

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 045**

51 Int. Cl.:

H04W 36/20 (2009.01)

H04W 84/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2015 PCT/EP2015/062597**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185733**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2015 E 15726979 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3152958**

54 Título: **Conmutación progresiva de banda de frecuencias de radio en un nodo repetidor**

30 Prioridad:

06.06.2014 FR 1401373

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

30.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MARQUE-PUCHEU, GÉRARD;
DELMAS, SERGE;
HELIAS-FORET, CHRISTINE y
GRUET, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 770 045 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

Conmutación progresiva de banda de frecuencias de radio en un nodo repetidor

Ámbito de la invención

5 La presente invención concierne de manera general a un procedimiento de conmutación progresiva de banda de frecuencias de radio en un nodo repetidor de una red de radiocomunicaciones. La invención encuentra una aplicación en el despliegue de redes de radiocomunicaciones, por ejemplo de tipo ad hoc o de infraestructura, tales como las utilizadas por los profesionales de la seguridad o por los operadores de redes públicas.

Estado de la técnica y problemas técnicos encontrados

10 Se conocen sistemas de radiocomunicaciones celulares que proponen una conmutación de canal de comunicación entre una estación de base y al menos una estación móvil. La conmutación entre un primer canal de comunicación y un segundo canal de comunicación tiene la ventaja de obtener una mejor emisión-recepción de radio sin interferencia entre la estación de base y la estación móvil.

15 Sin embargo, los procedimientos conocidos indican en todo caso una interrupción de la comunicación entre las dos entidades, en un tiempo dado durante un breve instante, para conmutar de un canal hacia otro sin tener en cuenta las potenciales estaciones móviles que lleguen a la comunicación en el transcurso del cambio de canal.

Existe por tanto una necesidad de conmutación progresiva en un nodo repetidor de un primer canal de comunicación de una primera banda de frecuencias hacia un segundo canal de comunicación de una segunda banda de frecuencias sin interrupción de servicio para las estaciones en comunicación y teniendo en cuenta las estaciones que lleguen a la comunicación en el transcurso del cambio de canal.

20 En el estado de la técnica, se conocen los documentos US 2007/117517 A1 titulado « Method for dynamic frequency selection and system supporting the same in a cognitive radio wireless communication system », WO 2010/124729 A1 titulado « Spectrum arrangement for co-channel interference reduction », WO 2012/085620 A1 titulado « Apparatus and method to set a control channel configuration in a communication system », WO 2012/158077 A1 titulado Method and arrangement related to interference between systems » y WO 2011/141177 A1 titulado « Management of the connections of relay nodes to form an ad hoc network ».

Exposición de la invención

30 Un objetivo de la invención es paliar los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo un procedimiento de conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias hacia una segunda banda de frecuencias con el fin de minimizar las interrupciones de comunicaciones en curso en la primera banda al tiempo que acepte nuevas comunicaciones en la segunda banda.

La invención tiene por tanto por objeto un procedimiento de conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias hacia una nueva banda de frecuencias cuando primeros nodos móviles están conectados previamente con una célula de un nodo repetidor, caracterizado por que durante una detección por el nodo repetidor de una interferencia en la primera banda de frecuencias, el nodo repetidor activa la conmutación progresiva que comprende:

- 35 - una selección por el nodo repetidor de una nueva banda de frecuencias no interferida, siendo la nueva banda de frecuencias distinta de la primera banda de frecuencias,
- una ocupación de la nueva banda de frecuencias por el nodo repetidor por al menos una emisión en un canal de control de la citada nueva banda de frecuencias,
- 40 - una conmutación de las comunicaciones de radio de los primeros nodos móviles activos desde la primera banda de frecuencias hacia la nueva banda de frecuencias,
- un bloqueo del acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias para al menos un segundo nodo móvil que entre en la célula del nodo repetidor mientras que la conmutación esté en curso, comprendiendo el citado bloqueo al menos una emisión de una señal por el nodo repetidor en un canal de control de la primera banda de frecuencias,
- 45 - una liberación de la primera banda de frecuencias por el nodo repetidor, estando constituida la citada liberación por la parada de la emisión de la citada señal por el nodo repetidor en el citado canal de control de la primera banda de frecuencias.

50 La invención permite obtener una conmutación automática y progresiva de bandas de frecuencias. La conmutación automática se efectúa cuando el nodo repetidor detecte una interferencia en la banda de frecuencias en curso de utilización.

La conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias hacia una segunda banda de frecuencias en un mismo nodo repetidor, permite minimizar en los primeros nodos móviles la interrupción de la comunicación ya establecida o incluso evitarla. Cuando la nueva banda de frecuencias esté ocupada el nodo repetidor puede transmitir bastante rápidamente a los primeros nodos móviles activos a través de la primera banda de frecuencias los parámetros necesarios para acceder a la segunda banda de frecuencias. Asimismo, la conmutación progresiva tiene la ventaja de que los segundos nodos móviles que lleguen a la cobertura de la célula gestionada por el nodo repetidor se conecten con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias interferida. De esta manera el nodo repetidor bloquea, para los segundos nodos repetidores, el acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la banda de frecuencias interferida.

- 5
- 10 Gracias al bloqueo del acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias para al menos un segundo nodo móvil, la conmutación progresiva tiene en cuenta los nodos móviles que lleguen en el transcurso de la conmutación denominados aquí segundos nodos móviles.

La invención se refiere igualmente a una cualquiera de las características siguientes:

- 15
- la selección de la nueva banda de frecuencias se efectúa entre una pluralidad de bandas de frecuencias distintas definidas en una tabla de bandas de frecuencias.
 - la ocupación de la nueva banda de frecuencias se realiza por la difusión de una señal de sincronización y de información del sistema por el nodo repetidor en un canal de control de la nueva banda de frecuencias,
 - el bloqueo se realiza por la difusión de informaciones del sistema a través de la primera banda de frecuencias, comprendiendo las informaciones del sistema:
 - 20 o una inaccesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias a partir de un primer dato con fecha y hora, y
 - o una accesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la nueva banda de frecuencias a partir de un segundo dato con fecha y hora.
 - la conmutación de los primeros nodos activos de la primera banda de frecuencias hacia la nueva banda de frecuencias corresponde a una transferencia de un nodo móvil desde un primer nodo repetidor accesible a través de la banda de frecuencias hacia un segundo nodo repetidor accesible a través de la nueva banda de frecuencias, siendo el primer nodo repetidor y el segundo nodo repetidor un solo y mismo nodo repetidor.
 - según otra realización, la conmutación de un primer nodo activo de la primera banda de frecuencias hacia una nueva banda de frecuencias corresponde a una primera conmutación de transmisión de los datos de tráfico en recursos de la nueva banda de frecuencias, siendo difundidos los datos de control a través de la primera banda de frecuencias, y después de una conmutación de transmisión de datos de control en recursos de la nueva banda de frecuencias.
 - la liberación de la primera banda de frecuencias se realiza por una parada de la difusión de la señal de sincronización y de las informaciones del sistema en el canal de control de la primera banda de frecuencias,
 - 35 - tras la detección de una interferencia en la banda de frecuencias el nodo repetidor activa un tiempo de conmutación aleatorio y transcurrido este tiempo de conmutación si la primera banda de frecuencias está interferida, se activa la conmutación progresiva.

