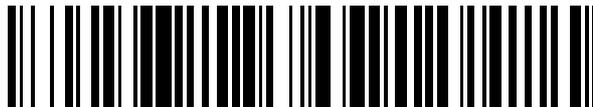


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 921**

51 Int. Cl.:  
**H04W 4/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07765474 .7**  
96 Fecha de presentación: **18.06.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2039200**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.03.2009**

54 Título: **RECURSOS DE PLANIFICACIÓN EN UNA RED CELULAR INALÁMBRICA.**

30 Prioridad:  
**19.06.2006 US 815039 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**23.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**23.12.2011**

73 Titular/es:  
**WIRELESS TECHNOLOGY SOLUTIONS LLC  
550 MADISON AVENUE  
NEW YORK, NY 10022, US**

72 Inventor/es:  
**ANDERSON, Nicholas, William**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 370 921 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

Recursos de planificación en una red celular inalámbrica.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a la cancelación de la interferencia de las células adyacentes en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

10 Como es bien conocido, el rendimiento de los sistemas celulares es limitado debido a la presencia de interferencia entre las células. Por ejemplo, en el enlace descendente, los usuarios situados en el borde de la célula pueden sufrir interferencias de células adyacentes a niveles de potencia recibida similar a la de la señal de la célula de servicio. Esto es especialmente cierto en el caso de los sistemas densamente planificados que emplean factores de reutilización de frecuencias bajos. En realidad, en el límite, el factor de reutilización de la frecuencia puede ser igual a uno. Aunque una reutilización de valor unidad es deseable para aumentar al máximo la cantidad de recursos de tiempo y frecuencia disponibles para cada célula del sistema, el problema de la interferencia entre células que se origina da lugar naturalmente a una disminución de las velocidades de transmisión de datos factibles para los usuarios en los bordes de la célula. Las transmisiones a los usuarios con bajas relaciones señal a ruido más interferencia (SNIR) requieren redundancia de información y, por lo tanto, una tasa de código baja para lograr la calidad de decodificación deseada (medida, por ejemplo, como la tasa de errores de bloque, BLER), y provocan la reducción de la velocidad de transmisión de datos.

También es muy conocido el uso de los sistemas de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). En estos sistemas, los datos pueden transmitirse al usuario a través de los conjuntos de canales existentes entre  $n_{Tx}$  antenas de transmisión y  $n_{Rx}$  antenas de recepción. Se dispone pues de un total de  $n_{Tx} \times n_{Rx}$  canales que forman el conjunto compuesto de canales MIMO. Pueden transmitirse varias corrientes de datos simultáneas a través del conjunto de canales si los canales del conjunto son suficientemente independientes desde el punto de vista estadístico y no están correlacionados.

30 Además, como es bien conocido, la capacidad del sistema para transmitir con éxito varias corrientes de datos simultáneas y diferentes a través del conjunto de canales MIMO también está en función de la SNIR de los canales. La transmisión satisfactoria de corrientes paralelas es más probable en los canales con alta SNIR y menos probable en los canales con baja SNIR. Por lo tanto, la ganancia de transmisión MIMO (en términos de capacidad factible del enlace), en comparación con sus equivalentes de transmisión y recepción con diversidad, aumenta en los casos de SNIR y decorrelación de canales más elevadas. Con una SNIR baja o una correlación de canales alta, las ganancias MIMO disminuyen y, en cambio, la transmisión de una única corriente de datos puede causar una mejora del rendimiento general con respecto a la transmisión de varias corrientes de datos paralelas, lo cual es pues preferible. Debe tenerse en cuenta que se pueden seguir utilizando los diversos canales del conjunto para obtener beneficios de transmisión y recepción de diversidad; no obstante, en este caso no se realiza ningún intento de transmitir varias corrientes de datos en paralelo.

Las figuras 1A y 1B ilustran un ejemplo de transmisión MIMO de dos corrientes a través de un conjunto de  $2 \times 2$  canales, y un ejemplo de transmisión no MIMO de una sola corriente a través del mismo conjunto de canales, respectivamente. La diferencia principal es que, en el caso MIMO de dos corrientes, cada antena de transmisión transmite información diferente, mientras que, en el caso de una corriente, la información transmitida por cada antena es la misma (aunque las formas de onda concretas de la señal pueden variar).

Se sabe además que los sistemas pueden cambiar de forma dinámica entre la transmisión de corriente única y múltiple (por ejemplo, doble) de conformidad con las variaciones observadas en la SNIR del canal o cuando se detecta que la correlación estadística entre los canales del conjunto de canales varía. De esta manera, los usuarios que experimenten condiciones de radio inadecuadas (SNIR baja y/o correlación de canal alta) recibirán transmisiones de corriente única, y los usuarios con buenas condiciones de radio (SNIR alta y/o correlación de canal baja) serán capaces de explotar la transmisión de varias corrientes para alcanzar velocidades de transmisión de datos y capacidad de enlace superiores.

En el documento "Allocation and Adoption Techniques for protocol Performance Improvement in Multicellular wireless pocket Networks with Mimo links" de Marchetti *et al.* de la Universidad de Ferrara, Italia, se describe un receptor de enlace ascendente de varias antenas (es decir, una estación base) que se utiliza para recibir varias corrientes de señal separadas desde una pluralidad de UE. El planificador de la estación base es capaz de ajustar el número de antenas y corrientes de datos activadas por cada UE únicamente dentro del área controlada por la estación base. En el documento "Stream Control in Networks with Interfacing Mimo links" de Demirkol *et al.* del Georgia Institute of Technology describe una red ad-hoc en la que no se utiliza ningún planificador para controlar las transmisiones a los diversos UE.

En algunas formas de realización, la lógica de planificación ordena a la primera y la segunda estaciones base que reduzcan el número de corrientes de datos que utiliza cada estación base, como respuesta a la baja calidad del

canal. La lógica de planificación también ordena a la primera y segunda estaciones base que aumenten el número de corrientes de datos que utiliza cada estación base, como respuesta a la alta calidad del canal.

5 El objetivo de la presente invención puede alcanzarse disponiendo un controlador, un procedimiento y un programa informático para planificar los recursos en una red inalámbrica según las reivindicaciones 1, 13 y 15, respectivamente.

10 En otro aspecto de la presente invención, se dispone también un controlador de red de radio, una estación base, una pasarela de acceso, un sistema de gestión de recursos de radio y un servidor en una red celular inalámbrica, según la reivindicación 12.

### Breve descripción de las figuras

15 La figura 1A ilustra un ejemplo de transmisión MIMO de dos corrientes a través de un conjunto de 2x2 canales.

La figura 1B ilustra un ejemplo de transmisión MIMO de una corriente a través de un conjunto de 2x2 canales.

La figura 2A ilustra un sistema de comunicación celular según las formas de realización de la presente invención.

20 La figura 2B ilustra un sistema de comunicación celular según las especificaciones de 3GPP para LTE.

Las figuras 3A a 3D ilustran ejemplos de transmisiones a un UE situado en diferentes posiciones entre dos células según las formas de realización de la presente invención.

25 La figura 4 ilustra una forma de realización de unos símbolos OFDM, cada uno de los cuales presenta una parte de prefijo cíclico agregada al principio.

30 La figura 5 ilustra unas formas de realización de la recepción de señales de una célula A y una célula B que están sustancialmente alineadas en el tiempo.

La figura 6 ilustra una forma de realización de una transmisión de corriente doble a través de un sistema de 2x2 canales según las formas de realización de la presente invención.

35 La figura 7 ilustra una forma de realización de dos transmisiones de corriente única a través de un sistema de 2x2 canales según las formas de realización de la presente invención.

