



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 819 536

51 Int. Cl.:

H04W 92/20 **H04W 56/00**

20 (2009.01) **20** (2009.01)

H04B 7/26

(2006.01)

H04L 5/00

(2006.01)

H04W 72/00

(2009.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: 29.07.2015 PCT/SE2015/050836

(87) Fecha y número de publicación internacional: 04.02.2016 WO16018188

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 29.07.2015 E 15750478 (8)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 17.06.2020 EP 3175571

(54) Título: Métodos para adaptar sincronización aérea a condiciones de radio

(30) Prioridad:

29.07.2014 US 201462030398 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: **16.04.2021**

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

CENTONZA, ANGELO y KOORAPATY, HAVISH

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

DESCRIPCIÓN

Métodos para adaptar sincronización aérea a condiciones de radio

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere en general a sistemas de comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a técnicas para reducir interferencia en señales de referencia utilizadas para procedimientos de sincronización.

10 Antecedentes

15

20

35

45

50

65

El proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) es responsable de la estandarización del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) y del sistema inalámbrico de cuarta generación comúnmente conocido como evolución a largo plazo (LTE). El trabajo del 3GPP en LTE se conoce también como red evolucionada de acceso terrestre universal (E-UTRAN). La LTE es una tecnología para realizar comunicaciones basadas en paquetes de alta velocidad que pueden alcanzar altas velocidades de datos tanto en el enlace descendente (el enlace que lleva las transmisiones desde la estación base a la estación móvil) como en el enlace ascendente (el enlace que lleva las transmisiones desde una estación móvil a la estación base) y se concibe como un sistema de comunicaciones móviles de próxima generación relacionado con el UMTS. Con el fin de soportar altas velocidades de datos, la LTE permite un ancho de banda de sistema de 20 MHz o hasta de 100 MHz cuando se emplea la agregación de portadoras. La LTE también puede funcionar en varias bandas de frecuencia diferentes y puede funcionar al menos en los modos dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división de tiempo (TDD).

En los sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha móvil de LTE, las transmisiones desde estaciones base (denominadas eNB en la documentación del 3GPP) a estaciones móviles (denominadas equipos de usuario o UE) se envían utilizando multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). La OFDM divide la señal en múltiples subportadoras paralelas en frecuencia. La figura 1 ilustra el recurso físico del enlace descendente de la LTE. La unidad básica de transmisión en LTE es un bloque de recursos (RB), que consta, en su configuración más común, de doce subportadoras y siete símbolos de OFDM. El intervalo de tiempo de siete símbolos de OFDM se denomina "ventana temporal". Una unidad de una subportadora y un símbolo de OFDM se denominan elemento de recurso (RE), el cual puede transportar un símbolo de datos modulados. Por tanto, un RB consta de 84 RE.

La figura 2 ilustra la subtrama de enlace descendente en LTE. Una subtrama de radio de LTE está compuesta por dos ventanas temporales en tiempo y de múltiples bloques de recursos en frecuencia, con el número de RB determinando el ancho de banda del sistema. Además, los dos RB de una subtrama que son adyacentes en el tiempo se denominan un par de RB. Actualmente, la LTE soporta tamaños de ancho de banda estándar de 6, 15, 25, 50, 75 y 100 pares de RB.

En el dominio tiempo, las transmisiones de enlace descendente de LTE se organizan en tramas de radio de 10 milisegundos, y cada trama de radio consta de diez subtramas de igual tamaño de longitud *Tsubtrama* = 1 milisegundo.

La señal transmitida por un eNB en una subtrama de enlace descendente puede transmitirse desde múltiples antenas, y la señal puede recibirse en un UE que tiene múltiples antenas. El canal de radio distorsiona las señales transmitidas desde cada uno de los múltiples puertos de antena. Con el fin de demodular cualesquiera transmisiones en el enlace descendente, el UE se apoya de este modo en los símbolos de referencia (RS) que se transmiten en el enlace descendente. Estos símbolos de referencia y sus posiciones en la cuadrícula de tiempo-frecuencia son conocidos por el UE y se pueden usar para determinar estimaciones de canal midiendo el efecto del canal de radio sobre estos símbolos. A raíz de la versión 11 de las especificaciones del 3GPP para LTE, existen múltiples tipos de símbolos de referencia. Un tipo importante son los símbolos comunes de referencia (CRS), que se utilizan para la estimación de canal durante la demodulación de los mensajes de control y de datos. Los CRS también son utilizados por el UE para la sincronización, es decir, para alinear la disposición temporal del UE con la señal de enlace descendente recibida del eNB. Los CRS aparecen una vez en cada subtrama.

Una mejora clave de los despliegues de redes celulares convencionales implica el despliegue de "células pequeñas" de potencia relativamente baja como para superponer una disposición convencional de las llamadas "macrocélulas". El resultado se conoce a menudo como "red heterogénea". Las redes heterogéneas, donde las macrocélulas y las células pequeñas tienen poderes de transmisión muy diferentes, pueden desplegarse de dos formas principales. En el primer tipo de despliegue, la capa de células pequeñas y la capa de macrocélulas comparten las mismas frecuencias portadoras. Este enfoque crea una interferencia entre las dos capas. En el segundo tipo de despliegue, la capa de células pequeñas y la capa de macrocélulas están en frecuencias separadas.

La arquitectura de red para LTE permite que se envíen mensajes entre eNB a través de una interfaz X2. El eNB también puede comunicarse con otros nodos de la red, por ejemplo, con la entidad de gestión de movilidad (MME) a través de la interfaz S1. En la figura 3, se muestra la arquitectura que envuelve a la E-UTRAN, es decir, la red de acceso por radio (RAN) y la red central (CN). En las especificaciones actuales para sistemas de LTE (véase, por

ejemplo, "S1 Application Protocol", 3GPP TS 36.413 v12.2.0, disponible en www.3gpp.org), se especifican métodos que permiten algunas funcionalidades de red autoorganizada (SON), donde un eNB puede solicitar información sobre otro eNB mediante la MME.

Como se señaló anteriormente, los UE utilizan CRS transmitido por el eNB para sincronizar con el eNB. Muchas características de la tecnología de evolución a largo plazo (LTE) del 3GPP, así como de otras tecnologías, se benefician de que las estaciones base (denominadas eNB) del sistema estén sincronizadas entre sí con respecto a la disposición temporal y a la frecuencia de transmisión. La sincronización de los eNB se hace típicamente usando un sistema global de navegación por satélite (GNSS), como el sistema global de posicionamiento (GPS), o usando métodos basados en la red tales como el de IEEE 1588v2. Sin embargo, cuando tales métodos no están disponibles para un eNB, es posible utilizar señales de referencia de LTE transmitidas por otros eNB para adquirir sincronización. Estas técnicas están siendo discutidas actualmente en el 3GPP para células pequeñas en LTE versión 12, donde una célula pequeña puede obtener sincronización de una macrocélula o de otras células pequeñas.

Actualmente, se utiliza un enfoque de señalización basado en interfaz de red con fines de sincronización entre eNB. Esto se habilita mediante los procedimientos conocidos como los procedimientos "S1: transferencia de configuración de eNB" y "S1: transferencia de configuración de MME", de acuerdo con los siguientes pasos:

- Un primer eNB, eNB1, genera un mensaje de transferencia de configuración de eNB que contiene un elemento de información (IE) de transferencia de información de SON.
- La MME que recibe el mensaje de transferencia de configuración del eNB reenvía el IE de transferencia de información de SON hacia un eNB, eNB2 de destino, indicado en el IE, por medio del mensaje de transferencia de configuración de la MME.
 - Si el IE de transferencia de configuración de SON contiene un IE de solicitud de información de SON configurado como "información de sincronización de tiempo", el eNB2 receptor puede responder con un mensaje de transferencia de configuración de eNB hacia el eNB1, incluyendo un IE de respuesta de información de SON e IE de información de sincronización de disposición temporal, que contiene el nivel de estrato y el estado de sincronización del nodo emisor.
 - La MME que recibe el mensaje de transferencia de configuración de eNB desde el eNB2 lo reenvía al eNB1 por medio del mensaje de transferencia de configuración de la MME.

En resumen, dentro de un mensaje de transferencia de configuración de eNB desde el eNB a la MME, es posible indicar un ID de eNB de destino y la información de SON que se solicita desde ese eNB de destino. Por lo tanto, la MME reenviará tal solicitud de información al eNB de destino mediante un procedimiento denominado transferencia de configuración de MME. Una vez que el eNB de destino recibe la solicitud, responderá a través de la transferencia de configuración del eNB hacia la MME, que incluirá la información solicitada por el eNB de origen. La MME reenviará la información solicitada al eNB de origen mediante una nueva transferencia de información de la MME.

Si un eNB de origen solicita información de sincronización de tiempo desde un eNB de destino, la respuesta contenida en el IE de transferencia de configuración de SON desde el eNB de destino al eNB de origen debe incluir los elementos de información (IE) mencionados anteriormente:

- Nivel de estrato: es el número de saltos entre el eNB y la fuente de sincronización. Es decir, que cuando el nivel de estrato es M, el eNB se sincroniza con un eNB cuyo nivel de estrato es M-1, el cual, a su vez, se sincroniza con un eNB con nivel de estrato M-2, y así sucesivamente. El eNB con nivel de estrato 0 es el origen de la sincronización.
- Estado de sincronización: es una bandera que indica si un eNB se encuentra actualmente en estado síncrono o asíncrono.

Arquitectura de OAM

15

30

35

40

45

50

55

60

La arquitectura del sistema de gestión asumida para la presente discusión se muestra en la figura 4. Los elementos de nodo (NE), también denominados eNodoB, son gestionados por un administrador de dominio (DM), que también se conoce como sistema de funcionamiento y de soporte (OSS). Un DM puede ser gestionado adicionalmente por un administrador de red (NM). Dos NE están interconectados por la interfaz X2 definida por las especificaciones del 3GPP, mientras que la interfaz entre dos DM se conoce por las especificaciones del 3GPP como la interfaz ltf-P2P. El sistema de gestión puede configurar los elementos de red y puede recibir observaciones asociadas a las características de los elementos de red. Por ejemplo, un DM observa y configura los NE, mientras que un NM observa y configura los DM, así como los NE mediante los DM intermedios.

Por medio de la configuración mediante los DM, NM y las interfaces relacionadas, las funciones sobre las interfaces X2 y S1 se pueden llevar a cabo de manera coordinada en toda la RAN, eventualmente involucrando a la red

central, es decir, a la MME y a las S-GW.

Sincronización basada en interfaz de radio (RIBS)

En el progreso reciente en el trabajo de la RAN1 del 3GPP, se concluyó que sería beneficioso, para fines de sincronización, hacer uso de patrones de recursos de transmisión de tiempo-frecuencia que se silencian selectivamente para garantizar una baja interferencia, permitiéndose, de este modo, a los nodos de RAN que lo necesiten la sincronización aérea para decodificar una señal de referencia de sincronización que, de otro modo, se vería afectada por la interferencia de la célula vecina y, de este modo, no sería utilizable. En particular, los elementos de recurso en estos patrones silenciados deben estar libres de cualquier señal de referencia o de cualquier otra transmisión de señal interferente.

