

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 864**

51 Int. Cl.:

H04W 8/00 (2009.01)

H04W 88/04 (2009.01)

H04W 56/00 (2009.01)

H04W 84/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2014** **E 20200347 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 3783998**

54 Título: **Proporcionar cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles**

30 Prioridad:

16.08.2013 US 201313969192

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.10.2024

73 Titular/es:

BLACKBERRY LIMITED (100.0%)
2200 University Avenue East
Waterloo, Ontario N2K 0A7, CA

72 Inventor/es:

MUKHERJEE, BISWAROOP;
SMITH, JACK ANTHONY;
EBRAHIMI TAZEY MAHALLEH, MASOUD;
GAGE, WILLIAM ANTHONY y
NOVAK, ROBERT

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 980 864 T3

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

DESCRIPCIÓN

Proporcionar cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles

Campo de la divulgación

5 Esta divulgación se relaciona en general con sistemas de comunicaciones móviles y, más particularmente, con proporcionar cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles.

Antecedentes

10 Los sistemas de comunicaciones móviles proporcionan cobertura de red extendida en muchas partes del mundo actual, y las regiones geográficas en las cuales el equipo de usuario (UE), tales como dispositivos móviles, pueden recibir cobertura de red desde los nodos de acceso, tales como estaciones base, continúan aumentando. Tal cobertura de red se denomina en este documento como cobertura primaria. Sin embargo, hay y continuarán habiendo escenarios en los cuales un UE no puede obtener cobertura de red desde ningún nodo de acceso a red, tal como en regiones geográficas remotas, o cuando el equipo de red falla debido a un desastre natural. Las técnicas de cobertura secundaria pueden extender el área de cobertura de nodos de acceso existentes (y funcionales) al permitir que los UEs que no están en el área de cobertura de ningún nodo de acceso a red obtengan acceso a una red a través de UEs que están en el área de cobertura de uno o más nodos de acceso a redes. Por ejemplo, el estándar de evolución a largo plazo (LTE) de Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) especifica una técnica de cobertura secundaria en la cual los UEs en cobertura pueden implementar la funcionalidad de nodo de retransmisión para proporcionar cobertura de red para los UEs que no están en el área de cobertura de ningún nodo de acceso a red.

20 El documento WO2013/086324 divulga un método mediante el cual se controla un enlace cruzado (XL) entre una unidad terminal de transmisión/recepción inalámbrica, T-WTRU, y una WTRU auxiliar, H-WTRU. De acuerdo con este método, se realizan el descubrimiento de vecinos y la selección de H-WTRU, y se establece y mantiene una asociación entre la T-WTRU y la H-WTRU.

25 El documento WO2012/170794 divulga un método para el descubrimiento de vecinos en un sistema de comunicación inalámbrica, mediante el cual un vecino que busca una WTRU envía una primera baliza basada en la información de configuración proporcionada por la red. Una WTRU vecina recibe la primera baliza y envía un informe a la red o envía una segunda baliza al vecino que busca la WTRU. Luego, la red proporciona información de la WTRU vecina al vecino que busca la WTRU.

30 El documento WO2013/031324 divulga un sistema mediante el cual las señales de transmisión/recepción de un dispositivo de estación móvil son retransmitidas usando un protocolo de comunicación y un método de acceso inalámbrico estipulado por el estándar de LTE del estado actual.

Resumen

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones móviles de ejemplo capaz de proporcionar cobertura secundaria como se divulga en este documento.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un procesador de cobertura secundaria de ejemplo que puede ser usado para implementar uno o más de los UEs de ejemplo incluidos en el sistema de ejemplo de la figura 1.

La figura 3 ilustra una subtrama de LTE de enlace descendente de ejemplo soportada por el sistema de ejemplo de la figura 1.

40 La figura 4 ilustra una rejilla de recursos de enlace descendente de LTE de ejemplo soportada por el sistema de ejemplo de la figura 1.

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un escenario de cobertura secundaria de ejemplo que puede ser soportado por el sistema de ejemplo de la figura 1.

45 La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra una primera solución de cobertura secundaria de ejemplo en la cual los UEs en cobertura son configurados especulativa o estáticamente para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión.

La figura 7 es un diagrama de secuencia de mensajes que ilustra una segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo en la cual los UEs en cobertura están configurados para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión con base en la detección de UEs sin cobertura que operan en el sistema de ejemplo de la figura 1.

La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra la transmisión de señales de cobertura secundaria por UEs en cobertura para implementar la segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo.

La figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra la transmisión de indicadores de presencia por UEs sin cobertura para implementar la segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo.

- 5 La figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de funcionalidad de nodo de retransmisión por UEs en cobertura seleccionados para implementar la segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo.

La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra los UEs sin cobertura que obtienen acceso a red desde los UEs en cobertura seleccionados de acuerdo con la segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo.

- 10 La figura 12 es un diagrama de temporización que ilustra relaciones de temporización de ejemplo entre señales de cobertura secundaria de ejemplo e indicadores de presencia de ejemplo asociados transportados de acuerdo con la segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo.

La figura 13 es un diagrama de flujo representativo de un proceso de ejemplo que puede ser realizado por el procesador de cobertura secundaria de ejemplo de la figura 2 para implementar el procesamiento de cobertura secundaria por ejemplo UEs en cobertura en el sistema de ejemplo de la figura 1.

- 15 La figura 14 es un diagrama de flujo representativo de un proceso de ejemplo que puede ser realizado por el procesador de cobertura secundaria de ejemplo de la figura 2 para implementar el procesamiento de cobertura secundaria por ejemplo UEs sin cobertura en el sistema de ejemplo de la figura 1.

- 20 La figura 15 es un diagrama de flujo representativo de un proceso de ejemplo que puede ser realizado para implementar el procesamiento de cobertura secundaria por ejemplo nodos de acceso en el sistema de ejemplo de la figura 1.

La figura 16 es un diagrama de bloques de una plataforma de procesador de ejemplo que puede ejecutar instrucciones legibles por máquina de ejemplo usadas para implementar algunos o todos los procesos de las figuras 13-15 para implementar el sistema de ejemplo de la figura 1.

- 25 Siempre que sea posible, los mismos números de referencia serán usados a lo largo de los dibujos y la descripción escrita acompañante para referirse a partes, elementos, etc. iguales o similares.

Descripción detallada

- 30 Se divulgan métodos, aparatos, artículos de fabricación y sistemas de ejemplo para proporcionar cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles. Métodos de ejemplo divulgados en este documento incluyen métodos para que un primer dispositivo se comunique con un segundo dispositivo en un sistema de comunicaciones móviles. Tal comunicación puede incluir, pero no se limita a, (1) intercambios de señales desde el primer dispositivo, que pueden o pueden no ser recibidas por el segundo dispositivo, indicando la presencia del primer dispositivo, la capacidad del primer dispositivo para proporcionar cobertura secundaria en el sistema de comunicaciones móviles, y/o una oportunidad para que el segundo dispositivo transmita señales para la recepción por el primer dispositivo, (2) intercambios de señales desde el segundo dispositivo, que pueden o pueden no ser recibidas por el primer dispositivo, indicando la presencia del segundo dispositivo y/o una solicitud del segundo dispositivo para cobertura secundaria en el sistema de comunicaciones móviles, etc., y/o cualquier otro tipo de intercambio de comunicación. Por ejemplo, tales métodos pueden incluir que el primer dispositivo transmita una primera señal que indica una oportunidad para que el segundo dispositivo transmita una segunda señal. En tales ejemplos, el primer dispositivo tiene cobertura primaria desde un primer nodo de acceso del sistema de comunicaciones móviles, mientras que el segundo dispositivo no tiene cobertura primaria desde ningún nodo de acceso del sistema de comunicaciones móviles. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además que el primer dispositivo reciba una segunda señal del segundo dispositivo.

- 40 Algunos de tales métodos de ejemplo también pueden incluir retransmitir información entre el segundo dispositivo y el primer nodo de acceso en respuesta a la recepción de la segunda señal. Además, la información puede ser la primera información, y algunos de tales métodos de ejemplo pueden comprender además recibir segunda información del primer nodo de acceso para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión en el primer dispositivo. En algunos de tales ejemplos, la segunda información recibida del primer nodo de acceso hace que el primer dispositivo deje de transmitir la primera señal e inicie a radiodifundir una señal de sincronización e información de sistema para proporcionar cobertura secundaria al segundo dispositivo. Adicional o alternativamente, algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir reportar una presencia del segundo dispositivo al primer nodo de acceso, de tal manera que la segunda información es recibida después del reporte de la presencia del segundo dispositivo al primer nodo de acceso.

- 55 En algunos de tales métodos de ejemplo, la primera señal es una señal de cobertura secundaria que indica que el primer dispositivo puede proporcionar cobertura secundaria en el sistema de comunicaciones móviles. Por ejemplo, el sistema de comunicaciones móviles puede soportar la funcionalidad de evolución a largo plazo (LTE), y la señal de cobertura secundaria puede incluir una señal de referencia transmitida en un número central de bloques de recursos de una subtrama de enlace ascendente. En algunos de tales ejemplos, el número central es seis (6), y la señal de

referencia transmite una secuencia de Zadoff-Chu de longitud 62. Adicional o alternatively, en algunos de tales ejemplos, la señal de cobertura secundaria es una primera señal de cobertura secundaria que indica que el primer dispositivo puede proporcionar cobertura secundaria en el sistema de comunicaciones móviles, y los métodos de ejemplo incluyen además transmitir una segunda señal de cobertura secundaria que es para indicar la temporización asociada con el momento en que el primer dispositivo espera recibir la segunda señal.

Adicional o alternatively, en algunos de tales métodos de ejemplo, la segunda señal incluye una indicación de presencia que indica que el segundo dispositivo está solicitando cobertura secundaria en el sistema de comunicaciones móviles. Por ejemplo, la indicación de presencia puede corresponder a una transmisión de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) recibida por el primer dispositivo desde el segundo dispositivo. Adicionalmente, algunos de tales métodos de ejemplo incluyen reportar la indicación de presencia al primer nodo de acceso. Por ejemplo, reportar la indicación de presencia al nodo de acceso puede ser realizado incluyendo un elemento de información que indica la recepción de un preámbulo que representa la indicación de presencia en un reporte de medición, y transmitiendo el reporte de medición al nodo de acceso.

Adicional o alternatively, algunos de tales métodos de ejemplo pueden incluir recibir información desde el nodo de acceso para configurar la primera señal.

Métodos de ejemplo divulgados en este documento para que un primer dispositivo obtenga cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles incluyen recibir una señal de cobertura secundaria desde un segundo dispositivo. Tales métodos de ejemplo también pueden incluir transmitir una indicación de presencia en respuesta a la recepción de la señal de cobertura secundaria del segundo dispositivo. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además obtener cobertura secundaria del segundo dispositivo después de transmitir la indicación de presencia.

En algunos de tales métodos de ejemplo, el sistema de comunicaciones móviles soporta la funcionalidad de LTE, y la señal de cobertura secundaria comprende una señal de referencia transmitida en un número central de bloques de recursos de una subtrama de enlace ascendente. Por ejemplo, el número central puede ser seis (6), y la señal de referencia puede transmitir una secuencia de Zadoff-Chu de longitud 62.

Adicional o alternatively, en algunos de tales métodos de ejemplo, la señal de cobertura secundaria es una primera señal de cobertura secundaria que indica que el segundo dispositivo puede proporcionar cobertura secundaria en el sistema de comunicaciones móviles, y los métodos de ejemplo incluyen además recibir una segunda señal de cobertura secundaria del segundo dispositivo que es para indicar la temporización asociada con el momento en que el segundo dispositivo espera recibir la indicación de presencia.

Adicional o alternatively, en algunos de tales métodos de ejemplo, la indicación de presencia corresponde a una transmisión de PRACH transmitida por el primer dispositivo.

