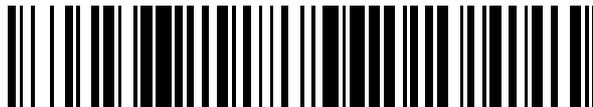


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 829**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2001 E 01986165 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1344365**

54 Título: **OFDMA con configuración adaptable de los clústeres de subportadoras y carga selectiva**

30 Prioridad:

15.12.2000 US 738086

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

22.05.2013

73 Titular/es:

**ADAPTIX, INC. (100.0%)
4100 Midway Road, Suite 2010
Carrollton, TX 75007, US**

72 Inventor/es:

**LIU, HUI;
LI, KEMIN;
LI, XIAODONG y
ZHANG, WENZHONG**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 403 829 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

OFDMA con configuración adaptable de los clústeres de subportadoras y carga selectiva

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de las comunicaciones inalámbricas, más concretamente, la invención se refiere a sistemas inalámbricos multicelulares para múltiples usuarios que hacen uso de la multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM).

10 Antecedentes de la invención

La multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) es un esquema de modulación eficaz para la transmisión de señales a través de canales selectivos en frecuencia. En la OFDM, un ancho de banda amplio se divide en múltiples subportadoras de banda estrecha que se disponen de manera que sean ortogonales entre sí. Las señales moduladas en las subportadoras son transmitidas en paralelo. Para obtener más información, véase Cimini, Jr., "Analysis and Simulation of a Digital Mobile Channel Using Orthogonal Frequency Division Multiplexing," IEEE Trans. Commun., vol. COM-33, nº 7, Julio de 1985, págs. 665-75; Chuang y Sollenberger, "Beyond 3G: Wideband Wireless Data Access Based on OFDM and Dynamic Packet Assignment," IEEE Communications Magazine, Vol. 38, nº. 7, págs. 78-87, Julio de 2000.

Una manera de utilizar la OFDM para facilitar un acceso múltiple para múltiples usuarios es a través del acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), según el cual cada usuario utiliza todas las subportadoras de sus ranuras de tiempo asignadas. El acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) es otro método de acceso múltiple que hace uso del formato básico de la OFDM. En el OFDMA, múltiples usuarios utilizan simultáneamente diferentes subportadoras, de una manera parecida al acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA). Para obtener más información, véase Sari y Karam, "Orthogonal Frequency-Division Multiple Access and its Application to CATV Networks," European Transactions on Telecommunications, Vol. 9 (6), págs. 507-516, Nov./Dic. de 1998 y Nogueroles, Bossert, Donder, y Zyablov, "Improved Performance of a Random OFDMA Mobile Communication System," Proceedings of IEEE VTC 98, págs. 2502 -2506.

El multitrayecto causa un desvanecimiento selectivo en frecuencia. Las ganancias de canales son distintas para diferentes subportadoras. Además, los canales normalmente no están correlacionados para distintos usuarios. Las subportadoras que se encuentran en un desvanecimiento profundo para un usuario pueden proporcionar altas ganancias de canales para otro usuario. Por lo tanto, en un sistema OFDMA resulta ventajoso asignar las subportadoras a los usuarios de manera adaptable de modo que cada usuario disfrute de una alta ganancia de canales. Para obtener más información, véase Wong et al., "Multiuser OFDM with Adaptive Subcarrier, Bit and Power Allocation," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 17(10), págs. 1747-1758, Octubre de 1999.

Dentro de una celda, los usuarios pueden ser coordinados de modo que tengan diferentes subportadoras en OFDMA. Las señales para los distintos usuarios se pueden hacer ortogonales y que haya pocas interferencias intracelulares. No obstante, con un plan agresivo de reutilización de frecuencias, por ejemplo, utilización del mismo espectro para múltiples celdas vecinas, surge el problema de interferencias intercelulares. Está claro que las interferencias intercelulares en un sistema OFDMA también son selectivas en frecuencia y resulta ventajoso asignar las subportadoras de manera adaptable para mitigar el efecto de las interferencias intercelulares.

Un enfoque para la asignación de subportadoras para OFDMA es una operación de optimización conjunta, que no sólo requiere el conocimiento de la actividad y de los canales de todos los usuarios de todas las celdas, sino que también requiere un replanteamiento frecuente cada vez que un usuario es retirado de la red o un usuario nuevo es añadido a la red. Muchas veces esto resulta inviable en un sistema inalámbrico real debido, sobre todo, al coste del ancho de banda para actualizar la información del usuario y al coste de la computación para la optimización conjunta.

En la Patente Estadounidense nº. 5.726.978 se presenta otro ejemplo de una disposición de técnicas anteriores.

Resumen de la invención

En la presente invención se proporciona un método de selección de subportadoras para un sistema que hace uso de un acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) como el expuesto en las reivindicaciones 1 o 26 adjuntas. En la presente invención también se proporciona un sistema como el expuesto en la reivindicación 27 adjunta.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se entenderá mejor con la descripción detallada que se incluye a continuación y con los dibujos de varias realizaciones de la invención que la acompañan, que, sin embargo, no deben ser considerados como que limitan la invención a las realizaciones específicas, sino que se incluyen únicamente a modo de explicación y para facilitar la comprensión.

La **Figura 1A** ilustra subportadoras y clústeres.

La **Figura 1B** es un diagrama de flujo de una realización de un proceso para la asignación de subportadoras.

La **Figura 2** ilustra una matriz tiempo-frecuencia de símbolos, pilotos y clústeres OFDM.

La **Figura 3** ilustra el procesamiento de los usuarios.

La **Figura 4** ilustra un ejemplo de la figura 3.

La **Figura 5** ilustra una realización de un formato para la realimentación de clústeres arbitrarios.

La **Figura 6** ilustra una realización de una división de los clústeres en grupos.

La **Figura 7** ilustra una realización de un formato de realimentación para la asignación de clústeres por grupos.

La **Figura 8** ilustra la reutilización de frecuencias y las interferencias en una red multicelular multisectorial.

La **Figura 9** ilustra diferentes formatos de clústeres para los clústeres de coherencia y los clústeres de diversidad.

La **Figura 10** ilustra clústeres de diversidad con salto de subportadoras.

La **Figura 11** ilustra una conmutación inteligente entre los clústeres de diversidad y los clústeres de coherencia dependiendo de la movilidad de los usuarios.

La **Figura 12** ilustra una realización de una reconfiguración de una clasificación de clústeres.

La **Figura 13** ilustra una realización de una estación base.

Descripción detallada de la presente invención

Se describe un enfoque distribuido, de complejidad reducida, para la asignación de subportadoras. Las técnicas aquí presentadas se describen utilizando un OFDMA (clústeres) como ejemplo. No obstante, no están limitadas a los sistemas basados en OFDMA. Las técnicas se aplican a sistemas de múltiples portadoras en general donde, por ejemplo, una portadora puede ser un clúster en OFDMA, un código de ensanchamiento en CDMA, un haz de antena en SDMA (acceso múltiple por división de espacio), etc. En una realización, la asignación de subportadoras se realiza en cada celda por separado. Dentro de cada celda, la asignación de los usuarios individuales (por ejemplo, móviles) también se hace de manera progresiva conforme se añade cada usuario nuevo al sistema en oposición a la asignación conjunta de los usuarios de cada celda en donde las decisiones sobre la asignación se toman teniendo en cuenta a todos los usuarios de una celda para cada asignación. Para los canales de bajada, cada usuario mide primero la información sobre los canales y las interferencias de todas las subportadoras y, a continuación, selecciona múltiples subportadoras con un buen rendimiento (por ejemplo, una alta relación señal a interferencia más ruido (SINR)) y devuelve la información sobre estas posibles subportadoras a la estación base. La realimentación puede comprender información sobre los canales y las interferencias (por ejemplo, información sobre la relación señal a interferencia más ruido) de todas las subportadoras o sólo de una porción de las subportadoras. En caso de proporcionar información sobre solo una porción de las subportadoras, el usuario puede proporcionar una lista ordenada de las subportadoras empezando por las subportadoras que el usuario desea utilizar, normalmente porque su rendimiento es bueno o mejor que el de las otras subportadoras.

Al recibir la información del usuario, la estación base sigue seleccionando las subportadoras de entre las posibles subportadoras, utilizando la información adicional disponible en la estación base, por ejemplo, la información sobre la carga de tráfico en cada subportadora, la cantidad de solicitudes de tráfico en cola en la estación base para cada banda de frecuencia, si las bandas de frecuencia están sobreutilizadas, y/o cuánto tiempo ha estado esperando un usuario para enviar la información. En una realización, la información sobre la carga de las subportadoras de las celdas vecinas también puede intercambiarse entre estaciones base. Las estaciones base pueden utilizar esta información durante la asignación de subportadoras para reducir las interferencias intercelulares.

En una realización, la selección de los canales a asignar por parte de la estación base, en base a la realimentación, da como resultado la selección de las velocidades de codificación/modulación. El usuario puede especificar dichas velocidades de codificación/modulación al especificar las subportadoras que encuentra favorables para su uso. Por ejemplo, si la SINR es inferior a un umbral predeterminado (por ejemplo, 12 dB) se utiliza la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), de lo contrario, se utiliza la modulación de amplitud en cuadratura 16 (QAM). A continuación, la estación base informa a los usuarios sobre la asignación de la subportadora y las velocidades de codificación/modulación a utilizar.

En una realización, la información de realimentación para la asignación de las subportadoras de bajada es transmitida a la estación base a través del canal de acceso de subida, que ocurre en un corto período cada ranura de tiempo de transmisión, por ejemplo, 400 microsegundos en cada ranura de tiempo de 10 milisegundos. En una realización, el canal de acceso ocupa todo el ancho de banda de la frecuencia. A continuación, la estación base puede recoger directamente del canal de acceso la SINR de subida de cada subportadora. La SINR además de la

información de la carga de tráfico de las subportadoras de subida se utiliza para la asignación de las subportadoras de subida.

Para cualquiera de las direcciones, la estación base toma la decisión final sobre la asignación de las subportadoras para cada usuario.

5 En la descripción siguiente, también se presenta un procedimiento para la asignación selectiva de subportadoras, incluidos métodos de detección de canales e interferencias, métodos de realimentación de la información de los usuarios a la estación base, y algoritmos utilizados por la estación base para las selecciones de subportadoras.

10 En la descripción siguiente, se exponen numerosos detalles para un conocimiento profundo de la presente invención. No obstante, aquellos versados en la materia se darán cuenta de que la presente invención puede aplicarse sin estos detalles específicos. En otros casos se presentan estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagramas sinópticos en lugar de en detalle, para evitar la complicación de la presente invención.

15 Algunas partes de las descripciones detalladas que siguen se presentan en términos de algoritmos y representaciones simbólicas de operaciones en los bits de datos de la memoria de un ordenador. Estas descripciones algorítmicas y las representaciones son los medios utilizados por aquellos versados en la técnica del procesamiento de datos para transmitir de manera más efectiva la sustancia de su trabajo a otros versados en la materia. Aquí, y en general, se considera que un algoritmo es una secuencia lógica de pasos que llevan a un resultado deseado. Los pasos son aquellos que requieren manipulaciones físicas de cantidades físicas.

20 Normalmente, aunque no necesariamente, estas cantidades adoptan la forma de señales eléctricas o magnéticas capaces de ser almacenadas, transferidas, combinadas, comparadas y manipuladas de cualquier otro modo. A veces ha quedado comprobado que resulta conveniente, sobre todo por razones de uso común, referirse a estas señales como bits, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números, o análogos.