Los documentos de discusión del grupo de trabajo del 3GPP, R3-140997, "LS on Status of Radio-Interface Based Synchronization" (disponible en http://www.3gpp.org/FTP/tsg_ran/WG3_lu/TSGR3_84/LSin/) y R1- 142762, "LS on Radio Interface Based Synchronization" (disponible en http://www.3gpp.org/Liaisons/Outgoing_LSs/R1-meeting.htm), describen los acuerdos adoptados por la RAN1 en términos de las características que deberían tener tales patrones.

En resumen, los acuerdos establecen que la red tiene que soportar la habilitación de patrones de recursos de tiempo/frecuencia protegidos contra interferencias. Estos patrones pueden repetirse a sí mismos en el tiempo de acuerdo con un período seleccionado a partir de un rango especificado en el último de los dos documentos recientemente especificados arriba. Cabe señalar que estos patrones son diferentes de los patrones existentes de subtramas casi en blanco, que se utilizan para perfeccionar la coordinación de interferencia entre células (elCIC). Una diferencia es que en los patrones de ABS, las señales de referencia se transmiten sin interrupción, que es una de las razones por las que tales patrones están hechos de las denominadas subtramas "casi" en blanco.

Los documentos de discusión del 3GPP identificados anteriormente especifican que las señales de referencia que un nodo de RAN puede usar para conseguir la sincronización podrían ser diferentes, y que los patrones protegidos contra interferencias deberían, por lo tanto, asegurar la protección hacia todas las señales de referencia. En resumen, la información de estos documentos que es relevante para la especificación de señalización necesaria para hacer que funcionen los mecanismos de sincronización basados en interfaz de radio es la siguiente.

Extractos de R3-140997 (citado anteriormente):

Acuerdo:

- Especificar los RS de escucha, lo que incluye el patrón de RS, la periodicidad de subtrama y el desplazamiento, tanto para FDD como para TDD

Acuerdo:

40

50

30

35

- PRS y/o CRS se utilizan como RS de escucha para RIBS
- FFS: selección descendente de RS de escucha
- 45 El silenciamiento a nivel de subtrama es soportado para RIBS

Extractos de R1-142762 (citado anteriormente):

- Para la escucha de la red, el siguiente patrón de RS está soportado por la configuración
- sólo CRS
 - o El número de puertos de CRS puede ser 1 o 2
- 55 CRS v PRS
 - o El número de puertos de CRS puede ser 1 o 2
- El eNB debe usar una periodicidad y un desplazamiento de los RS de escucha de red que se pueda seleccionar del siguiente intervalo de valores recomendado
 - Un intervalo de valores (> = 2) para la periodicidad
 - o Elegir todo o un subconjunto de [1280ms, 2560ms, 5120ms, 10240ms]

No hay consenso en RAN1 sobre las periodicidades adicionales de 640ms y 20480ms

4

65

- · Valores de FFS de desplazamiento
- El número máximo de saltos se mantiene en 3.

Si bien los documentos anteriores proporcionan un punto de partida para habilitar la protección contra interferencias para las mediciones de sincronización aérea, se necesita más trabajo para proporcionar soluciones completas.

El documento US2010/0278132 "Transmission and detection of overhead channels and signals in a wireless network" describe técnicas para transmitir y detectar señales y canales por aire en una red inalámbrica. En un aspecto, una estación base puede dejar en blanco (es decir, no transmitir) al menos una transmisión por aire en ciertos recursos con el fin de detectar la al menos una transmisión por aire de otra estación de base.

Sumario

15

20

25

30

5

10

Los acuerdos tomados en el grupo de trabajo de RAN1 del 3GPP dejan sin resolver el problema de cómo habilitar la comunicación entre nodos destinada a coordinar la habilitación de patrones protegidos contra interferencias. De este modo, las realizaciones de las técnicas y aparatos divulgados en la actualidad incluyen métodos para habilitar y deshabilitar patrones de silenciamiento en nodos de RAN con el fin de permitir una mejor detección y un mejor uso de los símbolos de referencia (RS) usados para la sincronización.

Algunos de estos métodos permiten que un nodo solicite la activación o desactivación de patrones de silenciamiento. Como respuesta, a los nodos implicados en habilitar patrones de silenciamiento de RIBS se les permite seleccionar de manera flexible los patrones y el período de patrón que mejor se adecúen a sus condiciones, por ejemplo, seleccionar los patrones y períodos de patrón que ajusten a las demandas de recursos del tráfico actual.

En una serie de realizaciones, se habilita la coordinación de patrones de silenciamiento entre diferentes nodos, de modo que el silenciamiento de múltiples nodos dé como resultado una mayor protección contra interferencias para el nodo que necesita detectar los RS de sincronización. Además, en otras realizaciones, las solicitudes de activación hacia un único nodo pueden desencadenar la habilitación de patrones de silenciamiento en un conjunto más amplio de células. Este último enfoque reduce la cantidad de señalización necesaria y proporciona un alivio inmediato de la interferencia de las células de múltiples nodos de RAN.

De acuerdo con un primer aspecto de las técnicas y aparatos descritos en el presente documento, se implanta un método en una estación base que funciona en una red inalámbrica de comunicaciones, para facilitar la sincronización aérea por una estación base vecina. Este método incluye recibir una solicitud de un nodo de red central para la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base y activar el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud. El método incluye adicionalmente enviar al nodo de red central un mensaje solicitando la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, en respuesta a la solicitud.

De acuerdo con un cuarto aspecto, una estación base está configurada para funcionar en una red inalámbrica de comunicaciones y para facilitar la sincronización aérea por una estación base vecina. La estación base está adaptada para recibir desde un nodo de red central una solicitud de activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base y para activar el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud. La estación base está adaptada adicionalmente para enviar al nodo de red central un mensaje solicitando la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, en respuesta a la solicitud.

50

45

Otras realizaciones de las técnicas y aparatos descritos en el presente documento incluyen productos de programas informáticos que comprenden instrucciones de programa para llevar a cabo uno o más de los métodos resumidos anteriormente, así como medios legibles por ordenador que incorporan cualesquiera uno o más de estos productos de programas informáticos.

55

Breve descripción de las figuras

La figura 1 ilustra los recursos de tiempo-frecuencia en un sistema que usa multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM).

60

La figura 2 ilustra una subtrama en un sistema de LTE.

La figura 3 ilustra una versión simplificada de la arquitectura del sistema de E-UTRAN.

65 La figura 4 ilustra una arquitectura de gestión.

La figura 5 es otra vista del sistema de E-UTRAN.

La figura 6 ilustra los componentes de un equipo de usuario de ejemplo.

5 La figura 7 ilustra los componentes de una estación base de ejemplo.

La figura 8 muestra un escenario de ejemplo en el que se pueden emplear las técnicas divulgadas actualmente.

La figura 9 es un diagrama de flujo de señales que ilustra algunas realizaciones de las técnicas divulgadas actualmente.

La figura 10 es otro diagrama de flujo de señales, que ilustra de nuevo algunas realizaciones de las técnicas divulgadas actualmente.

15 La figura 11 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo de acuerdo con algunas de las técnicas divulgadas.

La figura 12 es otro diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo de acuerdo con algunas de las técnicas divulgadas.

La figura 13 es otro diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo de acuerdo con algunas de las técnicas divulgadas.

La figura 14 es otro diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo de acuerdo con algunas de las técnicas divulgadas.

La figura 15 ilustra componentes de una estación base o de un nodo de control de ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones de las técnicas y aparatos divulgados en el presente documento.

30 Las figuras 16, 17 y 18 son representaciones funcionales de una estación base de ejemplo y nodos de control de ejemplo, de acuerdo con varias realizaciones de las técnicas y aparatos divulgados en el presente documento.

Descripción detallada

20

45

50

55

En la discusión que sigue, se exponen detalles específicos de realizaciones particulares de las técnicas y aparatos divulgados en el presente documento con fines de explicación y no de limitación. El experto en la técnica apreciará que se pueden emplear otras realizaciones aparte de los detalles especificados. Además, en algunos casos se omiten descripciones detalladas de métodos, nodos, interfaces, circuitos y dispositivos bien conocidos como para no eclipsar la descripción con detalles innecesarios. El experto en la técnica apreciará que las funciones descritas pueden implantarse en uno o en varios nodos.

Algunas o todas las funciones descritas pueden implantarse utilizando circuitería de equipo físico informático (hardware), tal como puertas lógicas analógicas y/o discretas interconectadas para realizar una función especializada, ASIC, PLA, etc. Asimismo, algunas o todas las funciones pueden implantarse utilizando programas de equipo lógico informático (software) y datos junto con uno o más microprocesadores digitales u ordenadores de fines generales. Cuando se describan nodos que se comunican utilizando la interfaz aérea, se apreciará que esos nodos también tienen circuitería adecuada de comunicaciones por radio. Lo que es más, se puede considerar que la tecnología está materializada en su totalidad en cualquier forma de memoria legible por ordenador, incluidas las realizaciones no transitorias, tales como memoria de estado sólido, un disco magnético o un disco óptico que contengan un conjunto apropiado de instrucciones informáticas que hicieran que un procesador llevara a cabo las técnicas descritas en el presente documento.

Las implantaciones de hardware pueden incluir o abarcar, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), un procesador de conjunto reducido de instrucciones, circuitería de hardware (por ejemplo, digital o analógica) que incluye, entre otros, circuito/s integrado/s específico/s de la aplicación (ASIC) y/o matriz o matrices de puertas programables en campo (FPGA), y (cuando corresponda) máquinas de estado capaces de realizar tales funciones.

En términos de implantación informática, se entiende, en general, que un ordenador comprende uno o más procesadores o uno o más controladores, y que los términos ordenador, procesador y controlador pueden emplearse indistintamente. Cuando las proporciona un ordenador, procesador o controlador, las funciones pueden ser proporcionadas por un único ordenador o procesador o controlador dedicado, por un único ordenador o procesador o controlador compartido, o por una pluralidad de ordenadores o procesadores o controladores individuales, algunos de los cuales pueden ser compartidos o distribuidos. Lo que es más, el término "procesador" o "controlador" también se refiere a otro hardware capaz de realizar tales funciones y/o de ejecutar software, tal como el hardware de ejemplo mencionado anteriormente.