Adicional o alternatively, en algunos de tales métodos de ejemplo, obtener una cobertura secundaria del segundo dispositivo incluye recibir una señal de sincronización e información de sistema radiodifundida por el segundo dispositivo después de transmitir la indicación de presencia.

Métodos de ejemplo divulgados en este documento para que un nodo de acceso configure la cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles incluyen configurar un primer dispositivo para transmitir una señal de cobertura secundaria. En tales ejemplos, el primer dispositivo está conectado al nodo de acceso. Tales métodos de ejemplo también pueden incluir recibir un mensaje del primer dispositivo que reporta que una indicación de presencia ha sido recibida por el primer dispositivo desde un segundo dispositivo. Tales métodos de ejemplo pueden incluir además configurar el primer dispositivo para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión en el primer dispositivo en respuesta a la recepción del mensaje que reporta la indicación de presencia.

En algunos de tales métodos de ejemplo, configurar el primer dispositivo para transmitir la señal de cobertura secundaria incluye transmitir información al primer dispositivo. Por ejemplo, si el primer dispositivo estaba funcionando como equipo de usuario, la primera información puede hacer que el primer dispositivo transmita la señal de cobertura secundaria además de continuar implementando su función de equipo de usuario existente. Sin embargo, si el equipo de usuario ya estaba funcionando como un nodo de retransmisión, la primera información puede hacer que el primer dispositivo inhabilite la funcionalidad de nodo de retransmisión en el primer dispositivo e inicie a transmitir la señal de cobertura secundaria. Por ejemplo, la información puede incluir un parámetro de la señal de cobertura secundaria y/o un activador de la misma.

Adicional o alternatively, algunos de tales métodos de ejemplo incluyen además configurar el primer dispositivo para transmitir un segundo tipo de señal que es para indicar los recursos que van a ser usados para enviar indicaciones de presencia, incluyendo los recursos la temporización asociada con el momento en que el primer dispositivo espera recibir la indicación de presencia.

Adicional o alternatively, en algunos de tales métodos de ejemplo, el sistema de comunicaciones móviles soporta la funcionalidad de LTE, la indicación de presencia corresponde a una transmisión de PRACH recibida por el primer dispositivo desde el segundo dispositivo, y recibir el mensaje del primer dispositivo incluye recibir un reporte de

medición del primer dispositivo. En algunos de tales ejemplos, el reporte de medición incluye un elemento de información que indica que el primer dispositivo recibió un preámbulo que representa la indicación de presencia.

Adicional o alternativamente, en algunos de tales métodos de ejemplo, configurar el primer dispositivo para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión incluye transmitir información al primer dispositivo para hacer que el primer dispositivo deje de transmitir la señal de cobertura secundaria y para iniciar la funcionalidad de nodo de retransmisión. Por ejemplo, la información puede incluir un identificador de celda y/o información de sistema para ser radiodifundida por el primer dispositivo.

Estos y otros métodos, aparatos, sistemas y artículos de fabricación de ejemplo (por ejemplo, medios de almacenamiento físico) para proporcionar cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles son divulgados con mayor detalle a continuación.

La cobertura secundaria en el contexto de un sistema de comunicaciones móviles se refiere a extender la cobertura primaria proporcionada por los nodos de acceso existentes (por ejemplo, estaciones base, tales como Nodo Bs mejorados o eNBs) a dispositivos (por ejemplo, UEs) que están fuera del área de cobertura primaria (o no pueden de otro modo obtener servicio en el área de cobertura primaria) a través de dispositivos (por ejemplo, UEs) que están en el área de cobertura primaria. Por ejemplo, en escenarios de cobertura parcial, uno o más dispositivos, denominados como dispositivos en cobertura, están en el área cobertura primaria de la red, mientras que uno u otros más dispositivos, denominados como dispositivos sin cobertura, no están en el área cobertura primaria de la red. Sin embargo, uno o más de los dispositivos sin cobertura pueden estar dentro del rango de uno o más de los dispositivos en cobertura.

La funcionalidad de cobertura secundaria divulgada en este documento puede resolver el problema de una falta de mecanismos para habilitar de manera eficiente la cobertura secundaria en sistemas de comunicaciones móviles existentes, tales como los sistemas de LTE existentes. Por ejemplo, la funcionalidad de cobertura secundaria como se divulga en este documento puede hacer que los dispositivos en cobertura habiliten la funcionalidad de nodo de retransmisión para proporcionar cobertura secundaria al retransmitir información desde los nodos de acceso a los dispositivos sin cobertura de una manera que no cause interferencia y/o consumo de potencia excesivos. Adicionalmente, la funcionalidad de cobertura secundaria como se divulga en este documento puede proporcionar mecanismos para indicar la posibilidad de cobertura secundaria a un dispositivo sin cobertura, sin tener que habilitar especulativa y/o estáticamente la funcionalidad completa de nodo de retransmisión en uno o más de los dispositivos en cobertura.

En lo siguiente, el acrónimo IC representa la expresión "en cobertura" y el acrónimo NIC representa la expresión "sin cobertura".

Volviendo a las figuras, se ilustra un diagrama de bloques de un sistema 100 de comunicaciones móviles de ejemplo capaz de proporcionar cobertura secundaria como se divulga en este documento en la figura 1. En el ejemplo ilustrado, el sistema 100 de comunicaciones móviles corresponde a un sistema de comunicaciones móviles de LTE e incluye un primer UE 105 de ejemplo en comunicación con un eNB 110 de ejemplo o, más en general, un nodo 110 de acceso de ejemplo. El primer UE 105A del ejemplo ilustrado está en el área de cobertura primaria del eNB 110 y puede obtener acceso a red desde el eNB 110. De este modo, se dice que el primer UE 105A está en cobertura debido a que el primer UE 105A está obteniendo cobertura primaria del eNB 110 o, en otras palabras, está alojado en el eNB 110 de tal manera que el UE 105A puede recibir señales de sincronización y/o información de sistema del eNB 110. Por consiguiente, tal UE se denomina en este documento como un dispositivo en cobertura (ICD) y, como tal, el UE 105A también se denomina en este documento como el ICD 105A. Debido a que el UE 105A está en el área de cobertura primaria del eNB 110, el UE 105A puede recibir información del eNB 110 sobre uno o más canales de enlace descendente (DL), y puede transmitir información al eNB 110 sobre uno o más canales de enlace ascendente (UL).

El sistema de ejemplo de la figura 1 también incluye segundo y tercer UEs 105B y 105C de ejemplo, los cuales no están en el área de cobertura del eNB 110 y, de este modo, no pueden obtener acceso a red desde el eNB 110. Adicionalmente, se asume que los UEs 105B y 105C no están en cobertura debido a que se asume que los UEs 105B y 105C no están obteniendo cobertura primaria de ningún eNB u otros nodos de acceso del sistema 100. En otras palabras, los UEs 105B y 105C no están alojados y no pueden recibir señales de sincronización y/o información de sistema transmitida por ningún nodo de acceso del sistema 100. Por consiguiente, tales UE se denominan en este documento como dispositivos sin cobertura (NICD) y, como tales, los UEs 105B y 105C también son denominados en este documento como el NICD 105B y NICD 105C, respectivamente. Sin embargo, en el ejemplo ilustrado de la figura 1, uno o ambos de los UEs 105B y 105C están en el rango de comunicación del UE 105A y, de este modo, pueden obtener acceso a red a través del UE 105A en cobertura de acuerdo con la funcionalidad de cobertura secundaria de ejemplo divulgada en este documento.

Por ejemplo, el UE 105A en cobertura de la figura 1 incluye un procesador 115A de nodo de retransmisión de ejemplo para implementar la funcionalidad de nodo de retransmisión para proporcionar cobertura secundaria a uno o más de los UEs 105B-C sin cobertura. El procesador 115A de nodo de retransmisión del ejemplo ilustrado puede implementar cualquier tipo y/o combinación de funcionalidad de nodo de retransmisión, tal como funcionalidad de nodo de retransmisión compatible con las especificaciones de 3GPP LTE. Como tal, el procesador 115A de nodo de

retransmisión puede configurar o de otro modo hacer que el UE 105A en cobertura radiodifunda una o más señales, tales como una o más señales de sincronización, uno o más canales que contienen información de sistema, etc., que los UEs 105B-C en cobertura pueden recibir y usar para alojar en el UE 105A en cobertura. Adicionalmente, el procesador 115A de nodo de retransmisión puede configurar o de otro modo hacer que el UE 105A en cobertura reciba una o más señales y/o canales de enlace ascendente de los UEs 105B-C sin cobertura, que pueden contener información que va a ser usada para registrar los UEs 105B-C sin cobertura con el eNB 110 y/o una red servida o accesible de otro modo a través del eNB 110.

En el ejemplo ilustrado de la figura 1, el UE 105A en cobertura y los UEs 105B-C sin cobertura incluyen los respectivos procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo para implementar la funcionalidad de cobertura secundaria como se divulga en este documento. En algunos ejemplos, el eNB 110 incluye un controlador 125 de nodo de retransmisión de ejemplo que también implementa la funcionalidad de cobertura secundaria como se divulga en este documento. Los procesadores 120A-C de cobertura secundaria y el controlador 125 de nodo de retransmisión implementan la funcionalidad para, en parte, determinar cuándo y/o bajo qué circunstancias va a ser habilitada la funcionalidad de nodo de retransmisión en ICDs, tal como el UE 105A en cobertura. La figura 2 ilustra un procesador 120 de cobertura secundaria de ejemplo, que puede ser usado para implementar uno o más de los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de la figura 1. En el ejemplo ilustrado de la figura 2, el procesador 120 de cobertura secundaria incluye un procesador 205 en cobertura de ejemplo y un procesador 210 sin cobertura de ejemplo. Implementaciones y operaciones de ejemplo de los procesadores 120 y 120A-C de cobertura secundaria, el controlador 125 de nodo de retransmisión, el procesador 205 en cobertura, y el procesador 210 sin cobertura se describen con mayor detalle a continuación.

Los UEs 105A-C de ejemplo de la figura 1 puede ser implementados por cualquier tipo y/o combinación de dispositivos de usuario, estaciones móviles, equipo de punto final de usuario, etc., tales como teléfonos inteligentes, dispositivos de telefonía móvil que son portátiles, dispositivos de telefonía móvil que implementan teléfonos fijos, asistentes digitales personales (PDAs), etc., o, por ejemplo, cualquier otro tipo de dispositivos de UEs, o combinaciones de los mismos. También, uno o más de los UEs 105A-C pueden corresponder a otros tipos de dispositivos capaces de operar en el sistema 100. Por ejemplo, uno o más de los UEs 105A-C pueden corresponder a un nodo de retransmisión, una celda pequeña (por ejemplo, en un grupo de celdas), una micro/pico/femtocelda, etc. De este modo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria pueden ser incluidos en cualquier de tales dispositivos para implementar la funcionalidad de cobertura secundaria, y procesamiento en cobertura y/o sin cobertura, como se divulga en este documento. Por consiguiente, el término "dispositivo" es usado en este documento en un sentido general para referirse a cualquier tipo de equipo capaz de implementar las técnicas de cobertura secundaria de ejemplo divulgadas en este documento.

