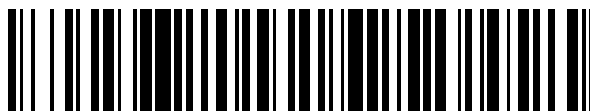


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 284**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 92/12 (2009.01)

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 84/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2012 E 12708127 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2684411**

54 Título: **Método y sistema para evitar interferencias en áreas que operan en dúplex por división de frecuencia**

30 Prioridad:

11.03.2011 ES 201130338 P

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

30.12.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CAMPOY CERVERA, LUIS;
PÉREZ TARRERO, QUILIANO;
RUIZ ARAGÓN, PILAR y
MATAS SANZ, PRIMITIVO

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 555 284 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).

Método y sistema para evitar interferencias en áreas que operan en dúplex por división de frecuencia
DESCRIPCIÓN

Campo de la técnica

La presente invención se refiere en general, en un primer aspecto, a un método para evitar interferencias en áreas que operan en dúplex por división de frecuencia (FDD), que comprende coordinar el uso de recursos de radio entre diferentes elementos de red FDD, que incluyen macroestaciones base y nodos de extensión de cobertura de corto alcance (SCEN), y, más particularmente, a un método que comprende usar una interfaz aérea de dúplex por división de tiempo (TDD) sincronizada para llevar a cabo dicha coordinación.

Un segundo aspecto de la invención comprende un sistema para evitar interferencias en áreas que operan en FDD, que está adaptado para implementar el método del primer aspecto.

Esta invención se centra en un novedoso mecanismo para la coordinación del uso de RR (recursos de radio) entre estaciones base FDD macrocelulares (concretamente Nodo B y eNodo B en sistemas 3G/4G respectivamente) y SCEN (nodos de extensiones de cobertura de corto alcance) de FDD, tales como retransmisores, picocélulas y femtocélulas (concretamente HeNodo B en terminología LTE), proporcionando también un novedoso mecanismo para sincronización en frecuencia y tiempo de los SCEN.

Estado de la técnica anterior

Los sistemas 4G tienden a simplificar la red núcleo mejorando la latencia, la capacidad y el rendimiento global. Esto representa una importante mejora para el tráfico y los servicios IP.

Es importante observar que el uso de SCEN está previsto como una necesidad en la industria de las redes celulares, con el fin de cumplir con los requisitos de cobertura dinámica flexible y equitativa en toda el área celular, siendo los principales objetivos perseguidos:

- Capacidades elevadas de transmisión a puntos de máxima concentración ("hot spots"), hogares y empresas, mejorando la cobertura en los bordes de la célula, y de manera destacable en escenarios en interiores.
- Descargas de tráfico desde macrocélulas, con la posibilidad de un aumento muy grande del rendimiento global agregado de la red celular completa y la eficiencia espectral de área ASE (b/s/Hz/m²).
- Despliegue de cobertura flexible "bajo demanda".

Por otro lado, está previsto que estos nodos de extensión (SCEN) usen la misma frecuencia de la macroestación base en cuya área de cobertura están desplegados estos dispositivos, y por tanto podría presentarse un problema de interferencia, perjudicando de algún modo el cumplimiento de los objetivos perseguidos por los SCEN. Con el fin de evitar estos problemas deben implementarse algunas estrategias para conseguir el máximo beneficio con el despliegue de SCEN.

En el actual estado de la técnica de estas tecnologías, que puede consultarse en los actuales documentos Release 9/Release 10 de 3GPP, los mecanismos para evitar interferencias entre estación base y SCEN (puesto que ambos dispositivos operan en el mismo par de frecuencias) tienen tres enfoques diferentes:

- Basarse en modo estadístico puro, reutilizando los SCEN todos los recursos de radio disponibles como si no fuera a producirse una interferencia con macrocélulas, debido a la cantidad limitada de potencia radiada por los SCEN, y la capacidad de HARQ en caso de colisión.
- Mecanismos para evitar interferencias basándose en mediciones de señales de la macrocélula por los SCEN, con el fin de tenerlas en cuenta para el uso de RR por los SCEN.
- Uso de la red de retroceso para mensajes ICIC entre macrocélulas y SCEN, con el fin de coordinar el uso de los RR entre los mismos.

Estos enfoques, particulares para sistemas 4G, están siendo implementados en la actualidad por proveedores de SCEN en prototipos comerciales y de laboratorio con diferentes variaciones específicas. Tal como muestra la figura 2, en el primer caso no hay ningún mecanismo para evitar interferencias y la probabilidad de que la BS y los SCEN usen los mismos recursos de radio provocando interferencias aumenta conforme al número de usuarios en el área de cobertura. Sin embargo, los otros dos enfoques contemplan un cierto mecanismo de coordinación para evitar interferencias por medio de mediciones realizadas por los SCEN sobre señales de la BS (enfoque B), o por medio de mensajes intercambiados entre la BS y los SCEN a través de comunicaciones de retroceso tales como la interfaz X2 actualmente contemplada para sistemas 4G (enfoque C).

Como ejemplo del estado de la técnica relativo a las tecnologías a partir de las cuales se origina la invención propuesta, podría ser interesante describir el mensaje ICIC definido en [2], para la gestión de carga a través de la

interfaz de retroceso X2 actualmente especificada para LTE (sistema 4G). Este protocolo prevé, entre otras cosas, la gestión de la carga en el área cubierta por varios eNodos B. La coordinación se implementa por medio del procedimiento de indicación de carga que consiste, básicamente, en enviar un mensaje de INFORMACIÓN DE CARGA individualmente desde la macro-BS a cada una de sus células vecinas (hasta el momento se contemplan hasta un máximo de 256 células vecinas) indicando estatus de recursos, sobrecarga y carga de tráfico. La finalidad de este procedimiento es controlar las interferencias entre células vecinas, y la siguiente tabla muestra los elementos de información (IE) relativos a la coordinación de interferencias incluidos en el mensaje de INFORMACIÓN DE CARGA según [2].

Nombre del IE	Presencia	Breve descripción
<i>Indicación de sobrecarga de interferencia en el enlace ascendente (UL)</i>	Opcional	Por cada PRB, proporciona un informe sobre sobrecarga de interferencia, indicando el nivel de interferencia experimentado por la célula indicada en todos los bloques de recursos. Cada PRB se identifica mediante su posición en una determinada lista.
<i>Indicación de interferencia elevada en el enlace ascendente (UL)</i>	Obligatorio	Por cada PRB, proporciona un segundo informe de nivel sobre el problema de la interferencia, indicando la aparición de una alta sensibilidad a la interferencia, visto desde el eNB emisor. Cada posición en el mapa de bits representa un PRB (el valor "1" indica alta sensibilidad a la interferencia y el valor "0" indica baja sensibilidad a la interferencia). El eNB receptor debe intentar evitar planificar UE de borde de célula en sus células para los PRB en cuestión.
<i>Potencia de transmisión (Tx) en banda estrecha relativa (RNTP)</i>	Opcional	Por cada PRB, proporciona una indicación sobre restricción de potencia en enlace descendente (DL) y otra información necesaria para una planificación que tenga en cuenta la interferencia. Indica, por cada PRB, si la potencia de transmisión en enlace descendente es menor que el valor indicado por el <i>IE de umbral de RNTP</i> incluido en el elemento RNTP.

Obsérvese que el estado de la técnica simplemente proporciona indicación de aquellos PRB en los que la estación base ha detectado algún problema (enfoque reactivo).

En relación con la sincronización de SCEN, el estado de la técnica se basa en el uso de referencias externas mediante interfaz aérea (a partir de señal en banda, de otros sistemas celulares con la mejor cobertura o de señales GPS), o en el uso de señales de retroceso (usando técnicas basadas en la norma IEEE 1588 [6] o SynEthernet) en caso de que no haya cobertura en ninguna de las señales de interfaz aérea mencionadas. En el presente documento, red de retroceso, también denominada red de transporte, significa la parte de la red de telecomunicación jerárquica que comprende los enlaces entre la red núcleo (principal) y la red de acceso de radio.

A continuación se introducirá una breve definición de los términos técnicos que son fundamentales para la correcta comprensión de la invención, facilitando la lectura de la presente memoria descriptiva:

- Estación base: un sitio de célula o estación base se refiere a un punto geográfico en el que se sitúan uno o varios transmisores/receptores equipados con una o varias antenas.
- Trama de radio: una trama de radio es un intervalo de tiempo numerado de determinada duración usado para la transmisión de datos sobre el canal físico de radio. Una trama de radio en LTE (sistema 4G) dura 10 ms, dividida en 20 ranuras de tiempo de 0,5 ms de duración. Para WCDMA (sistema 3G) la duración de la trama de radio es también de 10 ms, pero en este caso dividida en 15 ranuras de tiempo. La unidad de datos que corresponde a una trama de radio (intervalo de tiempo de 10 ms) también puede denominarse como trama de radio.
- Recurso de radio (RR): una unidad de recurso de radio puede definirse por el conjunto de parámetros de transmisión física básicos necesarios para soportar una forma de onda de señal que transporta información de usuario final correspondiente a un servicio de referencia. Es importante observar que estos parámetros de transmisión física dependen en gran medida de la técnica de acceso múltiple que se use. Por ejemplo, en FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia), una unidad de recurso de radio es equivalente a un determinado ancho de banda dentro de una frecuencia portadora dada, en TDMA (acceso múltiple por división de tiempo), una unidad de recurso de radio es equivalente a un par de frecuencia portadora y ranura de tiempo, en CDMA (acceso múltiple por división de código), una unidad de recurso de radio se define por una frecuencia portadora, una secuencia de código y un nivel de potencia. La principal diferencia que surge en CDMA es que el nivel de potencia requerida necesario para soportar una conexión de usuario no es fijo sino que depende del nivel de interferencia. Por tanto, la cantidad de recursos de potencia transmitidos variará a lo largo del tiempo según múltiples elementos del escenario, tal como condiciones de propagación, interferencia, nivel de carga de célula, etc. Además de las dimensiones físicas principales (frecuencia, ranura de tiempo, secuencia de código y nivel de potencia), hay otros elementos de transmisión física tales como el esquema de modulación, el esquema de

codificación de canal, etc. Evidentemente, dependiendo del aprovechamiento de las dimensiones básicas en cuanto a los elementos anteriores, pueden derivarse diferentes eficiencias espectrales. No obstante, para la definición conceptual de una unidad de recurso de radio, solo se conservarán los parámetros de transmisión principales mencionados.

- Control de recursos de radio (RRC): una subcapa de la capa de interfaz de radio 3 del modelo OSI (interconexión de sistemas abiertos) existente en el plano de control solo, que proporciona un servicio de transferencia de información al estrato no de acceso. RRC es responsable de controlar las capas de interfaz de configuración de radio 1 y 2.
- Gestión de recursos de radio (RRM) es el control de nivel de sistema de interferencia cocanal y otras características de transmisión de radio en sistemas de comunicación inalámbrica, por ejemplo redes celulares, redes inalámbricas y sistemas de difusión. RRM implica estrategias y algoritmos para controlar parámetros tales como potencia de transmisión, asignación de canal, criterios de traspaso, esquema de modulación, esquema de codificación de errores, etc. El objetivo es utilizar los recursos de espectro radioeléctrico limitado y la infraestructura de red de radio de la manera más eficaz posible. RRM se refiere a cuestiones de capacidad de red multiusuario y multicélula, más que a capacidad de canal punto a punto.

La investigación y los estudios académicos en telecomunicaciones tradicionales a menudo se dedican a la codificación de canal y a la codificación de fuente con un único usuario en mente, a pesar de que puede no ser posible conseguir la máxima capacidad de canal cuando varios usuarios y estaciones base adyacentes comparten el mismo canal de frecuencia.

Esquemas de RRM dinámica eficaces pueden aumentar la capacidad de sistema en un orden de magnitud, que a menudo es considerablemente mayor de lo que es posible introduciendo esquemas de codificación de canal y codificación de fuente avanzados.

La RRM es especialmente importante en sistemas limitados por interferencia cocanal en lugar de por ruido, por ejemplo sistemas celulares y redes de difusión que cubren de manera homogénea grandes áreas, y redes inalámbricas que consisten en muchos puntos de acceso adyacentes que pueden reutilizar las mismas frecuencias de canal.

En el coste de desplegar una red inalámbrica normalmente predominan los emplazamientos de las estaciones base (costes inmobiliarios, planificación, mantenimiento, red de distribución, energía, etc.) y a veces también las tasas por licencias de frecuencias. El objetivo de la gestión de recursos de radio es por tanto, normalmente, maximizar la eficiencia espectral del sistema en bit/s/Hz/sitio de estación base o Erlang/MHz/sitio, con la restricción de que el grado de servicio debe mantenerse por encima de un determinado nivel. Esto último implica cubrir una determinada área y evitar cortes debidos a interferencia cocanal, ruido, atenuación provocada por largas distancias, desvanecimiento provocado por sombreado y multitrayectoria, desplazamiento Doppler y otras formas de distorsión. El grado de servicio también se ve afectado por bloqueos debidos al control de admisión, agotamiento de planificación o incapacidad para garantizar la calidad de servicio exigida por los usuarios.

Pico/femtocélula: Dispositivos usados para mejorar la cobertura de red móvil en pequeñas áreas. Se conectan localmente a teléfonos móviles y dispositivos similares a través de sus conexiones GSM, UMTS o LTE normales, y después encaminan las conexiones a través de una conexión de banda ancha fija de vuelta al operador, saltándose las torres de célula normales distribuidas por todo el país. Las pico/femtocélulas no requieren ningún soporte de hardware o software especial en los dispositivos móviles a los que se conectan.

