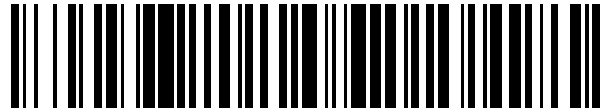


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 879**

51 Int. Cl.:

H04W 72/06 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2012 E 12707402 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014 EP 2687059**

54 Título: **Método y nodo que permiten la reselección de células en red con carga equilibrada**

30 Prioridad:

15.03.2011 US 201161452887 P

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

01.04.2015

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

EKEMARK, SVEN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 532 879 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y nodo que permiten la reelección de células en red con carga equilibrada

Campo de la invención

5 La descripción se refiere a reelección de células, y más específicamente a un método y a un nodo de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, para restringir la reelección de células de un equipo de usuario a una reelección de célula intra-frecuencia.

Antecedentes

10 El estándar 3GPP *Long Term Evolution* (LTE) es el estándar de tecnologías de comunicaciones móviles de cuarta generación desarrollado en el seno del proyecto 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP) para mejorar el estándar de Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS, *Universal Mobile Telecommunication System*) con el fin de poder atender necesidades futuras en relación a servicios mejorados tales como mayores velocidades de transmisión de datos, eficiencia mejorada, y costes reducidos. La Red Universal de Acceso de Radio Terrestre (UTRAN, *Universal Terrestrial Radio Access Network*) es la red de acceso de radio de un sistema UMTS, y la Red Universal de Acceso de Radio Terrestre Evolucionada (E-UTRAN, *Universal Terrestrial Radio Access Network*) es la red de acceso de radio de un sistema LTE. En una UTRAN y una E-UTRAN, un Equipo de Usuario (UE, *User Equipment*) se conecta de manera inalámbrica a una Estación de Base para Redes Móviles (RBS, *Radio Base Station*), a la que se hace referencia comúnmente como un NodoB (NB) en sistemas UMTS, y como un NodoB evolucionado (eNodoB o eNB) en LTE. RBS es un término general para un nodo de red de radio capaz de transmitir señales de radio a un UE y de recibir señales transmitidas por un UE.

20 La Figura 1a ilustra una red de acceso de radio con una RBS 101 que da servicio a un UE 103 ubicado en el seno del área geográfica de servicio de la RBS, llamada célula 105. En el sistema UMTS, un Controlador 106 de Red Radioeléctrica (RNC, *Radio Network Controller*) controla la RBS 101 y otras RBSs vecinas, y está, entre otras cosas, a cargo de la gestión de los recursos de radio en células de las cuales es responsable el RNC. El RNC a su vez está también conectado a la red de núcleo. En un sistema GSM, el nodo que controla a la RBS 101 se denomina Controlador 106 de Estación Base (BSC, *Base Station Controller*). La Figura 1b ilustra una red de acceso de radio en un sistema LTE. Un eNB 101a da servicio a un UE 103 ubicado en el seno del área geográfica de servicio de la RBS o la célula 105a. El eNB 101a está conectado directamente a la red de núcleo. El eNB 101a también está conectado a través de una interfaz X2 al eNB 101b vecino que da servicio a otra célula 105b.

30 Una red de acceso de radio, tal como una red E-UTRAN o una red UTRAN, se despliega normalmente sobre frecuencias de portadora múltiples. Una frecuencia de portadora es la frecuencia central utilizada para la comunicación de radio entre la RBS y el UE. Las frecuencias de portadora se concentran generalmente en bandas de frecuencias de radio de una cierta anchura, típicamente un par de anchos de 10 MHz, definidas para utilizarse con una Tecnología de Acceso de Radio (RAT, *Radio Access Technology*) particular. Las frecuencias de portadora múltiples pueden estar asignadas cada una de ellas en diferentes bandas de frecuencia, o bien en el seno de la misma banda de frecuencia. Una RBS puede proporcionar un cierto número de células de radio en cada frecuencia de portadora, apuntando en direcciones diferentes desde la RBS.

40 La Figura 2a ilustra de manera esquemática un despliegue de una red de acceso de radio sobre tres frecuencias A, B y C de portadora. Las células en las diferentes frecuencias pueden solaparse y cubrir la misma área. Un UE 203 en el seno del área de solapamiento puede acceder a la red a través de una célula en cualquiera de las dos frecuencias que se solapan. Diferentes UEs en itinerancia en la red se están moviendo entre células vecinas con el fin de permanecer en contacto con la red. La movilidad de UEs resulta posible, tanto entre células de la misma frecuencia de portadora, también conocida como movilidad intra-frecuencia, como entre células de diferentes frecuencias de portadora, también conocida como movilidad inter-frecuencia.

45 La red controla generalmente la movilidad de UEs que están en estado conectado. El término "estado conectado" se utiliza para designar el estado de UEs que poseen una conexión activa a la red, tal como un estado de Control de Recursos Radioeléctricos (RRC, *Radio Resource Control*) igual a RRC_CONNECTED en una red E-UTRAN o un estado igual a CELL_DCH en una red UTRAN. La red lleva a cabo una transferencia de un UE en estado conectado cuando el UE se está moviendo entre células. Una transferencia intra-frecuencia mueve el UE desde una célula a otra célula de la misma frecuencia de portadora. Una transferencia inter-frecuencia mueve el UE entre células de diferentes frecuencias de portadora.

50 Los UEs que no tienen una conexión activa a la red están en estado de reposo. Un ejemplo de un modo en estado de reposo es el estado RRC_IDLE en una red E-UTRAN. Los UEs en estado de reposo seleccionan de manera autónoma una célula apropiada cuando entran en la red y pueden entonces reeleccionar otra célula en cualquier momento, basándose en las reglas de reelección de célula definidas para la tecnología particular. En redes E-UTRAN, las reglas para reelección de célula están especificadas en el documento 3GPP TS 36.304 V10.1.0, sección 5.2.

Debido a la naturaleza aleatoria de la movilidad del UE, resulta generalmente difícil predecir cómo están distribuidos

los UEs entre las diferentes frecuencias de portadora en la red. Las zonas sin cobertura y las diferencias en las condiciones de la propagación de la señal de radio a diferentes frecuencias pueden provocar que los UEs se concentren en células de una frecuencia de portadora y no en zonas con otras frecuencias de portadora.

5 También es un hecho que las diferentes células y las diferentes frecuencias de portadora pueden ofrecer una capacidad del sistema que varía dentro de un amplio intervalo. Por ejemplo, en redes E-UTRAN el ancho de banda espectral de cada frecuencia de portadora puede variar en pasos de entre 1,2 MHz y 20 MHz. La configuración de la célula, la presencia de interferencias de radio, la distribución de UEs en el seno de la célula que afecta a las así denominadas relaciones cerca-lejos, son ejemplos de otros factores que influyen en la capacidad sistema.

10 Puede influirse sobre la distribución de UEs en el seno de la red de diversas maneras. La red puede aplicar una transferencia con el fin de gestionar la movilidad de UEs en estado conectado. Para los UEs en estado de reposo, la red utiliza información de sistema para influir en el comportamiento de la reelección de célula de los UEs. La información de sistema es transmitida en cada célula y proporciona al UE información sobre frecuencias de portadora elegibles en la vecindad y proporciona también parámetros para controlar la selección de célula y la reelección de célula de los UEs. La información de sistema transmitida en una célula de una red E-UTRAN se especifica en el documento 3GPP TS 36.331 V10.1.0, secciones 5.2, 6.2.2 y 6.3.1.

En una red E-UTRAN, la reelección de célula de los UEs está regida por algunos principios básicos:

1. Clasificación de célula: el UE clasifica las células basándose en una medida de un parámetro de potencia de señal, la Potencia Recibida de Señal de Referencia (RSRP, *Reference Symbol Receive Power*), o de un parámetro de calidad de señal, la Calidad Recibida de Señal de Referencia (RSRQ, *Reference Symbol Receive Quality*). El UE reelecciona la célula con la máxima clasificación. La clasificación de célula se aplica entre células ubicadas sobre la misma frecuencia de portadora, es decir, la reelección de célula intra-frecuencia, y entre células ubicadas sobre diferentes frecuencias de portadora con igual prioridad, es decir, la reelección de célula inter-frecuencia con igual prioridad (ver punto 2 a continuación).

2. Prioridad absoluta de reelección de célula: la reelección entre células ubicadas sobre diferentes frecuencias de portadora, es decir, la reelección de célula inter-frecuencia, y entre células ubicadas en diferentes Tecnologías de Acceso de Radio (RAT, *Radio Access Technologies*), es decir, la reelección de célula inter-RAT, están gobernadas mediante prioridades absolutas de reelección de células. El UE reelecciona una célula en la frecuencia de portadora o la RAT con la prioridad máxima y con una potencia o calidad de recepción (RSRP o RSRQ) suficiente.

Una RBS en una red E-UTRAN, es decir, un eNB, emite información de sistema para influir sobre la reelección de células que llevan a cabo los UEs. Un cierto número de tipos distintos de Bloques de Información de Sistema (SIBs, *System Information Blocks*) son enviados en cada célula, proporcionando al UE información sobre frecuencias de portadora de la red E-UTRAN alternativas e información sobre frecuencias de portadora en otras RATs, con las prioridades de reelección de células absolutas, y con un conjunto de parámetros para influir sobre la clasificación de células y para determinar la potencia y/o calidad de señal necesaria para la reelección de una célula en las diferentes frecuencias de portadora en la red E-UTRAN y/o otras RATs.

Utilizando las prioridades de reelección de célula, resulta posible para el operador organizar una jerarquía de las diferentes frecuencias de portadora, donde los UEs prefieren las frecuencias que tienen prioridad mayor. Por ejemplo, la asignación de una prioridad alta para frecuencias de portadora de una red E-UTRAN y una prioridad inferior para otras RATs hace que los UEs con capacidad E-UTRAN en estado de reposo se sitúen en frecuencias de la red E-UTRAN en los lugares donde exista cobertura de red E-UTRAN. También es posible conceder prioridad a frecuencias de portadora de red E-UTRAN con una alta capacidad inherente, como por ejemplo una frecuencia de portadora con un ancho de banda de 20 MHz, mientras que se concede una prioridad inferior a frecuencias de red E-UTRAN con menor capacidad, como por ejemplo con ancho de banda de 5 MHz. De esta manera, los UEs tienden a situarse en la frecuencia que proporciona la máxima capacidad.

45 Cuando no se desea una jerarquía de frecuencias, el operador puede asignar la misma prioridad a un cierto número de frecuencias de portadora. De esta manera, los UEs tienden a situarse en la frecuencia de portadora que proporciona la mejor recepción, por ejemplo, en términos de RSRP o RSRQ, de acuerdo con el criterio de clasificación de célula.

50 Con el fin de conseguir un buen rendimiento del sistema y un buen rendimiento de usuario final, resulta beneficioso que los UEs estén distribuidos entre las frecuencias disponibles de una manera tal que la capacidad que puede ofrecer la red se utilice de una manera correcta. Desde un punto de vista de equilibrio de carga de tráfico, tanto una jerarquía de frecuencias de portadora como un criterio de clasificación pueden no ser necesariamente la mejor opción.

55 En un despliegue jerárquico, los UEs tienden a concentrarse en la frecuencia de portadora con la prioridad máxima si la cobertura es similar. Como resultado de ello, las frecuencias de portadora con prioridad baja pueden estar infrautilizadas o agotadas, mientras que otras frecuencias de portadora tienden a estar sobrecargadas.

Con el fin de equalizar la carga de tráfico, es posible que la red tenga que transferir un número de UEs en estado

conectado hacia las frecuencias de portadora de prioridad baja. Sin embargo, cuando los UEs son posteriormente liberados a estado de reposo, tienden a volver a una portadora de prioridad alta en línea con las prioridades de reelección de célula. Por lo tanto, el mismo procedimiento debe ser repetido una y otra vez.

5 Las acciones requeridas para mantener el equilibrio de la carga de tráfico se convierten por consiguiente en una carga de trabajo para la red, especialmente si la capacidad de la red en las frecuencias de portadora de prioridad baja es similar a la capacidad de la red en las frecuencias de portadora de prioridad alta.

10 Una manera de evitar la necesidad recurrente de realizar transferencias en un despliegue jerárquico consiste en “contraer” las células de prioridad alta para permitir un equilibrio de carga también en el estado de reposo. Esto puede conseguirse mediante un aumento de la potencia o calidad de señal requerida para los UEs en esas células. De esta manera, los UEs en la frontera de la célula no cuentan y deben reeleccionar una célula con una frecuencia de portadora de prioridad menor. Este método podría resultar apropiado si la cobertura de la frecuencia de prioridad alta es más restringida de manera natural que la cobertura de la frecuencia de prioridad baja. Esto podría ser el caso, por ejemplo, cuando existen diferentes propiedades de propagación de la señal de radio en diferentes bandas de frecuencia. Si no existen tales diferencias naturales, el método no resulta siempre apropiado, debido a que
15 provoca una distribución asimétrica de los UEs en el seno de las células, de manera que la mayoría de los UEs con la frecuencia de prioridad alta se concentran cerca del centro de la célula y los UEs con la frecuencia de prioridad baja son postergados hacia la frontera de la célula. Una asimetría de este tipo puede resultar desfavorable para la capacidad y el rendimiento global del sistema.

20 En un despliegue plano, donde se utilizan prioridades iguales, la distribución de UEs entre las frecuencias de portadora es más aleatoria. Los UEs llevan a cabo una clasificación de las células ubicadas en estas frecuencias, sobre la base de la potencia y la calidad de la señal recibida, y reeleccionan células sobre esta base. La clasificación de células en la misma frecuencia de portadora es generalmente una base bastante adecuada para la reelección de células, puesto que permite que el UE se mueva a lo largo de la portadora y se sitúe constantemente en la mejor célula actual. La mejor célula debería destacar claramente en la clasificación, excepto en el caso en el
25 que el UE está en una región típicamente estrecha cerca de la frontera de la célula.

30 Sin embargo, la clasificación de células en portadoras adyacentes resulta más dificultosa, especialmente si las células en múltiples frecuencias, posiblemente en la misma banda de frecuencias, se proporcionan desde la misma RBS. Esta situación no resulta inusual, y la diferencia en los criterios de clasificación de células puede ser muy sutil. Puede resultar además dificultoso ajustar los criterios de clasificación para conseguir el equilibrio de carga de tráfico deseado entre células que se solapan.

35 Otro obstáculo para proporcionar una distribución óptima de UEs entre diferentes frecuencias de portadora radica en que los criterios de clasificación de célula discutidos anteriormente no reflejan necesariamente los criterios deseados para el balance de carga de tráfico. La medida de RSRP no tiene en cuenta la carga de tráfico en una célula. La medida de RSRQ es sensible a la carga de tráfico, pero no necesariamente en proporción al criterio de equilibrio de carga. Incluso un desequilibrio pequeño de los criterios de clasificación podría provocar una desviación severa de la distribución de UEs entre las células.