40 La invención tiene también por objeto un sistema de comunicación que comprende al menos un nodo repetidor y al menos un nodo móvil apto para detectar un bloqueo del acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la detección de una señal en el canal de control de la primera banda de frecuencias, cuando el nodo móvil entre en la célula del nodo repetidor, y apto para ejecutar una orden de conmutación que proviene del nodo repetidor cuando el nodo móvil está previamente conectado con la célula del nodo repetidor.

45 La invención tiene también por objeto un nodo repetidor de un sistema de radiocomunicación caracterizado por que el mismo comprende medios aptos para ejecutar las etapas del procedimiento de conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias hacia una nueva banda de frecuencias, siendo ejecutado el citado procedimiento cuando primeros nodos móviles están previamente conectados con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias. El nodo repetidor comprende:

- 50
- una unidad de detección de una interferencia en la primera banda de frecuencias,
 - una unidad para seleccionar una nueva banda de frecuencias no interferida, siendo la nueva banda de frecuencias distinta de la primera banda de frecuencias,
 - una unidad para ocupar la nueva banda de frecuencias por emisión de una señal en el canal de control de la segunda banda de frecuencias.

- una unidad para bloquear el acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias para al menos un segundo nodo móvil que entre en la célula del nodo repetidor, y
- una unidad para liberar la primera banda de frecuencias por la parada de la emisión de la citada señal en el citado canal de control de la primera banda de frecuencias.

5 Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue y el examen de las figuras que la acompañan. Las mismas se presentan solo a modo ilustrativo pero en absoluto limitativo de la invención. Las figuras muestran.

- 10 - las figuras 1A, 1B y 1C: una representación esquemática de un sistema de comunicación respectivamente según las etapas del procedimiento de conmutación progresiva según la invención,
- la figura 2: un esquema de bloques de un nodo repetidor que realiza la conmutación según el procedimiento de la invención,
- la figura 3: un esquema de bloques de un nodo móvil según la invención,
- la figura 4: un diagrama funcional de un procedimiento de conmutación según la invención, y:
- 15 - la figura 5: un diagrama funcional de una mejora del procedimiento de conmutación según la invención.

Descripción de la invención

Se señala desde ahora que las figuras no están a escala real.

20 La invención se aplica a cualquier sistema de radiocomunicación celular ad hoc, tales como las redes Wifi, Bluetooth o cualquier sistema de radiocomunicación celular de repetición tales como los sistemas de infraestructuras TETRA (TERrestrial TRunked RAdio en inglés), TETRAPOL, las redes WIMAX ("Worldwide Interoperability for Microwave Access" en inglés), LTE ("Long Term Evolution" en inglés), o cualesquiera redes de radiocomunicación de tercera o cuarta generación.

25 Refiriéndose a las figuras 1A, 1B, 1C, tal sistema de radiocomunicaciones celulares comprende de una a varias células (solo está representada una célula), cada una formada por al menos un nodo repetidor NR con el cual están conectados en una primera banda de frecuencias BF1 uno o varios nodos móviles UE1, UE2, denominados primeros nodos móviles. Cuando el nodo repetidor NR detecta una interferencia en la primera banda de frecuencias BF1 causada por ejemplo por un equipo de radio autónomo E, el nodo repetidor controla la conmutación de banda de frecuencias según el procedimiento de la invención. El nodo repetidor NR emite en una segunda banda de frecuencias BFi (como está ilustrado en la figura 1B) con el fin de que nuevos nodos móviles UEk, denominados segundos nodos móviles, que lleguen a la célula del nodo repetidor NR puedan conectarse al nodo repetidor NR en la segunda banda de frecuencias BFi. El nodo repetidor NR notifica a los primeros nodos móviles activos UE1, UE2 que se establece una nueva banda de frecuencias BFi y que los mismos pueden conmutar sus comunicaciones de radio a esta nueva banda de frecuencias con el fin de minimizar las rupturas de comunicación en curso. Una vez que todos los primeros nodos móviles activos UE1, UE2 hayan notificado su conmutación hacia la segunda banda de frecuencias BFi, el nodo repetidor NR libera la primera banda de frecuencias BF1 con el fin de que la misma sea utilizada por otros nodos repetidores de la red que no son objeto de interferencia en la banda BF1 (como está ilustrado en la figura 1C).

35 Una banda de frecuencias BF comprende un conjunto de canales de radio. Una primera parte del conjunto de canales de radio, que se denominan canales ascendentes, está dedicada a la transmisión de comunicaciones ascendentes desde un nodo móvil hacia el nodo repetidor. Una segunda parte de los canales de radio, que se denominan canales descendentes, está dedicada a la transmisión de comunicaciones descendentes desde el nodo repetidor hacia uno o unos nodos móviles. Según la tecnología implementada en la red, este reparto de canales en sentido ascendente puede hacerse en frecuencias (FDD) o en tiempo (TDD).

40 El conjunto de los canales de radio, ascendentes y descendentes de una banda de frecuencias comprende canales de control y canales de tráfico.

45 Los canales de tráfico Ct1, Ct2,...Ctm,...CtM se establecen cada uno entre el nodo repetidor y un nodo móvil o un grupo de nodos móviles presentes en la célula del nodo repetidor. Los canales de tráfico Ct1, Ct2,...Ctm,...CtM transportan datos de tráfico tales como datos de voz, datos multimedia, así como los datos de señalización asociados al tráfico. Los canales de control Cc difunden informaciones de control tales como informaciones de sincronización e informaciones del sistema necesarias para la sincronización entre un nodo repetidor y al menos un nodo móvil, informaciones de asignaciones necesarias para la asignación de recursos.

50 Cada nodo repetidor del sistema de radiocomunicación comprende una tabla de frecuencias TBF que identifica las diferentes bandas de frecuencias BF1, BF2,...BFi,...BFI del espectro frecuencial utilizado por el sistema de

5 radiocomunicación. La tabla de frecuencias indica en cada una de las bandas de frecuencias si la banda está en estado libre o en estado ocupado. Se entiende por banda de frecuencias en estado libre una banda de frecuencias no interferida o muy poco interferida por otro equipo de radio alejado del nodo repetidor. El otro equipo de radio puede ser otro nodo repetidor del sistema de radiocomunicación que utilice la misma banda de frecuencias que el nodo repetidor NR pero que esté suficientemente alejado del nodo repetidor NR para no interferir en sus comunicaciones de radio.