Las referencias en toda la especificación a "una realización" o a "la realización" significan que una característica, estructura o rasgo particular descrita/o en relación con una realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. De este modo, la aparición de las frases "en una realización" o "en la realización", en diversos lugares a lo largo de la especificación, no se refiere necesariamente a la misma realización. Además, las características, estructuras o rasgos particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

Mientras que los siguientes ejemplos se describen en el contexto de los sistemas de LTE, los principios descritos en la siguiente divulgación pueden aplicarse igualmente a otras redes celulares. Otros sistemas inalámbricos, incluidos WCDMA, WiMax, UMB y GSM, también pueden beneficiarse de la explotación de las técnicas en el presente documento descritas. Obsérvese también que el uso de terminología tal como eNodoB y UE debe considerarse no limitativo, y que no implica necesariamente una cierta relación jerárquica entre los dos; en general, un "eNodoB" podría considerarse como un primer dispositivo inalámbrico, y un "UE" como un segundo dispositivo inalámbrico, donde estos dos dispositivos se comunican entre sí a través de un canal de radio. De manera similar, cuando se habla de señalización a través de una red X2 de retorno, las soluciones no se limitan necesariamente a la comunicación entre los eNB, sino que los nodos de comunicación pueden ser cualquier nodo que termine la interfaz de red de retorno a través de la cual se transmite la información descrita.

La figura 5 es otra vista de una arquitectura de E-UTRAN, como parte de un sistema 2 de comunicaciones basado 20 en LTE. Los nodos de la red central 4 incluyen una de las entidades 6 de gestión de movilidad (MME), que son nodos clave de control para la red de acceso de LTE, y una de las pasarelas 8 de servicio (SGW), que enrutan y reenvían los paquetes de datos del usuario mientras actúan como anclajes de movilidad. Las MME 6 y las SGW 8 se comunican con estaciones base 10 conocidas en LTE como eNB, a través de interfaces especificadas por los 25 estándares del 3GPP, tales como la interfaz S1. Los eNB 10 pueden incluir dos o más de las categorías iguales o diferentes de eNB, por ejemplo, macro eNB y/o micro/pico/femto eNB. Los eNB 10 se comunican entre sí a través de una interfaz, por ejemplo, una interfaz X2. La interfaz S1 y la interfaz X2 están definidas en el estándar de la LTE. Un UE 12 puede recibir datos de enlace descendente de y enviar datos de enlace ascendente a una de las estaciones base 10, y esa estación base 10 se denomina estación base de servicio del UE 12. Debe apreciarse que, aunque las 30 técnicas descritas en el presente documento pueden ser aplicadas en el contexto de una red E-UTRAN, como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 3 y 5, las técnicas se pueden también aplicar en otros contextos de red, incluso en redes UTRA, o incluso en comunicaciones entre pares, tal como en una red ad-hoc o en el escenario que llaman de dispositivo a dispositivo.

En algunas de las realizaciones descritas en el presente documento, se utilizan los términos no limitativos "equipo de usuario" y "UE". Un UE, como se usa ese término en el presente documento, puede ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico capaz de comunicarse con un nodo de red o con otro UE a través de señales de radio, incluyendo un dispositivo de MTC o un dispositivo de M2M. Un UE también puede referirse a una estación móvil, a un dispositivo de comunicación por radio o a un dispositivo de destino, y el término pretende incluir a los UE de dispositivo a dispositivo, UE de tipo máquina o UE capaces de comunicación de máquina a máquina, a sensores equipados con un UE, ordenadores de mesa con capacidad inalámbrica, terminales móviles, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles empotrados equipados (LEE), equipos empotrados en un ordenador portátil (LME), a dongles de USB, a equipos inalámbricos en las instalaciones del cliente (CPE), etc.

La figura 6 muestra un equipo de usuario (UE) 12 que se puede usar en uno o más de los sistemas descritos en el presente documento. El UE 12 comprende un módulo 30 de procesamiento que controla el funcionamiento del UE 12. El módulo 30 de procesamiento, que puede comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, lógica digital especializada, etc., está conectado a un módulo 32 de receptor o transceptor con antena/s 34 asociada/s que se utilizan para recibir señales de y/o transmitir señales a una estación base 10 en la red 2. El equipo de usuario 12 comprende también un circuito 36 de memoria que está conectado al módulo 30 de procesamiento y que almacena código de programa y otra información y datos requeridos para el funcionamiento del UE 12. Juntos, el módulo de procesamiento y el circuito de memoria pueden denominarse "circuito de procesamiento" y están adaptados, en varias realizaciones, para llevar a cabo una o más de cualesquiera técnicas basadas en UE descritas más adelante.

55

60

En la descripción de algunas realizaciones más adelante, se usa la terminología genérica "nodo de red de radio" o simplemente "nodo de red (nodo de NW)". Estos términos se refieren a cualquier tipo de nodo de red inalámbrica, tal como una estación base, una estación base de radio, una estación base transceptora, un controlador de estación base, un controlador de red, un nodo B evolucionado (eNB), un nodo B, un nodo de relé, un nodo de posicionamiento, un E-SMLC, un servidor de ubicación, un repetidor, un punto de acceso, un punto de acceso de radio, una unidad remota de radio (RRU), una cabeza remota de radio (RRH), un nodo de radio de radio de múltiples estándares (MSR), tales como los nodos de BS de MSR en el sistema de antena distribuida (DAS), un nodo de SON, un nodo de O&M, de OSS o de MDT, un nodo de red central, una MME, etc.

65 La figura 7 muestra una estación base 10 (por ejemplo, un NodoB o un eNodoB) que se puede usar en las realizaciones de ejemplo descritas. Se apreciará que, aunque un macro eNB no será en la práctica idéntico en

tamaño y estructura a un micro eNB, estos diferentes ejemplos de la estación base 10 generalmente incluirán componentes similares o correspondientes, aunque los detalles de cada uno de esos componentes pueden variar para adaptarse a los diferentes requisitos funcionales de una realización particular.

- La estación base 10 ilustrada comprende un módulo 40 de procesamiento que controla el funcionamiento de la estación base 10. El módulo 40 de procesamiento, que puede comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, lógica digital especializada, etc., está conectado a un módulo 42 de transceptor con una/s antena/s asociada/s 44, que se utiliza/n para transmitir señales a, y recibir señales de, equipos 12 de usuario en la red 2. La estación base 10 comprende también un circuito 46 de memoria que está conectado al módulo 40 de procesamiento y que almacena programa y otra información y datos requeridos para el funcionamiento de la estación base 10. Juntos, el módulo 40 de procesamiento y el circuito 46 de memoria pueden denominarse "circuito de procesamiento" y están adaptados, en diversas realizaciones, para llevar a cabo una o más de las técnicas basadas en red descritas más adelante.
- La estación base 10 incluye también componentes y/o circuitería 48 para permitir que la estación base 10 intercambie información con otras estaciones base 10 (por ejemplo, mediante una interfaz X2) y componentes y/o circuitería 49 para permitir que la estación base 10 intercambie información con los nodos de la red central 4 (por ejemplo, a través de la interfaz S1). Se apreciará que las estaciones base incluirán para su uso en otros tipos de red (por ejemplo, UTRAN o RAN de WCDMA) componentes similares a los que se muestran en la figura 7, y una circuitería 48, 49 apropiada de interfaz que permita las comunicaciones con los otros nodos de red en esos tipos de redes (por ejemplo, para comunicaciones con otras estaciones base, nodos de gestión de movilidad y/o nodos de la red central).
- Se apreciará que otros nodos de la red de comunicación pueden tener una estructura similar a la ilustrada en la figura 7, con el módulo 42 de transceptor omitido en aquellos nodos que no son estaciones base de radio. Los nodos de la red central pueden tener, en algunas realizaciones, un circuito de interfaz de red RAN en lugar del circuito 49 de interfaz de red central.
- Como se señaló anteriormente, muchas características de la tecnología de evolución a largo plazo (LTE) del 3GPP, así como de otras tecnologías, se benefician de que las estaciones base (denominadas eNB) en el sistema estén sincronizadas entre sí con respecto a la disposición temporal y a la frecuencia de transmisión. La sincronización de los eNB se hace normalmente mediante un sistema global de navegación por satélite (GNSS) tal como el sistema de posicionamiento global (GPS) o mediante métodos basados en la red tales como IEEE 1588v2. Sin embargo, cuando tales métodos no están disponibles para un eNB, puede ser posible que se usen señales de referencia de LTE transmitidas por otros eNB para adquirir sincronización. Tales técnicas se están exponiendo actualmente en el 3GPP para células pequeñas en LTE versión 12, donde una célula pequeña puede obtener sincronización a partir de una macrocélula o de otras células pequeñas.
- El problema abordado por las técnicas y el aparato descritos actualmente es cómo habilitar un mecanismo que permita que el nodo de RAN que necesita sincronización detecte y use correctamente la señal más apropiada de referencia de sincronización. Más particularmente, estas técnicas facilitan la habilitación de un patrón de recursos protegidos de interferencias, en el que el nodo pueda escuchar los RS de sincronización y sincronizarse con ellos. Tal patrón se denominará también, en el presente documento, "patrón de silenciamiento" o "patrón de silenciamiento de RIBS".

45

50

55

- La habilitación de un patrón de silenciamiento debería depender de si existe un nodo que necesite protección contra interferencias para fines de sincronización. De hecho, mantener un conjunto de recursos de tiempo-frecuencia en silencio en cualquier célula resulta generalmente en una pérdida de recursos y en una disminución del rendimiento del sistema. Por lo tanto, las técnicas descritas en el presente documento permiten la activación y desactivación de patrones de silenciamiento de las células interferentes relevantes dependiendo de si hay nodos que necesiten sincronizarse con otras células que se beneficiarían de tales patrones protegidos contra interferencias.
- Otro problema que abordan las técnicas y los aparatos descritos actualmente es cómo conseguir la coordinación de los patrones de silenciamiento. Digamos que el nodo de la red de acceso por radio (RAN) a cargo de activar los patrones de silenciamiento es el único nodo consciente de la demanda de tráfico en el nodo en el momento de la activación. Por lo tanto, debe depender de este nodo decidir la cantidad de silenciamiento que se aplicará que sea factible, dada la demanda de tráfico sostenida actualmente. Al mismo tiempo, sería beneficioso abordar métodos que permitieran que un mayor número de células interferentes al mismo tiempo con los RS de sincronización activaran patrones de silenciamiento coordinados, es decir, patrones de silenciamiento que compartan los mismos recursos de silenciamiento.
- En el documento R3-14121, "Discussion on How to Support RIBS" (disponible en http://www.3gpp.org/ftp/Meetings_3GPP_SYNC/RAN3/Docs/) de exposición del 3GPP, se presentan soluciones que intentan abordar la señalización de información de patrón de silenciamiento para fines de RIBS. Sin embargo, todas las soluciones presentadas están sujetas a varias deficiencias. En primer lugar, las soluciones propuestas no llegan a ser óptimas y se muestran ineficientes porque todas se basan en una indicación, enviada desde el nodo que

necesita sincronización al nodo seleccionado para la sincronización, donde la indicación informa al nodo receptor de que la sincronización ocurrirá con una de sus células. Esta indicación es innecesaria porque, tras la selección de un nodo de sincronización, no hay cambios en el modo de funcionamiento del nodo que está proporcionando señales de sincronización. Por lo tanto, esta indicación da como resultado una señalización innecesaria. En segundo lugar, estas soluciones no son escalables y se muestran ineficaces porque se basan en la comunicación de patrones de silenciamiento desde el nodo que necesita sincronización a los nodos interferentes. El nodo que necesita sincronización desconoce las condiciones de demanda de carga de los nodos interferentes, y no podría determinar con precisión cuántos recursos de silenciamiento puede permitirse el nodo interferente. Además, en el caso de que un segundo nodo que necesite sincronización solicitara al mismo nodo interferente que activara un patrón de silenciamiento diferente, el nodo interferente podría tener que rechazar la solicitud, debido a una cantidad total excesiva de recursos para silenciar, o podría aceptarla, con la consecuencia de una mayor pérdida de capacidad debido a patrones de silenciamiento diferentes, posiblemente no superpuestos.

