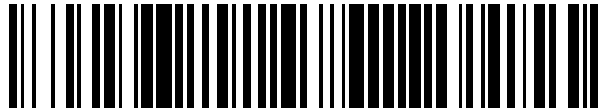


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 489 117**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2010 E 10766627 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 2416502**

54 Título: **Método y aparato para un control de transmisión de enlace descendente del tipo de Múltiples Entradas, Múltiples Salidas (MIMO)**

30 Prioridad:

21.04.2009 CN 200910130992

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

01.09.2014

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**ZHANG, GONG;
LONG, YI;
HUANG, KAIBIN;
CHENG, YONG y
LIU, JIANNENG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 489 117 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

Método y aparato para un control de transmisión de enlace descendente del tipo de Múltiples Entradas, Múltiples Salidas (MIMO).

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a tecnologías de comunicaciones y en particular, a un método y un aparato para el control de transmisión de enlace descendente del tipo Múltiples Entradas, Múltiples Salidas (MIMO).

10 Antecedentes de la invención

15 La tecnología MIMO ha sido ampliamente aplicada en los sistemas de comunicación de alta velocidad y en los sistemas de comunicación inalámbrica de la siguiente generación actuales. Actualmente, la tecnología MIMO es una importante parte de la capa física de la más reciente norma de comunicación. Si la Información de Estado del Canal (CSI) necesita ser objeto de una retroacción, la tecnología MIMO se denomina una tecnología de bucle cerrado; de no ser así, la tecnología MIMO se denomina una tecnología de bucle abierto. En general, utilizando la retroacción operativa de CSI, la tecnología en bucle cerrado es mejor que la tecnología en bucle abierto por cuanto que la primera soporta la precodificación para realizar la mejor fiabilidad de enlace, más alto rendimiento del sistema y estructura del receptor más simple.

20 Sin embargo, el rendimiento de un sistema de bucle cerrado es vulnerable a errores tales como retardo de la retroacción operativa, movilidad del usuario y error de cuantización de CSI. La investigación actual sobre el sistema de bucle cerrado se centra en los intentos para diseñar un algoritmo de cuantización efectivo bajo condiciones de retroacción finitas, especificar cómo los errores de cuantización de CSI afectan al rendimiento de enlace descendente, con el fin de obtener varios algoritmos de precodificación basados en palabras de códigos. En el proceso de poner en práctica la presente invención, la técnica anterior tiene al menos los inconvenientes siguientes:

25 La mayoría de los algoritmos de programación de enlace descendente MIMO multiusuario, en la técnica anterior, tienen en cuenta solamente a CSI del usuario y no pueden reflejar adecuadamente la movilidad y los sistemas MIMO existentes no soportan la intermezcla de modos de codificación en bucle abierto y modos de codificación en bucle cerrado.

30 El documento WO002009031184A1 da a conocer un sistema de comunicaciones móviles que se caracteriza por la conmutación del método de comunicación multi-antena, a modo de ejemplo, conmutando desde un método en bucle cerrado a un método en bucle abierto, según la estimación del retardo de las señales de retroacción desde la estación terminal móvil. La parte de selección del método de multi-antenas compara el retardo estimado con un valor umbral para el retardo establecido en una tabla de valores umbral y selecciona el método de comunicación de múltiple-antena. Cuando existe un cambio en la movilidad de una estación terminal móvil, el valor umbral establecido en la tabla de valores umbrales es objeto de reposición.

35 El documento EP 1381172 A2 da a conocer un método para seleccionar un sistema de diversidad de antena de transmisión en función de una variación de la velocidad de un canal de desvanecimiento en un sistema de comunicaciones móviles, en donde un sistema de diversidad de antenas de transmisión, correspondiente a la velocidad de canal de desvanecimiento estimada, se determina sobre la base de la respuesta del canal de desvanecimiento estimada. En un canal de desvanecimiento, que tenga una velocidad inferior o igual a una velocidad en el punto de conmutación $t_{\beta 2}$ del sistema de diversidad de antenas de transmisión, el sistema de diversidad de antena de transmisión es objeto de mapeado de puesta en correspondencia con un sistema TxAA modo 2 y en un canal de desvanecimiento que tenga una velocidad superior a una velocidad en el punto de conmutación $t_{\beta 2}$ del sistema de diversidad de antenas de transmisión, el sistema de diversidad de antenas de transmisión es objeto de mapeado para un sistema de TxAA modo 1.

40 El documento US2005/181739 se refiere a un sistema de transmisión adaptativa en donde se realiza una selección entre un sistema de bucle abierto y un sistema de bucle cerrado. El terminal puede calcular una métrica de calidad para los modos en bucle cerrado y en bucle abierto y conmutar al modo que satisface el criterio de conmutación, en donde la métrica de calidad puede depender de varias magnitudes medibles, incluyendo el número de las antenas de recepción, la calidad del canal, la velocidad móvil, las condiciones del canal de propagación y/o el ancho de banda disponible entre la estación móvil y la estación base.

45 El documento WO2009/025029 da a conocer un método de control de la diversidad de transmisión de demanda de inicio y terminación de la diversidad de transmisión de una estación transmisora que incluye una función de diversidad de transmisión desde una estación receptora. Se proporciona un ecualizador para reducir la interferencia de multiruta sobre la base en la correlación de señales. Si los efectos del ecualizador son insuficientes, se demanda el inicio de la diversidad de transmisión de la estación transmisora y si los efectos son suficientes, se demanda la interrupción de la diversidad de transmisión de la estación transmisora.