40 El documento 3GPP R2-074051 describe una red E-UTRAN con reelecciones de célula entre capas de frecuencia con prioridades diferentes. Las células inter-frecuencia pertenecen a diferentes capas de frecuencia que tienen prioridades de reelección y prioridades diferentes, que no requieren una comparación de nivel entre células en diferentes capas de frecuencia, podrían ser específicas de usuario señalizadas por la red a un UE particular o bien específicas de capa que podrían ser emitidas en la información de sistema. El comportamiento concreto de un UE podría definirse sobre la base de las prioridades. Cuando un UE se sitúa en la capa de frecuencia de prioridad mayor no existe reelección si ninguna célula intra-frecuencia está por encima de un umbral determinado y/o el UE no ha identificado ninguna célula vecina intra-frecuencia nueva.

45 El documento 3GPP R2-074876 describe un caso similar de selección basada en prioridad.

El documento 3GPP R3-102206 describe el equilibrado de carga de movilidad y el uso de HO o reelección de célula. El equilibrio de carga de movilidad es para UEs tanto en estado conectado como el estado de reposo. Para el estado conectado, debería utilizarse una solución basada en HO de equilibrio de carga inter-frecuencia.

50 El documento 3GPP R2-042004 describe que la señalización de un desplazamiento sería suficiente para activar la reelección de una capa de frecuencia por parte del UE, siempre que se cumpla el criterio de calidad necesario (criterio H). Puesto que se tienen en cuenta factores externos a las condiciones de radio (es decir, prioridad) en el procedimiento de reelección, se garantiza el servicio con el criterio H. Podría considerarse un criterio, similar al criterio H, para el caso FLC, para garantizar un nivel mínimo de calidad de célula y para asegurar la disponibilidad del servicio.

55 **Resumen**

Resulta por lo tanto un propósito abordar algunos de los problemas delineados anteriormente, y proporcionar una solución para preservar una distribución de UE alcanzada mediante equilibrado de carga en estado conectado,

cuando los UEs son liberados a estado de reposo. Este propósito y otros se consiguen mediante el método y el nodo de red de radio de acuerdo con las reivindicaciones independientes, y mediante las realizaciones de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

5 De acuerdo con una primera realización, se proporciona un método en un nodo de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, para restringir la reelección de célula de un equipo de usuario a reelección de célula intra-frecuencia. El nodo de red de radio es anfitrión de una primera célula que opera sobre una primera frecuencia de portadora y una segunda célula que se solapa con la primera célula y que opera sobre una segunda frecuencia de portadora. El método comprende emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula tanto para la primera como para la segunda frecuencia de portadora en la primera célula, de manera que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora. El método también comprende emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula tanto para la primera como para la segunda frecuencia de portadora en la segunda célula, de manera que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora. Esto se hace de tal manera que al menos un equipo de usuario situado en la primera célula o en la segunda célula llevará a cabo fundamentalmente una reelección de célula intra-frecuencia sobre la base de la información emitida.

20 De acuerdo con una segunda realización, se proporciona un nodo de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, adaptado para restringir la reelección de célula de un equipo de usuario a reelección de célula intra-frecuencia. El nodo de red de radio está adaptado para ser anfitrión de una primera célula que opera sobre una primera frecuencia de portadora y una segunda célula que se solapa con la primera célula y que opera sobre una segunda frecuencia de portadora. El nodo de red de radio comprende un primer transmisor adaptado para emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula tanto para la primera como para la segunda frecuencia de portadora en la primera célula, de manera que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora. El nodo de red de radio también comprende un segundo transmisor adaptado para emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula tanto para la primera como para la segunda frecuencia de portadora en la segunda célula, de manera que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora. Por esta razón, un equipo de usuario situado en la primera célula o en la segunda célula llevará a cabo fundamentalmente una reelección de célula intra-frecuencia sobre la base de la información emitida.

35 Una ventaja de las realizaciones es que la distribución de UEs conseguida en estado conectado se preserva en gran medida cuando los UEs son liberados a estado de reposo. Puede esperarse por lo tanto que los UEs que están desplazándose frecuentemente entre el estado conectado y el estado de reposo reaparezcan en la frecuencia de portadora de la que fueron liberados la última vez cada vez que entran en estado conectado. Por lo tanto, se reduce la necesidad de realizar transferencias inter-frecuencia recurrentes para corregir los desequilibrios de carga de tráfico provocados por la movilidad inter-frecuencia en estado de reposo, y se reduce generalmente la carga de señalización en la red. Más aún, los UEs en estado conectado se ven menos afectados por los procedimientos de transferencia, lo que de otro modo puede provocar una perturbación del servicio.

40 Otros propósitos, ventajas y características propias de realizaciones se explicarán en la siguiente descripción detallada cuando se considera conjuntamente con los dibujos y las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1a y 1b son ilustraciones esquemáticas de redes de acceso de radio.

45 La Figura 2a es una ilustración esquemática de una red de acceso de radio multi-portadora.

La Figura 2b es una ilustración esquemática de una transferencia o reelección de célula intra-frecuencia.

La Figura 2c es una ilustración esquemática de una transferencia o reelección de célula inter-frecuencia debida a una mala cobertura.

50 La Figura 2d es una ilustración esquemática de una transferencia o redirección inter-frecuencia debida al equilibrado de carga de tráfico.

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un modelo de objeto gestionado.

La Figura 4 es un diagrama de señalización que ilustra una secuencia de señalización de equilibrado de carga.

Las Figuras 5a-b son diagramas de flujo que ilustra en el método en un nodo de red de radio de acuerdo con realizaciones.

La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra de manera esquemática un nodo de red de radio de acuerdo con realizaciones.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra el método en un nodo de red de radio de acuerdo con realizaciones.

5 La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra de manera esquemática un nodo de red de radio de acuerdo con realizaciones.

Descripción detallada

10 En lo que sigue a continuación, se describirán con mayor detalle diferentes aspectos haciendo referencia a ciertas realizaciones y a los dibujos anexos. Para propósitos de explicación pero no de limitación, se establecen detalles específicos, tal como por ejemplo escenarios y técnicas particulares, con el fin de proporcionar una comprensión minuciosa de las diferentes realizaciones. Sin embargo, también pueden existir otras realizaciones que se desvían de estos detalles específicos.

15 Más aún, aquellas personas expertas en la técnica apreciarán que las funciones y los medios explicados a continuación en la presente memoria pueden implementarse utilizando software que funciona conjuntamente con un microprocesador programado o un ordenador de propósito general, y/o utilizando un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, *Application Specific Integrated Circuit*). Se apreciará también que mientras que las realizaciones están descritas en primer lugar en la forma de un método y un nodo, también pueden realizarse en un producto consistente en un programa de ordenador así como también en un sistema que comprende un procesador computacional y una memoria acoplada al procesador, en el que la memoria está codificada con un programa o más de uno que pueden llevar a cabo las funciones descritas en la presente memoria.

20 Se describen realizaciones en un contexto general no limitante en relación con un escenario de ejemplo con una red E-UTRAN multi-portadora, tal como el escenario de red ilustrado en la Figura 2a con tres frecuencias A, B y C de portadora. Sin embargo, debe indicarse que las realizaciones pueden aplicarse a cualquier tecnología de red de acceso de radio, tal como una red UTRAN o GSM, con mecanismos móviles similares a aquellos propios de una red E-UTRAN. Más aún, la red de acceso de radio puede tener dos frecuencias de portadora o más de dos que pertenezcan a las mismas bandas de frecuencia o diferentes bandas de frecuencia.

25 El equilibrado de carga de tráfico en una red de telefonía móvil extensa con múltiples frecuencias de portadora es una tarea compleja. El tráfico que generan los UEs es aleatorio en el tiempo y en intensidad. La movilidad de UEs entre células y frecuencias de portadora debido a la itinerancia de los UEs en la red también es hasta cierto punto aleatoria. Dependiendo de la topología de la red, es decir, de dónde están desplegadas las células en las diferentes frecuencias de portadora y qué área cubren, la red necesita desplegar una estrategia relativa a la forma de distribuir los UEs entre las frecuencias de portadora disponibles en un área dada.

30 El rendimiento de usuario final, especialmente para usuarios móviles de banda ancha, depende fuertemente de la capacidad o del ancho de banda de datos que puede ofrecer la red a los usuarios cuando se conectan a la red Internet. Se espera generalmente que la distribución de los UEs entre las frecuencias de portadora disponibles en proporción a la capacidad de red de cada portadora resulte beneficioso para el rendimiento de usuario final. Esto debería garantizar que cada usuario es capaz de recibir una parte equitativa de la capacidad de red total disponible.

35 Con el método descrito en la presente memoria, la redistribución de los UEs para gestionar el equilibrado de carga se lleva a cabo principalmente mediante transferencias de UEs en estado conectado entre las frecuencias de portadora alternativas, guiadas por una evaluación de la carga de tráfico llevada a cabo en cada célula. El método utilizado para equilibrar la carga pretende ecualizar el ratio de suscripción de células con diferentes frecuencias de portadora que comparten cobertura. El ratio de suscripción es un valor que refleja la cantidad de usuarios activos en una célula en relación con la capacidad total que puede ofrecer la célula. Se trata de una medida relevante, especialmente para dispositivos móviles de banda ancha con usuarios que están compartiendo de manera efectiva una fuente común de capacidad de red en la célula. Tales usuarios no tienen ninguna Tasa de Bits Garantizada (GBR, *Guaranteed Bit Rate*), y serán denominados a partir de ahora "usuarios no-GBR".

40 El grado de servicio que puede ofrecer la red a cada UE depende fuertemente de la porción de capacidad de red que puede esperar cada usuario final. Distribuir los UEs de manera uniforme entre las células que cubren una cierta área significa que el grado de servicio resulta predecible y no depende en una distribución aleatoria de los UEs entre las frecuencias de portadora.

45 El propósito general de las técnicas descritas con detalle a continuación es facilitar un control de la distribución de UEs entre las frecuencias de portadora disponibles en una red de telefonía móvil, de tal manera que la carga de tráfico se equilibra en proporción a la capacidad disponible en cada frecuencia de portadora. Resulta deseable que los UEs en una cierta ubicación estén distribuidos entre las frecuencias de portadora disponibles de una manera tal que la carga de tráfico que generan sea proporcional a la capacidad que puede ofrecer la red en cada frecuencia de portadora. Para este propósito, la red aplica una política de equilibrado de carga de tráfico. Esta política puede incluir una combinación tanto de procedimientos de movilidad inter-frecuencia en estado conectado como de mecanismos disponibles para influir en la reelección de célula en estado de reposo.

- Los UEs no generan carga de tráfico en estado de reposo. Así y todo, cuando un UE intenta entrar en estado conectado, es decir, cuando intenta establecer una conexión RRC, intenta hacerlo en la célula en la que está situado en estado de reposo. Por lo tanto, resulta esencial mantener la distribución de UEs en estado de reposo, puesto que reduce la necesidad de realizar medidas de corrección de movilidad tales como transferencias inter-frecuencia después del establecimiento de una conexión RRC. Una manera de mantener una distribución de UEs en estado de reposo consiste en permitir que el eNB asigne prioridades exclusivas de re-selección de célula a los UEs específicos cuando son liberados. Las prioridades exclusivas anulan las prioridades absolutas de re-selección de célula que recibe el UE a través de la información de sistema y podrían constituir una manera de mantener a los UEs en una frecuencia de portadora deseada. Sin embargo, esta solución no se ha adoptado en realizaciones de la invención.
- Una suposición subyacente es que los procedimientos de movilidad en la red pueden dividirse en tres categorías principales:
1. Movilidad normal de UEs, que es gestionada fundamentalmente mediante procedimientos de movilidad intra-frecuencia, ilustrados en la Figura 2b, que comprenden transferencia y/o re-selección de célula. Mientras exista cobertura suficiente, los UEs están en itinerancia de una célula a otra a la frecuencia actual, apuntando a la mejor célula desde la perspectiva de cobertura e interferencia.
 2. Con el fin de evitar una mala cobertura, los procedimientos de movilidad inter-frecuencia, ilustrados en la Figura 2c, comprenden transferencia y/o re-selección de célula, y se utilizan cuando la cobertura a una cierta frecuencia de portadora cae por debajo de un nivel aceptable.
 3. El equilibrado de carga de tráfico, llevado a cabo mediante procedimientos de movilidad inter-frecuencia, ilustrado en la Figura 2d, comprenden transferencia y/o redirección en la liberación de la conexión RRC. Estos están basados en la evaluación de la carga de tráfico en células solapadas en frecuencias de portadora alternativas, apuntando a la ecualización de la carga de tráfico entre estas células.
- La política global de equilibrado de carga se basa en la suposición de que la movilidad normal de UEs debida a la itinerancia de los UEs está gestionada fundamentalmente mediante procedimientos de movilidad intra-frecuencia. La movilidad intra-frecuencia debida a la itinerancia se utiliza principalmente para gestionar una mala cobertura, cuando los UEs están en itinerancia saliendo de la cobertura de la frecuencia de portadora actual. Una movilidad inter-frecuencia adicional se aplica para ecualizar los desequilibrios de carga de tráfico que pueden ocurrir debido a la movilidad aleatoria de los primeros dos tipos y debido a la variación estocástica de las actividades de los UEs al transcurrir el tiempo.
- Puesto que la red controla los procedimientos de movilidad en estado conectado, la red puede gestionar las tres categorías de procedimientos de movilidad para UEs en estado conectado. Los procedimientos de movilidad para movilidad normal de UEs y para evitar una mala cobertura se llevan a cabo sobre la base de medidas de enlace de radio. Usualmente, el UE lleva a cabo estas medidas y comunica el resultado a la red. Sin embargo, las medidas de enlace de radio también pueden ser llevadas a cabo en la RBS. Los procedimientos de movilidad para el equilibrado de carga de tráfico se llevan a cabo sobre la base de la evaluación de la carga de tráfico en la red.
- En el caso de los UEs en estado de reposo, la red no tiene un control directo de los procedimientos de movilidad. Los UEs llevan a cabo una re-selección autónoma de célula sobre la base de medidas de enlace de radio y de los requerimientos para la re-selección de célula definidos en el estándar. La red sólo puede influir de manera indirecta las re-selecciones de célula que llevan a cabo los UEs.
- De acuerdo con una realización, se proporciona una red E-UTRAN que implica diferentes aspectos, que incluyen la evaluación de la carga de tráfico en cada célula, el intercambio de esta información entre el eNB que es anfitrión de las células, una redistribución controlada de los UEs entre las frecuencias de portadora disponibles de acuerdo con la capacidad de cada frecuencia de portadora, y la conservación de la distribución de UEs cuando los UEs son liberados a estado de reposo, donde llevan a cabo re-selección autónoma de célula.
- La red E-UTRAN consiste en un gran número de eNBs. Cada eNB es anfitrión de una célula o más de una, apuntando en direcciones diferentes y/o ubicadas sobre diferentes frecuencias de portadora. Los UEs con capacidad de red E-UTRAN están en itinerancia dentro de la red E-UTRAN y se conectan a la red a través de una célula seleccionada. La Figura 2a muestra un despliegue esquemático de una red E-UTRAN en tres frecuencias A, B y C de portadora. Los eNBs 201 a-d están interconectados a través de una red 202 de transporte IP troncal, a través de la cual pueden intercambiar información sobre la base del protocolo X2 de aplicación. Los eNBs 201 a-d también están conectados a través de la red de transporte IP a un Núcleo de Paquete Evolucionado (EPC, *Evolved Packet Core*) que comprende la Pasarela de Paquetes que dota a los UEs 203 con servicios IP de extremo a extremo.
- Con el fin de obtener servicios de extremo a extremo de la red, un UE establece un portador de Sistema de Paquete Evolucionado (EPS, *Evolved Packet System*) o más de uno a la Pasarela de Paquetes. El concepto de portador EPS incluye perfiles de Calidad de Servicio:
- Portadores EPS de tipo GBR, con una tasa de bits mínima garantizada; y

- Portadores EPS de tipo no-GBR, que proporcionan un servicio mínimo posible sin una tasa de bits mínima garantizada.

