe la información de control de retroalimentación; codificar los símbolos de entrada modulados en función del modo de codificación del bloque espacio-tiempo, para determinar si la información de control de retroalimentación de un canal inverso se recibe o no, si es que sí, establecer un modo de codificación espacio-tiempo correspondiente basado en la información de control de retroalimentación. El flujo circula como antes.

Tal como se muestra en la figura 11, se ilustra un flujo de conmutación dinámica para el modo de decodificación espacio-tiempo.

10 Etapa de inicialización: establecer el modo de decodificación de espacio-tiempo basado en la información de control, la decodificar los símbolos de entrada modulados en función del modo de decodificación espacio-tiempo y determinar si la información de estado del canal se recibe desde una unidad de estimación del canal.

15 Etapa de conmutación del modo de decodificación espacio-tiempo: realizar la determinación del modo de decodificación espacio-tiempo si la información de estado del canal se recibe desde una unidad de estimación del canal; decodificar los símbolos de entrada modulados en función del modo de decodificación espacio-tiempo, determinar si la información del estado del canal se recibe desde una unidad de estimación del canal, y realizar la determinación del modo de decodificación espacio-tiempo de nuevo. El flujo circula como antes.

V. Aparato de conmutación dinámica para el modo de codificación/decodificación espacio-tiempo

20 Tal como se muestra en la figura 12, un aparato para la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo está dispuesto en un transmisor y comprende una unidad de determinación 11, una primera unidad de mapeo 12 y una primera unidad de retroalimentación 13 conectada a su vez, en la que:

la unidad de determinación 10 se usa para determinar un modo de codificación espacio-tiempo basado en la información de retroalimentación recibida de un canal inverso;

25 la primera unidad de mapeo 12 se utiliza para la mapeo del modo de codificación determinado a un codificador correspondiente, de manera que una serie de conjuntos de corrientes de símbolos que corresponden a respectivas antenas de transmisión se generan después de la codificación de una secuencia de símbolos modulados para la codificación deseada;

la primera unidad de retroalimentación 13 se utiliza para la alimentación periódica de la información del modo de codificación utilizado de retorno a un receptor a través de un canal de control hacia adelante.

30 Tal como se muestra en la figura 13, un aparato para la conmutación dinámica para el modo de decodificación espacio-tiempo está dispuesto en un receptor y comprende una unidad de recepción 21, una segunda unidad de mapeo 22 y una segunda unidad de retroalimentación 23, en el que: la unidad de recepción 21 se utiliza para recibir la información del modo de codificación de espacio-tiempo usada en un transmisor y transmitida por un canal de control hacia delante;

35 la segunda unidad de mapeo 22 se utiliza para asignar la información recibida del modo de codificación a un decodificador de un modo de decodificación espacio-tiempo correspondiente para la decodificación en un modo correspondiente; y

la segunda unidad de retroalimentación 23 se utiliza para la alimentación de ancho de banda coherente y tiempo coherente de información sobre el estado del canal de vuelta al transmisor a través de un canal de control inverso.

40 Resumiendo lo anterior, la presente invención proporciona un procedimiento de conmutación dinámica y un aparato para el modo de codificación/decodificación espacio-tiempo basado en la información de estado del canal, el ancho de banda coherente y el tiempo coherente se definen como la medición del umbral de conmutación y la política de conmutación correspondiente se propone para retener ventajas tales como la baja complejidad de la codificación espacio-tiempo, un rendimiento estable bajo los canales de espacio asociados, la diversidad de espacio completa y etc. y extender el entorno de aplicación de la codificación del bloque espacio-tiempo o espacio-frecuencia en un sistema OFDM de manera que un sistema MIMO OFDM pueda ser aplicado en una serie de entornos de propagación complejos.

45 Se debe entender a partir de lo anterior que, aunque realizaciones particulares de la invención han sido ilustradas y descritas, varias alternativas y modificaciones se pueden hacer a las mismas.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de la conmutación dinámica de un modo de codificación espacio-tiempo, que comprende:

- 5 - una etapa de determinación para determinar un modo de codificación espacio-tiempo basado en la información de retroalimentación de un canal inverso mediante un transmisor, comprendiendo el modo de codificación espacio-tiempo un modo de codificación de bloque espacio-tiempo y un modo de codificación de bloque espacio-frecuencia;
- una etapa de mapeo para el mapeo del modo de codificación determinado a un codificador correspondiente, de manera que una serie de conjuntos de corrientes de símbolos que corresponden a respectivas antenas de transmisión se generan después de la codificación de una secuencia de símbolos modulados; y
- 10 - una etapa de retroalimentación para la alimentación periódica de la información del modo de codificación utilizada de vuelta a un receptor a través de un canal de control hacia adelante;

### caracterizado porque

15 la recepción desde el receptor de la información de retroalimentación de un canal inverso que comprende el ancho de banda coherente y el tiempo coherente del canal, en el que el ancho de banda coherente del canal se establece como el ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5; dicho tiempo coherente del canal se establece como el intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5.

