

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 708**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2015 PCT/EP2015/055337**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2015 WO15136092**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2015 E 15709518 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3117551**

54 Título: **Método de asignación de recursos y sistema que implementa el método**

30 Prioridad:

13.03.2014 FR 1400607

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

10.06.2020

73 Titular/es:

**AIRBUS DS SAS (100.0%)
1 Boulevard Jean Moulin, ZAC de la Clef Saint
Pierre
78990 Elancourt, FR**

72 Inventor/es:

**MONTAIGNE, FRANÇOIS;
SCHIEL, JEAN-CHRISTOPHE;
PHILIPPE, GUY;
GEORGEAUX, ERIC y
GRUET, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 765 708 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 de asignación de recursos y sistema que implementa el método

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere de manera general a la asignación de recursos de radio para terminales móviles que evolucionan en una red de radiocomunicaciones celulares de banda ancha de tipo LTE (Evolución a Largo Plazo). Más particularmente, la invención se refiere a un método proactivo de asignación de recursos en sentido ascendente teniendo en cuenta de manera anticipada las posibles interferencias que se producen entre terminales móviles de celdas adyacentes. La invención encuentra aplicaciones en sistemas de radiocomunicaciones profesionales PMR (« Professional Mobile Radio » ("Radio Móvil Profesional") en inglés) o en sistemas de radiocomunicación de público en general.

Estado de la técnica y problemas técnicos encontrados

15 Las redes celulares que aplican la tecnología OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal) no experimentan interferencia entre terminales de usuarios conectados a una misma celda. Por el contrario, las interferencias entre celdas son las interferencias principales que limitan la capacidad de la red y más particularmente las prestaciones de los terminales en el borde de la celda. En efecto, durante el despliegue de una red de banda ancha, tal como una red PMR de tipo LTE que aplica la tecnología OFDM, incluyendo cada una de las celdas una estación base que comparten los mismos recursos de radio en un espectro de frecuencia dado. Así, un terminal en el borde de una celda conectada a una primera celda puede, en virtud de sus comunicaciones ascendentes con la primera celda, interferir con las comunicaciones ascendentes de los terminales de una segunda celda vecina cuando las dos celdas han planificado por separado dichas comunicaciones ascendentes en los mismos recursos de radio.

Hoy día hay soluciones para protegerse contra esta interferencia entre celdas.

25 Una primera solución consiste en medir en cada celda la pérdida de trayecto (« Path-loss » en inglés) que corresponde a la atenuación de la señal emitida por la estación base y recibida por un terminal móvil. Así, los terminales en el borde de las celdas que han determinado una fuerte atenuación de propagación de la señal se planifican en bloques de recursos específicos de la celda. Así, se pueden evitar las colisiones de estos terminales con los terminales de celdas vecinas.

Un segundo método se basa en la determinación de un indicador de sobrecarga OI (« Overload Indicator » en inglés) a partir de una comparación de la medición de la potencia total de interferencia entre celdas recibida por la celda y de un umbral de interferencia dado. Este indicador OI se transmite a las celdas adyacentes, una de las cuales seleccionará el terminal en cuestión que le está conectado y controlará directamente la potencia de transmisión del terminal.

30 Estos métodos tienen el inconveniente de basar su gestión de la interferencia entre celdas una vez que se ha detectado la interferencia, lo que implica una señal ya interferida y que, por lo tanto, no puede transmitir adecuadamente su comunicación. El objetivo de la invención es, por el contrario, predecir la interferencia antes de que tenga lugar y gestionar los recursos de radio en función de esta predicción para minimizar, o incluso evitar, desde el comienzo de la comunicación cualquier interferencia entre celdas.

35 Por otro lado, estas soluciones no permiten una estimación precisa de la interferencia entre celdas sufrida. De hecho, según el primer método conocido, las celdas no se conocen entre sí y no intercambian información sobre la interferencia de terminales que proviene de celdas vecinas. Según el segundo método conocido, el indicador OI no propone más que tres niveles para la interferencia que son: débil, media o fuerte. Lo cual no es lo suficientemente preciso como para estimar la interferencia.

40 Los documentos US 2013/231125 A1 (JEON YOUNGHYUN [KR] ET AL) del 5 de Septiembre de 2013 titulado « COORDINATED COMMUNICATION METHOD AND APPARATUS » y R1-135891 de ALCATEL-LUCENT SHANGAI BELL titulado « Performance evaluation of X2 signalling supporting UL eCoMP with NIB » del 13 de Noviembre de 2013, son conocidos en el estado de la técnica.

Exposición de la invención.

45 La invención propone una forma proactiva a partir de intercambios coordinados entre un grupo de celdas adyacentes de detectar los terminales potencialmente interferentes y asignar, en función de ello, recursos de radio para su comunicación a fin de minimizar cualquier interferencia entre celdas.

50 Un objetivo de la invención es paliar los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo un método para asignar recursos de radio en una red de radiocomunicaciones de banda ancha para comunicaciones ascendentes, estando formada la red de celdas que incluyen cada una al menos una estación base y terminales. El método es tal como se ha detallado en la reivindicación 1.

La invención tiene también por objeto una estación base que ejecuta etapas del método de asignación de recursos de radio.

Breve descripción de las figuras

La invención se entenderá mejor leyendo la descripción que sigue y examinando las figuras que la acompañan. Estas se presentan solo a título ilustrativo, pero en ningún modo limitativo de la invención. Las figuras muestran:

La fig. 1: una representación esquemática de un sistema de radiocomunicaciones según la invención,

5 La fig. 2: un diagrama de bloques representativo de una estación base del sistema de radiocomunicaciones según la invención,

La fig. 3: un diagrama representativo de bloques de recursos de radio asignados o por asignar,

La fig. 4: un diagrama funcional de un método para asignar recursos de radio según la invención,

Las figs. 5 y 6: representaciones esquemáticas de la programación de mediciones de señales SRS

10 La fig. 7: una representación esquemática de la asignación de recursos de radio según un primer modo de realización de la invención, y

La fig. 8: un diagrama funcional de asignación de recursos de radio según un segundo modo de realización de la invención.

Descripción de la invención.

15 La invención está definida y limitada por el alcance de las reivindicaciones 1-10. En la descripción siguiente, cualquier modo de realización mencionado y que no está comprendido en el alcance de dichas reivindicaciones, es simplemente un ejemplo útil para la comprensión de la invención.

Se observa desde ahora que las figuras no están a escala.

20 Las siguientes realizaciones son ejemplos. Aunque la descripción se refiere a uno o más modos de realización, esto no significa necesariamente que cada referencia se refiere al mismo modo de realización, o que las características se aplican solo a un único modo de realización. Las características simples de diferentes realizaciones también se pueden combinar para proporcionar otras realizaciones.

25 La fig. 1 representa un sistema de radiocomunicaciones según la invención. El sistema de radiocomunicaciones de la invención es una red de radiocomunicaciones de banda ancha de tipo LTE (« Long Term Evolution » (“Evolución a Largo Plazo” en inglés) que dispone de bandas de frecuencia amplias, cada una típicamente mayor que un megahercio, por ejemplo, de 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz o 20 MHz.

30 El sistema de radiocomunicación comprende celdas C_n cada una de las cuales incluye una estación base SB_n y terminales T_m conectados a la estación base, con los índices n y m números enteros y $1 \leq n \leq N$, $1 \leq m \leq M$. Se entiende por terminal T_m conectado a la estación base, un terminal que se ha registrado con la estación base para emitir comunicaciones hacia la estación base y recibirlas desde ella.

Una estación base SB_n de una celda C_n puede comunicarse con un terminal T_m de la celda C_n por medio de un canal de radio de la red de radiocomunicaciones de banda ancha. Una estación base también puede comunicarse con otras estaciones base del sistema a través de un canal cableado, tipo X2 según el estándar LTE. En la tecnología LTE, la estación base se llama eNodeB.

35 La fig. 2 representa, con más detalle, una estación base SB_n según la invención. La estación base comprende una interfaz IR de comunicación por radio, una interfaz IF de comunicación por cable, una unidad UG de gestión de estación, una unidad UDI de detección de interferencias, una unidad UAL de asignación de recursos de radio y un conjunto de memorias ME. Las entidades IR, IF, UG, UDI, UAL y ME están unidas entre sí por un bus bidireccional BU.

40 La unidad UG de gestión incluye, por ejemplo, uno o más procesadores que definen reglas para transmitir señales de interferencia según el método de la invención.

La unidad UDI de detección de interferencias comprende, por ejemplo, uno o más procesadores que ejecutan mediciones y análisis de detecciones de interferencias según el método de la invención.

La unidad UAL de asignación incluye, por ejemplo, uno o más procesadores que controlan la asignación de recursos de acuerdo con el método de la invención.

45 La interfaz IR de comunicación por radio transmite y recibe mensajes, notificaciones desde/hacia los terminales de la celda a través de canales de comunicación por radio.

La interfaz IF de comunicación por cable de tipo X2 según el estándar LTE transmite y recibe mensajes, notificaciones desde/hacia las estaciones base adyacentes del sistema SY.

El conjunto de memorias ME, también llamadas memorias ME, es un medio de grabación en el que se pueden guardar programas. Comprende memorias volátiles y/o no volátiles tales como memorias EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, etc. El algoritmo que implementa las etapas de mediciones y de análisis de detección de interferencias del método según la invención ejecutadas en la estación base se almacena en las memorias ME. Asimismo, el algoritmo que implementa las etapas de asignación de recursos de radio del método según la invención ejecutadas en la estación base se almacena en las memorias ME.

Con referencia a la fig. 1, un terminal Tm puede ser, por ejemplo, un teléfono (teléfono inteligente), una tableta, un módem-claves USB o cualquier otro tipo de equipo fijo o móvil (GPS, ordenador, pantalla de video, ...). Un terminal Tm puede comunicarse con una estación base BSn a la que está conectado a través de la red de comunicación por radio de banda ancha.

Los terminales de una misma celda comunican con la estación base de la celda a través de canales de comunicación por radio. En la tecnología de banda ancha, un canal de comunicación por radio está formado por uno o más bloques de recursos de radio. Con referencia a la fig. 3, se entiende por bloque de recursos de radio, también llamado bloque de radio BRi,j, un bloque de frecuencia BFi constituido por varias subportadoras de frecuencia durante una ventana de tiempo TPj, denominada paso temporal. La ventana de tiempo consta de varios tiempos de símbolos den el sentido de la modulación OFDM.