Adicionalmente, aunque tres UEs 105A-C y un eNB 110 se ilustran en la figura 1, el sistema 100 de ejemplo puede soportar cualquier número y/o tipos de dispositivos de UE y/o eNBs. También, uno o más de los UEs sin cobertura pueden incluir funcionalidad de nodo de retransmisión similar o idéntica a uno o más de los UEs en cobertura, tal como el UE 105B sin cobertura de ejemplo, que incluye un procesador 115B de nodo de retransmisión de ejemplo que puede ser similar al procesador 115A de nodo de retransmisión del UE 105A en cobertura (aunque el procesador 115B de nodo de retransmisión puede no habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión en el UE 105B hasta que el UE 105B esté en un área de cobertura primaria, tal como dentro del área de cobertura del eNB 110). Sin embargo, otros UEs, tal como el UE 105C, pueden no soportar la funcionalidad de nodo de retransmisión y, como tal, pueden no incluir un procesador de nodo de retransmisión, tal como el procesador 115A-B de nodo de retransmisión. Además, el sistema 100 de ejemplo puede soportar otros estándares de comunicación y/o funcionalidad además de las comunicaciones móviles de LTE. Por consiguiente, en tales sistemas, los eNBs 110 pueden corresponder a cualquier tipo y/o número de nodos de acceso, estaciones base, etc., y los UEs 105A-C pueden corresponder a cualquier tipo y/o número de UEs, etc., que soportan tales estándares de comunicación y/o funcionalidad. Por lo tanto, los métodos, aparatos, artículos de fabricación y sistemas de ejemplo divulgados en este documento para proporcionar cobertura secundaria en un sistema de comunicaciones móviles no se limitan a la implementación en un sistema de LTE, sino que pueden ser aplicados en cualquier sistema que soporta la retransmisión de información entre dispositivos para, por ejemplo, controlar cómo es iniciada tal retransmisión de información.

La figura 3 ilustra una subtrama 310 de LTE de DL de ejemplo que puede ser soportada por el sistema 100 de ejemplo de la figura 1. La información de control es transmitida en una región 320 de canal de control y puede incluir un canal indicador de formato de control físico (PCFICH), un canal indicador de solicitud de repetición automática híbrida física (HARQ) (PHICH), y un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH). La región 320 de canal de control incluye los primeros pocos símbolos de OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal) en la subtrama 310. El número de símbolos de OFDM para la región 320 de canal de control es ya sea indicado dinámicamente mediante PCFICH, que es transmitido en el primer símbolo, o configurado semiestáticamente, por ejemplo, en el caso de agregación de portadores.

Con referencia también a la figura 3, un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH), un canal de radiodifusión físico (PBCH), un canal de sincronización primario/canal de sincronización secundario (PSC/SSC), y una señal de referencia de información de estado de canal (CSI-RS) son transmitidos en una región 330 de PDSCH de la subtrama 310. Los datos de usuario de DL son portados por los canales de PDSCH programados en la región 330 de

PDSCH. Las señales de referencia específicas de celda son transmitidas tanto sobre la región 320 de canal de control como por la región 330 de PDSCH.

El PDSCH es usado en LTE para transmitir datos de DL a un UE. El PDCCH y el PDSCH son transmitidos en diferentes recursos de tiempo-frecuencia en una subtrama de LTE como se muestra en la figura 3. Diferentes PDCCHs pueden ser multiplexados en la región 220 de PDCCH, mientras que diferentes PDSCHs pueden ser multiplexados en la región 330 de PDSCH.

En un sistema dúplex por división de frecuencia, una trama de radio incluye diez subtramas de un milisegundo cada una. Una subtrama 310 incluye dos franjas en tiempo y un número de bloques de recursos (RBs) en frecuencia como se muestra en la figura 3. El número de RBs está determinado por el ancho de banda de sistema. Por ejemplo, el número de RBs es 50 para un ancho de banda de sistema de 10 megahercios.

Un símbolo de OFDM en tiempo y un subportador en frecuencia en conjunto definen un elemento de recursos (RE). Un RB físico (PRB) puede ser definido como, por ejemplo, 12 subportadores consecutivos en el dominio de frecuencia y todos los símbolos de OFDM en una franja en el dominio de tiempo. Un par de RB con el mismo índice de RB en la franja 0 (representada por el número de referencia 340A en la figura 3) y franja 1 (representada por el número de referencia 340B en la figura 3) en una subtrama pueden ser asignados en conjunto al mismo UE para su PDSCH.

En un sistema de LTE, tal como el sistema 100 de ejemplo, una o más antenas de transmisión pueden ser soportadas en el eNB para transmisiones de DL. Cada puerto de antena puede tener una rejilla de recursos como se ilustra en el ejemplo de la figura 4. Como se muestra en la figura 4, una franja de DL incluye siete símbolos de OFDM en el caso de una configuración de prefijo cíclico normal. Una franja de DL puede incluir seis símbolos de OFDM en el caso de una configuración de prefijo cíclico extendido. Para simplificar la siguiente discusión, las subtramas con la configuración de prefijo cíclico normal serán consideradas de aquí en adelante, pero debe entenderse que conceptos similares son aplicables a subtramas con un prefijo cíclico extendido.

La figura 4 muestra una rejilla 410 de recursos de DL de LTE de ejemplo dentro de cada franja 340A/B en el caso de una configuración de prefijo cíclico normal. La rejilla 410 de recursos se define para cada puerto de antena o, en otras palabras, cada puerto de antena tiene su propia rejilla 410 de recursos separada. Cada elemento en la rejilla 410 de recursos para un puerto de antena corresponde a un RE 420 respectivo, que se identifica de manera única por un par índices de un subportador y un símbolo de OFDM en una franja 340A/B. Un RB 430 incluye un número de subportadores consecutivos en el dominio de frecuencia y un número de símbolos de OFDM consecutivos en el dominio de tiempo, como se muestra en la figura 4. Un RB 430 es la unidad básica usada para el mapeo de ciertos canales físicos a los REs 420.

Son usadas disposiciones similares de rejilla de subtramas y recursos de LTE para la comunicación de UL en la dirección desde UEs, tales como uno o más de los UEs 105A-C, a eNBs, tal como el eNB 110. Tal comunicación de UL es una señal de referencia de sondeo (SRS), que puede ser transmitida por un UE y usada por un eNB receptor para estimar la calidad de canal de UL. Otra comunicación de UL tal es un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) en el cual un UE transmite preámbulos para obtener acceso a un eNB receptor. Comunicaciones de UL adicionales desde un UE a un eNB pueden incluir, pero no se limitan a, un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) y un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH).

Volviendo a la figura 1, el sistema 100 de ejemplo soporta cobertura secundaria para extender la cobertura primaria proporcionada por los nodos de acceso existentes (por ejemplo, el eNB 110) a dispositivos (por ejemplo, los UEs 105B y/o 105C) que están fuera del área de cobertura primaria (o no pueden de otro modo obtener servicio en el área de cobertura primaria) a través de dispositivos (por ejemplo, el UE 105A) que están en el área de cobertura primaria. Aunque los sistemas de comunicaciones móviles tales como el sistema 100 proporcionan una amplia cobertura de red en muchas partes del mundo a través de nodos de acceso (por ejemplo, estaciones base, eNBs, etc.) que implementan áreas de cobertura primaria, hay y seguirá habiendo escenarios en los cuales un UE no puede obtener cobertura de red desde ningún nodo de acceso a red. Por ejemplo, en escenarios de emergencia, uno o más nodos de acceso pueden fallar en algunas áreas, evitando que los UEs en esas áreas obtengan cobertura de red primaria. La funcionalidad de cobertura secundaria puede habilitar que los trabajadores de emergencia en esas áreas se conecten a la red.

Tal escenario 500 de ejemplo en el cual la funcionalidad de cobertura secundaria podría ser usada para habilitar que los dispositivos sin cobertura todavía obtengan acceso a red se ilustra en la figura 5. El escenario 500 de ejemplo corresponde a una implementación de ejemplo del sistema 100 en el cual cuatro eNB 110A-D de ejemplo proporcionan cobertura primaria por ejemplo UEs 105A-L. Sin embargo, en el escenario 500 de ejemplo ilustrado, los dos eNBs 110C-D han fallado o de otro modo no están proporcionando cobertura de red primaria. En tal ejemplo, la funcionalidad de cobertura secundaria como se divulga en este documento puede ser usada para proporcionar uno o más de los UEs 105B, C, K y/o L sin cobertura, que habrían estado en las áreas de cobertura primaria de los eNBs 110C-D, con acceso indirecto a uno o más de los eNBs A-B que todavía proporcionan áreas 505A y 505B de cobertura de red primaria de ejemplo.

En los sistemas de LTE existentes, la cobertura de red primaria es proporcionada por eNBs. Una etapa inicial para obtener cobertura primaria es el proceso de sincronización, que inicia con un UE que detecta la secuencia de sincronización primaria (PSS) radiodifundida por un eNB en su PSS. La PSS es transmitida en los 6 RBs medios del PSS, y ocupa un único símbolo en el dominio de tiempo enviado dos veces en una trama de radio de 20 franjas de tiempo. La PSS es implementada mediante una secuencia de Zadoff-Chu de longitud 62, que es mapeada a los 31 subportadores en cada lado de un subportador de corriente continua (DC) de enlace descendente, con los subportadores restantes dentro de la banda de 6 RB que se dejan sin usar. La PSS no solo puede ser usada para la adquisición de tiempo de símbolos, sino también para la sincronización de frecuencia de portador. En algunos escenarios, el eNB también puede radiodifundir una secuencia de sincronización secundaria (SSS) en un SSC.

La funcionalidad de nodo de retransmisión (RN) de LTE ha sido especificada en la Entrega 10 de LTE, para habilitar que los UEs sin cobertura o, de manera equivalente, dispositivos sin cobertura (NICDs) se conecten a la red a través de RNs. Similar a un eNB, un RN envía una PSS (y posiblemente una SSS), y tiene su propio identificador de celda para permitir que un UE sin cobertura se conecte a la red. Los RNs son configurados por un servidor de descriptor doméstico (HSS) para permitir que un eNB donante conozca que al dispositivo se le permite actuar como un RN. (Un HSS puede ser, por ejemplo, un nodo de red que contiene información relacionada con suscripción para soportar el manejo de llamadas y sesiones de comunicación). Los RNs inician conectándose a un eNB donante para obtener la configuración adecuada, y luego conmutan a la operación de RN.

Aunque las especificaciones actuales de LTE contemplan la funcionalidad de RN que es implementada por ICDs para proporcionar conexiones de red para UEs sin cobertura o, de manera equivalente, NICDs, no hay mecanismos disponibles para determinar un conjunto apropiado de ICDs que van a ser habilitados para operar como RNs para conectarse a un conjunto dado de NICDs. Además, debido a que los ICDs y NICDs son móviles, es poco probable que haya un conjunto invariable de ICDs apropiados que puedan ser configurados estáticamente para actuar como RNs.

Un posible enfoque sería habilitar que todos los ICDs actúen como RNs. Sin embargo, hay varias desventajas asociadas con tal enfoque. Por ejemplo, los ICDs, cuando actúan como RNs, transmiten información de sistema en la forma de, por ejemplo, bloques de información maestros (MIBs) y bloques de información de sistema (SIBs), que pueden ser usados al recibir NICDs para registrarse con un eNB donante que sirve a un RN particular. Si todos los ICDs en un sistema actuaran como RNs, MIBs y SIBs serían transmitidos por todos de tales RNs de ICD, lo cual puede dar como resultado un uso ineficiente de recursos de sistema debido a que solo un pequeño porcentaje de ICDs puede estar en las cercanías de NICDs que pueden tomar ventaja de la funcionalidad de RN. Nótese que el coste de sistema de transmisión de MIBs y SIBs, aunque configurable, puede ser significativo debido a que los MIBs y SIBs transportan varios cientos de bytes de información a una tasa de codificación conservadora.

Otra posible desventaja asociada con habilitar simplemente que todos los ICDs actúen como RNs es que las diferentes combinaciones de PSS y SSS de las 504 combinaciones disponibles necesitarían ser proporcionadas a los diferentes RNs de ICD, lo cual puede degradar el rendimiento de sistema. Por ejemplo, se dejarían menos combinaciones de PSS y SSS para los eNBs para uso en celdas que pueden estar interfiriendo, lo cual puede dar como resultado menos separación entre las señales de referencia comunes (CRSs) usadas en estas celdas potencialmente interferentes.

Aún otra desventaja potencial asociada con habilitar simplemente que todos los ICDs actúen como RNs es que la funcionalidad de RN puede aumentar el consumo de potencia en los ICDs, reduciendo de esa manera la vida de la batería.