2. Procedimiento de la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo según la reivindicación 1, en el que una regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si el ancho de banda coherente es mayor que un múltiplo dado del ancho de intervalo entre dos sub-portadores.

3. Procedimiento de la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo según la reivindicación 1, en el que una regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo es que la codificación del bloque espacio-tiempo se determina si el tiempo coherente es mayor que un múltiplo dado del intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM de propagación.

25 4. Procedimiento de la conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo según la reivindicación 1, en el que una regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si

$$\alpha \cdot \left[ \frac{\text{anchura entre sub-portadores}}{\text{ancho de banda de correlación}} \right]$$

30 es menor que

$$\left[ \frac{\text{intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM}}{\text{tiempo de correlación}} \right]$$

en el que  $\alpha$  es un coeficiente de experiencia asociado con las características del canal.

35 5. Aparato de conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo, que está configurado para un transmisor y comprende una unidad de determinación (11), una primera unidad de mapeo (12) y una primera unidad de retroalimentación (13) conectada a su vez, en el que:

- 40 - la unidad de determinación (11) se utiliza para determinar un modo de codificación espacio-tiempo basado en la información de retroalimentación recibida de un canal inverso, comprendiendo el modo de codificación espacio-tiempo un modo de codificación del bloque espacio-tiempo y un modo de codificación del bloque espacio-frecuencia;
- la primera unidad de mapeo (12) se utiliza para el mapeo del modo de codificación determinado a un codificador correspondiente, de manera que una serie de conjuntos de corrientes de símbolos que corresponden a antenas de transmisión respectivas se generan después de la codificación de una secuencia de símbolos modulados;
- 45 - la primera unidad de retroalimentación (13) se utiliza para la alimentación periódica de la información del modo de codificación utilizado de retorno a un receptor a través de un canal de control hacia adelante;

### caracterizado porque

la información de retroalimentación recibida comprende el ancho de banda coherente y el tiempo coherente del canal, en el que el ancho de banda coherente del canal se establece como el ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5; dicho tiempo coherente del canal se

establece como el intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5.

5 6. Aparato para conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo según la reivindicación 5, en el que una regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo mediante la unidad de determinación es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si el ancho de banda coherente es mayor que un múltiplo dado del ancho del intervalo entre dos sub-portadores.

10 7. Aparato de conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo según la reivindicación 5, en el que una regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo mediante la unidad de determinación es que la codificación del bloque espacio-tiempo se determina si el tiempo coherente es mayor que un múltiplo dado del intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM de propagación.

8. Aparato de conmutación dinámica del modo de codificación espacio-tiempo según la reivindicación 5, en el que una regla para la determinación del modo de codificación espacio-tiempo mediante la unidad de la determinación es que la codificación del bloque espacio-frecuencia se determina si

15 
$$\alpha \cdot \frac{\text{(anchura entre sub-portadores)}}{\text{(ancho de banda de correlación)}}$$

es menor de

$$\frac{\text{intervalo de tiempo entre dos símbolos OFDM}}{\text{tiempo de correlación}}$$

20 en el que  $\alpha$  es un coeficiente de experiencia asociado con las características del canal.

9. Procedimiento de conmutación dinámica para el modo de decodificación espacio-tiempo, que comprende:

- una etapa de recepción para la recepción de la información del modo de codificación espacio-tiempo usado en un transmisor y transmitido mediante un canal de control hacia adelante, comprendiendo el modo de codificación espacio-tiempo un modo de codificación del bloque espacio-tiempo y un modo de codificación del bloque espacio-frecuencia;

25 - una etapa de mapeo para el mapeo de la información del modo de codificación recibido a un decodificador de un modo de decodificación espacio-tiempo correspondiente para la decodificación en un modo correspondiente,

**caracterizado por**

30 - una etapa de retroalimentación para la alimentación del ancho de banda coherente y el tiempo coherente de la información de estado del canal de vuelta al transmisor a través de un canal de control inverso, en el que el ancho de banda coherente del canal se establece como el ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5; dicho tiempo coherente del canal se establece como el intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5.