Los canales de comunicación asignados a una celda se dividen en dos tipos de canales de comunicaciones: canales de comunicación de enlace ascendente y canales de comunicación de enlace descendente. Un canal de comunicación de enlace ascendente permite una comunicación desde un terminal de la celda a la estación base. Un canal de comunicación de enlace descendente permite la comunicación desde la estación base a un terminal o grupo de terminales de la celda. Los canales de comunicación de enlace ascendente y descendente en las redes de tipo LTE están separados de acuerdo con la tecnología FDD (« Frequency Division Duplex » (“Dúplex por División de Frecuencia”) en inglés) según la cual el espectro de frecuencia se divide en dos bandas de frecuencia desplazadas por una desviación dúplex. Una primera banda de frecuencia está dedicada a las comunicaciones de enlace ascendente y una segunda banda de frecuencia está dedicada a las comunicaciones de enlace descendente. En la siguiente descripción, se prestará especial atención a los canales de comunicación de enlace ascendente.

Los canales de comunicación de enlace ascendente, cada uno formado por uno o más bloques de recursos, comprenden canales de control y canales de transporte. Los canales de control comprenden datos de control que son, por ejemplo, datos de sincronización entre un terminal y la estación base, datos de información del sistema, datos de asignación de recursos. La estación base puede acceder a los canales de control en comunicación de enlace ascendente. Los canales de transporte permiten el transporte de datos de señalización, tales como la identidad del destinatario, la modulación de la comunicación y el transporte de los datos de tráfico, tales como los datos de voz, los datos multimedia. Canales de transporte en comunicación de enlace ascendente son seleccionados y asignados por la estación base de acuerdo con las solicitudes de comunicación enviadas por terminales emisores. Los datos de tráfico de los canales de transporte solo son accesibles para uno o más terminales específicos que forman, por ejemplo, un grupo de comunicación.

Para establecer una comunicación de enlace ascendente entre un terminal de la celda y la estación base, la unidad UAL de la estación base asigna, según el método de la invención, un canal de transporte ascendente.

Con referencia a la fig. 4, el método de asignación de recursos de radio en el sentido ascendente comprende esencialmente en cada celda de la red:

- una etapa E3 de mediciones de interferencia de los terminales de la celda y de los terminales de las celdas adyacentes en canales de control ascendentes definidos respectivamente para cada uno de dichos terminales, y
- una etapa E6 de asignación específica de los recursos ascendentes para los terminales en función de estas medidas de interferencias para minimizar las interferencias entre celdas entre los terminales de celdas adyacentes.

El método según la invención se basa en una medición de la señal de referencia para la estimación de SRS (« señales de referencia de sonido ») transmitida por cada terminal a una estación base en un canal ascendente físico en el estándar 3GPP LTE, llamado canal de sondeo SRS. El canal de sondeo es un canal de control común, tal como el canal PUSCH (« Physical Uplink Shared Channel » (“Canal compartido de enlace ascendente físico”) en inglés) según el estándar LTE. Un uso convencional de una señal SRS transmitida por cada terminal de una celda en el canal de sondeo es permitir que dicha celda calcule la calidad del espectro en sentido del enlace ascendente para cada terminal de la celda y asignar para cada uno de los terminales los recursos de radio menos interferidos en el espectro. La estimación se puede hacer en parte del espectro, por ejemplo, en cuatro bloques de radio, o en todo el espectro, es decir, en todos los bloques de radio. Una señal SRS definida para un terminal dado por la estación base de la celda puede ser emitida de una vez en la banda de espectro o ser dividida en secuencias emitidas en diferentes momentos en diferentes partes de la banda del espectro. La transmisión de la señal SRS tiene lugar durante la duración de un símbolo y se aplica sistemáticamente al último símbolo de una subtrama del canal de sondeo. Su aparición de transmisión puede ser

periódica o aperiódica entre 2 ms y 320 ms.

La estimación clásica de las señales SRS por una estación base solo se refiere a los terminales de la celda sin tener en cuenta la posible interferencia de los terminales de las celdas adyacentes.

5 El método de la invención propone una estimación proactiva por cada estación base de la red, de las señales SRS de los terminales de la celda y de las celdas adyacentes. Estimación proactiva significa una estimación realizada en un canal de control común (el canal de sondeo) y que permite la detección de interferencias dentro de las celdas o entre las celdas aguas arriba de la asignación de recursos de enlace ascendente para los terminales de una celda. Esta estimación se usa luego durante la etapa de asignación de recursos de enlace ascendente para minimizar las interferencias dentro de las celdas y entre las celdas.

10 La fig. 4 representa las etapas del método para asignar recursos de radio de enlace ascendente en una celda. En la siguiente descripción, se hará referencia más particularmente a la celda C1 de la fig. 1, considerando que las otras celdas funcionan de manera idéntica. El método comprende intercambios de información entre la celda C1 y sus celdas adyacentes a través de canales de tipo X2 de acuerdo con el estándar LTE. La estación base SB1 selecciona y asigna ella misma los recursos de radio de los terminales que están conectados a la estación base SB1 de la celda C1 en función, entre otras cosas, de las informaciones recibidas de las celdas adyacentes. Se entiende por celdas adyacentes de C1 según la fig. 1, las celdas C2 a C7. Las celdas adyacentes de cada celda son diferentes de una celda a otra. El ejemplo de la fig. 1 muestra una configuración de un grupo de siete celdas adyacentes de una celda central. Esta configuración puede ser más o menos grande.

15 En la etapa E1, al conectar un terminal, por ejemplo, el terminal T1 a la estación base SB1, la unidad UG de gestión de la estación base define las reglas R-SRS1 para transmitir una señal SRS dedicado al terminal T1.

Estas reglas comprenden parámetros que corresponden a:

- la periodicidad de la señal SRS que puede ser de 2 ms a 320 ms,
- el número de subtrama si la señal SRS se divide en secuencias
- los índices de las secuencias que forman la señal SRS, y
- 25 – las características físicas de la secuencia SRS en términos de ancho de banda y reglas de salto de frecuencia, tales como aquí la elección del peine de frecuencia, la capacidad de analizar todo el canal y si hay saltos de frecuencia o no.

Las reglas R-SRS1 permiten que el terminal T1 y la estación base SB1 identifiquen el canal en el que el terminal va a transmitir la señal de referencia SRS.

30 Las reglas R-SRS1 del terminal T1 se distinguen de las reglas de los otros terminales de la celda C1, por ejemplo, las reglas R-SRS2 del terminal T2. Las señales SRS de los terminales de la celda C1 se aplican a las mismas portadoras de frecuencia, pero se definen de manera que sean ortogonales entre sí para no interferir y ser transmitidas por separado.

35 Una vez que se han definido las reglas R-SRS1 del terminal T1, se transmiten al terminal T1 a través de la interfaz IR de radio de la estación base. Las reglas R-SRS1 también se transmiten con una identidad Id-T1 del terminal T1 a las estaciones base SB2 a SB7 de las celdas adyacentes a través de la interfaz cableada IF de la estación SB1. Opcionalmente, las reglas R-SRS1 pueden ser transmitidas con la identidad Id-T1 del terminal T1 y la identidad Id-C1 de la celda C1 a las estaciones base SB2 a SB7.

40 En la etapa E2, la celda C1 también puede recibir una o más reglas de transmisión definidas para terminales que acaban de conectarse a una estación base de una de las celdas adyacentes. Por ejemplo, la unidad IF de la estación SB1 recibe las reglas R-SRS3 y R-SRS4 definidas respectivamente para los terminales T3 y T4 de la celda C2 y las reglas R-SRS5 y R-SRS6 definidas respectivamente para los terminales T5 y T6 de la celda C3. La estación base SB1 memoriza las reglas de transmisión definidas o recibidas, así como la identidad del terminal asociado y la identidad de la celda que comprende dicho terminal. Así, la estación base SB1 debe haber memorizado en las memorias ME todas las reglas de transmisión definidas para todos los terminales conectados a la celda C1 y a las celdas adyacentes C2 a C7. En las memorias ME, siendo emparejadas las reglas con la identidad respectiva de los terminales y también con la identidad respectiva de las celdas que comprenden dichos terminales. Por lo tanto, según el ejemplo de la fig. 1, las memorias ME de la estación SB1 deben tener en la memoria las siguientes asociaciones [reglas SRS/identidad de terminal/identidad de la celda]:

- [R-SRS1/Id-T1/Id-C1] relacionado con el terminal T1 de la celda C1,
- 50 – [R-SRS2/Id-T2/Id-C1] relacionado con el terminal T2 de la celda C1,
- [R-SRS3/Id-T3/Id-C2] relacionado con el terminal T3 de la celda C2,
- [R-SRS4/Id-T4/Id-C2] relacionado con el terminal T4 de la celda C2,

- [R-SRS5/Id-T5/Id-C3] relacionado con el terminal T5 de la celda C3, y
- [R-SRS6/Id-T6/Id-C3] relacionado con el terminal T6 de la celda C3.

5 En la etapa E3, la unidad UDI de detección de interferencia de la estación base SB1 realiza mediciones M-SRS1 a M-SRS6 respectivamente de las señales SRS de los terminales de la celda C1 y de las celdas adyacentes. La unidad UDI puede llevar a cabo las mediciones basadas en las reglas de transmisión definidas para los terminales de la celda C1 y de las celdas adyacentes que están almacenadas en las memorias ME. La medición es una estimación de la calidad de una señal SRS de un terminal. La medida puede ser la potencia emitida por cada señal SRS o la relación señal sobre ruido SINR (« Signal-to-interference plus Noise Ratio » (“Relación de Señal a interferencia más Ruido”) de dicha señal SRS.

10 En la etapa E4, la unidad UDI de la estación SB1 analiza las posibles interferencias entre celdas en función de las mediciones realizadas en la etapa E3. Por lo tanto, para analizar la interferencia de cada terminal de las celdas C1 a C7 en los terminales de la celda C1, la estación base SB1 informa de la medición de SRS del terminal analizado en la medición de SRS de un terminal de la celda C1, siendo este último distinto del terminal analizado. Cada relación determinada se compara con un umbral de interferencia SI. Si la relación es mayor que el umbral dado, entonces el terminal analizado es susceptible de interferir al otro terminal de la celda C1 si sus canales de comunicación de enlace ascendente se establecen posteriormente en parte en los mismos bloques de radio. El umbral de interferencia SI se determina en función de una reducción aceptada en la capacidad de rendimiento debido a la interferencia con respecto al caso no interferido.

20 Con referencia a la fig. 1, la unidad UDI debe analizar la señal SRS de T1 con relación a la señal SRS de T2 y la señal SRS de T2 con relación a la señal SRS de T1. Asimismo, la unidad UDI debe analizar las señales SRS de los terminales T3 a T6 de las celdas C2 y C3 en función de las señales SRS de los terminales T1 y T2 de la celda C1. Los terminales T1 y T2 están conectados a la misma celda C1 y, por lo tanto, son susceptibles de interferir entre sí si sus canales de comunicación se establecen posteriormente en parte en los mismos bloques de radio. Al analizar la interferencia de la señal SRS del terminal T1, la relación de la medición M-SRS1 del terminal T1 a la medición M-SRS2 del terminal T2 puede ser entonces mayor que el umbral SI o, por el contrario, la relación de la medición M-SRS2 del terminal T2 en la medición M-SRS1 del terminal T1 puede entonces ser mayor que el umbral SI. Por lo tanto, en la etapa E6, el canal de comunicación de enlace ascendente de T1 deberá establecerse en bloques de radio diferentes a los asignados para el canal de comunicación de enlace ascendente del terminal T2.