Un escenario 600 de ejemplo, que ilustra las posibles desventajas de habilitar simplemente que todos los ICDs actúen como RNs en un sistema de comunicación de ejemplo, tal como el sistema 100, es representado en la figura 6. En la figura 6, los óvalos de puntos representan las áreas de cobertura secundaria de los respectivos ICDs 105A y 105D-J, que están actuando como RNs. Como se ilustra en el escenario 600 de ejemplo, las áreas de cobertura secundaria de muchos de los ICDs 105A y 105 D-J no están en las cercanías de ninguno de los NICDs 105B, C, K o L, o pueden superponerse sustancialmente al área de cobertura primaria proporcionada por el eNBs 110A-B. Como tal, algunos de los ICDs 105A y 105 D-J pueden no proporcionar cobertura secundaria para ninguno de los NICDs 105B, C, K o L, y la sobrecarga de proporcionar recursos de retransmisión para estos ICDs 105A, D-J y coordinar su interferencia (representada por la superposición en los óvalos de puntos) se desperdiciará.

La funcionalidad de cobertura secundaria de ejemplo divulgada en este documento, que puede ser implementada mediante los procesadores 120, 120A-B de cobertura secundaria de ejemplo y/o el controlador 125 de nodo de retransmisión descrito anteriormente, proporciona mecanismos de cobertura secundaria que reducen los recursos proporcionados por la red para la funcionalidad de RN y, de este modo, puede aliviar al menos algunas de las desventajas de habilitar simplemente que todos los ICDs actúen como RNs. En algunos ejemplos, los procesadores 120, 120A-B de cobertura secundaria y/o el controlador 125 de nodo de retransmisión implementan una solución de cobertura secundaria en la cual un ICD, tal como el UE 105A, es para detectar NICDs, tales como uno o más de los UEs 105B-C, antes de habilitar una funcionalidad de RN más costosa (por ejemplo, en términos de uso de recursos de sistema aumentado, consumo de potencia aumentado, etc.) para habilitar la conexión con una o más NICDs.

Para implementar tal solución de cobertura secundaria, en algunos ejemplos, un ICD, tal como el UE 105A, está configurado por su procesador de cobertura secundaria, tal como el procesador 120A, para radiodifundir una o más

señales de cobertura secundaria (SCSs) para indicar a los NICDs en las cercanías de que el ICD puede proporcionar una cobertura secundaria. En algunos de tales ejemplos, los ICDs pueden indicar (por ejemplo, implícitamente) los recursos a través de los cuales un NICD puede indicar su presencia después de que el NICD haya detectado las SCSs radiodifundidas por el ICD. También, en algunos de tales ejemplos, un NICD que detecta las SCSs radiodifundidas por un ICD envía (por ejemplo, radiodifunde) una indicación de presencia (PI) en respuesta a la detección de las SCSs. El NICD puede enviar la PI, la cual informa a un ICD receptor que un NICD está presente y está solicitando cobertura secundaria, a través de los recursos indicados. Adicionalmente, en algunos de tales ejemplos, los ICDs que detectaron las PIs de uno o más NICDs son habilitados de manera selectiva (por ejemplo, por un eNB donante) para habilitar la funcionalidad de RN o proporcionar de otro modo a los NICDs conexiones a la red.

Un diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo que ilustra tal solución de ejemplo para proporcionar cobertura secundaria en el sistema 100 de ejemplo de la figura 1 se ilustra en la figura 7. El diagrama 700 de secuencia de mensajes del ejemplo ilustrado representa mensajes de ejemplo que pueden ser intercambiados entre el eNB 110 de ejemplo, los ICDs 105A, 705 de ejemplos y los NICDs 105B-C de ejemplos. El eNB 110, el ICD 105A y los NICDs 105B-C se representan en el sistema 100 de ejemplo de la figura 1, mientras que el ICD 705 no está representado en la figura 1, pero se asume que está en el área cobertura primaria de eNB 110.

Volviendo a la figura 7, el diagrama 700 de secuencia de mensajes comienza con el eNB 110 enviando mensajes 710 y 715 de ejemplo para configurar los respectivos ICDs 105A y 705 para comenzar a radiodifundir sus respectivas SCSs. En respuesta a la recepción de los mensajes 710 y 715 de configuración, los ICDs 105A y 705 comienzan a radiodifundir sus respectivas SCSs 720 y 725, que pueden ser recibidas por cero o más NICDs, tales como los NICDs 105B y/o 105C. En el ejemplo ilustrado, el NICD 105B detecta las SCSs radiodifundidas por el ICD 105A. En respuesta a la detección de la SCS 720 (que está representada por la línea dirigida 730 en la figura 7), el NICD 105B radiodifunde una PI 735, que puede ser recibida por cero o más ICDs, tales como los ICDs 105A y/o 705.

En el ejemplo ilustrado de la figura 7, el ICD 105A detecta la PI 735 radiodifundida por el NICD 105B. En respuesta a la detección de la PI 735, el ICD 105A envía un reporte 740 de medición de ejemplo al eNB 105. Como se describe con mayor detalle a continuación, el reporte 740 de medición informa al eNB 105 que el ICD 105A ha detectado la PI 735 del NICD 105B (aunque puede que el ICD 105A no conozca la identidad del NICD 105B o no pueda distinguir entre diferentes NICDs que envían diferentes señales de PI). En el ejemplo ilustrado, en respuesta a la recepción del reporte 740 de medición, el eNB 110 envía un mensaje 745 de ejemplo para configurar el ICD 105A para habilitar la funcionalidad de RN. En el bloque 750, el ICD 105A habilita su funcionalidad de RN, lo cual hace que el ICD 105A radiodifunda (correspondiente a la línea dirigida 755) información de sincronización (por ejemplo, tal como radiodifundiendo una PSS/SSS) e información de sistema (por ejemplo, tal como radiodifundiendo MIBs y SIBs) para posible recepción por cualquier NICD en las cercanías del ICD 105A. En el ejemplo ilustrado de la figura 7, el NICD 105B recibe la información de sincronización y sistema radiodifundida por el ICD 105A y usa esta información para alojarse en el ICD 105A (correspondiente al bloque 760) y registrarse con el ICD 105A (correspondiente a la línea dirigida 765).

Por consiguiente, para implementar la solución de cobertura secundaria de ejemplo representada por el diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo de la figura 7, un UE compatible con LTE de ejemplo puede ser modificado como se divulga en este documento de tal manera que, cuando el UE está en un área de cobertura primaria y está conectado a un nodo de acceso (por ejemplo, un eNB), el UE está configurado para transmitir SCSs. Por ejemplo, y como se describe con mayor detalle a continuación, el UE puede transmitir sus SCS en los recursos que habría transmitido SRSSs. Tal UE, cuando está en un área de cobertura primaria, también puede estar configurado para buscar PIs radiodifundidos por NICDs, donde las PIs van a ser radiodifundidas usando recursos determinados con respecto a las SCSs radiodifundidas por el UE, como se describe con mayor detalle. Como tal, las SCSs radiodifundidas por un UE indican una oportunidad (por ejemplo, en términos de recursos, tales como la temporización) para que un NICD envíe una PI de tal manera que el UE que radiodifunde la SCS podrá recibir la PI. Tal UE puede estar configurado además para reportar cualquier PI detectada a su eNB de servicio (o donante) (o algún otro nodo de red), el cual instruirá al UE cuándo iniciar a operar como un RN y cuándo dejar de operar como un RN.

Adicionalmente, tal UE compatible con LTE puede ser modificado de tal manera que, cuando el UE no esté en ningún área de cobertura primaria, el UE está configurado para buscar cualquier SCS además de realizar cualquier procedimiento de búsqueda normal para detectar la cobertura primaria ofrecida por un eNB. Cuando se detecta una SCS, tal UE puede estar configurado para determinar (por ejemplo, directa o indirectamente de la SCS recibida) cuales recursos (por ejemplo, en términos de temporización, etc.) van a ser usados para transmitir una PI, y para transmitir la PI a través de esos recursos en respuesta a la detección de la SCS. Tal UE puede estar configurado además para continuar buscando cobertura de LTE, incluir cobertura secundaria de RN de LTE que puede ser proporcionada por un ICD en respuesta a que el UE transmita su PI.

En la siguiente discusión, se asume que los ICDs y NICDs que operan en un sistema de comunicaciones móviles, tales como el sistema 100 de la figura 1, pueden ser configurados para recibir señales de UL. Esto se debe a que, en algunas de las soluciones de ejemplo para proporcionar cobertura secundaria divulgadas en este documento, las señales de UL son usadas para implementar las señales de SCS y PI divulgadas en este documento.

La figura 8 ilustra un escenario 800 de ejemplo, en el cual los ICDs 105A, 105F, 105G y 105I de ejemplo están transmitiendo las respectivas SCSs 805A, 805F, 805G y 805I de ejemplo de acuerdo con la solución de cobertura secundaria de ejemplo representada por el diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo de la figura 7. En algunos escenarios de ejemplo, tal como un escenario de seguridad pública, uno o más ICDs pueden proporcionar una conexión de red secundaria a un NICD. Para indicar que es posible una conexión secundaria, las SCSs son transmitidas desde tales ICDs. En algunos ejemplos, los ICDs pueden estar configurados para evitar operar en un modo de retransmisión, tal como, por ejemplo, operar como un nodo de retransmisión como se define en la Sección 4.7 de Especificación Técnica 3GPP (TS) 36.300, V11.3.0 (septiembre de 2012), a menos que se detecte la presencia de al menos un NICD. 3GPP TS 36.300, V11.3.0 se incorpora por la presente por referencia en su totalidad. Por consiguiente, tales ICDs no gastan recursos ni potencia de nodo de retransmisión para enviar, por ejemplo, PSS, SSS, MIBs y/o SIBs a menos que se detecte la presencia de al menos un NICD.

En algunos ejemplos, la SCS es derivada de una señal de UE a eNB existente que utiliza pocos recursos y no requiere que sea agregada funcionalidad adicional significativa a los UEs de LTE. Por ejemplo, una transmisión de SCS puede producirse en recursos que son conocidos (por medio de configuración previa o especificación en un futuro estándar de LTE) para NICDs que pueden no haber estado en cobertura de red antes. Tal transmisión de SCS, recibida por los NICDs en su rango, indica que los NICDs receptores pueden conectarse a la red a través del ICD que transmite la SCS recibida.

A diferencia de los mecanismos existentes para indicar la cobertura celular, el procedimiento de cobertura secundaria de ejemplo que se divulga en este documento indica a los NICDs la posibilidad de obtener cobertura secundaria, sin proporcionar realmente cobertura secundaria inicialmente. Tal enfoque puede dar como resultado un uso más eficiente de recursos de sistema debido a que los ICDs que actúan como nodos de retransmisión pueden utilizar más recursos de sistema que los ICDs que transmiten SCSs.

En algunos ejemplos, una SCS indica (1) la presencia de al menos un ICD que puede proporcionar una conexión secundaria a la red, y (2) los recursos que un NICD que recibe la SCS puede usar para indicar la presencia del NICD. Para ser detectable por encima del ruido y sin conocimiento de temporización, la SCS puede usar una secuencia, tal como una secuencia de símbolos compleja, que puede ser detectada de manera robusta. Actualmente son usadas secuencias similares en LTE, tales como, por ejemplo, en la generación de la PSS.