Una red E-UTRAN soporta una gama de portadores EPS tanto de tipo GBR como de tipo no-GBR.

5 En la interfaz de radio, los eNBs controlan a los UEs con el protocolo RRC. Cuando el UE ha entrado en estado RRC conectado, el eNB controla la movilidad del UE desde una célula a otra en el seno de la red. El eNB configura al UE para llevar a cabo medidas de la célula en servicio y en células vecinas, en la frecuencia de portadora en servicio y posiblemente en las frecuencias de portadora alternativas de la red. El UE envía informes con los resultados de estas medidas al eNB. El eNB utiliza estos resultados para determinar si el UE debería ser trasladado a otra célula. El movimiento del UE desde una célula a otra en estado conectado se lleva a cabo mediante un procedimiento de transferencia. La configuración de las medidas del UE, de la notificación de las medidas y de la transferencia son procedimientos establecidos en las especificaciones técnicas de 3GPP (por ejemplo, en el documento 3GPP TS 36.300 V10.3.0 sección 10, 36.133 V10.2.0 sección 5, 36.331 V10.1.0 secciones 5.3.5, 5.5, y 36.423 V10.1.0, sección 8.2).

15 Cuando un UE está en reposo durante algún tiempo, es decir, cuando no está transmitiendo o recibiendo ningún dato, el eNB libera la conexión RRC y el UE entra en estado RRC de reposo. En estado RRC de reposo, el UE lleva a cabo una reelección autónoma de célula de acuerdo con el criterio especificado. En estado RRC de reposo, el eNB sólo tiene un control indirecto de los movimientos del UE. El eNB envía información de sistema en cada célula que comprende parámetros para la evaluación del criterio de reelección de célula. La información de sistema es parte del protocolo RRC.

20 Las técnicas descritas en este documento se centran en el problema de preservar la distribución de UEs entre frecuencias de portadora cuando los UEs son liberados a estado de reposo. Una distribución de UEs deseada se consigue mediante procedimientos de movilidad inter-frecuencia en estado conectado, o posiblemente en la transición de estado conectado a estado de reposo. El comportamiento de UE deseado en estado de reposo consiste generalmente en permanecer en la frecuencia de portadora en la que fue liberado.

25 Las técnicas descritas utilizan las prioridades de reelección de célula asignadas a cada frecuencia de portadora y señalizadas a los UEs a través de información de sistema en cada célula. En particular, las realizaciones implican una disposición en la que las células en cada frecuencia de portadora indican una prioridad de reelección de célula de la frecuencia de portadora propia que es estrictamente mayor que la prioridad de reelección de célula indicada para cualesquiera frecuencias de portadora alternativas en el seno del área de la red. De esta manera, se facilita la reelección de célula intra-frecuencia sin restricciones, mientras que la reelección de célula inter-frecuencia está restringida. La reelección de célula inter-frecuencia es posible solamente cuando resulta necesaria por razones de mala cobertura.

30 Las realizaciones se aplican en un contexto técnico en el que los nodos de red, como por ejemplo los eNBs en una red E-UTRAN, llevan a cabo evaluaciones de la carga de tráfico en cada célula e intercambian esta información de acuerdo con un conjunto de relaciones de células vecinas establecido entre las frecuencias de portadora. Los nodos de red utilizan esta información para determinar las acciones de equilibrado de carga en términos de transferencia y/o redirección de UEs seleccionados entre las frecuencias de portadora de una manera controlada. Esto se hace con el fin de conseguir una distribución equilibrada de UEs en estado conectado entre el conjunto de frecuencias de portadora.

40 Evaluación de la carga de tráfico en cada célula

Para propósitos de equilibrado de carga de tráfico, los eNBs llevan a cabo una evaluación de la carga de tráfico en cada célula. La carga de tráfico en cada célula se cuantifica utilizando un valor de *ratio de suscripción*. El ratio de suscripción es el cociente entre el coste de suscripción agregado de todos los UEs activos en la célula y una capacidad de suscripción asumida de la célula. El coste de suscripción de un UE se determina sobre la base de los perfiles de calidad del servicio de los portadores EPS que ha establecido el UE. Para un portador GBR, puede utilizarse como coste de suscripción un valor configurado en el perfil de calidad de servicio, o alternativamente la tasa de bits mínima garantizada del portador GBR. Para un portador no-GBR, el coste de suscripción es típicamente un valor configurado en el perfil de calidad de servicio, que podría estar basado en la tasa de bits considerada como la tasa de bits mínima que resulta satisfactoria para el tipo específico de portador no-GBR.

50 El agregado de costes de suscripción en la célula puede llevarse a cabo incluyendo a todos los UEs en estado RRC conectado. Sin embargo, un UE está frecuentemente en reposo durante un cierto tiempo, de hasta algunos minutos, antes de ser liberado a estado de reposo. Por lo tanto, puede resultar preferible restringir el sumatorio de aquellos UEs, o portadores EPS, que han recibido o transmitido datos de manera activa durante el último periodo de tiempo, de manera que la ventana de tiempo para el sumatorio es configurable a un valor de algunos segundos.

55 La capacidad de suscripción asumida de la célula puede ser un valor configurable para cada célula. De manera alternativa, el eNB podría aplicar un algoritmo para autoajustar la capacidad de suscripción, de manera que el ajuste de la capacidad de suscripción asumida está basado en observaciones de, por ejemplo, la utilización de recursos radioeléctricos físicos en la célula y la tasa de bits agregada en la célula obtenida de forma correspondiente.

En una realización, el cálculo del ratio de suscripción (*subscrRatio*) incluye todos los portadores EPS que han establecido los UEs. En este caso, puede describirse mediante la siguiente ecuación:

$$subscrRatio = \frac{\sum_{no-GBR} bearerSubscrCost + \sum_{GBR} bearerSubscrCost}{cellSubscrCapacity} \quad [1]$$

5 En muchos casos, sin embargo, sólo se admiten portadores EPS de tipo GBR dentro de la célula hasta un cierto nivel, con el fin de asegurar que existe suficiente capacidad. Un portador GBR requiere una tasa de bits mínima garantizada. Si se admitiese un número demasiado alto, podría producirse un agotamiento en la célula. Dado que la máxima cantidad de portadores GBR está cuantificada, el equilibrio de carga de tráfico puede centrarse en la capacidad restante de la célula disponible para portadores no-GBR.

10 Por lo tanto, en una realización alternativa, el cálculo del ratio de suscripción se centra en los portadores EPS de tipo no-GBR y en la capacidad de suscripción de la célula disponible para ellos, considerando la capacidad de suscripción que los portadores GBR ocupan en ese momento. En este caso, el ratio de suscripción puede describirse mediante la siguiente ecuación:

$$subscrRatio = \frac{\sum_{no-GBR} bearerSubscrCost}{cellSubscrCapacity - \sum_{GBR} bearerSubscrCost} \quad [2]$$

15 En ambas realizaciones donde el ratio de suscripción se describe de acuerdo con la ecuación [1] y la ecuación [2], el eNB calcula el ratio de suscripción de cada célula.

Existen también otras cantidades que podrían utilizarse para la evaluación de la carga de tráfico, bien como un complemento del ratio de suscripción, o bien como una alternativa. Ejemplos de tales cantidades son las siguientes:

1. La utilización de recursos radioeléctricos en la célula, que en una red E-UTRAN es típicamente la utilización de Bloque de Recursos Físicos (PRB, *Physical Resource Block*);
- 20 2. El rendimiento específico de datos o el tamaño de cola de memoria intermedia de datos;
3. La potencia total de salida transmitida en la célula.

Pueden aplicarse diferentes técnicas para la evaluación de la carga de tráfico dependiendo del tipo de RAT utilizada.

En realizaciones, el ratio de suscripción se utiliza para cuantificar la carga de tráfico en la célula.

Intercambio de información de carga de tráfico

25 En realizaciones, los datos de configuración para la red se almacenan en una base de datos, organizada de acuerdo con un Modelo de Objeto Gestionado (MOM, *Managed Object Model*). Las diversas entidades en la red están representadas en la base de datos como Objetos Gestionados (MO). Los datos de configuración para estas entidades se almacenan como atributos a la correspondiente clase MO. Se utilizan diferentes clases MO para los diferentes tipos de entidades o elementos de red.

30 De acuerdo con el MOM, las clases MO se definen para representar entidades de red tales como una célula o una frecuencia de portadora o más y también para representar elementos de equipamiento tal como un eNB o partes del mismo. Asociadas con aquellos, también existen clases MO que representan relaciones, por ejemplo, entre una célula y las frecuencias de portadora en el área y las células vecinas ubicadas sobre esas frecuencias de portadora.

35 La parte relevante de la base de datos se almacena en cada eNB. Esto incluye los MOs que representan las células de las que es anfitrión el eNB, donde los MOs representan relaciones de red relevantes para aquellas células, y también MOs que representan entidades de red externas, como por ejemplo MOs que caracterizan las células vecinas en otros eNBs.

40 La Figura 3 ilustra de manera esquemática un extracto de la base de datos MOM donde una primera célula (Célula 1) tiene una relación de célula con una segunda célula vecina (Célula 2). Un MO *Célula 1* en la base de datos MOM representa a la Célula 1. El MO incluye numerosos atributos para caracterizar a la célula. Algunos atributos se han indicado en la Figura 3. Unidos al MO *Célula 1* existe un conjunto de MOs *FreqRelation*, es decir, una relación o muchas relaciones, donde cada una de ellas representa una frecuencia de portadora en el área. Unido a aquéllas está el MO *CellRelation* (nulo o muchos), donde cada uno de ellos representa una relación de célula que la Célula 1 posee a esa frecuencia de portadora. El MO *CellRelation* proporciona una referencia al MO *Cell 2*, que representa a la segunda célula vecina (Célula 2). El MO *CellRelation* incluye también atributos para caracterizar una posible relación de equilibrio de carga que la Célula 1 posee con la Célula 2. El conjunto de atributos incluye atributos para

la activación y la desactivación de la relación de equilibrado de carga y atributos para caracterizar las acciones de equilibrado de carga que la Célula 1 lleva a cabo hacia la Célula 2.

5 Los MOs que representan las relaciones de célula de una célula particular con sus vecinas se establecen bien mediante configuración explícita, es decir, se introducen en la base de datos como un comando explícito por parte del operador o por las herramientas de configuración que está utilizando el operador, o bien mediante procedimientos internos para auto-organización llevados a cabo por los eNBs en la red, guiados por medidas y observaciones que reciben los eNBs de los UEs.

10 Cuando se activa una relación de equilibrado de carga, el eNB (eNB1) que es anfitrión de la Célula 1 solicita al eNB (eNB2) que es anfitrión de la Célula 2 que empiece a compartir información de carga de tráfico relativa a la Célula 2 con la Célula 1 en el eNB 1, donde se origina la relación de equilibrado de carga. El eNB 2 empieza entonces a enviar informes periódicos que incluyen el ratio de suscripción de la Célula 2 al eNB 1. La Figura 4 ilustra de manera esquemática la secuencia de señalización donde el eNB1 activa la relación de equilibrado de carga que se origina en la Célula 1 hacia la Célula 2, mediante la solicitud en S41. El eNB2 confirma la solicitud mediante una respuesta en S42.

15 La relación de equilibrado de carga puede ser unidireccional, es decir, la Célula 1 lleva a cabo el equilibrado de carga hacia la Célula 2, pero la Célula 2 no hace lo propio en la otra dirección. Sin embargo, normalmente, el equilibrado de carga es bidireccional, es decir, el eNB2 activa una relación de equilibrado de carga correspondiente que está configurado en la Célula 2 hacia la Célula 1.

20 El informe periódico transmitido desde el eNB2 hacia el eNB1 en S43 en la Figura 4 incluye el ratio de suscripción de la Célula 2. También puede incluir el valor del denominador correspondiente al cálculo del ratio de suscripción (*virtualCellCapacity*) y posiblemente otros atributos requeridos por la función de equilibrado de carga. El valor del denominador se utiliza para moderar la tasa de redistribución de UEs en la relación de célula en relación con la capacidad relativa de las dos células. Otros posibles atributos podrían, por ejemplo, reflejar la presencia de relaciones de equilibrado de carga entre la Célula 2 y otras células adicionalmente a la Célula 1, lo que podría resultar necesario para tomar en consideración en la Célula 1 cuando se modera la tasa de redistribución de UEs hacia la Célula 2.

25 Utilizando el mismo procedimiento, resulta posible para una célula establecer unas relaciones de equilibrado de carga con cualquier número de células vecinas y recibir periódicamente información sobre el valor actual del ratio de suscripción en aquéllas. Las relaciones de equilibrado de carga se establecen entre células ubicadas sobre diferentes frecuencias de portadora, o físicamente separadas de otras maneras con cobertura solapada. Tales células son por lo tanto capaces de compartir carga de tráfico en el área de solapamiento.