La figura 8 ilustra un sistema informático que puede emplearse para implementar las formas de realización de la presente invención.

### 40 Descripción detallada de la invención

45 La figura 2A ilustra un ejemplo de sistema de comunicación celular según las formas de realización de la presente invención. La red comprende un dominio de equipo de usuario (UE), un dominio de red de acceso de radio (RAN) y un dominio de red básica. El dominio de UE comprende el equipo de usuario 110 que se comunica por lo menos con una estación base 112 en el dominio de RAN por medio de una interfaz inalámbrica. El dominio RAN también puede comprender un controlador de red 118 (por ejemplo, el controlador de red de radio), tal como el que se utiliza en los sistemas UMTS.

50 La red básica (CN) 116 comprende, en este ejemplo, un nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) 120 y un nodo de soporte de pasarela GPRS (GGSN) 122. La red básica está acoplada a una red externa 124, tal como Internet. El SGSN 120 es responsable del control de sesiones, incluido el seguimiento de la ubicación de los UE. El GGSN 122 concentra los datos del usuario y crea un túnel para los mismos en la red básica 116 hasta el destino final (por ejemplo, un proveedor de servicios de Internet) en la red externa 124.

55 La figura 2B ilustra un ejemplo de sistema según la especificación de 3GPP para LTE. Como en la figura 2A, el sistema comprende unos UE 150, unos nodos B 151, una unidad RRM 152 y una red externa 154. Este sistema también comprende una pasarela de acceso (aGW) 153.

60 Para encontrar información más detallada acerca de los ejemplos de sistemas de comunicaciones que pueden implementar las formas de realización de la presente invención, pueden consultarse las especificaciones técnicas 3GPP para UMTS, tales como la TR 23.882, "3GPP System Architecture Evaluation: Report on Technical Options and Conclusions", la TR 25.912, "Feasibility Study for Evolved UTRA and UTRAN" y la TS 23.101, "General Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) Architecture".

65 Según las formas de realización de la presente invención, la planificación de paquetes para la transmisión (incluida la asignación de recursos) se puede realizar de forma centralizada o distribuida dentro del sistema de la figura 2A o

la figura 2B. En el caso centralizado, un planificador puede controlar varias células o varios nodos B. En el caso distribuido, un planificador puede controlar solo una célula o solo células (es decir, sectores) del mismo nodo B. En el caso distribuido, los planificadores pueden comunicarse entre sí y pasarse datos relevantes de unos a otros para facilitar el procedimiento de planificación. Esto se puede lograr por medio de interfaces directas de planificador a planificador, o la comunicación puede pasar a través de un punto o nodo central común.

Como ejemplo de coordinación centralizada, la función RRM puede ser responsable, en el dominio RAN, de la coordinación y gestión de alto nivel del uso por el usuario de los recursos de radio disponibles. Los planificadores individuales que residen en cada nodo B, RNC o aGW pueden llevar a cabo un nivel de gestión más adecuado de los recursos de radio, siguiendo las instrucciones del componente de red que ofrece las funciones de coordinación RRM. Estas funciones RRM pueden ser ofrecidas por la unidad RRM separada 114/152, o por un nodo B, el RNC o la aGW que actúa como coordinador "principal".

Por otra parte, dichas funciones de planificación (y la coordinación de estas) pueden distribuirse entre los nodos B, el RNC, la RRM o la aGW o un controlador diferente de la red básica. La función RRM puede hallarse en los nodos B, la aGW o el elemento RNC, o en el elemento de servidor RRM separado en el dominio de RAN (tal como se representa), en cuyo caso los elementos de red responsables se comunican entre sí para coordinar la planificación. En un ejemplo particular, los planificadores pueden hallarse en cada nodo B, en cuyo caso los nodos B se comunicarán entre sí para coordinar la planificación.

Haciendo referencia a las figuras 1A y 1B, cuando un usuario se halla en el borde de la célula en condiciones de radio deficientes, se puede utilizar la transmisión de una única corriente. No obstante, en los sistemas de interferencia limitada (que son comunes en los diseños de alta capacidad), la baja SNIR que el usuario experimenta a menudo no se debe al ruido térmico del receptor, sino a las transmisiones que se realizan en las células adyacentes (interferencia entre células). Para el receptor del equipo de usuario (UE) con capacidad MIMO, esta señal de interferencia puede ser considerada como una segunda transmisión de corriente de datos, aunque se transmita desde una estación base distinta a la de la transmisión de la corriente de datos deseada de la célula de servicio. De esta manera, se puede considerar que dos transmisiones de una corriente de dos células diferentes se asimilan a una transmisión de dos corrientes de una sola célula. En consecuencia, el receptor del UE es capaz de calcular conjuntamente los símbolos de modulación de datos tanto de las células de servicio como interferentes y suprimir la interferencia a la que está expuesta la transmisión de la célula de servicio.

Un receptor de UE con dos antenas de recepción es capaz de detectar de forma conjunta hasta dos corrientes de datos. Los intentos de detectar más de dos corrientes de datos provocan un problema matemático subdeterminado, y debido a ello las soluciones calculadas por el receptor pueden resultar inexactas. Así pues, para este ejemplo, se supondrá que el UE puede suprimir  $n_{RX}-1$  corrientes intercelulares si la célula de servicio transmite una única corriente. En general, si la célula de servicio transmite M corrientes deseadas al UE, el UE puede suprimir  $n_{RX}-M$  corrientes intercelulares.

Por lo que respecta al presente ejemplo, esto implica que si la célula adyacente transmite dos corrientes (y la célula de servicio solo una), entonces el UE sólo es capaz de suprimir una de las corrientes de la célula adyacente (y por lo tanto tal vez solo el 50% de la potencia interferente de esa célula). Por el contrario, cuando la célula adyacente también transmite solo una corriente (por ejemplo, también transmite a un usuario situado en el borde de la célula), existe la posibilidad de que el UE suprima hasta el 100% de la potencia interferente de esa célula. Por consiguiente, es conveniente que, cuando se presta servicio a unos UE que experimentan altos niveles de interferencia, tanto las células de servicio como la células interferentes alineen sus transmisiones de corriente única y eviten la superposición de la transmisión de corriente única de una célula de servicio con la transmisión de dos (o varias) corrientes de una célula interferente en los mismos recursos de tiempo/frecuencia. Debe observarse que esto no requiere que la transmisión tenga lugar solo desde una única antena de cada estación base, sino que se transmita simplemente una única corriente de información a través de las (posibles) diversas antenas. Se tendrá en cuenta que la descripción anterior es ampliable (por ejemplo, en caso de que el número  $n_{RX}$  de antenas del UE sea más elevado), de tal forma que, cuando se preste servicio a los UE que experimentan niveles altos de interferencia, las células de servicio y las células interferentes alineen sus transmisiones de un respectivo número N inferior de corrientes de cada una de las células (pudiendo ser N mayor que 1), y se evite entonces la superposición de un número bajo de corrientes en la célula de servicio con un número alto de corrientes en la célula interferente.

Las figuras 3A a D ilustran una situación en la que un transceptor móvil (UE) se traslada desde la célula A en buenas condiciones de radio, a través del borde entre las células A y B, hasta el interior de la célula B. Haciendo referencia a la figura 3A, cuando el UE 306 está bien situado dentro de la célula A 302, la interferencia de la célula B es débil, y la célula A puede establecer una transmisión MIMO de dos corrientes 308 con el UE 306. El receptor del UE 306 no intenta detectar la señal de la célula B 304 y utiliza los "grados de libertad" disponibles en el procesamiento del receptor para detectar de forma conjunta las dos corrientes de datos de la célula A 302. La célula B 304 no está limitada en cuanto al número de corrientes que puede transmitir, debido al hecho de que el UE 306 no intenta detectar la señal de la célula B 304.