35 10. Aparato de conmutación dinámica de un modo de decodificación espacio-tiempo, que está configurado para un receptor y comprende una unidad de recepción (21), una unidad de mapeo (22) y una unidad de retroalimentación (23) conectada a su vez, en el que:

- la unidad de recepción (21) se utiliza para la recepción de la información del modo de codificación espacio-tiempo usado en un transmisor y transmitido mediante un canal de control hacia adelante, comprendiendo el modo de codificación espacio-tiempo un modo de codificación del bloque espacio-tiempo y un modo de codificación del bloque espacio-frecuencia;

40 - la unidad de mapeo (22) se utiliza para el mapeo de la información recibida del modo de codificación a un decodificador de un modo de decodificación espacio-tiempo correspondiente para la decodificación en un modo correspondiente,

**caracterizado porque**

45 - la unidad de retroalimentación (23) se utiliza para la alimentación de ancho de banda coherente y tiempo coherente de la información de estado del canal de vuelta al transmisor a través de un canal de control inverso, en el que el ancho de banda coherente del canal se establece como el ancho de banda con una respuesta de frecuencia del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5; dicho tiempo coherente del canal se establece como el intervalo de tiempo con una respuesta al impulso del canal que tiene un coeficiente de correlación superior a 0,5.

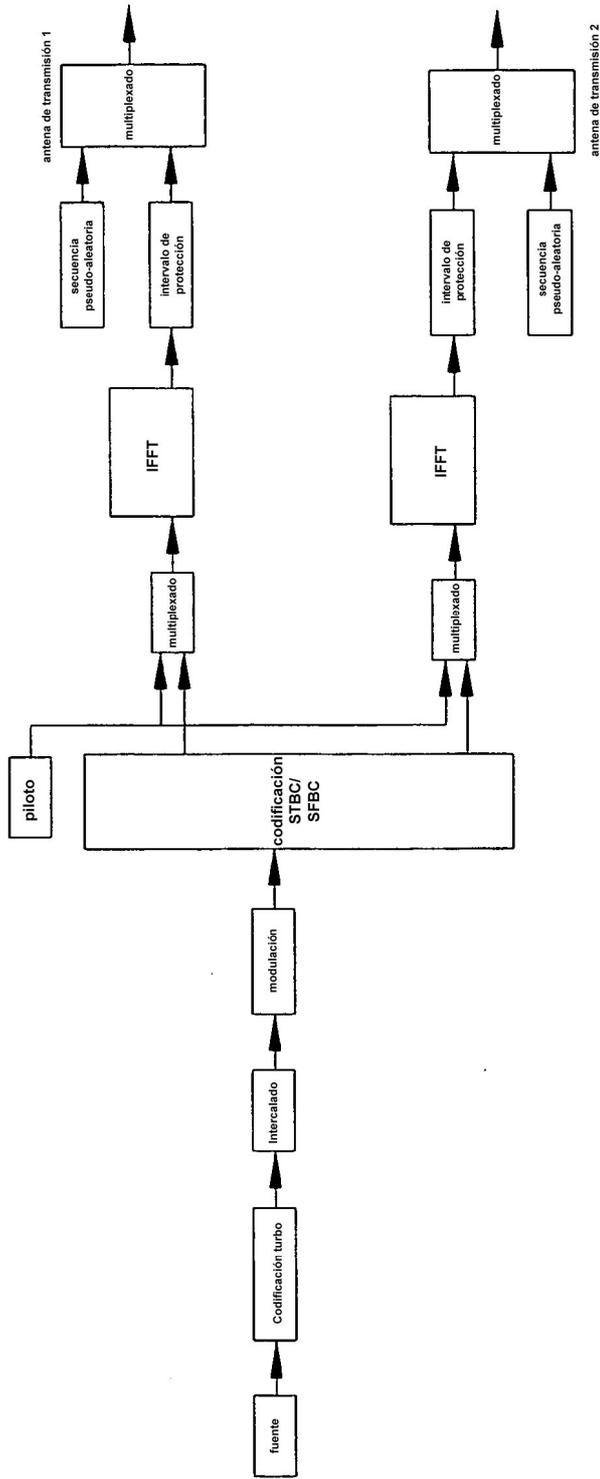


Fig. 1

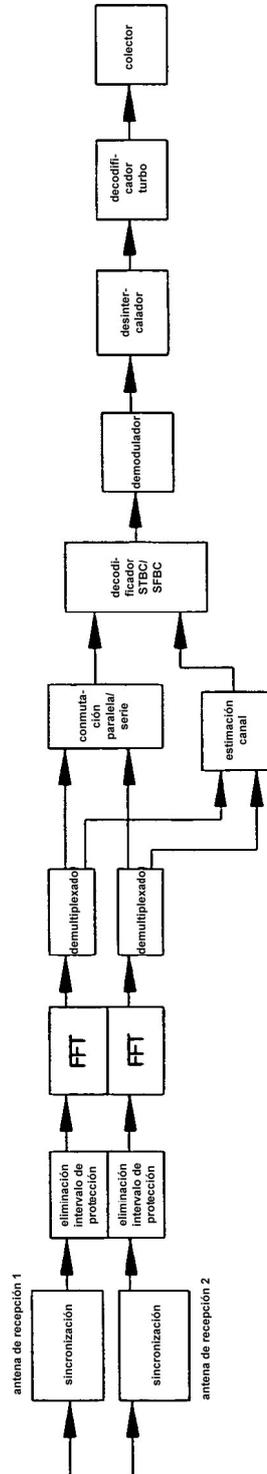


Fig. 2

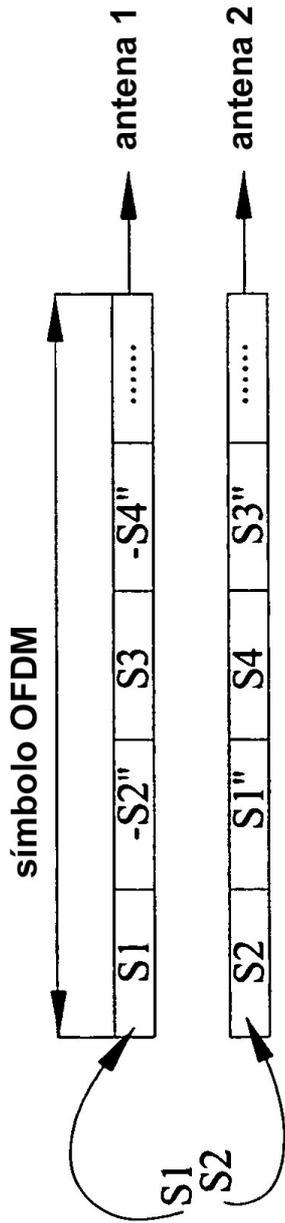


Fig. 3

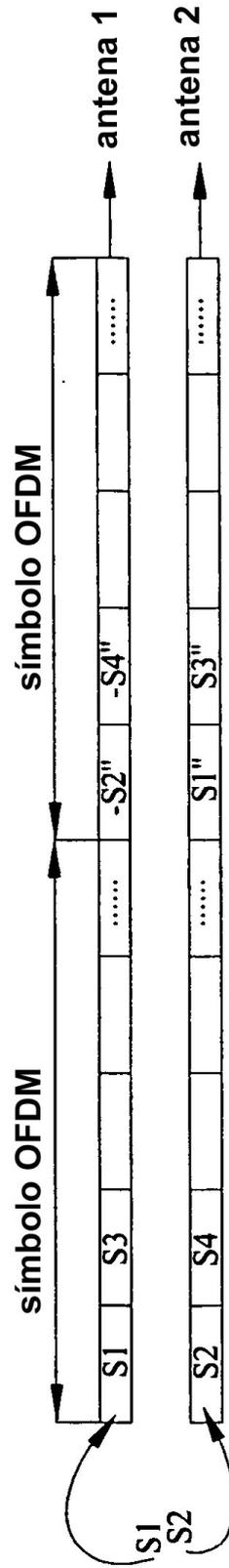


Fig. 4

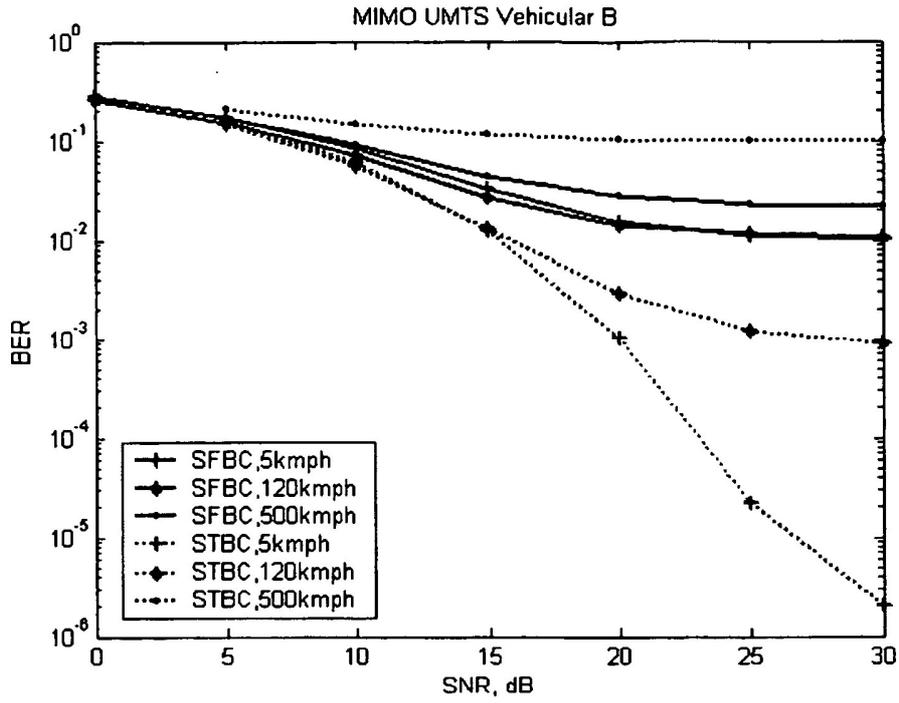


Fig.5

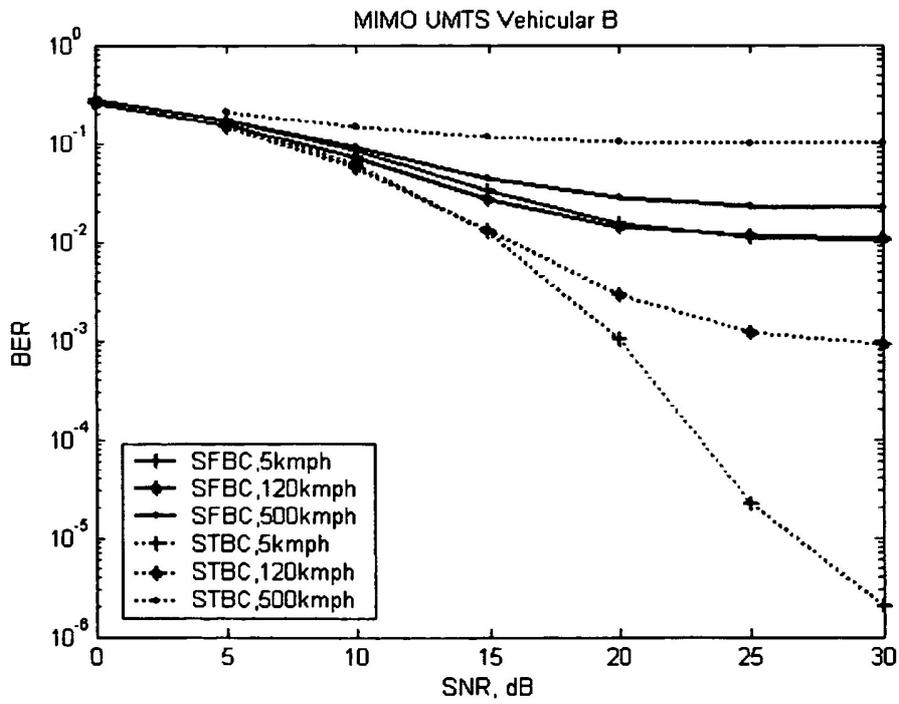


Fig.6