Sumario de la invención

Las formas de realización de la presente invención dan a conocer un método y un aparato para el control de transmisión de enlace descendente MIMO, con miras a tener en cuenta el retardo de retroacción operativa y la movilidad en el control de transmisión de enlace descendente y el soporte del intermezclado de bucles abiertos y bucles cerrados.

Un método de control de transmisión de enlace descendente de tipo MIMO, dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, incluye:

la obtención de una tasa de cambio de desvanecimiento del canal y un retardo de retroacción de un usuario;

el cálculo de una ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción operativa, siendo la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado una diferencia de rendimiento entre un rendimiento MIMO en bucle cerrado y un rendimiento MIMO en bucle abierto y

la determinación de un modo de transmisión de enlace descendente en función de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente incluye un modo de bucle cerrado o un modo de bucle abierto. Un aparato de control de transmisión de enlace descendente de tipo MIMO, dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, comprende:

una unidad de obtención, configurada para obtener una tasa de cambio de desvanecimiento del canal y un retardo de retroacción operativa de un usuario;

una unidad de cálculo, configurada para calcular una ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción operativa, siendo la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado una diferencia de rendimiento entre un rendimiento MIMO en bucle cerrado y un rendimiento MIMO en bucle abierto; y

una unidad de control de conmutación de modo, configurada para determinar un modo de transmisión de enlace descendente en función de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente incluye un modo en bucle cerrado o un modo en bucle abierto.

Las soluciones técnicas anteriores dan a conocer que: en las formas de realización de la presente invención, se selecciona un modo de transmisión de enlace descendente en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y el retardo de retroacción operativa del usuario y por lo tanto, diferentes modos operativos (un modo en bucle abierto y un modo en bucle cerrado) se soportan simultáneamente para facilitar la transmisión conjunta multiusuario y se aumenta el rendimiento de enlace descendente al aumentar la movilidad de los usuarios.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de flujo de un método de control de transmisión de enlace descendente de tipo MIMO según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de control de transmisión de enlace descendente de tipo MIMO según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de una unidad de control de conmutación y selección de modo en un aparato de control de transmisión de enlace descendente MIMO ilustrado en la Figura 2;

La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de una unidad de obtención en un aparato de control de transmisión de enlace descendente MIMO ilustrado en la Figura 2;

La Figura 5 es otro diagrama estructural esquemático de una unidad de obtención en un aparato de control de transmisión de enlace descendente MIMO ilustrado en la Figura 2 y

La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de control de transmisión de enlace descendente MIMO según una forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización

La siguiente descripción detallada se proporciona en conjunción con los dibujos adjuntos con el fin de proporcionar un mejor entendimiento de la presente invención. Evidentemente, las formas de realización descritas son simplemente una parte de todas las formas de realización de la presente invención. todas las demás formas de

realización, que pueden derivarse por los expertos en esta técnica a partir de las formas de realización descritas de la presente invención sin ningún esfuerzo creativo, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

5 Un método de control de transmisión de enlace descendente MIMO, se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. La transmisión de enlace descendente se refiere a la transmisión de datos desde una estación base (BS) a una estación móvil (MS). Un método de control de transmisión de enlace descendente MIMO, en la forma de realización, incluye:

10 la obtención de una tasa de cambio de desvanecimiento del canal y un retardo de retroacción operativa de un usuario;

el cálculo de una ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción operativa y

15 la determinación de un modo de transmisión de enlace descendente en función de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente incluye un modo en bucle cerrado o un modo en bucle abierto.

20 En esta forma de realización, se selecciona un modo de transmisión de enlace descendente en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y el retardo de retroacción operativa del usuario y por lo tanto, diferentes modos operativos (un modo de bucle abierto y un modo de bucle cerrado) se soportan simultáneamente para facilitar la transmisión conjunta multiusuario y el rendimiento de enlace descendente se incrementa utilizando la diferencia de movilidad entre usuarios.

25 Un método de control de transmisión de enlace descendente MIMO se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 1, el método incluye las etapas siguientes:

Etapas 10: Obtener una tasa de cambio de desvanecimiento del canal y un retardo de retroacción operativa de un usuario.

30 La tasa de cambio de desvanecimiento del canal del usuario puede calcularse en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto. Un primer modo de obtención de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal del usuario es como sigue:

35 La estación base BS recibe las señales piloto enviadas por el usuario, obtiene el CSI en función de la información del parámetro (tal como estimación de canal) que se incluye en las señales piloto y calcula la tasa de cambio de desvanecimiento del canal del usuario en función del valor de CSI, esto es, calcula la tasa de cambio de desvanecimiento del canal en función de las señales piloto enviadas por el usuario. En esta forma de realización, el método de cálculo de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal del usuario en función de CSI es: obtener el

40 CSI en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto, estimar un coeficiente de canal muestreando las señales piloto a una frecuencia específica, calcular una función pertinente dependiendo del coeficiente del canal y realizar una transformación de Fourier para la función pertinente para obtener una tasa de cambio de desvanecimiento del canal normalizado. A modo de ejemplo, las señales piloto se muestrean a una

frecuencia de $\frac{1}{T_s}$ (T_s indica un periodo de muestreo), se estima la secuencia de coeficientes de canal h_1, h_2, \dots y h_N

45 y se calcula la función pertinente $S(\tau) = \sum_{n=1}^N h_n h_{n+\tau}$ y se realiza la transformación de Fourier para esta función con el fin de obtener una tasa de cambio de desvanecimiento del canal $f_D T_s$ normalizada.

