

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 223**

51 Int. Cl.:

**H04W 72/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2010 E 10721167 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014 EP 2554000**

54 Título: **Procedimiento y entidad de red para asignación de recursos en redes de comunicaciones por radio móviles**

30 Prioridad:

**31.03.2010 ES 201030490**

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

**05.02.2015**

73 Titular/es:

**TELEFÓNICA, S.A. (100.0%)  
Gran Vía, 28  
28013 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**BERBERANA FERNANDEZ-MURIAS, IGNACIO;  
VEGA NOVELLA, AVELINA y  
DEL APIO RECIO, LUIS, MIGUEL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 528 223 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y entidad de red para asignación de recursos en redes de comunicaciones por radio móviles

### Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para asignar recursos a un transmisor adaptado para enviar datos a través de un enlace de radio. El elemento de recursos considerado en la presente invención es el Bloque de Recursos Físicos (PRB), que abarca tanto el dominio de la frecuencia como el del tiempo en redes de comunicaciones por radio móviles, usado en el Multiplexado por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM), según se especifica en el Proyecto de Colaboración de 3ª Generación (3GPP) para la tecnología de evolución a largo plazo (LTE). Los datos se transmiten en Bloques de Recursos Físicos, asignados por una estación base de radio (eNodoB en LTE) entre sus usuarios activos según informes de calidad desde cada Equipo de Usuario (UE) de dichos usuarios.

### Antecedentes de la invención

15 La Evolución a Largo Plazo ("LTE") es un esfuerzo para desarrollar tecnología avanzada de radio móvil inalámbrica que pretende suceder a las actuales normas de telecomunicación de Tercera Generación ("3G") y a la tecnología de interconexión en red móvil. La norma actual se conoce como Proyecto de Colaboración de 3ª Generación ("3GPP"), Versión 8, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ("ITU"), aunque con frecuencia se usa el término LTE para aludir a la norma. Muchos consideran LTE como una tecnología de Cuarta Generación ("4G"), tanto porque es más rápida que 3G, como porque, al igual que Internet, LTE usa una arquitectura plana de "todo IP" en la que toda la información, incluyendo la voz, se gestiona en forma de datos.

20 La norma LTE da soporte en la actualidad a dos modalidades de asignación de datos: localizada y distribuida. La transmisión localizada va dirigida a la planificación selectiva en frecuencia (FSS), mientras que la transmisión distribuida va dirigida a maximizar la magnitud de la diversidad de frecuencia cuando no se dispone de conocimiento de canal de sub-banda, o está desactualizado, en el planificador. La entidad de red que normalmente se encarga de la planificación de recursos es la estación base definida en sistemas LTE del 3GPP, como un Nodo B mejorado (eNodo B) para sistemas de comunicación por radio.

30 Para mejorar el rendimiento de los sistemas de LTE, se han introducido varias mejoras en las normas, como el uso de técnicas basadas en el Multiplexado por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM), para la interfaz de radio. El OFDM se basa en el hecho de que las diferentes sub-portadoras (ortogonales) pueden usarse en paralelo para transmitir datos a través de la interfaz aérea. El recurso de radio controlable en redes de OFDM tiene tres aspectos: frecuencia, tiempo y espacio. Un Bloque de Recursos Físicos ("PRB") es un conjunto de recursos de tiempo y frecuencia cuyo tamaño es el tamaño mínimo de asignación de recursos. Cada uno de los denominados PRB se define por su extensión de frecuencia (180 kHz) y su extensión de tiempo (0,5 ms), y los datos se transmiten a través de uno o más PRB que consisten en un conjunto de sub-portadoras contiguas y que tienen una extensión temporal predefinida. En la norma LTE, la estructura de trama genérica se define mediante tramas de 10 ms (10 milisegundos), divididas en diez sub-tramas de 1 ms, que están compuestas por dos ranuras de 0,5 ms. Los recursos se asignan sub-trama a sub-trama. La cantidad mínima de recursos asignados a un UE es de dos PRB, transmitiéndose cada uno a través de cada ranura de la sub-trama (la misma cantidad de PRB se asigna a un UE en las dos ranuras de una sub-trama).

40 Una de las ventajas de usar OFDM en la interfaz de radio de LTE es la posibilidad de dar soporte a la planificación selectiva en frecuencia basándose en los informes del Índice de Calidad de Canal (CQI) proporcionados por el Equipo de Usuario (UE) y las estimaciones realizadas por el eNodoB (basándose en las señales de referencia de sondeo enviadas por el UE para ayudar a la red en la asignación de recursos de frecuencia adecuados para la transmisión en el enlace ascendente). Esta característica aprovecha las condiciones de propagación multitrayecto que son comunes en comunicaciones móviles.

45 El documento de Xiaoxin Wu et al.: "Retroalimentación de CQI de bajo sobregasto en sistemas de múltiples portadoras", Conferencia Global de Telecomunicaciones, 2007, Globecom '07, IEEE, Piscataway, NJ, EE UU, 1 de noviembre de 2007, páginas 371 a 375, propuso un esquema de reducción de carga de retroalimentación de CQI, considerando tanto la selección de retroalimentación de CQI como la entrega de mensajes.

50 El documento de Naveen Arulsvelen et al: "Esquema de retroalimentación y señalización reducidas para la maximización de la suma de velocidades en sistemas de OFDMA", Conferencia de Comunicaciones y Redes Inalámbricas, 2009, WCNC 2009, IEEE, Piscataway, NJ, EE UU, 5 de abril de 2009, páginas 1 a 6, propone un sistema de OFDMA restringido tanto por bits de retroalimentación de enlace ascendente como por sobregasto de señalización de enlace descendente. Se revelan diversos procedimientos de informes de CQI; operan sobre el agrupamiento, tanto de recursos físicos como de usuarios que compiten por los recursos.