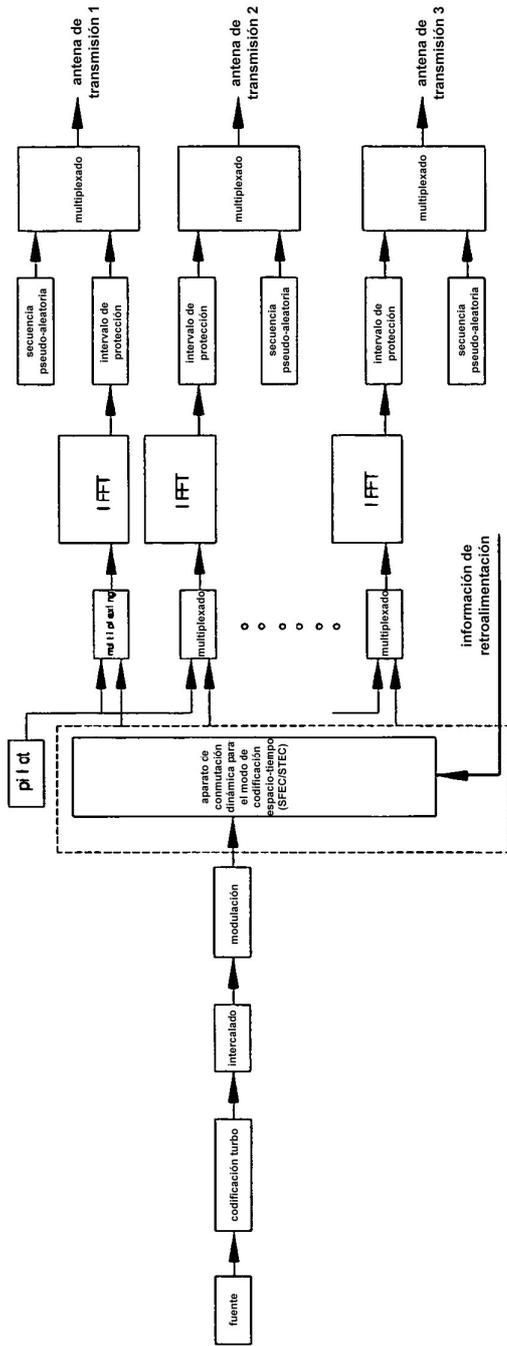


Fig. 7

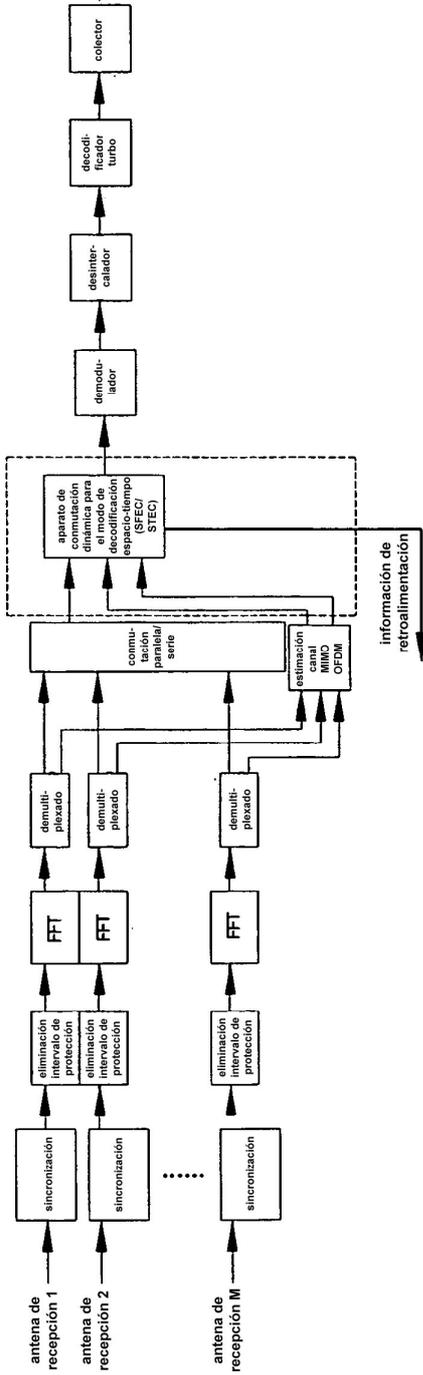


Fig. 8

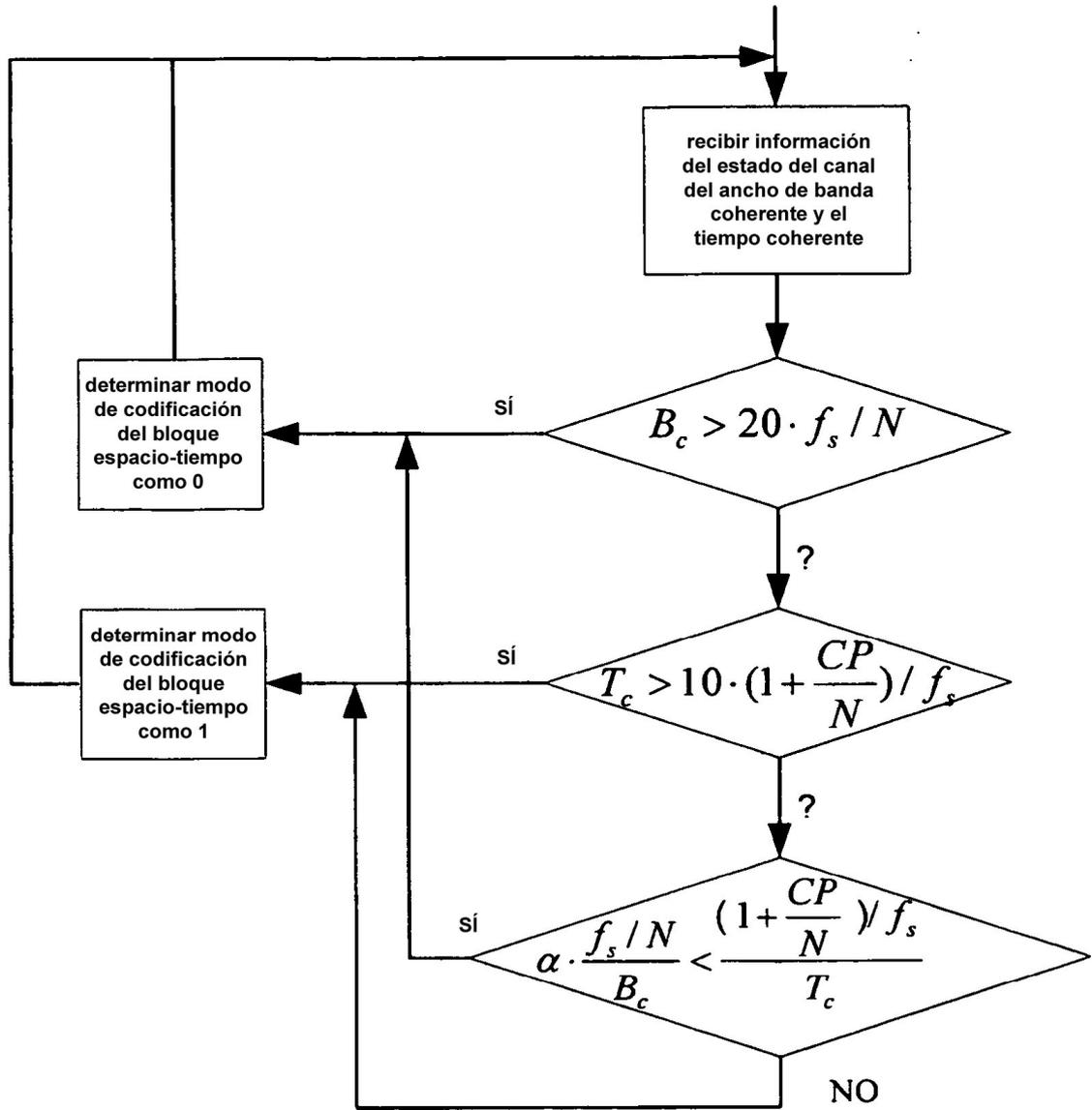


Fig.9

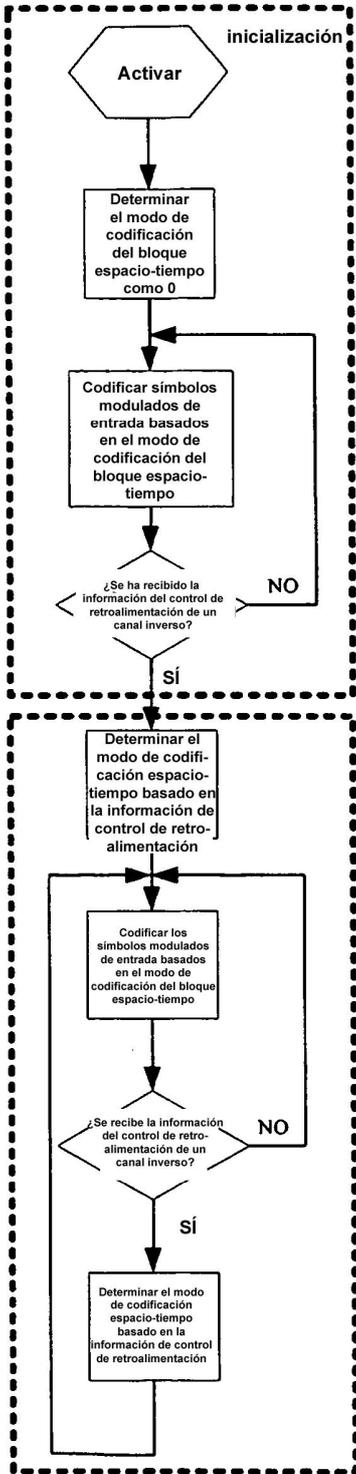


Fig.10

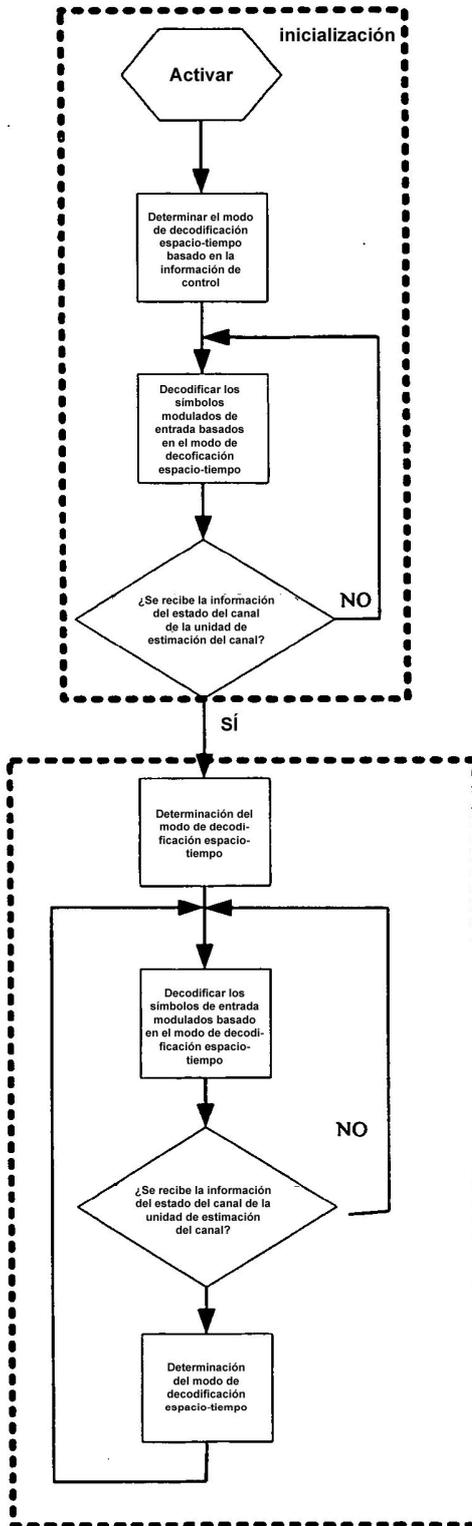


Fig.11

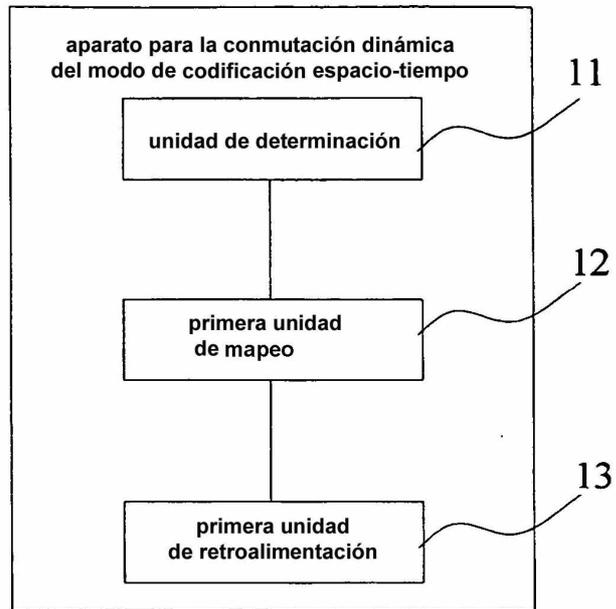


Fig.12

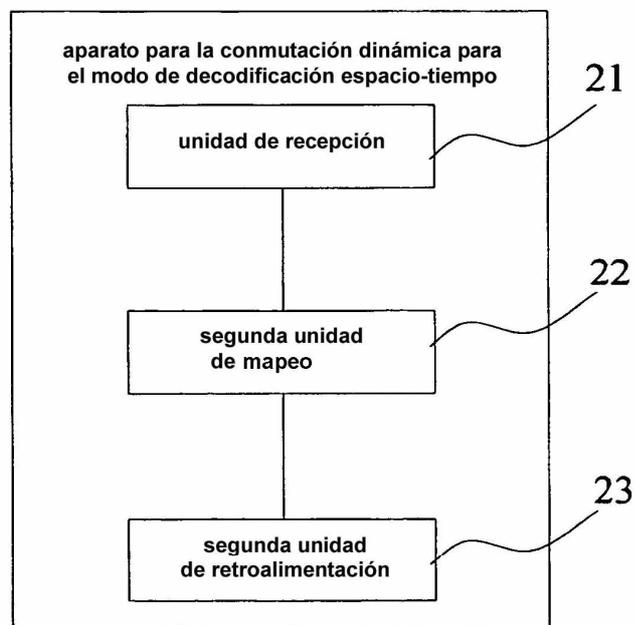


Fig.13