Haciendo referencia a la figura 3B, en el borde de la célula, la interferencia de la célula B 304 es fuerte y la célula A

302 cambia a la transmisión de una única corriente. En el receptor del UE 306, se libera un grado de libertad al cambiar de la recepción de dos corrientes a la recepción de una única corriente 310 de la célula A 302. Entonces, el UE 306 puede detectar de forma conjunta la transmisión de única corriente interferente 312 de la célula B 304, y de ese modo suprimir hasta cierto grado la interferencia. Los planificadores que controlan la célula A 302 y la célula B 304 están coordinados. Los planificadores pueden estar situados dentro de los nodos B o del RNC o la aGW y se coordinan por medio de las funciones RRM. Las funciones RRM pueden estar distribuidas entre los nodos B o pueden hallarse dentro de un nodo central, tal como un RNC o una aGW, o dentro de un servidor RRM dedicado. La coordinación entre los planificadores pueden realizarse para asegurar que las transmisiones una corriente de la célula A 302 coincidan con las transmisiones de una corriente de la célula B 304. Esto permite al UE 306 suprimir hasta el 100 % de la energía de la célula B 304.

Haciendo referencia a la figura 3C, se produce un traspaso en los bordes de la célula (la célula de servicio para el UE 306 deja de ser la célula A 302 y pasa a ser la célula B 304), y el UE 306 sigue detectando de forma conjunta los símbolos de datos de las transmisiones de una corriente de ambas células 314, 316. A partir de ahora, la célula A 302 es la célula interferente y la célula B 304 contiene los datos de usuario deseados.

Haciendo referencia a la figura 3D, cuando el UE 306 se introduce más en la célula B 304, las condiciones de radio mejoran y la interferencia de la célula A 302 se debilita. Cuando se recibe información sobre esta circunstancia, el planificador que controla la célula B 304 puede ordenar a la estación base 318 que controla la célula B 304 que cambie a la transmisión de dos corrientes 320 al UE 306, y entonces el UE 306 no necesitará detectar de forma conjunta ambas células (en este ejemplo, el UE 306 detecta activamente solo la célula B 304). Las funciones de coordinación (por ejemplo, RRM) también pueden tener en cuenta esta decisión, de tal manera que la célula A 302 ya no esté limitada a la transmisión de una corriente (la célula A 302 podría entonces transmitir cualquier número de corrientes).

Las funciones RRM que coordinan el número de corrientes transmitidas por cada una de las células (ya estén en un servidor RRM separado o bien distribuidas entre otros elementos de red) pueden actuar de forma dinámica de conformidad con las condiciones particulares del canal de los usuarios en el sistema que solicita el servicio. En esta modalidad de funcionamiento, la función RRM puede tener en cuenta, a corto plazo, la carga de tráfico de cada célula que se halla dentro de su jurisdicción, las condiciones del canal de los usuarios a los que debe prestarse servicio en las células y los recursos físicos disponibles para la comunicación.

En esta modalidad, por ejemplo, se supondrá que dos estaciones base se comunican en diferentes células adyacentes cada una con un UE diferente, a través de los mismos recursos de tiempo, frecuencia y código. Por lo tanto, las comunicaciones de una célula son consideradas interferencia por la otra célula. Además, se supondrá que un UE presenta una fuerte conexión de canal con su estación base, mientras que el otro UE presenta una débil conexión de canal con su propia estación base. En una forma de realización del sistema, ambas estaciones base tendrán un número bajo de corrientes de datos planificadas para adaptarse al canal débil y reducir la interferencia entre células.

Alternativamente, las funciones RRM pueden funcionar a un ritmo "semiestático" más lento o incluso fijo. En estas modalidades de funcionamiento, la función RRM puede asignar una parte de la totalidad de los recursos físicos disponibles (por ejemplo, los recursos de tiempo, frecuencia y código) para los UE cuyas condiciones de canal son deficientes, mientras que una parte separada de la totalidad de los recursos físicos está reservada para los UE cuyas condiciones de canal son adecuadas. Dicho de otro modo, los UE que dispongan de buenas condiciones de canal no compartirán los mismos recursos que los UE que dispongan de malas condiciones de canal. Las asignaciones se aplicarán generalmente a varias células, la totalidad de las cuales se halla dentro de la jurisdicción de la función RRM. Los UE cuyas condiciones del canal sean deficientes se asignan a la parte de recursos físicos reservados a los UE deficientes, mientras que los UE cuyas condiciones del canal sean adecuadas se asignan a la parte de recursos físicos reservados a los UE adecuados. En la parte asignada a los UE deficientes se transmite un número bajo de corrientes de datos, y en la parte asignada a los UE adecuados se transmite un número más alto de corrientes de datos, evitándose de ese modo que se aplique el sistema de "mínimo común denominador" (descrito anteriormente) para la asignación del mismo número de corrientes de datos tanto a los UE de "canales deficientes" como a los UE de "canales adecuados" basándose en los canales más débiles. De este modo, cada planificador puede decidir con autonomía planificar un UE que se halla bajo su control en una u otra parte de recursos físicos, con la seguridad de saber que el número de corrientes transmitidas por otra célula en los mismos recursos físicos será el adecuado para las condiciones de canal experimentadas por el UE. La función RRM puede realizar con relativa lentitud las actualizaciones de la cantidad de recursos físicos reservados a cada parte, como respuesta a la proporción observada de usuarios que experimentan buenas y malas condiciones del canal, respectivamente. Los planificadores pueden realizar la categorización de cada UE para reasignar a los usuarios de manera continua la parte de recursos físicos adecuada, de conformidad con la información recibida actualizada sobre la condición del canal.

La figura 4 ilustra los símbolos de multiplexación por división ortogonal de la frecuencia (OFDM), cada uno de los cuales presenta una parte de prefijo cíclico agregada al principio. Las formas de realización de la presente invención pueden emplearse en cualquier sistema celular, incluidos los que utilizan el acceso múltiple por división del código

(CDMA) o los sistemas de modulación OFDM. Por lo que respecta en particular a la modulación OFDM, dicho sistema emplea la transmisión de símbolos de datos a través de varias subportadoras ortogonales de banda estrecha. Un "símbolo" OFDM 402 tiene una duración de tiempo  $T_U$  y consiste en una parte de prefijo cíclico 404 que se utiliza para permitir que la denominada energía de trayectorias múltiples a través la longitud de dispersión del canal se combine fácilmente en el receptor sin que los componentes de trayectorias múltiples afecten a los símbolos OFDM adyacentes en el tiempo.

En los sistemas OFDM, los datos se transmiten a través de varias subportadoras paralelas de banda estrecha modulando cada símbolo de datos con una función ortogonal exponencial compleja (tono). Las subportadoras son ortogonales entre sí en virtud de las formas de onda de modulación ortogonal, y por lo tanto, en condiciones de radio razonables, se puede garantizar que un símbolo no causará interferencias con otros símbolos transmitidos al mismo tiempo en otras subportadoras. Suponiendo que cada símbolo OFDM ocupe  $K$  subportadoras, habitualmente se transmitirán  $K$  símbolos de modulación de datos por símbolo OFDM. Un símbolo de modulación de datos puede ser, por ejemplo, un símbolo QPSK (que transmite 2 bits), o un símbolo 16-QAM (que transmite 4 bits).