25 No obstante, debe tenerse en cuenta que todos estos términos y otros similares deben ser asociados a las cantidades físicas apropiadas y que son meramente etiquetas convenientes aplicadas a estas cantidades. A menos que se indique específicamente lo contrario de lo que podría desprenderse de la siguiente exposición, debe tenerse en cuenta que a lo largo de toda la descripción, las exposiciones en las que se utilizan términos tales como "procesamiento" o "computación" o "cálculo" o "determinación" o "visualización" y análogos, se refieren a la acción y a los procesos de un sistema informático, o dispositivo electrónico de computación similar, que manipula y

30 transforma los datos representados a modo de cantidades físicas (electrónicas) dentro de los registros y memorias del sistema informático en otros datos representados de manera análoga como cantidades físicas dentro de las memorias o registros del sistema informático u otros dispositivos de tipo parecido para el almacenamiento, transmisión o visualización de información. La presente invención también se refiere a aparatos para la realización de las operaciones aquí presentadas. Este aparato puede construirse de manera específica para los fines

35 requeridos, o puede comprender un ordenador de uso general activado de manera selectiva o reconfigurado con un programa informático almacenado en el ordenador. Dicho programa informático puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador, tal como, aunque no de manera exclusiva, cualquier tipo de disco incluidos los disquetes, discos ópticos, CD-ROMs y discos magneto-ópticos, memorias de solo lectura (ROMs), memorias de acceso aleatorio (RAMs), EPROMs, EEPROMs, tarjetas magnéticas u ópticas, o cualquier tipo de medio adecuado para el almacenamiento de instrucciones electrónicas, y cada uno acoplado a un bus del sistema informático.

40 Los algoritmos y las representaciones aquí presentadas no están inherentemente relacionados con ningún ordenador o cualquier otro aparato particular. Pueden utilizarse distintos sistemas de uso general con programas conformes a los principios aquí expuestos, o puede resultar conveniente construir un aparato más especializado para realizar los pasos del método requeridos. La estructura requerida para una variedad de estos sistemas se desprenderá de la descripción a continuación. Además, la presente invención no se describe en referencia a ningún lenguaje de programación particular. Se verá que para implementar los principios aquí descritos de la invención pueden utilizarse una variedad de lenguajes de programación.

45 Un medio legible por máquina incluye cualquier mecanismo para el almacenamiento o transmisión de información de forma legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). Por ejemplo, un medio legible por máquina incluye una memoria de solo lectura ("ROM"); memoria de acceso aleatorio ("RAM"); unidad de disco magnético; unidad de disco óptico; dispositivos de memoria; señales eléctricas, ópticas, acústicas o cualquier otra forma de señales propagadas (por ejemplo, ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc.); etc.

55 **Agrupación de subportadoras en clústeres**

60 Las técnicas aquí descritas se refieren a la asignación de subportadoras para canales de tráfico de datos. En un sistema celular hay normalmente otros canales preasignados para el intercambio de información de control y otros fines. Estos canales normalmente incluyen canales de control de subida y de bajada, canales de acceso de subida y canales de sincronización de tiempo y frecuencia.

La Figura 1A ilustra múltiples subportadoras, tales como la subportadora 101, y el clúster 102. Un clúster, tal como el cluster 102, se define como una unidad lógica que contiene una subportadora física por lo menos, tal y como se

muestra en la Figura 1A. Un clúster puede contener subportadoras consecutivas o disjuntas. El mapeo entre un clúster y sus subportadoras puede ser fijo o reconfigurable. En el último caso, cuando los clústeres se redefinen la estación base informa a los usuarios. En una realización, el espectro de frecuencias incluye 512 subportadoras y cada clúster incluye cuatro subportadoras consecutivas, lo que da 128 clústeres.

5

Ejemplo de un procedimiento para la asignación de subportadoras/clústeres

La Figura 1B es un diagrama de flujo de una realización de un proceso para la asignación de clústeres a los usuarios. Este proceso se realiza mediante una lógica de procesamiento que puede comprender hardware (por ejemplo, lógica específica, circuitos, etc.), software (como el que se ejecuta, por ejemplo, en un sistema informático de uso general o en una máquina específica) o una combinación de ambos.

10

En referencia a la Figura 1B, cada estación base envía símbolos piloto OFDM a cada uno de los usuarios de su celda (o sector) (bloque de procesamiento 101). Los símbolos piloto, normalmente denominados secuencia o señal de sondeo, son conocidos tanto por la estación base como por los usuarios. En una realización, cada símbolo piloto cubre todo el ancho de banda de frecuencias de OFDM. Los símbolos piloto pueden ser diferentes para celdas diferentes (o sectores). Los símbolos piloto pueden servir para diversos fines: sincronización de tiempo y frecuencia, evaluación de canales y medición de la relación señal a interferencia/ruido (SINR) para la asignación de clústeres.

15

A continuación, cada usuario supervisa de manera continua la recepción de símbolos piloto y mide la SINR y/u otros parámetros, incluyendo las interferencias intercelulares y el tráfico intracelular, de cada clúster (bloque de procesamiento 102). En base a esta información, cada usuario selecciona uno o más clústeres con un buen rendimiento (por ejemplo, SINR alta y carga de tráfico baja) en relación unos de otros y retroalimenta la información sobre estos posibles clústeres a la estación base a través de unos canales de acceso de subida predeterminados (bloque de procesamiento 103). Por ejemplo, unos valores de la SINR superiores a 10 dB pueden indicar un buen rendimiento. De igual modo, un factor de utilización del clúster inferior al 50% puede indicar un buen rendimiento. Cada usuario selecciona los clústeres con un mejor rendimiento en relación unos de otros. Esta selección da como resultado que cada usuario selecciona los clústeres que preferiría utilizar en base a los parámetros medidos.

20

25

30

En una realización, cada usuario mide la SINR de cada clúster de subportadoras y envía estas medidas de la SINR a su estación base a través de un canal de acceso. El valor de la SINR puede comprender la media de los valores de la SINR de cada una de las subportadoras del clúster. Alternativamente, el valor de la SINR del clúster puede ser la peor SINR de entre los valores de la SINR de las subportadoras del clúster. En otra realización más, se utiliza una media ponderada de los valores de la SINR de las subportadoras del clúster para generar un valor de SINR para el clúster. Esto puede resultar especialmente útil en clústeres de diversidad en donde la ponderación aplicada a las subportadoras puede ser diferente.

35

La realimentación de la información de cada usuario a la estación base contiene un valor de la STNR para cada clúster y también indica la velocidad de codificación/modulación que el usuario desea utilizar. No se necesita ningún índice de clústeres para indicar que valor de la SINR de la realimentación se corresponde con que clúster siempre y cuando el orden de la información en la realimentación sea conocida por la estación base. En una realización alternativa, la información de la realimentación se ordena según los clústeres que tienen el mejor rendimiento en relación unos con otros para el usuario. En tal caso, resulta necesario un índice para indicar a qué clúster corresponde al valor de la SINR que le acompaña.

40

45

Tras recibir la realimentación de un usuario, la estación base sigue seleccionando uno o más clústeres para el usuario de entre los clústeres posibles (bloque de procesamiento 104). La estación base puede utilizar información adicional disponible en la estación base, por ejemplo, información sobre la carga de tráfico de cada subportadora, la cantidad de solicitudes de tráfico en cola en la estación base para cada banda de frecuencia, si las bandas de frecuencia están sobreutilizadas y cuánto tiempo ha estado esperando un usuario para enviar información. La información sobre la carga de las subportadoras de las celdas vecinas también puede intercambiarse entre estaciones base. Las estaciones base pueden utilizar esta información durante la asignación de subportadoras para reducir las interferencias intercelulares.

50

55

Tras la selección de los clústeres, la estación base informa al usuario sobre la asignación de los clústeres a través de un canal de control común de bajada o a través de un canal de tráfico de bajada específico en caso de que ya se haya establecido la conexión con el usuario (bloque de procesamiento 105). En una realización, la estación base también informa al usuario sobre las velocidades de modulación/codificación apropiadas.

Una vez establecido el enlace de comunicación básico, cada usuario puede seguir enviando la realimentación a la estación base utilizando un canal de tráfico específico (por ejemplo, uno o más canales de acceso de subida predeterminados).

En una realización, la estación base asigna todos los clústeres a utilizar a la vez por un usuario.

5 En una realización alternativa, la estación base asigna primero múltiples clústeres, denominados aquí clústeres básicos, para establecer un enlace de datos entre la estación base y el usuario.

10 A continuación, la estación base asigna posteriormente más clústeres, denominados aquí clústeres auxiliares, al usuario para aumentar el ancho de banda de la comunicación. Pueden otorgarse prioridades más altas a la asignación de los clústeres básicos y prioridades más bajas a la de los clústeres auxiliares. Por ejemplo, la estación base asegura primer la asignación de los clústeres básicos a los usuarios y, a continuación, intenta satisfacer más solicitudes de clústeres auxiliares de los usuarios. Alternativamente, la estación base puede asignar clústeres auxiliares a uno o más usuarios antes de asignar clústeres básicos a otros usuarios. Por ejemplo, una estación base puede asignar clústeres básicos y auxiliares a un abonado antes de asignar clústeres a otros usuarios. En una realización, la estación base asigna clústeres básicos a un usuario nuevo y, a continuación, determina si hay más usuarios solicitando clústeres. De no haberlos, la estación base asigna entonces los clústeres auxiliares a ese usuario nuevo.

20 De vez en cuando, una lógica de procesamiento realiza perfeccionamiento repitiendo el proceso arriba descrito (bloque de procesamiento 106). El perfeccionamiento puede realizarse periódicamente. Este perfeccionamiento compensa el movimiento del usuario y cualquier cambio en las interferencias. En una realización, cada usuario informa a la estación base sobre su selección de clústeres actualizada y sus SINRs asociadas. A continuación, la estación base sigue realizando la reelección e informa al usuario sobre la nueva asignación de clústeres. El perfeccionamiento puede iniciarlo la estación base, en cuyo caso, la estación base solicita a un usuario específico que informe sobre su selección de clústeres actualizada. El perfeccionamiento también puede iniciarlo el usuario si observa un deterioro en los canales.

Modificación y codificación adaptables

30 En una realización, se utilizan diferentes velocidades de modulación y codificación para posibilitar una transmisión fidedigna por canales con una SINR diferente. También puede utilizarse una dispersión de señales por múltiples subportadoras para mejorar la fiabilidad a una SINR muy baja.

En la Tabla 1 de abajo se presenta un ejemplo de una tabla de codificación/modulación.

Plan	Modulación	Velocidad de código
0	QPSK, dispersión de 1/8	1/2
1	QPSK, dispersión de 1/4	1/2
2	QPSK, dispersión de 1/2	1/2
3	QPSK	1/2
4	8 PSK	2/3
5	16-QAM	3/4
6	64-QAM	5/6

35 En el ejemplo de arriba, una dispersión de 1/8 indica que un símbolo de modulación QPSK se repite en ocho subportadoras. La repetición/dispersión también puede extenderse al dominio de tiempo. Por ejemplo, un símbolo QPSK puede repetirse en cuatro subportadoras de dos símbolos OFDM, lo que también da una dispersión de 1/8. La velocidad de codificación/modulación puede cambiarse de forma adaptable según sean las condiciones de los canales observadas en el receptor tras la asignación de clústeres y la selección de velocidades iniciales.

Símbolos piloto y medición de la SINR

40 En una realización, cada estación base transmite simultáneamente símbolos piloto y cada símbolo piloto ocupa todo el ancho de banda de frecuencias de OFDM, tal y como se muestra en las Figuras 2A-C. En referencia a las Figuras 2A-C, los símbolos piloto 201 se muestran atravesando todo el ancho de banda de frecuencias de OFDM para las celdas A, B y C, respectivamente. En una realización, cada uno de los símbolos piloto tiene una longitud o duración de 128 microsegundos con un tiempo de guarda, siendo la combinación de los mismos de 152 microsegundos aproximadamente. Después de cada período de los pilotos, hay un número predeterminado de períodos de datos seguido de otro grupo de símbolos piloto. En una realización, se utilizan cuatro períodos de datos para la transmisión de los datos después de cada piloto, y cada uno de los períodos de datos es de 152 microsegundos.

El usuario calcula la SINR para cada clúster a partir de los símbolos piloto. En una realización, el usuario evalúa primero la respuesta del canal, incluyendo la amplitud y la fase, como si no hubiera interferencias ni ruido. Una vez evaluado el canal, el usuario calcula las interferencias/ruido de la señal recibida.