Un segundo modo de obtención de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal del usuario es como sigue:

50 La estación base BS recibe la tasa de cambio de desvanecimiento del canal que se calcula, en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto enviadas por la estación base BS, por la estación móvil MS y que se envían por la MS, esto es, la MS calcula la tasa de cambio de desvanecimiento del canal en función de las señales piloto enviadas por la BS y envía la tasa de cambio de desvanecimiento del canal a la estación BS. La MS calcula la tasa de cambio de desvanecimiento del canal en la misma manera que la BS calcula la tasa de cambio de

55 desvanecimiento del canal.

En esta forma de realización, la estación BS estima el retardo de retroacción operativa calculando el retardo de transmisión de las señales de secuencia de formación enviadas por la estación MS, a modo de ejemplo, el retardo puede calcularse utilizando un modelo de tiempo discreto de Turin. En esta forma de realización, el retardo de retroacción operativa no se estima necesariamente por intermedio de las señales de secuencia de formación. En cambio, la magnitud variable del retardo de retroacción operativa incluye un retardo de transmisión y, si el retardo de transmisión es ignorado, el retardo de retroacción operativa puede calcularse directamente en función de la estructura de tramas del sistema.

60

Etapa 11: Calcular la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción operativa.

5 La ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado puede considerarse como una diferencia del rendimiento entre el rendimiento MIMO en bucle cerrado y el rendimiento MIMO en bucle abierto. La estación BS calcula la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado para cada usuario. En general, en un entorno con fuerte dispersión, la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado puede expresarse como $\alpha \lambda^D$, en donde α es una constante, λ es un parámetro relacionado con la tasa de cambio de desvanecimiento y D es un retardo de retroacción operativa del usuario.

10 Etapa 12: Determinar un modo de transmisión de enlace descendente en función de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente incluye un modo en bucle cerrado o un modo en bucle abierto.

15 Si la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado es mayor o igual a un primer umbral, el modo de bucle cerrado se aplica para realizar la transmisión de enlace descendente. Si la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado es menor que un segundo umbral, se aplica el modo de bucle abierto para realizar la transmisión de enlace descendente. En la práctica, el primer umbral puede ser el mismo que el segundo umbral o puede ser diferente del segundo umbral. Si el primer umbral es diferente del segundo umbral, una zona gris se considera para la salida entre el primer umbral y el segundo umbral. El modo original permanece invariable con la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado cae entre el primer umbral y el segundo umbral.

25 Las soluciones técnicas anteriores dan a conocer que: en las formas de realización de la presente invención, un modo de transmisión de enlace descendente se selecciona en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y el retardo de retroacción operativa del usuario y por lo tanto, diferentes modos operativos (un modo de bucle abierto y un modo de bucle cerrado) se soportan simultáneamente para facilitar la transmisión conjunta multiusuario y el rendimiento de enlace descendente se aumenta utilizando la diferencia de movilidad entre usuarios.

30 La estación base BS selecciona un modo operativo diferente sobre la base de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado de cada usuario. Mientras tanto, un controlador de retroacción puede ajustar la frecuencia de retroacción del usuario y el ancho de banda de retroacción operativa mediante la movilidad del usuario, con el fin de hacer menor el deterioro del rendimiento causado por la movilidad.

35 Además, el proceso de control de la frecuencia de retroacción operativa, en esta forma de realización, es: La frecuencia del retardo de retroacción operativa del usuario para CSI se ajusta en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y la frecuencia de la retroacción del usuario para CSI aumenta con el incremento de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal. En una forma de realización preferida, la frecuencia de la retroacción operativa del usuario para CSI aumenta de forma lineal, con el incremento de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal. De este modo, la retroacción operativa de CSI de múltiples usuarios puede comprimirse utilizando la correlación de canal-tiempo. Es decir, sobre la base de la frecuencia de un usuario de retroacción de CSI, la frecuencia de otros usuarios de retroacción de CSI se obtiene en conformidad con la correlación de tiempos.

45 El proceso de controlar la asignación de ancho de banda de retroacción operativa, en esta forma de realización, es: Determinar si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal es menor que un umbral preestablecido; si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal es menor que el umbral preestablecido, asignar un ancho de banda de retroacción operativa al usuario de forma proporcional con respecto a la tasa de cambio de desvanecimiento del canal diferente; si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal no es inferior al umbral preestablecido, no asignar ningún ancho de banda de retroacción operativa al usuario, esto es, conmutar la estación MS para desplazarse a una alta velocidad a un modo de bucle abierto. De este modo, el ancho de banda de la retroacción operativa se asigna en función de la movilidad del usuario, lo que hace menor el deterioro del rendimiento causado por la movilidad.