30 Según otro ejemplo, los terminales T1 y T4 están cerca uno del otro, pero conectados a diferentes celdas, son, por tanto, susceptibles de interferir si sus canales de comunicación se establecen parcialmente en los mismos bloques de radio. Así, durante el análisis de la interferencia del terminal T4 en el terminal T1, la relación de la medición M-SRS4 del terminal T4 en la medición M-SRS1 del terminal T1 debería ser mayor que el umbral SI. El mismo análisis se establece para los terminales T3 y T5 respectivamente de las celdas C2 y C3 que son susceptibles de interferir las comunicaciones de enlace ascendente del terminal T1 en la celda C1. Por el contrario, estando los terminales T6 y T1 bastante distantes en las celdas adyacentes, la relación de su medición M-SRS6 a M-SRS1 realizada por la estación SB1 debería ser menor que el umbral SI. Por lo tanto, el terminal T6 no es susceptible de interferir con las comunicaciones de enlace ascendente del terminal T1, incluso si sus comunicaciones de enlace ascendente se establecen en parte en los mismos bloques de radio. Así, según el ejemplo de la fig. 1, la unidad UDI de detección de la estación SB1 detecta los terminales T3, T4 y T5 de las celdas adyacentes como susceptibles de interferir con la comunicación de enlace ascendente de uno de los terminales de la celda C1.

45 En la etapa E5, la unidad IF de interfaz cableada de la estación SB1 que ha analizado la interferencia de un terminal de una celda adyacente en las comunicaciones de enlace ascendente establecidas en la celda C1, transmite a la estación base de la celda adyacente, los resultados del análisis que comprenden, por ejemplo, la identidad del terminal que interfiere, la identidad del terminal que potencialmente interfiere y las mediciones o valores determinados. Alternativamente, la unidad IF de la estación SB1 transmite a la estación base de la celda adyacente los resultados del análisis solo si se detecta que el terminal de la celda adyacente interfiere con un terminal de la celda C1.

Según el ejemplo anterior, la estación SB1 transmite las identidades Id-T3, Id-T4 de los terminales T3, T4 que interfieren a la estación base SB2 de la celda C2 y la identidad Id-T5 del terminal T5 que interfiere a la estación base SB3 de la celda C3.

50 Igualmente, las estaciones base de las celdas adyacentes a la celda C1 transmiten los resultados del análisis de la interferencia del terminal T1 en las comunicaciones de enlace ascendente establecidas para los terminales de las celdas adyacentes.

Según el ejemplo anterior, la estación base SB2 transmite a la estación base SB1 la identidad Id-T1 del terminal T1 que interfiere y la estación base SB3 transmite a la estación base SB1 la identidad Id-T1 del terminal T1 que interfiere.

55 En la etapa E6, la unidad UAL de la estación base SB1 asigna uno o más de los bloques de radio BRi,j a una comunicación de enlace ascendente requerida por el terminal T1 en función de las mediciones que la unidad UDI ha llevado a cabo en las etapas E3 y E4 y de los resultados transmitidos por las celdas C2 a C7. Esta asignación se puede establecer de acuerdo con dos modos de realización que se presentarán con referencia a las figs. 7 y 8.

Los conjuntos de etapas siguientes en cada celda:

- etapas E1 y E2, de definición y transmisión de las reglas SRS,
 - etapas E3, E4 y E5, de medición de la señal SRS, de detección de una interferencia y de transmisión/recepción de resultados, y
- 5 - etapa E6 de asignación de recursos de radio para cada terminal, no se ejecutan inmediatamente unas a continuación de otras. De hecho, su tiempo de ejecución difiere de un conjunto de etapas al otro. El tiempo de ejecución de las mediciones de las señales SRS puede ser más importante que el tiempo de ejecución de una asignación de recursos de radio. Además, todas las etapas E1 y E2 se ejecutan cuando se realiza una solicitud para conectar un terminal a la estación base, mientras que los conjuntos de etapas E3 a E5 y E6 se pueden repetir periódicamente. Además, la reiteración de las asignaciones de recursos de radio en la estación base, en la etapa E6, puede ser más frecuente que la reiteración de las mediciones de SRS en la etapa E3, siendo entonces determinada la asignación a partir de los resultados almacenados en las memorias ME.

Un modo de realización de la medición de SRS realizada en la etapa E3 se describe ahora con referencia a las figs. 1, 5 y 6. Este modo de realización permite efectuar mediciones precisas y fiables de señales SRS.

- 15 Convencionalmente, las reglas R-SRS1 de un terminal T1 de una celda C1 se distinguen de las reglas R-SRS2, etc., de los otros terminales T2, etc. de la misma celda C1. Las señales SRS de los terminales de una misma celda se aplican a las mismas portadoras de frecuencia, pero se definen de modo que sean ortogonales entre sí para no interferir.

De hecho, las señales SRS se transmiten en un modo entrelazado FDMA (« Frequency Division Multiple Access » ("Acceso Múltiple por División de Frecuencia") en inglés) según un espectro en forma de peine. La señal SRS se aplica a ambas dos portadoras en la banda de sondeo asignada. Esto permite dos transmisiones ortogonales al mismo tiempo con un terminal que emite en las subportadoras pares y otro terminal que emite en las subportadoras impares de la banda de sondeo. Además, cada subportadora puede ser emitida aplicando la secuencia Zadoff-Chu que permite una multiplexación de como máximo ocho terminales diferentes que transmiten su señal SRS al mismo tiempo. Cada secuencia Zadoff-Chu incluye dos parámetros, el parámetro de desplazamiento cíclico (« Cyclic Shift parameter ») y el parámetro de « semilla » (« seed » en inglés). El primer parámetro de desplazamiento cíclico permite que cada estación base discrimine entre los terminales que emiten simultáneamente su señal SRS. El segundo parámetro « semilla » también permite que cada estación base discrimine entre las celdas que comprenden los terminales que emiten. Sin embargo, el uso de dos parámetros no parece suficiente para diferenciar todos los terminales que emiten simultáneamente en un entorno de múltiples celdas. De hecho, tomando el ejemplo de la fig. 1, consideremos que las estaciones base requieren que los cuatro terminales T1, T2, T3 y T5 de diferentes celdas adyacentes transmitan su señal SRS al mismo tiempo. La estación base SB1 recibe las cuatro señales SRS al mismo tiempo. Dependiendo de los dos parámetros de discriminación de la secuencia Zadoff-Chu, los terminales T1 y T2 conectados a la celda C1 se pueden distinguir teóricamente por medio de su parámetro de desplazamiento cíclico en la celda C1. El terminal T3 conectado a la celda C2 se puede distinguir de los otros terminales por medio del peine de frecuencias que utiliza para transmitir su señal SRS. El terminal T5 conectado a la celda C3 y transmitiendo su señal SRS en el mismo peine de frecuencia que los terminales T1 y T2 solo tiene el parámetro « semilla » diferente de aquellos de los terminales T1 y T2. En este caso, es difícil para la estación SB1 diferenciar con precisión el terminal T5 de los terminales T1 y T2 cuando transmiten simultáneamente su señal SRS. La estación SB1 no puede distinguirlos de manera fiable y realizar así una medición precisa.

40 Para resolver este problema de discriminación de los terminales en un entorno de múltiples celdas y así hacer que las mediciones de las señales SRS sean más fiables, las transmisiones de las señales SRS desde los terminales y su recepción por cada estación base se programan según dos secuencias de tiempo dadas. Una primera secuencia de tiempo ordena a un grupo de celdas adyacentes las transmisiones sucesivas de señales SRS desde los terminales del grupo de celdas. Esta primera secuencia se llama en la continuación de la descripción: secuencia de tiempo de transmisión. Una segunda secuencia de tiempo programa para una celda dada las recepciones sucesivas de las señales SRS transmitidas por los terminales de la celda o de las celdas adyacentes a dicha celda. La segunda secuencia se llama en la continuación de la descripción: secuencia de tiempo de recepción.

La secuencia de tiempo de transmisión se aplica a un conjunto dado de celdas adyacentes que comprende una celda central y una primera corona de celdas adyacentes a la celda central. Según el ejemplo de la fig. 5, las celdas C1 a C7 forman un patrón de programación para la transmisión de la señal SRS, con C1 la celda central y C2 a C7 las celdas adyacentes de la corona. Este patrón se repite en toda la red con, por ejemplo, celdas centrales C8, C15 y C22 de un patrón de programación para la transmisión de la señal SRS. En la fig. 5 se muestran en trazos oblicuos el patrón formado por las celdas C1 a C7, en punteado el patrón formado por las celdas C8 a C14 y en trazos rectos el patrón formado por las celdas C15 a C21. Las memorias ME de las estaciones base de un conjunto de celdas que forman un patrón comprenden la misma secuencia de tiempos de transmisión. Esta secuencia define la programación sucesiva de las transmisiones de las señales SRS en el conjunto de celdas e indica en todo momento la identidad de la celda cuya estación base debe controlar una transmisión de una señal SRS a uno de los terminales que le está conectado. Así según la secuencia de tiempo de transmisión, solo un terminal del conjunto de celdas transmite al mismo tiempo su señal SRS, lo que permite a la estación base de la celda que comprende el terminal y a las estaciones base de las celdas

adyacentes a dicha celda medir dicha señal con precisión y fiabilidad.

Así, para transmitir una señal SRS, todas las estaciones base del patrón están sincronizadas por la secuencia de tiempo de transmisión.

5 Según un primer modo de realización, la secuencia de tiempo indica sucesivamente a cada estación base que ordene sucesivamente a todos los terminales conectados a ella, el envío de su señal SRS. Luego es una segunda estación base del patrón la que ordena sucesivamente a todos los terminales conectados a ella, el envío de su señal SRS. Así sucesivamente de estación base a estación base del conjunto de celdas, hasta que todos los terminales del conjunto de celdas que forman el patrón hayan transmitido su señal SRS. Luego, la secuencia de tiempo de transmisión se repite en la primera estación.

10 Según un segundo modo de realización, la secuencia de tiempo de transmisión indica en instantes periódicos dados la programación de la transmisión de una señal SRS desde un terminal que pertenece a una estación base diferente del patrón. Una vez que todas las estaciones base del patrón han ordenado cada una de ellas una transmisión de una señal SRS desde un terminal, el ciclo se repite y sucesivamente cada estación base del patrón ordena nuevamente la transmisión de una señal SRS a otro terminal adjunto a la misma. Así sucesivamente hasta que todos los terminales del conjunto de celdas hayan transmitido su señal SRS. Luego la secuencia se repite. Se prefiere este segundo modo de realización, ya que permite una transmisión regular para cada celda de una señal SRS.