- Estación de retransmisión (RS): una estación de retransmisión es un elemento de red con capacidades de retransmisión que se conecta de manera inalámbrica a un AP, otra RS y/o a un UT y que usa la misma tecnología de radio (modo RAT) para todas sus conexiones. Los retransmisores se consideran una parte esencial de la red de radio móvil de próxima generación para conseguir una implantación de redes rápidas y económicas. Los retransmisores no tienen una conexión por cable con el enlace de retroceso. En lugar de ello, almacenan los datos recibidos de manera inalámbrica desde la BS y los reenvían a los terminales de usuario, y viceversa. Por tanto, los costes del panel posterior que sirve como interfaz entre la BS y la red de retroceso por cable pueden eliminarse para un retransmisor. En general, los sistemas de retransmisión pueden clasificarse como sistemas o bien de decodificar y reenviar, o bien de amplificar y reenviar. En los esquemas de decodificar y reenviar, en los que los retransmisores también se denominan repetidores digitales, puentes o encaminadores, los nodos de retransmisión regeneran la señal decodificando y recodificando completamente las señales antes de su retransmisión. En cambio, en sistemas de amplificar y reenviar los retransmisores actúan esencialmente como repetidores analógicos, aumentando de ese modo el nivel de ruido del sistema. A menos que se indique lo contrario, se consideran sistemas de decodificar y reenviar puesto que la mayoría de conceptos propuestos son de esta clase, y generalmente se considera que son más viables con respecto a su implementación. El uso de nodos de retransmisión es una idea prometedora para aumentar las tasas de transmisión de datos disponibles para usuarios en el borde de la célula, o para aumentar la cobertura a una tasa de transmisión de datos dada. La tecnología de retransmisión se ha estudiado mucho a nivel académico, dando como resultado una comprensión

mejorada de su potencial impacto sobre la eficiencia espectral del sistema global.

- Planificación de red de radio: la planificación de red de radio puede definirse como el diseño de una estructura de red y su configuración para cumplir ciertos requisitos de calidad. Puede haber varios criterios definidos por el operador, y habitualmente difieren de los de los proveedores de servicios. Los criterios pueden tener en cuenta aspectos tales como cobertura, calidad de servicio (QoS), equipamiento y otros costes, ingresos por la explotación de la red, y pueden usarse para verificar la calidad de la red ya sea por el ingeniero (decisión manual) o por software (decisión automatizada).

El papel clave de una apropiada planificación y optimización de red de radio es reducir cualquier influencia negativa de interferencia y por tanto conseguir un desacoplamiento o aislamiento de células máximo. Una o más herramientas deben ayudar al planificador de red en todo el proceso de planificación, dimensionamiento de la cobertura, planificación detallada y, finalmente, optimización de la red previa al lanzamiento. La planificación de redes de radio es un proceso complejo. Normalmente, los planificadores están especializados en unos pocos subprocesos. La planificación de red de radio es una parte importante, aunque solo pequeña, de las operaciones de red. La interacción con otras herramientas de software es crucial para la eficacia.

- Coordinación de interferencia entre células (ICIC): en sistemas OFDMA, resulta útil pensar en la interferencia entre células como una colisión entre bloques de recursos. En tales modelos de colisión, el rendimiento del sistema global viene determinado por las probabilidades de colisión y el impacto de una colisión dada sobre la relación señal a interferencia y ruido (SINR) asociada con los bloques de recursos que colisionan. Por consiguiente, los mecanismos ICIC buscan reducir las probabilidades de colisión y mitigar la degradación SINR que pueden provocar tales colisiones. Por ejemplo, células vecinas pueden tener algunas preferencias específicas de célula para diferentes subconjuntos de bloques de recursos, o células vecinas pueden emplear potencia reducida para bloques de recursos que colisionan. La finalidad de ICIC es mejorar la cobertura de célula y aumentar el rendimiento global del borde de célula. La coordinación de interferencia entre células (ICIC) puede favorecer las tasas de transmisión de datos de usuarios en el borde de la célula, mientras que su efectividad depende de la carga del sistema y del modo en que se distribuye dentro de las células. ICIC pretende aplicar restricciones a la gestión de recursos en el enlace descendente de manera coordinada entre células. Estas restricciones pueden o bien ser sobre los recursos disponibles del gestor de recursos o bien pueden ser en forma de restricciones sobre la potencia de transmisión que puede aplicarse a determinados recursos de radio. Tales restricciones en una célula proporcionarán la posibilidad de mejorar la SINR, y por consiguiente el rendimiento global y la cobertura en el borde de la célula.

La coordinación de interferencia entre células (ICIC) requiere también comunicación entre diferentes nodos de red con el fin de establecer y reconfigurar estas restricciones. Se consideran dos casos hasta ahora, el estático en el que la reconfiguración de las restricciones se realiza en una escala de tiempo correspondiente a días y el semiestático en el que la escala de tiempo es mucho menor y corresponde a segundos.

- Duplexación por división de tiempo (TDD): TDD es la aplicación de multiplexación por división de tiempo para separar señales salientes y de retorno. Emula la comunicación en dúplex completo sobre un enlace de comunicación semidúplex. Si hay asimetría de las tasas de transmisión de datos en el enlace ascendente y en el enlace descendente, los sistemas TDD pueden adaptarse asignando más RR en el sentido de tráfico con los requisitos más elevados.
- Duplexación por división de frecuencia (FDD): FDD son sistemas en los que el transmisor y el receptor operan a diferentes frecuencias portadoras. Por tanto los nodos y UE deben poder enviar y recibir señales RF al mismo tiempo. Este modo de operación se denomina modo dúplex. Se dice que las subbandas de enlace ascendente y enlace descendente están separadas por el desplazamiento de frecuencia. Los sistemas FDD requieren menos sincronización en el tiempo entre nodos que TDD, y son más eficaces en escenarios de tráfico simétrico. En estos escenarios, TDD desperdicia ancho de banda durante la conmutación de transmisión a recepción.

Algunos documentos o patentes en el campo son: el documento "*Inter eNB over-the-air communication (OTAC) for LTE-Advanced*" por Nokia Siemens Networks Et Al, relacionado con una comunicación OTAC para LTE-A para evitar interferencia desvelando la reutilización de frecuencia fraccional clásica, coordinando los RR mediante mensajes OTAC y centrado en señalización en banda. En su lugar la presente invención proporciona una señalización fuera de banda y un mecanismo fuera de RAT, que aprovecha la coordinación de FDD/TDD. Un segundo trabajo relacionado es "*FDD Home eNode B (HeNB) Radio Frequency (RF) requirements analysis*", un informe técnico producido por el programa de asociación de tercera generación (3GPP) que describe un procedimiento similar al desvelado mediante la presente invención pero que no prevé las grandes ventajas de señalización TDD sobre el sistema FDD, en las necesidades de control de interferencia para escenarios macro - HeNB.

La solicitud de patente EP 2161964 "*Method and device for data processing in celular network*" desvela un mecanismo para posibilitar señalización de control de difusión NB-a-NB en banda sobre la interfaz aérea que soporta SON y FSU en sistemas celulares avanzados, en particular en sistemas 3GPP Release 9". Por lo tanto, se describen soluciones radicalmente diferentes entre esta solicitud EP y la invención propuesta.

Problemas con las soluciones existentes:

Las soluciones de coordinación de interferencia en despliegues de SCEN, utilizadas o en investigación en la actualidad, presentan las siguientes carencias desde el punto de vista de evitar interferencias:

1. Los enfoques estadísticos llevan a una colisión entre macrocélulas y SCEN, disminuyendo las capacidades de comunicación radio, y creando de hecho un vacío en el área de cobertura de macrocélula. Este enfoque también tiene problemas de escalabilidad puesto que también puede presentarse interferencia entre varios SCEN. En despliegues masivos de este tipo de nodos existe una mayor probabilidad de que las áreas de cobertura de diferentes SCEN se solapen y se solapen también los usuarios a los que da servicio la estación base.

2. Los mecanismos para evitar interferencias basados en mediciones de señales de macrocélula no pueden garantizar un uso eficaz de los RR. Existen varios escenarios, principalmente para planificación dinámica (habitualmente aplicada cuando el tráfico es en ráfagas y dinámico en cuanto a la tasa de transmisión), en los que este enfoque fracasa porque la asignación de recursos de radio puede cambiar cada trama de radio (10 ms) llevando a problemas de interferencia, puesto que los dispositivos SCEN no pueden conocer el nivel de interferencia real en la macrocélula o en los UE. Además, debe considerarse que los SCEN se despliegan en áreas con problemas de cobertura y por tanto el nivel de señal desde la macro-BS habitualmente será muy débil, disminuyendo la eficacia del método.

3. El enfoque ICIC, basado en utilización de enlace de retroceso, carece de flexibilidad de despliegue ya que el despliegue de un nuevo SCEN requiere establecer una nueva conexión con la estación base, y no puede adaptarse "en el transcurso de la comunicación" a los niveles de interferencia presentes en el área de cobertura. Se trata de un enfoque semiestático, debido a los mensajes de alto nivel asíncronos usados, y por tanto al desperdicio de RR disponibles mediante la asignación estática de los mismos, independientemente del uso real de los RR.

Por otro lado, los dos mecanismos anteriormente mencionados para proporcionar sincronización a los SCEN presentan los siguientes problemas de implementación:

- Si se usa sincronización en el transcurso de la comunicación, la cobertura de las señales aéreas representa una barrera principal (principalmente para instalaciones en interiores), que hace que se evite su utilización en la mayoría de los casos.
- Si se usa sincronización basada en cable, sería necesario incluir un nuevo módulo (HW/SW) en cada nodo de la red de retroceso. Además su funcionalidad puede verse afectada por la carga de la red de retroceso.

Descripción de la invención

Es necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra los vacíos que se encuentran en la misma, particularmente los relacionados con la falta de flexibilidad que tienen los procedimientos de coordinación de interferencia conocidos basados en el uso de mensajes ICIC.

Obsérvese que dichos procedimientos conocidos representativos de la tecnología más avanzada del estado de la técnica simplemente proporcionan una indicación de los PRB en los que la estación base ha detectado algún problema, es decir constituyen un enfoque reactivo.

Con este fin, la presente invención proporciona, en un primer aspecto, un método para evitar interferencias en áreas que operan en FDD, que comprende coordinar el uso de recursos de radio entre diferentes elementos de red, que incluyen al menos una macroestación base y SCEN desplegados dentro del área de cobertura de dicha macroestación base y que operan en modo FDD, por medio del envío de mensajes entre al menos parte de dichos elementos de red.

A diferencia de la propuesta ICIC anteriormente descrita, en la que ese envío de mensajes se realizaba a través de una red de retroceso en un enfoque reactivo, el método del primer aspecto de la invención comprende, de manera característica, realizar dicho envío de mensajes por medio de una interfaz aérea en dúplex por división de tiempo, o TDD, sincronizada.

Con la presente invención el procedimiento de coordinación de interferencia se implementa en la interfaz aérea TDD sincrónica, y por tanto proporciona una solución totalmente flexible para nuevos despliegues o cambios en el uso de RR.

El método del primer aspecto de la invención posibilita el uso de una planificación previa anticipada, basada en un análisis de información de planificación previo (mensajes de asignación en DL y mensajes de concesión en UL), generado por el bloque planificador de la estación base macro. Por tanto, a través de una interfaz aérea TDD sincronizada en modo de difusión o dedicado a los SCEN implicados (desplegados en el área de cobertura de la

estación base macro), se envía la lista de recursos de radio que pueden usarse en la siguiente trama de radio (10 ms) para evitar interferencias en DL y UL (enfoque proactivo).

5 Para una realización relativa a una versión de multidifusión de la invención propuesta, la interferencia de SCEN a SCEN se resuelve porque la estación base macro, conociendo la posición geográfica de cada SCEN, usa dicha información para indicar individualmente los recursos de radio más apropiados que deben usar cada uno de ellos para evitar interferencia con los nodos vecinos. En el caso de interferencia con usuarios a los que da servicio la estación base macro, la versión de difusión de la invención será suficiente para evitar el problema.

10 La invención propuesta se basa en la información de planificación producida durante un cierto periodo de tiempo (varias tramas de radio), y proporciona una indicación de los recursos de radio que pueden usar los SCEN dado que la estación base macro se compromete a no usarlos en la siguiente trama de radio, excluyendo los recursos garantizados para los SCEN en su proceso de planificación dinámica.

15 Además del efecto de evitar interferencias por medio del método del primer aspecto de la invención, el uso de la interfaz aérea TDD añadida proporciona también el efecto de lograr la sincronización del SCEN con la estación base macro. Además de la sincronía de frecuencias, con la presente invención, el SCEN también puede conseguir sincronía en el tiempo, permitiendo un mejor control de las interferencias puesto que hay una alineación perfecta entre las tramas de radio de la estación base macro y los SCEN.

20 Puesto que el modo TDD en esta invención se usa solo para la coordinación de interferencia de los nodos FDD, la potencia radioeléctrica de la señal TDD (que usa una frecuencia diferente de la usada por el sistema FDD), puede aumentarse de modo que la comunicación a través de la interfaz TDD pueda extenderse incluso para instalaciones en interiores.

25 En una realización del método del primer aspecto de la invención en la que dicho intercambio de mensajes se realiza de manera bidireccional, dicha interfaz aérea TDD se usa como identificador de dispositivos SCEN, generalmente basándose en el IMSI TDD de SCEN, posibilitando la aplicación de políticas de acceso al ancho de banda del operador, en diferentes ubicaciones y tramas de tiempo. Así, según el método de la invención, la macroestación base acepta o rechaza un SCEN (entendiendo su aceptación como que permite al SCEN radiar en el espectro de frecuencia FDD del operador) dependiendo del número IMSI TDD de SCEN notificado a la macroestación base.

30 Otras realizaciones del método del primer aspecto de la invención se describen en las reivindicaciones 2 a 8 adjuntas, y en una sección posterior relativa a la descripción detallada de varias realizaciones.

35 Ha de indicarse que la implementación de esta invención en una célula (Nodo B o eNodo B) y todos o parte de los SCEN desplegados bajo su área de cobertura, no requiere ninguna modificación en el resto de los nodos de red ni en ninguno de los equipos de usuario.

40 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema para evitar interferencias en áreas que operan en FDD, que comprende:

- una o más macroestaciones base que operan en modo FDD;
- una pluralidad de SCEN desplegados dentro del área de cobertura de dichas una o más macroestaciones base y
- 45 que también operan en modo FDD; y
- medios de coordinación para coordinar el uso de recursos de radio entre diferentes elementos de red, que incluyen dichas una o más macroestaciones base y dichos SCEN, mediante el envío de mensajes entre todos o parte de dichos elementos de red.

50 A diferencia de las propuestas conocidas, en el sistema del segundo aspecto de la invención los medios de coordinación comprenden una interfaz aérea TDD sincronizada a través de la cual realizar dicho envío de mensajes.

El sistema del segundo aspecto de la invención está adaptado para implementar el método del primer aspecto.

55 Otras realizaciones del sistema del segundo aspecto de la invención se describen en las reivindicaciones 10 a 11 adjuntas, y en una sección posterior relativa a la descripción detallada de varias realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

60 Las ventajas y características anteriores y otras se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a los dibujos adjuntos (algunos de los cuales ya se han descrito en la sección de Estado de la técnica anterior), que deben considerarse de manera ilustrativa y no limitativa, en los que:

La figura 1a muestra un modelo de arquitectura de red 3G.