55 Los usuarios están programados después de que se seleccione el modo operativo y se asignen la frecuencia de retroacción operativa y el ancho de banda de retroacción operativa. En el momento de programación de los usuarios, el usuario en bucle cerrado de la mayor energía del canal puede programarse primero y luego, en la cola de espera de programación, se programa el usuario del más alto rendimiento y así sucesivamente, hasta que se programen todos los usuarios. El término de "programación" mencionado en esta forma de realización incluye: la asignación de recursos y la disposición de los datos para enviarse con posterioridad.

60 Después de concluir la programación, se codifican las señales del usuario. Se proporcionan los dos sistemas de codificación siguientes:

65 Un primer sistema de codificación es: Utilizar un modo de codificación de espacio-tiempo para codificar primero las señales de usuario en bucle abierto y luego, realizar la precodificación para las señales de usuario en bucle cerrado en un modo de codificación específico, en donde el modo de codificación específico genera interferencia en las

señales de usuario de bucle abierto, pero la interferencia es menor que un umbral preestablecido. Más concretamente, el primer sistema de codificación es:

5 Seleccionar señales de codificación del usuario de bucle abierto A en una matriz de codificación de espacio-tiempo, antes de codificar señales del usuario en bucle cerrado B, aplicar un modo de codificación de espacio-tiempo a las señales del usuario A de bucle abierto. Mientras tanto, existe un subconjunto de precodificación del usuario B y cumple la condición siguiente: después de precodificar las señales de usuario en bucle cerrado B, la interferencia generada en las señales del usuario de bucle abierto A es menor que un umbral preestablecido, esto es, cuando se realiza la precodificación para las señales del usuario de bucle cerrado B, se requiere asegurar que la potencia de interferencia media de las señales desde el usuario de bucle cerrado B al usuario de bucle abierto A sea menor que un umbral preestablecido. El subconjunto de precodificación puede obtenerse calculando la distancia de sub-espacio en la matriz del código de espacio-tiempo que se utiliza con el usuario de bucle abierto A; y un subconjunto de precodificación que puede hacer máximo el rendimiento del usuario de bucle cerrado B se selecciona en función del valor de CSI de retroacción operativa del usuario de bucle cerrado B.

15 Un segundo sistema de codificación consiste en: Precodificar la componente de señal de corriente continua del canal del usuario de bucle abierto y luego, precodificar, en función del resultado de precodificación del usuario de bucle abierto, el canal del usuario de bucle cerrado sobre la base de la ortogonalidad para el canal del usuario de bucle abierto.

20 La componente de señal de corriente continua del denominado canal Rice del usuario de bucle abierto, según las formas de realización de la presente invención, se refiere a un CSI a largo plazo y es un valor medio de CSI reenviado por el usuario en un periodo largo preestablecido.

25 Actualmente, el tráfico finito hace que el usuario de bucle abierto sea incapaz de hacer pleno uso de los recursos de tiempo-frecuencia dados y da lugar a una baja eficiencia del acceso ortogonal. Este sistema de codificación multiplexa algunos usuarios de bucle cerrado en los usuarios de bucle abierto para mejorar la eficiencia del espectro. En general, un canal de usuario de bucle abierto es un canal de Rice y la componente de señal de corriente continua de cambio lento del canal Rice puede obtenerse mediante retroacción operativa. Por lo tanto, el vector del canal del

30 usuario de bucle abierto A puede expresarse como
$$\mathbf{h}_A = \sqrt{\frac{K}{K+1}} \mathbf{h}_A^{LOS} + \sqrt{\frac{1}{K+1}} \mathbf{h}_A^r$$
, en donde

\mathbf{h}_A^{LOS} representa la componente de señal de corriente continua del canal y cambia con lentitud;

35 \mathbf{h}_A^r representa la componente de múltiples rutas del canal y cambia con rapidez y

K es un factor de Rice que decide una relación de potencia en \mathbf{h}_A^{LOS} a la potencia en \mathbf{h}_A^r .

Se supone que \mathbf{h}_B representa el vector de canal del usuario de bucle cerrado B y el canal es un canal de Rayleigh. En el proceso de programación del usuario de bucle abierto A, se selecciona un usuario B entre múltiples usuarios de bucle cerrado que han de programarse, en donde el canal del usuario B se hace que se ortogonal a \mathbf{h}_A^{LOS} y de forma muy aproximada, refleja la característica del canal de CSI que es objeto de retroacción operativa.

En el procesamiento de precodificación, se utiliza un filtro adaptado para transmitir un haz que se forma para el

40 usuario de bucle abierto A. La fórmula
$$f_A = \frac{(\mathbf{h}_A^{LOS})^H}{\|\mathbf{h}_A^{LOS}\|}$$
 representa la precodificación del usuario A. Para el usuario en bucle cerrado B, para reducir la interferencia causada en el usuario A, debe seleccionarse un sistema de precodificación del usuario B, de modo que el canal del usuario B sea ortogonal a \mathbf{h}_A^{LOS} y esté más conforme con la retroacción operativa de CSI por el usuario B. El método de cálculo específico puede ser como sigue:

50 Calcular $\|\mathbf{h}_A^{LOS} V_B\| = 0$ para obtener el espacio cero V_B de la matriz U; calcular $\min \|V_B^* X - \mathbf{h}_B\|$ para obtener el resultado de selección del usuario B y la característica de canal similar $V_B^* X$; y por último, utilizar la fórmula
$$f_B = \frac{(V_B^* X)^H}{\|V_B^* X\|}$$
 para obtener la precodificación del usuario B.