20 Según un ejemplo del segundo modo de realización relativo a una secuencia de tiempo de transmisión aplicada al grupo de celdas C1 a C7, la estación SB1 de la celda C1 primero ordena una transmisión SRS a uno de los terminales conectados a ella, por ejemplo, T1. Luego, según la secuencia al final de un tiempo de transmisión de la señal SRS1, es la estación base SB2 de la celda C2 la que ordena a uno de los terminales conectados a ella que transmita su señal SRS, por ejemplo, T4. Y así sucesivamente para todas las celdas C1 a C7 del patrón hasta la reiteración de la secuencia de tiempo de transmisión con la estación base SB1 que ordenó la transmisión de SRS a otro terminal de la celda C1, por ejemplo, T2, y así sucesivamente.

25 Las secuencias de tiempo de transmisión se aplican de manera similar respectivamente en cada patrón de programación de transmisión SRS formado por el conjunto de celdas adyacentes. Por « de manera similar » se entiende el hecho de que dos celdas cercanas pero pertenecientes a diferentes patrones no pueden ordenar la transmisión de señales SRS al mismo tiempo. Esto permite que cada estación base escuche solo una señal SRS a la vez proveniente bien de su celda o bien de las celdas vecinas y evita cualquier conflicto de distinción de las señales SRS emitidas al mismo tiempo en las celdas cercanas. Por ejemplo, según la fig. 5, la estación base de la celda C2 del patrón C1 a C7 y la estación base de la celda C9 del patrón C8 a C14 ordenan cada una simultáneamente una transmisión SRS. Luego son las celdas, C3 y C10, y las celdas C11 y C4, y así sucesivamente, de modo que dos estaciones base de celdas cercanas tales como C2 y C13 no ordenan la transmisión SRS al mismo tiempo.

35 Las memorias ME de una estación base de una celda comprenden una secuencia de tiempo de recepción de señales SRS distinta de las secuencias de tiempo de recepción de señales SRS de las celdas adyacentes. De hecho, cada estación base recibe señales SRS que provienen de celdas adyacentes que son diferentes de una celda a otra, pudiendo estas celdas adyacentes pertenecer a otro patrón de transmisión de señal SRS o no. Cada celda del sistema corresponde a una celda central de un patrón de programación de recepción como se muestra en gris para la celda central C2 en la fig. 6. La secuencia de tiempo para recibir una señal SRS se puede representar como una tabla que indica en cada instante t cuál es la celda que ordena una transmisión de una señal SRS a un terminal conectado a ella.

40 La secuencia de tiempo de recepción de señales SRS aplicada a una celda se establece de modo que debe ser síncrona con al menos la secuencia de tiempo de transmisión de señales SRS de la celda. De hecho, la celda central del patrón de programación de transmisión y del patrón de programación de recepción es la misma, por lo tanto, la secuencia de tiempo de transmisión y la secuencia de tiempo de recepción son idénticas. Por el contrario, para una celda que pertenece a la corona del patrón de programación de transmisión, la secuencia de tiempo de recepción debe sincronizarse con tantas secuencias de tiempo de transmisión como celdas adyacentes hay que pertenecen a un patrón de programación de transmisión diferente. Por ejemplo, el patrón de programación de recepción que tiene la celda C2 como su celda central cubre tres patrones de programación de transmisión que tienen las celdas C1, C8 y C15 como celdas centrales. Así, la celda C2 tiene una secuencia de tiempo de recepción síncrona a la secuencia de tiempo de transmisión del patrón de programación de transmisión C1 a C7, del patrón de programación de transmisión C8 a C13 y del patrón de programación de transmisión C15 a C21. La secuencia de tiempo de recepción específica para cada estación base le permite saber qué celda ordenará la emisión de una señal SRS. Esta sincronización de la secuencia de tiempo de recepción con al menos una secuencia de tiempo de transmisión de la celda y de las celdas adyacentes a la celda evita que la estación base de la celda reciba varias señales SRS al mismo tiempo.

55 Los ciclos de las secuencias de tiempo de transmisión y de las secuencias de tiempo de recepción aplicadas a las estaciones base del sistema funcionan simultáneamente.

En la recepción, la celda puede identificar el terminal que emite su señal SRS en función de la secuencia Zadoff-chu que permite discriminar el terminal. Como variante, la celda que ordena la transmisión de la señal SRS puede transmitir a las celdas vecinas la identidad del terminal que va a emitir. En este último caso, cada celda puede basarse en las reglas de

transmisión de señal SRS asociadas en las memorias ME con la identidad del terminal que va a emitir para llevar a cabo su medición.

Así, al recibir una señal SRS, las estaciones base no necesitan identificar la celda que incluye el terminal que transmite la señal.

5 Según el estándar 3GPP TS 36.213, un terminal transmite periódicamente su señal SRS entre 2 ms y 320 ms. Así un máximo de terminales en un grupo de celdas dado deben todos transmitir sucesivamente sus señales SRS en un periodo máximo de 320 ms. Por ejemplo, en un grupo dado de siete celdas, veintidós terminales pueden transmitir sucesivamente sus señales SRS ($320/7 = 22$), una cada 2 ms. Al tener en cuenta las transmisiones de señales en dos peines de frecuencia perfectamente ortogonales, esto aumenta a cuarenta y cuatro terminales los que pueden transmitir sucesivamente sus señales SRS en el período de 320 ms.

10 Según un primer modo de realización de la asignación de recursos de radio en la etapa E6 de la fig. 4, cada estación base gestiona la asignación de recursos de radio dividiendo el conjunto de bloques de frecuencia de la banda de frecuencia en varios subconjuntos de bloques de frecuencia. Cada subconjunto de bloques de frecuencia está destinado a la asignación de recursos para terminales de acuerdo con su potencial para interferir con las comunicaciones de una celda adyacente dada. Según el ejemplo de la fig. 7, la celda C1 se divide en siete zonas A a F, correspondiendo cada zona a una zona de la celda en la que un terminal de la celda puede interferir o no con las comunicaciones establecidas en la celda adyacente a la zona. Por ejemplo, los terminales presentes en las zonas B a G son susceptibles de interferir con las comunicaciones de las celdas adyacentes C2 a C7, respectivamente, según la fig. 1. La zona A corresponde a la zona de la celda C1 en la que los terminales no son susceptibles de interferir las comunicaciones de las celdas adyacentes C2 a C7. Un subconjunto más o menos grande de bloques de frecuencia, por lo tanto, de bloques de radio, está asociado con una zona de la celda. También se puede decir que un subconjunto de bloques de radio está destinado a terminales susceptibles de interferir con una celda adyacente dada. En el caso de la fig. 7, cada estación base divide la banda de frecuencia en siete subconjuntos de bloques de radio que pueden ser de diferente tamaño. El terminal T1 conectado a la celda C1 y cerca de la celda C2, emite una solicitud para establecer comunicación con la estación base SB1. La estación base SB1 verifica en base a los resultados transmitidos en la etapa E5 por una celda adyacente, si el terminal T1 es susceptible de interferir comunicaciones de enlace ascendente establecidas en la celda adyacente. Esta verificación se realiza utilizando informaciones relacionadas con el terminal T1 que están almacenadas en las memorias ME de SB1. Si el terminal T1 interfiere comunicaciones de enlace ascendente en una celda adyacente, por ejemplo, la celda C2, la estación base SB1 asigna bloques de radio al terminal T1 incluidos en el subconjunto de bloques de radio asociados a la zona B. El número de bloques de radio asignados se determinará en función de la identidad del terminal, del servicio de comunicación solicitado por el terminal, así como de la disponibilidad de los bloques de radio en este subconjunto. La asignación de recursos de radio se realiza de forma idéntica y síncrona en todas las celdas del sistema. Así un subconjunto de bloques de radio asociados con una primera zona de una celda cerca de una segunda zona de una celda adyacente no es idéntico al subconjunto de bloques de radio asociados con la segunda zona de la celda adyacente. Esto hace posible evitar cualquier interferencia de comunicaciones entre terminales cercanos pero conectados a celdas adyacentes ya que no comunican en los mismos bloques de radio.

La política de asignación de recursos de radio relativa a este primer modo de realización da la oportunidad a cada estación base de dividir su población de terminales y determinar dinámicamente un conjunto de terminales para el que debe ser aplicada una política de asignación de recursos de radio. Sin embargo, este modo de realización de asignación es bastante limitado ya que solo un subconjunto de bloques de radio está destinado a las comunicaciones de terminales de una zona específica. Así, si varios terminales se encuentran en la misma zona de la celda y no hay ningún terminal presente en otra zona de la celda, un subconjunto de bloques de radio puede estar saturado en comunicación mientras otro subconjunto puede estar completamente disponible.

45 Para paliar este inconveniente, un segundo modo de realización de asignación de recursos consiste en una asignación más flexible basada en el conjunto de la banda de frecuencia mientras se evitan posibles interferencias en las comunicaciones de enlace ascendente de los terminales de celdas adyacentes. Este modo de realización permite satisfacer la asignación de un gran número de terminales conectados a la celda mientras se evita cualquier posible interferencia de comunicación con los terminales de las celdas adyacentes. Este modo de realización también permite tener en cuenta prioridades relativas a los servicios de comunicación requeridos por los terminales y prioridades relativas a los usuarios de los terminales. Este modo de realización se basa en una negociación entre las diferentes celdas del sistema, más particularmente entre celdas adyacentes para intercambiar bloques de radio con el fin de reducir el costo total de la necesidad de comunicación del sistema. Este costo total de la necesidad de comunicación se determina para cada estación base de acuerdo con varios criterios, tales como, para cada terminal que requiere el establecimiento de una comunicación a la celda: el tipo de usuario del terminal y el tipo de servicio requerido por terminal y la cantidad de bloques de recursos solicitados por el terminal o la cantidad de datos a transmitir.

50 La fig. 8 representa un diagrama funcional de asignación de recursos de radio según el segundo modo de realización ejecutado por la estación base de la celda C1 durante una solicitud de establecimiento de una comunicación por el terminal T1 de acuerdo con la fig. 1. Todas las estaciones base del sistema según la invención funcionan de manera idéntica a la recepción de una o más solicitudes para establecer una comunicación por terminales de cada celda. En el ejemplo, se supone que la estación base SB1 ya ha establecido una comunicación para un servicio del terminal T2.