La figura 1b muestra un modelo de arquitectura de red 4G.

La figura 2 muestra diferentes enfoques para evitar interferencias entre estación base y nodos de extensión SCEN, representativos del estado de la técnica.

5 La figura 3 es un gráfico a modo de ejemplo que muestra el porcentaje de macrocélulas para un % de RR libres en la hora punta.

La figura 4 muestra un ejemplo de asignación de PRB (rejilla tiempo-frecuencia) para una señal LTE en DL de 1,4 MHz.

La figura 5 muestra una arquitectura de red general para el despliegue del sistema y el método de la invención.

10 La figura 6 muestra el concepto básico de planificación anticipada de bloques coordinada según el método de la invención, en una realización.

La figura 7 muestra una macroestación base del sistema del segundo aspecto de la invención que comprende un módulo coordinador (módulo A), mostrado en detalle, para implementar una planificación anticipada de bloques coordinada, en una realización de la invención.

15 La figura 8 muestra un SCEN del sistema del segundo aspecto de la invención que comprende un módulo coordinador (módulo B), mostrado en detalle, para implementar una planificación anticipada de bloques coordinada, de una realización.

La figura 9 muestra el procedimiento seguido en una realización del método del primer aspecto de la invención para un modo dedicado.

20 La figura 10 muestra el procedimiento seguido en una realización del método del primer aspecto de la invención para un modo de difusión.

La figura 11 muestra la información de bloques previamente asignada en la estructura de tramas enviada en forma de mensajes desde la macroestación base al SCEN, en una realización del método del primer aspecto de la invención.

25 La figura 12 muestra los recursos disponibles para la trama de radio TDD según una configuración UL/DL de tipo 5 según 3GPP.

La figura 13 muestra la generación de los mensajes para la coordinación de interferencia en el método del primer aspecto de la invención para sistemas LTE.

30 Descripción detallada de varias realizaciones

A continuación se realizará una descripción de la invención para varias realizaciones, en referencia a las figuras adjuntas.

35 Ha de aclararse que para sistemas 3G tales como WCDMA, el patrón de reutilización de frecuencias es de 1, usando todas las células la misma portadora y el mismo ancho de banda (5 MHz, para sistemas de una única portadora) pero con diferentes códigos de cifrado. Por tanto, el equivalente para diferentes frecuencias subportadoras (F1, F2) usadas en sistemas 4G para evitar interferencias, será en sistemas 3G los diferentes códigos de distribución en canales para DL y diferentes códigos de cifrado para UL, puesto que en DL los códigos de

40 distribución en canales se usan para distinguir diferentes canales para la misma estación base mientras que en UL, los códigos de cifrado distinguen diferentes usuarios.

Además, el planificador de recursos de radio en estaciones base 3G (Nodo B) está incluido en el nodo de control externo RNC, común para varias BS, y por tanto la implementación de la presente invención interactuará con los

45 mensajes de asignación producidos por el RNC, dificultando la comprensión de la invención. Sin embargo, en sistemas 4G (cuya tecnología de acceso se basa en el uso de OFDMA para DL y SC-FDMA para UL), la planificación de recursos se realiza en función de la estación base (el eNodo B incluye la funcionalidad del RNC), asignando diferentes ranuras de tiempo-frecuencia (PRB) para diferentes usuarios. Por estos dos motivos, aunque la invención se aplica a ambos sistemas, 3G y 4G, dependiendo de la realización, los siguientes detalles de la

50 implementación que se describen se centrarán en sistemas LTE.

El objetivo principal de la invención es proporcionar un método para realizar un uso coordinado de recursos de radio en sistemas FDD entre macrocélula y SCEN. Se busca un método para mejorar la referencia de sincronización para dispositivos SCEN. Se observa que la extrapolación de esta invención puede llevar a usar transmisión de radio TDD

55 como medio para la interfaz X2.

La invención es aplicable a cualquier despliegue celular FDD, concretamente sistemas celulares 3G y 4G, en los que están previstos nodos de retransmisión o femtocélula, para aumentar la capacidad del sistema o la cobertura del sistema. Algunos de los términos usados proceden de los sistemas 4G, solo por motivos de claridad de la

60 exposición, pero los mismos principios son aplicables a sistemas 3G o cualquier otro sistema FDD celular.

La invención consiste en el uso de comunicaciones TDD con el fin de coordinar el uso de RR en FDD entre SCEN y entre SCEN y macrocélulas, así como para la provisión de una referencia de sincronización para dispositivos SCEN.

La invención confiere al sistema una compartición conjunta coordinada de RR en FDD entre macrocélulas y SCEN, que posibilita la transferencia de macro-RR sin utilizar a los SCEN entre tramas de radio. Debe considerarse que la capacidad de la macrocélula está habitualmente planificada para dar cabida a los requisitos de tráfico previstos para la hora punta. En la hora punta, solo se usa un porcentaje de los RR disponibles con el fin de evitar la congestión del sistema. En la figura 3 se muestran estadísticas de RR sin utilizar en diferentes macrocélulas en la hora punta y para un elevado número de muestras.

Ha de indicarse que incluso cuando una pequeña parte de las macrocélulas muestreadas usan completamente sus RR (en el gráfico, las muestras que usan más del 95 % de sus RR se incluyen en la columna de 0 % de RR sin utilizar) esto se debe únicamente a la actual carencia de mecanismos de QoS adecuados para disminuir el impacto de los usuarios P2P sobre la disponibilidad de RR. En cualquier caso, el gráfico muestra que en la actualidad más del 70 % de las macrocélulas, incluso en la hora punta, tienen más del 50 % de sus RR sin utilizar, y obviamente en una hora promedio este número será muy superior.

Precisamente, la invención propuesta aprovecha enormemente este hecho, forzando a los SCEN ubicados en el área de cobertura de una estación base dada a usar los recursos de radio sin utilizar o garantizados por esta estación base, de modo que la interferencia entre usuarios de macrocélula y SCEN puede evitarse.

La invención, basándose en la información relativa a la asignación de recursos de radio por la estación base para sus propios usuarios, estima la parte de la rejilla de recursos (por ejemplo en ranuras de tiempo y frecuencias de LTE) que pueden usar en la siguiente trama de radio los usuarios de los SCEN. Ha de indicarse que las subtramas casi en blanco (ABS) son un caso específico de esta clase de asignaciones en las que solo se asignan ranuras de tiempo que cubren todo el ancho de banda de frecuencia. Tal como se muestra en la figura 4, la rejilla de recursos de DL en LTE, representada por un grupo de bloques de recursos físicos (un PRB es el elemento más pequeño de asignación de recursos asignado por el planificador de la BS), para una señal de 1,4 MHz de ancho de banda. La asignación de recursos entre los usuarios de la célula es una función del planificador de la BS y en LTE puede ser dinámica (cuando el tráfico es en ráfagas y dinámico en cuanto a la tasa de transmisión) o persistente (cuando el tráfico es de tamaño pequeño, periódico y semiestático tal como VoIP). Independientemente del tipo de planificación, según los datos mostrados en la figura 3, en todas las tramas de radio hay muchos recursos libres tal como ilustra la figura 4. La finalidad de la invención propuesta es reservar parte de los recursos sin utilizar por la BS, para uso exclusivo de los usuarios a los que dan servicio los SCEN en el área de cobertura de la BS, evitando posibles interferencias entre los UE activos de la BS y los UE activos de los SCEN. Con la versión especializada de la invención (comunicaciones bidireccionales entre la estación base y los SCEN) pueden evitarse incluso las posibles interferencias producidas entre usuarios FDD de SCEN solapados.

Esta invención aprovecha la misma duración de trama entre protocolos FDD y TDD en sistemas celulares (tal como se especifica por ejemplo en 3GPP TS 36.211 [5] para la norma LTE), y la gran cantidad de bloques de componentes idénticos entre ambos protocolos, que posibilitarán el uso de sinergias, que simplifican los diseños de nodos de acceso por radio (SCEN y macrocélulas).

Esto posibilita el uso del protocolo TDD (que se despliega en una tercera frecuencia diferente de las frecuencias de UL y DL en FDD) para comunicar de manera sincrónica a dispositivos SCEN, y eventualmente a las demás macrocélulas, los RR disponibles que no está previsto que se utilicen en la siguiente trama de radio por la macrocélula.

El TDD también puede establecer una comunicación P2P entre macrocélula y dispositivos SCEN en su área de cobertura, proporcionando un mecanismo bidireccional para el intercambio de información de señalización a modo de maestro-esclavo, controlándose el uso de RR por las macrocélulas, e informes acerca del rendimiento del uso de RR asignados enviados desde los SCEN a la macrocélula.

En la figura 5 se muestra una arquitectura de red celular general, en la que se representa la transmisión TDD para ilustrar el concepto de la invención, es decir, el uso de TDD como canal de control para un uso coordinado de RR entre macrocélulas y SCEN. La figura indica que el despliegue de esta invención requiere que algunos nodos de la red FDD desplegada (concretamente algunas macrocélulas y algunos SCEN) tengan capacidad TDD, para establecer entre ellos un canal de control. Con capacidad TDD significa que se incluye entre los nodos un transceptor TDD adicional que opera en una banda de frecuencia diferente de las bandas FDD, junto con HW y SW de procesamiento de señales apropiados para aprovechar sus capacidades.

Cabe indicar que el despliegue novedoso es flexible, lo que significa que su despliegue en una célula no implica ni descarta su despliegue en otras células.

Para comprender mejor la parte añadida de la invención en la arquitectura general de redes celulares, la figura 6 muestra, en un caso particular de sistema 4G, los bloques adicionales (denominados módulos TDD de extensión) necesarios para la implementación del mecanismo para evitar interferencias propuesto en la invención.

La idea es no cambiar el funcionamiento normal de los usuarios FDD, sino más bien incluir nuevos módulos en ambos nodos FDD (eNodo B y HeNodos B) para coordinar el uso de recursos de estos nodos para evitar interferencias entre los usuarios del eNodo B y los usuarios del HeNodo B. La coordinación se realizará a través de la interfaz aérea TDD, proporcionada por estos nuevos módulos, y a través del intercambio de mensajes usando el propio protocolo TDD a modo de maestro (módulo incluido en la BS) - esclavo (módulo incluido en el SCEN). Evidentemente, la implementación e integración definitivas de los módulos adicionales en la macroestación base y en el SCEN estarán sujetas al fabricante de estos equipos.

Tal como se ha dicho, la invención consiste en el uso de comunicaciones TDD para coordinar los RR en FDD entre SCEN y entre SCEN y macrocélulas, así como para la provisión de una referencia de sincronización para dispositivos SCEN. El término comunicaciones TDD se define como un sistema celular TDD convencional cuyas capacidades de carga útil se usan para la asignación de RR de sistema FDD. En la invención, el uso de la capacidad TDD es mucho menor que el del sistema FDD, normalmente, aunque no necesariamente, 100 veces menor.

La coordinación consiste en el intercambio de mensajes privados entre la estación base y los SCEN usando la interfaz aérea TDD implementada precisamente por los módulos adicionales propuestos en la invención. Los módulos que van a incluirse se muestran en la figura 7 para la macroestación base (módulo A, módulo coordinador o maestro) y en la figura 8 para el SCEN (módulo B, módulo coordinado o esclavo), respectivamente. Como puede verse en estas figuras, los módulos adicionales presentan básicamente los siguientes bloques principales:

- El bloque de interfaz con las funciones de planificador y sincronización de la macroestación base FDD o el SCEN FDD. Este bloque en el módulo A recopilará mensajes de asignación e información de sincronización de la macroestación base FDD, para la sincronización del transceptor TDD y la estimación de recursos de radio empleados por los usuarios FDD de la BS. Por otro lado, esta parte en el módulo B se encargará de las señales de sincronismo para el SCEN FDD así como de la comunicación con el planificador de este nodo, informando acerca de los recursos de radio sin utilizar por la macroestación base FDD y por tanto garantizados para sus propios usuarios FDD.
- El bloque de procesamiento de información. Este bloque en el módulo A procesará la información procedente de la unidad de planificador y sincronismo de la macroestación base FDD, con el fin de preparar los mensajes que van a enviarse a través de la interfaz aérea TDD al SCEN con fines de coordinación de interferencia y sincronización. En el módulo B, este bloque se encargará de preparar la información necesaria para el sincronismo y la planificación de SCEN FDD. Obsérvese que para la versión especializada de la invención (comunicación bidireccional entre BS y SCEN), el bloque de procesamiento contempla también la preparación de instrucciones de planificación hacia la BS (módulo A) y el análisis de preferencias de asignación de recursos desde el SCEN (módulo B).
- El bloque de control del transceptor TDD. Este bloque controlará el rendimiento del transceptor TDD según la información que debe recibirse y transmitirse a través de la interfaz aérea TDD en cuanto al papel del módulo, asumiendo una funcionalidad similar a una estación base TDD en el caso del módulo A y a un UE TDD en el caso del módulo B que también incluirá la identificación del SCEN por medio de un USIM especial.
- El transceptor TDD. Esta parte simplemente implementará la operación de un transceptor TDD convencional, incluyendo el procesamiento de señales (banda base) y la conversión ascendente/descendente hacia/desde RF según el papel del módulo (en el módulo A como una BS TDD y en el módulo B como un UE TDD).

Es importante destacar que la BS TDD especial implementada en el módulo A de la invención no se conectará a la red núcleo y por tanto tendrá una identidad de célula especial así como una configuración inicial particular de modo que solo los usuarios TDD de SCEN implementados en módulos B podrán acceder a esta BS TDD especial. Asimismo, el bloque TDD de los módulos B tendrá determinadas identidades (configuradas en sus USIM especiales) conocidas y aceptadas solo para la BS TDD especial implementada en el módulo A. Dicho de otro modo, la interfaz TDD incluida en la presente invención está dedicada solo exclusivamente a conexiones entre el módulo A (parte coordinadora o maestra) y los módulos B (parte coordinada o esclava), y no para radiocomunicaciones celulares normales según la norma TDD.

Por tanto, tras encender el módulo B del HeNodo B o SCEN (nodo coordinado), éste se suscribirá al módulo A del eNodo B o macro-BS (nodo coordinador), posibilitándose así el intercambio de mensajes con información acerca de uso de RR y sincronización de los usuarios FDD a los que dan servicio la macro-BS y el SCEN.