En la forma de realización, la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y el retardo de retroacción operativa del usuario se obtienen en función de la información del parámetro incluida en las señales

piloto y se aumenta el rendimiento de enlace descendente utilizando la diferencia de movilidad entre usuarios. Además, la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado se calcula en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y del retardo de retroacción operativa y la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado se utiliza como una base para determinar el modo de bucle abierto y el modo de bucle cerrado. Por lo tanto, diferentes modos operativos (un modo de bucle abierto y un modo de bucle cerrado) se soportan simultáneamente para facilitar la transmisión conjunta multiusuario.

Un aparato de control de transmisión de enlace descendente MIMO se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 2, el aparato incluye:

una unidad de obtención 20, configurada para obtener una tasa de cambio de desvanecimiento del canal y un retardo de retroacción operativa de un usuario;

una unidad de cálculo 21, configurada para calcular una ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción operativa y

una unidad de control de comunicación de modo 22, configurada para determinar un modo de transmisión de enlace descendente en función de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente incluye un modo en bucle cerrado o un módulo en bucle abierto.

Según se ilustra en la Figura 3, la unidad de control de selección y conmutación de modo 22 incluye:

una primera unidad de selección 221, configurada para seleccionar un modo en bucle cerrado para la transmisión de enlace descendente si la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado es mayor o igual a un primer umbral y

una segunda unidad de selección 223, configurada para seleccionar un modo de bucle abierto para la transmisión de enlace descendente si la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado es menor que un segundo umbral.

Según se indica en la Figura 4, la unidad de obtención 20 incluye, además:

una primera sub-unidad de recepción 201, configurada para recibir señales piloto;

una primera sub-unidad de cálculo, configurada para calcular CSI en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto y

una segunda sub-unidad de cálculo 203, configurada para calcular la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y el retardo de retroacción operativa del usuario en función de CSI.

Como alternativa, según se ilustra en la Figura 5, la unidad de obtención 20 comprende, además:

una segunda sub-unidad de recepción 204, configurada para recibir, desde el usuario, la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y el retardo de retroacción operativa del usuario, en donde la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y el retardo de retroacción operativa se calculan en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto.

Según se ilustra en la Figura 6, el aparato de control de transmisión de enlace descendente MIMO puede incluir, además:

una unidad de control de retroacción operativa 23, configurada para: ajustar, en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal, la frecuencia del usuario que efectúa la retroacción operativa a CSI después de obtener la tasa de cambio de desvanecimiento del canal; determinar si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal es menor que un umbral preestablecido; si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal es menor que el umbral preestablecido, asignar un ancho de banda de retroacción operativa al usuario de modo proporcional en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal; si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal no es menor que el umbral preestablecido, no asignar ningún ancho de banda de retroacción operativa;

una unidad de programación 24, configurada para programar los usuarios y más concretamente, para programar el usuario de bucle cerrado de la mayor energía de canal, en primer lugar y luego, en una cola de espera de programación, realizar la programación del usuario del mayor rendimiento;

una primera unidad de codificación 25, configurada para aplicar diferentes modos de codificación para diferencias los modos de bucles del usuario y más concretamente, utilizar un modo de codificación de espacio-tiempo para codificar las señales del usuario de bucle abierto y luego, realizar la precodificación para las señales de usuario de bucle cerrado en un modo de codificación específico, en donde el modo de codificación específico genera interferencia en las señales de usuario en bucle abierto, pero la interferencia es menor que un umbral preestablecido y

5 una segunda unidad de codificación 26, configurada para aplicar diferentes modos de codificación para diferencias los modos del usuario y más concretamente, para precodificar la componente de señal de corriente continua del canal del usuario de bucle abierto y luego, precodificar, en función del resultado de precodificación del usuario de bucle abierto, las señales del usuario en bucle cerrado sobre la base de la ortogonalidad para el canal del usuario bucle abierto.

En la práctica, más de una primera unidad de codificación y más de una segunda unidad de codificación pueden establecerse en consecuencia.

10 Las soluciones técnicas anteriores, dadas a conocer en las formas de realización de la presente invención, indican que: En la forma de realización de la presente invención, se selecciona un modo de transmisión de enlace descendente en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y el retardo de retroacción operativa del usuario y por lo tanto, diferentes modos operativos (un modo de bucle abierto y un modo de bucle cerrado) se soportan simultáneamente para facilitar la transmisión conjunta multiusuario y el rendimiento del
15 enlace descendente se incrementa utilizando la diferencia de movilidad entre usuarios.

En conclusión, en las formas de realización de la presente invención, se selecciona un modo de transmisión de enlace descendente en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal (esto es, la movilidad) y el retardo de retroacción operativa del usuario y por lo tanto, el rendimiento del enlace descendente se incrementa
20 utilizando la diferencia de movilidad entre usuarios. Además, diferentes modos operativos (un modo de bucle abierto y un modo de bucle cerrado) se soportan simultáneamente para facilitar la transmisión conjunta multiusuario.

Los expertos en esta técnica entenderán que la totalidad o parte de las etapas del método, en las formas de realización de la presente invención, pueden ponerse en práctica mediante un programa informático que proporcione
25 las instrucciones pertinentes a equipos físicos. El programa puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador. El soporte de memorización legible por ordenador puede ser una memoria de solamente lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), un disco magnético o un CD-ROM.