5 En la etapa E6-11, cuando está conectado a la estación base SB1 o cuando desea comunicarse una vez conectado, el terminal T1 transmite a la estación base SB1 una solicitud de establecimiento de comunicación RQC que comprende entre otros, la identidad del terminal Id-T1, por lo tanto, de su usuario, una referencia del servicio de comunicación requerido R-SV1 y una información sobre la cantidad de datos a transmitir Qd1. El terminal T1 puede solicitar el establecimiento de varias comunicaciones para diferentes servicios requeridos. Para simplificar la descripción, se considera que el terminal T1 requiere un único servicio que se llamará SV1.

10 En la etapa E6-12, al recibir la solicitud RQC, la estación base SB1 determina un costo de necesidad en comunicación Ccom1 en función de un valor de prioridad PU1 vinculado al usuario del terminal T1, en función de un valor de prioridad PV1 vinculado al servicio requerido SV1 y en función de varios bloques de radio NbrSv1 necesarios para el establecimiento de la comunicación y determinados a partir de la información Qd1. Los primeros valores están asociados en las memorias ME de la estación SB1, respectivamente, con la identidad del terminal ID-T1 y con la referencia del servicio requerido R-SV1. Por ejemplo, un valor de prioridad vinculado a un particular es menor que un valor de prioridad vinculado a un profesional de seguridad. Además, un valor de prioridad vinculado a un servicio de llamada de emergencia es mayor que un valor de prioridad vinculado a un servicio de comunicación convencional. Cuanto mayores sean estos valores, mayor será el costo de necesidad en comunicación. Puede haber varios terminales conectados a la estación base que requieren, respectiva y simultáneamente, el establecimiento de una comunicación a la estación base. En este caso, la estación base determina para cada servicio requerido por los terminales un costo de necesidad en comunicación y primero procesa el establecimiento de la comunicación para el servicio que tiene un costo de necesidad de comunicación que es el más importante. En el ejemplo, la necesidad en comunicación requerida por el terminal T2 ya está satisfecha por la estación base SB1, por lo tanto, su costo en necesidad de comunicación es cero: Ccom2 = 0.

15 En la etapa E6-13, la estación base SB1 determina un costo total CcomT-C1 de necesidad en comunicación para la celda C1 que corresponde a la suma de los costos de la necesidad en comunicación de los terminales de la celda C1. Por lo tanto, el costo total CcomT-C1 es igual a la suma del costo de la necesidad en comunicación Ccom1 y del costo de la necesidad en comunicación Ccom2. Cada estación base determina así un costo total de necesidad en comunicación y transmite este costo total a las estaciones base de las celdas adyacentes. Por lo tanto, la estación SB1 también recibe el costo total de necesidad en comunicación CcomT-C2, CcomT-C7 respectivamente de las celdas adyacentes C2 a C7.

20 En la etapa E6-14, la estación base SB1 determina un costo total de necesidad en comunicación CcomT-GC1, para el grupo de celdas GC1 formado por las celdas C1 a C7. El costo total de la necesidad en comunicación para el grupo de celdas CG1 corresponde a la suma de los costos totales de la necesidad en comunicación para las celdas del grupo CG1. Asimismo, cada celda del sistema determina un costo total de la necesidad en comunicación de un grupo de celdas formadas por la celda que determina este costo y por sus celdas adyacentes.

25 Luego, en la etapa E6-15, la estación base SB1 determina para cada bloque de radio BRi,j un costo de uso CuC1-Bri,j en función de las mediciones que ha establecido en la etapa E3 durante la transmisión de la señal SRS1 de T1, en la etapa E4 durante la determinación de la interferencia de T1 con respecto a cada terminal de la celda C1 según un umbral de interferencia. Si se detecta que el terminal T1 puede interferir con un terminal que ya está en comunicación en la celda C1, el costo de utilización del bloque o de los bloques de radio asignados al terminal interferido se determina de acuerdo con el valor de prioridad vinculado al usuario del terminal interferido y de acuerdo con el valor de prioridad vinculado al servicio requerido por el terminal interferido. Todos los terminales conectados a la celda C1 son susceptibles de ser interferidos por T1. En el ejemplo de la fig. 1, solo el terminal T2 también está conectado a la celda C1, por lo tanto, el costo de utilización del bloque o de los bloques de recursos asignados al terminal T2 se determinan en función del valor de prioridad PU2 vinculado al usuario T2 y en función del valor de la prioridad PV2 vinculado al servicio requerido por el terminal T2. Los bloques de radio no utilizados por la celda C1 tienen un coste de utilización cero.

30 Luego, en la etapa E6-16, la estación base SB1 transmite a cada estación base de las celdas adyacentes C2 a C7 una solicitud de costo de utilización RQ-CuBR para recibir los costos de utilización de cada bloque de radio BRi,j de la banda de frecuencia determinados por cada celda adyacente en función de la posible interferencia del terminal T1. La solicitud RQ-CuBR comprende la identidad del terminal T1, Id-T1 y posiblemente la identidad de la celda C1, Id-C1. Al recibir dicha solicitud, cada celda adyacente a C1 determina un costo de utilización de CuC2-BRi,j, a CuC7-BRi,j para cada bloque de radio BRi,j en función de las mediciones establecidas en la etapa E3 aplicada a dicha celda adyacente durante la transmisión de la señal SRS1 de T1 y en la etapa E4 aplicada a dicha celda adyacente durante la determinación de la interferencia de T1 con respecto a cada terminal de la celda adyacente según un umbral de interferencia. Si se detecta que el terminal T1 es susceptible de interferir con un terminal de la celda adyacente, el bloque o los bloques de radio asignados para el terminal interferido tiene un costo de usuario determinado de acuerdo con el valor de la prioridad vinculada al usuario del terminal interferido y con el valor de la prioridad vinculada al servicio requerido por el terminal interferido. Esta determinación puede hacerse aplicando una función afín a los parámetros de prioridad vinculados al usuario y al servicio. Si no se detecta que el terminal T1 interfiere con otro terminal de la celda adyacente, los bloques de recursos asignados a este terminal no interferido tienen un costo de utilización nulo. Igualmente, los bloques no utilizados por la celda adyacente tienen un costo de utilización nulo. Así, cada estación base de las celdas adyacentes C2 a C7 transmite a la estación base SB1 para cada bloque de radio BRi,j su costo de utilización CuC2-BRi,j a CuC7-BRi,j. Igualmente, cuando SB1 recibe dicha solicitud de una de las celdas adyacentes, determina el costo de utilización de cada bloque de radio BRi,j en función de la posible interferencia de un terminal de la celda adyacente que transmitió la solicitud.

En la etapa E6-17, la estación base SB1 recibe los costos de utilizar cada bloque de radio CuC2-BRi,j a CuC7-Bri,j determinados por cada celda adyacente a C1. Los costos de utilización CuC1-BRi,j a CuC7-BRi,j son resultados del análisis de detección de interferencia del terminal T1 en los terminales de las celdas del grupo GC1 transmitido en la etapa E5 de la fig. 4. La estación base SB1 determina mediante el bloque de radio BRi,j el costo total de utilización CuT-Bri,j de cada bloque de radio BRi,j que corresponde a la suma de los costos de utilización por bloque de radio de las celdas C1 a C7: $CuT-Bri,j = CuC1-Bri,j + CuC2-Bri,j + \dots + CuC7-Bri,j$.

En la etapa E6-18, la estación base SB1 selecciona los bloques de radio que tienen un bajo costo total de utilización. El número de bloques de radio seleccionados es igual al número de bloques de radio NbrSv1 requerido por el terminal T1. El objetivo de las siguientes etapas E6-19 a E6-21 es obtener un costo de necesidad en comunicación Ccom1 para el terminal T1 nulo si todos los bloques de radio seleccionados y asignados que no son utilizados en parte por las celdas C1 a C2, son utilizados en parte por terminales no interferidos por el terminal T1, o en parte son liberados por celdas adyacentes que los ocupan después de la negociación entre la celda C1 y dichas celdas adyacentes. La estación base SB1 determina un costo total estimado de necesidad en servicio de la celda C1 al considerar el costo de necesidad en servicio Csv1 de T1 nulo.

En la etapa E6-19, si los bloques de radio seleccionados tienen un costo de utilización nulo, la estación SB1 validará la selección de dichos bloques para satisfacer parcial o totalmente la solicitud del terminal T1.

En la etapa E6-20, si la estación base selecciona bloques de radio que ya ha asignado a otros terminales de la celda C1, determina el costo estimado CcomE-C1 de necesidad en comunicación de la celda C1 teniendo en cuenta:

- por una parte, el costo Ccom1 de necesidad en comunicación del terminal T1, siendo determinado este costo Ccom1 en función del valor de prioridad del usuario, del valor de prioridad del servicio y del número de bloques de radio restantes. Los bloques de radio seleccionados se excluyen de los bloques de radio ya validados (por ejemplo, en la etapa E6-19) y los bloques de radio seleccionados ya asignados a otros terminales de la celda C1. Si no queda ningún bloque, entonces el costo Ccom1 es nulo.
- por otro lado, el costo de necesidad en comunicación del terminal que puede ser desprovisto de sus bloques de radio, por ejemplo, T2, que ya no es un costo nulo ya que la necesidad de dicho terminal desprovisto ya no se satisface.

Luego, la estación SB1 determina el costo estimado CcomE-GC1 de necesidad en comunicación del grupo GC1 teniendo en cuenta el costo estimado CcomE-C1 de la celda C1. Si el costo estimado CcomE-GC1 es mayor que el costo total CcomT-GC1 determinado en la etapa E6-14, la estación SB1 no libera los bloques de radio seleccionados. En caso contrario, la estación SB1 libera los bloques de radio seleccionados para validar la selección de dichos bloques de radio, con el fin de satisfacer parcial o totalmente la solicitud del terminal T1.

En la etapa E6-21, si la estación base selecciona bloques de radio ya ocupados por terminales susceptibles de ser interferidos por el terminal T1 y que pertenecen a una o más celdas adyacentes C2 a C7, la estación base SB1 transmite una solicitud de negociación de bloques de radio RQ-Neg a dichas celdas adyacentes. La solicitud RQ-Neg comprende una referencia a los bloques de radio seleccionados R-BRi,j y el costo estimado CcomE-C1 de necesidad en comunicación de la celda C1. El costo estimado CcomE-C1 comprende el costo Ccom1 determinado en función del valor de prioridad del usuario, del valor de prioridad del servicio y del número de bloques de radio restantes. Los bloques de radio seleccionados ya están excluidos de los bloques de radio ya validados (por ejemplo, en las etapas E6-19 y E6-20) y los bloques de radio seleccionados ya asignados a otros terminales de la celda adyacente destinataria de la solicitud RQ-Neg. Si no queda ningún bloque, entonces el costo Ccom1 es nulo. La celda adyacente que recibió la solicitud determina un costo estimado de necesidad en comunicación para dicha celda si libera el o los bloques de radio seleccionados y, por lo tanto, se desprende de uno o más terminales conectados a ella. Luego, la celda adyacente determina el costo estimado de necesidad en comunicación del grupo de celdas que forman dicha celda adyacente y sus propias celdas adyacentes. Si el costo estimado de necesidad en comunicación del grupo de celdas es menor que el costo total de la necesidad en comunicación determinado, según la etapa E6-14 aplicada a dicha celda adyacente, y si la celda adyacente no ha recibido una propuesta más interesante de otras de sus celdas adyacentes para reducir el costo total de necesidad en comunicación del grupo que forma, libera el o los bloques de radio para la celda C1. En caso contrario, la celda adyacente no libera los bloques de radio seleccionados para la celda C1. La celda adyacente notifica a la estación base SB1 si los bloques seleccionados se liberan o no. Luego, al recibir una respuesta positiva de la celda adyacente, la estación SB1 valida la selección de los bloques de radio para satisfacer parcial o completamente la solicitud del terminal T1.