Volviendo a la figura 8, el escenario 800 de ejemplo representa la transmisión de las SCSs 805A, 805F, 805G y 805I por un subconjunto respectivo de los ICDs 105A, 105F, 105G y 105I. En el ejemplo ilustrado de la figura 8, las áreas de cobertura de las SCSs 805A, 805F, 805G y 805I se muestran como elipses de puntos. En algunos ejemplos, las SCSs 805A, 805F, 805G y 805I son mucho menores en sobrecarga que las señales de cobertura primaria que implementan las áreas 505A y 505B de cobertura de red primaria. En algunos ejemplos, las SCSs 805A, 805F, 805G y 805I transmitidas por los respectivos ICDs 105A, 105F, 105G y 105I no identifican o distinguen de otro modo cual ICD está transmitiendo cual SCS. En vez de esto, la SCS transporta a un NICD receptor que está disponible un ICD en las cercanías, pero no habilita que al NICD determine cuál ICD envió la SCS recibida. Por ejemplo, la SCS puede proporcionar una indicación de disponibilidad de 1 bit sin ninguna información adicional, lo cual puede ayudar a reducir el coste asociado con los recursos usados por el ICD para transmitir la SCS, así como el coste de decodificar la SCS recibida por el NICD. Como tal, en algunos ejemplos, diferentes ICDs pueden transmitir SCSs similares.

Los siguientes son procedimientos de ejemplo asociados con la transmisión de una SCS. En algunos escenarios de ejemplo, tal como en el escenario 800 de ejemplo de la figura 8, algunos ICDs, que están conectados a una o más celdas, pueden estar configurados para buscar (o buscar) la presencia de NICDs. Se dice que tales ICDs (por ejemplo, los ICDs 105A, 105F, 105G y 105I de la figura 8) están configurados en un modo de vigilancia, para distinguirlos de otros ICDs (por ejemplo, los ICDs 105D, 105E, 105H y 105J de la figura 8) que no están configurados para proporcionar cobertura secundaria, así como UEs de LTE heredados, dispositivos que están actuando como retransmisiones de LTE heredadas, etc.

En algunos ejemplos, la red puede aplicar uno o más criterios para seleccionar los ICDs que están configurados para que estén en modo de vigilancia. Por ejemplo, la potencia de batería restante puede ser usada para evitar seleccionar ICDs que no pueden mantener una conexión de cobertura secundaria. Adicional o alternativamente, la altura libre de potencia puede ser reportada por UEs y usada por un eNB para seleccionar aquellos UEs que están cerca del borde de celda para que estén en modo de vigilancia. Además, o alternativamente, los reportes de medición de UE pueden indicar a un eNB que uno o más UEs están cerca de otras celdas a pesar de estar cerca del borde de la celda actual y, de este modo, pueden no ser buenos candidatos para el modo de vigilancia (por ejemplo, debido a que puede ser poco probable que se solicitará a estos UEs que proporcionen cobertura secundaria ya que las otras celdas cercanas a estos UEs pueden proporcionar cobertura primaria). Adicional o alternativamente, una ubicación geográfica del UE puede ser usada por la red de una manera similar para determinar si seleccionar el UE para configurarlo en el modo de vigilancia.

Un ICD, tal como el ICD 105A, transmite diversas señales como parte de los procedimientos de modo conectado con su eNB de servicio, tal como el eNB 110. Tales señales también pueden ser recibidas por uno o más NICDs, tales como los NICDs 105B-C, fuera del área de cobertura del eNB. En algunos ejemplos, tales señales, que son usadas para la comunicación de UE a eNB, también pueden actuar como una SCS que es transmitida por el ICD. En algunos

de tales ejemplos, una o más señales adicionales pueden ser transmitidas por el ICD para indicar cuándo la PI va a ser transmitida por un NICD.

Por ejemplo, un ICD también puede transmitir una transmisión adicional (por ejemplo, separada de la SCS, que se denomina en lo sucesivo como una señal de recursos de SCS o SCS-R) que tiene una propiedad que permite que un NICD receptor determine los recursos en los cuales el NICD puede indicar su propia presencia (por ejemplo, transmitiendo una señal de PI). En algunos ejemplos, esta transmisión adicional (por ejemplo, SCS-R) puede estar configurada por la red para ser enviada en un momento particular con referencia a la temporización de subtrama de enlace descendente en el ICD.

Como se discutió anteriormente, un NICD puede detectar una SCS (y/u otras transmisiones de ICD) para notar la disponibilidad de cobertura secundaria a través de uno o más ICDs en las cercanías. En algunos ejemplos, múltiples ICDs (por ejemplo, los ICDs 105G y 105I) pueden estar preconfigurados (por ejemplo, con base en futura estandarización) o configurados por el eNB (por ejemplo, el eNB 110B) para transmitir la misma señal que sus respectivas SCSs. En otras palabras, múltiples ICDs pueden usar los mismos parámetros de SCS para generar y transmitir sus respectivas SCSs. Tal disposición puede simplificar la detección de la SCS en los NICDs, debido a que el NICD receptor no necesita discriminar entre los ICDs en esta etapa del procedimiento de cobertura secundaria.

Los siguientes son procedimientos de ejemplo para detectar una SCS en un NICD. En algunos ejemplos, los NICDs están configurados (por ejemplo, por la red), preprogramados (por ejemplo, durante fabricación), o de otra manera proporcionados con el conocimiento de la estructura de la SCS y su ancho de banda con respecto a los recursos (por ejemplo, bandas de frecuencia, tiempos de símbolo, etc.) en los cuales se debe buscar la SCS. Esto es análogo a la sincronización de celda en sistemas de LTE existentes en los cuales los UEs saben buscar la sincronización de celda en los 6 RBs centrales de bandas especificadas.

En algunos ejemplos, los procedimientos de búsqueda de celda para NICDs son extendidos para incluir un intento de detectar una SCS si un NICD falla en detectar una celda que proporciona cobertura de red primaria. Por ejemplo, fallar en alojarse en cualquier etapa del proceso de sincronización celular puede considerarse una causa para que un NICD intente descubrir una SCS que es transmitida por un ICD cercano. Adicionalmente, en algunos ejemplos, puede ser requerido que un NICD detecte con éxito una SCS desde un ICD configurado para ofrecer cobertura secundaria antes de que el NICD inicie cualquier solicitud de servicio a través de una solución de cobertura secundaria.

Como se describió anteriormente y con mayor detalle a continuación, al final del procedimiento de detección de SCS, un NICD puede determinar la presencia o ausencia de cobertura secundaria disponible determinando si fue detectada una señal de SCS. Por ejemplo, la detección de cualquier SCS puede indicar a un NICD que la cobertura secundaria está disponible, mientras que no detectar ninguna SCS puede indicar al NICD que la cobertura secundaria no está disponible. Adicionalmente, si una SCS es detectada como presente por un NICD, el NICD puede entonces proceder a solicitar conexión de cobertura secundaria enviando una PI como se describe anteriormente y con mayor detalle a continuación.

Los siguientes son procedimientos de ejemplo para generar y transmitir SCSs y, de este modo, para que un ICD indique la disponibilidad de segunda cobertura. Como se indicó anteriormente, en sistemas de LTE, tales como el sistema 100 de ejemplo, un UE puede transmitir una SRS, que puede ser usada por un eNB receptor para estimar la calidad de canal de UL. Una SRS es similar a una PSS transmitida por un eNB en que ambas señales son generadas con base en secuencias de Zadoff-Chu (ZC). Por consiguiente, en algunos ejemplos, las técnicas de generación de señales de SRS forman la base para generar una SCS, debido a que las señales similares a SRS pueden ser usadas para realizar la adquisición de temporización de símbolos y sincronización de frecuencia de portador en UEs no sincronizados (por ejemplo, NICDs) como se hace actualmente con señales de sincronización de LTE. (Véase, por ejemplo, Sección 4.1 en 3GPP TS 36.213, V11.3.0 (junio de 2013), que se incorpora en este documento por referencia en su totalidad). Por ejemplo, ICDs (por ejemplo, tales como los ICDs 105A, 105F, 105G y 105I) puede estar configurados con una SRS de subbanda, con la subbanda de los 6 RBs centrales transmitiendo una secuencia particular que es interpretada por los NICDs receptores como una SCS. Aunque tal señal puede parecer similar a una SRS para un eNB receptor, para un NICD esta señal representa una SCS e indica la disponibilidad de cobertura secundaria. En algunos ejemplos, los NICDs intentan detectar tal SCS en los 6 RBs centrales de una manera similar a cómo se realiza la detección de PSS en un procedimiento de detección de celdas, pero en diferentes recursos (por ejemplo, en términos de frecuencia, tiempo de símbolo, etc.). Adicionalmente, en algunos de tales procedimientos de detección de celdas de ejemplo, si se detecta una PSS, entonces el UE intenta obtener cobertura a través de la celda que transmite la PSS antes de intentar obtener cobertura secundaria a través de intentar detectar una SCS.

Aunque las transmisiones de SRS existentes pueden ser detectables por NICDs y, de este modo, podrían ser usadas como una SCS, tales transmisiones de SRS existentes pueden producirse usando una variedad de secuencias de base, anchos de banda de transmisión, ubicaciones de símbolos, etc. Para simplificar el procesamiento en los NICDs, en algunos ejemplos, se especifica un número reducido de posibles combinaciones de parámetros de transmisión de SRS (por ejemplo, a través de configuración de eNB, estandarización futura, etc.) para uso en la generación de SCSs. Este conjunto más pequeño de parámetros de transmisión de SRS puede ser reservado (no usado por eNBs que no proporcionan cobertura secundaria) y puede ser obtenido como sigue.

En algún ejemplo, la SCS consiste en una transmisión de SRS dentro de los 6 RBs medios en términos de frecuencia y que ocupa un único símbolo en el dominio de tiempo. Por ejemplo, el símbolo predeterminado para esta transmisión puede ser el último símbolo de una subtrama que corresponde a los recursos actuales en dominio de tiempo que son usados por el ICD para las transmisiones de SRS.

- 5 En algunos ejemplos, la SCS es transmitida por un ICD usando recursos de enlace ascendente independientemente de si el sistema es dúplex por división de tiempo (TDD) o dúplex por división de frecuencia (FDD). También, en algunos ejemplos, la red puede usar una secuencia de ZC separada para la SCS que es usada para las otras transmisiones, tales como las transmisiones de PSS de enlace descendente. De esta forma, los recursos usados para PSS y SCS están separados y, como tal, es poco probable que los NICDs confundan una SCS con una PSS que es transmitida
10 por el eNB.

- En algunos ejemplos, similar a la PSS existente, es usada una secuencia de Zadoff-Chu de longitud 62 para generar la SCS. Esto permite que una transformada rápida de Fourier (FFT) de longitud 64 sea usada para el procesamiento de detección de SCS, y reduce o elimina la posibilidad de confundir la señal con las señales de referencia de desmodulación de enlace ascendente (por ejemplo, debido a que las señales de referencia de enlace ascendente se basan en secuencias de Zadoff-Chu teniendo otras longitudes). Dado que tales señales de SCS son similares en longitud y estructura a las señales de PSS existentes, los detectores de PSS existentes pueden ser modificados para soportar la detección de SCS, donde tal modificación incluye tener en cuenta la eliminación del subportador de corriente continua (DC) dado que la SCS es transmitida en el enlace ascendente, mientras que la PSS es transmitida en el enlace descendente. Por ejemplo, la SCS puede ser transmitida por un ICD usando los 31 subportadores a cada lado de la ubicación de DC. Por consiguiente, en tales ejemplos, la SCS usa de este modo ambos peines de subportadores de los recursos de SRS normales, en vez de dividir subportadores alternativos (por ejemplo, peines) entre diferentes UEs como se define en la Sección 8.2 de 3GPP TS 36.213, V11.3.0.
15
20

- En algunos ejemplos, las secuencias (por ejemplo, secuencias de símbolos complejas) usadas para la SCS son elegidas para reducir o tener una correlación mínima con la PSS, lo cual de esa manera puede reducir la posibilidad de que un NICD confunda la SCS con la PSS existente en un sistema TDD. Por ejemplo, un subconjunto de las secuencias de ZC de longitud 64 puede ser reservado (por medio de estandarización) para SCS, y no usado para PSS cuando se desee cobertura secundaria.
25