Las realizaciones de la invención divulgada actualmente permiten el intercambio de información sobre la posibilidad de activar patrones de silenciamiento en las células interferentes que permitirían a un nodo que necesita decodificar correcta y oportunamente una señal de sincronización el hacerlo.

10

20

50

55

65

Estas realizaciones también permiten que la activación y desactivación de patrones de silenciamiento se produzcan sólo cuando sea necesario. Es decir, los recursos se silencian sólo cuando existe la necesidad de reducir la interferencia con el fin de la sincronización, evitando, en algunas realizaciones, pérdidas innecesarias de capacidad.

Las realizaciones también permiten que un nodo que recibe una solicitud para silenciar recursos seleccione un patrón de silenciamiento apropiado de acuerdo con sus condiciones de tráfico y el estado de la célula.

- 25 También se detallan a continuación las simplificaciones específicas de implantación de los mecanismos de activación y desactivación del patrón de silenciamiento, donde el silenciamiento puede activarse simultáneamente en varios nodos y células. Estos últimos puede determinarse por el número de estrato de un nodo o por un conocimiento existente de las células interferentes para un nodo dado que necesite sincronización.
- 30 Las realizaciones permiten la coordinación de patrones de silenciamiento entre diferentes nodos, como para permitir la máxima protección contra interferencias en recursos silenciados, mientras se minimizan las pérdidas de capacidad.
- Para explicar un primer método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención, en el presente documento se detalla un escenario de ejemplo. En particular, el escenario toma como ejemplo el sistema de LTE, y consiste en un caso en el que un eNB detecta una señal de referencia de célula apta para sincronización, donde la fuente de sincronización tiene un número de estrato menor que otros RS detectados. (Se apreciará que por convención, cuanto más bajo es el nivel de estrato, mayor es la precisión de la señal con respecto a una fuente última de sincronización tal como el GNSS). En este escenario, sería beneficioso que otras células interferentes con la señal de sincronización pudieran adoptar un patrón de silenciamiento en el que todos los RS se silenciaran en ciertas subtramas, de acuerdo con un cierto patrón determinado que podría repetirse con un cierto período, por ejemplo, como en los documentos R3-140997 y R1-142762 del 3GPP mencionados anteriormente.
- La figura 8 ilustra un escenario posible en el que tal sincronización basada en interfaz de radio (RIBS) puede ser necesaria. En la figura 8 se puede ver que la célula S emite una señal de referencia que está sincronizada con el GNSS. El eNB C, que sirve a la célula C y puede dar servicio a la estación móvil MS A, puede, por ejemplo, deducir tal información mediante, por ejemplo, la señalización S1 del IE de información de SON, digamos que al recibir un IE de información de sincronización de tiempo, donde el IE de nivel de estrato ha sido establecido en "0", según las especificaciones de TS 36.413, v12.2.0 del 3GPP.
 - De manera similar, el eNB A, que sirve a la célula A, puede deducir que la célula C es una mejor fuente de sincronización que la célula B, y puede intentar usar los RS de la célula C para sincronizar. Sin embargo, para conseguir la detección correcta de los RS de la célula C, el eNB A tiene que protegerse de la interferencia de la célula B.
 - Por esta razón, RAN1 ha acordado que sería beneficioso establecer un patrón de silenciamiento de subtramas, es decir, un patrón de subtramas donde se silencien todas las señales de RS de las células interferentes.
- Como asunción de un primer método que se detallará a continuación, se considera que el conjunto de patrones de silenciamiento disponibles para la activación en las células de un nodo de RAN no cambia con frecuencia.
 - Por tanto, estos patrones se pueden configurar desde una entidad centralizada tal como el OAM, de modo que el nodo de RAN tenga un conjunto de patrones de silenciamiento disponibles para su activación en cualquier momento dado.
 - De acuerdo con algunas realizaciones de las técnicas detalladas más adelante, los patrones de silenciamiento en las

células de un nodo de RAN se activan y desactivan sólo cuando es necesario. Tal activación y tal desactivación serán desencadenadas por eventos específicos. Por ejemplo, si un nodo de RAN decide realizar una sincronización aérea utilizando la señal de RS de una célula vecina que se considera la mejor fuente de sincronización disponible, y si tal sincronización requiere que otras células vecinas silencien (o reduzcan la interferencia) recursos de tiempo-frecuencia con el fin de decodificar correctamente la señal, entonces es necesario activar los patrones de silenciamiento en esas otras células vecinas. Además, tales patrones deberían desactivarse tan pronto como ya no sean necesarios, por ejemplo, si la fuente de RS de sincronización ya no está disponible o si se manifiesta disponible una mejor señal de sincronización que no requiera silenciamiento de las células vecinas.

- Tanto la activación como la desactivación de los patrones de silenciamiento son importantes. De hecho, mantener los patrones de silenciamiento activados cuando los patrones de silenciamiento no son necesarios incurriría en una pérdida de recursos de tiempo-frecuencia y, por lo tanto, en una degradación del rendimiento del sistema y en una reducción de la capacidad.
- Sobre la base de las observaciones anteriores, una forma de conseguir la activación y desactivación de los patrones de silenciamiento podría incluir los siguientes pasos, todos o algunos de los cuales pueden usarse en diversas realizaciones:
- Advertir de la disponibilidad de patrones de silenciamiento por medio de señalización dedicada o perfeccionando la señalización existente. Por ejemplo, en el caso de LTE, esto podría consistir en perfeccionar el IE de respuesta de información de SON (recibido como consecuencia de enviar un IE de solicitud de información de SON establecido en "información de sincronización de tiempo") con nueva información que marque la disponibilidad de patrones de silenciamiento.
- 25 Permitir que un nodo de RAN (por ejemplo, un eNB que sufre interferencia de células vecinas) solicite la activación de patrones de silenciamiento de los nodos de RAN vecinos, mediante señalización dedicada o perfeccionando la señalización existente. Por ejemplo, en el caso de LTE, esto podría consistir en perfeccionar el IE solicitud de información de SON con información que indique una solicitud de activación. El nodo de RAN podría también solicitar los recursos específicos que deberían silenciarse, es decir, el patrón y la periodicidad.
 - Permitir que un nodo de RAN (por ejemplo, un eNB agresor) señale patrones de silenciamiento y períodos de patrones por medio de señalización dedicada o perfeccionando la señalización existente. Por ejemplo, en el caso de LTE, esto podría consistir en perfeccionar el IE de respuesta de información de SON con nueva información que indicara el patrón de silenciamiento elegido, un período de patrón y otra información relacionada.
 - Permitir que un nodo de RAN (por ejemplo, un eNB) solicite la desactivación de patrones de silenciamiento por medio de señalización dedicada o perfeccionando la señalización existente. Por ejemplo, en el caso de la LTE, esto podría consistir en perfeccionar el IE de solicitud de información de SON con información que solicitara la desactivación de patrones de silenciamiento.
 - En el caso de un sistema de LTE, los pasos anteriores pueden conseguirse por medio de los procedimientos de ejemplo mostrados en la figura 9, que ilustra un procedimiento de señalización de ejemplo para habilitar/deshabilitar patrones de silenciamiento para RIBS.
- 45 La figura 9 se puede describir como sigue:

30

35

40

50

- Mensajes 1-2) Un eNB1 que necesita sincronización detecta una o más de las células de eNB2 y eNB3 y envía un mensaje de transferencia de configuración de eNB con el IE de *solicitud de información de SON* establecido en "información de sincronización de tiempo" a eNB2 y eNB3. El IE de *solicitud de información de SON* se reenviará de forma transparente como parte de una transferencia de configuración de MME al eNB2 y al eNB3 de destino.
- Mensajes 3-4) Los eNB2 y eNB3 responden con un mensaje de transferencia de configuración de eNB que contiene el IE de *respuesta de información de SON*. Este IE contiene información tal como el IE de *información de sincronización de tiempo*, y, además, contiene un nuevo indicador opcional que indica si los patrones de silenciamiento de RIBS están disponibles o no para su activación (por ejemplo, los patrones de silenciamiento pueden no estar disponibles porque no son soportados en el receptor eNB, o porque las condiciones de tráfico son tales que ningún silenciamiento puede ser soportado). La información se reenviará a eNB1 en mensajes de transferencia de configuración de MME.
- Mensajes 5-6) El eNB1 evalúa qué señales de RS entre las células de eNB2 y de eNB3 son las mejores disponibles. Tal evaluación puede realizarse sobre la base de parámetros tales como la intensidad de la señal, el nivel de estrato del eNB, el estado de sincronización. Asumiendo que una de las células de eNB3 es la mejor fuente de sincronización, el eNB1 determina que para la detección correcta de RS del eNB3, las señales de RS del eNB2 tienen que silenciarse. Por lo tanto, el eNB1 envía un mensaje de transferencia de configuración de eNB hacia el eNB2 con un IE de solicitud de información de SON establecido en un nuevo valor, por ejemplo, "activar patrón de RIBS".

El mensaje puede también contener una lista de células a las que se debería aplicar el patrón de silenciamiento, dependiendo de qué células el eNB1 considera que son las células de interferencia más fuertes. Además, el mensaje puede también contener el conjunto de recursos que deberían silenciarse, por ejemplo, el patrón de subtrama y la periodicidad. Se podrían proporcionar múltiples opciones para tal silenciamiento, siendo algunas de las opciones subconjuntos de otras.

Mensajes 7-8) El eNB2, es decir, el eNB interferente, selecciona el patrón y la periodicidad del patrón que mejor se adecúa a sus condiciones, tal como la carga de tráfico, y habilita tal patrón para las células indicadas por el eNB1. El eNB2 responde con un mensaje de transferencia de configuración de eNB hacia eNB1, donde el IE de *respuesta de información de SON* contiene características de patrones de silenciamiento de RIBS, y una lista de células para las que se han habilitado los patrones.