Si los bloques de radio seleccionados no pueden estar disponibles, la estación base SB1 puede seleccionar otros bloques de radio de bajo costo y repetir las etapas E6-19 a E6-21. Si no hay otros bloques de radio de bajo costo, la estación base transmite al terminal T1 una notificación que le indica que el canal de comunicación establecido para el servicio requerido no es óptimo. El terminal T1 puede aceptar el canal de comunicación mal optimizado o rechazar el establecimiento del canal de comunicación. Los pasos E6-19, E6-20 y E6-21 pueden llevarse a cabo de forma sucesiva o simultánea.

En la etapa E6-22, la estación base asigna al terminal T1 los bloques de recursos seleccionados y validados.

ES 2 765 708 T3

A continuación, se muestra un ejemplo numérico simplificado del segundo modo de realización de asignación con referencia a la disposición de los terminales de la fig. 1 y considerando como bloques de radio de la banda de frecuencia: los bloques de radio BR1,1 a BR3,2 de la fig. 3 Este ejemplo no cubre todos los casos posibles cubiertos por la descripción anterior. Este ejemplo es solo para fines ilustrativos.

5 En este ejemplo se consideran los siguientes valores numéricos:

- el valor de prioridad vinculado a los usuarios de los terminales T1 a T6 es igual a 1: $PU1 = PU2 = PU3 = PU4 = PU5 = PU6 = 1$.

- el terminal T1 requiere un servicio con un valor de prioridad igual a 1 para un bloque de radio: $PV1 = 1$.

10 - el bloque de radio BR1,1 está asignado al terminal T2 para el establecimiento de un servicio con un valor de prioridad igual a 1: $PV2 = 1$.

- el bloque de radio BR2,1 está asignado al terminal T3 para el establecimiento de un servicio con un valor de prioridad igual a 1: $PV3 = 1$.

- los bloques de radio BR3,1 y BR1,2 son asignados al terminal T4 para el establecimiento de un servicio con un valor de prioridad igual a 0,5: $PV4 = 0,5$.

15 - los bloques de radio BR2,2 y BR3,2 son asignados al terminal T5 para el establecimiento de un servicio con un valor de prioridad igual a 1: $PV5 = 1$, y

- los bloques de radio BR1,1 y BR2,1 son asignados al terminal T6 para el establecimiento de un servicio con un valor de prioridad igual a 1: $PV6 = 1$.

20 Inicialmente, todas las solicitudes de los terminales de las celdas C1 a C2 se satisfacen. Por lo tanto, inicialmente el costo de necesidad en comunicación de cada terminal es nulo, el costo total de necesidad en comunicación de cada celda C1 a C7 es nulo y el costo total de necesidad en comunicación del grupo de celdas C1 a C7 también es nulo.

En la etapa E6-11, la estación base SB1 recibe la solicitud RQC del terminal T1.

En la etapa E6-12, la estación base determina el costo de necesidad en comunicación del terminal T1: $Ccom1 = a (PU1, PV1, NbrSv1) = 1$ considerando que la función tiene una función de tipo afín.

25 En la etapa E6-13, la estación SB1 determina el costo total de necesidad en comunicación de la celda C1: $CcomT-C1 = Ccom1 + Ccom2 = 1$. Como se satisface el requisito de comunicación del terminal T2: $Ccom2 = 0$. Así, cada estación base SB1 a SB7 determina respectivamente un costo total de necesidad en comunicación $CcomT-C1$ a $CcomT-C7$ y transmite este costo total a las estaciones base de las celdas adyacentes.

30 En la etapa E6-14, la estación SB1 determina el costo total de necesidad en comunicación del grupo de celdas CG1 formado por las celdas C1 a C7: $CcomT-GC1 = CcomT-C1 + \dots CcomT-C7 = 1$, ya que los costos $CcomT-C2$ a $CcomT-C7$ son inicialmente nulos.

En la etapa E6-15, la estación base SB1 determina para cada bloque de radio $BR_{i,j}$ un costo de uso $Cu_{C1-BR_{i,j}}$: $Cu_{C1-BR1,1} = 1$; $Cu_{C1-BR1,2} = 0$; $Cu_{C1-BR2,1} = 0$; $Cu_{C1-BR2,2} = 0$; $Cu_{C1-BR3,1} = 0$ y $Cu_{C1-BR3,2} = 0$.

35 En la etapa E6-16, la estación base SB1 transmite a cada estación base de las celdas adyacentes C2 a C7 una solicitud de costo de utilización RQ-CuBR. Al recibir la solicitud RQ-CuBR, cada celda C2 a C7 determina un costo de uso $Cu_{C2-BR_{i,j}}$, a $Cu_{C7-BR_{i,j}}$ para cada bloque de radio $BR_{i,j}$ en función de la interferencia del terminal T1.

En la celda C2, el terminal T3 es susceptible de ser interferido por el terminal T1, por lo tanto, el costo de utilización del bloque de radio asignado a T3 es: $Cu_{C2-BR2,1} = 1$;

40 En la celda C2, el terminal T4 es susceptible de ser interferida por el terminal T1, por lo tanto, los costos de utilización de los bloques de radio asignados a T4 son: $Cu_{C2-BR3,1} = 0,5$; $Cu_{C2-BR1,2} = 0,5$.

Los bloques no utilizados por la celda C2 tienen costos de utilización nulos: $Cu_{C2-BR1,1} = 0$, $Cu_{C2-BR2,2} = 0$ y $Cu_{C2-BR3,2} = 0$;

En la celda C3, el terminal T5 es susceptible de ser interferido por el terminal T1. Los costos de utilización de los bloques de radio asignados a T5 son: $Cu_{C3-BR2,2} = 1$; $Cu_{C3-BR3,2} = 1$.

45 En la celda C3, el terminal T6 no es susceptible de ser interferido por el terminal T1 y recíprocamente, por lo tanto, los costos de utilización de los bloques de radio asignados a T6 son nulos: $Cu_{C3-BR1,1} = 0$; $Cu_{C3-BR2,1} = 0$.

Los bloques no utilizados por la celda C3 tienen costos de utilización nulos: $Cu_{C3-BR1,2} = 0$; $Cu_{C3-BR3,1} = 0$.

Las celdas C4 a C7 no tienen terminales según el ejemplo de la fig. 1. Por tanto, el costo de utilización de su bloque de

radio es nulo.

En la etapa E6-17, la estación base SB1 recibe de las celdas C2 y C7 los costos de utilización previamente determinados. La estación SB1 determina por bloque de radio el costo total de utilización de cada bloque de radio:

$$- \text{CuT-BR1,1} = \text{CuC1-BR1,1} + \dots + \text{CuC7-BR1,1} = 1$$

5 $- \text{CuT-BR2,1} = \text{CuC1-BR2,1} + \dots + \text{CuC7-BR2,1} = 1$

$$- \text{CuT-BR3,1} = \text{CuC1-BR3,1} + \dots + \text{CuC7-BR3,1} = 0,5$$

$$- \text{CuT-BR1,2} = \text{CuC1-BR1,2} + \dots + \text{CuC7-BR1,2} = 0,5$$

$$- \text{CuT-BR2,2} = \text{CuC1-BR2,2} + \dots + \text{CuC7-BR2,2} = 1$$

$$- \text{CuT-BR3,2} = \text{CuC1-BR3,2} + \dots + \text{CuC7-BR3,2} = 1$$

10 En el ejemplo, no hay un bloque de radio que tenga un costo total de utilización nulo, por lo tanto, en la etapa E6-18, la estación base SB1 selecciona uno de los bloques de radio que tiene un costo total de utilización el más bajo. La estación SB1 puede seleccionar uno de los bloques de radio BR3,1, BR1,2 ya asignados al terminal T4 de la celda C2.

Los bloques BR3,1 y BR1,2 al no tener un costo total de utilización nulo y al no estar ya asignados a uno de los terminales de la celda C1, la estación base SB1 no ejecuta las etapas E6-19 y E6-20.

15 En la etapa E6-21, la estación base SB1 transmite una solicitud de negociación de bloques de radio RQ-Neg a la celda C2. La solicitud RQ-Neg comprende referencias a los bloques de radio BR3,1, BR1,2 y el costo total estimado de necesidad en comunicación de la celda C1, considerando la necesidad en comunicación para el terminal T1 satisfecha si la selección está validada: $\text{CcomE-C1} = 0$.

20 Al recibir la solicitud RQ-Neg, la estación base de la celda C2 determina un costo total de necesidad en comunicación CcomT-GC2 del grupo de celdas formado por las celdas C2, C1, C7, C19, C13 y C3 según la fig. 5. La determinación de CcomT-GC2 se lleva a cabo en la etapa E-14 aplicada a la celda C2. Así, $\text{CcomT-GC2} = \text{CcomT-C2} + \text{CcomT-C1} + \text{CcomT-C7} + \text{CcomT-C19} + \text{CcomT-C13} + \text{CcomT-C3} = 1$, considerando inicialmente en las celdas C2, C3, C7, C19 y C13 que las necesidades en comunicación están satisfechas.

25 Luego, la estación SB2 determina un costo estimado de necesidad en comunicación para el grupo de celdas GC2: CcomE-GC2 considerando que libera uno de los bloques de radio BR3,1 o BR1,2. En este caso, el costo de necesidad en comunicación CcomE-C1 para la celda C1 sería nulo y el costo estimado de necesidad en comunicación CcomE-C2 para la celda C2 sería 0,5, que es el costo de necesidad en comunicación del terminal T4 si su necesidad en comunicación ya no se cumple totalmente. En el ejemplo, se supone que ninguna otra celda adyacente a la celda C2 solicita negociación. Así, el costo total estimado de necesidad en comunicación $\text{CcomE-GC2} = 0,5$ es menor que el costo total de necesidad en comunicación $\text{CcomT-CG2} = 1$ determinado en la etapa E6-14. Por tanto, si la estación SB2 libera uno de los bloques de recursos requeridos por la estación SB1, el costo total de necesidad en comunicación para el grupo GC2 será menor.