El ancho de banda de la subportadora normalmente es reducido, de tal forma que, en los canales de radio de trayectorias múltiples (con selectividad en frecuencia) comúnmente experimentados, los rayos de los canales que llegan individualmente (en el tiempo) son más cortos que el periodo fundamental de la forma del impulso en el dominio del tiempo del receptor para cada subportadora. En consecuencia, los rayos de los canales no se pueden resolver una vez que se ha aplicado el filtro del receptor. Por lo tanto, los componentes de señal de trayectorias múltiples se suman para cada subportadora de banda estrecha como una parte natural del procesamiento del receptor. En muchos tipos de canales, se obtiene como resultado una característica de desvanecimiento uniforme para cada subportadora con una potencia de canal compuesta media igual a la suma de las potencias de las trayectorias de canal contribuyentes. Este aspecto, en el que las diversas trayectorias de señales que llegan se combinan de manera natural dentro del ancho de banda estrecho de la subportadora, puede aprovecharse para permitir que las señales que transmiten el mismo símbolo de modulación (el mismo contenido) se combinen como una parte natural del procesamiento del receptor. No se requiere ningún tipo de procesamiento adicional ni especial para combinar la energía de las diversas copias de la señal. Esto incluye tanto el caso en el que llegan varias copias de la señal debido a la dispersión temporal en el canal de radio, como el caso en el que llegan varias copias de la misma señal debido a que estas han sido transmitidas a propósito desde diferentes fuentes o antenas a través de diferentes canales.

Haciendo referencia a la figura 5, la señal de la célula A 502 y la señal de la célula B 504 están substancialmente alineadas en el tiempo, de tal forma que estas llegan al receptor dentro de la duración del prefijo cíclico. Los prefijos cíclicos 506 de la señal de la célula A 502 pueden estar substancialmente alineados con los prefijos cíclicos 508 de la señal de la célula B 504. Esto se puede lograr sincronizando las células A y B como se realiza comúnmente en las redes celulares. La sincronización se puede llevar a cabo alineando la temporización de cada una de las células con una señal de referencia de tiempo común, tal como una señal GPS o de reloj de la red. También son posibles otros procedimientos de sincronización, en los que las células transmiten mensajes de temporización de unas a otras, lo cual permite aplicar ajustes anticipados o pospuestos y permite al sistema autocoordinar su temporización sin utilizar ninguna señal de reloj común. Cuando las señales se sincronizan de tal manera que llegan al receptor del UE dentro de la duración del prefijo cíclico, las señales se pueden combinar (sumar) sin ningún tipo de procesamiento adicional. Para otros sistemas de modulación (por ejemplo, FDMA o CDMA), se puede considerar que una alineación de tiempo sustancial es una alineación en la que las señales quedan dentro del intervalo de tiempo del ecualizador o un período de tiempo similar, hecho que permite al receptor captar la energía que llega desde ambas células.

El sistema de OFDM de varias portadoras puede modelizarse simplemente como varios sistemas de portadora de banda estrecha única individuales.

El modelo de sistema de una subportadora es el siguiente:

$$r = H \underline{s} + \underline{n}$$

En este caso,  $r$  es un vector de tamaño  $n_{R_x} \times 1$  y contiene la señal recibida en cada una de las antenas del receptor del UE,  $\underline{s}$  es el vector  $n_{T_x} \times 1$  de los símbolos de datos transmitidos (uno por cada antena Tx de la estación base) y  $\underline{n}$  es un vector de muestras de ruido (de tamaño  $n_{R_x} \times 1$ ).

$H$  es la matriz de canales de tamaño  $n_{R_x} \times n_{T_x}$ .

La figura 6 ilustra una transmisión de dos corrientes en la célula A 602 a través de un sistema de 2x2 canales.

El sistema se modeliza según la ecuación siguiente:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{A1,1} & h_{A2,1} \\ h_{A1,2} & h_{A2,2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_{A1} \\ s_{A2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

En este caso,  $h_{Aij}$  representa el canal desde la antena  $i$  de la célula A hasta la antena receptora  $j$  del UE.  $s_{Ai}$  representa la señal transmitida desde la antena  $i$  de la célula A.

5 Dada la señal recibida  $\underline{r}$ , los cálculos de  $\underline{s}$  se pueden realizar de varias maneras. Entre estas cabe destacar las técnicas de cero forzado (ZF), mínimo error cuadrático medio (MMSE) y máxima verosimilitud (ML). En las siguientes ecuaciones, se emplea la técnica de cero forzado, ya que representa el caso más simple para fines descriptivos.

10 Puesto que la matriz de canales  $H$  es cuadrada, se puede calcular la inversa  $H^{-1}$ , de tal manera que  $H \times H^{-1}$  es igual a la matriz identidad ( $I$ ).

A continuación, la solución ZF para el problema es:

$$\begin{bmatrix} \hat{s}_{A1} \\ \hat{s}_{A2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{A1,1} & h_{A2,1} \\ h_{A1,2} & h_{A2,2} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

15 A continuación, haciendo referencia a la figura 7, se considerará el caso de dos transmisiones de corriente única, una desde la célula A 702 y otra desde la célula B 704. Cada una se establece a través del propio sistema de 2x2 canales.

20 En este caso, el sistema se modeliza de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{A1,1} & h_{A2,1} & h_{B1,1} & h_{B2,1} \\ h_{A1,2} & h_{A2,2} & h_{B1,2} & h_{B2,2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_{A1} \\ s_{A2} \\ s_{B1} \\ s_{B2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

25 No obstante, en el caso de la corriente única, se transmite el mismo símbolo desde todas las antenas de la misma estación base. Por lo tanto,  $s_{A1} = s_{A2} = s_A$  y  $s_{B1} = s_{B2} = s_B$ .

Esto significa que la ecuación del sistema anterior se reduce a:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (h_{A1,1} + h_{A2,1})(h_{B1,1} + h_{B2,1}) \\ (h_{A1,2} + h_{A2,2})(h_{B1,2} + h_{B2,2}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_A \\ s_B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

30 También en este caso, la matriz de canales es cuadrada, y por lo tanto puede calcularse su inversa. El cálculo de cero forzado del vector de símbolos transmitidos  $[s_A, s_B]$  en este caso es:

$$\begin{bmatrix} \hat{s}_A \\ \hat{s}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (h_{A1,1} + h_{A2,1})(h_{B1,1} + h_{B2,1}) \\ (h_{A1,2} + h_{A2,2})(h_{B1,2} + h_{B2,2}) \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

Por consiguiente, el receptor del UE 706 para el caso de dos corrientes únicas (de células diferentes) es muy similar al del caso de dos corrientes (de una sola célula) y se puede utilizar para suprimir la interferencia de una célula adyacente.

5 Si bien la presente invención se ha descrito en términos de formas de realización y figuras ilustrativas particulares, los expertos ordinarios en la materia sabrán reconocer que la presente invención no se limita a las formas de realización o a las figuras descritas. Aunque en algunos casos las formas de realización de la presente invención se describen utilizando la terminología UMTS, los expertos en la materia tendrán en cuenta que en la presente memoria dichos términos también se utilizan en sentido genérico, y que la presente invención no se limita a los sistemas UMTS o 3G.

15 Los expertos en la materia reconocerán que las operaciones de las diversas formas de realización pueden implementarse mediante hardware, software, firmware o combinaciones de estos, según convenga. Por ejemplo, algunos procedimientos pueden realizarse utilizando procesadores u otro tipo de circuitos digitales controlados por software, firmware o lógica cableada. (El término "lógica" se refiere aquí a hardware fijo, lógica programable y/o una combinación adecuada de ambos, como sabrán reconocer los expertos en la materia, para llevar a cabo las funciones indicadas.) El software y el firmware pueden almacenarse en unos medios legibles por ordenador. Es posible poner en práctica otros procedimientos con circuitos analógicos, como es bien conocido por los expertos ordinarios en la materia. Además, en las formas de realización de la presente invención puede emplearse memoria u otro tipo de almacenamiento, así como componentes de comunicación.