Mensajes 9-10) En un momento posterior, puede ocurrir que ya no sea necesario silenciar las células de eNB2. Por ejemplo, es posible que eNB1 no necesite los RS de eNB3 como fuente de sincronización, o, de hecho, puede suceder que las señales de eNB3 dejen de estar disponibles. En este caso, eNB1 puede solicitar la desactivación de los patrones de silenciamiento mediante un mensaje de transferencia de configuración de eNB hacia el eNB2, donde el IE de *solicitud de información de SON* u otro IE nuevo o existente se ha establecido en un nuevo valor como "desactivar patrón de RIBS". Opcionalmente, se puede especificar una lista de células para las que tiene que producirse la desactivación.

El procedimiento descrito en la figura 9 sigue dos principios simples y ventajosos, a saber: reutilizar procedimientos existentes para intercambiar información sobre patrones de silenciamiento de RIBS y permitir la activación y desactivación de patrones de silenciamiento.

Nótese que reutilizando los procedimientos existentes es posible guardar mensajes de señalización. Por ejemplo, como se muestra en la figura 9, un IE de *respuesta de información de SON* puede contener tanto "información de sincronización de tiempo" como una indicación de disponibilidad de patrones de silenciamiento de RIBS.

30 En una variación del método anterior, el nodo de RAN que recibe la solicitud de activación del patrón de silenciamiento no responde con un patrón de silenciamiento sino sólo con un período de patrón. La asunción en este caso sería la de que los patrones de silenciamiento se configuran en cada nodo de RAN en un vecindario dado de tal manera que cada nodo sepa qué patrón es soportado por un nodo donde se envía una solicitud de activación.

En otra variación del método anterior, el intercambio de información relativa a la activación y desactivación de patrones de silenciamiento puede producirse mediante la interfaz X2. Se pueden utilizar varios procedimientos para permitir tal intercambio de información, por ejemplo: X2: información de carga, X2: solicitud/respuesta/actualización de información de recursos, solicitud/respuesta de configuración de X2, actualización de configuración de eNB.

40 En la figura 10 se proporciona un ejemplo de cómo se puede habilitar tal procedimiento sobre X2, al mostrarse un ejemplo del intercambio de información con respecto a los patrones de silenciamiento de RIBS sobre X2.

En la figura 10 se asume que ya se ha producido la señalización que permite a eNB1 descubrir qué nodo es la mejor fuente de sincronización. Tal señalización podría consistir en reutilizar los mensajes de S1: transferencia de configuración de eNB y S1: transferencia de configuración de MME, o podría consistir en nueva señalización de X2 que lleva información equivalente.

También se asume que el eNB1 sabe si el soporte para patrones de silenciamiento de RIBS está disponible en eNB2 y eNB3. Esto se puede conseguir mediante las técnicas esbozadas anteriormente o mediante una nueva señalización sobre X2.

La figura 10 se puede describir como sigue:

10

25

45

50

65

Mensaje 1: La activación del patrón de silenciamiento de RIBS se muestra en el mensaje 1 y se consigue mediante el perfeccionamiento del mensaje CARGAR INFORMACIÓN y la adición de un nuevo valor de código al IE de indicación de invocación. Tal nuevo valor podría establecerse en "activar patrón de RIBS" o en cualquier valor equivalente que desencadenara una solicitud de activación. La solicitud de activación se puede enviar a una o más células, que se pueden identificar en el mensaje por medio de sus ID de célula. La solicitud también puede incluir un patrón y periodicidad de silenciamiento solicitados o un conjunto de múltiples patrones y periodicidades. Si se proporcionan múltiples patrones, algunos patrones y periodicidades pueden ser un subconjunto de otros.

Mensaje 2: El eNB analiza si se pueden activar patrones de silenciamiento. Si esto es posible, habilita patrones de silenciamiento y envía estructuras de patrones de silenciamiento, períodos de patrón y el identificador de célula a la que se aplica cada uno de los patrones especificados en un mensaje de CARGAR INFORMACIÓN de vuelta al eNB1.

Mensaje 3: En el caso de que los patrones de silenciamiento del eNB2 ya no necesiten estar activos, el eNB1 puede enviar un mensaje X2: CARGAR INDICACIÓN donde el IE de *indicación de invocación* se ha establecido en un nuevo valor que indica la desactivación del patrón de silenciamiento. Este nuevo valor puede establecerse, por ejemplo, en "desactivar patrón de RIBS" o en cualquier valor equivalente que desencadene una solicitud de desactivación. La solicitud de desactivación se puede enviar a una o más células, que se pueden identificar en el mensaje mediante sus ID de célula.

En vista de la exposición presentada anteriormente, se apreciará que los diagramas de flujo del proceso de las figuras 11-13 ilustran ejemplos de métodos llevados a cabo de acuerdo con las técnicas divulgadas en el presente documento.

10

15

20

25

30

35

40

45

La figura 11, por ejemplo, ilustra un método en una estación base que funciona en una red inalámbrica de comunicaciones, para facilitar la sincronización aérea con una estación base vecina. Como se muestra en el bloque 1110, el método incluye determinar que una primera célula vecina de entre una pluralidad de células vecinas es una fuente deseada de sincronización. El método incluye adicionalmente determinar que una segunda célula vecina de entre la pluralidad de células vecinas está interfiriendo o es probable que interfiera con una señal, de la primera célula vecina, que se usa para sincronización, como se muestra en el bloque 1120. En respuesta, según se muestra en el bloque 1130, la segunda célula vecina envía una solicitud de activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia hacia la segunda estación base. En algunas realizaciones, la solicitud de activación se envía a un nodo de control en la red inalámbrica de comunicaciones, donde el nodo de control controla una estación base correspondiente a la segunda célula. En otras realizaciones, la solicitud de activación se envía directamente a la estación base correspondiente a la segunda célula.

Como se muestra en los bloques 1140 y 1150, el método incluye adicionalmente determinar subsiguientemente que la señal de la primera célula vecina no es necesaria o no está disponible para la sincronización, y, en respuesta, enviar un mensaje, hacia la segunda célula vecina, indicando que el patrón de silenciamiento de señales de referencia puede desactivarse.

En algunas realizaciones del método ilustrado, determinar que la primera célula vecina es una fuente deseada de sincronización comprende recibir información de sincronización desde al menos la primera célula vecina, indicando, la información de sincronización, al menos un elemento de entre un nivel de estrato y un estado de sincronización, y evaluar la información de sincronización recibida. En algunas realizaciones, la determinación de que la primera célula vecina es una fuente deseada de sincronización se basa, al menos en parte, en la intensidad de señal de una señal recibida de la primera célula vecina.

Algunas realizaciones comprenden adicionalmente recibir una indicación de si un patrón de silenciamiento de señales de referencia está disponible para la segunda célula vecina. En estas realizaciones, enviar la solicitud para la activación del patrón de silenciamiento de señales de referencia responde a la recepción de dicha indicación. La indicación puede comprender o estar asociada con una identificación de uno o más de los patrones de silenciamiento disponibles para la segunda célula vecina, en algunas realizaciones. En estas y en otras realizaciones, la solicitud de activación del patrón de silenciamiento de señales de referencia incluye una lista de células a las que se debe aplicar un patrón de silenciamiento, y/o incluye una identificación de uno o más de los recursos que se deben silenciar. Esta identificación de recursos puede comprender un patrón de subtrama, o una periodicidad de patrón, o ambos términos.

Aunque no se muestra en la figura 11, la sincronización se puede realizar en base a la señal de la primera célula vecina. En algunas realizaciones, esto puede basarse en la recepción de información que identifica qué recursos están siendo silenciados o van a ser silenciados por la segunda célula vecina.

La figura 12 ilustra un método relacionado, en una estación base que funciona en una red inalámbrica de comunicaciones, para facilitar la sincronización aérea por una estación base vecina. Como se muestra en los bloques 1210 y 1220, el método ilustrado incluye recibir una solicitud de activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base y activar el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud. En algunas realizaciones, la solicitud de activación se recibe desde otra estación base mediante una interfaz de estación base a estación base. En otras, la solicitud de activación se recibe desde un nodo de control en la red inalámbrica de comunicaciones. Como se muestra en los bloques 1230 y 1240, se recibe subsiguientemente una solicitud para desactivar el patrón de silenciamiento de señales de referencia, y, en respuesta, se desactiva el patrón de silenciamiento de señales de referencia.

Aunque no se muestra en la figura 12, las funciones ilustradas pueden ir precedidas, en algunas realizaciones, por la recepción de una solicitud de información de sincronización y responder con información de sincronización que incluye al menos una indicación de que uno o más patrones de silenciamiento de señal de referencia está/n disponible/s. La información de sincronización puede incluir una identificación de uno o más de los recursos que están silenciados en al menos un primer patrón de silenciamiento de señales de referencia; esta identificación puede comprender un patrón de subtrama, o una periodicidad de patrón, o ambos términos.

En algunos casos, la recepción del mensaje 1210 puede desencadenar que el nodo receptor solicite la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia por una o más estaciones base adicionales y/o por una o más células adicionales. De este modo, en algunas realizaciones, el método mostrado en la figura 12 se amplía mediante el envío de un mensaje que solicita la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, como se muestra en el bloque 1225. Este mensaje se envía a la segunda estación base, en algunas realizaciones, o a un nodo de control en la red inalámbrica de comunicaciones, en algunas otras. La segunda estación base puede seleccionarse en base a una evaluación de su nivel de estrato de sincronización, en algunas realizaciones, y/o en base a una evaluación de su potencial para interferir con una o más células soportadas por la estación base vecina.

10

15

La figura 13 ilustra un método, implantado en un nodo de control que funciona en una red inalámbrica de comunicaciones, para facilitar la sincronización aérea por una primera estación base con una primera célula vecina de entre una pluralidad de células vecinas. Como se muestra en el bloque 1310, el método incluye recibir un primer mensaje desde la primera estación base, indicando, el primer mensaje, que se necesita silenciar la señal de referencia por al menos una segunda célula vecina de entre la pluralidad de células vecinas. Como se muestra en el bloque 1320, el método continúa el envío con un segundo mensaje a al menos una segunda estación base correspondiente a la segunda célula vecina, solicitando, el segundo mensaje, la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para la segunda célula vecina.

20 E ac ei

En algunas realizaciones, el primer mensaje no identifica la segunda célula vecina y el método comprende adicionalmente determinar que se debe activar un patrón de silenciamiento para al menos la segunda célula vecina en base a al menos la identidad de la estación base solicitante o su célula correspondiente. Esto se muestra en el bloque 1315 de la figura 13. En algunas de estas realizaciones, determinar que un patrón de silenciamiento debe activarse para al menos la segunda célula vecina comprende determinar que la segunda célula vecina es una interferencia para una célula correspondiente a la estación base solicitante.

25

30

El método ilustrado se puede ampliar para facilitar el silenciamiento de señales de referencia para células adicionales. De este modo, en algunas realizaciones, el método mostrado en la figura 13 se amplía por el envío del segundo mensaje o de un mensaje correspondiente a al menos una tercera estación base correspondiente a una tercera célula vecina, de tal modo que el segundo mensaje o mensaje correspondiente solicita la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para la tercera célula vecina.