10 Se entiende por banda de frecuencias en estado ocupado una banda de frecuencias en parte o totalmente interferida por un equipo de radio próximo al nodo repetidor NR y que impide una comunicación de radio eficaz entre el nodo repetidor y los nodos móviles conectados con el mismo a través de la citada banda de frecuencias. El otro equipo de radio puede ser un equipo de radio independiente del sistema de radiocomunicación que fuerza sus emisiones de radio en una parte de la banda de frecuencias utilizada por el nodo repetidor NR. Según otro caso, por ejemplo en el caso de las redes ad hoc, el otro equipo de radio puede ser otro nodo repetidor del sistema de radiocomunicación que llegue y se despliegue utilizando la misma banda de frecuencias que el nodo repetidor NR y que esté suficientemente próximo al nodo repetidor NR para interferir en sus comunicaciones.

15 Las tablas de frecuencias en los nodos repetidores del sistema pueden comprender en iguales bandas de frecuencias estados diferentes. Los estados de las bandas de frecuencias en la tabla de frecuencias son actualizados periódicamente por el nodo repetidor.

20 Un nodo móvil denominado igualmente terminal móvil es por ejemplo un teléfono (Smartphone), una tableta, un módem USB de claves o cualquier otro tipo de equipo fijo o móvil (GPS, ordenador, pantalla de vídeo,...). Un nodo móvil es una entidad apta para registrarse en un nodo repetidor en cuya célula esté presente. Una vez registrado, el nodo móvil puede solicitar a través de un canal de control ascendente el establecimiento de un canal de tráfico para comunicar por intermedio del nodo repetidor con otros nodos móviles presentes en la célula o en otras células de la red.

25 En lo que sigue de la descripción, se entiende por primeros nodos móviles, los terminales móviles que están relacionados con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias BF1 antes de la conmutación de bandas de frecuencias. Se entiende por segundos nodos móviles, los terminales móviles que entren en la célula del nodo móvil mientras que la conmutación está en curso. Se entiende por nodos móviles activos, nodos móviles conectados con un nodo repetidor a través de una banda de frecuencias específica, los mismos están en curso de comunicaciones, el repetidor les ha asignado canales de tráfico en la banda de frecuencias. Se entiende por nodos móviles no activos, nodos móviles presentes bajo la cobertura del nodo repetidor que se relacionan con el nodo repetidor a través de una banda de frecuencias específica pero que no están conectados con el nodo repetidor. Se entiende por nodo móvil relacionado con un nodo repetidor, un nodo móvil que haya seleccionado de manera autónoma un nodo repetidor. Un nodo móvil no activo es un nodo móvil relacionado con un repetidor pero no conectado con el nodo repetidor. El nodo móvil no activo ha seleccionado de manera autónoma el nodo repetidor y recibe en la banda de frecuencias específicas informaciones de controles difundidas por el nodo repetidor, pero ningún canal de tráfico le está asignado.

35 El nodo repetidor NR puede estar integrado en una infraestructura clásica fija o móvil de gestión de comunicación retransmitida tal como en las redes TETRA®, TETRAPOL®, LTE®, WIMAX®. En variante, el nodo repetidor NR puede comunicar directamente con otros nodos repetidores vecinos sin infraestructura de repetición tal como en las redes ad hoc de tipo Wifi® o Bluetooth®.

40 La figura 2 ilustra más en detalle tal nodo repetidor. El nodo repetidor comprende:

- una unidad UD de detección de una interferencia en la banda de frecuencias en curso de utilización por el nodo repetidor y de detección del estado de las diferentes bandas de frecuencias BF1, BF2,...BFi,...BFI del espectro frecuencial utilizado por el sistema de radiocomunicación,
- una unidad UG de gestión de la conmutación progresiva de la banda de frecuencias,
- 45 - una unidad UIR de comunicación de radio con primeros nodos móviles a través de la primera banda de frecuencias y con primeros y segundos nodos móviles a través de la segunda banda de frecuencias, y
- una unidad UM de memorización.

El nodo repetidor comprende otras unidades de funcionamiento clásico no descritas aquí.

50 La unidad UD comprende por ejemplo uno o varios procesadores que ponen en ejecución un control de detección de interferencias en la banda de frecuencias en curso de utilización por el nodo repetidor, denominada primera banda de frecuencias. Según una primera utilización, el control de detección puede ser efectuado por una medición de la eficiencia de comunicación de radio durante los intercambios entre el nodo repetidor y sus primeros nodos móviles activos. Cuando la eficiencia de comunicación de radio disminuye y pasa por debajo de un umbral de eficiencia mínimo entonces la primera banda de frecuencias puede ser considerada como interferida.

Según otro modo de realización, el control de radio puede ser efectuado a partir de la medición de la eficacia espectral de la primera banda de frecuencias por los primeros nodos móviles. Esta medición es diferida al nodo repetidor, el cual compara la medición o la media de las mediciones efectuadas con un umbral de eficacia espectral mínimo. Si la eficacia espectral de la primera banda de frecuencias BF1 es inferior al umbral de eficacia espectral mínima entonces la banda de frecuencias es detectada como interferida. En el caso contrario, la banda de frecuencias no está interferida o muy poco interferida.

La unidad UD tiene igualmente la función de detectar el estado de ocupación de cada banda de frecuencias BF1, BF2,...BFi,..., BFi, del espectro frecuencial utilizado por el sistema de radiocomunicación: estado libre o estado ocupado.

La unidad UD solicita a cada primer nodo móvil medir la calidad de las diferentes bandas de frecuencias del espectro de frecuencia y diferir las mediciones al nodo repetidor. Para cada banda de frecuencias, el nodo repetidor compara si la medición recibida o la media de las mediciones recibidas son inferiores a un umbral de referencia de calidad. Si la medición es inferior al umbral de referencia entonces el estado de la banda de frecuencias es considerado como ocupado. En el caso contrario, el estado de la banda de frecuencias es considerado como libre. La unidad UD del nodo repetidor memoriza el estado determinado de cada banda de frecuencias en la tabla de frecuencias TBF. La unidad UD actualiza periódicamente la tabla de frecuencias TBF en cada medición efectuada en una banda de frecuencias. La calidad de una banda de frecuencias puede ser medida en función de la eficacia espectral.

La unidad UG comprende por ejemplo uno o varios procesadores para gestionar la conmutación progresiva de bandas de frecuencias entre el nodo repetidor y los nodos móviles presentes y futuros en la célula. La unidad UG tiene como función:

- seleccionar una nueva banda de frecuencias no interferida a partir de la tabla TBF,
- bloquear el acceso a la conexión con el nodo repetidor por intermedio de la primera banda de frecuencias interferida para segundos nodos móviles,
- notificar la conmutación de bandas de frecuencias a los primeros nodos no activos, o controlar la conmutación de frecuencias a los primeros nodos activos, y
- liberar la banda de frecuencias interferida.