- En algunos ejemplos, la configuración de SRS que es empleada como una SCS dentro de una celda puede estar configurada por separado de la otra configuración de SRS realizada por el eNB que sirve a la celda. Tal disposición puede permitir que el eNB de servicio varíe los parámetros de la SCS, tal como su periodicidad, independientemente de la configuración de SRS de los ICDs en la celda.
30

- En algunos ejemplos, un eNB puede separar (en espacio de código y/o tiempo) las transmisiones de SCS de los ICDs en la celda servida por el eNB. Por ejemplo, el eNB puede configurar diferentes secuencias de Zadoff-Chu para ser usadas como la SCS para diferentes ICDs, y/o el eNB puede configurar diferentes recursos de tiempo para uso por diferentes ICDs para transmitir las mismas o diferentes secuencias de SCS. En tales ejemplos, las transmisiones de SCS son identificables de manera única para un ICD particular en el eNB y, de este modo, todavía pueden ser usadas por el eNB para sondeo (similar a cómo se usa una SRS), además de ser usadas como SCS. Sin embargo, en tales ejemplos, la detección de la SCS en los NICDs puede incurrir en más complejidad que si las transmisiones de SCS desde diferentes ICDs fueran las mismas.
35

- En algunos ejemplos, en vez de proporcionar recursos separados para la transmisión de SCS a diferentes ICDs, los ICDs dentro de una o más celdas usan la misma secuencia y recursos para generar y transmitir sus respectivas SCSs y, de este modo, la distinción entre los ICDs es realizada en una fase posterior del procedimiento de conexión secundaria (por ejemplo, cuando es recibida una solicitud de conexión de un NICD). En tales ejemplos, aunque la detección de SCS en el NICD se hace más fácil, debido a que son posibles menos configuraciones de SCS, el eNB no puede reutilizar la señal de SCS transmitida para sondeo (por ejemplo, debido a que una SCS transmitida no es identificable con un ICD particular). Sin embargo, otras transmisiones de SRS en los recursos de SRS continúan siendo usables para sondeo. También, en algunos ejemplos, las SCSs de diferentes celdas están configuradas de manera diferente para permitir que un NICD de conexión tenga la opción de elegir la mejor celda (por ejemplo, eNB) de la cual obtener cobertura secundaria.
40
45

- En algunos ejemplos, la secuencia de ZC transportada por SCS tiene una longitud diferente que las SRSs existentes, y/o usa un número diferente de RBs (6 contra 4 u 8 o más), y/o usa ambos peines de subportadores en vez de peines de subportadores alternativos de tal manera que los NICDs pueden tener una baja probabilidad de confundir una SRS no modificada con una SCS.
50

- Los siguientes son procedimientos de ejemplo relacionados con el control de potencia de SCS. En algunos ejemplos, un eNB configura o instruye a los ICDs dentro de su celda para que usen una potencia fija para las transmisiones de SCS. En algunos ejemplos, el eNB configura un ajuste de potencia fija diferente para las transmisiones de SCS en su celda, que es independiente de los usados por los eNBs vecinos. En algunos ejemplos, el eNB configura diferentes ajustes de potencia de SCS fijos para diferentes ICDs dentro de la celda servida por el eNB, y estos ajustes de potencia de SCS fijos pueden ser iguales que o independientes (por ejemplo, diferentes) de los usados por los eNBs vecinos.
55

En algunos ejemplos, el eNB instruye a los ICDs que usen un proceso de control de potencia de bucle abierto o cerrado en el cual, por ejemplo, la potencia de transmisión se establece en relación con la pérdida de trayectoria estimada de enlace descendente medida. La motivación detrás de usar un nivel de potencia de transmisión en relación con la pérdida de trayectoria estimada de enlace descendente medida es que los ICDs que son más probables de proporcionar cobertura secundaria a NICDs son aquellos que están cerca del borde de cobertura, lo cual implica que tales ICDs tendrán los mayores valores de pérdida de trayectoria de enlace descendente. Mientras tanto, los ICDs cercanos al eNB serían menos probables de proporcionar cobertura secundaria y, de este modo, reducir su potencia de transmisión de SCS puede reducir la interferencia tanto en celda como fuera de celda. En algunos ejemplos, en vez de usar solo la pérdida de trayectoria de enlace descendente estimada, el control de potencia de SCS puede utilizar adicional o alternativamente el avance de temporización proporcionado por el eNB al ICD para tener en cuenta el efecto en la pérdida de trayectoria de obstrucciones que pueden existir entre el eNB y el ICD.

La figura 9 ilustra un escenario 900 de ejemplo en el cual los NICDs 105B, 105C, 105K y 105L de ejemplo están transmitiendo las respectivas PIs 905B, 905C, 905K y 905L de ejemplo de acuerdo con la solución de cobertura secundaria de ejemplo representada por el diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo de la figura 7. Como se describió anteriormente, en respuesta a la detección de una SCS, un NICD que desea una conexión secundaria indica su presencia transmitiendo una PI. Esta PI es señalizada en los recursos indicados por la SCS recibida y a través de los cuales el ICD transmisor intentará recibir la PI. Por ejemplo, una PI puede ser enviada por un NICD después de la detección de una SCS, donde la SCS actúa como un marcador de los recursos donde puede ser enviada la PI, y también puede indicar diferentes elecciones posibles de cobertura cuando se usan diferentes secuencias de SCS.

En algunos ejemplos, la PI transmitida por un NICD no está dirigida hacia un ICD particular. Por ejemplo, en escenarios donde múltiples ICDs están transmitiendo SCSs idénticas, puede que no sea posible que un NICD identifique/distinga cual ICD transmitió una SCS recibida dada. En algunos ejemplos, la PI también puede no ser indicativa del número o identidad de los NICDs que reciben las SCSs transmitidas. Por ejemplo, una señal de PI de un NICD particular puede ser recibida por múltiples ICDs en rango, y/o señales de PI de múltiples NICDs que reciben SCSs de diferentes ICDs pueden ser recibidas en un ICD dado incluso si esa SCS del ICD no fue recibida en algunos o todos los NICDs asociadas con las PIs recibidas. En tales ejemplos, los recursos de sistema pueden ser conservados evitando el coste de identificar dispositivos específicos hasta durante la porción de configuración de conexión de los procedimientos de cobertura secundaria de ejemplo divulgados en este documento.

En ejemplos en los cuales la red emplea la misma secuencia de SCS y señal de PI para algunos o todos los ICDs y NICDs, respectivamente, la misma PI puede ser recibida por varios ICDs, uno o más de los cuales pueden luego iniciar a funcionar como nodos de retransmisión. Usando las PIs recibidas de los NICDs por los ICDs y reportadas por los ICDs a la red, la red puede determinar cuáles ICDs pueden servir a varios NICDs, conservando de esa manera recursos de sistema que de otro modo serían requeridos para operar múltiples ICDs como nodos de retransmisión.

Volviendo a la figura 9, el escenario 900 de ejemplo representa la transmisión de las PIs 905B, 905C, 905K y 905L por los NICDs 105B, 105C, 105K y 105L en respuesta a recibir un conjunto previo de transmisiones de SCS (por ejemplo, tales como las SCSs 805A, 805F, 805G y 805I ilustradas en el escenario 800 de ejemplo de la figura 8). En el ejemplo ilustrado de la figura 9, las PIs 905B, 905C, 905K y 905L se muestran como elipses discontinuas que representan las regiones en las cuales se pueden recibir las respectivas PIs. En algunos ejemplos, solo algunos de los ICDs que transmitieron SCSs (por ejemplo, tales como los ICDs 105A, 105F y 105I de ejemplo en la figura 9) reciben PIs y hacen transición a operar como nodos de retransmisión. Los otros ICDs (por ejemplo, el ICD 105G de ejemplo en la figura 9) pueden permanecer como ICDs que continúan operando en modo de vigilancia y, de este modo, continúan transmitiendo sus respectivas SCSs. Sin embargo, los ICDs (por ejemplo, el ICD 105A, 105F y 105I) que reciben PIs reportan la recepción de las PIs a la red y, de este modo, la red conoce que tienen el potencial de proporcionar cobertura secundaria a uno o más NICDs (por ejemplo, los NICDs 105B, 105C, 105K y 105L de la figura 9) que se beneficiarían de una cobertura secundaria. Las transmisiones de SCS y las siguientes transmisiones de PI pueden producirse en iteraciones consecutivas. En algunos ejemplos, los NICDs que permanecen fuera de servicio esperan recibir transmisiones de SCS, y luego esperan la oportunidad indicada para transmitir PI. En ese momento, los NICDs que han decodificado con éxito una SCS de una iteración previa pueden transmitir sus respectivas PIs para indicar su presencia a cualquier ICD en las cercanías.

Los siguientes son ejemplos de recursos y señales que pueden estar configurados y usados para transmitir PIs. Como se describió anteriormente, los NICDs monitorizan las transmisiones de SCS desde los ICDs para determinar una oportunidad para enviar una señal de PI, tal como determinando (por ejemplo, desde la SCS recibida) los recursos a través de los cuales puede ser enviada una señal de PI. Los ICDs, a su vez, monitorizan estos recursos para posibles transmisiones de PI desde NICDs. En algunos ejemplos, un eNB, tal como el eNB 110A, puede proporcionar información de configuración a los ICDs (por ejemplo, el ICD 105A) servidos por el eNB indicando las subtramas y/o recursos (por ejemplo, RBs, símbolos, subportadores, etc.) en los cuales pueden ser transmitidas indicaciones de presencia. En algunos ejemplos, un ICD transmite su SCS de tal manera que un NICD receptor determina, con base en cuándo fue recibida la SCS, cuándo el NICD tendrá una oportunidad de transmitir su PI. Por ejemplo, los NICDs pueden estar configurados para transmitir sus señales de PI a un número particular (por ejemplo, 10 o algún otro número) de subtramas después de la recepción de una SCS.

En otros ejemplos, la información con respecto al momento en el cual un ICD está buscando recibir indicaciones de presencia de NICDs es transportado por el ICD en una transmisión de SCS-R subsecuente, que puede ser una variación de la SCS. En tales ejemplos, la SCS-R es detectable en los NICDs e indica implícitamente un tiempo asignado para la transmisión de PI. En tales ejemplos, NICDs que reciben una SCS pueden detectar la posibilidad de obtener cobertura secundaria, pero esperan la recepción de una transmisión de SCS-R subsecuente para determinar cuándo transmitir su PI. Estos NICDs también pueden estar configurados para derivar los recursos para transmitir la PI desde la SCS-R recibida. Por ejemplo, los recursos para transmitir señales de PI pueden estar configurados para ser un número particular (por ejemplo, 10 o algún otro número) de subtramas después de que la SCS-R es recibida por un NICD en los 6 RBs centrales. El beneficio de tal mecanismo es que, mientras que las SCSs periódicas pueden ser usadas para indicar cobertura, la SCS-R puede indicar ocasiones específicas donde son reservados recursos para PI. Esto permite que la SCS se aprovisione independientemente de las ocasiones de PI, lo cual puede requerir más recursos debido a que, por ejemplo, la transmisión de PI puede no estar alineada con la temporización de enlace ascendente y, de este modo, puede beneficiarse de tener un tiempo de seguridad reservado para la recepción de transmisiones de PI.

En algunos ejemplos, las secuencias de ZC particulares pueden ser reservadas (por ejemplo, por futura estandarización) para SCS y SCS-R. Por ejemplo, si es usada una secuencia ZC de longitud 64 para la SCS, entonces una de las tres raíces puede ser usada para la SCS, mientras que otra raíz puede ser usada para SCS-R. De esta manera, la SCS-R usada para señalar la oportunidad de enviar la PI es claramente detectable en los NICDs en relación con la SCS usada para señalar la disponibilidad de cobertura secundaria.

En algunos ejemplos, un eNB puede configurar ICDs servidos por el eNB con la periodicidad y/o temporización de los recursos a través de los cuales puede ser transmitida una PI, además de proporcionar la temporización de la SCS. La temporización de los recursos de PI puede ser especificada por el eNB en términos de subtramas de UL. Por ejemplo, la temporización de los recursos de PI puede ser indicada por el eNB para que coincida con las propias asignaciones de PRACH de eNB si PRACH es usado para transmitir señales de PI, como se describe con detalle adicional a continuación.