REIVINDICACIONES

1. Un método de control de transmisión de enlace descendente del tipo de Múltiples Entradas/Múltiples Salidas (MIMO) que comprende:
- 5 la obtención (10) de una tasa de cambio de desvanecimiento de canal y de un retardo de retroacción de un usuario;
- el cálculo (11) de una ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en conformidad con la tasa de cambio del desvanecimiento de canal y el retardo de retroacción, siendo la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado una
- 10 diferencia de rendimiento entre un rendimiento MIMO en bucle cerrado y un rendimiento MIMO en bucle abierto y
- la determinación (12) de un modo de transmisión de enlace descendente en conformidad con la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente comprende un modo de bucle cerrado o un modo de bucle abierto.
- 15
2. El método según la reivindicación 1, en donde: la etapa de determinación del modo de transmisión de enlace descendente, en conformidad con la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, comprende:
- la realización de una transmisión de enlace descendente utilizando un modo de bucle cerrado si la ganancia de
- 20 rendimiento MIMO, en bucle cerrado es superior o igual a un primer umbral.
3. El método según la reivindicación 1, en donde: la etapa de determinación del modo de transmisión de enlace descendente, en conformidad con la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, comprende:
- 25 la realización de una transmisión de enlace descendente utilizando un modo de bucle abierto si la ganancia de rendimiento MIMO, en bucle cerrado, es inferior a un segundo umbral.
4. El método según la reivindicación 1, que comprende, además:
- 30 la determinación de si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal es inferior a un valor umbral preestablecido y
- asignar un ancho de banda de retroacción al usuario en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal es inferior al valor umbral preestablecido, no asignando ningún
- 35 ancho de banda de retroacción si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal no es inferior al valor umbral preestablecido.
5. El método según la reivindicación 1, que comprende, además:
- 40 la programación de usuarios y más concretamente, la programación de un usuario en bucle cerrado de la mayor energía de canal en primer lugar y luego, en una programación en cola de espera de un usuario el mayor rendimiento.
6. El método según la reivindicación 5, que comprende, además:
- 45 la utilización de un modo de codificación de espacio-tiempo para codificar señales de usuario en bucle abierto y
- la precodificación de señales de usuario en bucle cerrado en un modo de codificación, en donde el modo de codificación genera interferencia en las señales de usuario en bucle abierto, pero la interferencia es menor que un
- 50 umbral preestablecido.
7. El método según la reivindicación 5, que comprende, además:
- la precodificación de una componente de señal de corriente continua de un canal de un usuario en bucle abierto y
- 55 luego, la precodificación, en función de un resultado de precodificación del usuario en bucle abierto, de las señales de un usuario en bucle cerrado sobre la base de la ortogonalidad al canal del usuario en bucle abierto.
8. El método según la reivindicación 1, en donde:
- 60 la tasa de cambio del desvanecimiento del canal se calcula en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto y
- la etapa de obtención de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción del usuario comprende:
- 65 la recepción de las señales piloto enviadas por el usuario;

la obtención de Información de Estado del Canal (CSI) en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto y

5 el cálculo de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y el retardo de retroacción del usuario en función de la información CSI.

9. El método según la reivindicación 1, en donde: la etapa de calcular la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en función de la tasa de cambio de desvanecimiento de canal y del diseño de retroacción, comprende:

10 la expresión de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado bajo la fórmula $\alpha\lambda^D$, en donde α es una constante, λ es un parámetro de tasa de cambio de desvanecimiento de canal derivado de la tasa de cambio de desvanecimiento de canal y D es el retardo de retroacción.

15 10. Un aparato de control de transmisión de enlace descendente del tipo Múltiples Entradas/Múltiples Salidas (MIMO) que comprende:

una unidad de obtención (20), configurada para obtener una tasa de cambio de desvanecimiento de canal y retardo de retroacción de un usuario;

20 una unidad de cálculo (21), configurada para calcular una ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y del retardo de retroacción, siendo la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado una diferencia de rendimiento entre un rendimiento MIMO en bucle cerrado y un rendimiento MIMO en bucle abierto y

25 una unidad de control de conmutación de modo (22), configurada para determinar un modo de transmisión de enlace descendente en función de la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde el modo de transmisión de enlace descendente comprende un modo en bucle cerrado o un modo en bucle abierto.

30 11. El aparato según la reivindicación 10, en donde:

la unidad de control de conmutación de modo (22) comprende una primera unidad de selección (221), que está configurada para seleccionar un modo en bucle cerrado para la transmisión de enlace descendente si la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado es mayor o igual a un primer umbral.

35 12. El aparato según la reivindicación 10, en donde:

la unidad de control de conmutación de modo (22) comprende una segunda unidad de selección (223), que está configurada para seleccionar un modo en bucle abierto para la transmisión de enlace descendente si la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado es menor que un segundo umbral.

40 13. El aparato según la reivindicación 10, en donde la unidad de obtención (20) comprende, además:

una primera sub-unidad de recepción (201), configurada para recibir señales piloto;

45 una primera sub-unidad de cálculo (202), configurada para calcular la Información de Estado de Canal (CSI) en función de la información de parámetro incluida en las señales piloto y

una segunda sub-unidad de cálculo (203), configurada para calcular la tasa de cambio de desvanecimiento del canal y el retardo de retroacción del usuario en conformidad con la información CSI.