25 La figura 8 ilustra un sistema informático común 800 que se puede emplear para realizar las funciones de procesamiento en las formas de realización de la presente invención. Los expertos en la materia pertinente también sabrán cómo poner en práctica la presente invención mediante otros sistemas o arquitecturas informáticas. El sistema informático 800 puede estar representado, por ejemplo, por un ordenador de escritorio, un ordenador portátil o tipo "notebook", un dispositivo informático portátil (PDA, teléfono móvil, ordenador de bolsillo, etc), un ordenador principal, un superordenador, un servidor, un cliente o cualquier otro tipo de dispositivo informático de uso especial o general que resulte deseable o conveniente para una aplicación o un entorno determinados. El sistema informático 30 800 puede comprender uno o varios procesadores, tales como el procesador 804. El procesador 804 puede ejecutarse utilizando un motor de procesamiento de uso general o especial, tal como, por ejemplo, un microprocesador, un controlador u otro tipo de lógica de control. En este ejemplo, el procesador 804 está conectado a un bus 802 o unos medios de comunicación diferentes.

35 El sistema informático 800 puede comprender también una memoria principal 808, preferentemente una memoria de acceso aleatorio (RAM) u otro tipo de memoria dinámica, para almacenar información e instrucciones que deben ser ejecutadas por el procesador 804. La memoria principal 808 también se puede utilizar para almacenar variables temporales u otro tipo de información intermedia durante la ejecución de las instrucciones que debe ejecutar el procesador 804. El sistema informático 800 puede comprender asimismo una memoria de sólo lectura ("ROM") u otro tipo de dispositivo de almacenamiento estático acoplado al bus 802 para almacenar información e instrucciones estáticas para el procesador 804.

45 El sistema informático 800 puede comprender además un mecanismo de almacenamiento de información 810, que puede comprender, por ejemplo, una unidad de soporte 812 y una interfaz de almacenamiento extraíble 820. La unidad de soporte 812 puede comprender una unidad de disco o un mecanismo de soporte distinto para unos medios de almacenamiento fijos o extraíbles, tales como una unidad de disco duro, una unidad de disquete, una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, una unidad de CD o DVD (R o RW) o una unidad de soporte extraíble o fija diferente. Los medios de almacenamiento 818 pueden comprender, por ejemplo, un disco duro, un disquete, una cinta magnética, un disco óptico, un CD o un DVD u otro tipo de medios fijos o extraíbles que admitan la lectura y la escritura por la unidad de soporte 814. Como se ilustra en estos ejemplos, los medios de almacenamiento 818 pueden comprender unos medios de almacenamiento legibles por ordenador que contienen software o datos particulares del ordenador.

55 En formas de realización alternativas, el mecanismo de almacenamiento de información 810 puede comprender otros instrumentos similares para que los programas informáticos u otro tipo de instrucciones o datos puedan cargarse en el sistema informático 800. Dichos instrumentos pueden comprender, por ejemplo, una unidad de almacenamiento extraíble 822 y una interfaz 820, tal como un cartucho de programa y una interfaz de cartucho, una memoria extraíble (por ejemplo, una memoria flash u otro tipo de módulo de memoria extraíble) y una ranura de memoria, y otro tipo de unidades de almacenamiento 822 e interfaces 820 extraíbles que permiten transferir el software y los datos desde la unidad de almacenamiento extraíble 818 hasta el sistema informático 800.

60 El sistema informático 800 puede comprender también una interfaz de comunicaciones 824. La interfaz de comunicaciones 824 se puede utilizar para permitir la transferencia del software y los datos entre el sistema informático 800 y los dispositivos externos. Los ejemplos de interfaz de comunicaciones 824 pueden comprender un módem, una interfaz de red (tal como una tarjeta Ethernet o una tarjeta NIC de otro tipo), un puerto de comunicaciones (por ejemplo, un puerto USB), una ranura y una tarjeta PCMCIA, etc. El software y los datos

transferidos por medio de la interfaz de comunicaciones 824 adoptan la forma de señales que pueden ser electrónicas, electromagnéticas, ópticas o de otro tipo susceptibles de ser recibidos por la interfaz de comunicaciones 824. Estas señales se transmiten a la interfaz de comunicaciones 824 a través de un canal 828. Este canal 828 puede transmitir señales y puede implementarse a través de unos medios inalámbricos, un hilo o cable, una fibra óptica o unos medios de comunicaciones diferentes. Algunos ejemplos de canal comprenden una línea telefónica, un enlace de telefonía celular, un enlace de RF, una interfaz de red, una red de área local o extensa y otros canales de comunicaciones diferentes.

En la presente memoria, las expresiones “producto de programa informático” y “medios legibles por ordenador” pueden utilizarse de forma generalizada para hacer referencia a medios tales como, por ejemplo, la memoria 808, el dispositivo de almacenamiento 818, la unidad de almacenamiento 822 y la señal o señales del canal 828. Estas y otras formas de medios legibles por ordenador pueden participar en la provisión de una o varias secuencias de una o varias instrucciones al procesador 804 para su ejecución. Cuando se ejecutan dichas instrucciones, conocidas en general como “código de programa informático” (que se pueden agrupar en forma de programas informáticos u otro tipo de agrupaciones), el sistema informático 800 puede realizar las características o funciones de las formas de realización de la presente invención.

En una forma de realización en la que los elementos se ejecutan mediante software, el software puede almacenarse en unos medios legibles por ordenador y cargarse en un sistema informático 800 utilizando, por ejemplo, la unidad de almacenamiento extraíble 814, la unidad de disco 812 o la interfaz de comunicaciones 824. Cuando el procesador 804 ejecuta la lógica de control (en este ejemplo, las instrucciones de software o el código del programa informático), el procesador 804 realiza las funciones de la presente invención descritas en la presente memoria.

Debe tenerse en cuenta que, para mayor claridad, las formas de realización de la presente invención se describen haciendo referencia a diferentes unidades funcionales y procesadores. No obstante, evidentemente es posible utilizar cualquier distribución adecuada de las funciones entre las diferentes unidades funcionales, procesadores o dominios, sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, las funciones ilustradas que son realizadas por procesadores o controladores separados pueden ser realizadas por el mismo procesador o controlador. En consecuencia, las referencias a unidades funcionales concretas solo deberán considerarse como referencias a los medios adecuados para facilitar las funciones descritas, en lugar de referencias indicativas de una estructura u organización lógica o física precisa.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con algunas formas de realización, no se pretende limitar esta a la forma específica expuesta en la presente memoria. En su lugar, el alcance de la presente invención está limitado únicamente por las reivindicaciones. Además, a pesar de que las características puedan estar descritas en relación con formas de realización particulares, los expertos en la materia tendrán en cuenta que las diversas características de las formas de realización descritas pueden combinarse según la presente invención.