5 Los valores de la SINR estimados se pueden ordenar de las SINRs mayores a las menores y se seleccionan los clústeres con los valores de la SINR altos. En una realización, los clústeres seleccionados tienen unos valores de la SINR mayores que la SINR mínima que todavía permite una transmisión fidedigna (aunque de baja velocidad) soportada por el sistema. El número de clústeres seleccionados puede depender del ancho de banda de la
10 realimentación y de la velocidad de transmisión solicitada. En una realización, el usuario siempre intenta enviar la información por el máximo número de clústeres posible de entre los que elige la estación base.

15 Los valores estimados de la SINR también se utilizan para elegir la velocidad de codificación/modulación apropiada para cada clúster, tal y como se ha indicado anteriormente. Mediante la utilización de un plan de indexación apropiado de la SINR, un índice de SINR también puede indicar una velocidad de codificación y modulación particular que un usuario desea utilizar. Debe tenerse en cuenta que incluso para los mismos usuarios, clústeres diferentes pueden tener distintas velocidades de codificación/modulación.
Los símbolos piloto tienen un propósito adicional a la hora de determinar las interferencias entre las celdas.

20 Dado que los pilotos de múltiples celdas se envían al mismo tiempo, estos interferirán entre sí (pues ocupan toda la banda de frecuencias). Esta colisión de los símbolos piloto puede utilizarse para determinar la cantidad de interferencias como el peor de los casos.

25 Por lo tanto, en una realización, la evaluación de la SINR antedicha utilizando este método es prudente en cuanto a que el nivel de interferencias medido es el peor de los casos, suponiendo que todas las fuentes de interferencia están activadas. Así, la estructura de los símbolos piloto es tal que ocupa toda la banda de frecuencias y causa colisiones entre celdas diferentes para su uso en la detección de la SINR en el peor de los casos en los sistemas de transmisión por paquetes.

30 Durante los períodos de tráfico de datos, los usuarios pueden determinar de nuevo el nivel de interferencias. Los períodos de tráfico de datos se utilizan para evaluar el tráfico intracelular además del nivel de interferencias intercelulares. Concretamente, la diferencia de potencia durante los períodos de los pilotos y de tráfico puede utilizarse para detectar la carga de tráfico (intracelular) y las interferencias intercelulares para seleccionar los clústeres deseados.

35 El nivel de interferencias puede ser menor en ciertos clústeres dado que puede que estos clústeres no estén siendo utilizados en las celdas vecinas. Por ejemplo, en la celda A, respecto al clúster A hay menos interferencias porque el clúster A no está siendo utilizado en la celda B (mientras se utiliza en la celda C). De forma similar, en la celda A, el clúster B tendrá menos interferencias de la celda B porque el clúster B se utiliza en la celda B pero no en la celda C.

40 La velocidad de modulación/codificación basada en esta evaluación es resistente a los frecuentes cambios de interferencias resultantes de una transmisión por paquetes a ráfagas. Esto se debe a que la predicción de la velocidad se basa en una situación en el peor de los casos en la que se transmiten todas las fuentes de interferencia.

45 En una realización, el usuario analiza la información disponible tanto de los períodos de símbolos piloto como de los períodos de tráfico de datos para analizar la presencia tanto de la carga de tráfico intracelular como de interferencias intercelulares. El objetivo del usuario es proporcionar una indicación a la estación base sobre los clústeres que desea utilizar. Preferentemente, el resultado de la selección por parte del usuario son clústeres con una alta ganancia de canales, pocas interferencias de otras celdas y alta disponibilidad. El usuario proporciona información de realimentación que incluye los resultados, listando los clústeres deseados por orden o no según se ha descrito anteriormente.

50 La Figura 3 ilustra una realización de un procesamiento de usuario. Este procesamiento se realiza mediante una lógica de procesamiento que puede comprender hardware (por ejemplo, lógica específica, circuitos, etc.), software (como el que se ejecuta, por ejemplo, en un sistema informático de uso general o en una máquina específica) o una combinación de ambos.

60 En referencia a la Figura 3, el bloque de procesamiento de evaluación de canales/interferencias 301 realiza una evaluación de los canales y de las interferencias en los períodos piloto en respuesta a símbolos piloto. El bloque de procesamiento de análisis del tráfico/interferencias 302 realiza análisis del tráfico y de las interferencias en períodos de datos en respuesta a la información de la señal y a la información del bloque de evaluación de canales/interferencias 301.

El bloque de procesamiento de ordenación de clústeres y de predicción de velocidades 303 está acoplado a las salidas del bloque de procesamiento de evaluación de canales/interferencias 301 y el bloque de procesamiento de análisis del tráfico/interferencias 302 para realizar la ordenación y selección de clústeres junto con una predicción de la velocidad.

5 La salida del bloque de procesamiento de ordenación de clústeres 303 se introduce en el bloque de procesamiento de solicitudes de clústeres 304, que solicita los clústeres y las velocidades de modulación/codificación. A la estación base se envían indicaciones de estas selecciones. En una realización, la SINR de cada clúster se envía a la estación base a través de un canal de acceso. La información se utiliza en la selección de clústeres para evitar clústeres con una fuerte carga de tráfico intracelular y/o una fuerte interferencia de
10 otras celdas. Es decir, puede que a un abonado nuevo no se le asigne el uso de un clúster particular si ya existe una fuerte carga de tráfico intracelular respecto a ese clúster. Además, puede que no se asignen clústeres si las interferencias son tan fuertes que la SINR sólo permite una baja velocidad de transmisión o ninguna transmisión fidedigna en absoluto.

15 La evaluación de canales/interferencias a través del bloque de procesamiento 301 es bien conocida en la técnica mediante la supervisión de las interferencias generadas debido al envío simultáneo de símbolos piloto con un ancho de banda completo a múltiples celdas. La información sobre las interferencias es enviada al bloque de procesamiento 302 que utiliza la información para solucionar la siguiente ecuación:

$$H_i S_i + I_i + n_i = y_i$$

20 donde S_i representa la señal para la subportadora (banda de frecuencia) i , I son las interferencias para la subportadora i , n es el ruido asociado a la subportadora i , e y es la observación para la subportadora i . En el caso de 512 subportadoras, i puede ser de 0 a 511. La I_i y el n_i no se separan y pueden ser considerados una cantidad. Las interferencias/ruido y la ganancia de canales H_i no se conocen. Durante los períodos piloto se conocen la S_i , que representa los símbolos piloto, y la observación y_i , lo que permite la determinación de la ganancia de canales H_i
25 para el caso en el que no haya ni interferencias ni ruido. Una vez se sabe esto, se puede volver a introducir en la ecuación para determinar las interferencias/ruido durante los períodos de datos puesto que ya se conocen H_i , S_i e y_i .

La información sobre las interferencias procedentes de los bloques 301 y 302 la utiliza el usuario para seleccionar los clústeres deseados. En una realización, en la que se utiliza el bloque de procesamiento 303, el usuario ordena
30 los clústeres y también predice la velocidad de datos que estará disponible si se utilizan dichos clústeres. La información sobre la velocidad de datos prevista puede obtenerse de una tabla de consulta con los valores de la velocidad de datos precalculados. Dicha tabla de consulta puede almacenar los pares de cada STNR y su velocidad de transmisión deseable asociada. En base a esta información, el usuario selecciona los clústeres que desea utilizar en base a unos criterios de rendimiento predeterminados. Mediante la utilización de la lista ordenada de clústeres, el
35 usuario solicita los clústeres deseados junto con las velocidades de codificación y modulación conocidas por el usuario para alcanzar las velocidades de datos deseadas.

La Figura 4 es una realización de un aparato para la selección de clústeres en base a la diferencia de potencia. El enfoque utiliza la información disponible tanto durante los períodos de símbolos piloto como durante los períodos de
40 tráfico de datos para realizar la detección de energía.

El procesamiento de la Figura 4 puede implementarse en hardware (por ejemplo, lógica específica, circuitos, etc.), software (como el que se ejecuta, por ejemplo, en un sistema informático de uso general o en una máquina específica) o una combinación de ambos.

En referencia a la Figura 4, un usuario incluye un bloque de procesamiento de evaluación 401 de la SINR para realizar la evaluación de la SINR para cada clúster en los períodos piloto, un bloque de procesamiento de cálculo de la potencia 402 para realizar cálculos de potencia de cada uno de los clústeres en los períodos piloto y un bloque de procesamiento de cálculo de la potencia 403 para realizar cálculos de la potencia en los períodos de datos para cada clúster. El substractor 404 sustrae los cálculos de la potencia de los períodos de datos del bloque de procesamiento 403 de los de los períodos de los piloto del bloque de procesamiento 402. La salida del substractor
45 404 se introduce en el bloque de procesamiento de ordenación de la diferencia de potencia (y selección del grupo) 405 que realiza una ordenación de los clústeres y una selección en base a la SINR y la diferencia de potencia entre los períodos piloto y los períodos de datos. Una vez seleccionados los clústeres, el usuario solicita los clústeres seleccionados y las velocidades de codificación/modulación con el bloque de procesamiento 406.

Más concretamente, en una realización, la potencia de la señal de cada clúster durante los períodos de los piloto se compara con la de los períodos de tráfico, según lo siguiente:
55

$$P_p = P_c + P_i + P_n,$$

5
10
15
20

$$P_D = \begin{cases} P_N, \text{ sin señales ni interferencias} \\ P_s + P_N, \text{ solo con señales} \\ P_i + P_N, \text{ solo con interferencias} \\ P_s + P_i + P_N, \text{ tanto con señales como con interferencias} \end{cases}$$

$$P_p - P_D = \begin{cases} P_s + P_i, \text{ sin señales ni interferencias} \\ P_i, \text{ solo con señales} \\ P_s, \text{ solo con interferencias} \\ 0, \text{ tanto con señales como con interferencias} \end{cases}$$

donde P_p es la potencia medida correspondiente a cada clúster durante los periodos de los piloto, P_D es la potencia medida durante los periodos de tráfico, P_s es la potencia de la señal, P_i es la potencia de las interferencias y P_N es la potencia del ruido.

25
30

En una realización, el usuario selecciona clústeres con una $P_p / (P_p - P_D)$ relativamente grande (por ejemplo, mayor que un umbral tal como 10 dB) y evita los clústeres con una $P_p / (P_p - P_D)$ baja (por ejemplo, menor que un umbral tal como 10 dB) siempre que sea posible. Alternativamente, la diferencia puede basarse en la diferencia de energía entre las muestras observadas durante el período de los pilotos y durante el período de tráfico de datos para cada una de las subportadoras de un clúster tal como lo siguiente:

$$\Delta_i = |y_i^p| - |y_i^d|$$

35

Así, el usuario suma las diferencias de todas las subportadoras. Dependiendo de la implementación real, el usuario puede utilizar la métrica siguiente, una función combinada tanto de la SINR como de la $P_p - P_D$, para seleccionar los clústeres:

$$\beta = f(\text{SINR}, P_p / (P_p - P_D))$$

40

Donde f es una función de las dos entradas. Un ejemplo de f es una media ponderada (por ejemplo, pesos iguales). Alternativamente, el usuario selecciona un clúster en base a su SINR y sólo utiliza la diferencia de potencia $P_p - P_D$ para diferenciar clústeres con una SINR similar. La diferencia puede ser menor que un umbral (por ejemplo, 1 dB). Tanto la medición de la SINR como la de la $P_p - P_D$ se pueden promediar con el tiempo para reducir la varianza y mejorar la precisión. En una realización, se utiliza una ventana de tiempo de media móvil que es lo suficientemente larga para promediar la anomalía estadística que todavía es lo suficientemente corta para capturar la naturaleza variable en el tiempo de los canales y de las interferencias, por ejemplo, 1 milisegundo.

Formato de realimentación para la asignación de clústeres para el enlace descendente

45
50
55

En una realización, para el enlace de bajada, la realimentación contiene tanto los índices de los clústeres seleccionados como sus SINR. En la Figura 5 se muestra un ejemplo de un formato para la realimentación de clústeres arbitrarios. En referencia a la Figura 5, el usuario proporciona un índice de clúster (ID) para indicar el clúster y el valor de su SINR asociada. Por ejemplo, en la realimentación, el usuario proporciona el ID1 de clúster (501) y la SINR para el clúster, SINR1 (502), el ID2 de clúster (503) y la SINR para el clúster, SINR2 (504), y el ID3 de clúster (505), y la SINR para el clúster, SINR3 (506), etc. La SINR para el clúster puede crearse utilizando una media de las SINRs de las subportadoras. Así, pueden seleccionarse múltiples clústeres arbitrarios como clústeres posibles. Tal y como se ha indicado arriba, los clústeres seleccionados también se pueden ordenar en la realimentación para indicar la prioridad. En una realización, el usuario puede formar una lista de prioridades de los clústeres y volver a enviar la información sobre la SINR según un orden de prioridad descendente.