La señal TDD procedente de la macrocélula se usa como canal de control sincrónico (misma duración de trama que FDD), en el que se indican los RR prioritarios disponibles para su utilización por el SCEN en la siguiente trama de radio FDD. Es importante observar que el establecimiento inicial de la conexión TDD entre módulo A y módulos B puede seguir los procedimientos de unión y activación idénticos especificados en 3GPP para la norma TDD, incluyendo todos los IE necesarios (identidades de célula, identidades de usuario, parámetros específicos del modo TDD, posición GPS, etc.) en cuanto al modo implementado en la invención (de difusión o especializado tal como se explicará más adelante en el presente documento). Una vez establecido el enlace TDD, el módulo A enviará la indicación de los bloques de recursos FDD que pueden usar los SCEN, que la recibirán y analizarán en su módulo

B.

Esta indicación, o canal de control, puede enviarse:

- 5 - De manera especializada, estableciendo un enlace bidireccional entre diferentes dispositivos SCEN y su macrocélula maestra (inicialmente aquella con la señal recibida de mejor calidad), que indica para cada uno de ellos los RR específicos que pueden usar en la siguiente trama de radio FDD (UL y DL). El procedimiento para este modo se muestra en la figura 9, en el que una vez que el SCEN ha recibido el mensaje de RR en FDD libres que deben usarse, responde con un acuse de recibo o preferencias para la siguiente trama de radio.
- 10 - En modo de difusión, la información de control se envía por la macrocélula a todos los SCEN bajo su cobertura TDD, para informales de qué RR no se usarán de manera prioritaria por la macrocélula en las siguientes tramas FDD (UL y DL). Por consiguiente, con ello, la previsión de la capacidad de macrocélula de RR libres tiene que satisfacer el tráfico esperado en la siguiente trama FDD. El procedimiento para este modo se muestra en la figura 10. Cabe observar que puesto que se espera que la cobertura TDD sea superior a la cobertura FDD, si otras macrocélulas se encuentran bajo la cobertura TDD puede usarse esta invención en lugar de la interfaz X2 para la coordinación de interferencia entre células (ICIC) con la ventaja de ser sincrónica.
- 15 - En un modo mixto, enviando una difusión general de la disponibilidad de RR, e indicaciones específicas del uso a varios SCEN con los que se ha establecido un enlace.

20 Por tanto, para difundir el canal de control, las macrocélulas (módulo A) solo tienen que añadir capacidades de transmisión TDD y los nodos SCEN (módulos B) solo tienen que añadir capacidades de recepción TDD, y la información puede transportarse en cualquier modo de banda ancha especificado, que no requiera que los nodos SCEN sean registrados por la macrocélula.

25 Por otro lado, para un establecimiento completo del canal de control, tanto los nodos macro como SCEN tienen que incluir un transceptor TDD completo sincronizado con su transceptor FDD actual. En este último caso, los SCEN serán un UE clásico desde el punto de vista macro, y por tanto el SCEN tiene que identificarse y registrarse en el macrosistema TDD.

30 El enfoque de difusión es más sencillo, y por tanto reduce el coste de despliegue de la invención, aunque con este enfoque solo puede conseguirse una coordinación macrocélula a SCEN. Por otro lado, el despliegue de capacidades TDD de transceptor completo en los nodos tanto macro como SCEN permitirá una coordinación macro-SCEN completa y también una coordinación SCEN a SCEN a costa del coste superior de los nodos.

35 La clase de indicador enviado en TDD al SCEN puede desplegarse con diferentes enfoques, siendo un ejemplo del modo más sencillo en LTE de usar algo similar a la potencia de transmisión en banda estrecha relativa (RNTP) normalizada actualmente para IE. Este indicador se usa en el mecanismo ICIC bajo la interfaz X2, y puede ponerse a disposición de manera sincronizada no solo para macrocélulas (eNodos B) vecinas, sino también para todos los SCEN desplegados en el área de cobertura, tal como ya se ha detallado anteriormente.

40 En resumen, las funcionalidades de la innovación propuesta son las siguientes:

- 45 1. Evitar interferencia SCEN a macrocélula. La macrocélula coordinará los RR disponibles en el área de cobertura, por medio de una indicación, en modo de difusión en cada trama TDD, del bloque de sus RR que pueden compartirse en las siguientes tramas de radio de UL y DL FDD (tal como se muestra en la figura 11). Esta indicación se basará en la previsión de tráfico en la macrocélula y se tendrá en cuenta evidentemente en la operación del macroplanificador en la siguiente trama, con el fin de evitar interferencias.

50 Evidentemente, esta misma idea puede usarse con una indicación de trama diferente, concretamente indicando en una trama TDD dada el uso de RR en una trama FDD que no sea la siguiente, aunque esto será menos eficaz, incluso cuando proporcione ventajas en comparación con el actual estado de la técnica.

55 Cabe observar que esta identificación TDD no solo permite los mecanismos ICIC expuestos, sino que además es posible usarla para posibilitar un control del acceso al ancho de banda FDD del operador por los nodos SCEN (no siempre bajo el control del operador). Eso significa que, basándose en la identificación TDD de SCEN y las políticas comerciales o de seguridad del operador, pueden asignarse incluso recursos de radio no FDD a nodos SCEN no autorizados, evitando que usen recursos de radio de operadores celulares de forma no autorizada.

- 60 2. Evitar interferencia SCEN a SCEN. Si se establece el enlace TDD completo entre macrocélula y diferentes SCEN, puesto que la ubicación del SCEN puede conocerse (o puede estimarse mediante diferentes mecanismos del estado de la técnica basándose en señales recibidas por TDD), puede señalizarse una asignación de RR personalizada para diferentes dispositivos SCEN desde la macrocélula, evitando la interferencia SCEN a SCEN, y por tanto mejorando el uso de RR.

3. Implementable en redes actuales y futuras. La invención propuesta es totalmente compatible con el estado de

la técnica actual de despliegue de redes FDD puras, ya que no es necesaria ninguna modificación de la norma FDD, siendo por tanto fácil desplegar una red mixta, en la que el mecanismo propuesto solo se implemente en las ubicaciones en las que se prevé una alta densidad de SCEN, y por tanto la probabilidad de interferencias es alta.

5 4. Alta cobertura en interiores de señales de control. Puesto que las señales TDD no requieren un ancho de banda de comunicación elevado, la transmisión TDD puede restringirse al ancho de banda de menor frecuencia permitido por la norma TDD. Esto permite radiar la señal TDD con una densidad espectral superior a la de FDD, para la misma cantidad de potencia radiada total, y por tanto controlar y sincronizar algunos SCEN desplegados fuera de la cobertura FDD.

10 5. Proporciona sincronización en el transcurso de la comunicación. La señal radiada por el módulo TDD de la macrocélula tendrá, tal como se mostró anteriormente, mejor cobertura que la señal FDD actual, proporcionando por tanto una fuente más fiable para sincronización en tiempo y frecuencia en el transcurso de la comunicación para dispositivos SCEN.

15 Por lo que respecta a la cantidad de bits de información necesarios para enviar la indicación de recursos libres desde el módulo A, esto dependerá evidentemente del ancho de banda de la señal FDD y en definitiva del número de PRB por cada trama de radio que tenga que indicarse (desde 60 PRB para una señal FDD de 1,4 MHz hasta 1000 PRB para una señal FDD de 20 MHz), y de cómo se agrupen, siendo un posible extremo enviar solo asignaciones de ranuras de tiempo en un enfoque ABS. Sin embargo, suponiendo que la trama de radio TDD usa una configuración DL/UL tal como se muestra en la figura 12, y el menor ancho de banda (1,4 MHz), aproximadamente 4608 bits de información (modulación QPSK y tasa de codificación 1/3) estarán disponibles para la transmisión del mensaje con la indicación de los PRB que pueden usarse.

25 Finalmente, es importante exponer cómo generar el mensaje de uso de RR que se enviará desde el módulo A a los módulos B, indicando los RR libres que deben usar los SCEN. Por ejemplo, en el caso del sistema LTE, la indicación de RR en FDD libres para su uso, se elaborará analizando, tal como muestra la figura 13, los mensajes de asignación de DL y los mensajes de concesión de UL producidos por el planificador del eNodo B (macro-BS) durante un determinado número de tramas de radio previas a la elaboración de la indicación. Obsérvese que en LTE, la planificación de recursos se lleva a cabo por subtramas y se transmite mediante el PDCCH (canal de control de enlace descendente físico) en los primeros símbolos OFDM de cada subtrama.

Ventajas de la invención:

35 El principal beneficio de esta invención, tal como se ha descrito hasta ahora, es la provisión de un mecanismo ICIC coordinado, anticipado y sincronizado que puede desplegarse gradualmente en redes celulares FDD actuales, para coordinar el uso de RR, evitando la interferencia en el área de cobertura entre diferentes nodos de red de radio (macrocélulas y nodos de extensiones de cobertura de corto alcance, tales como picocélulas, femtocélulas, retransmisores, etc.).

40 En resumen, las ventajas más destacables de esta invención pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Impedir la interferencia con otros nodos de red mediante el uso de comunicaciones TDD para difundir información anticipada sobre uso de RR en FDD (UL y DL) por macrocélulas.

45 2. Mecanismo para tener en cuenta los requisitos, las características y la posición física de los dispositivos SCEN, así como información de interferencia notificada por los nodos SCEN, mediante el uso de un canal de control TDD especial para la coordinación de RR de varios nodos SCEN, enviando la asignación de RR de SCEN, para dispositivos en la macroárea de cobertura, a modo de maestro-esclavo.

50 3. Es totalmente compatible con el estado de la técnica actual de despliegue de redes FDD puras, puesto que no es necesaria ninguna modificación en la norma FDD, siendo por tanto fácil desplegar una red mixta, en la que el mecanismo propuesto solo se implementa en ubicaciones en las que se prevé una alta densidad de SCEN.

4. Elevada cobertura de señales de control en interiores. Puesto que las señales TDD no requieren un ancho de banda de comunicación elevado, la transmisión TDD debe restringirse al ancho de banda de menor frecuencia permitido por la norma TDD. Esto permite radiar la señal TDD con una densidad espectral superior a la de FDD, para la misma cantidad de potencia radiada total, y por tanto controlar y sincronizar SCEN desplegados fuera de la cobertura FDD.

55 5. Proporciona sincronización en el transcurso de la comunicación. La señal TDD radiada por la macrocélula tendrá, tal como se ha mostrado anteriormente, mejor cobertura que la señal FDD actual, proporcionando por tanto una fuente más fiable para la sincronización en tiempo y frecuencia en el transcurso de la comunicación de dispositivos SCEN.

60 6. Además del sincronismo en frecuencia, la invención permite al SCEN obtener sincronismo en tiempo mejorando la gestión de interferencias, puesto que hay una alineación perfecta entre las tramas de radio de estación base y SCEN. De este modo, las interferencias entre los usuarios FDD de la macro-BS y el SCEN surgen únicamente del uso de la misma frecuencia en la misma ranura de tiempo, permitiéndose una perfecta coordinación de interferencia entre la macro-BS y los SCEN.

7. Facilita los algoritmos de control de potencia en SCEN. Habitualmente el control de potencia en nodos SCEN se define dinámicamente, dependiendo del servicio requerido y la SINR. Por tanto, si se evitan las interferencias, la SINR será mayor y más regular, facilitándose la función de control de potencia.

8. Uso de señal TDD para enviar mensajes de radiomensajería para usuarios FDD bajo coberturas SCEN. Debido al alto volumen de despliegue de SCEN, se conoce bien que los mensajes de radiomensajería son una gran carga para el sistema SCEN, lo que puede provocar una enorme redundancia de señalización para el gran número de SCEN implicados.

9. Uso de señal de control TDD como interfaz de control para traspaso entre macrocélula y SCEN. El traspaso de célula permite al UE transferir el servicio entre su célula de servicio y la célula objetivo sin poner fin al servicio. En la actualidad este tipo de traspaso no es posible entre macrocélulas y SCEN para comunicaciones activas. Por tanto se trata en realidad de un modo de incluir toda la información similar a X2 de manera sincronizada.

Un experto en la técnica puede introducir cambios y modificaciones en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Siglas y abreviaturas

3G	tecnología de telefonía celular de tercera generación
3GPPP	programa de asociación de tercera generación
4G	tecnología de telefonía celular de cuarta generación
ABS	subtrama casi en blanco
ASE	eficiencia espectral de área
AP	punto de acceso
BB	banda base
BS	estación base
CDMA	acceso múltiple por división de código
CN	red núcleo
DL	enlace descendente
DSL	línea de abonado digital
EPC	núcleo de paquete evolucionado
E-UTRAN	red de acceso por radio terrestre universal evolucionada
FDD	dúplex por división de frecuencia
FDMA	acceso múltiple por división de frecuencia
GGSN	nodo de soporte de GPRS de pasarela
GMSC	centro de conmutación móvil de pasarela
GSM	sistema global para comunicaciones móviles
GPRS	servicio general de radio por paquetes
GPS	sistema de posicionamiento global
GSM	sistema global para comunicaciones móviles
HARQ	petición de repetición automática híbrida
HSPA	acceso por paquetes a alta velocidad
HW	hardware
ICIC	coordinación de interferencia entre células
IE	elemento de información
IEEE	instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos
IMS	subsistema multimedia IP
IMSI	identidad de abonado móvil internacional
IP	protocolo de internet
LTE	evolución a largo plazo
MME	entidad de gestión de movilidad
MSC	centro de conmutación móvil
OFDMA	acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal
OSI	interconexión de sistemas abiertos
P2P	igual a igual
PDN	red de datos por paquetes
PRB	bloque de recursos físicos
QoS	calidad de servicio
QPSK	modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
RAN	red de acceso por radio
RAT	tecnología de acceso por radio
RNC	controlador de red de radio
RNTP	potencia de transmisión en banda estrecha relativa
RR	recurso de radio
RRC	control de recursos de radio

	RRM	gestión de recursos de radio
	RS	estación de retransmisión
	SC-FDMA	acceso múltiple por división de frecuencia de una única portadora
	SCEN	nodos de extensiones de cobertura de corto alcance
5	SGSN	nodo de soporte GPRS de servicio
	SINR	relación señal a interferencia más ruido
	SW	software
	TDD	dúplex por división de tiempo
	TDMA	acceso múltiple por división de tiempo
10	UE	equipo de usuario
	UL	enlace ascendente
	USIM	módulo de identidad de abonado universal
	UTRAN	red de acceso por radio terrestre universal
15	WCDMA	acceso múltiple por división de código de banda amplia

Referencias

- [1] IEEE Communications Magazine, abril de 2009 “Interference Coordination and Cancellation for 4G Networks” de W.J. Song et al.
- [2] 3Gpp TS 36.423 “Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); X2 application protocol (X2AP)”
- [3] 3Gpp TS 36.133 “E-UTRA; Requirements for support of radio resources management”*
- [4] 3Gpp TS 36.921 “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); FDD Home eNode B (HeNB) Radio Frequency (RF) requirements analysis”
- [5] 3Gpp TS 36.211 “Physical Channels and Modulation”
- [6] IEEE 1588 “Standard for A Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems”.