55 El rendimiento de la tecnología de acceso por radio de LTE se ve afectado en entornos en los que el sistema de LTE se dimensiona (es decir, el número de estaciones base que van a instalarse) atendiendo a los requisitos de capacidad en lugar de los de cobertura, por ejemplo, implantaciones en áreas urbanas densas (con una alta

densidad de eNodosB). En estos entornos, la distancia entre estaciones base macrocelulares (eNodosB) es relativamente pequeña (hasta entre 150 y 200 metros), lo que provoca condiciones de propagación con una mayor proporción de propagación en Línea de Visibilidad (LoS) (es decir, cuando no hay obstáculos entre las antenas de transmisión y recepción que obstruyan el enlace de radio). Se considera que los sofisticados mecanismos de FSS propuestos para la LTE son menos eficaces en este tipo de entornos debido al hecho de que el ancho de banda de coherencia de los canales de propagación es relativamente grande con respecto al ancho de banda del sistema, reduciendo la ganancia oportunista asociada a este tipo de algoritmos. Existen estudios que indican que en varios escenarios de implementación, en los que la capacidad, en lugar de la cobertura, puede ser el factor limitante, las condiciones de propagación son tales que el ancho de banda de coherencia es relativamente grande en comparación con los considerados en los modelos de propagación habituales empleados para la evaluación de las normas de 3GPP, ITU-R, IEEE y otras entidades de normalización.

El ancho de banda de coherencia es una medición estadística de la gama de frecuencias sobre la que el canal puede considerarse "plano", es decir, algunos de los componentes espectrales de la señal que están fuera del ancho de banda de coherencia se verán afectados de manera diferente (independiente), en comparación con aquellos componentes incluidos dentro del ancho de banda de coherencia. La mayoría de las evaluaciones de algoritmos de planificación de LTE se basan en el uso de modelos de canal normalizados que tienen un ancho de banda de coherencia menor de 1,5 MHz. Sin embargo, estimaciones llevadas a cabo en entornos de simulación realistas (que usan cartografía tridimensional y ubicaciones en emplazamientos reales) muestran que en algunas áreas (LoS, límite de la célula,...) el ancho de banda de coherencia supera significativamente este valor.

Para superar estos problemas, existe la posibilidad de usar tecnologías de diversidad de transmisión como la Entrega con Retardo Cíclico (CDD), que proporciona diversidad de transmisión sin requerir la modificación del receptor y que dispone de soporte en otros sistemas de OFDM como la norma de televisión digital DVB-T. Sin embargo, en la Versión 8 de la norma de LTE, esta característica sólo dispone de soporte asociada al soporte de multiplexado espacial de bucle abierto, y no como un procedimiento puro de diversidad de transmisión. Aunque en algunas de las situaciones (por ejemplo, límites de célula), el uso de técnicas de multiplexado espacial de MIMO no es viable.

### **Sumario de la invención**

La presente invención sirve para solucionar el problema mencionado anteriormente proporcionando modos de adaptar y simplificar los procedimientos de planificación que disponen de soporte en los procedimientos estándar actuales de LTE y (en algunas situaciones tales como en un régimen de carga fraccionaria, es decir, la demanda de tráfico no es suficiente para requerir la utilización de todos los recursos de transmisión de datos disponibles) obtener un aumento de la capacidad.

En el contexto de la invención, la capacidad se entiende como la cantidad de recursos de frecuencia y tiempo requeridos para entregar cierta cantidad de información.

La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato (entidad de red) para mejorar el caudal global en el sistema de comunicaciones móviles de LTE, en los que es posible cierta flexibilidad en la planificación de tiempos de transmisión a usuarios y la red opera en el régimen de carga fraccionaria, asignando recursos en el enlace de radio entre los usuarios activos de un eNodoB (en cualquiera entre el enlace descendente y el ascendente, o en ambos) basándose en parámetros de calidad (CQI) notificados por el usuario (optativamente, además de informes de medición desde el eNodoB, por ejemplo, la distancia relativa medida entre dicho eNodoB y sus vecinos).

Esta propuesta es compatible con el soporte simultáneo de tecnologías de múltiples antenas (MIMO) sin modificaciones de la norma actual.

La invención descrita en el presente documento busca ahorrar recursos de señalización, de modo que los recursos puedan destinarse a la transmisión de datos cuando se estime que no puede obtenerse ninguna ventaja importante de la planificación selectiva en frecuencia (FSS).

Según un aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para asignar recursos de frecuencia y tiempo para transportar datos en los PRB por un enlace de radio, a través del cual se reciben (por una entidad de red normalmente implementada en un eNodoB de LTE) una o más notificaciones de CQI (desde uno o más equipos de usuario). El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- Para cada valor de los CQI recibidos, asociar un número máximo promedio  $MAB_j$  de los PRB con un grupo  $j$  de valores adyacentes de dichos CQI,
- Determinar un CQI umbral,  $CQI_{thres}$ , y, para cada UE seleccionado, comprobar el valor de su último CQI notificado para compararlo con el valor  $CQI_{thres}$ , y a continuación:
  - si el último valor de CQI es superior a  $CQI_{thres}$ , se asignan los PRB en una planificación selectiva en frecuencia (FSS) usando el número máximo promedio  $MAB_j$  asociado a dicho CQI;

- si el último valor de CQI es inferior o igual a  $CQI_{thres}$ , se asignan los PRB en una planificación en diversidad de frecuencia (FDS) usando el número máximo promedio  $MAB_j$  asociado a dicho CQI.

Así, las etapas del procedimiento para asignar recursos en términos de los PRB pueden describirse dividiéndolo en dos procesos principales:

- 5 - Un proceso no en tiempo real (NRT) para determinar si debe usarse el nuevo modo de asignación de PRB o si es preferible uno convencional (como el proporcional imparcial). Este proceso NRT proporciona dos parámetros de salida básicos que van a usarse en cada proceso de asignación de sub-trama:  $CQI_{thres}$  y MAB.