En el caso de las redes inalámbricas y relativamente a la selección de banda de frecuencias, la unidad UG puede utilizar el protocolo de selección dinámica de frecuencia DFS ("Dynamic Frequency Selection" en inglés) que tiene por objetivo seleccionar dinámicamente bandas de radio con el fin de obtener la mejor eficiencia frecuencial. El protocolo DFS es puesto en práctica según las normas 802.11h y 802.16h. En este caso, el protocolo recurre a la tabla de frecuencias TBF para seleccionar la banda de frecuencias.

La unidad UIR permite transmitir y recibir mensajes, notificaciones desde/hacia los nodos móviles a través de la primera banda de frecuencias y la nueva banda de frecuencias. En variante, la unidad UIR comprende dos módulos distintos, un primer módulo que gestiona los intercambios con los primeros nodos móviles en la primera banda de frecuencias BF1 y un segundo módulo que gestiona los intercambios con los primeros y segundos nodos móviles en la nueva banda de frecuencias BFi.

La unidad UM es un soporte memoria en el cual pueden ser salvaguardados programas. El mismo comprende memorias volátiles y/o no volátiles tales como memorias EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, etc. La unidad UM memoriza igualmente la tabla TBF de bandas de frecuencias actualizada por el nodo repetidor NR.

Como ilustra la figura 3, cada nodo móvil UE comprende:

- una unidad UDe de medición de la calidad de cada banda de frecuencias BF1, BF2,..., BFi,... BFi del espectro frecuencial utilizado por el sistema de radiocomunicación,
- una unidad UGe de gestión de la conmutación de banda de frecuencias,
- una unidad UIRe de comunicación de radio con un nodo repetidor, y
- una unidad UMe de memorización.

La unidad UDe comprende uno o varios procesadores que ponen en ejecución mediciones de calidad de las bandas de frecuencias utilizadas por el sistema de radiocomunicación. Cuando el nodo móvil, como primer modo móvil, está conectado a un nodo repetidor estas mediciones son transmitidas al nodo repetidor para que el mismo detecte una posible interferencia de la primera banda de frecuencias o detecte el estado de ocupación de cada banda de frecuencias con el fin de actualizar la tabla de frecuencias TBF.

La unidad UGe comprende por ejemplo uno o varios procesadores para:

- conectarse a un nodo repetidor por intermedio de una banda de frecuencias específica,
- detectar el bloqueo del acceso a la conexión con el nodo repetidor emitiendo en la primera banda de frecuencias específica en función de las informaciones del sistema emitidas por el citado nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias y relacionarse con el citado nodo repetidor por intermedio de una nueva banda de frecuencias en función de las informaciones del sistema emitidas por el citado nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias,
- tratar una orden de conmutación recibida por el nodo repetidor con el cual está conectado para efectuar la conmutación de la primera banda de frecuencias hacia una nueva banda de frecuencias.

La unidad UGe de un nodo móvil gestiona otras funciones clásicas de un nodo móvil que no se describen aquí.

La unidad UIRe permite transmitir y recibir mensajes, notificaciones desde/hacia los nodos repetidores a través de la primera banda de frecuencias y la nueva banda de frecuencias. En variante, la unidad UIRe comprende dos módulos distintos, un primer módulo que gestiona los intercambios con el nodo repetidor en la primera banda de frecuencias BF1 y un segundo módulo que gestiona los intercambios con el nodo repetidor en la nueva banda de frecuencias BFi.

La unidad UM es un soporte memoria en el cual pueden ser salvaguardados programas. El mismo comprende memorias volátiles y/o no volátiles tales como memoria EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, etc.

La figura 4 representa el esquema lógico del algoritmo A1 que pone en práctica las etapas del procedimiento de conmutación progresiva de banda de frecuencias según la invención.

En la etapa inicial S0, se considera que el nodo repetidor NR comunica a través de la unidad UIR del nodo repetidor con las unidades UIRe de los primeros nodos móviles UE1, UE2 en una primera banda de frecuencias BF1. Según el ejemplo, se establecen canales de control Cc1 y de tráfico Ct1, Ct2 entre el nodo repetidor NR y respectivamente el nodo móvil activo UE1 y el nodo móvil activo UE2. El nodo móvil UE3 comprendido bajo la cobertura de la red del nodo repetidor NR es no activo puesto que no está establecido ningún canal de tráfico entre el mismo y el nodo repetidor. El nodo móvil UE3 que está relacionado con el nodo repetidor NR a través de la primera banda de frecuencias recibe las informaciones de control difundidas por el nodo repetidor a través del canal de control Cc1. El nodo repetidor ocupa la primera banda de frecuencias BF1 emitiendo una señal de sincronización « syn » y una señal de información del sistema « sys-inf » a través del canal de control Cc1 de la primera banda de frecuencias.

En la etapa S1, la unidad de detección del nodo repetidor efectúa mediciones de radio de la red con el fin de detectar una posible interferencia en la banda de frecuencias BF1. En tanto que no haya detección de interferencia, es decir que « BF1=OK » esté en « Si » en la figura 3, el nodo repetidor NR continúa intercambiando en la banda de frecuencias BF1. En cuanto la unidad UD del nodo repetidor detecte una interferencia, es decir que « BF1 = OK » esté en « No » en la figura 3, la unidad de gestión UG del nodo repetidor NR controla la conmutación de banda de frecuencias en la etapa S2.

En la etapa S2, la unidad UG del nodo repetidor selecciona en la tabla TBF una banda de frecuencias en estado libre BFi. La selección puede hacerse en función de la banda de frecuencias que tenga la mejor eficacia espectral que indique por ello que la misma no está interferida o muy poco interferida por otro equipo de radio vecino.

Después, en la etapa S3, la unidad UIR del nodo repetidor ocupa la nueva banda de frecuencias BFi emitiendo una señal de sincronización « syn » y una señal de información del sistema « sys-info » en el canal de control Cci de la segunda banda de frecuencias BFi. El nodo repetidor indica así que el mismo utiliza la banda de frecuencias BFi a todos los nodos móviles todavía no activos UE3, o que lleguen bajo la célula del nodo repetidor NR tal como el nodo móvil UEk. En la etapa S4, el nodo repetidor NR continúa emitiendo una señal de sincronización « syn » y una señal de información del sistema « sys-info » en el canal de control Cc1 de la primera banda de frecuencias BF1 con el fin de indicar que la primera banda de frecuencias está siempre ocupada. Sin embargo, el nodo repetidor bloquea cualquier acceso a la conexión con el citado nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias BF1 por cualquier segundo nodo móvil UEk. En efecto, durante la ejecución de la conmutación progresiva de bandas de frecuencias, la unidad UG del nodo repetidor modifica la señal de información del sistema « sys-info » relativa a la primera banda de frecuencias BF1 con el fin de indicar a cualquier segundo nodo móvil UEk la imposibilidad de conectarse con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias BF1. La señal de información del sistema comprende entonces las informaciones siguientes:

- inaccesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias BF1 a partir de un instante correspondiente a un primer dato con fecha y hora, y
- accesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la nueva banda de frecuencias BFi a partir de instante correspondiente a un segundo dato con fecha y hora.