Normalmente, un índice al nivel de SINR, en lugar de la SINR misma es suficiente para indicar la codificación/modulación apropiada para el clúster. Por ejemplo, para indexar la SINR puede utilizarse un campo de 3 bits para indicar 8 velocidades diferentes de codificación/modulación adaptable.

Ejemplo de una estación base

La estación base asigna los clústeres deseados al usuario que realiza la solicitud. En una realización, la disponibilidad del clúster para su asignación a un usuario depende de la carga de tráfico total en el clúster. Por lo tanto, la estación base selecciona los clústeres no sólo con una SINR alta sino también con una carga de tráfico baja.

La Figura 13 es un diagrama sinóptico de una realización de una estación base. En referencia a la Figura 13, un controlador de la asignación de clústeres y de planificación de las cargas 1301 (asignador de clústeres) recoge toda la información necesaria, incluida la SINR del enlace de bajada/enlace ascendente de los clústeres especificados para cada usuario (por ejemplo, a través de las señales de los índices de SINR/velocidad 1313 recibidos del transceptor OFDM 1305) y datos de los usuarios, llenura de la cola/carga de tráfico (por ejemplo a través de la información del búfer de datos de usuario 1311 del búfer de datos de múltiples usuarios 1302). Con esta información, el controlador 1301 toma la decisión sobre la asignación de los clústeres y la planificación de la carga para cada usuario y almacena la información sobre la decisión en una memoria (no mostrada). El controlador 1301 informa a los usuarios sobre las decisiones tomadas a través de unos canales de señales de control (por ejemplo, señal de control/asignación de clústeres 1312 a través de un transceptor OFDM 1305). El controlador 1301 actualiza las decisiones durante el perfeccionamiento.

En una realización, el controlador 1301 también realiza un control de admisión al acceso de los usuarios ya que conoce la carga de tráfico del sistema. Esto puede realizarse controlando los búferes de datos de usuario 1310 utilizando señales de control de la admisión 1310.

Los datos en paquetes de Usuario 1 ~ N se almacenan en los búferes de datos de usuario 1302. Para el enlace de bajada, con el control del controlador 1301, el multiplexor 1303 carga los datos de usuario en los búferes de datos de clústeres (para los Clústeres 1 - M) que están esperando a ser transmitidos. Para el enlace de subida, el multiplexor 1303 envía los datos de los búferes de clústeres a los búferes de usuario correspondientes. En el búfer de clústeres 1304 se almacena la señal a transmitir a través del transceptor OFDM 1305 (para el enlace de bajada) y la señal recibida del transceptor 1305. En una realización, cada usuario puede ocupar múltiples clústeres y cada clúster puede ser compartido por múltiples usuarios (a modo de multiplexación por división de tiempo).

Asignación de clústeres por grupos

En otra realización, para el enlace de bajada, los clústeres se dividen en grupos. Cada grupo puede incluir múltiples clústeres. En la Figura 6 se ilustra un ejemplo de una división. En referencia a la Figura 6, se muestran los grupos 1-4 con flechas apuntando hacia los clústeres presentes en cada grupo como resultado de la división. En una realización, los clústeres de cada grupo se separan a lo largo de todo el ancho de banda. En una realización, los clústeres de cada grupo se separan más allá del ancho del banda de coherencia de canales, a saber, el ancho de banda dentro del cual la respuesta de los canales sigue siendo prácticamente la misma. Para muchos sistemas celulares, un valor de ancho de banda de coherencia típico es de 100 kHz. Esto mejora la diversidad de frecuencias dentro de cada grupo y aumenta la probabilidad de que al menos alguno de los clústeres de un grupo pueda proporcionar una SINR alta. Los clústeres pueden ser asignados por grupos. Los objetivos de la asignación de clústeres por grupos incluyen reducir los bits de datos para la indexación de clústeres, reduciendo así los requisitos de ancho de banda del canal de realimentación (información) y del canal de control (información) para la asignación de clústeres. La asignación de clústeres por grupos también puede utilizarse para reducir las interferencias intercelulares.

Tras recibir la señal piloto de la estación base, el usuario vuelve a enviar la información sobre el canal en uno o más grupos de clústeres, de manera simultánea o secuencial. En una realización, a la estación base solo se reenvía la información sobre algunos de los grupos. Pueden utilizarse muchos criterios para seleccionar y ordenar los grupos, en base a la información sobre los canales, los niveles de interferencias intercelulares y la carga de tráfico intracelular en cada clúster.

En una realización, un usuario selecciona primero el grupo con el mejor rendimiento general y, a continuación, retroalimenta la información sobre la SINR de los clústeres de ese grupo. El usuario puede ordenar los grupos en base al número de clústeres que contiene en los que la SINR es superior a un umbral predeterminado.

Mediante la transmisión secuencial de la SINR de todos los clústeres del grupo, solo resulta necesario transmitir el índice del grupo y no todos los índices de los clústeres. Así, la realimentación de cada grupo generalmente contiene dos tipos de información: el índice del grupo y el valor de la SINR de cada uno de los clústeres del grupo. En la Figura 7 se ilustra un ejemplo de un formato para indicar una asignación de clústeres por grupos. En referencia a la

Figura 7, un ID del grupo, ID1, va seguido de los valores de la SINR de cada uno de los clústeres del grupo. Esto puede reducir significativamente la sobrecarga de realimentación.

5 Tras recibir la información de realimentación del usuario, el asignador de clústeres de la estación base selecciona múltiples clústeres de uno o más grupos, de estar disponibles, y, a continuación, asigna los clústeres al usuario. Esta selección puede realizarse mediante una asignación en una porción de control del acceso al medio de la estación base.

10 Además, en un entorno multicelular, los grupos pueden tener diferentes prioridades asociadas a diferentes celdas. En una realización, la selección de un grupo por parte del usuario puede verse sesgada por la prioridad del grupo, lo que significa que algunos usuarios tienen unas prioridades más altas sobre el uso de algunos grupos que otros usuarios.

15 En una realización, no hay una asociación fija entre un usuario y un grupo de clústeres; no obstante, en una realización alternativa puede existir dicha asociación fija. En una implementación que tiene una asociación fija entre un usuario y uno o más grupos de clústeres, pueden omitirse los índices de los grupos en la información de realimentación ya que esta información ya la conocen tanto el usuario como la estación base por defecto.

20 En otra realización, la señal piloto enviada desde la estación base al usuario también indica la disponibilidad de cada clúster, por ejemplo, la señal piloto muestra qué clústeres ya han sido asignados a otros usuarios y qué clústeres se encuentran disponibles para nuevas asignaciones. Por ejemplo, la estación base puede transmitir una secuencia piloto 1111 1111 sobre las subportadoras de un clúster para indicar que el clúster se encuentra disponible, y 1111 - 1-1-1-1 para indicar que el clúster no se encuentra disponible. En el receptor, el usuario distingue primero las dos secuencias a través de métodos de procesamiento de señales bien conocidos en la técnica, por ejemplo, los métodos de correlación, y, a continuación, estima el nivel de canales y de interferencias.

25 Con la combinación de esta información y las características de los canales obtenidas por el usuario, el usuario puede priorizar los grupos para conseguir una SINR alta así como un buen equilibrio de la carga.

30 En una realización, el usuario protege la información de realimentación utilizando códigos de corrección de errores. En una realización, la información sobre la SINR incluida en la realimentación se comprime primero mediante técnicas de codificación de la fuente, por ejemplo, una codificación diferencial, y, a continuación, se codifica con los códigos de los canales.

35 En la Figura 8 se muestra una realización de un patrón de reutilización de la frecuencia para una configuración celular de ejemplo. Cada celda tiene una estructura hexagonal con seis sectores que utilizan antenas direccionales en las estaciones base. Entre las celdas, el factor de reutilización de la frecuencia es uno. Dentro de cada celda, el factor de reutilización de la frecuencia es 2 donde los sectores utilizan dos frecuencias alternativamente. Tal y como se muestra en la Figura 8, cada sector sombreado hace uso de la mitad de los clústeres de OFDMA y cada sector no sombreado hace uso de la otra mitad de los clústeres. Sin pérdida de generalidad, los clústeres utilizados por los sectores sombreados aquí se denominan clústeres impares y los utilizados por los sectores sin sombreado aquí se denominan clústeres pares.

45 Consideremos la señalización para el enlace de bajada con antenas omnidireccionales en los usuarios. De la Figura 8 se desprende claramente que para el enlace de bajada en los sectores sombreados, la Celda A interfiere con la Celda B que, a su vez, interfiere con la Celda C que, a su vez, interfiere con la Celda A, a saber $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$. En el caso de los sectores sin sombreado, la Celda A interfiere con la Celda C que, a su vez, interfiere con la Celda B que, a su vez, interfiere con la Celda A, a saber, $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$.

50 El Sector A1 recibe interferencias del Sector C1, pero su transmisión interfiere con el Sector B1. A saber, su fuente de interferencias y las víctimas con las que interfiere no son las mismas. Esto puede causar un problema de estabilidad en un sistema de asignación de clústeres distribuido que hace uso de un sistema de prevención de interferencias: si se asigna un clúster de frecuencia al Sector B1 pero no al Sector C1, el clúster puede asignarse a A1 ya que puede considerarse limpio en A1. No obstante, la asignación de este clúster A1 puede causar problemas de interferencias a la asignación existente en B1.

55 En una realización, a los distintos grupos de clústeres se les asignan prioridades diferentes para su uso en celdas diferentes para atenuar los problemas antedichos cuando la carga de tráfico se añade de manera progresiva a un sector. Las órdenes de prioridad se designan conjuntamente de modo que se pueda asignar un clúster de manera selectiva para evitar interferencias de su fuente de interferencias y reducir al mismo tiempo, y potencialmente minimizar, la probabilidad de causar problemas de interferencias a las asignaciones existentes en otras celdas.

60 Utilizando el ejemplo antedicho, los clústeres impares (utilizados por los sectores sombreados) se dividen en 3 grupos: Grupos 1, 2, 3. Las órdenes de prioridad se listan en la Tabla 2.

Tabla 2: Órdenes de prioridad para el enlace de bajada de los sectores sombreados

Orden de prioridad	Celda A	Celda B	Celda C
1	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 2
2	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 3
3	Grupo 3	Grupo 2	Grupo 1

5 Consideremos el Sector A1. En primer lugar se asignan selectivamente los clústeres del Grupo 1. Si sigue habiendo usuarios demandando clústeres, los clústeres del Grupo 2 se asignan selectivamente a los usuarios, dependiendo de la SINR medida (evitando que los clústeres reciban fuertes interferencias del Sector C1).

10 Obsérvese que los clústeres recién asignados del Grupo 2 al Sector A1 no causarán problemas de interferencias en el Sector B1, a menos que la carga en el Sector B1 sea tan pesada que los clústeres de los Grupos 3 y 1 se hayan utilizado y los clústeres del Grupo 2 también se hayan utilizado. En la Tabla 3 se muestra el uso de los clústeres cuando se han utilizado menos de 2/3 de todos los clústeres disponibles en los Sectores A1, B1 y C1.

Tabla 3: Uso de los clústeres para el enlace de bajada de los sectores sombreados con menos de 2/3 de la carga completa.

Uso del clúster	Celda A	Celda B	Celda C
1	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 2
2	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 3
3			

15 En la Tabla 4 se muestran las órdenes de prioridad para los sectores sin sombrear, que son diferentes de las de los sectores sombreados, ya que la relación de interferencia es inversa.