Como se describió anteriormente, la señal de PI indica, a un ICD receptor, la presencia de al menos un NICD. Sin embargo, en algunos ejemplos, la PI no proporciona identificación o discriminación adicional del NICD particular que transmitió la PI.

También, en algunos ejemplos, el NICD deriva la temporización de PI de una SCS u otra transmisión de ICD a NICD recibida de un ICD. Esto se debe a que un NICD aún no está en un área de cobertura primaria y, de este modo, aún no ha recibido un comando de alineación de tiempo de la red. Por consiguiente, un NICD puede establecer la temporización de PI y transmitir una señal de PRI de una manera análoga a cómo un UE establece la temporización cuando transmite en PRACH.

Además, en algunos ejemplos, el NICD está configurado para usar un preámbulo de PRACH particular para señalar su PI en subtramas especificadas que tienen recursos reservados para la transmisión de PI. En tales ejemplos, un preámbulo de PRACH particular, denominado en este documento como el preámbulo de PI (PIP), o conjunto de PIPs, es reservado con el propósito de transportar PIs en una celda y, de este modo, no es usado por UEs para otras transmisiones de PRACH en el área de cobertura de esa celda. Por ejemplo, los NICDs pueden estar configurados (por ejemplo, cuando el NICD estaba previamente en cobertura) o preprogramados (por ejemplo, con base en una especificación estándar) con los PIPs que van a ser usados para transporta sus respectivas PIs, y el mismo o diferentes PIPs pueden ser usados para diferentes NICDs.

En algunos ejemplos en los cuales son usados PIPs para transportar PIs, los ICDs configurados por el eNB para transmitir SCSs en la celda intentan decodificar el PRACH de UL en las subtramas particulares donde los ICDs están configurados para buscar PIPs. Esto se debe a que, en tales ejemplos, un NICD que puede decodificar una SCS y desea cobertura secundaria transmitirá su PIP en un PRACH en una oportunidad con base en la temporización y frecuencia derivadas de la SCS recibida (o derivadas de una SCS-R asociada con la SCS recibida), como se describió anteriormente.

En algunos ejemplos, la red puede amortizar la sobrecarga de reservar una asignación de PRACH para el envío de la señal de PI usando asignaciones de PRACH existentes, donde la configuración de PRACH es de tal manera que al menos el PIP no está configurado para ser usado por ICDs. En tales ejemplos, los ICDs que están configurados para intentar detectar un PIP no pueden recibir datos de DL en esa subtrama en un sistema de FDD.

En algunos ejemplos, debido a la posibilidad de que los NICDs aún no hayan estado en ningún área de cobertura primaria y, de este modo, no hayan tenido una oportunidad de obtener ninguna configuración de red antes de detectar una SCS, valores predeterminados para los parámetros de RACH usados para enviar PIPs, tales como secuencia de raíz y etapas de aumento de potencia, pueden estar preprogramados (por ejemplo, con base en una futura especificación estándar) en los NICDs.

En algunos ejemplos, un eNB también configura, o indica dinámicamente, los recursos que van a ser usados por ICDs para reportar la detección de PIs de NICDs. Tal reporte puede ser en la forma de un mensaje que indique la detección

de PI. Por ejemplo, en el caso de que las señales de PI son implementadas mediante transmisiones de PRACH, el reporte de un PIP recibido puede ser transportado por el ICD al eNB usando el mensaje de control de recursos de radio (RRC) de ejemplo de la Tabla 1.

PIResult ::= SEQUENCE {	
pip-Recv	SEQUENCE {
pip	PI-RACH-Preamble
}	OPTIONAL,
}	

Tabla 1

- 5 Se ilustra un ejemplo del elemento de información (IE) de Preámbulo de PI-RACH de la Tabla1 en la Tabla 2.

-- ASN1START
PI-RACH-Preamble ::= SEQUENCE {
ra-PreambleIndex INTEGER (0..63),
ra-PRACH-MaskIndex INTEGER (0..15)
}
-- ASN1STOP
<i>ra-PRACH-MaskIndex</i>
Índice de Máscara de PRACH señalado explícitamente para selección de Recursos de Acceso Aleatorio (RA) como se especifica en, por ejemplo, 3GPP TS 36.321, V11.3.0 (julio de 2013), que se incorpora por la presente mediante referencia en su totalidad.
<i>ra-PreambleIndex</i>
Preámbulo de Acceso Aleatorio señalado explícitamente para selección de Recursos de RA como se especifica en, por ejemplo, 3GPP TS 36.321, V11.3.0.

Tabla 2

En algunos ejemplos, un ICD puede notificar adicional o alternativamente al eNB de un PIP recibido por medio de señalización adicional (por ejemplo, tal como la asociada con las Tablas 1 y 2) incluida dentro de un reporte de medición enviado al eNB.

- 10 La figura 10 ilustra un escenario 1000 de ejemplo en el cual los ICDs 105A, 105F y 105I de ejemplo están configurados para habilitar la funcionalidad de RN de acuerdo con la solución de cobertura secundaria de ejemplo representada por el diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo de la figura 7. En el ejemplo ilustrado de la figura 10, al usar los reportes de PIs que fueron detectadas por ICDs configurados para enviar SCSs, la red puede discriminar aquellos uno o más ICDs que tienen una alta probabilidad de poder proporcionar cobertura secundaria a uno o más NICDs. En
15 tales ejemplos, los ICDs apropiados pueden ser identificados, seleccionados y configurados para proporcionar cobertura secundaria como sigue.

- Por ejemplo, después de que una PI de un NICD es recibida por uno o más ICDs que operan en modo de vigilancia, los ICDs indican la recepción de PI, posiblemente junto con características medidas de la señal de PI recibida, a su eNB de servicio. Luego el eNB selecciona (por ejemplo, con base en uno o más criterios, tales como número de PIs reportadas como recibidas en un intervalo de tiempo particular, la fuerza de las PIs reportadas como recibidas, número de ICDs cercanos que también reportan PIs, y/o como se describe de otro modo en este documento) y envía señales a uno o más de los ICDs para salir del modo de vigilancia e iniciar a funcionar como nodos de retransmisión de LTE.

De acuerdo con las especificaciones de LTE, a estos ICDs son asignados identificadores de celda por el eNB, junto con los parámetros para que la información de MIB y SIB sea transmitida por los ICDs cuando funcionan como nodos de retransmisión. En algunos ejemplos, los nodos de retransmisión operan en una o más frecuencias portadoras para conectarse con los NICDs que son diferentes de la frecuencia o frecuencias portadoras usadas por el eNB para proporcionar cobertura primaria en la celda. Los ICDs configurados para ser nodos de retransmisión luego transmiten sus respectivas señales de sincronización de celda (por ejemplo, PSS/SSS) y MIB y SIBs con base en la configuración recibida del eNB, de la misma manera que las retransmisiones de LTE existentes. Sin embargo, las técnicas de cobertura secundaria de ejemplo divulgadas en este documento no se limitan a retransmisiones que operan de acuerdo con la especificación de retransmisión de LTE existente. En vez de esto, es suficiente que los ICDs seleccionados funcionen como nodos de retransmisión en un sentido genérico de acuerdo con cualquier técnica de comunicación capaz de soportar cobertura secundaria a través de retransmisiones o mecanismos similares.

Volviendo a la figura 10, el escenario 1000 de ejemplo representa una operación de ejemplo en la cual, con base en uno o más de los criterios de selección divulgados anteriormente, la red selecciona ICDs 105A, 105F y 105I para ser configurados como nodos de retransmisión que proporcionan cobertura secundaria. La funcionalidad de nodo de retransmisión de los ICDs 105A, 105F y 105I seleccionados luego es habilitada de tal manera que estos ICDs sean capaces de implementar áreas 1005A, 1005F y 1005I de cobertura de nodo de retransmisión de ejemplo respectivas en el ejemplo ilustrado. La información de identificación de celda diferente puede estar configurada para dos o más de los ICDs 105A, 105F y 105I que actúan como nodos de retransmisión. Los identificadores de celda pueden entonces ser usados por los NICDs en las cercanías de los ICDs 105A, 105F y 105I para determinar el mejor ICD del cual obtener cobertura secundaria. Por ejemplo, el NICD 105K puede detectar las señales de sincronización de celda y MIB/SIBs radiodifundidos por ambos ICDs 105F y 105I que operan como nodos de retransmisión, y usar los identificadores de celda respectivos para estos ICDs para determinar a cuál de los ICDs 105F y 105I el NICD 105K está para solicitar cobertura secundaria.

En algunos ejemplos, después de transmitir sus respectivas PIs, los NICDs reanudan o continúan realizando sus respectivos procedimientos de búsqueda de celdas para encontrar nuevas celdas que han sido iniciadas debido a que uno o más ICDs están configurados para iniciar a actuar como nodos de retransmisión. En tales ejemplos, los NICDs pueden conectarse a la red a través de tales nodos de retransmisión recientemente establecidos, posiblemente de una manera similar a como los NICDs se conectarían a las celdas de LTE existentes. En algunos ejemplos, el eNB indica además a los UEs en cobertura en el rango de los nodos de retransmisión recientemente habilitados que sus celdas de retransmisión asociadas deben evitarse, lo cual puede ayudar a reducir el consumo de potencia de los ICDs que ahora están funcionando como retransmisiones.

En algunos ejemplos, los ICDs que no fueron seleccionados para convertirse en nodos de retransmisión permanecen en modo de vigilancia y, de este modo, pueden continuar el proceso de transmitir sus respectivas señales de SCS e intentar detectar señales de PI recibidas. También, uno o más ICDs que habían conmutado al modo de retransmisión, pero ya sea que no recibieron un RACH de ningún NICD o que ya no estaban sirviendo a ningún NICD, pueden ser conmutados de vuelta por la red (por ejemplo, a través de señalización de eNB) al modo de vigilancia como ICDs o al modo conectado como UEs en cobertura.

La figura 11 ilustra un escenario 1100 de ejemplo en el cual los ICDs 105A, 105F y 105I de ejemplo están configurados para habilitar la funcionalidad de RN de acuerdo con la solución de cobertura secundaria de ejemplo representada por el diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo de la figura 7. El escenario 1100 de ejemplo también ilustra las conexiones de ejemplo correspondientes, representadas por flechas bidireccionales, que son usadas para proporcionar a los NICDs 105B, 105C, 105K y 105L cobertura secundaria a la red. También, aunque no se muestra, en algunos ejemplos uno o más de los ICDs que fueron configurados para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión pueden revertir del modo de nodo de retransmisión de vuelta al modo de vigilancia debido a que esos ICDs en última instancia no eran necesarios para conectarse a ningún NICD (por ejemplo, después de un período de tiempo de espera). Por ejemplo, la red puede monitorizar los ICDs que han sido configurados para actuar como nodos de retransmisión después de reportar una PI, pero que no establecieron una conexión con ningún NICD. En tales ejemplos, la red, o los propios ICDs, pueden usar un temporizador para determinar cuándo revertir de vuelta para ser un ICD en el modo de vigilancia (por ejemplo, si no es recibida una solicitud de conexión de un NICD dentro de un período de tiempo de espera particular). Adicionalmente, los reportes de medición de los NICDs que se han conectado a los ICDs que actúan como nodos de retransmisión pueden ser usados por la red para determinar si cualquier otra celda (por ejemplo, celdas primarias implementadas por eNBs y/o celdas secundarias implementadas por nodos de retransmisión) son medibles por el NICD. Esta información puede ser transportada al eNB donante que está para proporcionar cobertura secundaria, y el eNB donante puede entonces determinar cual cobertura de los ICDs en modo de nodo de retransmisión no está superpuesta y, de este modo, puede reutilizar los recursos entre los nodos de retransmisión, donde sea posible.