- 10 - Un proceso en tiempo real (RT) que asigna recursos por sub-trama (normalmente, un periodo de 1 ms). Este proceso RT determina si debería aplicarse la planificación selectiva en frecuencia o la distribuida en frecuencia, comparando el CQI notificado por el UE seleccionado (elegido por medio de una función de clasificación estándar) con el parámetro  $CQI_{thres}$ . Se define un conjunto de reglas acerca de cómo tienen que asignarse los recursos, basándose en la comparación de los PRB requeridos (que van a asignarse) con el parámetro MAB y el orden en que un UE dado es asignado en una sub-trama (es decir, si es el primer UE al que van a asignarse recursos o no).

15 En caso de que el Nodo B mejorado (eNodoB) seleccione esa planificación selectiva en frecuencia basándose en los parámetros mencionados anteriormente, puede seleccionarse uno de dos modalidades posibles de planificación de funcionamiento: planificación proporcional imparcial y planificación oportunista. La planificación proporcional imparcial requiere alcanzar un equilibrio a fin de proporcionar a los usuarios un nivel mínimo de servicio al tiempo que se optimiza el uso de los recursos de radio, de modo que el proceso de planificación tenga en cuenta la tasa histórica de transmisión de datos de cada UE que intenta una transmisión. En la planificación oportunista, el único criterio usado es la maximización de la tasa de transmisión de bits transmitidos (es decir, asignar los recursos al UE con el CQI más alto).

20 Según otro aspecto de la invención, se proporciona una entidad de red, que se implementa en una estación base (Nodo B mejorado para una red de LTE) y que comprende medios de procesamiento para realizar el procedimiento descrito anteriormente.

Según un último aspecto de la invención, trata de un programa de ordenador que comprende medios de código de programa que ejecutan el procedimiento descrito anteriormente, cuando se carga en medios de procesamiento de una entidad de red según se ha definido anteriormente.

30 Las principales ventajas de la invención pueden enumerarse aquí:

- Adaptación de los mecanismos de planificación en LTE a las características de condiciones operativas de muchos escenarios de implementación, es decir, áreas urbanas densas en las que las condiciones de propagación no producen alta dispersión del retardo.
- Menor complejidad y menor susceptibilidad a errores de estimación de canal.
- 35 - Diversidad de tiempo de interferencia para UE de límite de célula.
- Complejidad reducida del procedimiento de asignación.
- Transición suave hacia un algoritmo de planificación selectiva en frecuencia completa a medida que el sistema se acerca a la carga completa.
- Al tratar de minimizar el número de los UE asignados por ranura, la probabilidad de bloqueo en el Canal Físico de Control de Enlace Descendente (PDCCH) se reduce.

### **Descripción de los dibujos**

45 Para completar la descripción que está realizándose, y con el objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, según un ejemplo preferido de realización práctica de la misma, acompañando a dicha descripción como una parte integrante de la misma, se proporciona un juego de dibujos en los que, a modo de ilustración y de forma no restrictiva, se ha representado lo siguiente:

Figura 1. - Muestra un diagrama de flujo del procedimiento para asignar recursos, según una posible realización de la invención, dividido en un proceso no en tiempo real y un proceso de gestión de recursos de radio.

Figura 2. - Muestra una representación esquemática de una correspondencia entre indicadores de calidad de canal y parámetros de ancho máximo de banda, en términos de bloques de recursos físicos, según una posible realización de la invención.

Figura 3. - Muestra un diagrama de flujo del procedimiento de gestión de recursos de radio para asignar recursos,

según una posible realización de la invención.

Figura 4. - Muestra un diagrama de flujo del procedimiento de gestión de recursos de radio para asignar recursos usando planificación selectiva en frecuencia, según una posible realización de la invención.

#### **Descripción detallada de la invención**

5 El procedimiento propuesto de asignación de recursos en redes de OFDM que dan soporte a LTE se divide en dos procesos principales, según se muestra en la Figura 1: Hay un proceso (11) no en tiempo real encargado de determinar si la asignación de recursos según el objeto de la invención proporciona o no una ventaja, y comprobar si las condiciones para su aplicación están presentes o no, y luego, hay un proceso (12) de planificación en tiempo real que realiza por sí mismo la asignación de recursos a los UE. Mientras que el primer proceso puede considerarse como una característica de Red Auto-Organizada, el segundo es un proceso de gestión de recursos de radio. Ambos pueden implementarse en un eNodoB y operar en una escala temporal diferente, de manera similar a, por ejemplo, procedimientos de control de potencia de bucle abierto y bucle cerrado en el UMTS.

10 La norma LTE asigna al eNodoB la responsabilidad de planificar los recursos de radio entre los diferentes usuarios, tanto para el enlace ascendente como el descendente, sub-trama a sub-trama, es decir, cada 1 milisegundo según la norma. Se envían instrucciones de planificación en los canales PDCCH sobre los tres primeros símbolos de cada sub-trama, usando uno, dos o tres símbolos, según la cantidad de información de planificación que va a transmitirse y los recursos de radio requeridos para cada mensaje. Reducir el número de símbolos empleados, por ejemplo, de 3 a 2, puede dar como resultado un incremento medio de la capacidad en términos de recursos de radio disponibles de 1/14 o 2/14, ligeramente más alta si se tienen en cuenta las Señales de Referencia.

15 Se conoce ampliamente que, en las condiciones convencionales para la evaluación, cuanto mayor sea la granularidad de los recursos que van a asignarse, mayor es la capacidad que puede conseguirse. Sin embargo, cuanto mayor sea el ancho de banda de coherencia, o menor la dispersión de retardo, menor será la pérdida debida a la menor granularidad de la asignación de recursos.