Tabla 4: Órdenes de prioridad para el enlace de bajada de los sectores sin sombrear

Orden de prioridad	Celda A	Celda B	Celda C
1	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
2	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1
3	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2

20 **Conmutación inteligente entre los clústeres de coherencia y de diversidad**

25 En una realización hay dos categorías de clústeres: clústeres de coherencia, que contienen múltiples subportadoras cercanas entre sí, y clústeres de diversidad, que contienen múltiples subportadoras con al menos parte de las subportadoras separadas por el espectro. La cercanía de las múltiples subportadoras de los clústeres de coherencia estará preferentemente dentro del ancho de banda de coherencia de canales, a saber, el ancho de banda dentro del cual la respuesta del canal sigue siendo prácticamente la misma que, para muchos sistemas celulares, normalmente se encuentra dentro de los 100 kHz. Por otro lado, la separación de las subportadoras de los clústeres de diversidad preferentemente es mayor que el ancho de banda de coherencia de canales, normalmente dentro de los 100 kHz para muchos sistemas celulares. Por supuesto, cuanto mayor sea la separación, mejor será la diversidad. Por lo tanto, en tales casos, uno de los objetivos generales es maximizar la separación.

35 En la Figura 9 se ilustran ejemplos de formatos de clústeres para los clústeres de coherencia y los clústeres de diversidad de las Celdas A-C. En referencia a la Figura 9, para las celdas A-C, el etiquetado de las frecuencias (subportadoras) indica si las frecuencias forman parte de clústeres de coherencia o de diversidad. Por ejemplo, las frecuencias etiquetadas 1-8 son clústeres de diversidad y las etiquetadas 9-16 son clústeres de coherencia. Por ejemplo, todas las frecuencias de una celda etiquetadas como 1 forman parte de un clúster de diversidad, todas las frecuencias de una celda etiquetadas como 2 forman parte de otro clúster de diversidad, etc., mientras que el grupo de frecuencias etiquetadas como 9 son un clúster de coherencia, el grupo de frecuencias etiquetadas como 10 son otro clúster de coherencia, etc. Los clústeres de diversidad pueden configurarse de forma diferente para celdas diferentes para reducir el efecto de interferencias intercelulares a base de promediar las interferencias.

45 En la Figura 9 se muestran ejemplos de configuraciones de clústeres para tres celdas vecinas. Las interferencias de un clúster particular de una celda se distribuyen a múltiples clústeres de otras celdas, por ejemplo, las interferencias del Cluster 1 de la Celda A se distribuyen a los Clústeres 1, 8, 7, 6 de la Celda B. Esto reduce considerablemente la potencia de interferencia a cualquier clúster particular de la Celda B. De igual modo, la interferencia a cualquier clúster particular de una celda procede de muchos clústeres diferentes de otras celdas. Dado que no todos los clústeres son fuertes interferentes, los clústeres de diversidad, con una codificación de los canales a través de sus subportadoras, proporcionan una ganancia de la diversidad de interferencias. Además, resulta ventajoso asignar

clústeres de diversidad a usuarios que se encuentran cerca (por ejemplo, dentro del ancho de banda coherente) de los límites de la celda y se ven más sometidos a interferencias intercelulares.

5 Dado que las subportadoras de un clúster de coherencia son consecutivas o cercanas (por ejemplo, dentro del ancho de banda coherente) entre sí, posiblemente se encuentren dentro del ancho de banda coherente de desvanecimiento de los canales. Por lo tanto, la ganancia de canales de un clúster de coherencia puede variar considerablemente y la selección del clúster puede mejorar enormemente el rendimiento. Por otro lado, la ganancia media de canales de un clúster de diversidad tiene menos de un grado de variación debido a la diversidad inherente de frecuencias entre las múltiples subportadoras distribuidas por el espectro. Mediante la codificación de los canales a través de las subportadoras del clúster, los clústeres de diversidad son más resistentes a una falsa selección de los clústeres (por la propia naturaleza de la diversificación), si bien puede resultar en una ganancia posiblemente menor de la selección de clústeres. La codificación de canales a través de las subportadoras significa que cada palabra clave contiene bits transmitidos desde las múltiples subportadoras y, más concretamente, los bits de diferencia entre las palabras clave (vector de error) se distribuyen entre las múltiples subportadoras.

15 Puede obtenerse una mayor diversidad de frecuencias a través de un salto de subportadoras durante el tiempo en el que un usuario ocupa un grupo de subportadoras en una ranura de tiempo y otro grupo de subportadoras diferente en una ranura de tiempo diferente. Una unidad de codificación (trama) contiene muchas de estas ranuras de tiempo y los bits transmitidos son codificados por toda la trama.

20 La Figura 10 ilustra clústeres de diversidad con salto de subportadoras. En referencia a la Figura 10, hay cuatro clústeres de diversidad en cada una de las celdas A y B mostradas, en donde cada una de las subportadoras de los clústeres de diversidad individuales tiene la misma etiqueta (1, 2, 3 ó 4). Se muestran cuatro ranuras de tiempo independientes y durante cada una de las ranuras de tiempo, las subportadoras de cada uno de los clústeres de diversidad cambian. Por ejemplo, en la celda A, la subportadora 1 forma parte del clúster de diversidad 1 durante la ranura de tiempo 1, forma parte del clúster de diversidad 2 durante la ranura de tiempo 2, forma parte del clúster de diversidad 3 durante la ranura de tiempo 3, y forma parte del clúster de diversidad 4 durante la ranura de tiempo 4. De este modo puede obtenerse una mayor diversidad de interferencias a través del salto de subportadoras a lo largo del tiempo, pudiéndose obtener una diversidad de interferencias aún mayor si se utilizan distintos patrones de salto de subportadoras para celdas diferentes, tal y como se muestra en la Figura 10.

La manera como el usuario cambia las subportadoras (secuencias de saltos) puede ser diferente para celdas diferentes para así obtener un mejor promedio de interferencias mediante la codificación.

35 Para los usuarios estáticos, tales como los que tienen un acceso inalámbrico fijo, los canales cambian muy poco con el tiempo. Con la asignación selectiva de clústeres utilizando clústeres de coherencia, puede obtenerse un buen rendimiento. Por otro lado, para los usuarios móviles, la varianza de los canales en el tiempo (la varianza debida a cambios en los canales a lo largo del tiempo) puede ser muy grande. Un clúster con una ganancia alta en un momento puede estar profundamente desvanecido en otro momento. Por lo tanto, la asignación de clústeres tiene que ser actualizada a una velocidad rápida, lo que causa una sobrecarga de control significativa.

40 En este caso, pueden utilizarse clústeres de diversidad para proporcionar una resistencia adicional y aligerar la sobrecarga de una reasignación frecuente de clústeres. En una realización, la asignación de clústeres se realiza de manera más rápida que la velocidad de cambio de canales que normalmente se mide a través de la velocidad Doppler de canales (en Hz), a saber, cuántos ciclos cambia el canal por segundo cuando el canal es totalmente diferente después de un ciclo. Obsérvese que puede realizarse una asignación selectiva de clústeres tanto en los clústeres de coherencia como en los de diversidad.

50 En una realización, para las celdas que contienen usuarios mixtos fijos y móviles, puede incluirse un detector de variaciones en los canales/interferencias bien en la parte del usuario o en la estación base o en ambas. Con los resultados de la detección, el usuario y la estación base seleccionan de manera inteligente los clústeres de diversidad para los usuarios móviles o los usuarios fijos en los límites de las celdas, y clústeres de coherencia para los usuarios fijos cercanos a la estación base. El detector de variaciones en los canales/interferencias mide de vez en cuando la variación de los canales (SINR) para cada clúster. Por ejemplo, en una realización, el detector de canales/interferencias mide la diferencia de potencia entre los símbolos piloto de cada clase y promedia la diferencia en una ventana móvil (por ejemplo, 4 ranuras de tiempo). Una diferencia grande indica que los canales/interferencias cambian con frecuencia y que la asignación de subportadoras puede no resultar fidedigna. En tal caso, los clústeres de diversidad son mejores para el usuario.

60 En la Figura 11 se muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso para la selección inteligente entre clústeres de diversidad y clústeres de coherencia dependiendo de la movilidad de los usuarios. Este proceso se realiza mediante una lógica de procesamiento que puede comprender hardware (por ejemplo, circuitos, lógica específica, etc.), software (como el que se ejecuta, por ejemplo, en un sistema informático de uso general o en una máquina específica) o una combinación de ambos. En referencia a la Figura 11, la lógica de procesamiento de la

- 5 estación base realiza una detección de las variaciones en los canales/interferencias (bloque de procesamiento 1101). La lógica de procesamiento analiza entonces si los resultados de la detección de variaciones en los canales/interferencias indican que el usuario es móvil o está en una posición fija cercana al borde de la celda (bloque de procesamiento 1102). Si el usuario no es móvil o no se encuentra en una posición fija cercana al borde de la celda, el procesamiento pasa al bloque de procesamiento 1103 donde la lógica de procesamiento de la estación base selecciona clústeres de coherencia; de lo contrario, el procesamiento se pasa al bloque de procesamiento 1104 en donde la lógica de procesamiento de la estación base selecciona clústeres de diversidad.
- 10 La selección se puede actualizar y cambiar de manera inteligente durante el perfeccionamiento. La relación/asignación de los números de los clústeres de coherencia y de diversidad de una celda depende de la relación de la población de usuarios móviles y fijos. Cuando la población cambia al evolucionar el sistema, la asignación de clústeres de coherencia y de diversidad se puede reconfigurar para satisfacer las nuevas necesidades del sistema. La Figura 12 ilustra una reconfiguración de una clasificación de clústeres capaz de aceptar más usuarios móviles que la de la Figura 9.
- 15 Aunque sin duda quedará claro para aquellos versados en la materia después de haber leído la descripción anterior, que la presente invención admite numerosas alteraciones y modificaciones, debe entenderse que cualquier realización particular mostrada y descrita mediante ilustraciones no pretende ser considerada en modo alguno como limitadora. Por lo tanto, las referencias a los detalles de las distintas realización no pretenden limitar el alcance de
- 20 las reivindicaciones en las que solo se incluyen aquellas características consideradas fundamentales para la invención.