REIVINDICACIONES

1. Un método para evitar interferencias en áreas que operan en dúplex por división de frecuencia, que comprende coordinar el uso de recursos de radio entre una macroestación base y nodos de extensión de cobertura de corto alcance SCEN desplegados dentro del área de cobertura de dicha macroestación base y que operan en modo dúplex por división de frecuencia FDD, enviando mensajes desde dicha macroestación base y/o dichos SCEN, en el que el método está **caracterizado por que** comprende:
 - enviar dichos mensajes por medio de una interfaz aérea de dúplex por división en el tiempo TDD sincronizada entre dichos SCEN y dicha macroestación base; en el que dicho envío comprende enviar dichos mensajes de manera unidireccional desde dicha macroestación base hacia dichos SCEN mediante difusión o de manera bidireccional, mediante un intercambio de mensajes, entre dicha macroestación base y cada uno de dichos SCEN, mediante canales especializados correspondientes, en el que para evitar interferencias en las comunicaciones de FDD de enlace descendente y enlace ascendente dichos mensajes comprenden una lista de recursos de radio FDD que podrían usarse en la siguiente trama de radio; en el que dicha lista se envía desde dicha macroestación base a los SCEN e incluye recursos de radio sin utilizar o garantizados en una base de trama de radio a trama de radio, que fuerza a dichos SCEN a usar dichos recursos de radio sin utilizar o garantizados para servir a usuarios finales, en el que dicha interfaz aérea TDD se despliega en una banda de frecuencia diferente de las bandas de frecuencia de enlace ascendente y enlace descendente de FDD.
2. El método según la reivindicación 1, que comprende además usar dicha interfaz aérea TDD para la sincronización de cualquiera de dichos SCEN con la macroestación base en frecuencia y en tiempo, con el fin de alinear las tramas de radio de dicha macroestación base y dichos SCEN para evitar interferencias.
3. El método de la reivindicación 1, que comprende, cuando se realiza dicho intercambio de mensajes de manera bidireccional, usar dicha interfaz aérea TDD y un identificador de dispositivo de SCEN, que activa la aplicación de la seguridad de operador o políticas comerciales.
4. El método de la reivindicación 1, en el que dicho envío de mensajes se hace:
 - de manera unidireccional desde dicha macroestación base hacia dichos SCEN mediante difusión, para mensajes relacionados con información general acerca de la disponibilidad de recursos de radio; y
 - de manera bidireccional entre dicha macroestación base y cada uno de dichos SCEN, mediante canales especializados correspondientes, para mensajes relacionados con la indicación específica de uso de dichos recursos de radio.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende asignar mediante la macroestación base, basándose en su conocimiento sobre la posición geográfica de cada SCEN, dichos recursos de radio sin utilizar o garantizados de manera personalizada para cada SCEN, con el fin de evitar interferencias de SCEN a SCEN.
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además estimar y reservar al menos parte de los recursos de radio sin utilizar de la macroestación base incluidos en dicha lista para el uso exclusivo de los usuarios servidos mediante los SCEN.
7. El método de la reivindicación 6, que comprende usar una planificación previa anticipada en el tiempo, basándose en análisis de información de planificación previa generado por un planificador de recursos de la macroestación base, para realizar dicha estimación.
8. El método de las reivindicaciones 6 o 7, que comprende establecer, por medio de dicha interfaz TDD aérea, una comunicación entre iguales entre la macroestación base y los SCEN en su área de cobertura, proporcionando un mecanismo bidireccional para el intercambio de información de señalización a modo de maestro-esclavo, controlándose el uso de recursos de radio por la macroestación base, y enviar, desde los SCEN a la macroestación base, cuando dicho envío de mensajes es un intercambio de mensajes bidireccional, una señal de acuse de recibo y/o un mensaje indicando preferencias para la siguiente trama de radio y/o informes sobre rendimiento del uso de recursos de radio asignados.
9. Un sistema para evitar interferencias en áreas que operan en dúplex por división de frecuencia, que comprende:
 - una macroestación base que opera en modo FDD;
 - una pluralidad de SCEN desplegados dentro del área de cobertura de dicha macroestación base y que también operan en modo FDD; en el que
 el uso de los recursos de radio entre dicha macroestación base y dichos SCEN se coordina enviando mensajes

desde dicha macroestación base y/o dichos SCEN,
en el que el sistema está **caracterizado por que:**

- dicha coordinación se lleva a cabo mediante una interfaz aérea de TDD sincronizada, implementada por medio de al menos un canal de control establecido entre dichos SCEN y dicha macroestación base, a través de la que se realiza dicho envío de mensajes,

en el que dicho al menos un canal de control es unidireccional para difundir dichos mensajes desde dicha macroestación base hacia dichos SCEN o comprende un enlace bidireccional entre dicha macroestación base y cada uno de dichos SCEN, y

en el que dicha al menos una macroestación base y cada uno de dichos SCEN comprenden un módulo coordinador que comprende al menos un transceptor TDD y medios de procesamiento de señales y conversión de frecuencia asociados, que operan en una banda de frecuencia diferente de las bandas de frecuencia de enlace ascendente y enlace descendente de FDD, y dispuestos para realizar dicho envío de mensajes a modo de maestro-esclavo, donde la macroestación base es la maestra y los SCEN son los esclavos.

10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el módulo coordinador de la macroestación base, o módulo coordinador maestro, comprende además:

- un bloque de interfaz adaptado para recopilar mensajes de asignación e información de sincronización de la macroestación base, para la sincronización del transceptor TDD y la estimación de recursos de radio empleados por los usuarios de FDD de la macroestación base;
- un bloque de procesamiento de información adaptado para procesar la información procedente una unidad de planificador y sincronismo de la macroestación base, con el fin de preparar los mensajes que van a enviarse a través de la interfaz aérea TDD al SCEN para fines de coordinación de interferencias y sincronización; y
- un bloque de control del transceptor TDD que adaptado para controlar el rendimiento del transceptor TDD según la información recibida y transmitida a través de la interfaz aérea TDD.

11. El sistema de la reivindicación 9 o 10, en el que el módulo coordinador de cada SCEN, o módulo coordinador esclavo, comprende además:

- un bloque de interfaz encargado de las señales de sincronismo para el SCEN así como para informar, en comunicación con un planificador de este nodo, los recursos de radio sin utilizar por la macroestación base y por tanto garantizados para su propios usuarios FDD, y, en caso de que se haya establecido dicho enlace bidireccional, dicho bloque de interfaz también se encarga de procesar la realimentación del planificador del SCEN a dicha macroestación base;
- un bloque de procesamiento de información adaptado para preparar la información para el sincronismo y la planificación del SCEN y, cuando se ha establecido dicho enlace bidireccional, de la preparación de informes de planificación hacia la macroestación base y del análisis de preferencias de asignación de recursos desde el SCEN; y
- un bloque de control del transceptor TDD adaptado para controlar el rendimiento del transceptor TDD según la información recibida y transmitida a través de la interfaz aérea TDD, incluyendo información para la identificación del SCEN.