20 El procedimiento propuesto para asignar recursos va dirigido a reducir los requisitos de recursos para los canales de control comunes sin comprometer significativamente la eficacia del procedimiento de planificación selectiva en frecuencia (FSS) empleado en LTE.

25 El principal objetivo del proceso (11) no en tiempo real es determinar el ancho de banda máximo promedio  $MAB_j$ , en términos de los PRB, que va a usarse en el proceso (12) de planificación en tiempo real, asociándose cada valor  $MAB_j$  a diferentes valores de CQI notificados por el UE. Esta estimación se basa principalmente en notificaciones desde los UE y mediciones (13) desde el eNodoB, tales como la carga de tráfico medida y el Identificador de Clase de QoS (QCI) de portadora. Pero pueden usarse otras fuentes de información para determinar este ancho de banda máximo promedio  $MAB_j$ , que está asociado al ancho de banda de coherencia del canal de propagación, como por ejemplo, la distancia relativa entre las sedes de eNodoB, considerando que cuanto más cerca estén, mayor es el ancho de banda de coherencia, por término medio. Con estos fines, el eNodoB recopila las estadísticas de los CQI notificados por los UE y los recibe tanto de manera periódica como no periódica.

30 Hay varias maneras de notificar el CQI que disponen de soporte en la norma LTE, con diferentes niveles de granularidad para la caracterización del dominio de frecuencia y diferentes niveles de precisión en la selección del esquema de modulación y codificación. En cada caso, el ancho de banda máximo promedio se refiere al número de los PRB que tienen un valor de CQI similar y que son más o menos adyacentes, es decir, están relativamente próximos en el dominio de frecuencia, separados por menos de 400 kHz. Por ejemplo, para la notificación periódica de CQI, el ancho de banda de coherencia puede asociarse a la sub-banda que haya notificado un CQI más alto o a dos sub-bandas de diferentes partes de ancho de banda si son adyacentes. En el caso de notificación de CQI no periódica, si se usa la modalidad de sub-banda configurada en eNodoB, el ancho de banda de coherencia puede estimarse como aquellas sub-bandas que tienen un CQI similar (por ejemplo, su diferencia máxima es uno) y que son adyacentes entre sí.

35 El resultado del proceso (11) no en tiempo real es que el eNodoB fija un Ancho de Banda de Asignación Máximo  $MBA_j$  asociado a cada grupo  $j$  de valores de CQI que son iguales o adyacentes al valor de  $CQI_i$ ,  $15 \geq i \geq 0$ . Este valor  $MBA_j$  asociado es una estimación del ancho de banda de coherencia en los PRB, obtenida con los procedimientos definidos anteriormente. El eNodoB puede adaptar de manera continua el valor del MAB con el fin de cumplir algunos requisitos de calidad mínimos definidos por los parámetros (14) de calidad, tales como BLER y HARQ. Si la BLER asociada a este par  $MAB / CQI$  supera un valor de objetivo (en principio, debería ser del 10%, aunque puede adaptarse), entonces el valor del MAB debería reducirse, por ejemplo, en un PRB.

40 El resultado (15) del proceso (11) no en tiempo real es la correspondencia entre valores de CQI y valores de MAB, representada en la Figura 2, como se describió anteriormente, y un valor umbral  $CQI_{thres}$  del indicador de calidad de canal determinado según se explica más adelante.

45 El proceso (11) no en tiempo real determina el parámetro (21) de umbral de CQI usado para establecer el mecanismo de planificación que va a usarse. Este parámetro se estima a partir de la distribución de CQI de

portadoras activas y la carga actual en el eNodoB, midiéndose la carga como el porcentaje de recursos usados para la transmisión de datos actuales.

En cuanto a la determinación de un valor umbral  $CQI_{thres}$  (21), los indicadores de calidad de canal notificados por los UE y recibidos por el eNodoB pueden clasificarse en indicadores de calidad de canal superiores, si sus valores son superiores al umbral  $CQI_{thres}$  y en indicadores de calidad de canal inferiores, si sus valores son inferiores o iguales al umbral  $CQI_{thres}$  (es decir, los CQI de usuarios de borde de célula).

Si  $D$  es la demanda de datos promedio en bits por sub-trama, el umbral puede estimarse mediante la ecuación:

$$D \leq \sum_{i=0}^{15} UE(CQI_i) \cdot C(CQI_i) \cdot U(CQI_i)$$

En la ecuación,  $UE(CQI_i)$  es la proporción promedio de los UE que notifican un valor de CQI dado,  $C$  es la capacidad por sub-trama asociada a ese CQI y  $U(CQI_i)$  es el factor de utilización asociado al valor  $CQI_i$ . Se entiende que para valores de CQI iguales o superiores al umbral  $CQI_{thres}$ , el factor de utilización es próximo a 1, dejando algo de espacio para tratar las retransmisiones, si no se han tenido en cuenta en el término de capacidad o la necesidad de incluir bits de relleno.  $U(CQI_i) = 1$  cuando  $CQI_i \geq CQI_{thres}$ . Y para valores de CQI que son inferiores al umbral  $CQI_{thres}$ ,  $U(CQI_i) < 1$ ; en una realización preferida de la invención, se supone un factor de utilización de 1/3. El término de capacidad  $C$  también puede obtenerse a partir de las mediciones llevadas a cabo por el eNodoB.

Así,  $CQI_{thres}$  es el valor de CQI más bajo que permite satisfacer la ecuación anterior.

Para este cálculo, el número de símbolos por sub-trama reservados para los canales de control (que no pueden usarse para el transporte de datos) o bien se supone que es 3 o bien se toma a partir de las mediciones realizadas por el eNodoB. Adicionalmente, la potencia que va a usarse para cada modalidad de planificación se determina, más baja para FS y más alta para FD, con el fin de proporcionar cierto control de interferencias.