REIVINDICACIONES

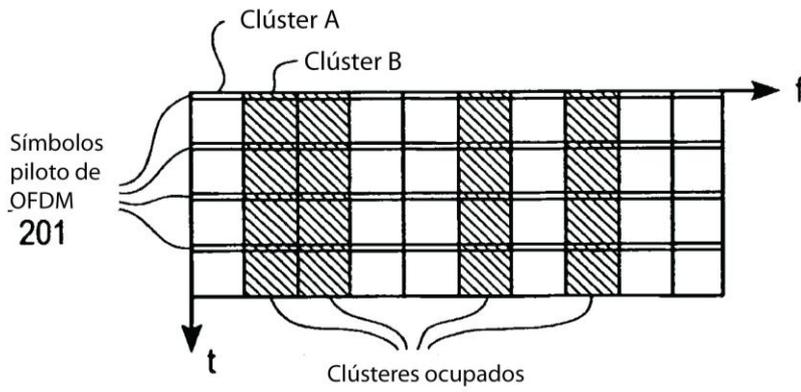
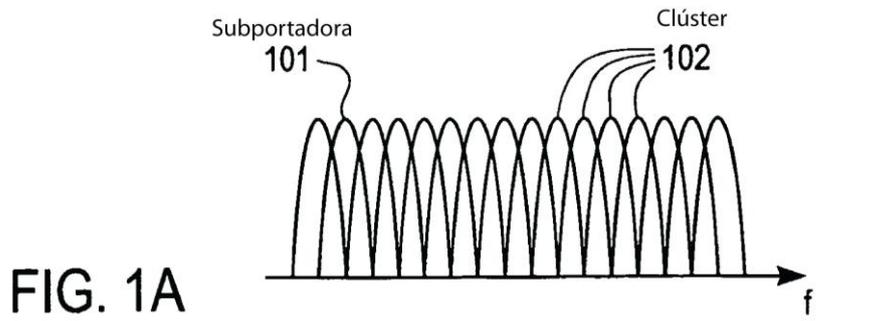
1. Un método de selección de subportadoras para un sistema que hace uso de un acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales, OFDMA, que consiste en:
- 5 un usuario mide la información sobre los canales y las interferencias de los clústeres de subportadoras en base a unos símbolos piloto (201) recibidos de una estación base;
- el usuario selecciona un grupo de posibles clústeres en base a la relación de señal a interferencia más ruido, SIRN;
- 10 el usuario proporciona información de retroalimentación a la estación base que comprende un orden arbitrario del grupo de posibles clústeres e incluye una indicación de índice de cada clúster posible con su valor de la SINR;
- el usuario recibe una asignación de la estación base de uno o más clústeres seleccionados por la estación base del grupo de posibles clústeres para que el usuario los utilice;
- 15 el usuario envía nueva información de realimentación después de que la estación base le haya asignado uno o más clústeres y, después, el usuario recibe de la estación base una nueva asignación de uno o más clústeres.
2. El método de la reivindicación 1 en el que la medición por parte del usuario de la información sobre los canales y las interferencias consiste en que el usuario supervisa de manera continua la recepción de los símbolos piloto y mide la relación de señal a interferencia más ruido, SINR, de cada uno de los clústeres de subportadoras.
- 20 3. El método definido en la reivindicación 2 que además consiste en que el usuario mide las interferencias intercelulares, en donde el usuario selecciona el grupo de posibles clústeres en base a las interferencias intercelulares.
- 25 4. El método definido en la reivindicación 3, en donde la asignación de la estación base de uno o más clústeres seleccionados por la estación base para que el usuario los utilice se basa en la prevención de interferencias intercelulares.
- 30 5. El método definido en la reivindicación 4 en donde la prevención de la interferencia intercelular se basa en la información de la estación base vecina.
6. El método de la reivindicación 2 que además consiste en que el usuario mide el tráfico intracelular, en donde el usuario selecciona el grupo de posibles clústeres en base al equilibrio de la carga de tráfico intracelular.
- 35 7. El método definido en la reivindicación 1 en donde la asignación de la estación base del uno o más clústeres seleccionados para equilibrar la carga de tráfico intracelular en cada uno de los clústeres.
8. El método definido en la reivindicación 1 en donde el usuario mide la información sobre los canales y las interferencias que consiste en utilizar la información de períodos de símbolos piloto y períodos de datos para medir la información sobre los canales y las interferencias.
- 40 9. El método definido en la reivindicación 1 en el que utiliza la información de los períodos de símbolos piloto y de los períodos de tráfico de datos para analizar la presencia de carga de tráfico intracelular y de interferencias intercelulares.
- 45 10. El método definido en la reivindicación 1 en donde los símbolos piloto ocupan un ancho de banda de frecuencias de OFDM completo.
- 50 11. El método definido en la reivindicación 10 en donde al menos otro símbolo piloto de una celda diferente transmitido al mismo tiempo que los símbolos piloto recibidos de la estación base colisionan entre sí.
12. El método definido en la reivindicación 1, en donde la asignación por parte de la estación base de uno o más clústeres seleccionados por la estación base del grupo de posibles clústeres se basa en la información adicional enviada a la estación base.
- 55 13. El método definido en la reivindicación 12 en donde la información adicional comprende información sobre la carga de tráfico en cada uno de los clústeres de subportadoras.
- 60 14. El método definido en la reivindicación 13 en donde la información sobre la carga de tráfico es proporcionada por un búfer de datos de la estación base.
15. El método definido en la reivindicación 1 en donde la asignación de los clústeres es recibida a través de un canal de control descendente.

16. El método definido en la reivindicación 1 en donde los clústeres de subportadoras medidos comprenden todos los clústeres que pueden ser asignados por una estación base.
- 5 17. El método definido en la reivindicación 1 en donde el orden arbitrario del grupo de posibles clústeres comprende clústeres ordenados de modo que los clústeres de posibles candidatos más deseables son los que se ponen al principio de la lista.
- 10 18. El método definido en la reivindicación 1 en donde la información de realimentación indica una velocidad de codificación y modulación.
- 15 19. El método definido en la reivindicación 1 en donde el hecho de que el usuario proporcione información de realimentación consiste en ordenar secuencialmente los posibles clústeres.
- 20 20. El método definido en la reivindicación 1 que además consiste en que el usuario envía una indicación de las velocidades de codificación y modulación que el usuario desea emplear para cada clúster del grupo de posibles clústeres.
- 25 21. El método definido en la reivindicación 20 en donde la indicación de las velocidades de codificación y modulación comprende un índice del valor de la SINR indicativo de una velocidad de codificación y modulación.
- 30 22. El método definido en la reivindicación 1 que además consiste en que:
al usuario se le asigna una primera porción de los clústeres para establecer un enlace de datos entre la estación base y el usuario; y, a continuación, al usuario se le asigna una segunda porción de los clústeres para aumentar el ancho de banda de las comunicaciones.
- 35 23. El método definido en la reivindicación 22 en donde la asignación por parte de la segunda porción ocurre después de que se le hayan asignado los clústeres a cada uno de los usuarios para establecer un enlace de datos entre la estación base y cada uno de los usuarios antedichos.
- 40 24. El método definido en la reivindicación 22 en donde la asignación de la segunda porción ocurre antes de que se le hayan asignado los clústeres a cada uno de los usuarios antedichos para establecer el enlace de datos a la estación base.
- 45 25. El método definido en la reivindicación 1, en donde la información de realimentación comprende la relación de señal a interferencia más ruido, SINR, del grupo de posibles clústeres.
- 50 26. Un método de selección de subportadoras para un sistema que hace uso de un acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales, OFDMA, que consiste en que:
una estación base transmite símbolos piloto (201) que el usuario utiliza para medir la información sobre los canales y las interferencias para los clústeres de subportadoras en base a los símbolos piloto (201) recibidos de la estación base, y para que el usuario seleccione un grupo de posibles clústeres en base a la relación de señal a interferencia más ruido, SINR; la estación base recibe del usuario información de realimentación que comprende un orden arbitrario del grupo de posibles clústeres e incluye una indicación de índice de cada uno de los posibles clústeres con su valor de la SINR;
la estación base transmite una asignación de uno o más clústeres seleccionados por la estación base del grupo de posibles clústeres para que el usuario los utilice; y
la estación base recibe nueva información de realimentación después de haber asignado el o los clústeres y, a continuación, la estación base transmite una nueva asignación de uno o más clústeres.
- 55 27. Un sistema que comprende:
una pluralidad de usuarios en una primera celda adaptados para generar información de realimentación indicativa de los clústeres de subportadoras deseados para su uso por parte de la pluralidad de usuarios;
una primera estación base en la primera celda, en donde la primera estación base está adaptada para asignar subportadoras de OFDMA de los clústeres a la pluralidad de usuarios; y
cada uno de la pluralidad de usuarios está adaptado para medir información sobre los canales e interferencias para los clústeres de subportadoras en base a los símbolos piloto (201) recibidos de la primera estación base y al menos un usuario está adaptado para seleccionar un grupo de posibles clústeres del clúster de subportadoras en base a la relación de señal a interferencia más ruido (SINR) y del usuario ese usuario por lo menos para proporcionar información de realimentación a la primera estación base que comprende un orden arbitrario del grupo de posibles clústeres e incluye una indicación de índice de cada clúster posible con su valor de la SINR y para recibir una asignación de uno o más clústeres de la primera estación base para que la use ese usuario por lo menos, en donde al menos ese usuario por lo menos envía nueva información de realimentación después de
- 60

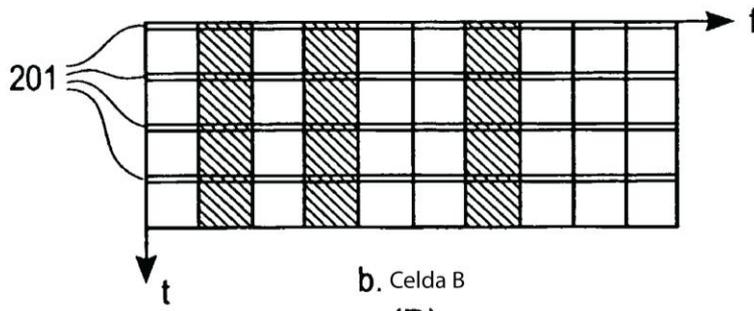
que la primera estación base le haya asignado uno o más clústeres y, a continuación, ese usuario por lo menos recibe de la primera estación base una nueva asignación de uno o más clústeres.

- 5 28. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde cada uno de la pluralidad de usuarios está adaptado para supervisar de manera continua la recepción de los símbolos de pilotos y medir la relación de señal a interferencia más ruido, SIRN, de cada clúster de subportadoras.
- 10 29. El sistema definido en la reivindicación 28 en donde cada uno de la pluralidad de usuarios mide las interferencias intercelulares, en donde ese usuario por lo menos selecciona un grupo de posibles clústeres en base a las interferencias intercelulares.
- 15 30. El sistema definido en la reivindicación 29, en donde la asignación de uno o más clústeres por parte de la primera estación base para que ese usuario por lo menos los utilice se basa en la prevención de interferencias intercelulares.
- 20 31. El sistema definido en la reivindicación 28 en donde cada uno de la pluralidad de usuarios mide el tráfico intracelular, en donde ese usuario por lo menos está adaptado para seleccionar el grupo de posibles clústeres en base al equilibrio de la carga de tráfico intracelular.
- 25 32. El sistema definido en la reivindicación 31 en donde la asignación de uno o más clústeres por parte de la primera estación base se hace para equilibrar la carga de tráfico intracelular en cada uno de los clústeres de subportadoras.
- 30 33. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde ese usuario por lo menos está adaptado para enviar información de realimentación nueva después de que se le haya asignado el grupo de posibles clústeres para recibir un nuevo grupo de posibles clústeres y, a continuación, recibe otra indicación del nuevo grupo de posibles clústeres.
- 35 34. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde ese usuario por lo menos está adaptado para utilizar la información de períodos de símbolos piloto y períodos de datos para medir la información sobre los canales y las interferencias.
- 40 35. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde ese usuario por lo menos está adaptado para seleccionar el grupo de posibles clústeres en base a la SINR del clúster y una diferencia entre la potencia medida correspondiente a cada clúster durante los períodos piloto y la potencia medida durante períodos de datos.
- 45 36. El sistema definido en la reivindicación 35 en donde ese usuario por lo menos está adaptado para distinguir, durante la selección, el clúster de subportadoras que tenga SINRs sustancialmente similares en base a la diferencia de potencia.
- 50 37. El sistema definido en la reivindicación 35 en donde al menos el usuario antedicho está adaptado para utilizar la información de los períodos de símbolos piloto y de los períodos de tráfico de datos para analizar la presencia de carga de tráfico intracelular y de interferencias intercelulares.
- 55 38. El sistema definido en la reivindicación 35 en donde los símbolos piloto ocupan un ancho de banda de frecuencias de OFDM completo.
- 60 39. El sistema definido en la reivindicación 38 en donde al menos otro símbolo piloto de una celda diferente transmitido al mismo tiempo que los símbolos piloto recibidos de la primera estación base colisionan entre sí.
40. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde la asignación de ese uno o más clústeres por parte de la primera estación base se basa en la información adicional a disposición de la estación base.
41. El sistema definido en la reivindicación 40 en donde la información adicional comprende información sobre la carga de tráfico en cada uno de los clústeres de subportadoras.
42. El sistema definido en la reivindicación 41 en donde la información sobre la carga de tráfico es proporcionada por un búfer de datos de la primera estación base.
43. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde la asignación de los clústeres es recibida a través de un canal de control descendente entre la primera estación base y ese usuario por lo menos.
44. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde los clústeres de subportadoras medidos comprenden todos las subportadoras que pueden ser asignadas por la primera estación base.