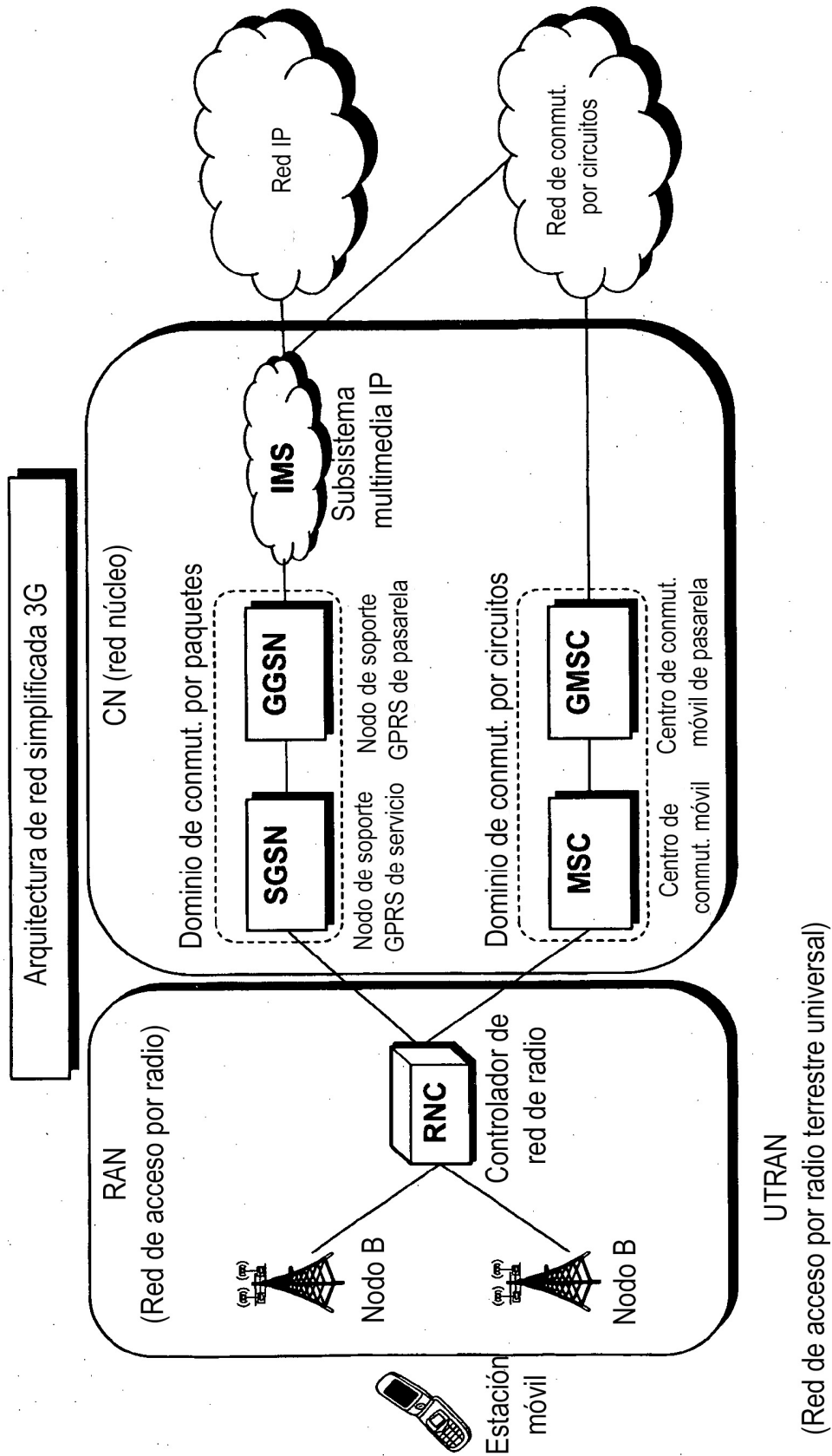


FIG. 1a

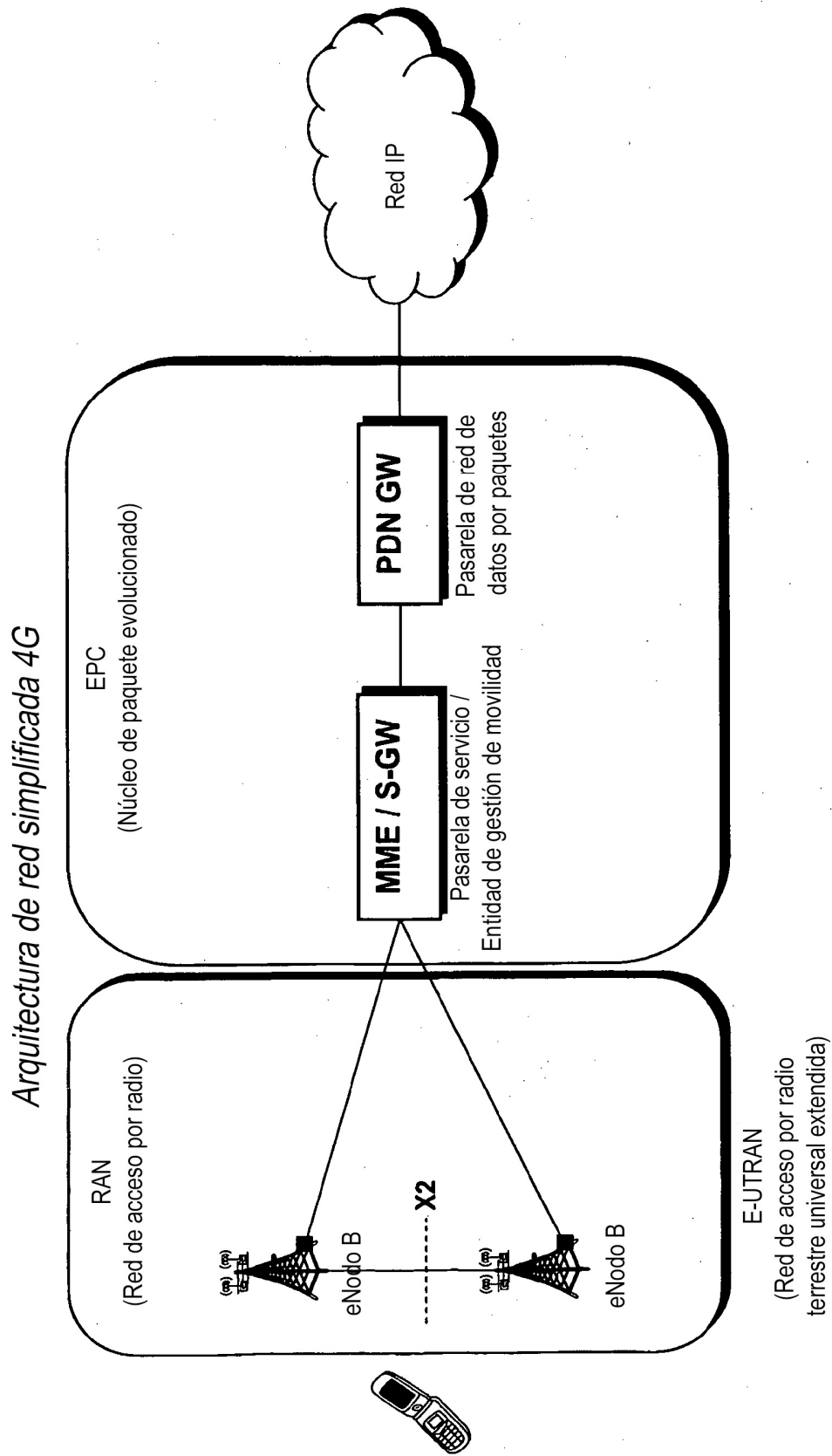


FIG. 1b

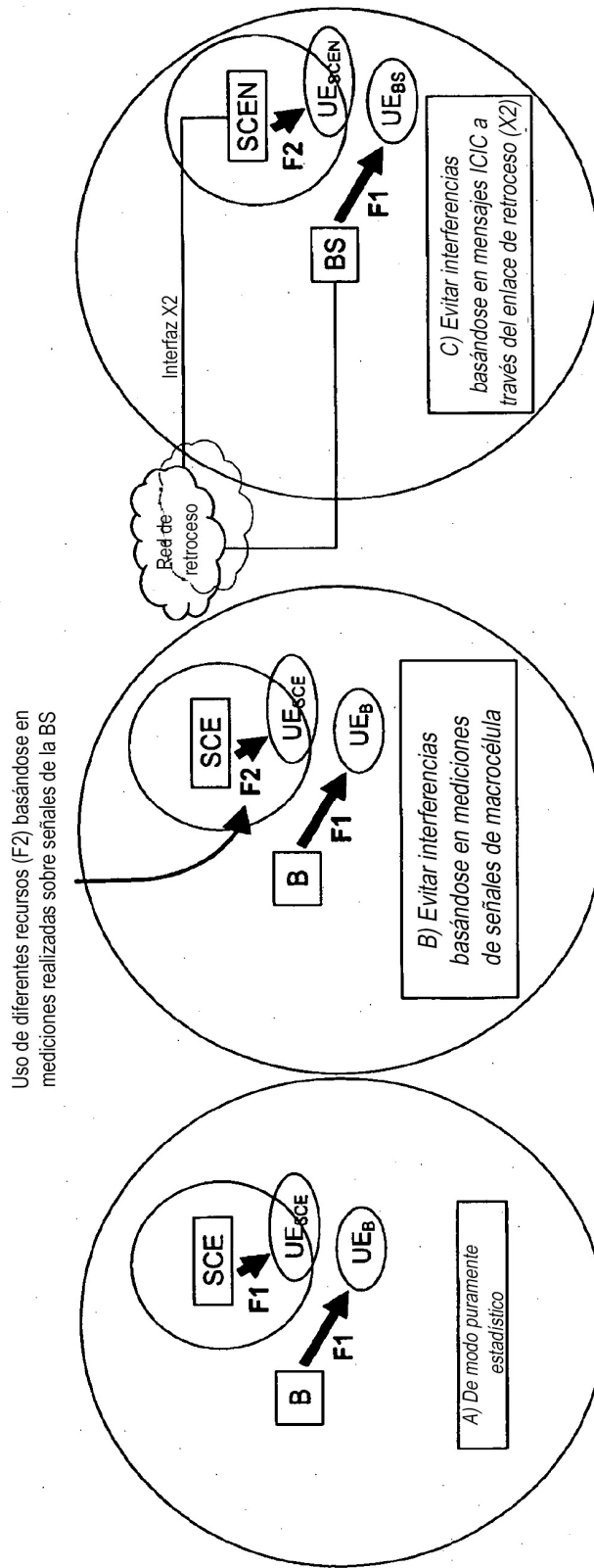


FIG. 2

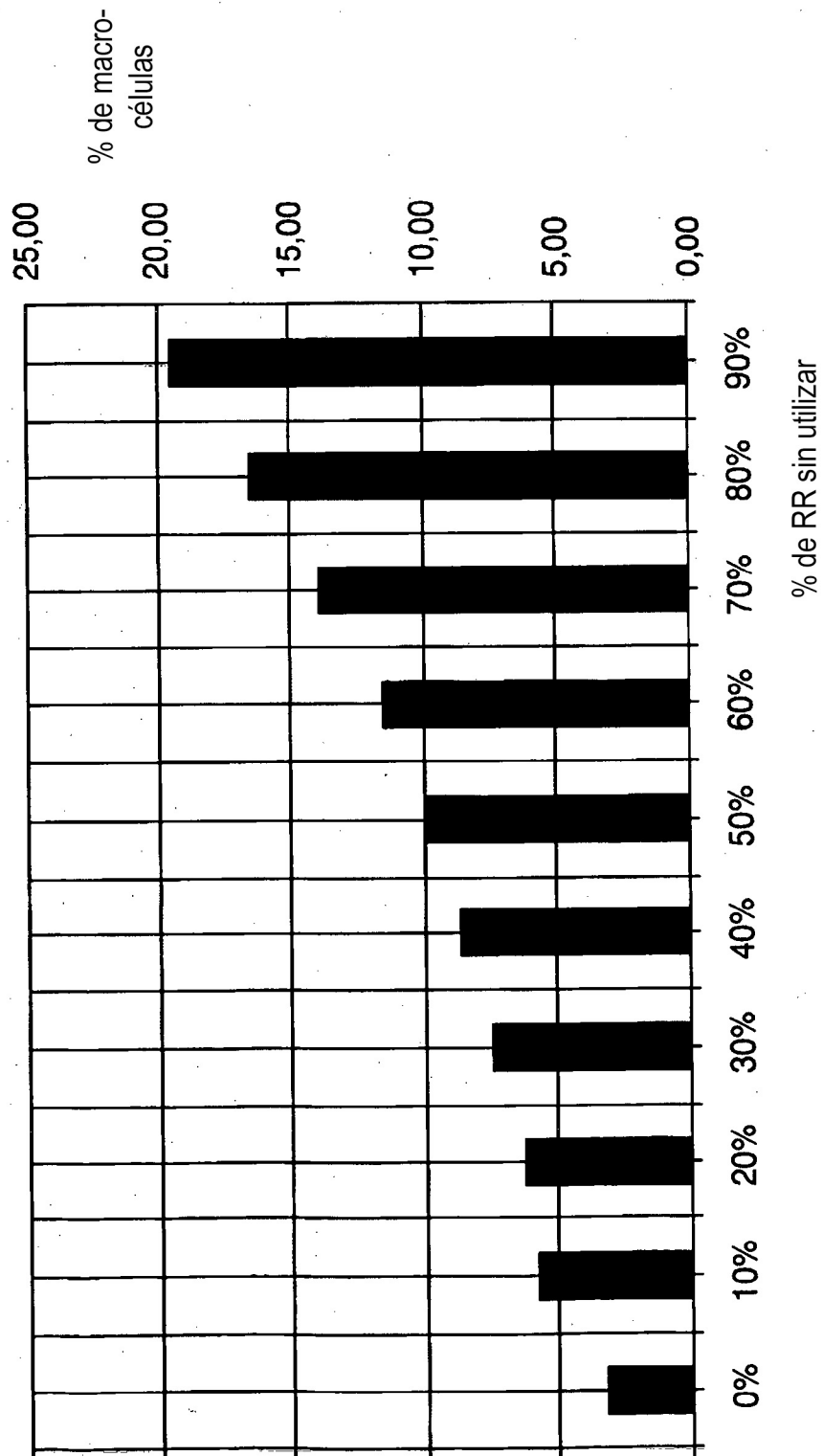


FIG. 3

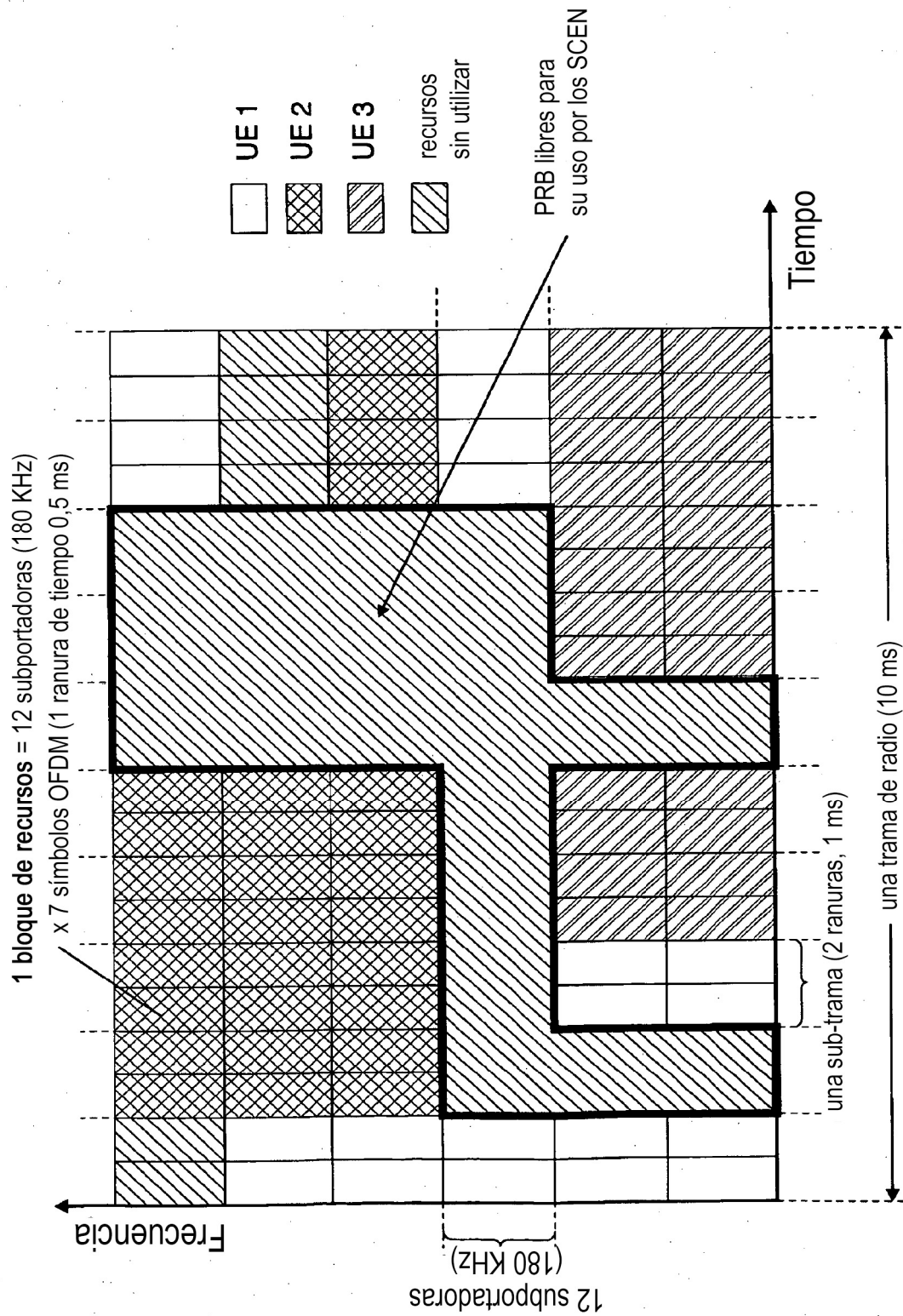