35 La estación base B2 libera uno de los bloques de radio BR3,1, BR1,2. La estación base SB2 notifica a la estación base SB1 que el bloque BR3,1 ha sido liberado. Al recibir una respuesta positiva de la estación SB2, la estación SB1 valida la selección del bloque de radio BR3,1, y asigna el bloque de radio al terminal T1 para satisfacer la solicitud del terminal T1, en la etapa E6-22.

REIVINDICACIONES

1. Método para asignar recursos de radio en una red de radiocomunicaciones de banda ancha para comunicaciones de enlace ascendente, estando formada la red por celdas que comprenden cada una al menos una estación base y terminales, estando caracterizado el método por que comprende las siguientes etapas, durante una conexión de un primer terminal (T1) a una primera estación base (SB1) de una primera celda (C1) de un grupo de celdas (C1 a C7) formado por la primera celda y sus celdas adyacentes:
- mediciones (E3), efectuadas por cada estación base del grupo de celdas, de la calidad de señales de referencia SRS definidas respectivamente para los terminales del grupo de celdas, efectuando cada estación base las mediciones (E3) programando sucesivamente en cada terminal conectado a dicha estación base la transmisión de una señal de referencia SRS definida para cada uno de dichos terminales según una primera secuencia de tiempo de transmisión, siendo aplicada la secuencia de tiempo de transmisión de manera idéntica a las celdas del grupo de celdas (C1 a C7), definiendo la secuencia una programación sucesiva de transmisiones de señales de referencia SRS, indicando en un instante dado una identidad de una celda del grupo de celdas en la que la estación base debe ordenar una transmisión de una señal de referencia SRS a uno de los terminales conectados a ella de manera que un solo terminal del grupo de celdas transmita a la vez su señal de referencia SRS;
 - un análisis (E4) para detectar una interferencia del primer terminal (T1) en las comunicaciones de enlace ascendente desde los terminales conectados a las estaciones base del grupo de celdas, siendo efectuado el análisis en función de las mediciones de calidad de las señales de referencia SRS, por cada estación base del grupo de celdas,
 - una asignación de recursos de radio (E6) por la primera estación base para una comunicación de enlace ascendente desde el primer terminal en función de los resultados del análisis de detección de una interferencia del primer terminal en las comunicaciones de enlace ascendente de los otros terminales del grupo de celdas, proviniendo los resultados de cada celda del grupo de celdas.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende durante la conexión del primer terminal a la primera estación base:
- una definición (E1) de las primeras reglas de transmisión (R-SRS1) de una primera señal de referencia SRS definida para el primer terminal, siendo las primeras reglas de transmisión distintas de las reglas de transmisión de señales de referencia SRS de otros terminales conectados a la primera estación base para que las señales de referencia de todos los terminales conectados a la primera estación base sean ortogonales entre sí, y
 - una transmisión de las primeras reglas de transmisión definidas a las otras estaciones base del grupo de celdas.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el análisis de detección de una interferencia del primer terminal (T1) sobre otro de los terminales del grupo de celdas comprende, en cada estación base del grupo de celdas, las siguientes etapas:
- una determinación de un informe de una medición de calidad de una primera señal de referencia SRS definida para el primer terminal en la medición de calidad de una señal de referencia SRS definida para el otro terminal conectado a la estación base que efectúa el análisis de detección de interferencia,
 - una comparación de la relación determinada con un umbral de interferencia (SI), y
 - si la relación determinada es mayor que el umbral de interferencia (SI), una detección de una interferencia del primer terminal sobre el otro terminal.
4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para efectuar las mediciones de calidad (E3) de las señales de referencia de los terminales del grupo de celdas, cada estación base recibe sucesivamente una señal de referencia SRS definida para un terminal del grupo de celdas según una segunda secuencia de tiempo de recepción, funcionando la secuencia de tiempo de transmisión y la secuencia de tiempo de recepción de manera simultánea.
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el patrón de programación de transmisión de señal SRS se repite en toda la red celular y se aplica la secuencia de tiempo de transmisión idéntica en cada patrón de programación de modo que dos estaciones base de celdas adyacentes pero que pertenecen a diferentes conjuntos de celdas no pueden ordenar la transmisión de una señal de referencia SRS al mismo tiempo.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la secuencia de tiempo de recepción de señal de referencia SRS es específica para cada celda de la red, definiendo la secuencia una programación sucesiva de recepción de señales de referencia SRS transmitidas respectivamente por los terminales de las celdas de un grupo de celdas formado por una celda programada por la secuencia de tiempo de recepción y las celdas adyacentes a

dicha celda, indicando en un instante dado la identidad de una celda en la que un terminal emite una señal de referencia SRS.

7. Método según la reivindicación 6, caracterizado por que la secuencia de tiempo de recepción de una celda es síncrona con al menos la secuencia de tiempo de transmisión de la celda.

5 8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la asignación de recursos (E6) por la primera estación base para el primer terminal comprende las siguientes etapas:

– una recepción (E6-12) de una solicitud de establecimiento de una comunicación (RQC) que comprende una identidad del primer terminal (ID-T1), una referencia (R-SV1) a un servicio de comunicación requerido y una información relativa al número (NbrSV1) de bloques de recursos necesarios para la comunicación,

10 – una determinación (E6-14) de un costo total de necesidad en comunicación (CcomT-GC1) para el grupo de celdas formado por la primera celda y sus celdas adyacentes en función de valores de prioridad (PU1, PU2, ..., PU6) vinculados respectivamente a las identidades de los terminales del grupo de celdas, valores de servicio (PV1, PV2, ..) respectivamente vinculados a los servicios requeridos por los terminales del grupo de celdas y números (NbrSV1, ...) de bloques de recursos requeridos respectivamente por los terminales del grupo de celdas,

15 – una determinación (E6-17) del costo total de utilización (CuT-Bri,j) de cada bloque de recursos (Bri,j) de una banda de frecuencia utilizada por la red para todas las celdas del grupo de celdas, en función de los valores de prioridad vinculados respectivamente a los terminales cuyas comunicaciones de enlace ascendente pueden ser interferidas por el primer terminal y en función de los valores de la prioridad vinculados respectivamente a los servicios requeridos por los terminales cuyas comunicaciones de enlace ascendente pueden ser interferidas por el primer terminal.

20 – una selección (E6-18) del número necesario (NbrSV1) de bloques de recursos requeridos por el primer terminal, teniendo cada bloque de recursos seleccionado un costo total mínimo de utilización, y

– una asignación (E6-19 a E6-22) de los bloques de recursos seleccionados y validados, para el primer terminal.

25 9. Método según la reivindicación 8, caracterizado por que la primera estación base (SB1) asigna bloques seleccionados al primer terminal si:

– dichos bloques de recursos se consideran no utilizados por otro terminal del grupo de celdas formado por la primera celda y sus celdas adyacentes, o

30 – dichos bloques de recursos son ya utilizados por otro terminal del grupo de celdas y se considera que el primer terminal no interfiere con el otro terminal, o

– dichos bloques de recursos son ya utilizados por otro terminal conectado a la primera estación, y el costo total de necesidad en comunicación (CcomT-GC1) para el grupo de celdas formado por la primera celda y sus celdas adyacentes es mayor que el costo estimado de necesidad en comunicación (CcomE-GC1) para el grupo de celdas formado por la primera celda y sus celdas adyacentes, siendo determinado el costo estimado considerando los bloques de recursos liberados por el otro terminal y asignados al primer terminal, o

35 – dichos bloques de recursos son ya utilizados por otro terminal conectado a otra estación base distinta de la primera estación, considerando que el primer terminal interfiere con el otro terminal, y el costo total de necesidad en comunicación (CcomT-GC2) para el grupo de celdas formado por la celda que contiene la otra estación base y sus celdas adyacentes es mayor que un costo estimado de necesidad en comunicación (CcomE-GC2) para el grupo de celdas formado por la celda que contiene la otra estación base y sus celdas adyacentes, siendo determinado el costo estimado por la otra estación base considerando los bloques de recursos liberados por el otro terminal y asignados al primer terminal.

40 10. Estación base en una red de radiocomunicaciones de banda ancha que ejecuta las etapas del método para asignar recursos de radio para comunicaciones de enlace ascendente según las reivindicaciones 1 a 9, estando formada la red por celdas que comprenden cada una al menos una estación base y terminales, perteneciendo la estación base a una primera celda (C1) de un grupo de celdas (C1 a C7) formado por la primera celda y sus celdas adyacentes y comprendiendo:

– una unidad (UM) para medir la calidad de las señales de referencia SRS definida respectivamente para los terminales del grupo de celdas,

50 – una unidad (UDI) para el análisis de detección de interferencia de un primer terminal (T1) sobre comunicaciones de enlace ascendente de otros terminales conectados a las estaciones base del grupo de celdas,

– una interfaz (IF) unida a las estaciones base de las celdas adyacentes para recibir o enviar resultados del

análisis de detección de interferencia, y

- una unidad (UAL) de asignación de recursos de radio para el primer terminal en función de los resultados del análisis de detección de interferencia.