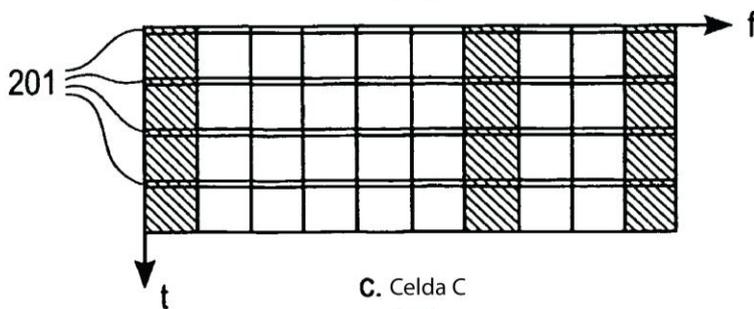
45. El método definido en la reivindicación 27 en donde el orden arbitrario del grupo de posibles clústeres comprende clústeres ordenados de modo que los posibles clústeres más deseables son los que se ponen al principio de la lista.
- 5 46. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde la información de realimentación indica una velocidad de codificación y modulación.
47. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde ese usuario por lo menos que proporciona información de realimentación consiste en ordenar secuencialmente el grupo de posibles clústeres.
- 10 48. El método definido en la reivindicación 27 en donde ese usuario por lo menos está adaptador para enviar una indicación de las velocidades de codificación y modulación que ese usuario por lo menos desea emplear para cada clúster del grupo de posibles clústeres.
- 15 49. El sistema definido en la reivindicación 48 en donde la indicación de las velocidades de codificación y modulación comprende un índice del valor de la SINR indicativo de una velocidad de codificación y modulación.
50. El sistema definido en la reivindicación 27 en donde ese usuario por lo menos está adaptado para que se le asigne una primera porción de los clústeres para establecer un enlace de datos entre la primera estación base y ese usuario por lo menos; y, a continuación, se le asigne una segunda porción de los clústeres para aumentar el ancho de banda de las comunicaciones.
- 20 51. El sistema definido en la reivindicación 50 en donde la asignación de la segunda porción ocurre después de que se le hayan asignado los clústeres a cada uno de los usuarios para establecer un enlace de datos entre la primera estación base y cada uno de los usuarios antedichos.
- 25 52. El sistema definido en la reivindicación 50 en donde la asignación de la segunda porción ocurre antes de que se le hayan asignado los clústeres a cada uno de los usuarios antedichos para establecer el enlace de datos a la primera estación base.
- 30 53. El sistema definido en la reivindicación 27, en donde la información de realimentación comprende la relación de señal a interferencia más ruido, SINR, del grupo de posibles clústeres.



a. Celda A
(A)



b. Celda B
(B)



c. Celda C
(C)