En paralelo, cuando hay datos que enviar a o desde los UE, el eNodoB activa el procedimiento de planificación RRM, mostrado en la Figura 3. El caso considerado aquí es la transmisión de datos en el enlace descendente, aunque también pueden aplicarse principios similares al enlace ascendente.

En una sub-trama dada, el eNodoB selecciona el primer UE al que va a darse servicio usando un algoritmo (32) de clasificación estándar, como planificación de tiempo proporcional imparcial. Basándose en el último CQI recibido desde este UE seleccionado, del que se comprueban (33) los CQI notificados, selecciona la modalidad de planificación que va a usarse: FSS (34) es planificación selectiva en frecuencia, o FDS (35), que es planificación en diversidad de frecuencia. La planificación selectiva en frecuencia (FSS) se reserva para usuarios con un CQI más alto, mientras que diversidad de frecuencia (FDS) se usa para usuarios de borde de célula. Según la modalidad seleccionada, todos los recursos de la sub-trama se asignan inicialmente a la modalidad seleccionada (es decir, en una sub-trama dada hay, en principio, sólo los UE que usan una modalidad de planificación dada).

Para la modalidad FSS, mostrada en la Figura 4, se contemplan dos modalidades de operación: planificación imparcial (50) y planificación oportunista (49). El eNodoB comprueba si hay recursos (42) disponibles y si son suficientes para satisfacer el Ancho de Banda de Asignación Máximo, MBA, determinado por el proceso (11) no en tiempo real.

Por omisión, se usa planificación imparcial y se asignan los recursos al usuario (todavía no atendido) con un valor más alto en el algoritmo (50) de clasificación. El tamaño del bloque de transporte se selecciona para ocupar, si es posible, los recursos definidos por el MAB. En caso de que la cantidad de datos que va a transmitirse supere los recursos del MAB, el bloque de información se divide y se envía sobre diferentes sub-tramas de OFDM. Si la cantidad de datos que van a transmitirse no es suficiente para llenar los recursos del MAB, el planificador puede adoptar la decisión de asignar los recursos requeridos (49) o bien retardar la transmisión (47) del primer UE seleccionado (48) y buscar otro UE (el siguiente en la clasificación de la función de clasificación usada). La decisión puede basarse bien en el CQI de la portadora o bien en la magnitud planificada (47) de retardo. Retardar la transmisión no afecta gravemente a la QoS de la conexión si corresponde a una aplicación no sensible al retardo, puesto que el algoritmo (50) de clasificación selecciona lo no planificado en un periodo relativamente corto (en condiciones normales, cuanto mayor sea el retardo, más alto será el valor en la función de clasificación). El límite en el retardo sufrido es coherente, en cualquier caso, con el indicado por el CQI de la portadora.

El planificador, basándose en el CQI notificado, selecciona los PRB asignados al UE para completar el MAB, usando asignación localizada de tipo 2. También puede corregir el esquema de modulación y codificación que va a usarse, modificando en consecuencia el tamaño del bloque de transporte. Los PRB asignados deben abarcar (aunque podrían superar) los que hayan sido notificados con un CQI más alto por el UE.

Tras asignar recursos al primer UE, se selecciona un segundo UE basándose en los resultados de la función de clasificación cuyo CQI se asocia a la planificación FS (los UE con CQI inferior a  $CQI_{thres}$  no se consideran para la asignación). Este UE es preferiblemente aquél con los PRB preferidos (los de CQI más alto) que se encuentra entre

los disponibles tras la primera asignación de UE. Si es posible, el planificador asigna los PRB hasta el ancho de banda de MAB. Si no es viable, el planificador asigna los recursos que proporcionan una mayor capacidad (es decir, moviéndose hacia una modalidad de planificación oportunista).

5 En la modalidad oportunista (45), el eNodoB busca el UE retrasado, es decir, los UE con datos por transmitir a los que todavía no se han asignado recursos, que pueden soportar la tasa de transmisión de bits más alta en los PRB disponibles basándose en los CQI notificados, y asigna recursos entre ellos.

10 Para la modalidad (35) de planificación FD, el planificador del eNodoB distribuye los recursos requeridos por el usuario seleccionado con el fin de aprovechar la diversidad de interferencia que pueda suceder. No todos los recursos (PRB) disponibles en la sub-trama se usan necesariamente, sino sólo aquellos compatibles con el factor de reutilización de frecuencia que va dirigido a los UE que están planificados en diversidad de frecuencia (por ejemplo, 1/3, por lo que sólo 1/3 de los PRB en la sub-trama deberían asignarse). Al contrario de lo que sucede con otros esquemas de coordinación de interferencia, los PRB que van a asignarse no están predefinidos. Este nivel de reutilización puede ajustarse en función de los datos retrasados para los UE en FDS, lo que significa que pueden emplearse más recursos si el retraso se amplía. La actualización puede implementarse sub-trama a sub-trama, con el fin de superar posibles problemas de congestión.

15 Se ha descrito una implementación de un procedimiento para asignar recursos en el enlace descendente de LTE. Tras asignar los recursos usando este procedimiento, se estima el número de recursos dedicados al canal PDCCH. Los tamaños de los bloques de transporte que van a transmitirse se corrigen con el fin de adaptarlos al número de elementos de recurso disponibles si el número de símbolos reservado para canales de control comunes es diferente al usado en el proceso de planificación.