FIG. 4

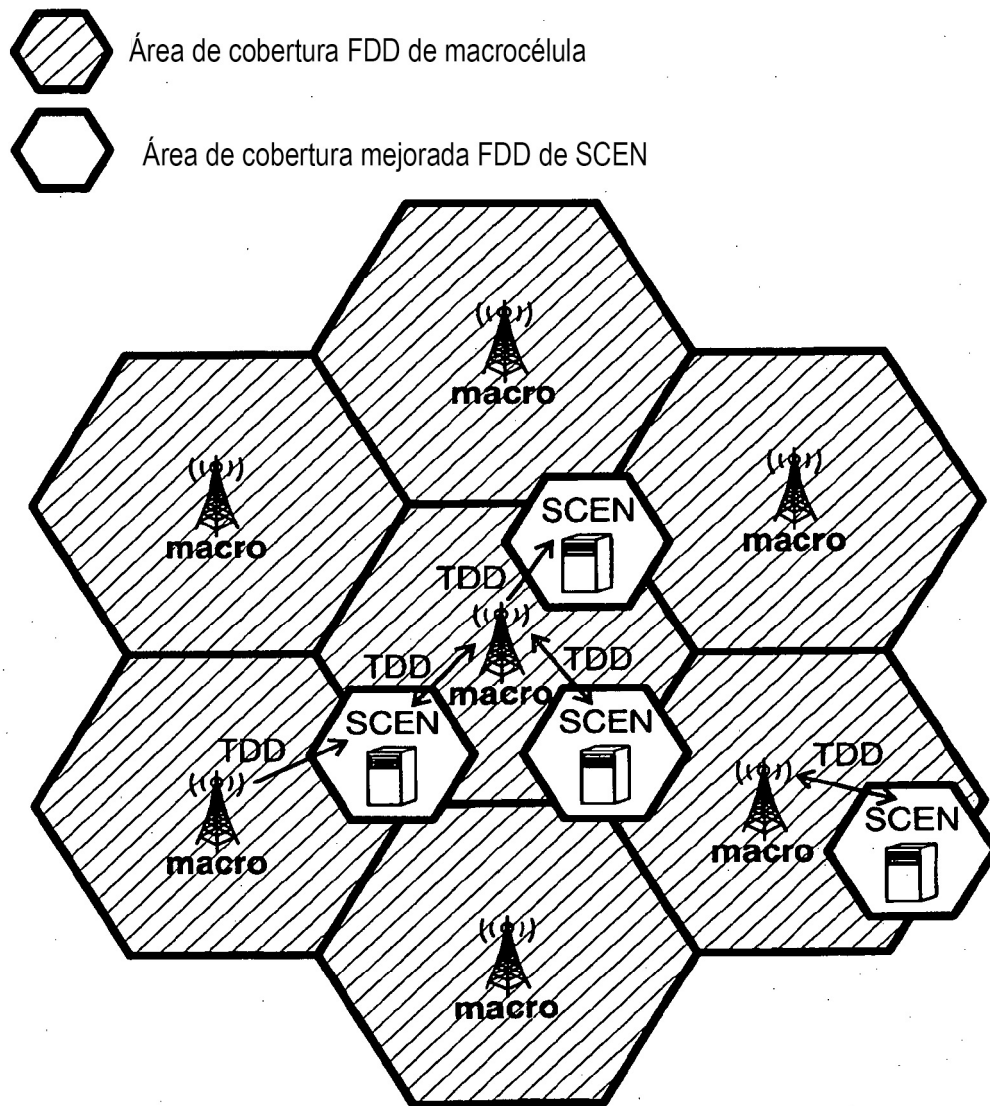


FIG. 5

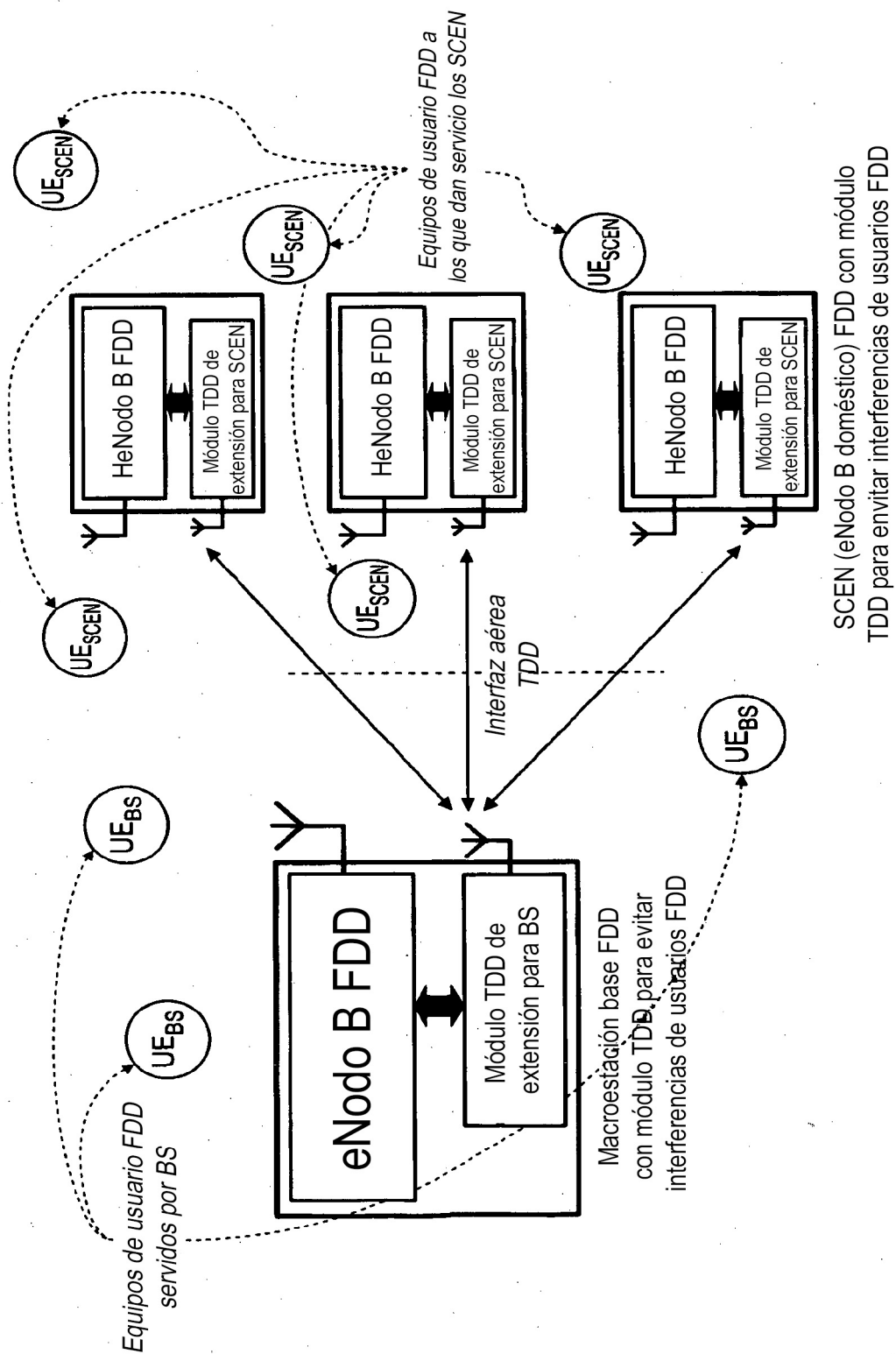


FIG. 6

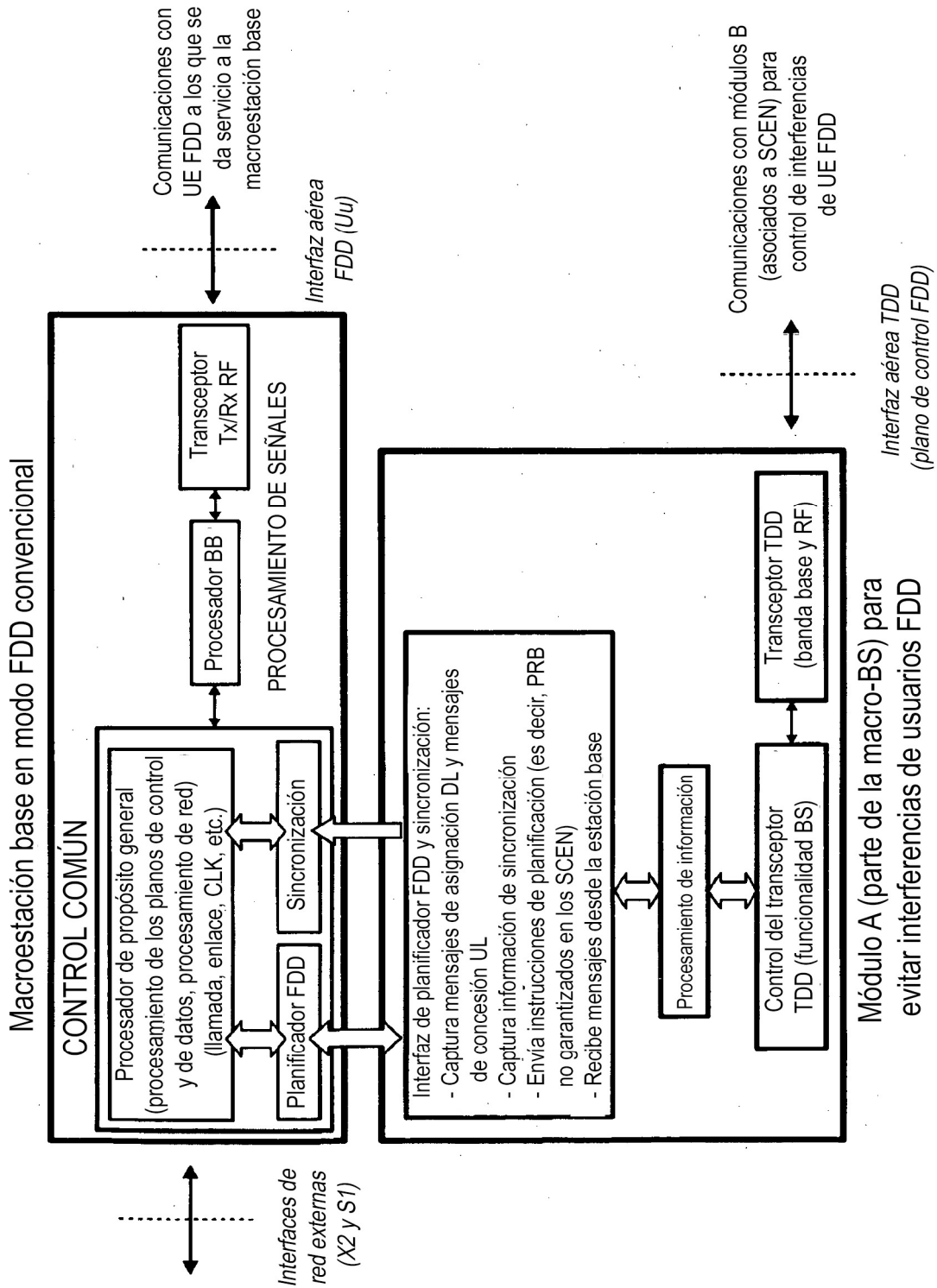


FIG. 7

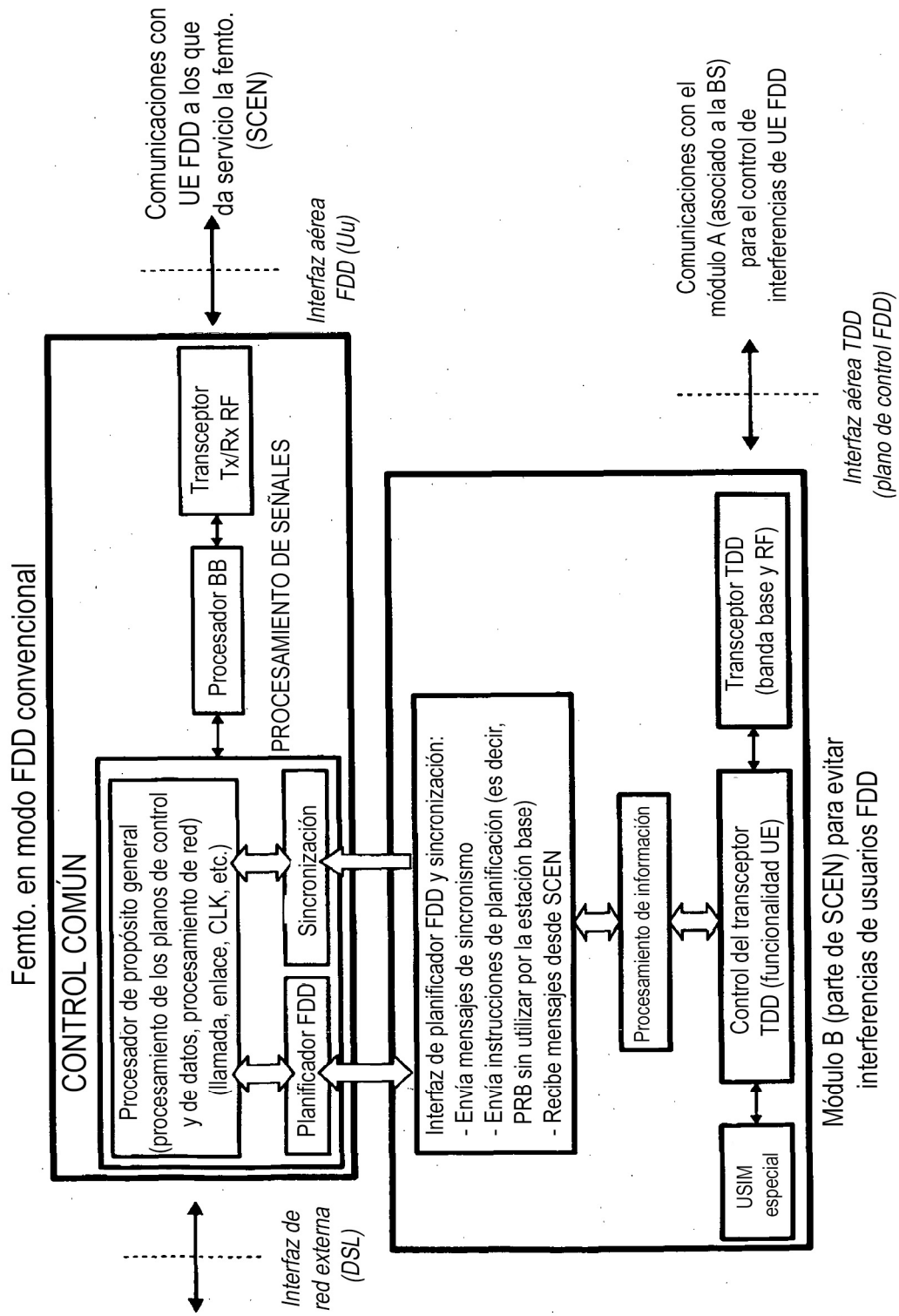


FIG. 8