30 Cuando se establece una relación de equilibrado de carga, puede tratarse de dos eNBs separados que hacen de anfitriones de las dos células, tal como se describió anteriormente haciendo referencia a las Figuras 3 y 4. En este caso, la señalización requerida para activar la relación de equilibrado de carga y para enviar informes periódicos con información sobre el ratio de suscripción se lleva a cabo sobre la base de los procedimientos de señalización y de mensajes definidos en el Protocolo X2 de Aplicación, X2AP (documento 3GPP TS 36.423 V10.1.0, secciones 8.3.6, 8.3.7, 9.1.2.11-14, y, por ejemplo, 9.2.44-47). Se asume que todos los eNBs están conectados a una red 202 IP troncal tal como se muestra en la Figura 2a. La señalización X2AP se lleva a cabo a través de la red IP troncal.

35 En una realización alternativa, el X2AP MENSAJE PRIVADO se utiliza para transportar mensajes de señalización no estándar con el fin de llevar a cabo procedimientos de señalización no estándar. El procedimiento de señalización mostrado en la Figura 4 está utilizando mensajes S41, S42 y S43 de señalización no estándar. Sin embargo, existen procedimientos similares en X2AP utilizando mensajes definidos estándar.

40 Los mensajes de señalización no estándar permiten que el contenido del mensaje esté adaptado de manera más específica a una función de equilibrado de carga específica de una compañía u operador particular. Los mensajes de señalización no estándar, por otro lado, restringen la interoperabilidad entre eNBs de diferentes fabricantes.

45 En caso de que el mismo eNB sea anfitrión de las dos células implicadas en la relación de equilibrado de carga, la activación de la relación de equilibrado de carga y los informes periódicos pueden ser señalizados en la interfaz X2 esencialmente de la misma manera como si dos eNBs separados fuesen anfitriones de las dos células. Por lo tanto, en este caso, el mismo eNB está actuando tanto sobre la fuente como sobre el destino en los procedimientos de señalización X2. Por lo demás, los procedimientos son idénticos. En una realización alternativa, estas transacciones se llevan a cabo a través de transferencias de datos internas en el seno del eNB, sin implicar a la interfaz X2 y a los procedimientos de señalización asociados.

Redistribución de UEs entre células con relación de equilibrado de carga

50 Cuando una primera célula en una red que utiliza las presentes técnicas tiene una relación de equilibrado de carga activa con una segunda célula vecina, el eNB que es anfitrión de la primera célula calcula el ratio de suscripción de la primera célula (sR_1). El cálculo se vuelve a evaluar de manera periódica. El eNB también posee información sobre la capacidad virtual actual de célula de la primera célula y sobre posibles factores de escala. El eNB que es anfitrión

de la primera célula también recibe informes periódicos desde el eNB que es anfitrión de la segunda célula. Estos informes contienen el ratio de suscripción de la segunda célula (sR_2). También contienen información sobre la capacidad virtual actual de célula de la segunda célula y sobre posibles factores de escala.

5 Sobre la base de esta información, si el valor de sR_1 es mayor que el valor de sR_2 , resulta posible realizar una selección de UEs para transferirlos desde la primera célula hasta la segunda célula con el fin de nivelar la diferencia de carga entre estas dos células. Los UEs deberían entonces seleccionarse esencialmente sobre la base del coste de suscripción, cumpliendo la ecuación:

$$\sum_{\text{selección UE}} \text{bearerSubscrCost} = (sR_1 - sR_2) \cdot \frac{vC_1 \cdot vC_2}{vC_1 + vC_2} \quad [3]$$

donde vC_1 y vC_2 son la capacidad virtual de la primera célula y de la segunda célula, respectivamente.

10 El criterio de selección es válido aquí para la primera realización del ratio de suscripción descrito anteriormente de acuerdo con la ecuación [1], con todos los portadores EPS de los UEs incluidos en el numerador. El criterio puede utilizarse también para la segunda realización del ratio de suscripción descrito anteriormente de acuerdo con la ecuación [2], incluyendo sólo los portadores EPS no-GBR en el numerador. Sin embargo, el resultado será entonces menos exacto. En cualquiera de los casos, tanto los portadores EPS GBR como no-GBR de los UEs están incluidos en el sumatorio "selección UE".

15 Con este tipo de selección de UE, puede conseguirse una regulación "sin fluctuaciones". Si esta es la única movilidad de UEs hacia adentro y hacia afuera de las dos células y se lleva a cabo la transferencia en la selección de UE completa, esto debería conducir a una equalización completa de la carga de tráfico en las dos células. Éste tipo de regulación "sin fluctuaciones" puede resultar posible si estas dos células fuesen las únicas células implicadas en el proceso de equilibrado de carga. Sin embargo, en el caso general, las dos células poseen ambas un número de otras relaciones de equilibrado de carga a considerar.

20 Por esta razón, algunas realizaciones de las técnicas descritas ahora utilizan una serie de pasos de redistribución, donde se redistribuyen porciones más pequeñas de UEs. Tales selecciones de UE más pequeñas utilizadas para la redistribución podrían determinarse sobre la base de un escalado hacia abajo del criterio de selección anterior. Con una serie de redistribuciones más pequeñas, y con una reevaluación del criterio en cada paso, el proceso de equilibrado de carga alcanzaría finalmente un estado equilibrado, en el que los ratios de suscripción serían esencialmente iguales.

25 Si la cobertura de las células no es la misma, y la primera célula no está cubierta enteramente en la segunda célula, el proceso de selección de UE podría necesitar la inclusión de medidas que lleva a cabo el UE en la segunda célula. Esto resulta necesario para garantizar que los UEs seleccionados tienen suficiente cobertura en la célula objetivo.

30 La redistribución se lleva a cabo mediante los procedimientos de movilidad usuales utilizados en el estado RRC conectado. El procedimiento RRC Connection Reconfiguration con *mobilityControlInfo* es la opción principal para llevar a cabo una transferencia inter-frecuencia del UE, desde una célula de la red E-UTRAN hasta otra célula en una frecuencia diferente. Si la célula objetivo pertenece a una RAT diferente, el procedimiento de movilidad de la red E-UTRAN es la opción principal. De manera alternativa, puede utilizarse el procedimiento RRC Connection Release con *idleModeMobilityControlInfo*. En este caso, el UE es liberado al estado de reposo y debe reestablecer la conexión RRC en la célula objetivo si necesita continuar la conexión.

35 La aplicación de relaciones de equilibrado de carga, y el intercambio de información de carga de tráfico entre entidades de red, es decir, eNBs y células, junto con una relación de equilibrado de carga activa, es flexible. En una red multi-portadora, con un despliegue heterogéneo de células sobre las diferentes portadoras, cada célula puede tener un gran número de relaciones de equilibrado de carga activas con células sobre frecuencias de portadora alternativas donde exista una cobertura común. En particular, una célula extensa sobre una frecuencia de portadora puede tener múltiples relaciones de equilibrado de carga con células sobre frecuencias de portadora alternativas, células que no tienen necesariamente solapamiento mutuo. Mediante la derivación de usuarios utilizando la célula mayor, la flexibilidad de las técnicas inventivas descritas en la presente memoria ofrece maneras para llevar a cabo un cierto grado de compartición de carga también entre células que no poseen cobertura solapada.

40 Los procedimientos de movilidad se utilizan para modificar la distribución de UEs de una manera controlada. Los UEs individuales se seleccionan y se redistribuyen cuando se necesita con el fin de equilibrar la carga de tráfico. Con el fin de tener un efecto sostenido en la distribución de UEs también cuando los UEs son liberados a estado de reposo, se requieren medidas en estado de reposo para evitar que los UEs reselectionen de nuevo la célula original y la frecuencia de portadora original.

Conservación de la distribución de UEs en estado de reposo

La conservación de la distribución de UEs en estado de reposo garantiza que el efecto de la redistribución de UEs

conseguida en estado conectado se mantiene cuando los UEs son liberados a estado de reposo. El objetivo es permitir a los UEs llevar a cabo reelección de célula intra-frecuencia, con el fin de situarse en la mejor célula en la frecuencia actual, y al mismo tiempo evitar que los UEs lleven a cabo reelección de célula inter-frecuencia, a no ser que la recepción de la frecuencia actual sea insuficiente debido a una mala cobertura.

5 Un sistema que implementa las presentes técnicas utiliza las así denominadas prioridades absolutas de reelección de célula definidas para las diferentes frecuencias de portadora de la red E-UTRAN para la conservación de la distribución del estado de reposo. En lugar de utilizar una clasificación de prioridad estricta de las frecuencias, la información del sistema transmitida en cada célula promueve la prioridad absoluta de reelección de célula de la propia frecuencia, de tal manera que es estrictamente mayor que la prioridad absoluta indicada para la prioridad absoluta indicada para las frecuencias de portadora alternativas. De este modo, el UE siempre percibe una reelección de célula inter-frecuencia o inter-RAT como una reelección hacia una frecuencia o RAT de una prioridad inferior, independientemente de cuál es la frecuencia en la que está actualmente situado el UE.

10 Se permite al UE llevar a cabo la reelección de célula hacia una frecuencia de prioridad inferior sólo si el criterio de selección de célula de la célula que da servicio cae por debajo de un cierto umbral, es decir, cuando la calidad de recepción de la frecuencia actual deja de ser lo suficientemente buena. El parámetro *threshServingLow* en la información de sistema se utiliza para fijar un umbral a este respecto para el criterio de selección de célula en la célula que da servicio.

15 El concepto básico puede ilustrarse con un ejemplo simple, basado en tres frecuencias A, B y C de portadora de red E-UTRAN. Las prioridades de reelección de célula para estas frecuencias, dadas en una escala de 0 a 7, tal como se indica en la información de sistema de las células ubicadas en las diferentes frecuencias de portadora, se ofrecen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Ejemplos de prioridades de reelección de célula emitidas en la información de sistema

Prioridad de reelección de célula indicada...	... a la frecuencia A	... a la frecuencia B	... a la frecuencia C
... en una célula con frecuencia A	6	4	3
... en una célula con frecuencia B	3	6	4
... en una célula con frecuencia C	3	4	6

25 Tal como se ilustra en este ejemplo, cuando el UE se sitúa en una célula con una de estas frecuencias A-C, la prioridad de reelección de célula indicada de la frecuencia actual siempre es mayor que la prioridad de reelección de célula indicada para cualquiera de las frecuentes alternativas.

30 Por ejemplo, un UE situado en la frecuencia B lee la información de sistema y percibe una prioridad de reelección de célula de frecuencia B igual a 6, una prioridad de reelección de célula de frecuencia C igual a 4, y una prioridad de reelección de célula de frecuencia A igual a 3. Mientras el criterio de selección de célula esté por encima del umbral fijado por el parámetro *threshServingLow*, indicando que la calidad de recepción de la frecuencia B es lo suficientemente buena, el UE permanece en la frecuencia B. Más aún, el UE está restringido a reelección de célula intra-frecuencia para gestionar la itinerancia. Solamente cuando el criterio de selección de célula cae por debajo del umbral, típicamente debido a una mala cobertura, el UE puede llevar a cabo reelección de célula inter-frecuencia a la frecuencia C o a la frecuencia A.

35 De la misma manera, los UEs situados en la frecuencia A o en la frecuencia C leen la información de sistema en dichas frecuencias y perciben una prioridad del reelección de célula de la propia frecuencia mayor que la prioridad de reelección de célula de las frecuencias alternativas. La Figura 2b ilustra una movilidad de UE normal (ver flechas dentro de las células) en una red multi-portadora configurada de acuerdo con la tabla anterior. Los UEs llevan a cabo reelección de célula intra-frecuencia sin restricción, mientras permanezcan con cobertura de la frecuencia actual.

40 La Figura 2c ilustra las reelecciones de célula inter-frecuencia relacionadas con mala cobertura que ocurren cuando la cobertura deja de ser lo suficientemente buena, es decir, cuando la potencia de señal medida (RSRP), o la calidad de señal (RSRQ), caen por debajo del umbral fijado por el parámetro *threshServingLow*.

45 Cuando existe mala cobertura, el UE lleva a cabo reelección de célula inter-frecuencia a una frecuencia de portadora alternativa, sobre la base de las prioridades de reelección de célula que ha recibido para dichas frecuencias de portadora, y también parámetros que especifican las calidades de recepción mínimas para dichas frecuencias.

50 De esta manera, se consigue una estabilidad inherente en la distribución de UEs entre las frecuencias. Los UEs tienden a permanecer en las frecuencias en las que están situados. La reelección de célula entre las células en la misma frecuencia se lleva a cabo con normalidad. El desequilibrio de carga de tráfico que puede ocurrir es corregido mediante la redistribución de UEs en estado conectado, tal como se muestra en la Figura 2d y tal como se describe en la anterior sección titulada "Redistribución de UEs entre células con relación de equilibrado de carga".

El proceso está gobernado por parámetros que recibe de la red el UE a través de la información de sistema, como parte del protocolo RRC especificado en el. Los mensajes de Información de Sistema se reciben en el Canal de Control de Difusión (BCCH, *Broadcast Control Channel*) presente en cada célula. Estos mensajes contienen Bloques de Información de Sistema (SIB, *System Information Blocks*) de diferentes tipos con la información de sistema concreta para el UE (documento 3GPP TS 36.331 V10.1.0 sección 6.3.1).

En el *SystemInformationBlockType3* (SIB3), el eNB transmite el campo de información *cellReselectionServingFreqInfo* a los UEs situados en la célula, descrita como sigue:

```

cellReselectionServingFreqInfo SEQUENCE {
    s-NonIntraSearch ReselectionThreshold OPTIONAL,
    threshServingLow ReselectionThreshold,
    cellReselectionPriority CellReselectionPriority
}

```

Los parámetros *s-NonIntraSearch* y *threshServingLow* se utilizan para garantizar que el UE puede reaseleccionar otra frecuencia de portadora si la recepción de la frecuencia que da servicio, es decir, la frecuencia de portadora que da servicio a la célula actual, no es lo suficientemente buena. El parámetro *cellReselectionPriority* se utiliza para indicar la prioridad de reelección de célula de la frecuencia que da servicio.

En el *SystemInformationBlockType5* (SIB5), el eNB transmite el campo de información *cellReselectionServingFreqInfo* a los UEs situados en la célula:

```

InterFreqCarrierFreqInfo ::= SEQUENCE {
    dl-CarrierFreq ARFCN-ValueEUTRA,
    q-RxLevMin Q-RxLevMin,
    p-Max P-Max OPTIONAL,
    t-ReselectionEUTRA T-Reselection,
    t-ReselectionEUTRA-SF SpeedStateScaleFactors OPTIONAL,
    threshX-High ReselectionThreshold,
    threshX-Low ReselectionThreshold,
    allowedMeasBandwidth AllowedMeasBandwidth,
    presenceAntennaPort1 PresenceAntennaPort1,
    cellReselectionPriority CellReselectionPriority OPTIONAL,
    neighCellConfig NeighCellConfig,
    q-OffsetFreq Q-OffsetRange DEFAULT dB0,
    interFreqNeighCellList InterFreqNeighCellList OPTIONAL,
    interFreqBlackCellList InterFreqBlackCellList OPTIONAL,
}

```

En SIB5, el parámetro *dl-CarrierFreq* se utiliza para indicar un número de canal, es decir, el Número de Canal de Radiofrecuencia Absoluto (ARFCN, *Absolute Radio Frequency Channel Number*) de una frecuencia de portadora alternativa vecina. El parámetro *cellReselectionPriority* se utiliza para indicar la prioridad de reelección de célula de la frecuencia vecina.