El nodo repetidor permanece accesible a la conexión a través de la primera banda de frecuencias por el nodo móvil UEk, la unidad UIRe del segundo nodo móvil UEk con los primeros nodos móviles ya conectados con el nodo repetidor NR. El primer dato con fecha y hora y el segundo dato con fecha y hora se definen de modo que en la relación de un

segundo nodo móvil con el nodo repetidor a través de la banda de frecuencias BFi, el acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la banda de frecuencias BF1 no esté ya bloqueado por el nodo repetidor.

La etapa S4 puede ser ejecutada antes o al mismo tiempo que la etapa S3.

5 En la etapa S5, cuando el nodo móvil UEk se relaciona con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias, la unidad UIRe del segundo nodo móvil UEk recibe las informaciones de control difundidas por el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias. Los datos de información del sistema sys-info indican la inaccesibilidad a la conexión del nodo repetidor a través de la primera banda a partir de un instante correspondiente al primer dato con fecha y hora. El segundo nodo móvil considera por tanto que el nodo repetidor es inaccesible desde la banda de frecuencias BF1: « NOK(BF1) ». Al mismo tiempo, el segundo nodo móvil UEk recibe, a través de estas mismas informaciones del sistema, la información de que el nodo repetidor es accesible a la conexión a través de la nueva banda de frecuencias BFi a partir de un instante correspondiente al segundo dato con fecha y hora. El segundo nodo móvil considera por tanto que el nodo repetidor es accesible desde la banda de frecuencias BFi a partir de un instante correspondiente al segundo dato con fecha y hora. El segundo nodo móvil considera por tanto que el nodo repetidor es accesible desde la banda de frecuencias BFi: « OK(BFi) ». Los parámetros frecuenciales de la nueva banda de frecuencias BFi pueden ser transmitidos igualmente en las informaciones sys-info de la primera banda de frecuencias. En variante, el segundo nodo móvil UEk detecta por sí mismo la señal de sincronización emitida por el nodo repetidor en la nueva banda de frecuencias BFi y solicita un registro en el nodo repetidor NR en la nueva banda de frecuencias BFi a través de un canal ascendente de control en la nueva banda de frecuencias BFi. Por ejemplo, según la tecnología LTE, el nodo repetidor transmite a través de los canales de control PSCH (Primary Synchronisation Channel) y PBCH (Physical Broadcast Channel) los parámetros físicos del sistema, los cuales son: la sincronización, la identidad de la célula, la anchura de banda LTE así como la hora del sistema.

20 En la etapa S6, el primer nodo móvil no activo UE3 recibe igualmente las informaciones del sistema difundidas en el canal de control de la banda de frecuencias BF1 y es informado de la inaccesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la banda de frecuencias BF1: « NOK(BF1) ». Asimismo, gracias a estas nuevas informaciones del sistema, el primer nodo móvil no activo UE3 es informado de la accesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la segunda banda de frecuencias BFi: « OK (BFi) ». El nodo móvil no activo se separará del nodo repetidor NR a través de la primera banda de frecuencias BF1, y se relacionará con el nodo móvil a través de la nueva banda de frecuencias BFi.

Las etapas S5 y S6 pueden ser efectuadas al mismo tiempo.

30 En la etapa S7, el nodo repetidor controla en los primeros terminales activos UE1, UE2 la conmutación de su comunicación hacia la nueva banda de radio BFi. El comando Ord_BASC es un dato de señalización transmitido para cada nodo móvil activo UE1, UE2 en el canal descendente de tráfico respectivamente Ct1 y Ct2 de la banda de frecuencias BF1. Según una primera realización, la conmutación de la primera banda de frecuencias BF1 hacia la nueva banda de frecuencias BFi para los primeros nodos móviles activos UE1 y UE2 corresponde a una conmutación clásica denominada igualmente « handover » en inglés, de un nodo móvil entre dos nodos repetidores próximos que tengan bandas de frecuencias diferentes. En el caso presente de la invención, los nodos repetidores próximos son un solo y mismo nodo repetidor, el cual gestiona dos bandas de frecuencias diferentes. Antes de la conmutación efectiva de bandas, el primer nodo móvil conoce los parámetros de acceso a la nueva banda de frecuencias BFi. Lo que permite una conmutación rápida al tiempo que se minimiza el tiempo de interrupción de comunicación del nodo móvil activo. Los parámetros de acceso a la nueva banda de frecuencias BFi pueden ser transmitidos al primer nodo móvil activo al mismo tiempo que la orden de conmutación o a la lectura de las informaciones del sistema sys-info de la banda BF1 después de la orden de conmutación. La planificación de la conmutación de cada nodo móvil activo UE1, UE2 puede hacerse de manera sucesiva por el nodo repetidor.

45 Según otra realización, la conmutación de un primer nodo móvil activo de la primera banda de frecuencias BF1 hacia la nueva banda de frecuencias BFi puede hacerse de manera aún más progresiva, sin ninguna interrupción de comunicación. En efecto, la unidad de gestión UG del nodo repetidor NR puede, durante la emisión de la orden de conmutación Ord_BASC, ordenar la transmisión de datos de tráfico asignando recursos en la nueva banda de frecuencias BFi al tiempo que continúe difundiendo informaciones de control en la primera banda de frecuencias BF1. Esto tiene por efecto la posibilidad de acceder más rápidamente a recursos no interferidos para transmitir los datos de tráfico sin por ello esperar a que todos los recursos en la nueva banda de frecuencias estén disponibles para conmutar en una sola vez los datos de control y los datos de tráfico. Las informaciones sobre la asignación de los recursos para los datos de tráfico en la nueva banda de frecuencias BFi están indicadas en las informaciones del sistema sys-info transmitidas a través del canal de control Cc1 en la primera banda de frecuencias BF1. Así, la conmutación de los datos de tráfico de la primera banda de frecuencias hacia la nueva banda de frecuencias se hace sin interrupción de la comunicación establecida por el primer nodo móvil activo. Si la interferencia de la primera banda de frecuencias perdura, el nodo repetidor busca recursos necesarios en la nueva banda de frecuencias BFi para asignarles a la difusión de las informaciones de control. Una vez efectuada la conmutación de las transmisiones de los datos de control y de tráfico en la nueva banda de frecuencias BFi, el nodo repetidor pasa a la etapa siguiente.

En variante, antes de la conmutación total de las bandas de frecuencias, puede que el nodo repetidor detecte que la primera banda de frecuencias BF1 ya no está interferida. En este caso, el nodo repetidor puede de nuevo asignar recursos en la banda BF1 para la transmisión de los datos de tráfico sabiendo que los datos de control se han difundido ya en esta banda de frecuencias.