Asimismo, aunque se citen de forma individual, es posible ejecutar una pluralidad de medios, elementos o etapas de procedimiento mediante una sola unidad o procesador, por ejemplo. Es más, aunque las características individuales puedan estar comprendidas en diferentes reivindicaciones, es posible combinarlas ventajosamente, no implicando su inclusión en diferentes reivindicaciones que una combinación de características no sea factible y/o ventajosa. Asimismo, la inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones no implica ninguna limitación a esta categoría, sino que la característica puede ser igualmente aplicable a otras categorías de reivindicaciones, según corresponda.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Controlador (118) en una red inalámbrica celular, comprendiendo el controlador (118):  
 una lógica dispuesta para determinar la calidad de canal de un primer canal de radio entre una primera estación base (112, 151) y un primer equipo de usuario, UE (110), estando caracterizado el controlador (118) por:  
 una lógica de planificación que funciona de una manera coordinada entre la primera estación base y una segunda  
 10 estación base y está dispuesta para hacer que la primera estación base (112, 151) ajuste un número de corrientes de datos utilizadas para la comunicación con el primer UE (110, 150), y que la segunda estación base ajuste un número de corrientes de datos utilizadas para la comunicación con un segundo UE dentro de un período de tiempo, en función de la calidad de canal determinada.
- 15 2. Controlador (118) según la reivindicación 1, en el que la lógica también está dispuesta asimismo para determinar la calidad de canal de un segundo canal de radio entre la segunda estación base y el segundo equipo de usuario, UE, de tal manera que la lógica de planificación esté dispuesta para hacer que la primera estación base (112, 151) ajuste un número de corrientes de datos utilizadas para la comunicación con el primer UE (110, 150), y que la segunda estación base ajuste un número de corrientes de datos utilizadas para la comunicación con un segundo UE  
 20 en un período de tiempo, basándose en la calidad determinada del primer canal y en la calidad determinada del segundo canal.
- 25 3. Controlador (118) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la lógica para determinar la calidad del primer canal de radio está dispuesta para recibir, desde el primer UE (110, 150), un informe de la calidad de la señal que indica la calidad de las señales recibidas por el primer UE (110, 150) desde la primera estación base (112, 151).
- 30 4. Controlador (118) según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que la primera y la segunda estaciones base prestan servicio a células adyacentes; y la lógica de planificación está dispuesta para hacer que la primera y segunda estaciones base ajusten el número de corrientes de datos basándose en la peor calidad de canal de entre la primera y segunda calidades de canal determinadas.
- 35 5. Controlador (118) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lógica de planificación está dispuesta para planificar los recursos designados correspondientes a la calidad de canal determinada.
- 40 6. Controlador (118) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lógica de planificación está dispuesta para:  
 ordenar a la primera y segunda estaciones base que reduzcan el número de corrientes de datos utilizadas por cada una de las estaciones base como respuesta a una baja calidad del canal; u  
 ordenar a la primera estación base (112, 151) y a la segunda estación base que aumenten el número de corrientes de datos utilizadas por cada una de las estaciones base como respuesta a una elevada calidad del canal.
- 45 7. Controlador (118) según la reivindicación 6, en el que la baja calidad de canal indica que la calidad de canal determinada cae por debajo de un umbral, y la elevada calidad de canal indica que la calidad de canal determinada excede un umbral.
- 50 8. Controlador (118) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera estación base (112, 151) está asociada a una célula de servicio, y la segunda estación base representa una célula interferente.
- 55 9. Controlador (118) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las corrientes de datos están alineadas temporalmente.
10. Controlador (118) según la reivindicación 9, en el que la alineación temporal de las corrientes de datos se basa en el período del prefijo cíclico en un símbolo de multiplexación por división ortogonal de la frecuencia, OFDM.
- 60 11. Controlador (118) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las corrientes de datos se someten por lo menos a una de entre las del grupo constituido por: modulación de multiplexación por división ortogonal de la frecuencia, OFDM; modulación de acceso múltiple por división del código, CDMA.
- 65 12. Controlador de red de radio, RNC, en una red de acceso de radio, o una estación base en una red de comunicaciones inalámbricas o una pasarela de acceso, aGW, o servidor de gestión de recursos de radio, RRM, que comprende el controlador (118) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. Procedimiento para la planificación de recursos en una red inalámbrica celular, comprendiendo el procedimiento:

## ES 2 370 921 T3

determinar la calidad del canal de un primer canal de radio entre una primera estación base y un primer equipo de usuario, UE; estando caracterizado el procedimiento por:

- 5 un funcionamiento coordinado entre la primera estación base y una segunda estación base;
- provocar que la primera estación base ajuste un número de corrientes de datos utilizadas para la comunicación con el UE y provocar que la segunda estación base ajuste un número de corrientes de datos para la comunicación con un segundo UE, dentro de un periodo de tiempo, en función de la calidad del canal determinada.
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la determinación de la calidad del canal comprende la recepción de un informe de calidad de señal desde el primer UE que indica la calidad de las señales recibidas por el primer UE desde la primera estación base.
- 15 15. Programa informático para la planificación de recursos en una red inalámbrica celular, comprendiendo el programa informático un código que puede funcionar en un controlador, para:
- determinar la calidad de un primer canal de radio entre una primera estación base y un primer equipo de usuario, UE; estando caracterizado el procedimiento por:
- 20 un funcionamiento coordinado entre la primera estación base y una segunda estación base; y
- provocar que la primera estación base ajuste un número de corrientes de datos utilizadas para la comunicación con el UE y provocar que la segunda estación base ajuste un número de corrientes de datos para la comunicación con un segundo UE, dentro de un periodo de tiempo, en función de la calidad del canal determinada.
- 25