De manera similar, en SIB6, SIB7 y SIB8, el eNB puede transmitir campos de información que contienen información acerca de las frecuencias de portadora vecinas y de las prioridades de reelección de células correspondientes en posibles redes de telefonía móvil UTRAN (WCDMA), GSM y/o CDMA2000 en el área.

El UE en estado de reposo utiliza esta información en el proceso de reelección de célula. En general, si el UE detecta una frecuencia de portadora (E-UTRAN, UTRAN, GSM o CDMA2000) de prioridad mayor que la de la frecuencia que da servicio, y esa frecuencia de portadora satisface ciertos criterios de recepción, tales como que el

criterio de selección de célula supera el valor del parámetro *threshX-High*, el UE reselectiona una célula en esa frecuencia de portadora.

Si el UE detecta una frecuencia de portadora de prioridad igual a la de la frecuencia que da servicio, el UE reselectiona una célula en la frecuencia de portadora con el nivel de señal mejor, por ejemplo, más fuerte.

5 Si el UE detecta una frecuencia de portadora vecina de prioridad inferior a la de la frecuencia que da servicio, se lleva a cabo una reselection de una célula en una frecuencia de portadora de prioridad menor si el criterio de selección de célula de la frecuencia que da servicio está por debajo del umbral determinado por el parámetro *threshServingLow* en SIB3, la frecuencia de portadora vecina satisface ciertos criterios de recepción, tales como un criterio de selección de célula por encima del valor del parámetro *threshX-Low*, y no existen alternativas mejores.

10 Un aspecto de las técnicas descritas en la presente memoria es que el eNB, en cada célula, indica una prioridad de reselection de célula de la frecuencia de portadora que da servicio en SIB3 que es estrictamente mayor que las prioridades de reselection de célula de cualquier frecuencia de portadora vecina indicada en SIB5, SIB6, SIB7 y/o SIB8. Cualquier frecuencia de portadora alternativa en la red E-UTRAN u otra RAT es tratada de este modo como una frecuencia de portadora de prioridad inferior, lo que evita la reselection de una célula en dichas frecuencias mientras la recepción de la frecuencia que da servicio sea lo suficientemente buena, es decir, cuando es mejor de lo que indica el parámetro umbral *threshServingLow* en SIB3.

Este aspecto estabiliza la distribución de UEs entre frecuencias de portadora alternativas cuando los UEs están en estado de reposo. Los UEs reselectionan entre frecuencias vecinas sólo cuando resulta necesario, con el fin de gestionar situaciones de mala cobertura.

20 **Métodos y nodos**

Por consiguiente, realizaciones de las técnicas inventivas descritas en la presente memoria incluyen:

1. Redes, que consisten en equipos de eNB en redes E-UTRAN, RBS, RNC o equipos equivalentes en otras RATs configurados para restringir la reselection de célula fundamentalmente a una reselection de célula intra-frecuencia; y

25 2. Métodos que conservan la distribución de UEs en estado de reposo basados en dichas configuraciones.

Los UEs llevan a cabo reselection de célula de acuerdo con los requerimientos de los estándares 3GPP y no están, en este sentido, afectados directamente por las técnicas descritas en la presente memoria.

30 La Figura 5a es un diagrama de flujo que ilustra una primera realización de un método en un nodo de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, para restringir la reselection de célula de un UE a reselection de célula intra-frecuencia. El nodo de red de radio es anfitrión de una primera célula que opera sobre una primera frecuencia de portadora y a una segunda célula que se solapa con la primera célula y que opera sobre una segunda frecuencia de portadora. Sin embargo, células adicionales que se solapan operando en otras frecuencias de portadora también pueden ser hospedadas por el nodo de red de radio.

35 En realizaciones, el nodo de red de radio es una estación de base para redes móviles. En los ejemplos descritos anteriormente, el nodo de red de radio es un eNB en una red E-UTRAN. Sin embargo, el nodo de red de radio puede ser alternativamente un nodo de control de radio, tal como el RNC de una red UTRAN o el BSC de una red GSM. El método comprende:

40 - 510: Emitir información que comprende una prioridad de reselection de célula para cada una de las frecuencias de portadora primera y segunda en la primera célula. La prioridad de reselection de célula de la primera frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reselection de célula de la segunda frecuencia de portadora.

45 - 520: Emitir información que comprende una prioridad de reselection de célula para cada una de las frecuencias de portadora primera y segunda en la segunda célula. La prioridad de reselection de célula en la segunda frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reselection de célula de la primera frecuencia de portadora.

De este modo, un UE situado en la primera célula o en la segunda célula llevará a cabo fundamentalmente una reselection de célula intra-frecuencia sobre la base de la información emitida.

50 En una realización, la información emitida en la primera célula comprende adicionalmente un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y/o un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora. De manera similar, la información emitida en la segunda célula puede comprender adicionalmente un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y/o un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora. Tal como se explicó anteriormente, los diferentes umbrales se utilizan para confirmar que la reselection de célula intra-frecuencia no conduce, por ejemplo, a una calidad de recepción demasiado pobre. Por ejemplo, se

permite al UE llevar a cabo una reelección de célula hacia una frecuencia con una prioridad menor si el criterio de selección de célula de la célula que da servicio cae por debajo de un umbral, es decir, cuando la calidad de recepción de la frecuencia actual deja de ser suficiente.

5 La Figura 5b es un diagrama de flujo que ilustra una segunda realización del método en el nodo de red de radio. El método comprende además de los pasos 510 y 520 de emisión de prioridades de reelección de célula a UEs en estado de reposo el paso siguiente:

- 500: Aplicar transferencia y/o redirección inter-frecuencia de equilibrado de carga para conseguir una distribución equilibrada de equipos de usuario en estado conectado en la primera célula y en la segunda célula.

10 El equilibrado de carga conseguido mediante el control de la transferencia y/o redirección de UEs en estado conectado ha sido explicado anteriormente de manera concienzuda. La Figura 7 y la descripción correspondiente mostrada a continuación detalla de manera adicional el procedimiento de equilibrado de carga utilizado.

15 Una realización de un nodo 600 de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, adaptado para restringir la reelección de célula de un UE a reelección de célula intra-frecuencia, se ilustra de manera esquemática en el diagrama de bloques de la Figura 6. En una realización, el nodo de red de radio es una estación 101, 600 de base para redes móviles tal como un eNB en una red E-UTRAN. El nodo 600 de red de radio está adaptado para ser anfitrión de una primera célula que opera sobre una primera frecuencia de portadora y de una segunda célula que se solapa con la primera célula y que opera en una segunda frecuencia de portadora. El nodo de red de radio comprende un primer transmisor 601 adaptado para emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula para cada una de las portadoras de frecuencia primera y segunda en la primera célula. La prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora. El nodo de red de radio también comprende un segundo transmisor 602 adaptado para emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula para cada una de las frecuencias de portadora primera y segunda en la segunda célula. En este caso, la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora. Por lo tanto, un UE situado en la primera célula o en la segunda célula llevará a cabo fundamentalmente la selección de célula intra-frecuencia sobre la base de la información emitida. El primer transmisor 601 y el segundo transmisor 602 pueden estar conectados a través de un puerto de antena a la misma antena 608 de transmisión o a diferentes antenas 608 de transmisión.

30 En realizaciones, el primer transmisor 601 está adaptado para emitir información en la primera célula que comprende adicionalmente un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y/o un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora. El segundo transmisor 602 puede estar adaptado para emitir información en la segunda célula que comprende adicionalmente un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y/o un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora.

40 De manera alternativa, el nodo de red de radio es un nodo 106, 600 de control de radio que controla típicamente el funcionamiento de estaciones 103 de base para redes móviles plurales, tales como el RNC de una red UTRAN o el BSC de una red GSM. En esta realización alternativa, el nodo 106, 600 de control de radio comprende el primer transmisor 601 y el segundo transmisor 602 que están conectados a una estación 101 de base para redes móviles. El nodo 106, 600 de control de radio está adaptado para emitir información que comprende parámetros de reelección de célula a través del primer transmisor 601 y el segundo transmisor 602, y a través de una estación 101 de base para redes móviles en una primera célula y una segunda célula hospedadas por la estación de base para redes móviles.

45 En una realización que corresponde a la segunda realización descrita anteriormente haciendo referencia a la Figura 5b, el nodo de red de radio comprende adicionalmente un circuito 603 de procesamiento adaptado para aplicar transferencia y/o redirección inter-frecuencia de equilibrado de carga para conseguir una distribución equilibrada de equipos de usuario en estado conectado en la primera célula y en la segunda célula.

50 En una manera alternativa de describir la realización en la Figura 6, el nodo 600 de red de radio comprende una Unidad Central de Procesamiento (CPU, *Central Processing Unit*) que puede ser una única unidad o una pluralidad de unidades. Más aún, el nodo 600 de red de radio comprende al menos un Producto de Programa de Ordenador (CPP, *Computer Program Product*) en la forma de una memoria no volátil, como por ejemplo una Memoria de Sólo Lectura Programable con Borrado Eléctrico (EEPROM, *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), una memoria flash o una unidad de disco. El CPP comprende un programa de ordenador, que comprende medios de código que cuando son ejecutados en el nodo 600 de red de radio provocan que la CPU lleve a cabo pasos del procedimiento descrito anteriormente conjuntamente con la Figura 5b. En otras palabras, cuando los mencionados medios de código se ejecutan en la CPU, se corresponden con el circuito 603 de procesamiento de la Figura 6. El circuito 603 de procesamiento y los transmisores 601, 602, descritos anteriormente haciendo referencia a la Figura 6, pueden ser unidades lógicas, unidades físicamente separadas o una combinación tanto de unidades lógicas como de unidades físicas.

Una realización de un método para un eNB, denominado eNB_1 en el ejemplo, se ilustra en la Figura 7. En un primer paso, 71, el eNB_1 evalúa la carga de tráfico en una célula o más de una de la que es anfitrión. La evaluación implica el cálculo del valor del ratio de suscripción. En caso de que las células de las que es anfitrión el eNB_1 tengan alguna relación de célula vecina con una célula o más de una de la(s) que es anfitrión otro eNB, eNB_2, y de que estén desplegadas sobre una frecuencia de portadora diferente de la frecuencia o las frecuencias de las células de la(s) que es anfitrión el eNB_1, se intercambia información de carga de tráfico relacionado con las células entre el eNB_1 y el eNB_2 en el siguiente paso, 72.

En el siguiente paso, 73, el eNB_1 controla la movilidad de UEs el estado conectado cuyo servicio esté proporcionado por cualquiera de las células de las que es anfitrión el eNB_1 con el fin de adaptarse para equilibrar la carga de tráfico en las células, de tal manera que algunos UEs preferirán una célula con una carga menor. Por lo tanto, la carga de tráfico estará distribuida de una manera más uniforme entre células en las diferentes capas de frecuencia. En el último paso, 74, el eNB_1 proporciona información sobre prioridades de reelección de célula a los UEs en estado de reposo situados en cualquiera de las células de las que es anfitrión. Las prioridades de reelección de célula indican una prioridad mayor para la célula en la que está situado el UE comparado con células vecinas en otras frecuencias de portadora. El propósito es mantener el equilibrado de carga que se consigue cuando el UE estaba en estado activo, y permitir al UE llevar a cabo la reelección de célula a otra frecuencia de portadora sólo cuando la célula en la que está situado el UE proporciona mala cobertura. El paso 74 corresponde por lo tanto a los pasos descritos haciendo referencia a las Figuras 5a-b anteriores.

En el caso en el que el eNB_1 es anfitrión de células en todas las frecuencias de portadora disponibles, o bien si no existen células vecinas en una frecuencia de portadora diferente a la de las células de las que es anfitrión el eNB_1, entonces no se necesita el intercambio de información de carga de tráfico entre los dos eNBs. El paso 72 se muestra con líneas discontinuas para indicar que no resulta necesario para llevar a cabo el equilibrado de carga del presente método en todas las situaciones.

La Figura 8 representa un eNB que ha sido adaptado para llevar a cabo el método de la Figura 7. El eNB comprende un Equipo 802 de Radio (RE, *Radio Equipment*), y un Controlador 801 de Equipo de Radio (REC, *Radio Equipment Controller*), que están conectados a través de una interfaz CPRI estandarizada. El RE comprende las partes de radio, y el REC comprende la banda base y las funciones de control que corresponden a una construcción convencional de una estación de base para redes móviles. Esta es una arquitectura común de los eNBs, aunque sin embargo también son factibles otras arquitecturas alternativas que pueden estar adaptadas para llevar a cabo el método de la Figura 7. El REC está construido mediante circuitos de procesamiento plurales y circuitos de memoria plurales que están controlados mediante software. La capacidad de procesamiento está construida convencionalmente para poder ser asignada de manera flexible para gestionar diferentes tipos de procesamiento. Los procesos gestionados por el REC están divididos entre un plano de usuario y un plano de control. Las partes adaptadas para llevar a cabo el método de la Figura 7 están relacionadas con las funciones del plano de control, e implican:

- Procesadores y software asignados a una interfaz 803 X2, para comunicación con otro eNB;
- Una interfaz 804 para comunicar carga de célula y datos de configuración con una base de datos externa y/o con un sistema O&M típicamente a través de una red IP o a través de otro tipo de conexión;
- Unidades 805 de control cuyos procesadores están controlados mediante software para evaluar la carga de tráfico, para proporcionar información de carga de tráfico a otros eNBs a través de la interfaz X2 y para controlar la movilidad de UEs en estado activo con el fin de dispersar la distribución de carga de tráfico entre las diferentes capas de frecuencia. La unidad 805 de control también está configurada para proporcionar a los UEs en estado de reposo prioridades de reelección de célula, típicamente mediante la emisión de información de sistema a través del CIPRI y del RE, 802.

En la Figura 8, se asume que el RE y el REC en combinación gestionan una célula cada uno. Cuando el eNB es anfitrión de células plurales, se asigna un conjunto de RE, 802, y de REC, 801, para soportar una célula respectiva. En la Figura 8, las unidades de control, 805, tienen una conexión para intercambiar información de carga entre el REC, 801, que gestiona diferentes células. De manera alternativa, un REC en el eNB está adaptado para ser anfitrión de una comunicación en células plurales a través de un RE respectivo para cada una de las células.