5 Después de la conmutación efectiva y total de los datos de control y de los datos de tráfico desde la primera banda de frecuencias BF1 hacia la segunda banda de frecuencias BFi, cada primer nodo móvil activo informa al nodo repetidor NR que el nodo móvil ha conmutado correctamente hacia la nueva banda de frecuencias. Esta información es transmitida al nodo repetidor a través de un canal de control de la nueva banda de frecuencias BFi, por ejemplo el canal de control ascendente RACH (« Random Access Channel » en inglés) en LTE.

10 En variante, el nodo repetidor NR activa un tiempo de conmutación durante por ejemplo la primera transmisión de la orden de conmutación a un primer nodo móvil activo. Transcurrido el tiempo de conmutación, el nodo repetidor considera que la conmutación ha terminado.

15 En variante, para considerar la conmutación de bandas efectiva, el nodo repetidor puede combinar el final del tiempo de conmutación y la recepción de todas las informaciones de final de conmutación de cada nodo móvil activo que haya conmutado.

20 En la etapa S8, en cuanto todos los primeros nodos móviles activos UE1, UE2 hayan conmutado su comunicación de radio de la primera banda de frecuencias hacia la segunda banda de frecuencias y hayan informado de ello al nodo repetidor NR y/o cuando el tiempo de conmutación haya transcurrido, el nodo repetidor libera la primera banda de frecuencias BF1: FINAL(BF1). Se entiende por « libera la primera banda de frecuencias » el hecho de que el nodo repetidor no emita señal de sincronización syn en el canal de control Cc1 de la primera banda de frecuencias BF1. Otros nodos repetidores podrán así seleccionar la banda de frecuencias BF1 que consideren como poco interferida para intercambiar con nodos móviles de su célula.

25 La conmutación de bandas de frecuencias se hace progresivamente y así permite a los primeros nodos móviles activos no interrumpir bruscamente su comunicación o disminuir el tiempo de interrupción para conmutar a la nueva banda de frecuencias. Los nuevos nodos móviles que entren en la célula del nodo repetidor NR durante la conmutación pueden relacionarse y conectarse con el nodo repetidor NR en la nueva banda de frecuencias BFi.

30 La figura 5 representa una mejora del procedimiento de conmutación progresiva de banda de frecuencias evitando cualquier conflicto de selección de una misma segunda banda de frecuencias por dos nodos repetidores vecinos en el sistema de comunicación que ejecutan una conmutación de banda de frecuencias al mismo tiempo. Se añaden etapas a las etapas del procedimiento ilustrado en la figura 3.

En la etapa S10, ejecutada después de la etapa S1 de detección de una interferencia en la banda de frecuencias BF1, la unidad de gestión UG de nodo repetidor determina un valor de tiempo aleatorio Trand. La unidad UG lanza una temporización en la etapa S11 que no se detiene en tanto que el tiempo transcurrido T sea diferente del valor Trand: « $T = \text{Trand}$ » está en No en la figura 4.

35 Desde el final de la temporización, es decir en cuanto « $T = \text{Trand}$ » esté en « Si » en la figura 4, la unidad de gestión UG pasa a la etapa S12. En la etapa S12, la unidad UG verifica si la banda de frecuencias BF1 sigue estando interferida. La verificación de la interferencia es idéntica a la detección de la interferencia. Si la primera banda de frecuencias no está interferida (« BF1 = OK » está en « Si » en la figura 4), el nodo repetidor no efectúa la conmutación de banda de frecuencias y la ejecución del procedimiento vuelve a la etapa S0.

40 Si después de la temporización, la primera banda de frecuencias es detectada interferida en la etapa S12 (« BF1=OK » está en « No » en la figura 4), la unidad de gestión UG ejecuta la etapa S2 para seleccionar una nueva banda de frecuencias BFi entre las bandas de frecuencias libres de la tabla de frecuencias TBF. La tabla de frecuencias puede haber sido anualizada con anterioridad.

45 La temporización aleatoria Trand evita cualquier conflicto de selección de una misma segunda banda de frecuencias por dos nodos repetidores próximos que detecten al mismo tiempo una interferencia en la banda de frecuencias en curso de utilización. La temporización permite diferir la selección de la segunda banda de frecuencias si es necesario.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias (BF1) hacia una nueva banda de frecuencias (BFi) cuando primeros nodos móviles están relacionados previamente con una célula de un nodo repetidor (NR), caracterizado por que durante una detección (S1) por el nodo repetidor de una interferencia en la primera banda de frecuencias, el nodo repetidor activa la conmutación progresiva, que comprende:
- 5 - una selección (S2) por el nodo repetidor de una nueva banda de frecuencias no interferida (BFi), siendo la citada nueva banda de frecuencias distinta de la primera banda de frecuencias,
 - una ocupación (S3) de la nueva banda de frecuencias por el nodo repetidor por al menos una emisión en un canal de control de la citada nueva banda de frecuencias,
 - 10 - una conmutación (S7) de las comunicaciones de radio de los primeros nodos móviles activos, desde la primera banda de frecuencias hacia la nueva banda de frecuencias, y,
 - un bloqueo (S4) del acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias en al menos un segundo nodo móvil que entre en la célula del nodo repetidor mientras que la conmutación está en curso, comprendiendo el citado bloqueo al menos una emisión de una señal por el nodo repetidor en un canal de control de
 - 15 la primera banda de frecuencias,
 - una liberación (S8) de la primera banda de frecuencias por el nodo repetidor, estando constituida la citada liberación por la parada de la emisión de la citada señal por el nodo repetidor en el citado canal de control de la primera banda de frecuencias.
2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, caracterizado por que la selección (S2) de la nueva banda de frecuencias (BFi) es efectuada entre una pluralidad de bandas de frecuencias distintas definidas en una tabla de bandas de frecuencias (TBF).
3. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la ocupación (S3) de la nueva banda de frecuencias (BFi) es realizada por la difusión de una señal de sincronización (syn) y de información del sistema (sys-info) por el nodo repetidor en un canal de control de la nueva banda de frecuencias (BFi).
- 25 4. Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el bloqueo (S4) es realizado por la difusión de informaciones del sistema a través de la primera banda de frecuencias, comprendiendo las informaciones del sistema:
- una inaccesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias (BF1) a partir de un primer dato con fecha y hora, y
 - 30 - una accesibilidad a la conexión con el nodo repetidor a través de la nueva banda de frecuencias (BFi) a partir de un segundo dato con fecha y hora.
5. Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la conmutación (S7) de los primeros nodos activos de la primera banda de frecuencias hacia la nueva banda de frecuencias corresponde a una transferencia de un nodo móvil desde un primer nodo repetidor accesible a través de
- 35 la primera banda de frecuencias hacia un segundo nodo repetidor accesible a través de la nueva banda de frecuencias, siendo el primer nodo repetidor y el segundo nodo repetidor un solo y mismo nodo repetidor.
6. Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la conmutación de un primer nodo activo de la primera banda de frecuencias (BF1) hacia la nueva banda de frecuencias (BFi) corresponde a una primera conmutación de transmisión de los datos de tráfico en recursos de la nueva banda de frecuencias (BFi), siendo difundidos los datos de control a través de la primera banda de frecuencias (BF1), y después de una conmutación de transmisión de los datos de control en recursos de la nueva banda de frecuencias (BFi).
- 40 7. Procedimiento conforme a la reivindicación 3 o a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 4 a 6 en combinación con la reivindicación 3, caracterizado por que la liberación (S8) de la primera banda de frecuencias (BF1) es realizada por una parada de la difusión de la señal de sincronización (syn) y de las informaciones del sistema (sys-info) en el canal de control de la primera banda de frecuencias.
- 45 8. Procedimiento conforme a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que tras la detección de una interferencia (S1) en la banda de frecuencias (BF1) el nodo repetidor activa un tiempo de conmutación aleatorio, y transcurrido este tiempo de conmutación si la primera banda de frecuencias está interferida, se activa la conmutación progresiva.
- 50 9. sistema de radiocomunicación que comprende:

- al menos un nodo repetidor que comprende medios aptos para ejecutar las etapas del procedimiento de conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias (BF1) hacia una nueva banda de frecuencias (BFi) según las reivindicaciones 1 a 8, y
 - 5 - al menos un nodo móvil apto para detectar un bloqueo del acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la detección de una señal en el canal de control de la primera banda de frecuencias, cuando el nodo móvil entre en la célula del nodo repetidor, y apto para ejecutar una orden de conmutación que proviene del nodo repetidor cuando el nodo móvil está previamente relacionado con la célula del nodo repetidor.
10. Nodo repetidor (NR) de un sistema de radiocomunicación caracterizado por que el mismo comprende medios aptos para ejecutar las etapas del procedimiento de conmutación progresiva de una primera banda de frecuencias (BF1) hacia una nueva banda de frecuencias (BFi) según las reivindicaciones 1 a 8, siendo ejecutado el citado procedimiento cuando primeros nodos móviles están relacionados previamente con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias, comprendiendo el nodo repetidor:
- 10 - una unidad de detección (UD) de una interferencia en la primera banda de frecuencias (BF1),
 - 15 - una unidad (UG) para seleccionar una nueva banda de frecuencias no interferida, siendo la nueva banda de frecuencias distinta de la primera banda de frecuencias,
 - una unidad (UG, UIR) para ocupar la nueva banda de frecuencias por emisión de una señal en el canal de control de la segunda banda de frecuencias.
 - una unidad (UG, UIR) para bloquear el acceso a la conexión con el nodo repetidor a través de la primera banda de frecuencias para al menos un segundo nodo móvil que entre en la célula del nodo repetidor, y
 - 20 - una unidad (UG, UIR) para liberar la primera banda de frecuencias por la parada de la emisión de la citada señal en el citado canal de control de la primera banda de frecuencias.