FIG. 2

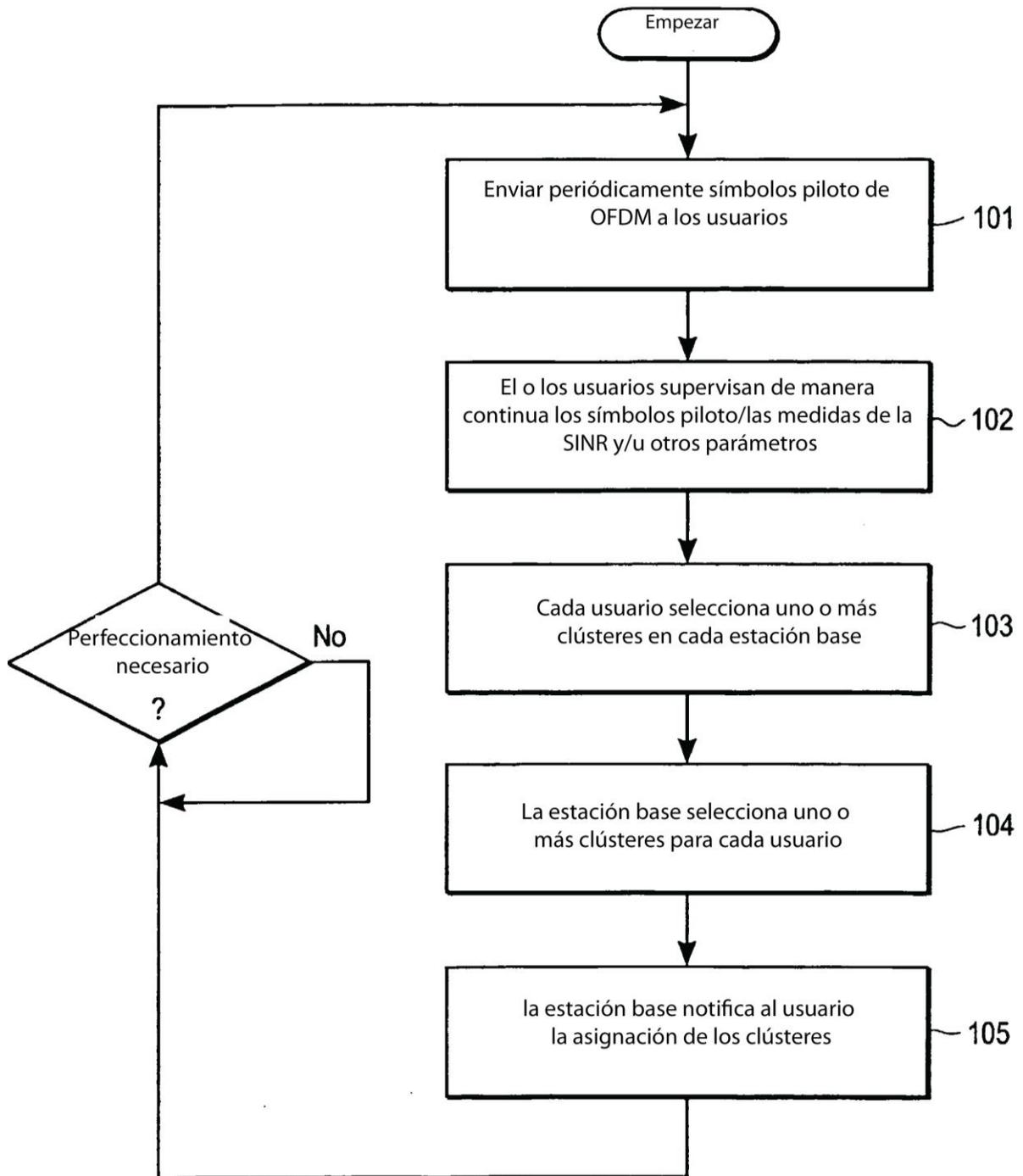


FIG. 1B

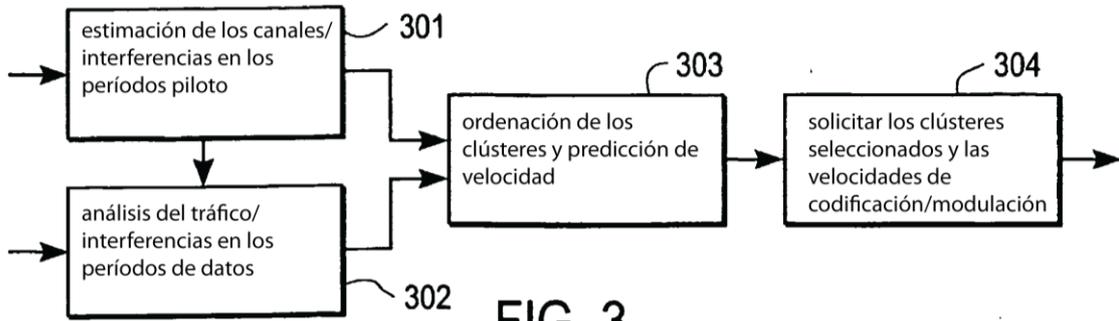


FIG. 3

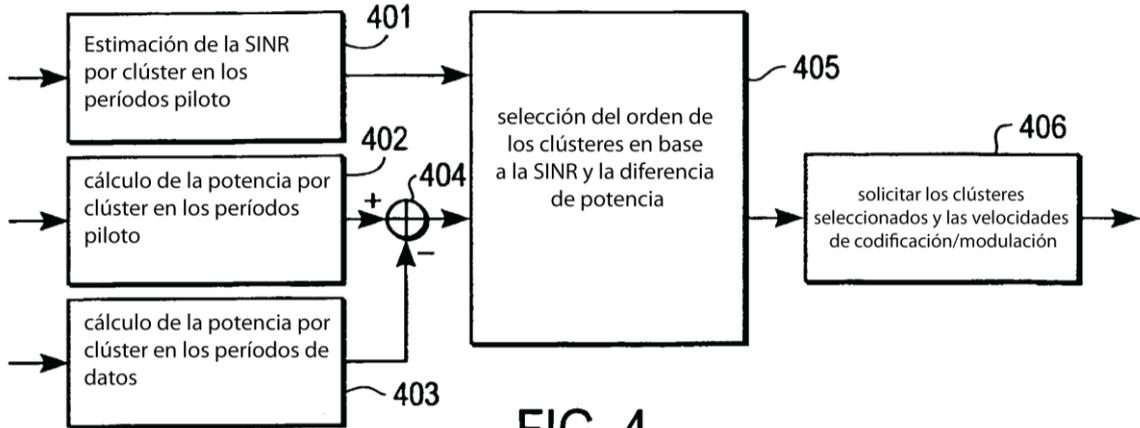


FIG. 4

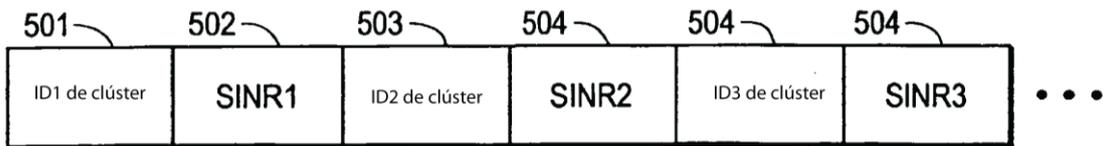


FIG. 5

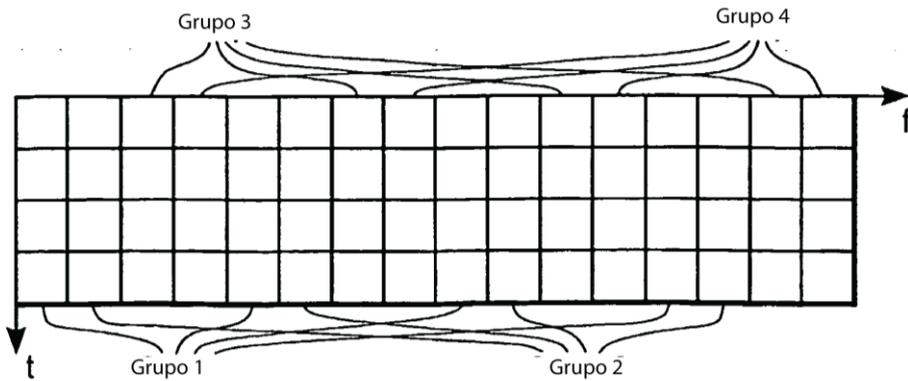


FIG. 6



FIG. 7

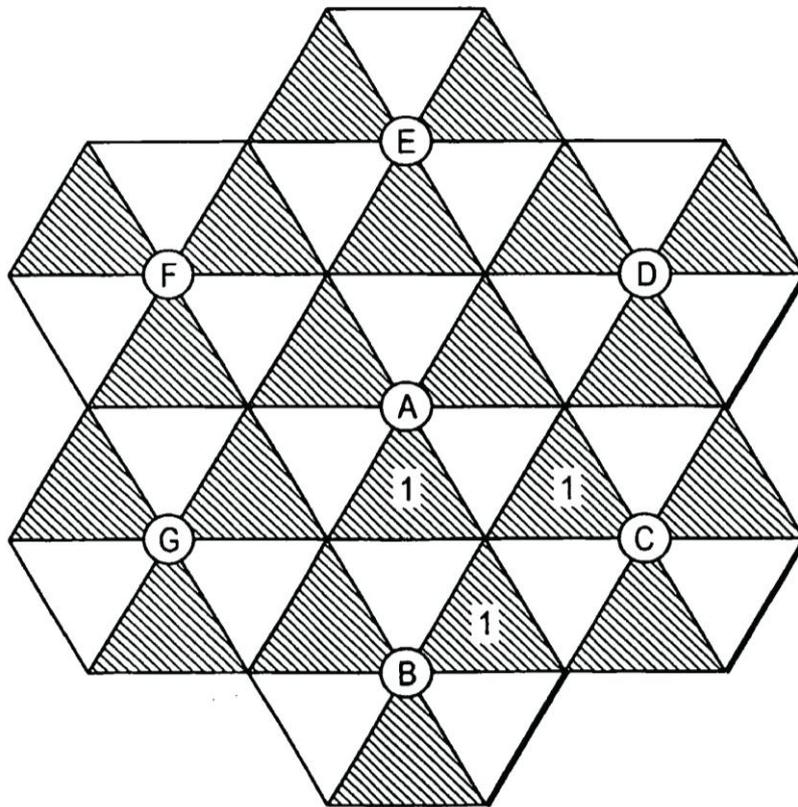


FIG. 8

1-8: Clústeres diversos
 9-16: Clústeres sencillos

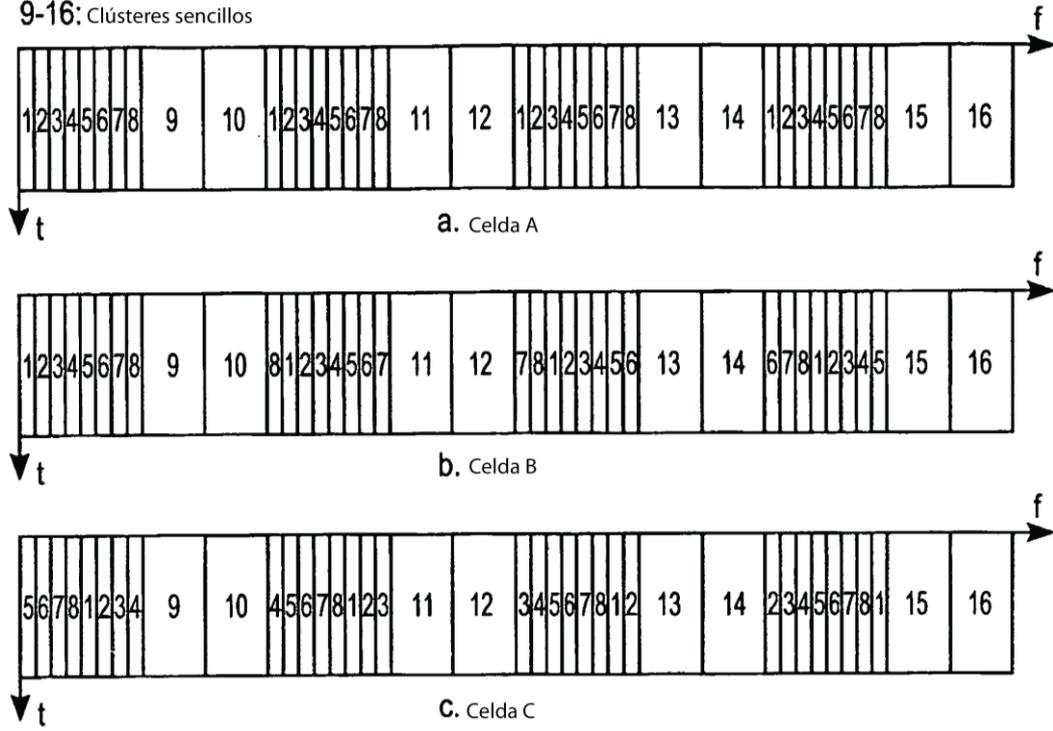


FIG. 9

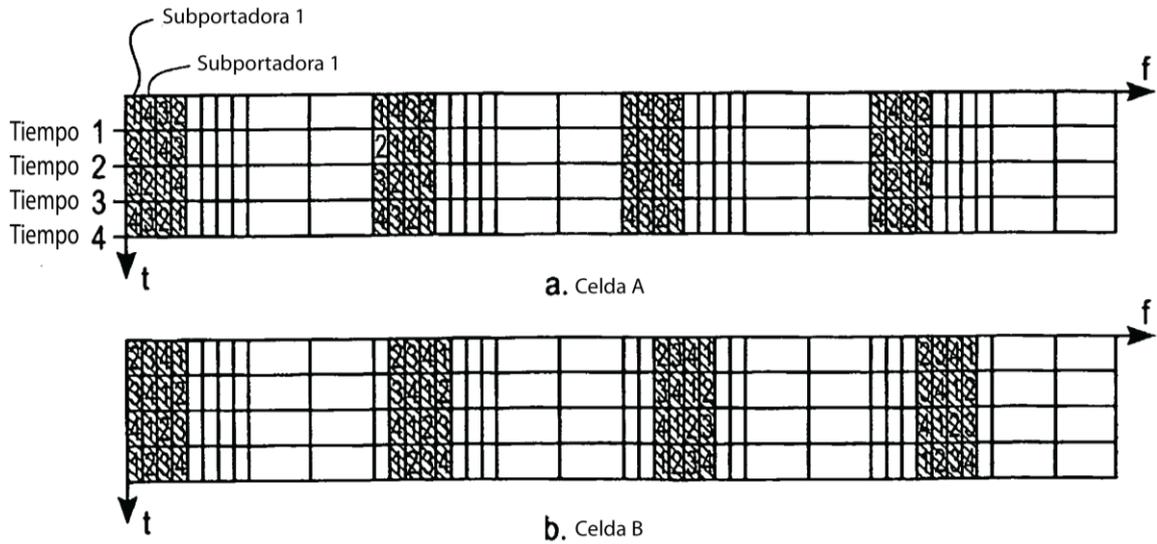


FIG. 10

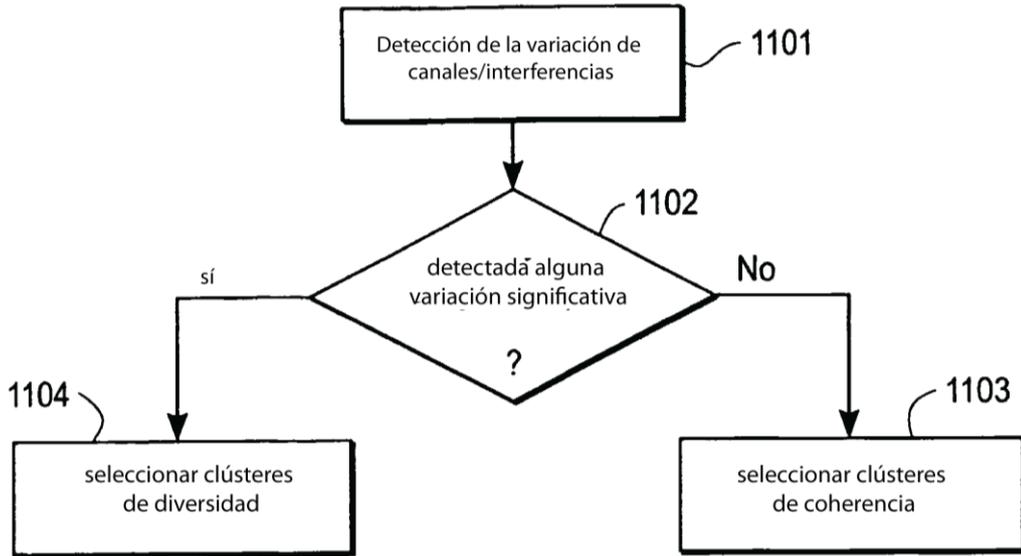
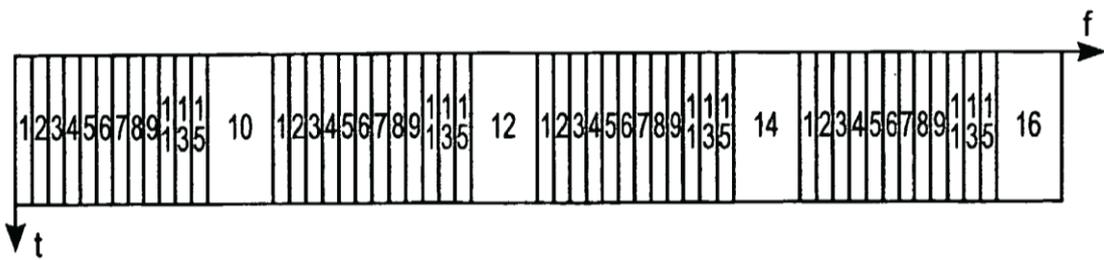


FIG. 11



a. Celda A

FIG. 12

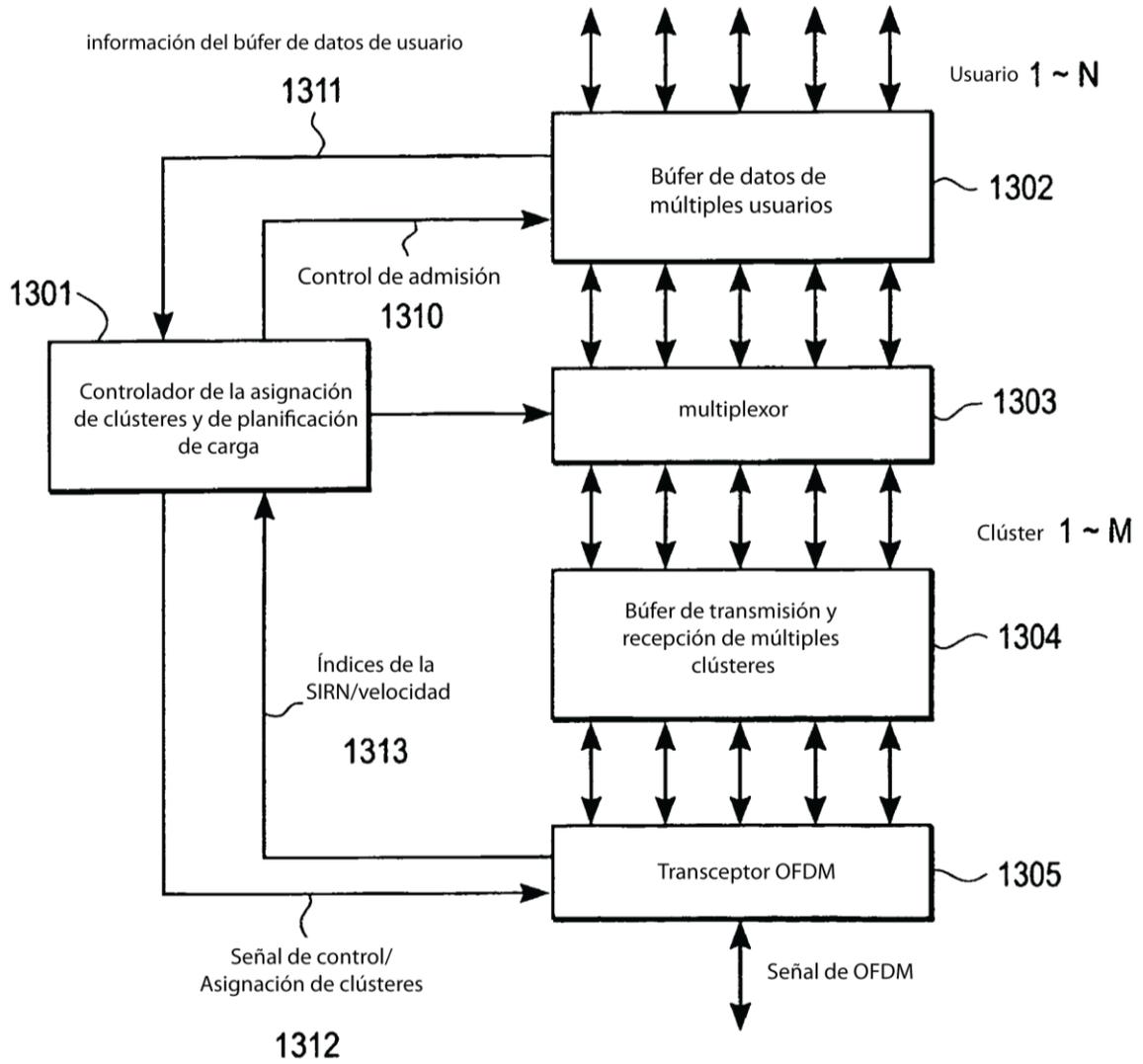


FIG. 13