Las realizaciones mencionadas y descritas anteriormente sólo se muestran como ejemplos y no deberían ser limitantes. Pueden resultar posibles otras soluciones, usos, propósitos y funciones en el seno del alcance de las reivindicaciones de patente anexas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método en un nodo de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, para restringir la reelección de célula de un equipo de usuario a reelección de célula intra-frecuencia, en el que el nodo de red de radio es anfitrión de una primera célula que opera sobre una primera frecuencia de portadora y una segunda célula que se solapa con la primera célula y opera sobre una segunda frecuencia de portadora, donde el método comprende:
- Emitir (501) información que comprende una prioridad de reelección de célula para cada una de las frecuencias de portadora primera y segunda en la primera célula, donde la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora, y
 - Emitir (502) información que comprende una prioridad de reelección de célula para cada una de las frecuencias de portadora primera y segunda en la segunda célula, donde la prioridad de reelección de célula en la segunda frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora,
- de tal manera que al menos un equipo de usuario situado en la primera célula o en la segunda célula llevará a cabo fundamentalmente reelección de célula intra-frecuencia sobre la base de la información emitida.
- 2.- El método según la reivindicación 1, en el que la información emitida en la primera célula comprende adicionalmente al menos un umbral de entre un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora.
- 3.- El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la información emitida en la segunda célula comprende adicionalmente al menos un umbral de entre un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y un umbral que indica una calidad recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora.
- 4.- El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente aplicar (503) transferencia y/o redirección inter-frecuencia de equilibrado de carga para conseguir una distribución equilibrada de equipos de usuario en estado conectado en la primera célula y en la segunda célula.
- 5.- El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el nodo (600) de red de radio es una estación de base para redes móviles.
- 6.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el nodo (600) de red de radio es un nodo de control de radio.
- 7.- Un nodo (600) de red de radio de un sistema de comunicaciones por radio que opera sobre múltiples frecuencias de portadora, adaptado para restringir la reelección de célula de un equipo de usuario a reelección de célula intra-frecuencia, en el que el nodo de red de radio está adaptado para ser anfitrión de una primera célula que opera sobre una primera frecuencia de portadora y una segunda célula que se solapa con la primera célula y que opera sobre una segunda frecuencia de portadora, donde el nodo de red de radio comprende:
- Un primer transmisor (601) adaptado para emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula para cada una de las portadoras de frecuencia primera y segunda en la primera célula, donde la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora, y
 - Un segundo transmisor (602) adaptado para emitir información que comprende una prioridad de reelección de célula para cada una de las frecuencias de portadora primera y segunda en la segunda célula, donde la prioridad de reelección de célula de la segunda frecuencia de portadora está configurada para tener un valor mayor que la prioridad de reelección de célula de la primera frecuencia de portadora,
- de tal manera que al menos un equipo de usuario situado en la primera célula o en la segunda célula llevará a cabo fundamentalmente reelección de célula intra-frecuencia sobre la base de la información emitida.
- 8.- El nodo de red de radio según la reivindicación 7, en el que el primer transmisor (601) está adaptado para emitir información en la primera célula que comprende adicionalmente al menos un umbral de entre un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora.
- 9.- El nodo de red de radio según cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en el que el segundo transmisor (602) está adaptado para emitir información en la segunda célula que comprende adicionalmente al menos un umbral de entre un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la primera frecuencia de portadora, y un umbral que indica una calidad de recepción mínima para la segunda frecuencia de portadora.

10.- El nodo de red de radio según cualquiera de las reivindicaciones 7-9, que comprende adicionalmente un circuito (603) de procesamiento adaptado para aplicar transferencia y/o redirección inter-frecuencia de equilibrado de carga para conseguir una distribución equilibrada de equipos de usuario en estado conectado en la primera célula y en la segunda célula

5 11.- El nodo de red de radio según cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en el que el nodo (600) de red de radio es una estación de base para redes móviles.

12.- El nodo de red de radio según cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en el que el nodo (600) de red de radio es un nodo de control de radio.