FIG. 1A

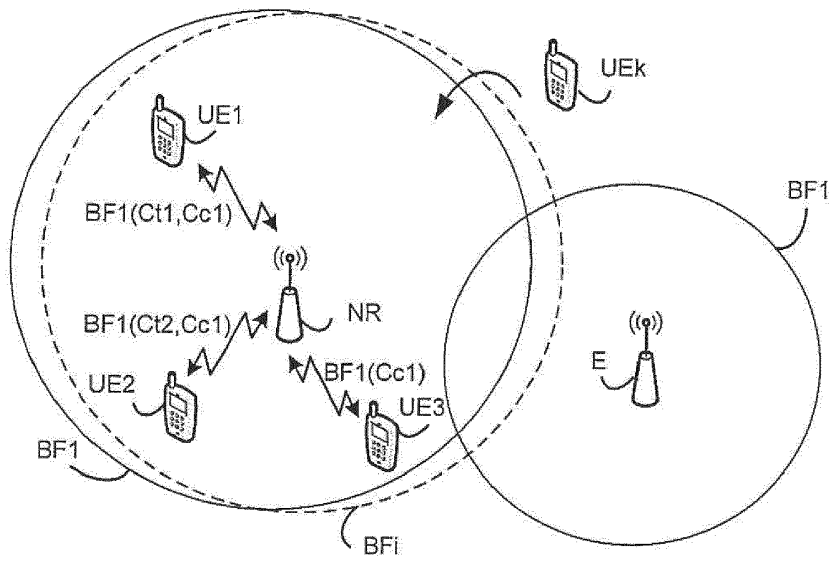


FIG. 1B

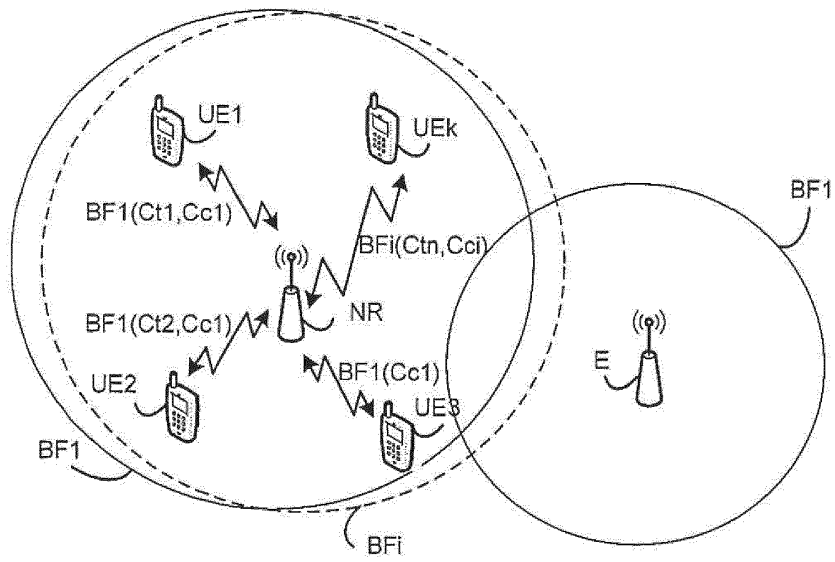


FIG. 1C

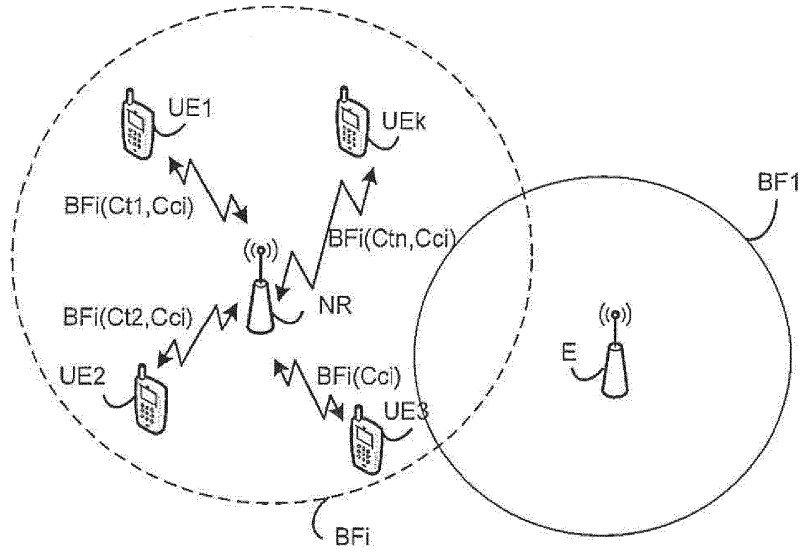


FIG. 2

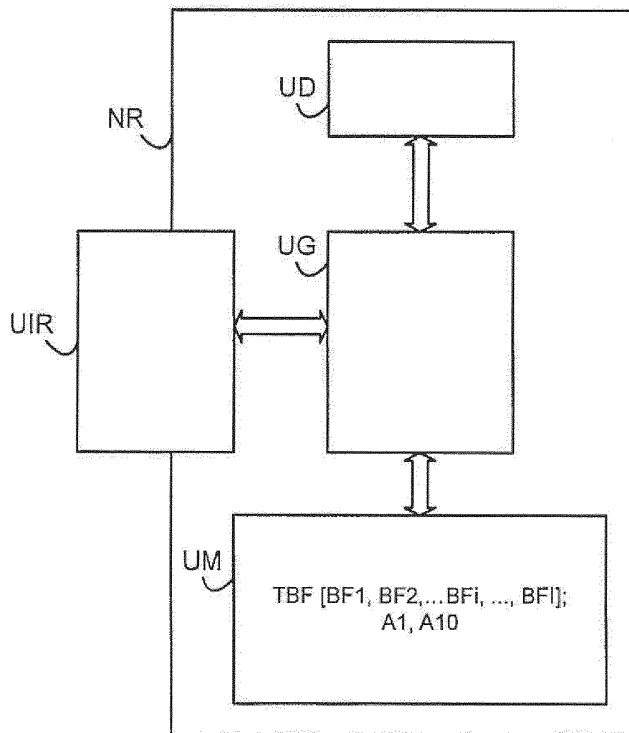


FIG. 3

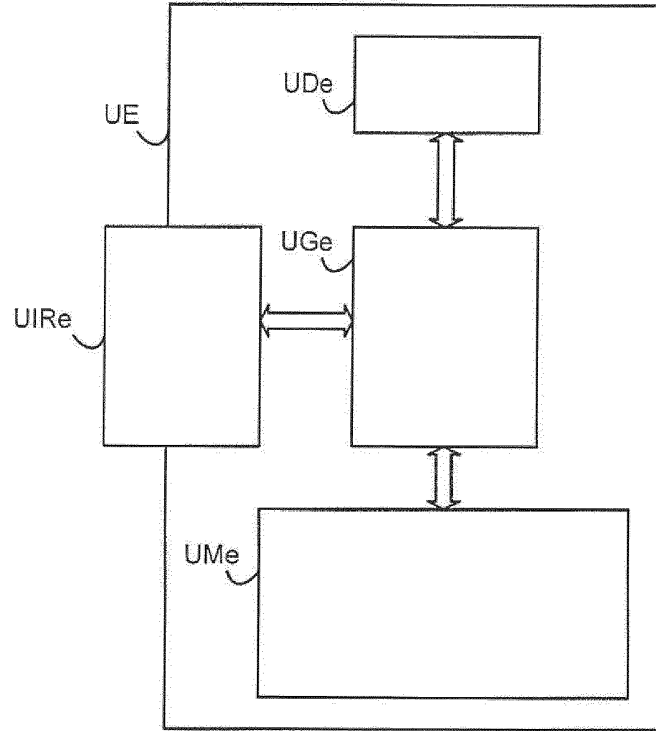


FIG. 4

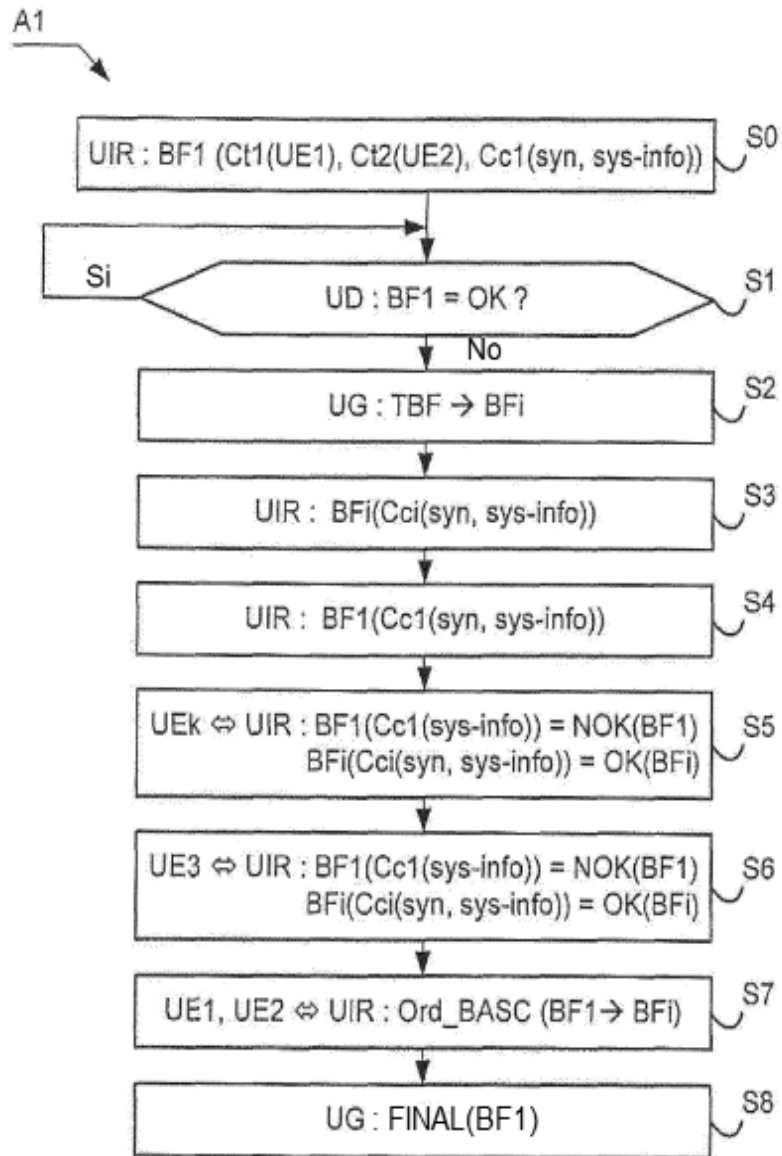


FIG. 5