50 14. El aparato según la reivindicación 10, en donde la unidad de obtención (20) comprende, además:

una segunda sub-unidad de recepción (204), configurada para recibir del usuario la tasa de cambio de desvanecimiento de canal y el retardo de retroacción del usuario, en donde la tasa de cambio de desvanecimiento de canal y el retardo de retroacción se calculan en función de la información de parámetros incluidos en las señales piloto.

55 15. El aparato según la reivindicación 10, que comprende, además:

60 una unidad de control de retroacción (23), configurada para: ajustar, en función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal, la frecuencia de la Información de Estado del Canal (CSI) de retroacción del usuario después de obtener la tasa de cambio de desvanecimiento del canal; determinar si la tasa de cambio de desvanecimiento de canal es inferior a un umbral preestablecido; si la tasa de cambio de desvanecimiento de canal es inferior al umbral preestablecido, asignar el ancho de banda de retroacción al usuario de forma proporcional en
65 función de la tasa de cambio de desvanecimiento del canal diferente; si la tasa de cambio de desvanecimiento del canal no es inferior al umbral preestablecido, no se asignará ningún ancho de banda de retroacción.

16. El aparato según la reivindicación 10 que comprende, además:

5 una primera unidad de codificación (25), configurada para utilizar un modo de codificación de espacio-tiempo para codificar señales de usuario en bucle abierto, y luego, realizar la precodificación para señales de usuario en bucle cerrado en un modo de codificación, en donde el modo de codificación genera interferencia en las señales de usuario en bucle abierto pero la interferencia es menor que un umbral preestablecido.

17. El aparato según la reivindicación 10 que comprende, además:

10 una segunda unidad de codificación (26), configurada para aplicar diferentes modos de codificación para diferenciar los modos del usuario y más concretamente, para precodificar una componente de señal de corriente continua de un canal de un usuario en bucle abierto y luego, precodificar, en función de un resultado de precodificación del usuario de bucle abierto, las señales de un usuario en bucle cerrado sobre la base de la ortogonalidad para el canal del usuario en bucle abierto.

15 18. El aparato según la reivindicación 11, en donde:

20 la unidad de cálculo (21) utiliza una fórmula $\alpha\lambda^D$ para calcular la ganancia de rendimiento MIMO en bucle cerrado, en donde α es una constante, λ es un parámetro de la tasa de cambio de desvanecimiento de canal y D es el retardo de retroacción.