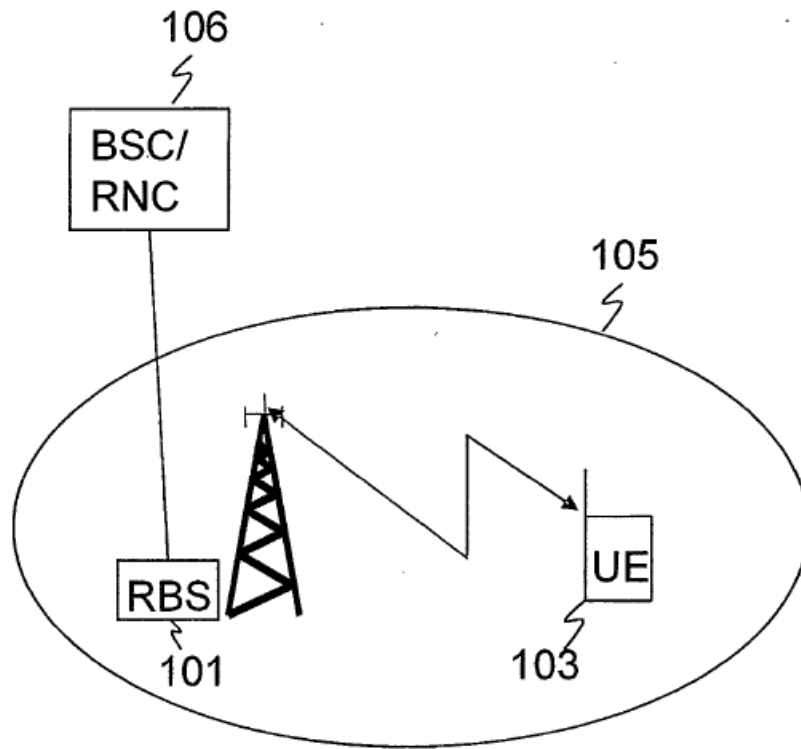


Fig. 1a

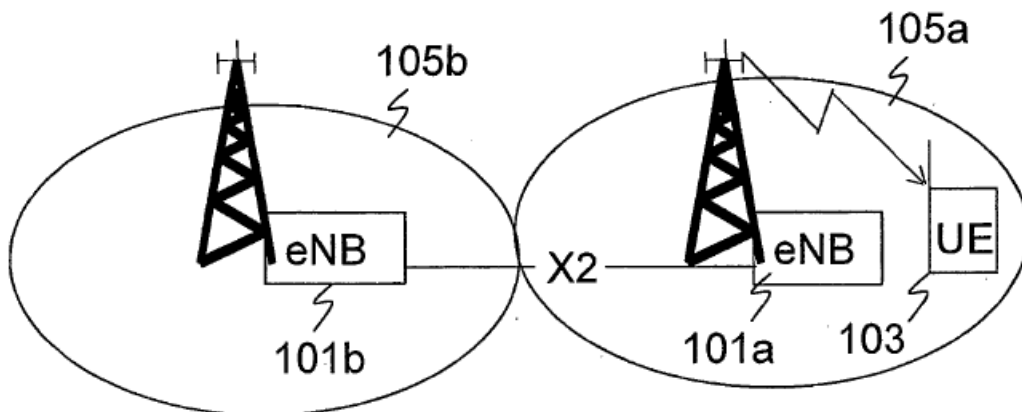


Fig. 1b

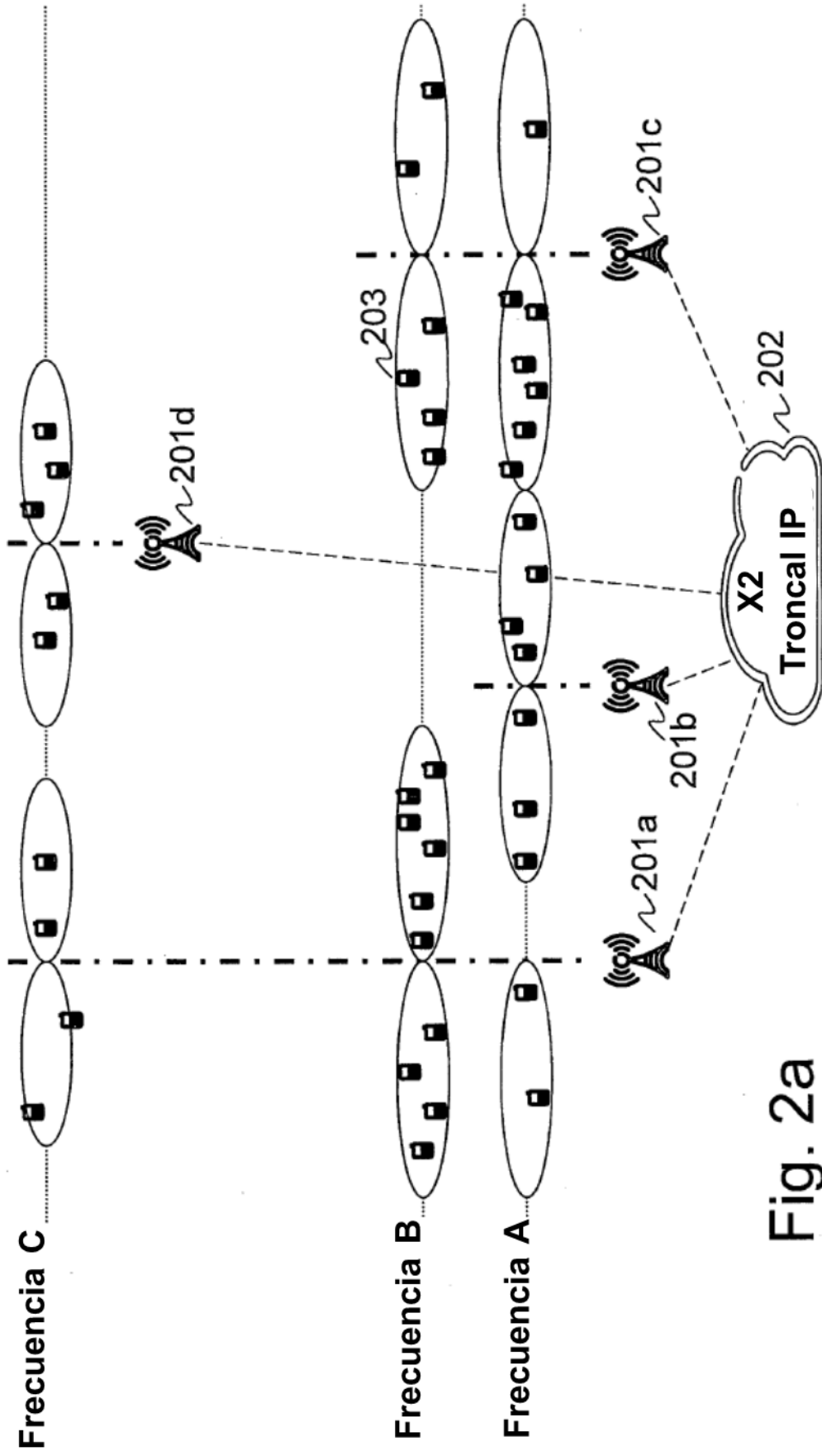


Fig. 2a

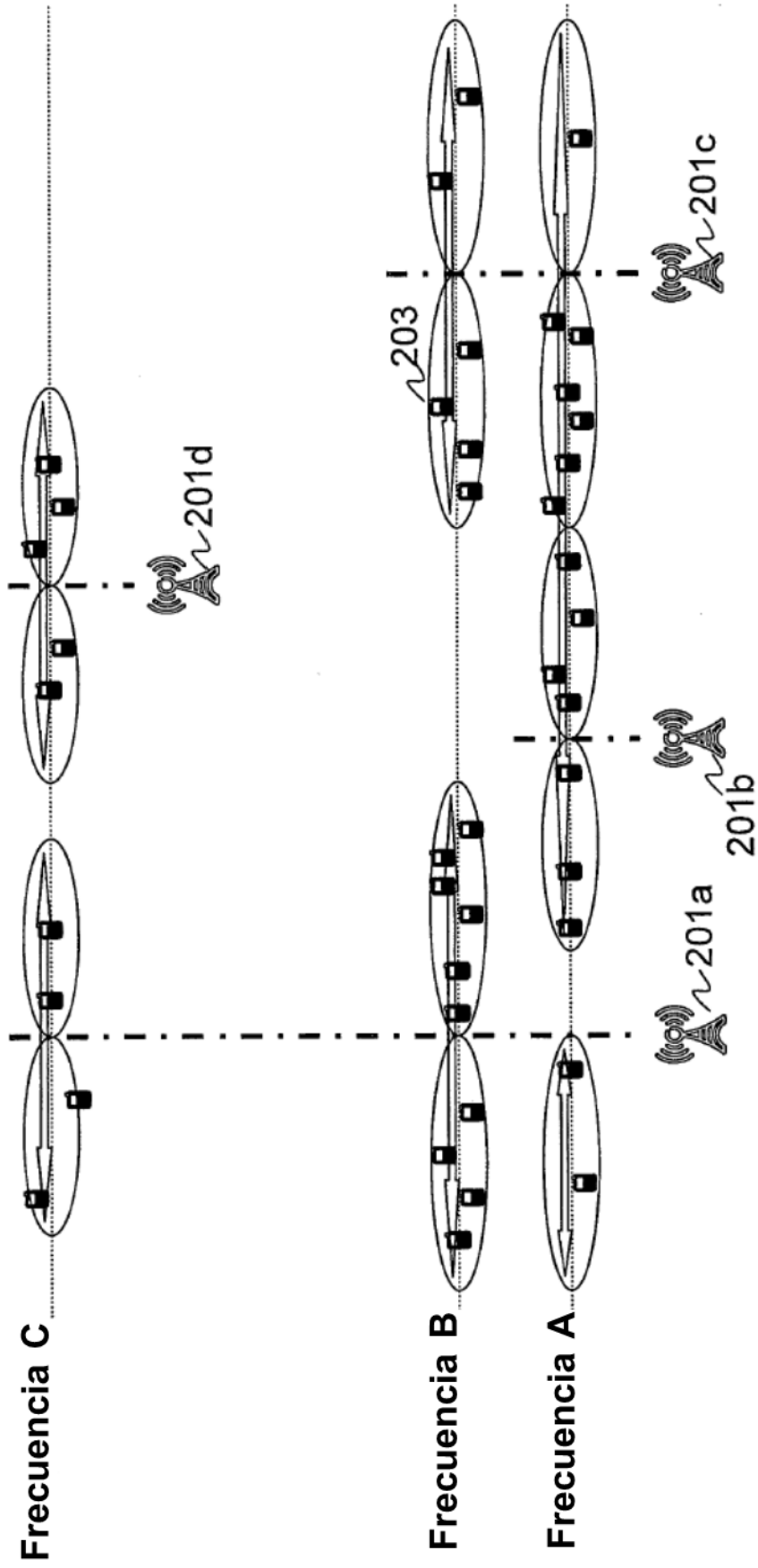


Fig. 2b

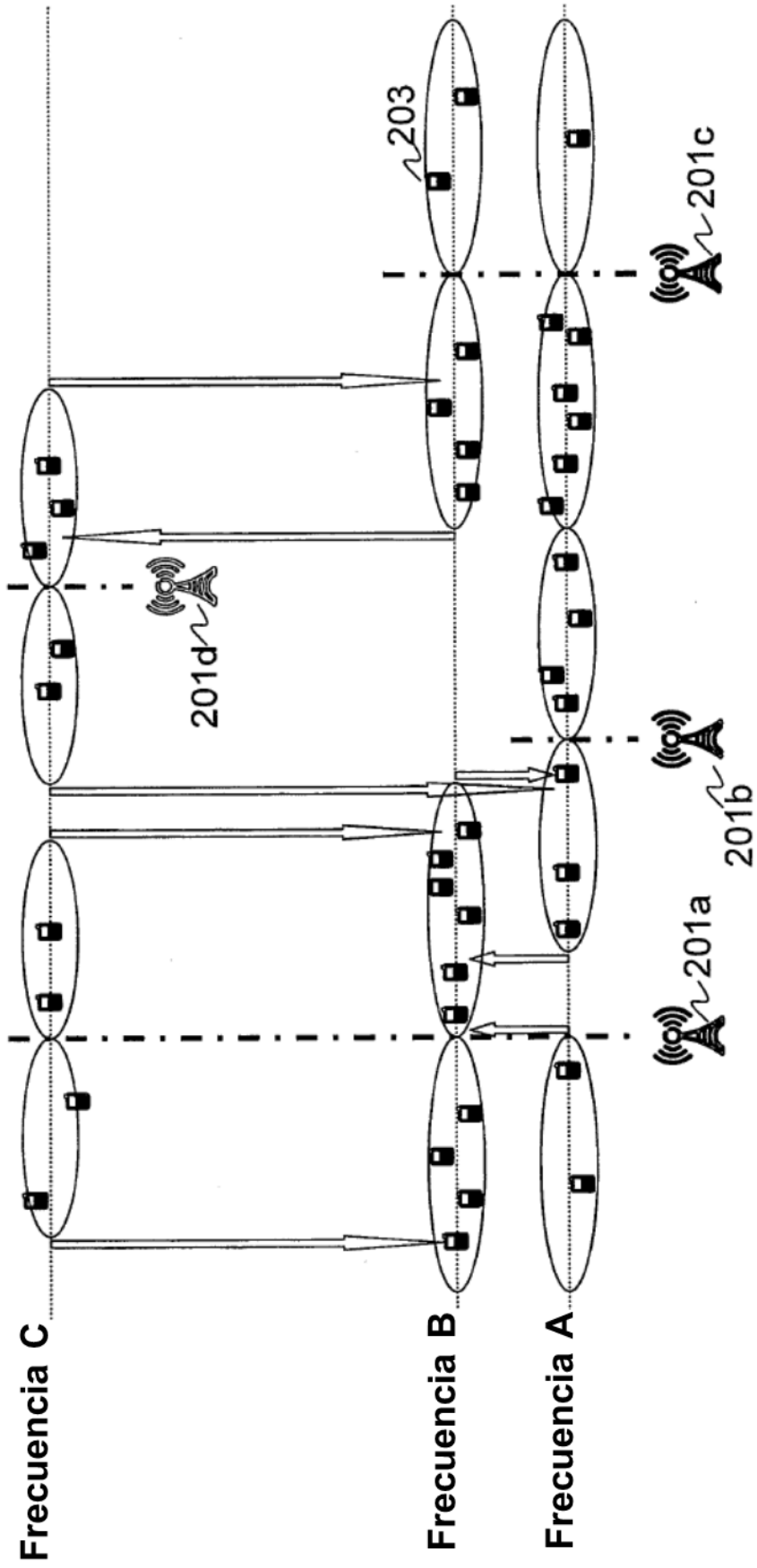


Fig. 2c

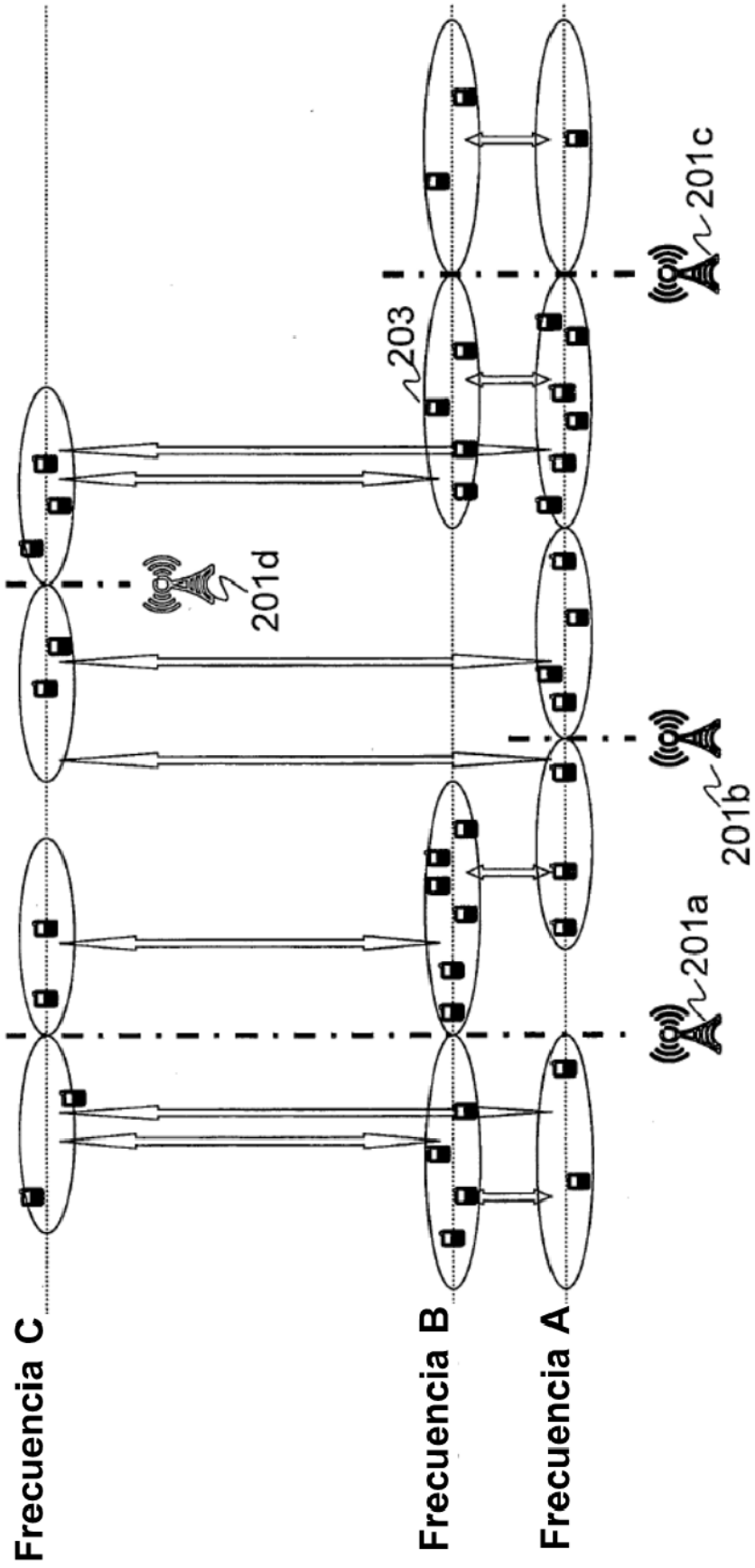


Fig. 2d

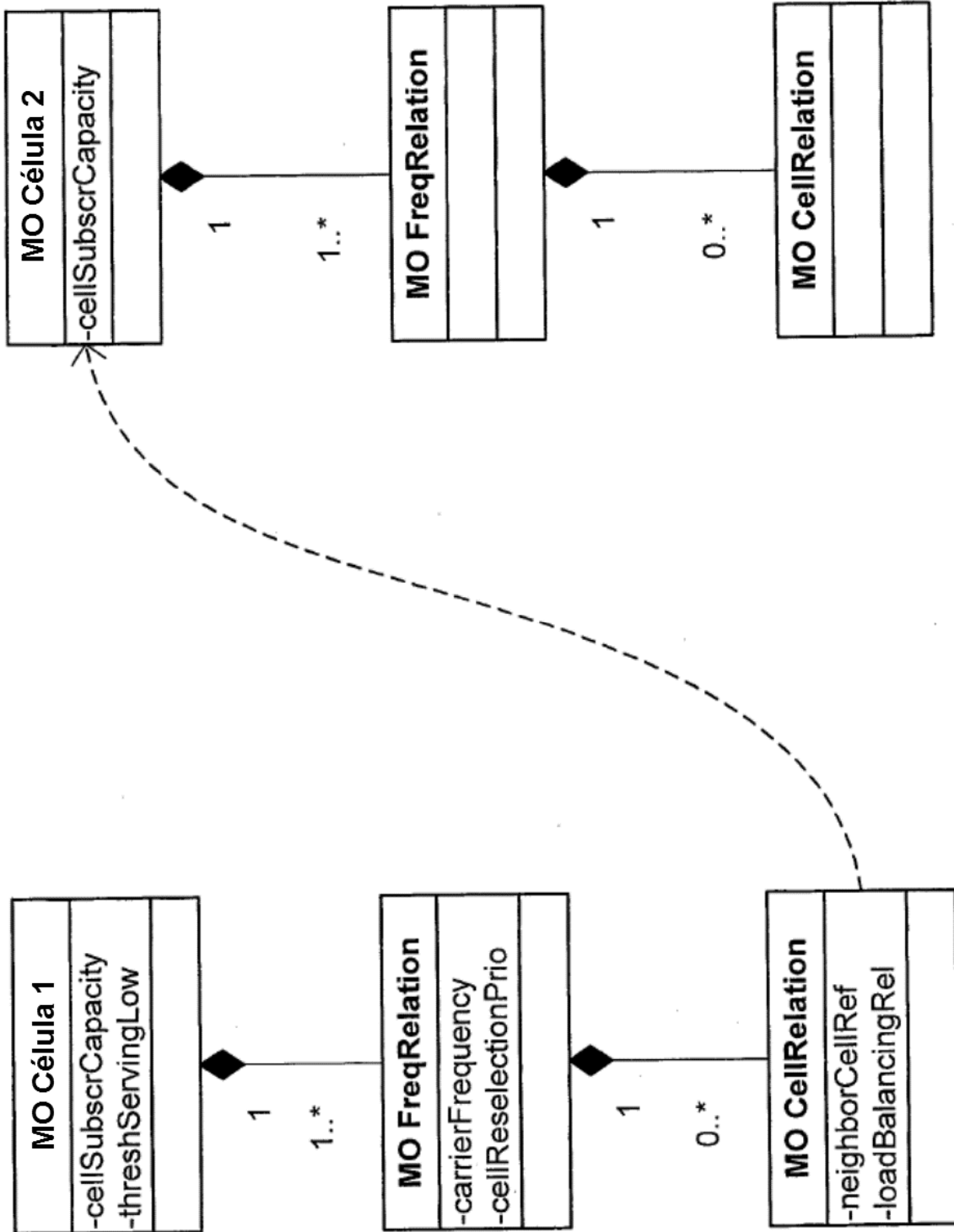