FIG. 1

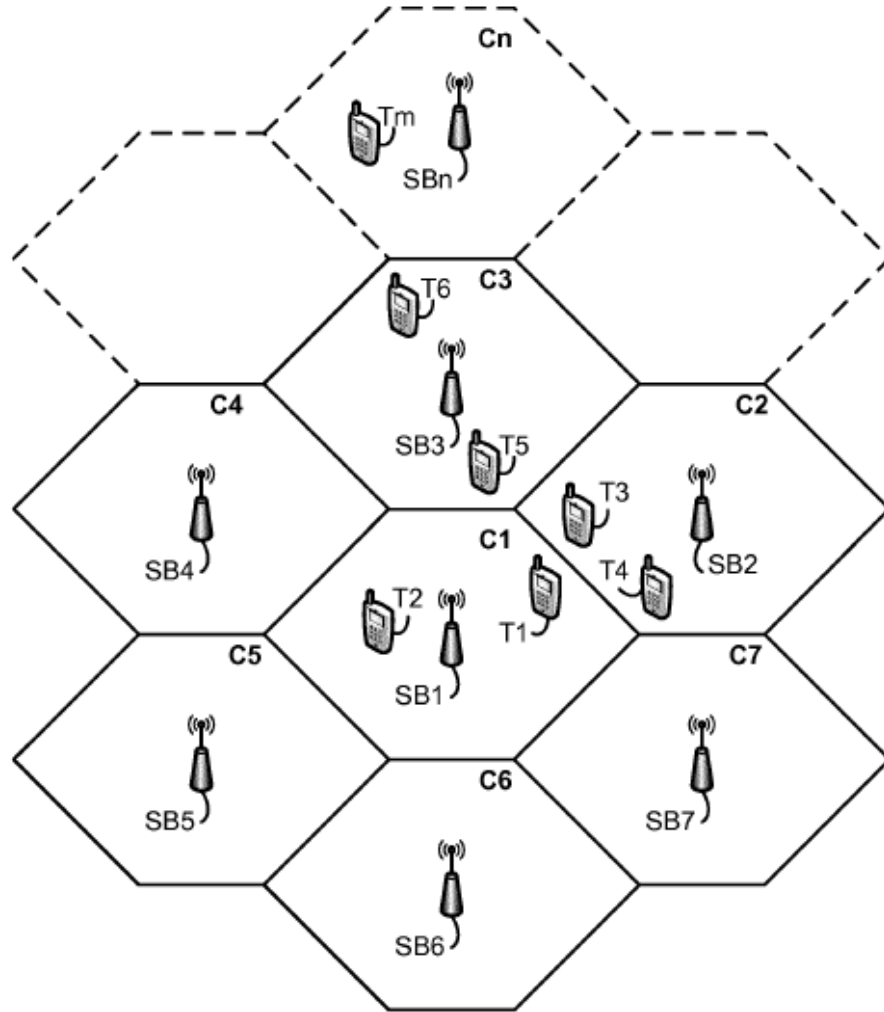


FIG. 2

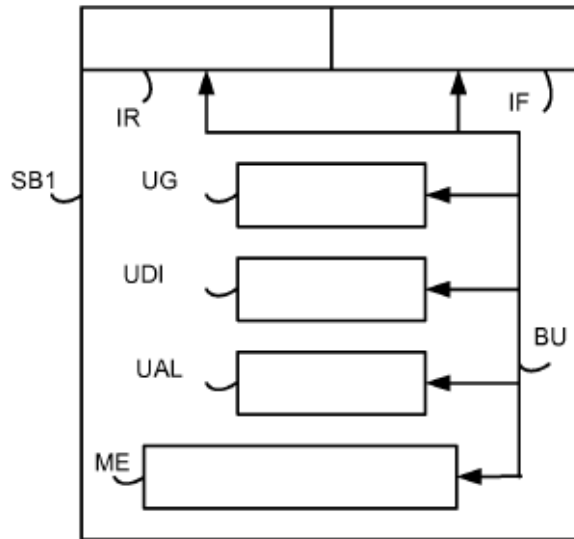


FIG. 3

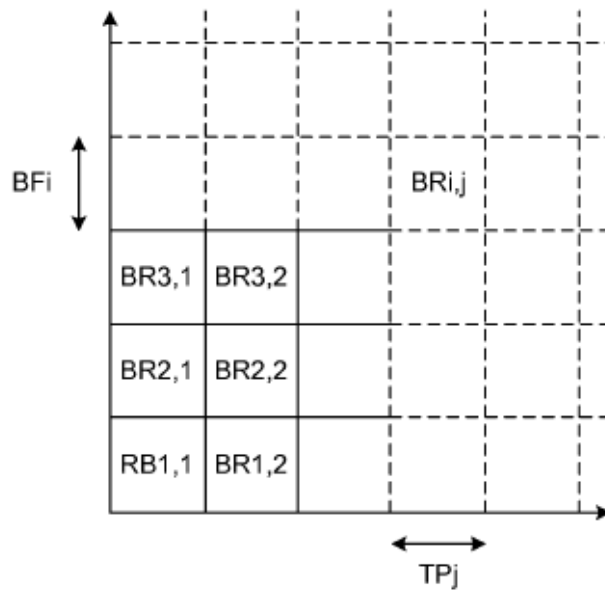


FIG. 4

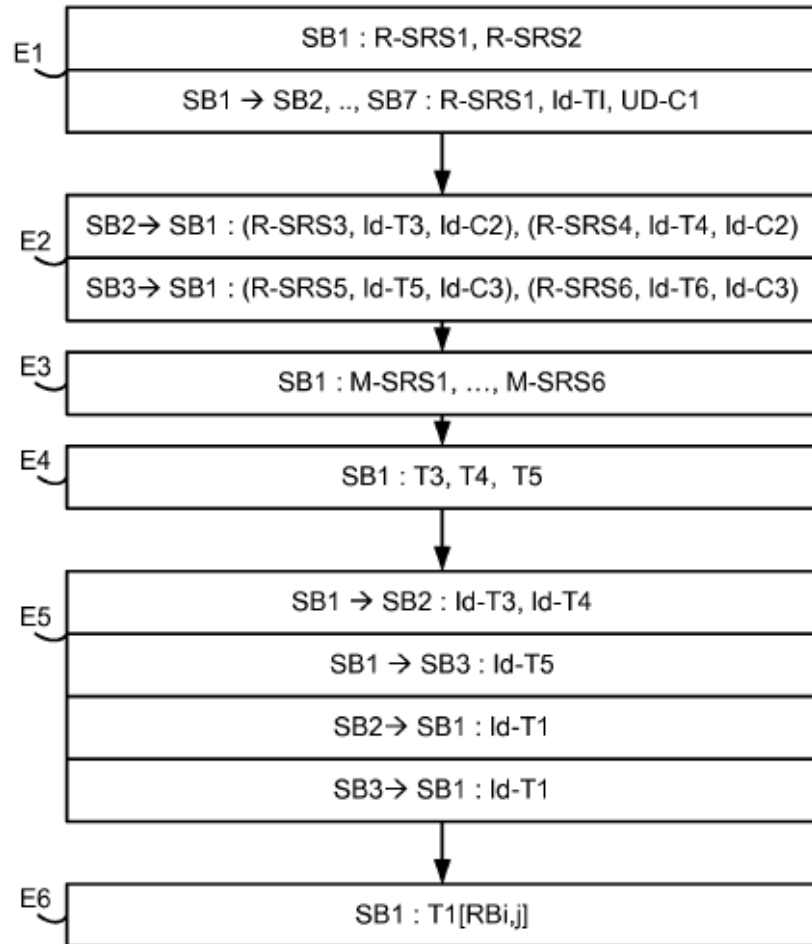


FIG. 5

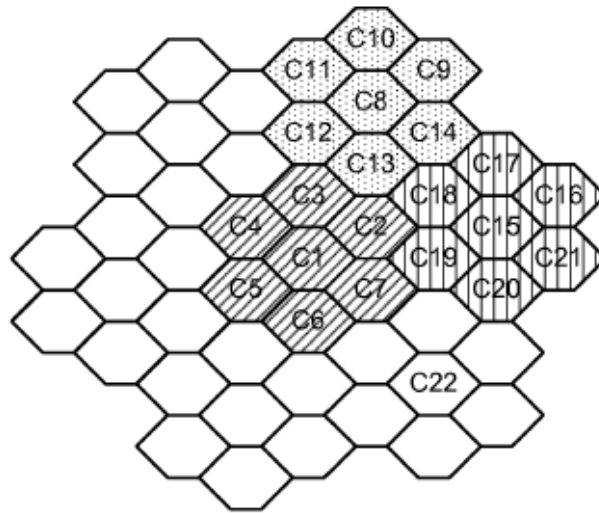


FIG. 6

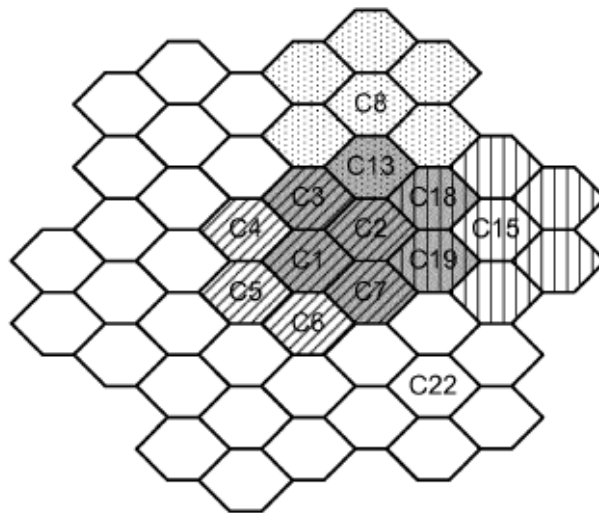


FIG. 7

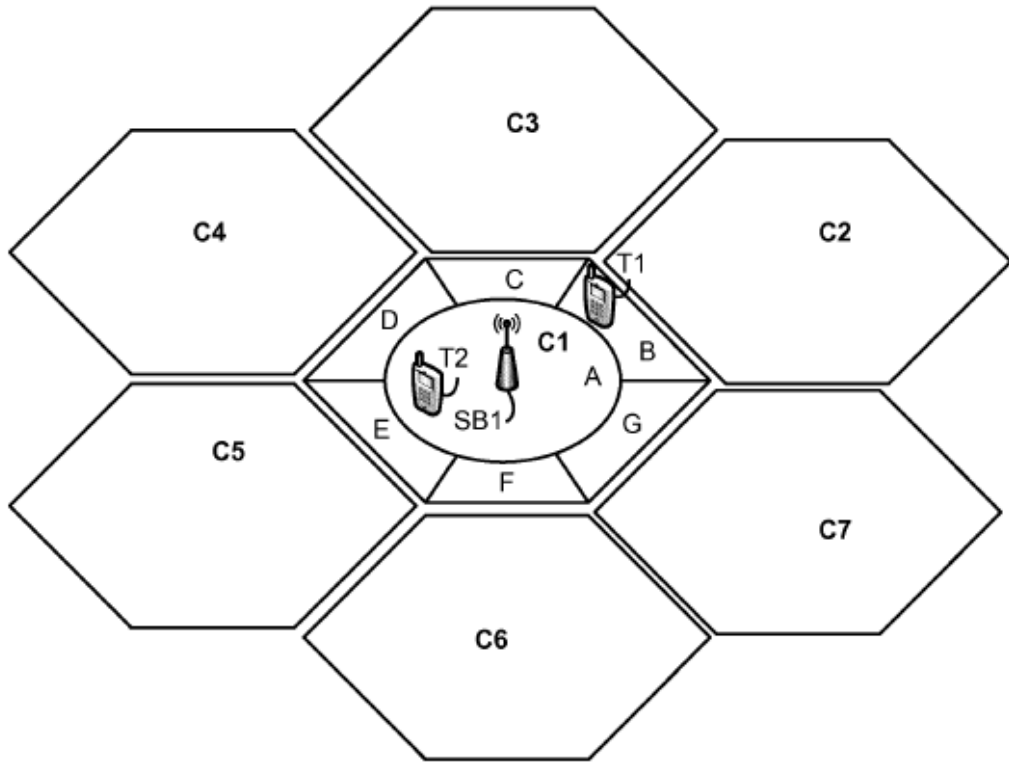


FIG. 8