35

En una realización específica de implantación de los métodos descritos anteriormente, la configuración de patrones de silenciamiento de RIBS en diferentes nodos de RAN se hace de tal manera que los patrones para dos o más estaciones base comparten parte o todos los recursos silenciados. Digamos que un nodo de configuración tal como el sistema de OAM puede configurar patrones de silenciamiento de RIBS en diferentes nodos de RAN de una manera que permitan el silenciamiento de todos o de un grupo de los nodos de RAN activando los patrones en al menos un subconjunto de recursos silenciados. Esto es importante porque permite la reducción de interferencias en al menos un subconjunto de recursos incluso cuando más nodos hay implicados en la activación de patrones de silenciamiento.

40

45

En una variación, el nodo de coordinación puede configurar patrones coordinados (por ejemplo, los mismos patrones) para todos los nodos de RAN que tienen el mismo nivel de estrato. En este caso, la agrupación de nodos de RAN con fines de coordinación de patrones de silenciamiento se haría sobre la base del nivel de estrato. La agrupación de células o nodos RAN con el fin de asignar patrones de silenciamiento coordinados se puede hacer de acuerdo con uno cualquiera o más cualesquiera criterios diferentes, por ejemplo, de acuerdo a sus potencias de transmisión máximas, a sus tipos de células (por ejemplo, macro, micro, pico), etc.

50

En otra realización específica de implantación del primer método descrito, puede no ser necesario un mensaje de activación de patrón de silenciamiento de RIBS separado para cada nodo necesario para activar patrones de silenciamiento. Digamos que un nodo de RAN puede enviar un único mensaje de activación del patrón de silenciamiento de RIBS a un único nodo. Este mensaje puede desencadenar la activación de patrones de silenciamiento en múltiples nodos. Como ejemplo, todos los nodos que activan patrones de silenciamiento pueden compartir el mismo nivel de estrato o pueden tener un nivel de estrato igual o superior a un cierto umbral.

55

60

Por ejemplo, en el caso de LTE, el eNB1 puede detectar varias células interferentes que pertenecen al eNB2 y al eNB3. El eNB2 y el eNB3 pueden tener el mismo nivel de estrato. En algunas realizaciones, el eNB1 puede enviar una solicitud de activación de patrón de silenciamiento de RIBS al eNB2. Esto puede desencadenar la activación de patrones de silenciamiento en algunas o en todas las células del eNB2, así como en una o más de las células del eNB3. Tal lista de células se puede determinar considerando el nodo que solicita la activación (por ejemplo, analizando qué células son las que interfieren con mayor intensidad en ese nodo, ya sea en el nodo o mediante la comunicación con otro nodo central) y/o considerando el nivel de estrato de los eNB. para el que se desencadena la activación. Los patrones de silenciamiento activados al mismo tiempo pueden estar coordinados, es decir, pueden tener algunos o todos los recursos silenciados superpuestos.

65

El último método permite una reducción en la cantidad de señalización necesaria y simplifica los procedimientos de

activación, a la vez que activa patrones que han de reducir drásticamente la interferencia experimentada por el nodo solicitante.

En otra realización específica de implantación del primer método descrito, la lista de células para las que se solicita la activación/desactivación del patrón de silenciamiento de RIBS puede no estar incluida en el mensaje que lleva la solicitud de activación/desactivación. El nodo de RAN que recibe la solicitud de activación/desactivación puede calcular automáticamente las células para las que se tendrían que activarse patrones de silenciamiento por medio del análisis del nodo solicitante, y, finalmente, la célula para la que se solicita protección contra interferencias. Por lo tanto, el nodo al que se solicita activar/desactivar patrones de silenciamiento puede calcular qué células son las interferentes más intensas para la célula solicitante, y, por medio de la implantación, habilitar/deshabilitar patrones de silenciamiento en tales células. Alternativamente, la determinación del conjunto de interferentes puede ser hecha por otro nodo de RAN, en algunas realizaciones.

La figura 14 ilustra otro método de ejemplo, en este caso implantado en un nodo de control que funciona en una red inalámbrica de comunicaciones, para facilitar la sincronización aérea entre estaciones base controladas por el nodo de control. Como se muestra en el bloque 1410, el método incluye enviar un primer mensaje de configuración a una primera estación base, identificando el mensaje de configuración un primer patrón de silenciamiento de señales de referencia para su uso en una primera célula correspondiente a la primera estación base. Como se muestra en el bloque 1420, se envía un segundo mensaje de configuración a una segunda estación base, identificando, el segundo mensaje de configuración, un segundo patrón de silenciamiento de señales de referencia para su uso en una segunda célula correspondiente a la segunda estación base. Los patrones primero y segundo de silenciamiento de señal de referencia comprenden uno o más de los recursos silenciados comunes. En algunas realizaciones, los patrones primero y segundo de silenciamiento de señales de referencia tienen conjuntos idénticos de recursos silenciados.

25

30

35

10

15

20

En algunas realizaciones, el método comprende enviar un mensaje de configuración a cada una de tres o más de las estaciones base, identificando, cada mensaje de configuración, un patrón de silenciamiento de señales de referencia, y los patrones de silenciamiento de señal de referencia identificados para las tres o más de las estaciones base comprenden todos uno o más de los recursos silenciados más comunes. En algunas de estas realizaciones, el método comprende enviar un mensaje de configuración a cada estación base de un primer conjunto de estaciones base y a cada estación base de un segundo conjunto de estaciones base, identificando, cada mensaje de configuración, un patrón de silenciamiento de señales de referencia, en el que los patrones de silenciamiento de señal de referencia identificados para el primer conjunto de estaciones base tienen un primer conjunto de recursos silenciados en común y en el que los patrones de silenciamiento de señales de referencia identificados para el segundo conjunto de estaciones base tienen un segundo conjunto de recursos silenciados en común, siendo los conjuntos primero y segundo de recursos silenciados diferentes. En algunas de estas realizaciones, el primer conjunto de estaciones base incluye sólo estaciones base que tienen un primer nivel de estrato de sincronización y el segundo conjunto de estaciones base incluye sólo estaciones base que tienen un segundo diferentes.

40

45

50

Como se expuso anteriormente, las diversas técnicas descritas anteriormente pueden implantarse en una estación base o en otro nodo, típicamente usando un nodo de procesamiento programado. La figura 15 ilustra un nodo 100 de procesamiento de ejemplo, como el que podría encontrarse en una estación base o en un nodo de control, según se discutió anteriormente. Se apreciará que los circuitos de procesamiento de la figura 15, como se detalla más adelante, pueden corresponder total o parcialmente a los circuitos de procesamiento ilustrados en la figura 7, por ejemplo.

Un programa informático para controlar el nodo 100, para llevar a cabo un método que incorpora cualquiera de las técnicas divulgadas en el presente documento, se almacena en un almacenamiento 130 de programas, que comprende uno o varios dispositivos de memoria. Los datos utilizados durante la realización de un método que materializa la presente invención se almacenan en un almacenamiento 120 de datos, que comprende también uno o más dispositivos de memoria. Durante la ejecución de un método que materializa la presente invención, los pasos del programa se extraen del almacenamiento 130 de programas y son ejecutados por una unidad central 110 de procesamiento (CPU), recuperando datos según sea necesario del almacenamiento 120 de datos. La información de salida, resultante de la realización de un método que materializa la presente invención, se puede volver a almacenar en el almacenamiento 120 de datos, o se puede enviar a un circuito 140 de interfaz de entrada/salida (I/O), que puede incluir una interfaz de red para enviar y recibir datos hacia y desde otros nodos de red. La CPU 110 y su almacenamiento 120 de datos y su almacenamiento 130 de programas, asociados a ella, pueden denominarse colectivamente como un "circuito de procesamiento". Se apreciará que son posibles variaciones de este circuito de procesamiento, incluidos los circuitos que incluyen uno o más de diversos tipos de elementos de circuito programables, como, por ejemplo, microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, circuitos integrados de aplicaciones específicas programables en campo, y similares. así como circuitos de procesamiento donde toda o parte de la funcionalidad de procesamiento descrita en el presente documento se realiza utilizando lógica digital dedicada.

65

60

En consecuencia, en diversas realizaciones de la invención, los circuitos de procesamiento, tales como la CPU 110,

el almacenamiento 120 de datos y el almacenamiento 130 de programas de la figura 15, están configurados para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en detalle anteriormente. Por supuesto, se apreciará que no todos los pasos de estas técnicas se realizan necesariamente en un sólo microprocesador o incluso en un solo módulo.

Se apreciará también que todos los detalles y variaciones expuestos anteriormente en relación con los diagramas de flujo de señales de las figuras 9 y 10 y los diagramas de flujo de procesos de las figuras 11-14 pueden aplicarse a diversas realizaciones de los nodos de ejemplo ilustrados en la figura 15.

Se apreciará adicionalmente que se puede entender que diversos aspectos de lo descrito anteriormente se lleven a 10 cabo mediante "módulos" funcionales, que pueden ser instrucciones de programa que se ejecutan en un circuito apropiado de procesador, circuitería digital altamente codificada y/o circuitería analógica, o combinaciones apropiadas de los mismos. La figura 16 ilustra una estación base 200 de ejemplo, que está, por ejemplo, configurada para funcionar en una red inalámbrica de comunicaciones y para facilitar la sincronización aérea con una estación base vecina. La estación base 200, que puede tener una configuración física como la de la figura 7 y/o la de la figura 15, por ejemplo, incluye un módulo receptor 210 para recibir una solicitud de activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base, así como un módulo 220 de activación para activar el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud. La estación base 200 incluye adicionalmente un módulo de envío 230 para enviar un mensaje solicitando la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, en 20 respuesta a la solicitud. Las diversas variaciones descritas anteriormente en relación con el diagrama de flujo de proceso de la figura 12 son particularmente aplicables a la estación base 200, que puede comprender módulos adicionales correspondientes a cualquiera de los otros aspectos funcionales de esas variaciones.

15

25

35

55

60

65

De manera similar, la figura 17 ilustra un nodo 300 de control de ejemplo que está configurado para funcionar en una red inalámbrica de comunicaciones y para facilitar la sincronización aérea entre estaciones base. El nodo 300 de control incluye un módulo receptor 310 para recibir un primer mensaje de la primera estación base, indicando el primer mensaje que se necesita el silenciamiento de la señal de referencia por al menos una segunda célula vecina de entre la pluralidad de células vecinas. El nodo 300 de control incluye adicionalmente un módulo 320 de envío para enviar un segundo mensaje a al menos una segunda estación base, correspondiente a la segunda célula vecina, solicitando, el segundo mensaje, la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para la segunda célula vecina. El nodo 300 de control incluye adicionalmente un módulo 330 de determinación para determinar que se debe activar un patrón de silenciamiento para al menos la segunda célula vecina en base a al menos la identidad de la primera estación base o la primera célula, en respuesta al primer mensaje, en donde el primer mensaje no identifica la segunda célula vecina. Las diversas variaciones descritas anteriormente en conexión con el diagrama de flujo de proceso de la figura 13 son particularmente aplicables al nodo de control 300, que puede comprender módulos adicionales correspondientes a cualquiera de los otros aspectos funcionales de esas variaciones.