Transmisión de dos corrientes

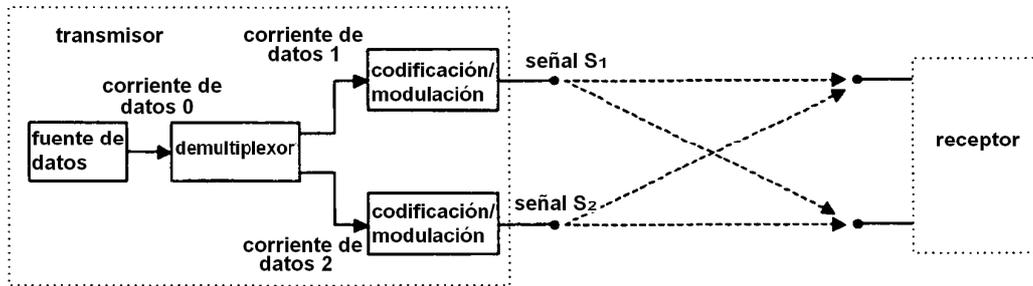


FIGURA 1A

Transmisión de una corriente

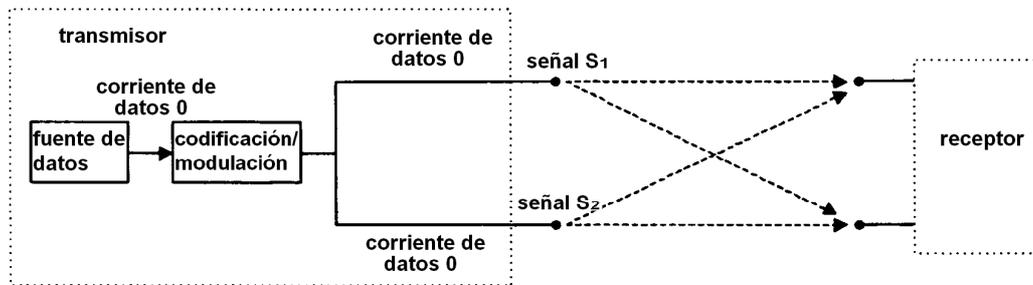


FIGURA 1B

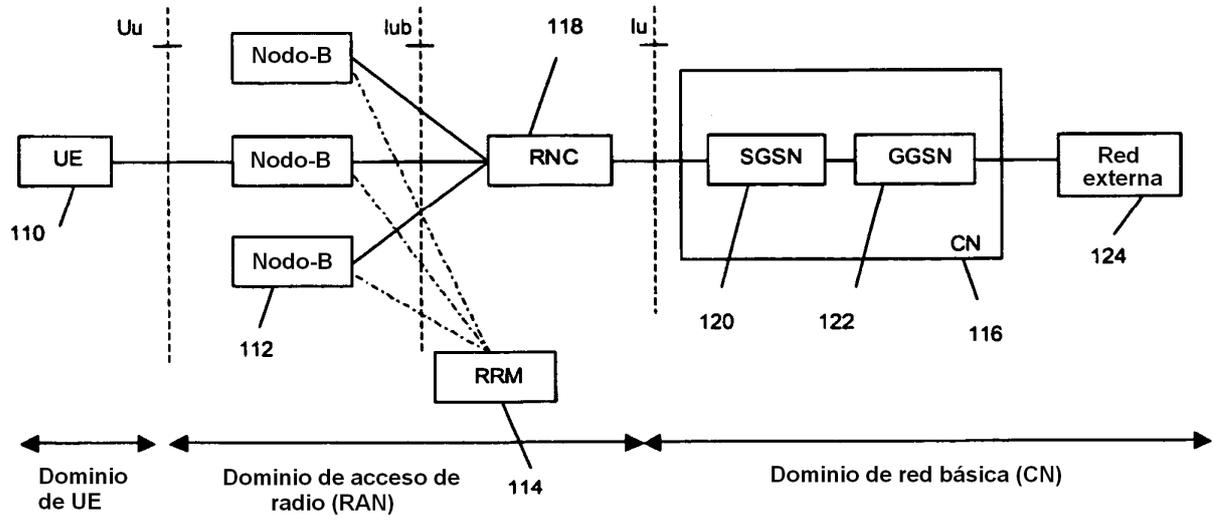


FIGURA 2A

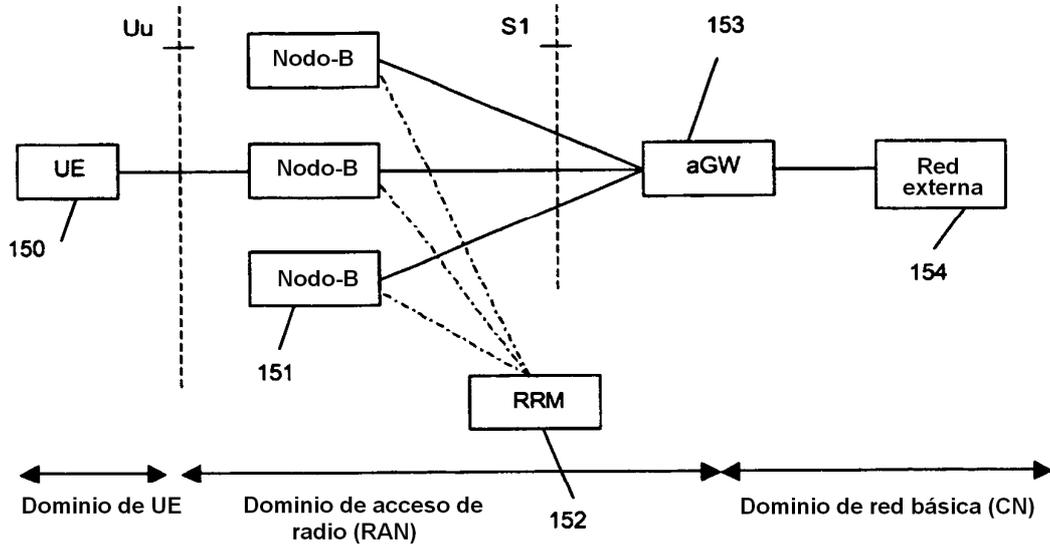
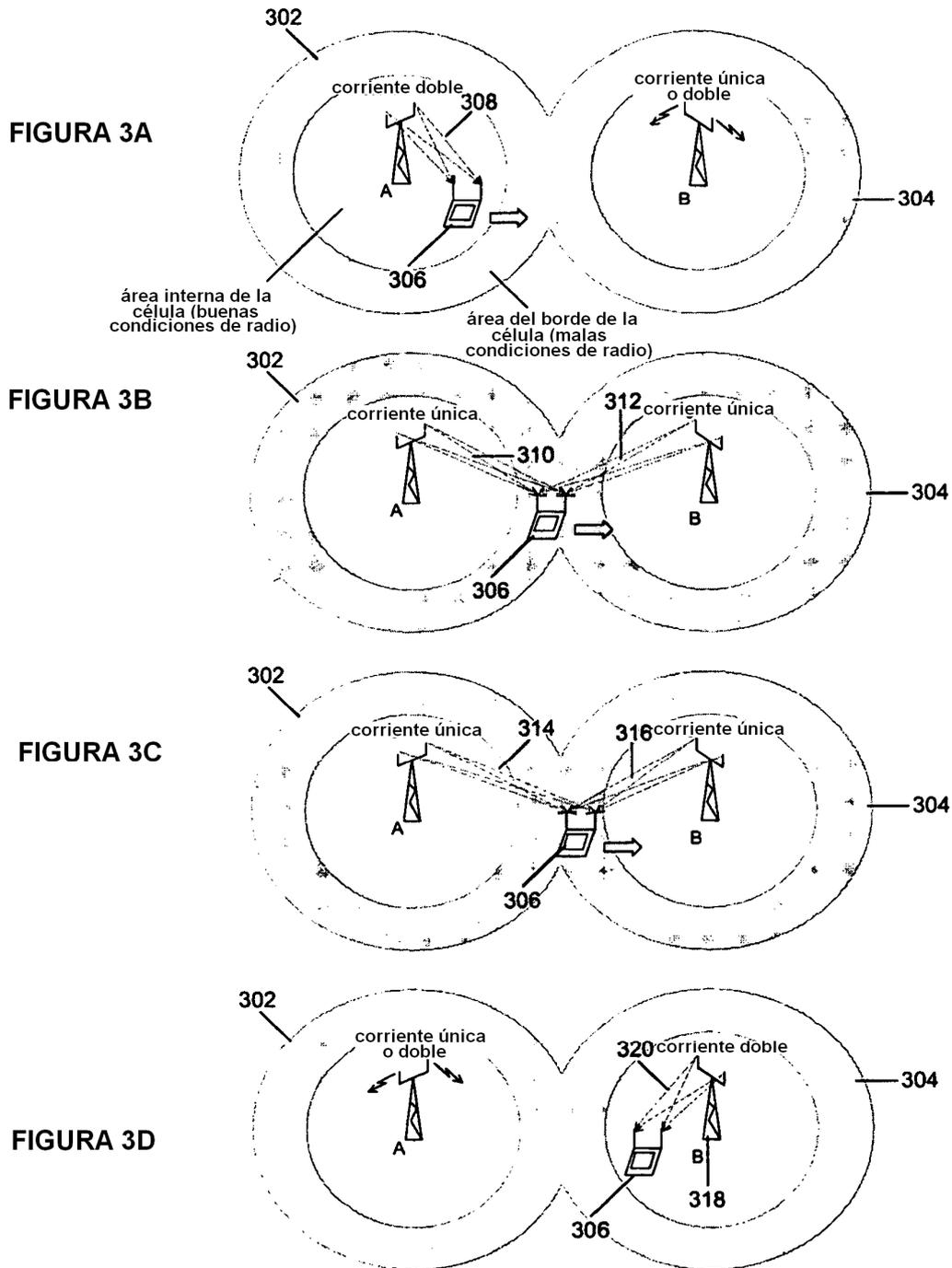