Fig. 3

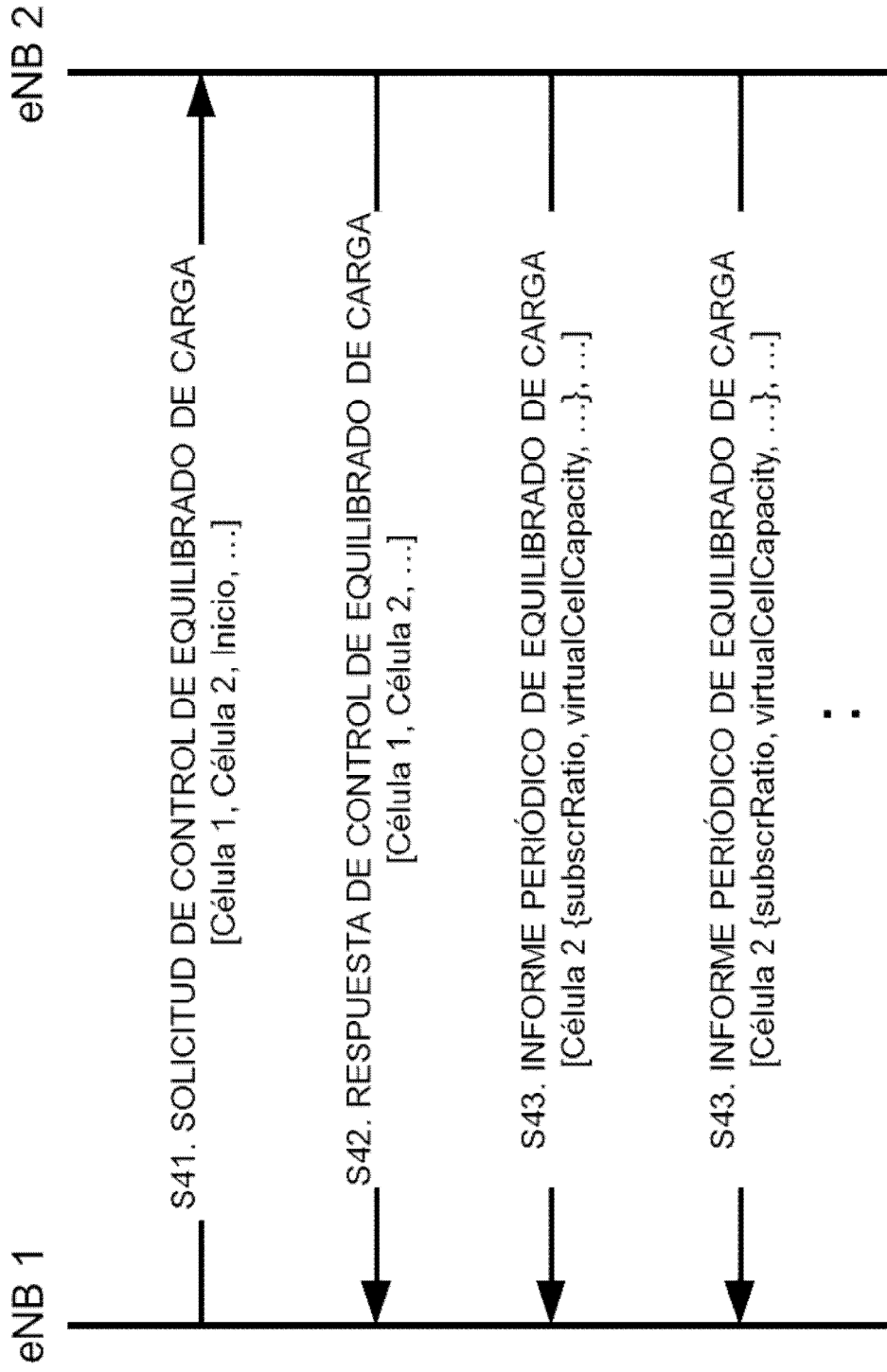


Fig. 4

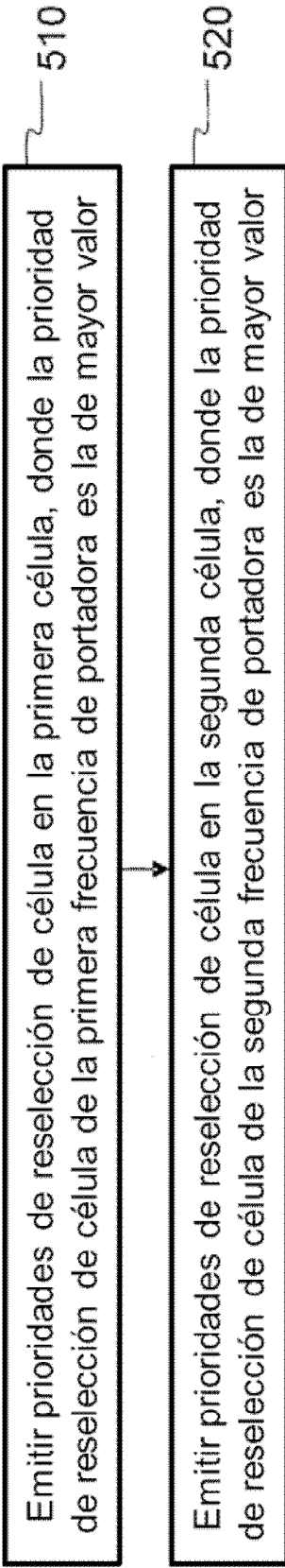


Fig. 5a

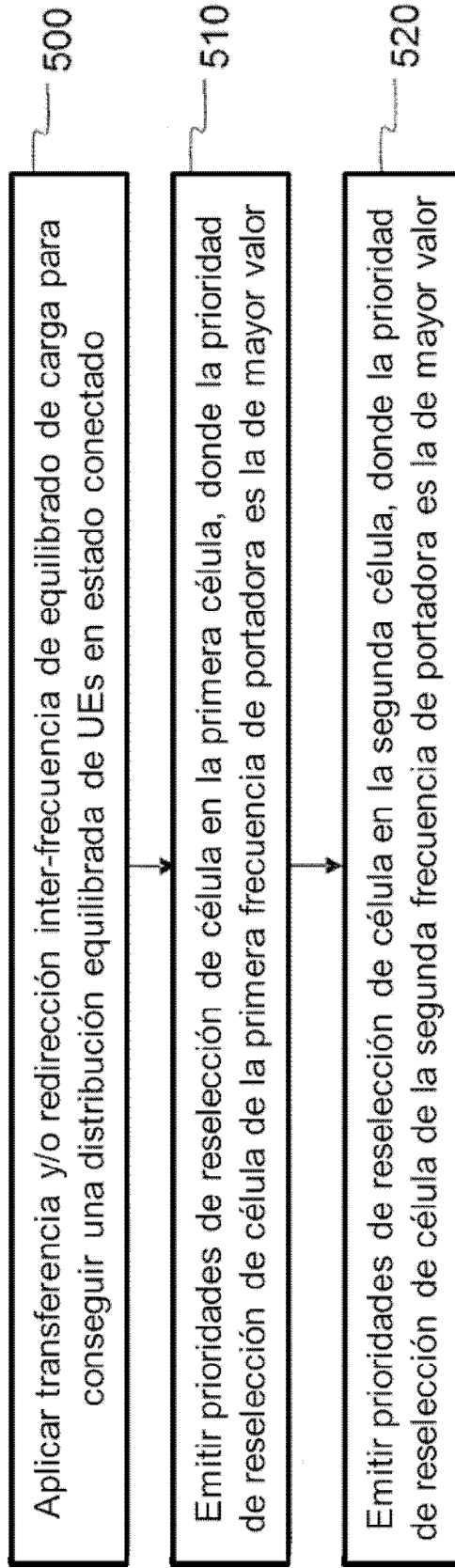


Fig. 5b

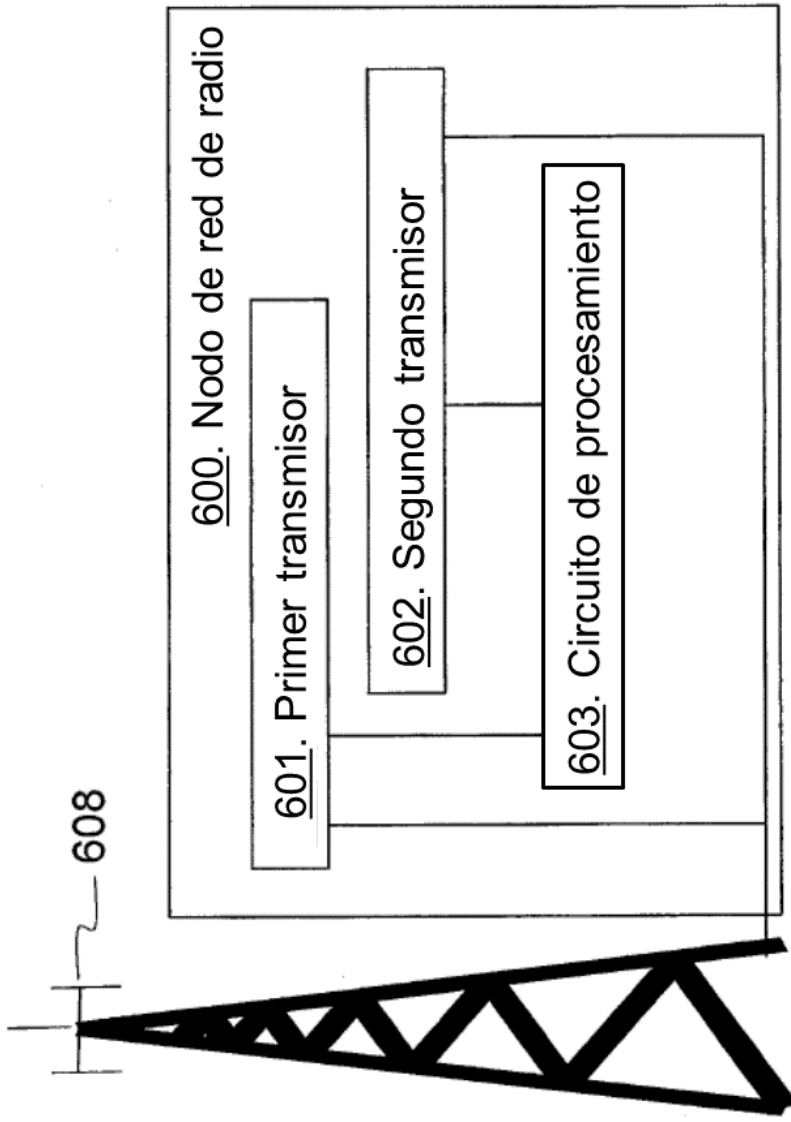


Fig. 6

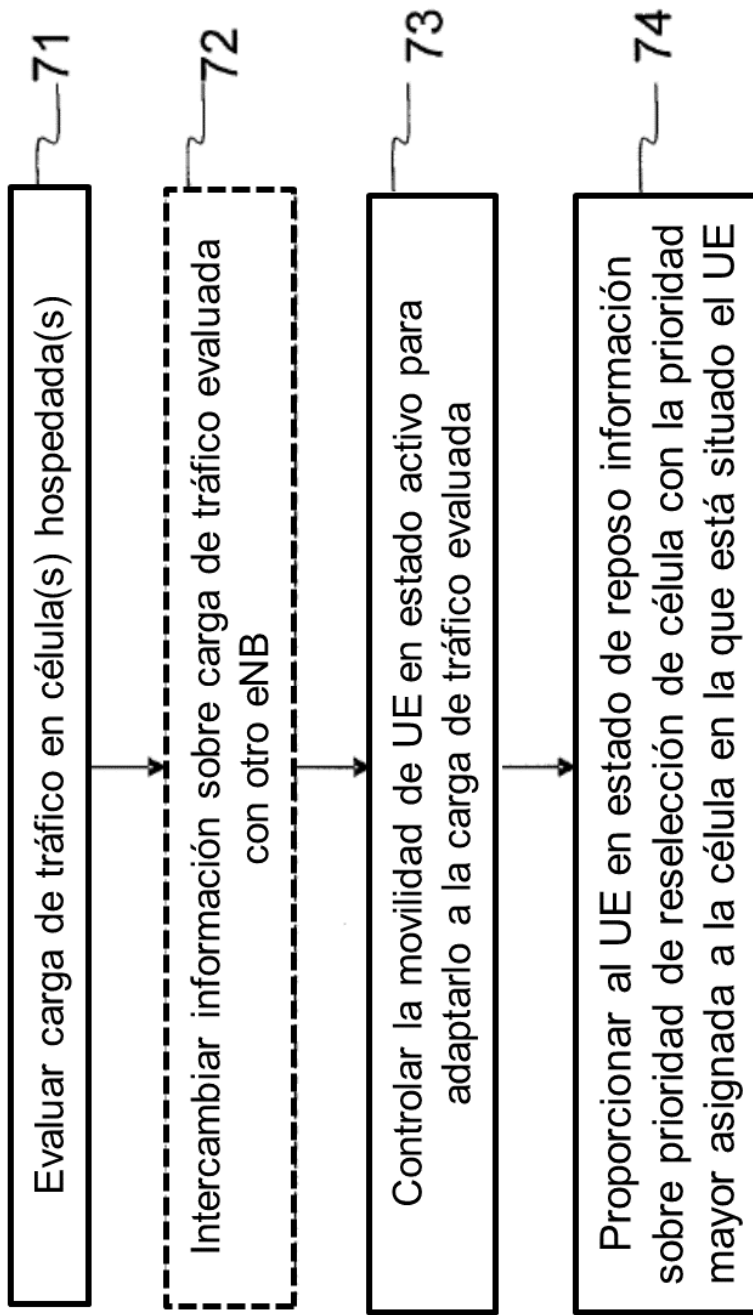


Fig. 7

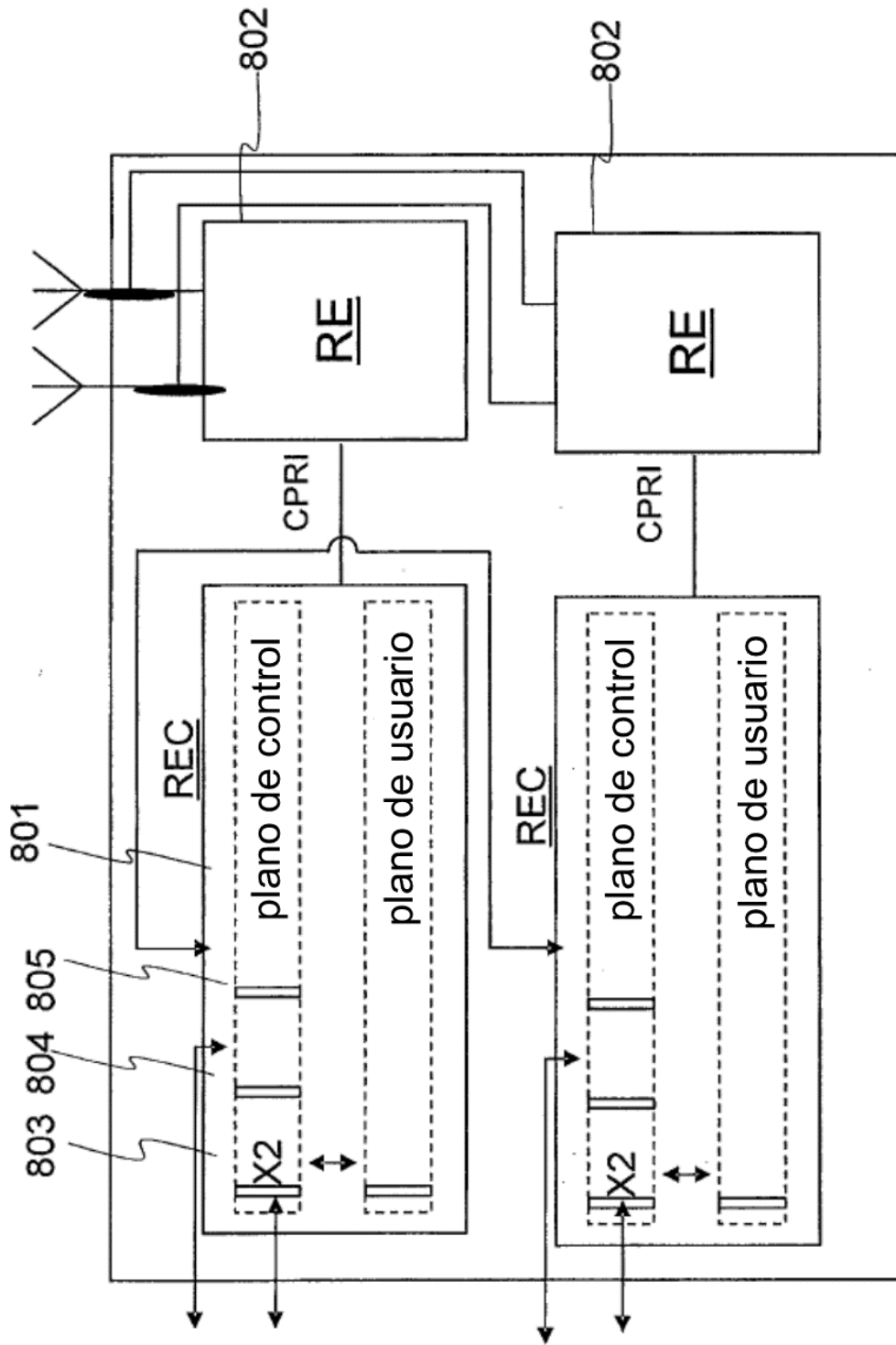


Fig. 8