La figura 18 ilustra otra vista de un nodo 400 de control de ejemplo, que está también configurado para funcionar en 40 una red inalámbrica de comunicaciones y para facilitar la sincronización aérea entre estaciones base. El nodo 400 de control incluye un primer módulo 410 de envío para enviar un primer mensaje de configuración a una primera estación base, identificando, el mensaje de configuración, un primer patrón de silenciamiento de señales de referencia para su uso en una primera célula correspondiente a la primera estación base. El nodo 400 de control incluye adicionalmente un segundo módulo 420 de envío para enviar un segundo mensaje de configuración a una 45 segunda estación base, identificando, el segundo mensaje de configuración, un segundo patrón de silenciamiento de señales de referencia para su uso en una segunda célula correspondiente a la segunda estación base, donde los patrones primero y segundo de silenciamiento de señal de referencia comprenden uno o más de los recursos silenciados comunes. Las diversas variaciones descritas anteriormente en relación con el diagrama de flujo de proceso de la figura 14 son particularmente aplicables al nodo 400 de control, que puede comprender módulos 50 adicionales correspondientes a cualquiera de los otros aspectos funcionales de esas variaciones.

Otras realizaciones más de las técnicas y aparatos divulgados en el presente documento incluyen productos de programas informáticos que comprenden instrucciones de programas que, cuando se ejecutan mediante un circuito apropiado de procesamiento en una estación base, nodo de control o similar, hacen que el nodo lleve a cabo una o más de los métodos descritos anteriormente. En algunas realizaciones, uno cualquiera o cualesquiera de estos productos de programas informáticos puede/n materializarse en un medio legible por ordenador, incluyendo en un medio no transitorio tal como una memoria, un disco grabable u otro dispositivo de almacenamiento.

Se han descrito en detalle anteriormente ejemplos de varias realizaciones de las presentes técnicas, con referencia a las ilustraciones adjuntas de realizaciones específicas, y están resumidos en una lista más adelante. Debido a que no es posible, por supuesto, describir todas y cada una de las combinaciones concebibles de componentes o técnicas, el experto en la técnica apreciará que la presente invención se puede implantar de otras maneras que aquéllas que se establecen específicamente en el presente documento, sin apartarse de las características esenciales de la invención. Las realizaciones enumeradas listadas más adelante y las realizaciones ilustrativas expuestas anteriormente de manera más general deben considerarse, de este modo, en todos los aspectos, como ilustrativas y no restrictivas.

REIVINDICACIONES

- 1. Un método, para una estación base que funciona en una red inalámbrica de comunicaciones, para facilitar la sincronización aérea por una estación base vecina, comprendiendo, el método:
- recibir (1210) desde un nodo de red central una solicitud de activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base;
- activar (1220) el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud; y

5

10

20

30

- enviar (1225) a dicho nodo de red central un mensaje solicitando la activación de dicho patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, en respuesta a la solicitud.
- El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente recibir en primer lugar una solicitud de información de sincronización y responder con información de sincronización que incluye al menos una indicación de que uno o más patrones de silenciamiento de señales de referencia está/n disponible/s.
 - 3. El método de la reivindicación 2, en el que la información de sincronización comprende una identificación de uno o más de los recursos que están silenciados en al menos un primer patrón de silenciamiento de señales de referencia.
 - 4. El método de la reivindicación 3, en el que la identificación de uno o más de los recursos que están silenciados comprende un patrón de subtrama, o una periodicidad de patrón, o ambos términos.
- 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende adicionalmente seleccionar la segunda estación base en base a una evaluación de su nivel de estrato de sincronización.
 - 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende adicionalmente seleccionar la segunda estación base en base a una evaluación de su potencial para interferir con una o más células soportadas por la estación base vecina.
 - 7. Una estación base (40, 100, 200) configurada para funcionar en una red inalámbrica de comunicaciones y para facilitar la sincronización aérea con una estación base vecina, en la que la estación base (40, 100, 200) está adaptada para:
- 35 recibir una solicitud de un nodo de red central para la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base;
 - activar el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud; y
- 40 enviar un mensaje a dicho nodo de red central solicitando la activación de dicho patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, en respuesta a la solicitud.
 - 8. La estación base (40, 100, 200) de la reivindicación 7, en la que la estación base (40, 100, 200) está adaptada adicionalmente para recibir primero una solicitud de información de sincronización y responder con información de sincronización que incluye al menos una indicación de que uno o más patrones de silenciamiento de señales de referencia está/n disponible/s.
- 9. La estación base (40, 100, 200) de la reivindicación 8, en la que la información de sincronización comprende una identificación de uno o más de los recursos que están silenciados en al menos un primer patrón de silenciamiento de señales de referencia.
 - 10. La estación base (40, 100, 200) de la reivindicación 9, en la que la identificación de uno o más de los recursos que están silenciados comprende un patrón de subtrama, o una periodicidad de patrón, o ambos términos.
- 11. La estación base (40, 100, 200) de cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en la que la estación base (40, 100, 200) está adaptada adicionalmente para seleccionar la segunda estación base en base a una evaluación de su nivel de estrato de sincronización.
- 12. La estación base (40, 100, 200) de cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en la que la estación base (40, 100, 200) está adaptada adicionalmente para seleccionar la segunda estación base en base a una evaluación de su potencial para interferir con una o más células soportadas por la estación base vecina.
- 13. Un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa que, cuando son ejecutadas por un procesador de una estación base configurada para funcionar en una red inalámbrica de comunicaciones, 65 hacen que la estación base:

reciba una solicitud de un nodo de red central para la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por la estación base;

active el patrón de silenciamiento de señales de referencia en respuesta a la solicitud;

5

envíe un mensaje a dicho nodo de red central solicitando la activación de un patrón de silenciamiento de señales de referencia para una célula soportada por una segunda estación base, en respuesta a la solicitud.

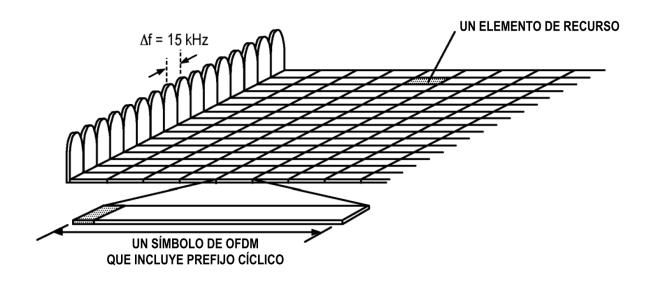


FIG. 1

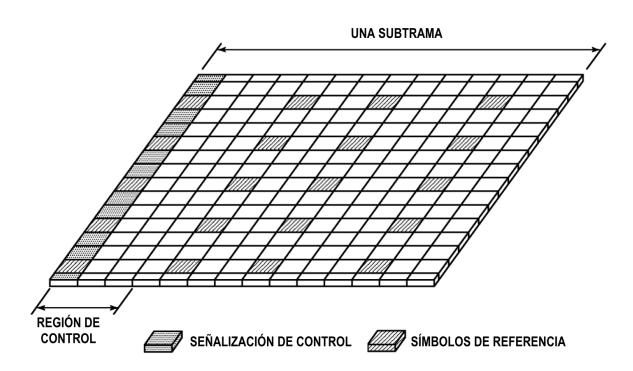
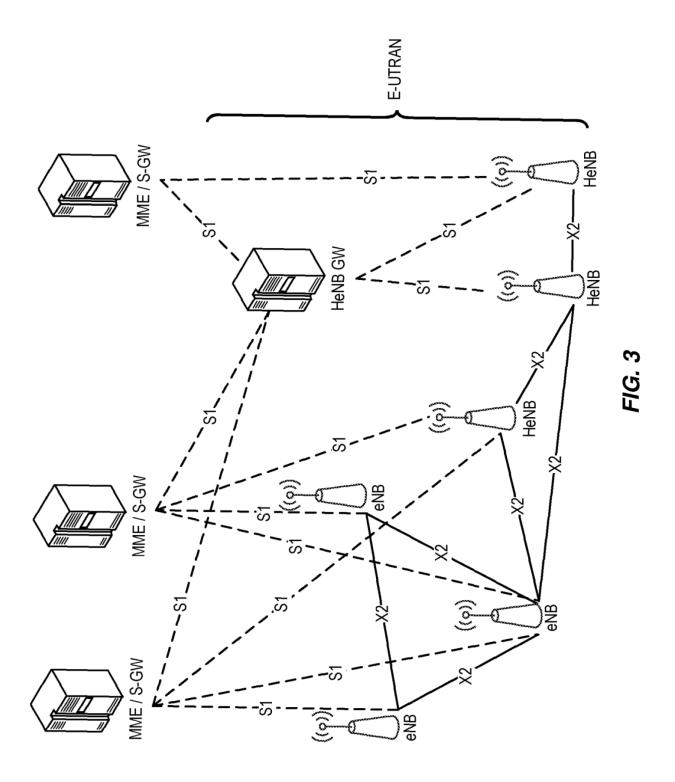