FIGURA 2B



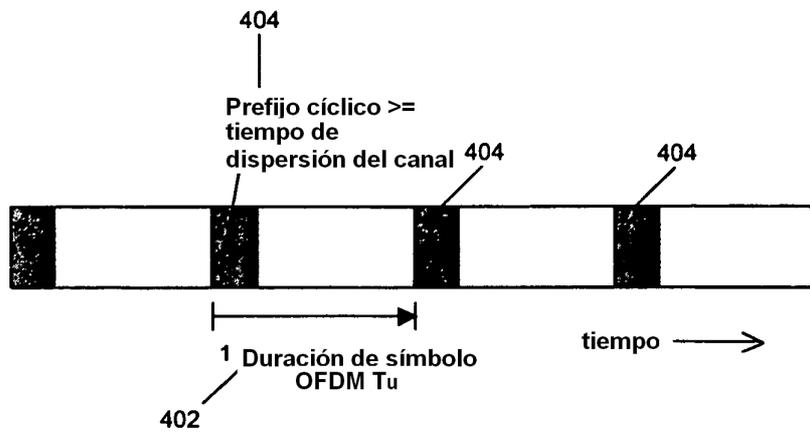


FIGURA 4

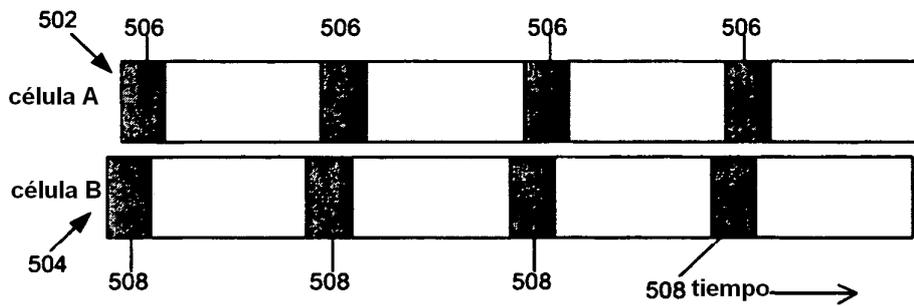


FIGURA 5

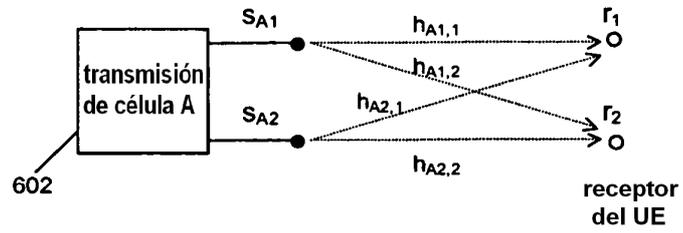


FIGURA 6

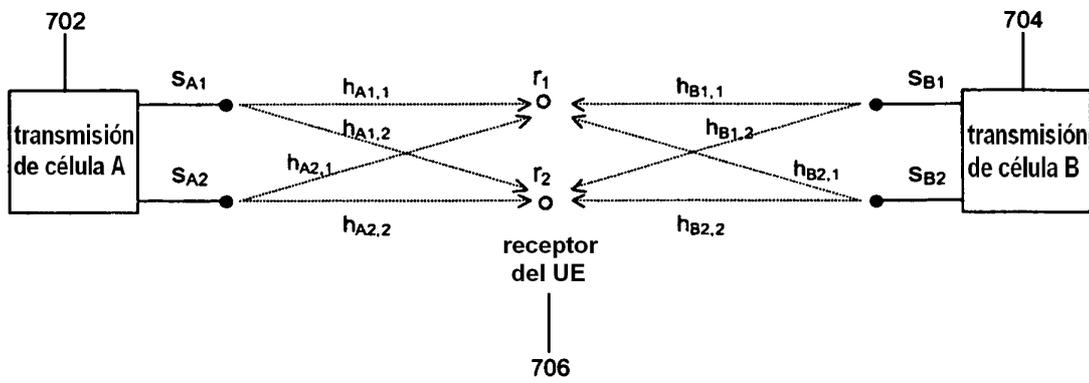


FIGURA 7

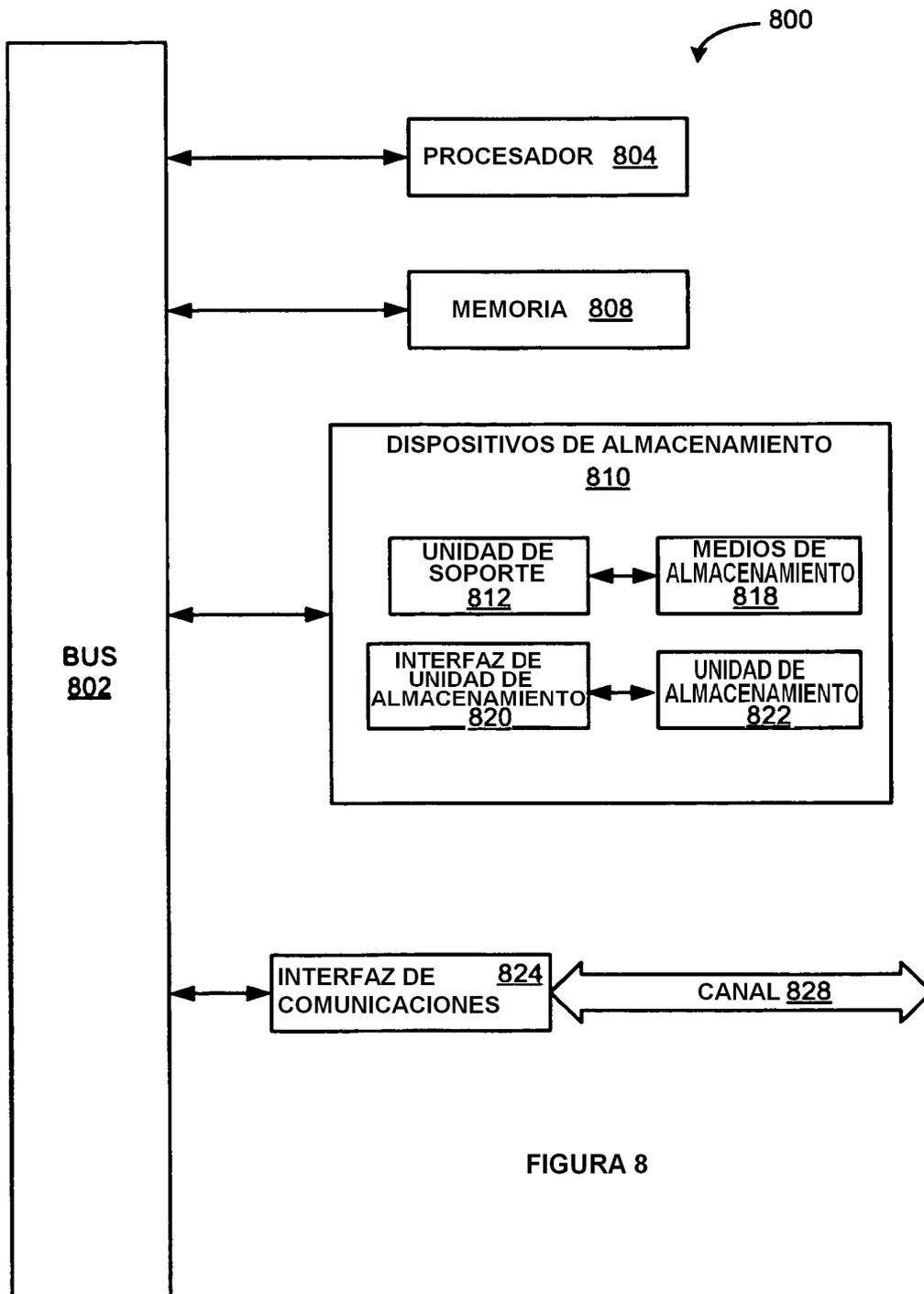


FIGURA 8