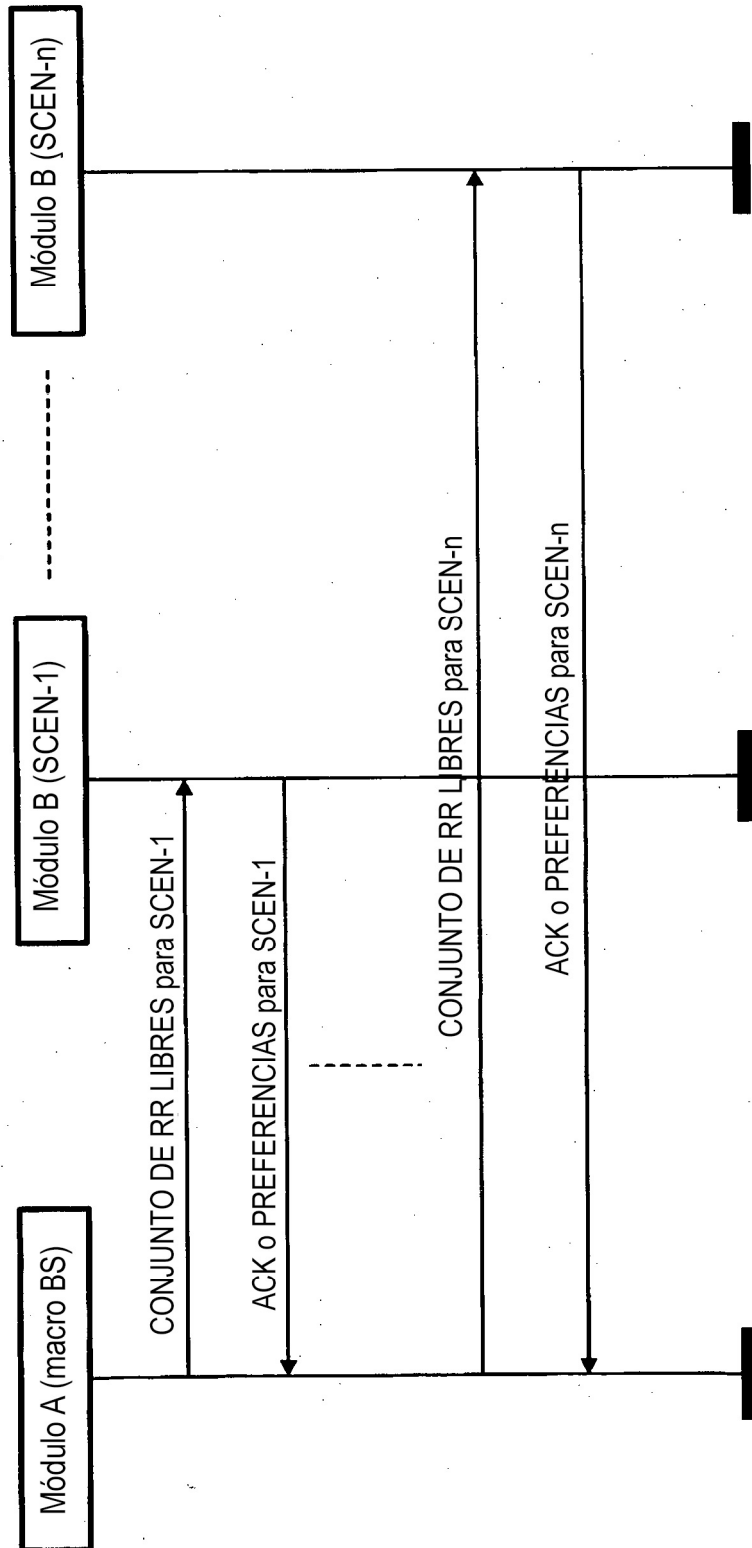


FIG. 9

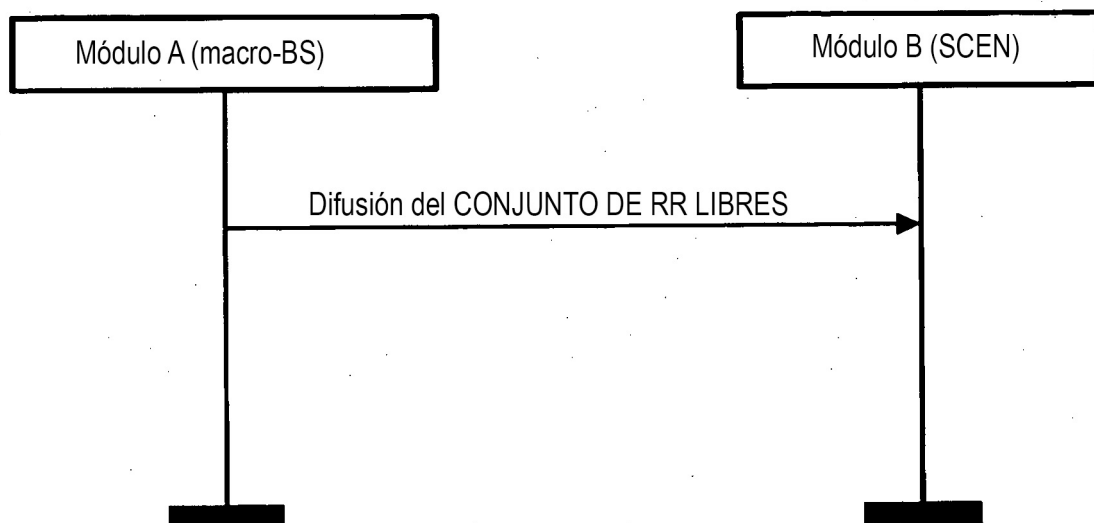


FIG. 10

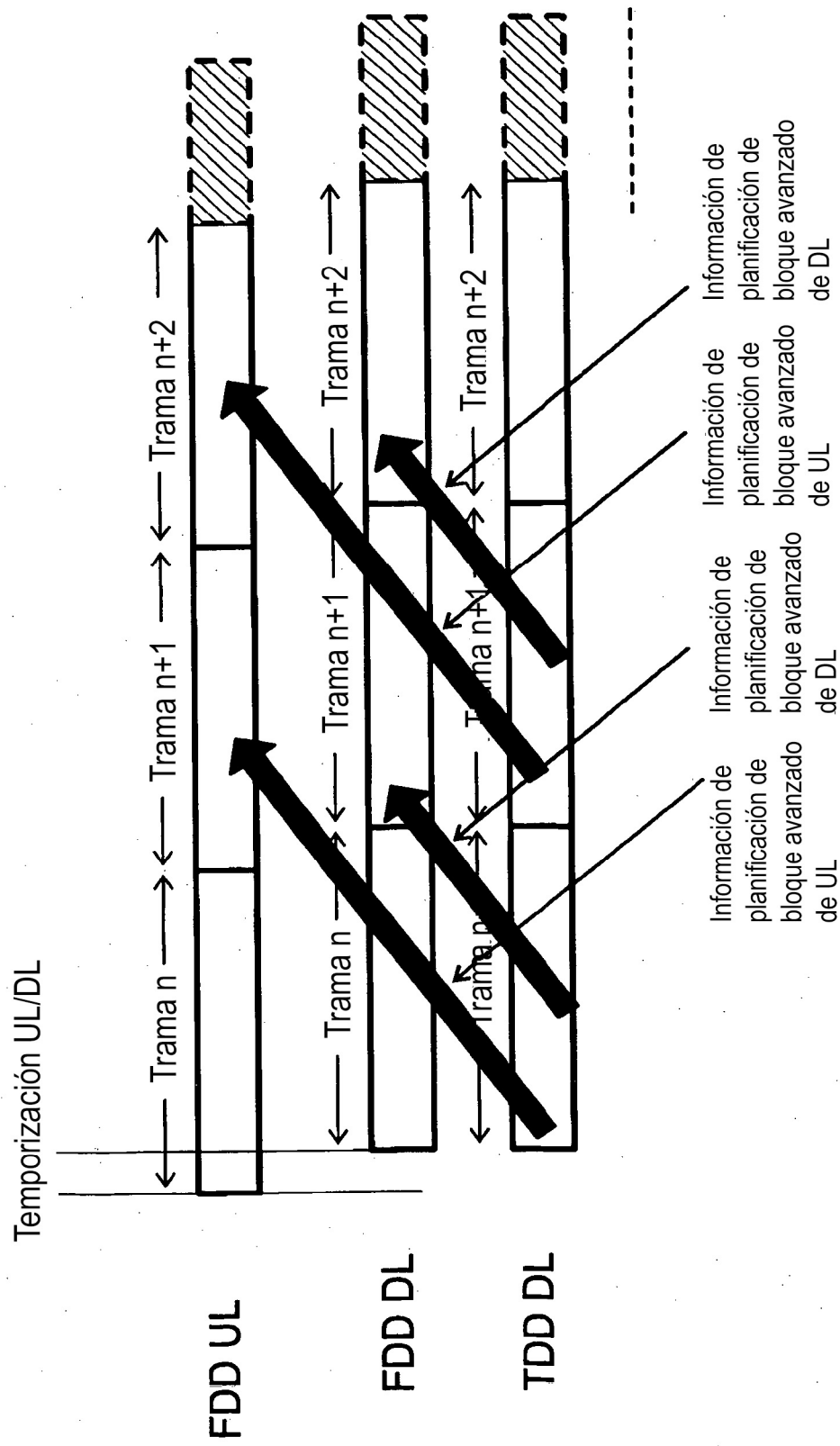


FIG. 11

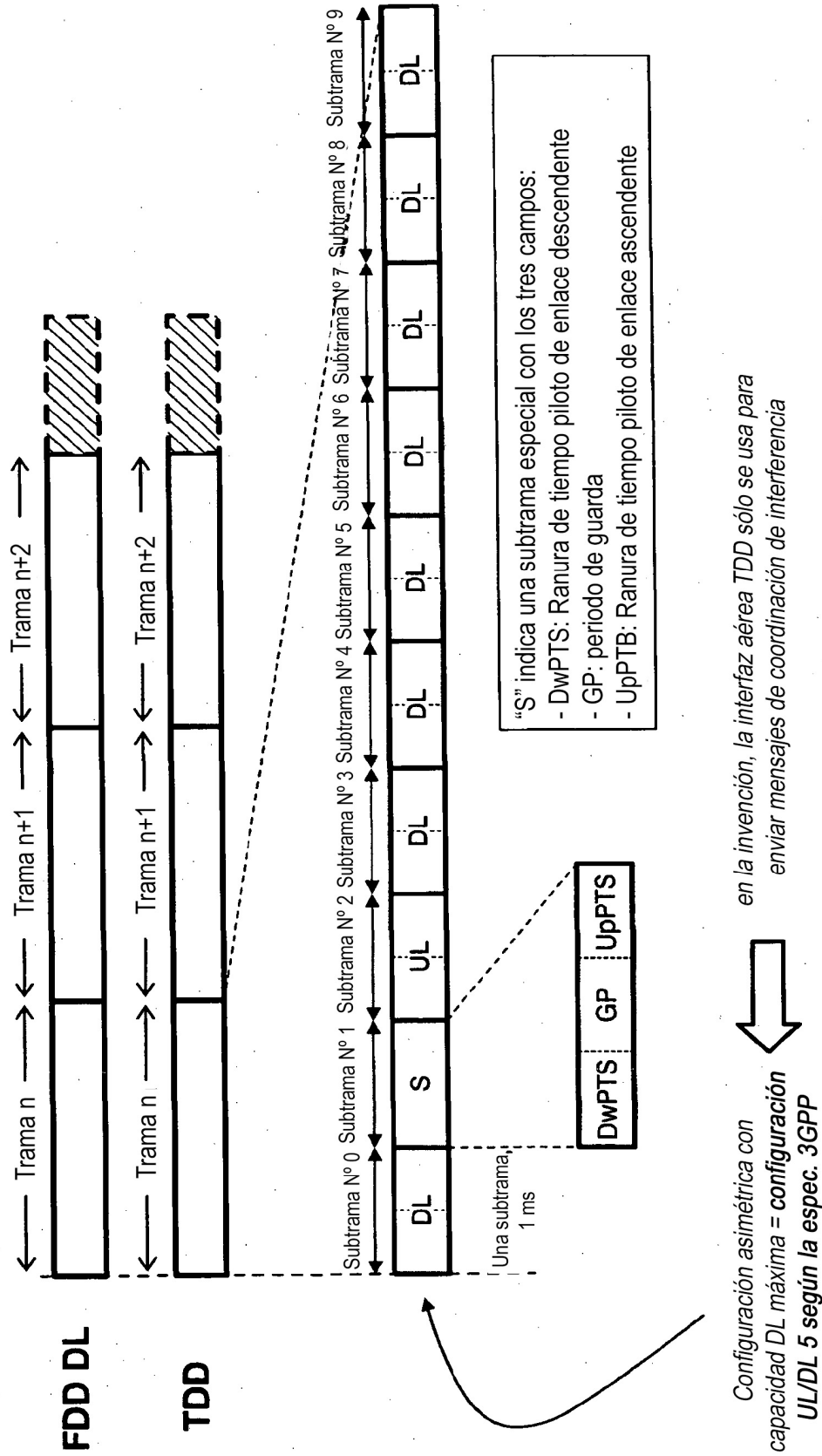


FIG. 12

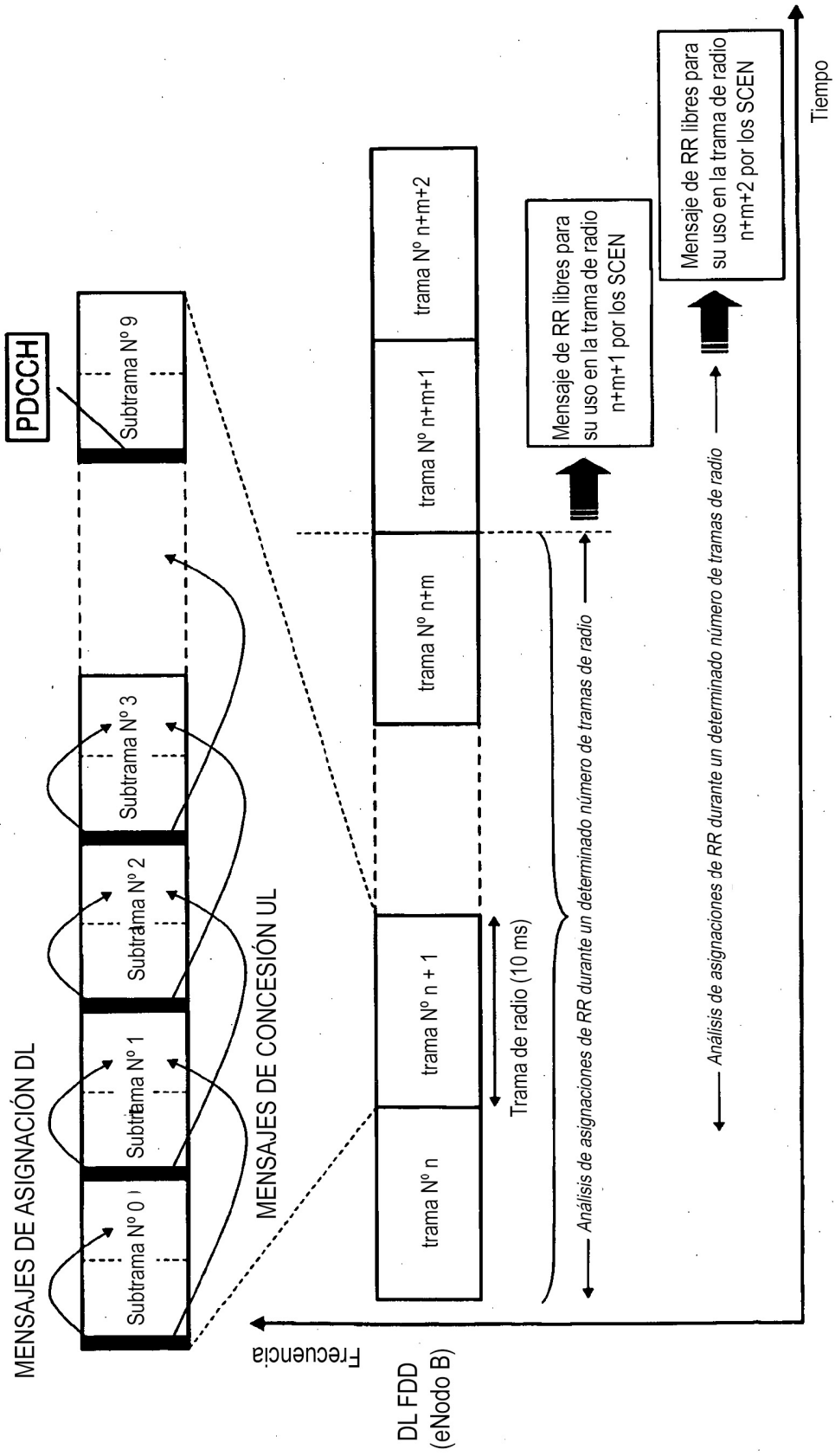


FIG. 13