20 Obsérvese que, en este texto, el término “comprende” y sus derivaciones (tales como “que comprende”, etc.) no deben entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como que excluyen la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir elementos, etapas, etc., adicionales.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para asignar recursos para transportar datos en bloques de recursos físicos a través de un enlace de radio, que comprende:
- recibir al menos un indicador de calidad de canal, CQI, notificado desde al menos un equipo de usuario,
- 5 **caracterizado porque** comprende además:
- para cada valor de los indicadores de calidad de canal recibidos, asociar un número máximo promedio  $MAB_j$  de bloques de recursos físicos a un grupo j de valores adyacentes de los indicadores de calidad de canal recibidos,
  - determinar un valor umbral  $CQI_{thres}$  del indicador de calidad de canal,
- 10 - para un equipo de usuario seleccionado, comprobar el valor del último indicador de calidad de canal recibido desde el equipo de usuario seleccionado y:
- si dicho valor es superior al valor umbral  $CQI_{thres}$ , asignar bloques de recursos físicos en una planificación selectiva en frecuencia, FSS, usando el número máximo promedio  $MAB_j$  de bloques de recursos físicos asociados a dicho valor;
- 15 - si dicho valor es inferior o igual al valor umbral  $CQI_{thres}$ , asignar bloques de recursos físicos en una planificación en diversidad de frecuencia, FDS, usando el número máximo promedio  $MAB_j$  de bloques de recursos físicos asociados a dicho valor.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que asignar bloques de recursos físicos en una planificación selectiva en frecuencia, FSS, comprende llenar el número máximo promedio  $MAB_j$  de bloques de recursos físicos con datos que van a ser transportados pertenecientes al equipo de usuario seleccionado.
- 20 3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que asignar bloques de recursos físicos en una planificación selectiva en frecuencia, FSS, comprende llenar el número máximo promedio  $MAB_j$  de bloques de recursos físicos con datos que van a ser transportados, si los datos pertenecientes al equipo de usuario seleccionado son suficientes; si no, retardar los datos que van a ser transportados pertenecientes al equipo de usuario seleccionado, llenar los bloques de recursos físicos con todos dichos datos y seleccionar otro equipo de usuario con datos para terminar de llenar el número máximo promedio  $MAB_j$  de bloques de recursos físicos.
- 25 4. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que asignar bloques de recursos físicos en una planificación selectiva en frecuencia, FSS, comprende además usar una modalidad de planificación de operación, seleccionada a partir de la planificación imparcial y la planificación oportunista.
- 30 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que asignar bloques de recursos físicos en una planificación en diversidad de frecuencia, FDS, comprende determinar un factor de reutilización de frecuencia asignado al equipo de usuario seleccionado y llenar un número determinado de bloques de recursos físicos, inferior o igual al número máximo promedio  $MAB_j$ , con datos que van a ser transportados, pertenecientes al equipo de usuario seleccionado, siendo el número determinado de bloques de recursos físicos según el factor de reutilización de frecuencia de dicho equipo de usuario seleccionado.
- 35 6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que el factor de reutilización de frecuencia es proporcional a una carga de datos calculada sumando la carga de datos de todos los equipos de usuario cuyos indicadores de calidad de canal notificados sean inferiores o iguales al valor umbral  $CQI_{thres}$ .
- 40 7. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que el valor umbral  $CQI_{thres}$  se determina calculando el valor de indicador de calidad de canal, CQI, más bajo que satisfaga la siguiente ecuación:

$$D \leq \sum_{i=0}^{15} UE(CQI_i) \cdot C(CQI_i) \cdot U(CQI_i)$$

donde D es una demanda de datos promedio en bits por sub-trama,  $UE(CQI_i)$  es una proporción promedio de equipos de usuario que notifican un valor de indicador de calidad de canal  $CQI_i$  dado, C es una capacidad medida en bits por sub-trama, asignada al valor de indicador de calidad de canal  $CQI_i$  dado, y  $U(CQI_i)$  es un factor de utilización asignado al valor de indicador de calidad de canal  $CQI_i$  dado, siendo  $U(CQI_i) = 1$  cuando  $CQI_i \geq CQI_{thres}$  y  $U(CQI_i) < 1$  cuando  $CQI_i < CQI_{thres}$ .

8. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que se correlacionan bloques de recursos físicos con sub-tramas de Multiplexado por División de Frecuencias Ortogonales.
9. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que los datos van a ser transportados en

enlace descendente.

10. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que los datos van a ser transportados en enlace ascendente.

5 11. Una entidad de red implementada en un NodoB mejorado de una red que da soporte a la Evolución a Largo Plazo, **caracterizada porque** comprende medios de procesamiento configurados para implementar el procedimiento expuesto en cualquier reivindicación anterior.

12. Un producto de programa de ordenador que comprende medios de código de programa que, cuando se cargan en medios de procesamiento de un Nodo B mejorado, hace que dichos medios de código de programa ejecuten el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