FIG. 2



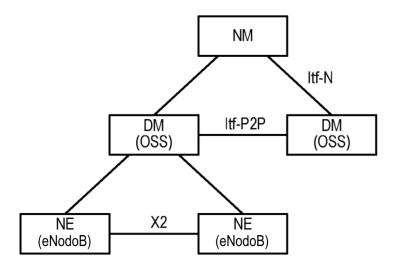


FIG. 4

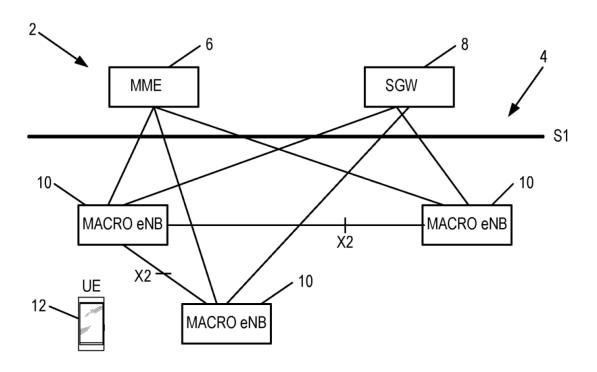


FIG. 5

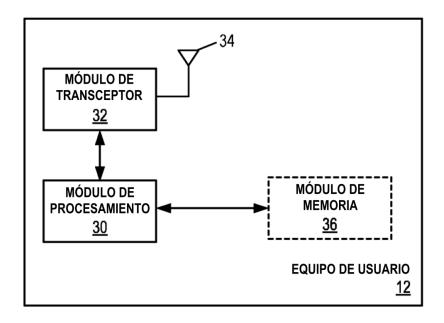


FIG. 6

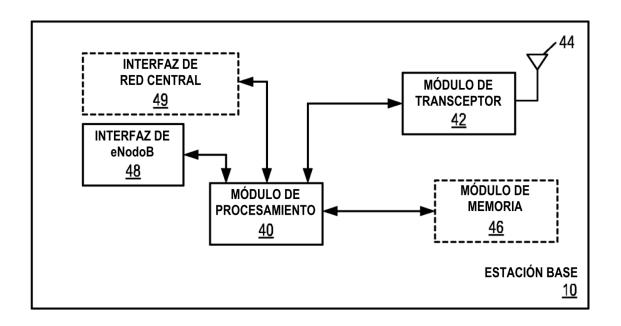
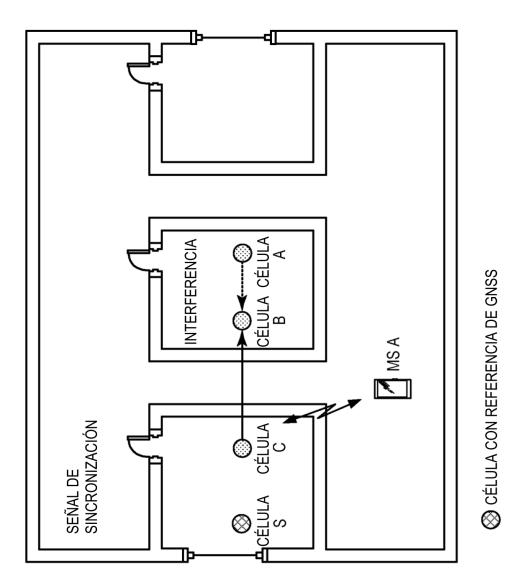


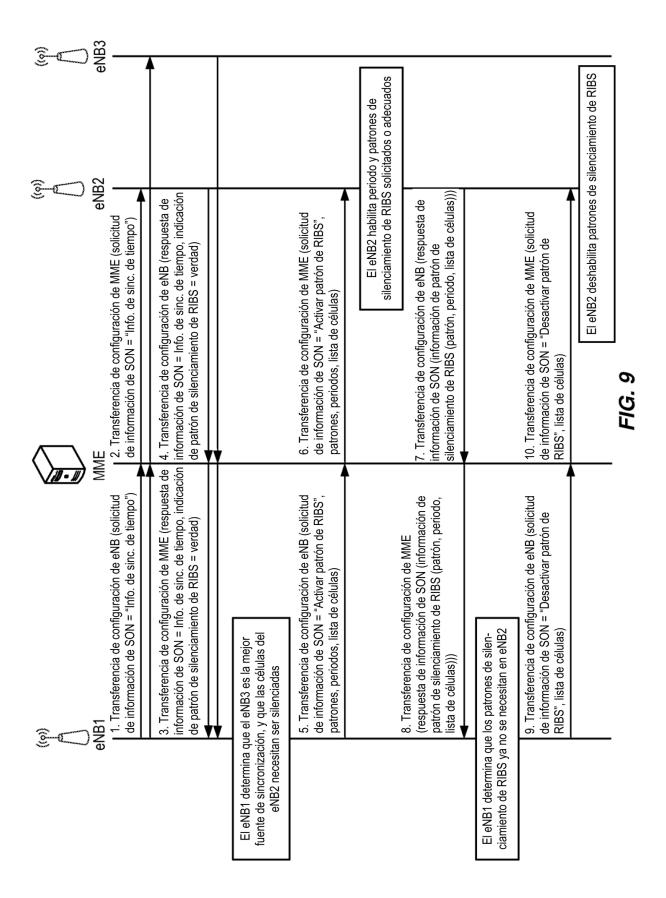
FIG. 7

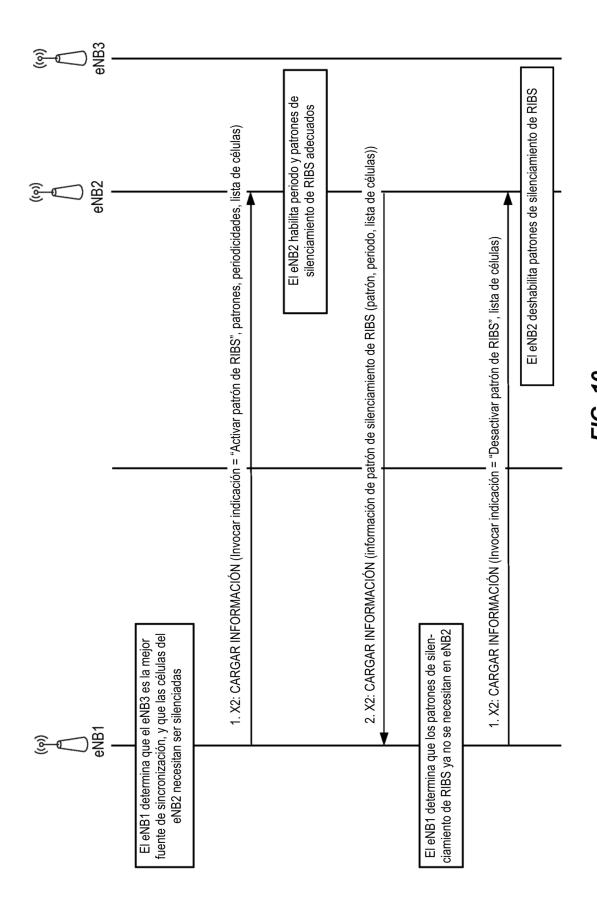


CÉLULA SIN REFERENCIA DE GNSS

FIG. 8

22





24

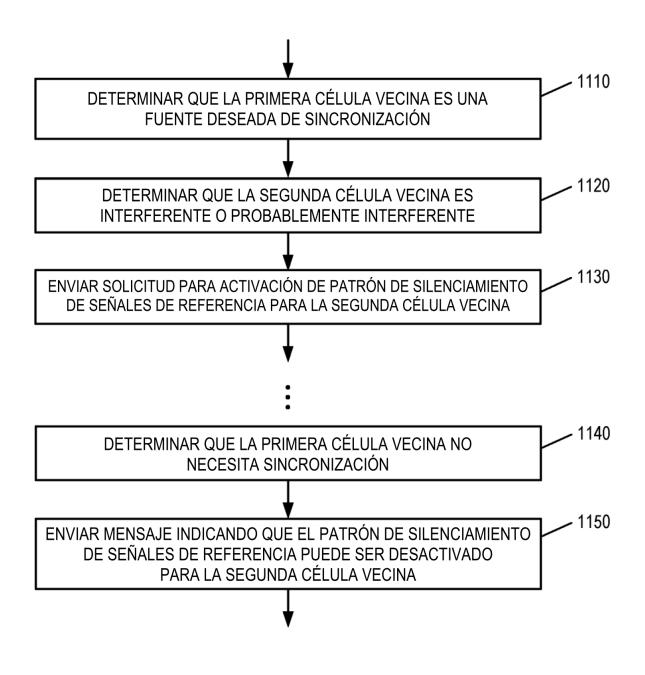


FIG. 11

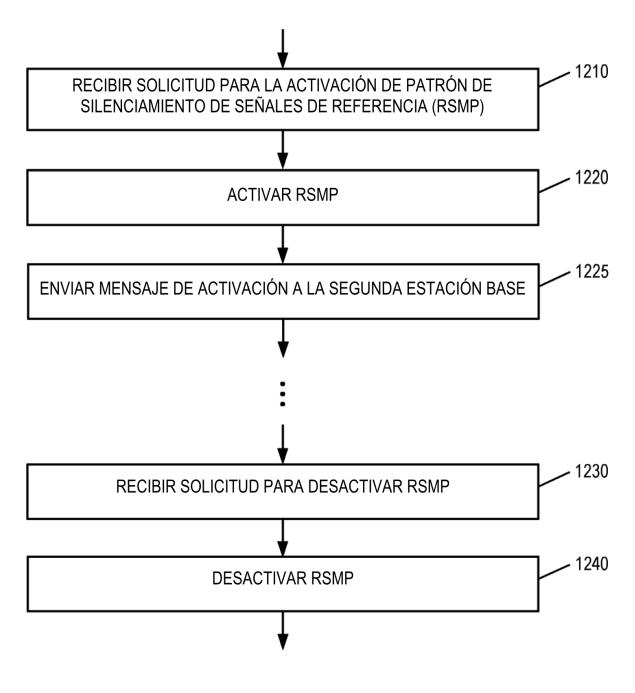
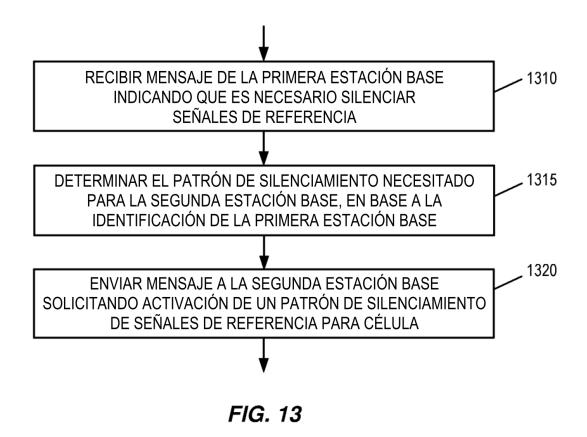
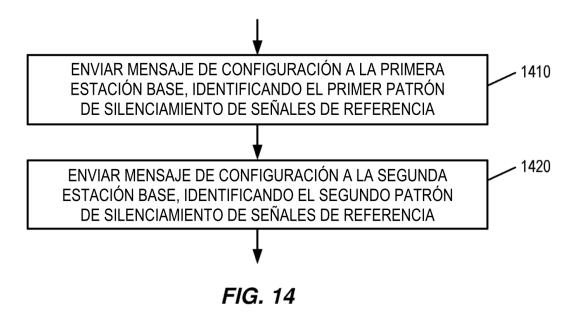


FIG. 12





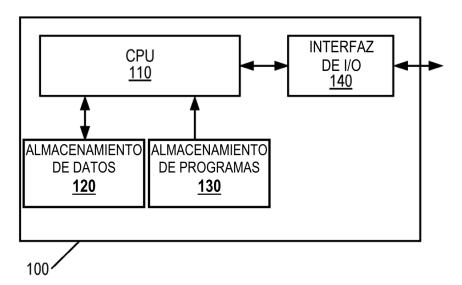


FIG. 15



FIG. 16

MÓDULO DE RECEPCIÓN 310

MÓDULO DE ENVÍO 320

MÓDULO DE DETERMINACIÓN 330

NODO DE CONTROL 300

FIG. 17

PRIMER MÓDULO DE ENVÍO 410

SEGUNDO MÓDULO DE ENVÍO 420

NODO DE CONTROL 400

FIG. 18