25

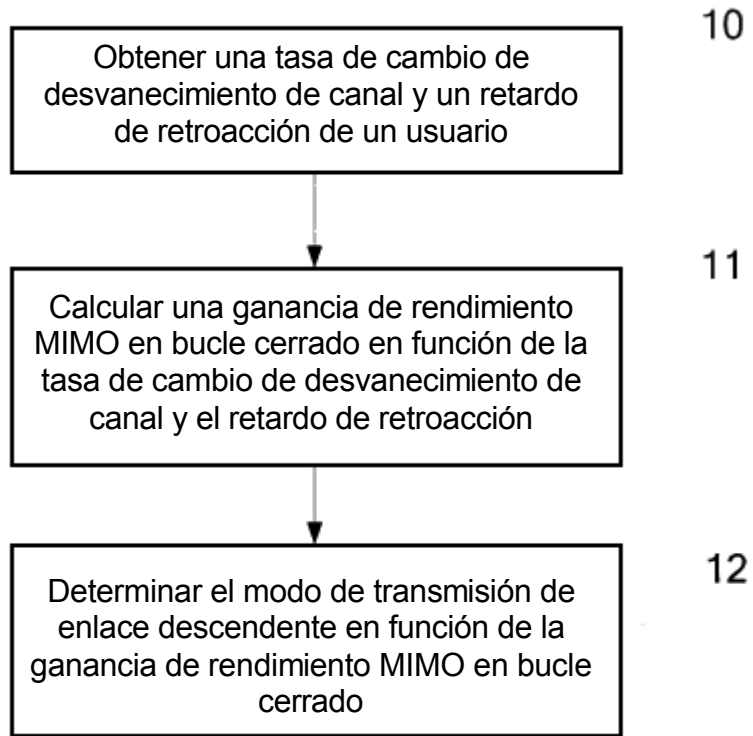


FIG. 1

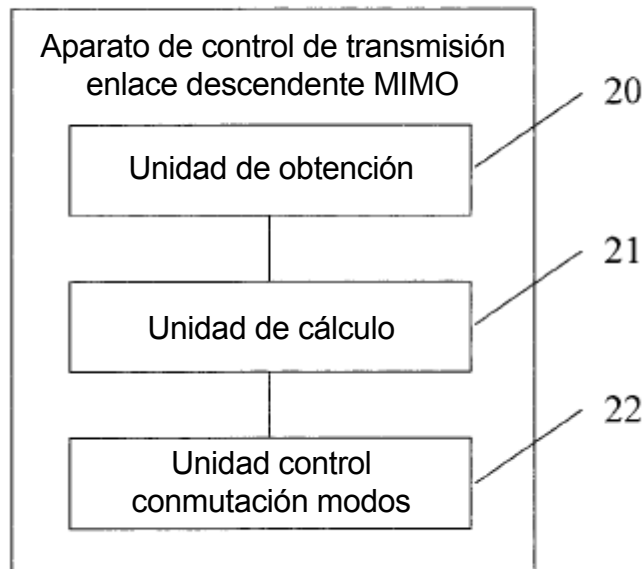


FIG. 2

22

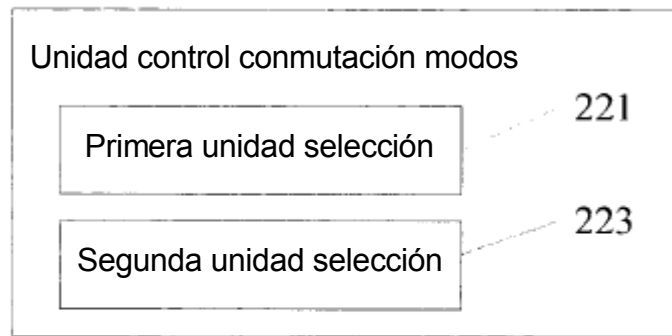


FIG. 3

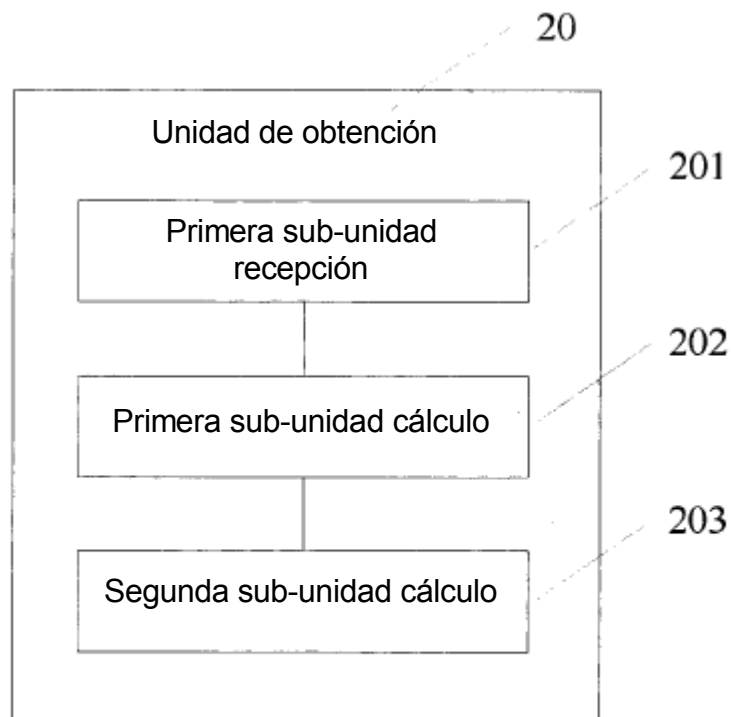


FIG. 4

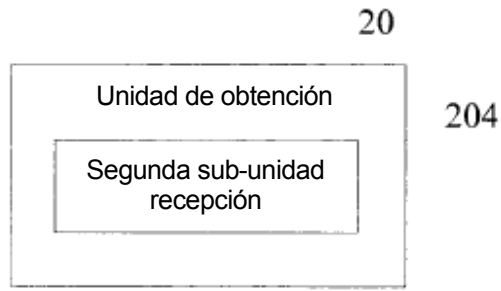


FIG. 5

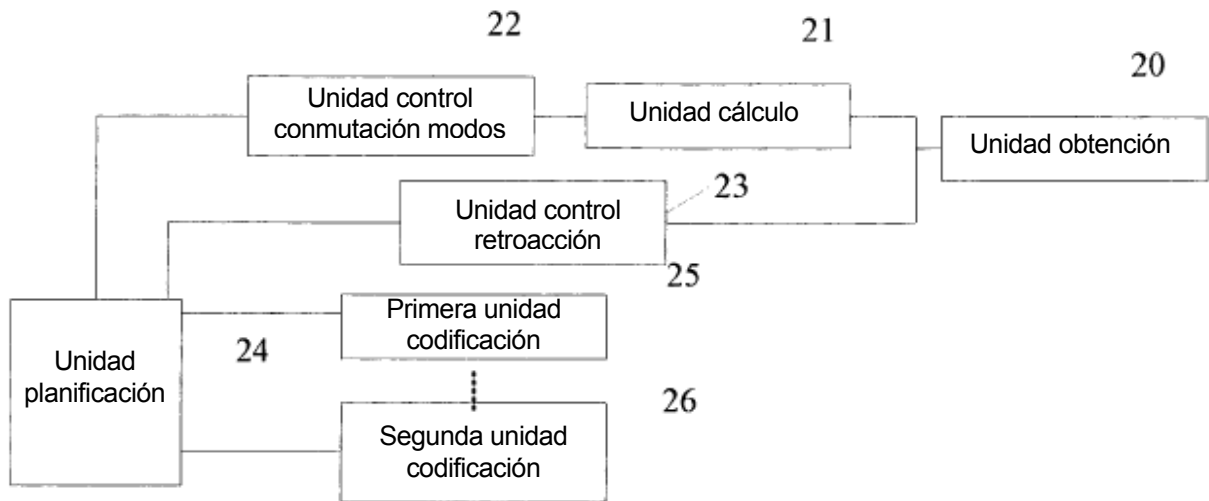


FIG. 6