10

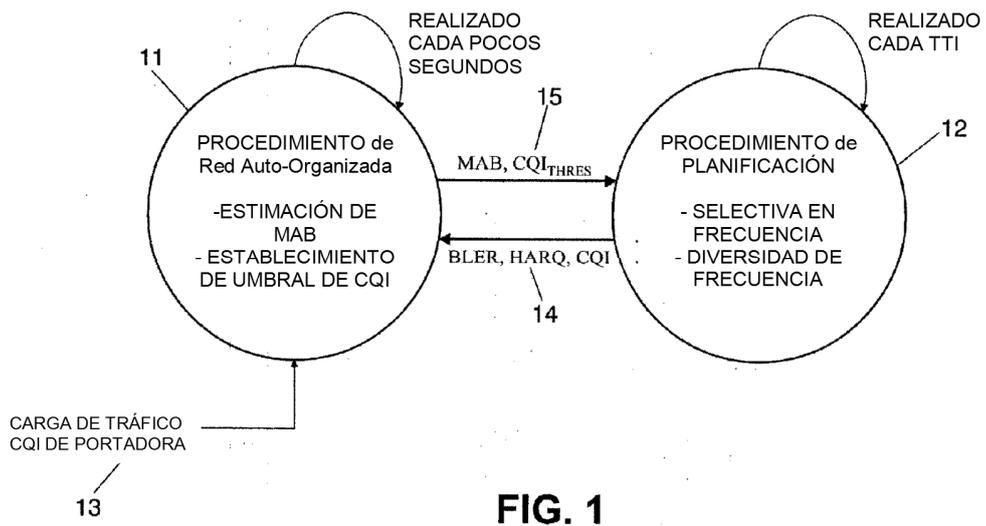
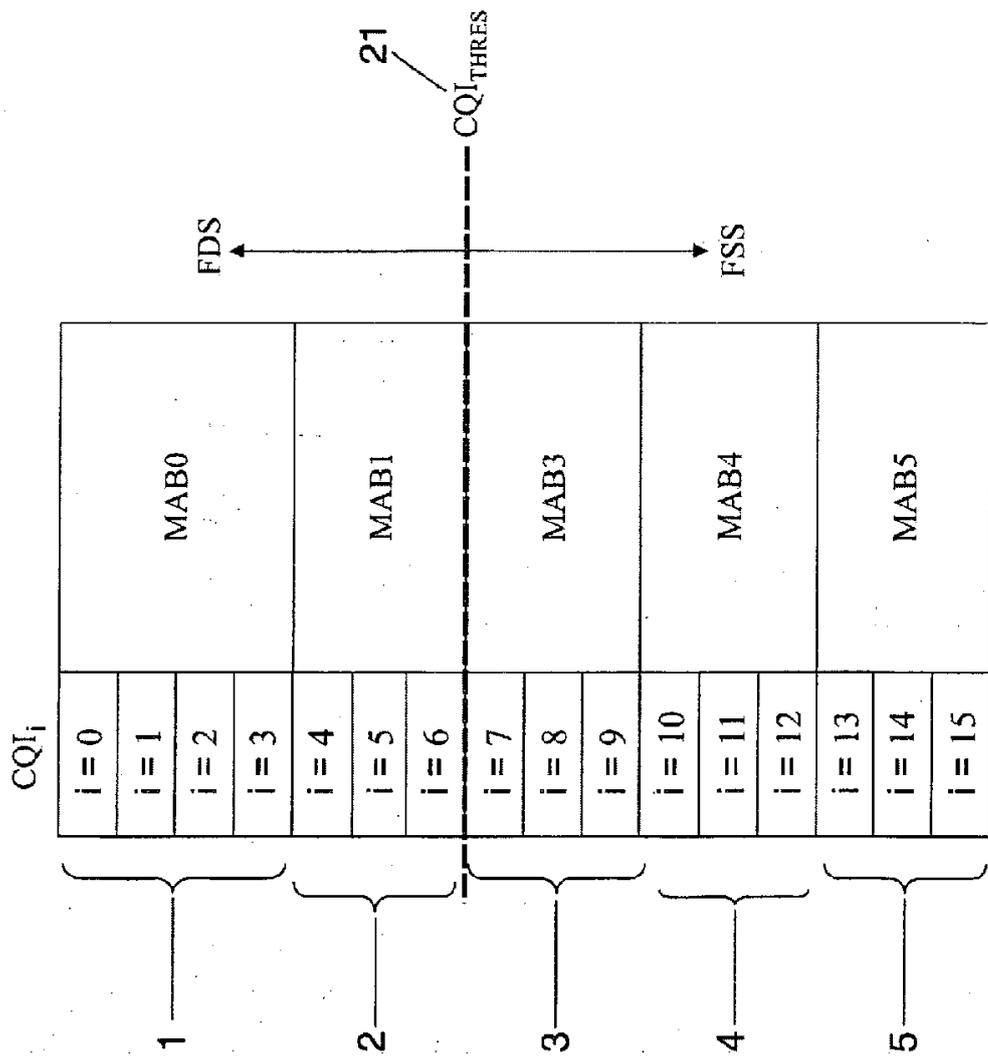
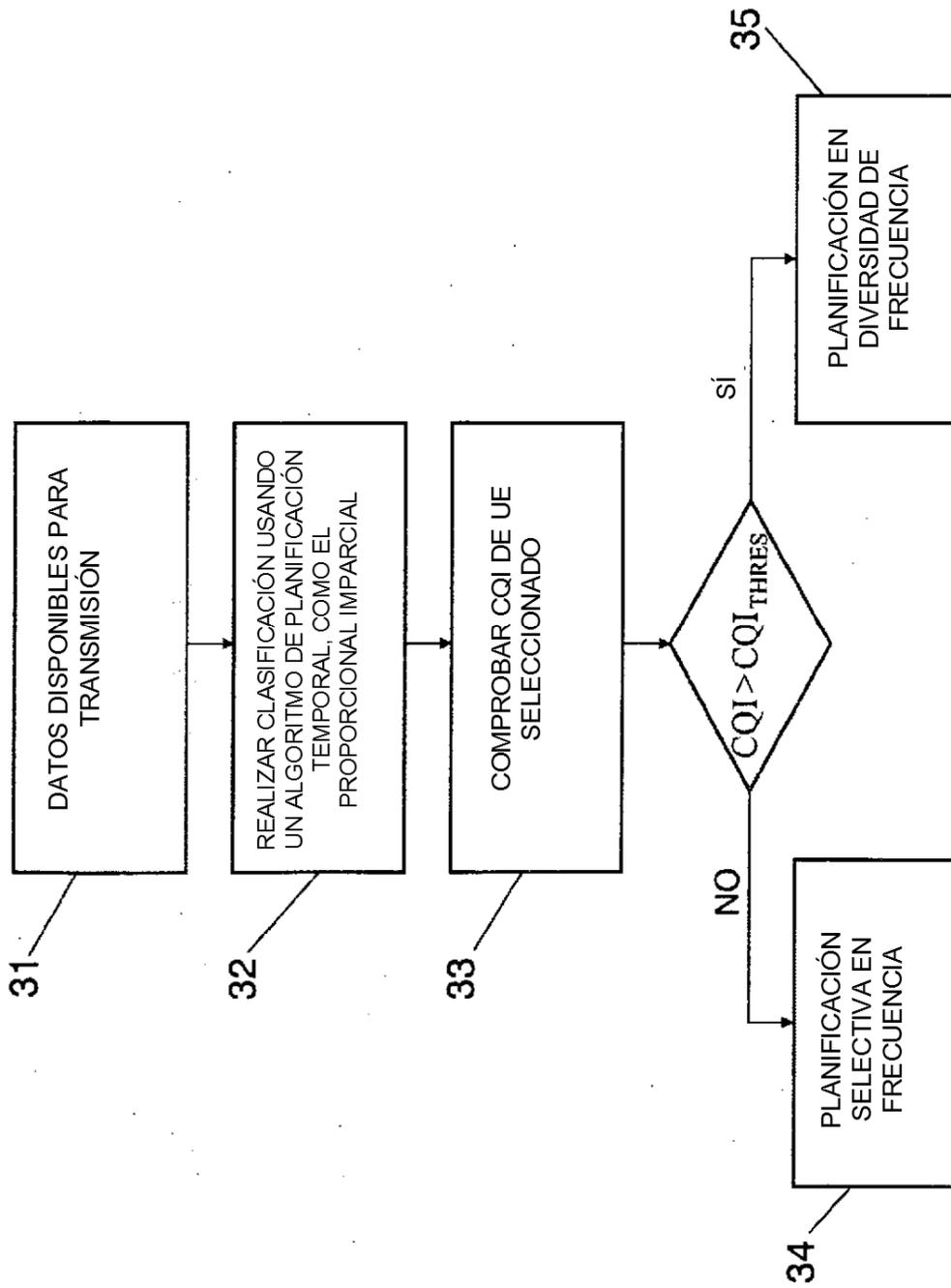


FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**

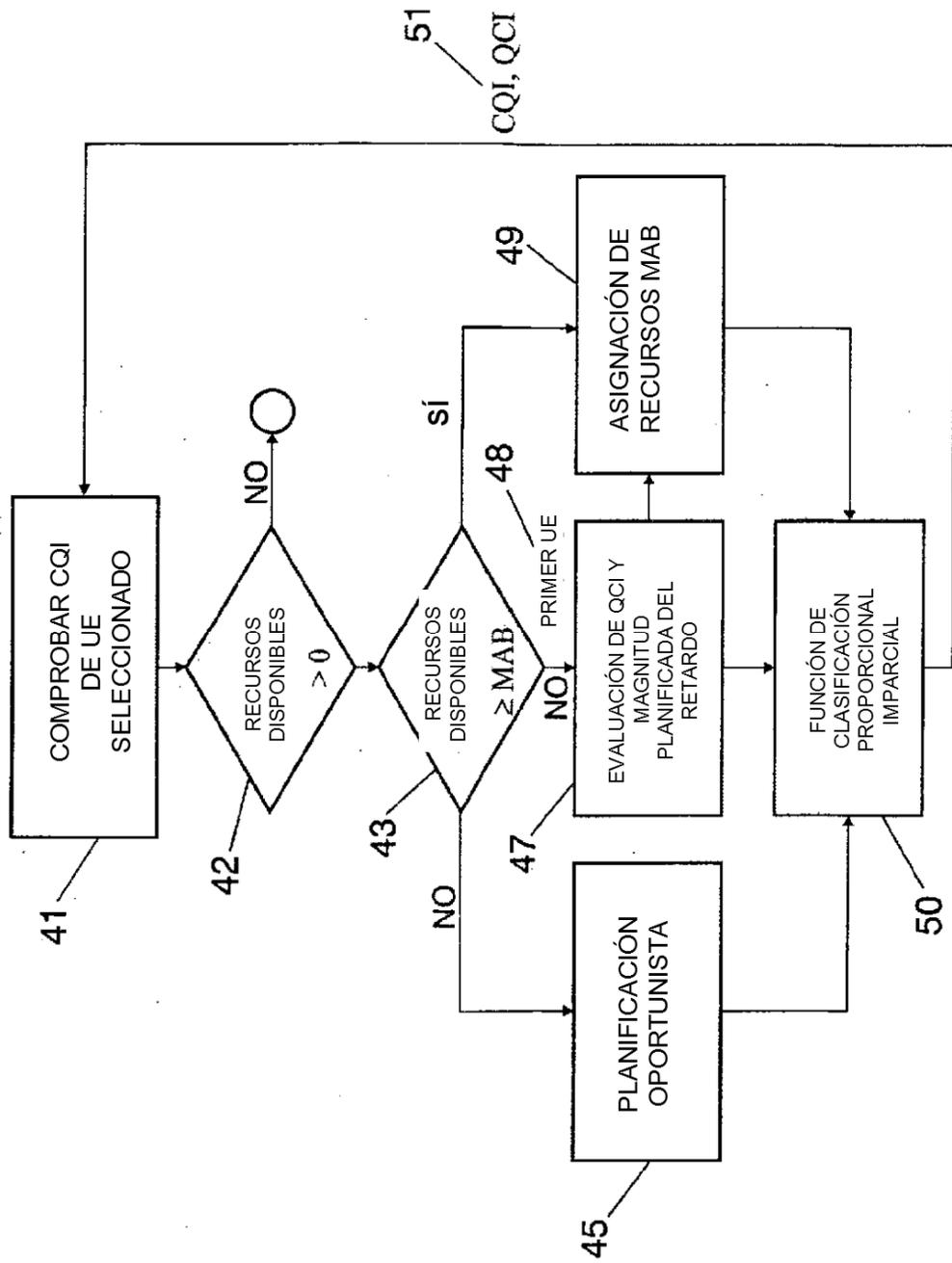


FIG. 4