En algunos ejemplos, puede ser usado un preámbulo de PRACH reservado, denominado el preámbulo de PRACH de cobertura secundaria (SCPP), que también es una secuencia de ZC similar a la PSS, en vez de una señal similar a SRS para implementar la SCS divulgada anteriormente. Tal SCPP puede ser indicado como reservado para SCS en la radiodifusión de SIB por un eNB, y/o especificado en la configuración de RRC enviada por el eNB a un ICD. En tales ejemplos, el eNB ignora los SCPPs recibidos de un UE. En vez de esto, los NICDs buscan decodificar un número (por ejemplo, uno o más) de estos SCPPs en PRACHs en un tiempo especificado para inferir de esa manera que la

cobertura secundaria está disponible. En algunos ejemplos, los PRACHs son transmitidos en un desplazamiento de tiempo particular desde el inicio de los recursos de tiempo de PRACH, con el fin de proporcionar una temporización consistente de la señal recibida en los NICDs.

Nótese que los NICDs no necesitan tener una noción precisa de temporización de UL antes de transmitir la PI. Basta con una noción aproximada de temporización de DL. Por lo que múltiples SCSs recibidas de ICDs (por ejemplo, que pueden estar conectadas al mismo o diferentes eNB) en diferentes momentos permiten que un NICD elija una o más de las SCSs a las cuales responder. El SCPP, posiblemente junto con algunos parámetros adicionales, tales como la secuencia de raíz, puede estar configurado o preprogramado en NICDs, cuyo procedimiento de búsqueda de celda es enmendado para incluir la búsqueda de la una (o unas pocas) secuencias de ZC que corresponden al SCPP. Adicionalmente, otro preámbulo reservado, que está configurado de manera similar en los NICDs y ICDs, puede ser usado como la SCS-R definida anteriormente.

En algunos ejemplos, diferentes ICDs están configurados con diferentes SCSs (y/o posiblemente SCS-Rs) para permitir que un NICD que recibe una SCS determine una celda (por ejemplo, eNB donante) y/o un ICD al cual el NICD prefiere conectarse para obtener cobertura secundaria. Tales ejemplos pueden emplear un conjunto más grande de posibles señales de SCS (y posiblemente SCS-R) para ser decodificadas en el NICD, pero permiten que la red requiera menos ICDs para conmutar al modo de retransmisión al proporcionar a los NICDs una forma de discriminar entre los ICDs (por ejemplo, con base en calidad de señal) cuando se solicita una conexión de cobertura secundaria. En algunos ejemplos, las PIs que corresponden a los diferentes NICDs también pueden ser distintas. En algunos ejemplos, se pueden proporcionar SCSs distintas a algunos subconjuntos de ICDs para indicar diferentes clases de cobertura secundaria.

Una consideración en el diseño de la SCS es que debe ser distinguible de PSS/SSS que es usada para la cobertura primaria. Ésta es una razón por la que los procedimientos de cobertura secundaria de ejemplo divulgados en este documento utilizan una SCS que es enviada en los recursos de UL. Sin embargo, una distinción entre la SCS y PSS/SSS puede no ser un problema en la etapa de búsqueda inicial de celdas, debido a que se espera que los UEs heredados puedan manejar la existencia de PSS/SSS de celdas que pueden no permitirles alojarse o RACH. Como tal, en algunos ejemplos, los mismos recursos que PSS/SSS pueden ser usados para transmitir la SCS (por ejemplo, tal como la SCS que es transmitida en el espectro de DL de un sistema de FDD). En otros ejemplos que son usados en un sistema de TDD, o donde la transmisión de SCS se produce en el espectro de DL de un sistema de FDD, puede ser ahorrada algo de potencia consumida en UEs heredados para la búsqueda de celdas especificando que la SCS va a ser ubicada fuera de los 6 RBs centrales. Dado que los NICDs no son heredados, los recursos de frecuencia para tales SCS pueden estar preprogramados o configurados.

En algunos ejemplos, puede ser usada una transmisión de SRS desde el NICD para la PI en vez de un PIP de PRACH, como se divulga anteriormente. Los parámetros para que tal SRS sea usada como una PI, que pueden incluir la potencia de transmisión y la secuencia particular (por ejemplo, secuencia de símbolos compleja), pueden estar preconfigurados tanto en el NICD como en los ICDs. Dado que la temporización de transmisión del NICD se basa en la SCS, y no ha sido enviado ningún comando similar a avance de tiempo al NICD antes de su transmisión de la PI, el eNB asigna el tiempo de seguridad y la frecuencia alrededor de la transmisión de PI esperada. Por consiguiente, en tales ejemplos, se puede esperar que los ICDs intenten decodificar la señal de PI probando unas pocas posibilidades de temporización de transmisión.

La figura 12 representa un diagrama 1200 de temporización de ejemplo que ilustra relaciones de temporización de ejemplo entre SCSs de ejemplo y PIs de ejemplo asociadas transportadas de acuerdo con la segunda solución de cobertura secundaria de ejemplo representada por el diagrama 700 de secuencia de mensajes de ejemplo de la figura 7. En el diagrama 1200 de temporización de ejemplo de la figura 2, el ICD 105A de ejemplo transmite una primera SCS 1205 de ejemplo por primera vez, y el ICD 705 de ejemplo transmite una segunda SCS 1210 de ejemplo por segunda vez. Los ICDs 105A y 705 están recibiendo cobertura primaria del eNB 110 de ejemplo y, de este modo, la temporización de sus transmisiones de UL está alineada con la temporización de UL del eNB 110. Por consiguiente, las SCSs 1205 y 1210 son transmitidas por los respectivos ICDs 105A y 705 a veces entre sí de tal manera que las SCSs 1205 y 1210 llegan al mismo tiempo al eNB 110 (que está representado por las respectivas flechas 1215 y 1220 dirigidas hacia abajo).

Sin embargo, el NICD 105B de ejemplo de la figura 12 puede no estar ubicado a las mismas distancias de los respectivos ICDs 105B y 705 como está el eNB 110. Por consiguiente, las SCSs 1205 y 1210 pueden ser recibidas por el NICD 105B separadas en tiempo por como máximo el retraso de trayectoria de la celda. La recepción de las SCSs 1205 y 1210 en el NICD 105B está representada por las respectivas flechas 1225 y 1230 dirigidas hacia abajo en el diagrama 1200 de temporización de ejemplo. En el ejemplo ilustrado, el NICD 105B transmite las respectivas PIs 1235 y 1240 de ejemplo en respuesta a la recepción de las SCSs 1205 y 1210. Sin embargo, las PIs 1235 y 1240 pueden estar desplazadas debido al desplazamiento correspondiente entre las señales 1225 y 1230 de SCS recibidas. Sin embargo, al usar recursos de UL para la transmisión de PI que incluyen bandas de seguridad, tales como las bandas 1245 y 1250 de seguridad de PRACH de ejemplo asociadas con transmisiones de PRACH, es posible permitir tales retrasos de trayectoria y acomodar los diferentes tiempos en los cuales las transmisiones de PI de NICDs pueden ser recibidos en diferentes ICDs, como se ilustra en el diagrama 1200 de temporización de ejemplo de la figura 12.

Mientras que han sido ilustradas maneras de ejemplo de implementar el sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo en las figuras 1-12, pueden ser combinados, divididos, redispuestos, omitidos, eliminados y/o implementados de cualquier otra forma uno o más de los elementos, procesos y/o dispositivos ilustrados en las figuras 1-12. Adicionalmente, el sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y/o el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo de las figuras 1-12 pueden ser implementados mediante hardware, software, firmware y/o cualquier combinación de hardware, software y/o firmware. De este modo, por ejemplo, cualquiera del sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y/o el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo podrían ser implementados mediante uno o más circuitos analógicos o digitales, circuitos lógicos, procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica (ASICs), dispositivos lógicos programables (PLDs) y/o dispositivos lógicos programables en campo (FPLDs). Cuando se lee cualquiera de las reivindicaciones de aparato o sistema de esta patente para cubrir una implementación puramente de software y/o firmware, al menos uno del sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y/o el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo es/son definidos expresamente por la presente para incluir un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador tangible o disco de almacenamiento tal como una memoria, un disco versátil digital (DVD), un disco compacto (CD), un disco Blu-ray, etc. que almacena el software y/o firmware. Aún, adicionalmente, el sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo de las figuras 1-12 pueden incluir uno o más elementos, procesos y/o dispositivos además de, o en vez de, los ilustrados en las figuras 1-12, y/o pueden incluir más de uno de cualquiera o todos los elementos, procesos y dispositivos ilustrados.

Diagramas de flujo representativos de procesos de ejemplo para implementar el sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y/o el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo de las figuras 1-12 se muestran en las figuras 13-15. En estos ejemplos, los procesos pueden ser implementados por uno o más programas que comprenden instrucciones legibles por máquina para ejecución por un procesador, tal como el procesador 1612 mostrado en la plataforma 1600 de procesador de ejemplo discutida a continuación en relación con la figura 16. El uno o más programas, o porciones de los mismos, pueden estar incorporados en software almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible tal como un CD-ROM, un disco flexible, un disco duro, un disco versátil digital (DVD), un disco Blu-ray™, o una memoria asociada con el procesador 1612, pero el programa o programas completos y/o porciones de los mismos podrían ser ejecutados alternativamente por un dispositivo aparte del procesador 1612 y/o incorporados en firmware o hardware dedicado (por ejemplo, implementados por un ASIC, un PLD, un FPLD, lógica discreta, etc.). También, uno o más de los procesos representados por los diagramas de flujo de las figuras 13-15, o una o más porciones de los mismos, pueden ser implementados manualmente. Adicionalmente, aunque los procesos de ejemplo se describen con referencia a los diagramas de flujo ilustrados en las figuras 13-15, muchos otros métodos de implementación del sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y/o el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo pueden ser usados de manera alternativa. Por ejemplo, con referencia a los diagramas de flujo ilustrados en las figuras 13-15, el orden de ejecución de los bloques puede ser cambiado, y/o algunos de los bloques descritos pueden ser cambiados, eliminados, combinados y/o subdivididos en múltiples bloques.

Como se mencionó anteriormente, los procesos de ejemplo de las figuras 13-15 pueden ser implementados usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador y/o máquina) almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible, tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), un disco compacto (CD), un disco digital versátil (DVD), un caché, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento en el cual es almacenada información por cualquier duración (por ejemplo, durante periodos de tiempo extendidos, permanentemente, por breves instancias, para almacenamiento en búfer, y/o para almacenamiento en caché de manera temporal de la información). Como se usa en este documento, el término medio de almacenamiento legible por ordenador tangible se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento y/o disco de almacenamiento legible por ordenador y para excluir señales de propagación. Como se usa en este documento, "medio de almacenamiento legible por ordenador tangible" y "medio de almacenamiento legible por máquina tangible" son usados de manera intercambiable. Adicional o alternativamente, los procesos de ejemplo de las figuras 13-15 pueden ser implementados usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador y/o máquina) almacenadas en un medio legible por ordenador y/o máquina no transitorio tal como una unidad de disco

duro, una memoria flash, una ROM, un CD, un DVD, un caché, una RAM y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento en el cual es almacenada información por cualquier duración (por ejemplo, durante periodos de tiempo extendidos, permanentemente, por breves instancias, para almacenamiento en búfer, y/o para almacenamiento en caché de manera temporal de la información). Como se usa en este documento, el término medio legible por ordenador no transitorio se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo o disco legible por ordenador y para excluir señales de propagación. Como se usa en este documento, cuando la expresión "al menos" es usada como el término de transición en un preámbulo de una reivindicación, es abierta de la misma manera que el término "que comprende" es abierto. También, como se usa en este documento, los términos "legible por ordenador" y "legible por máquina" son considerados equivalentes a menos que se indique otra cosa.

Un proceso 1300 de ejemplo que puede ser ejecutado para implementar el procesador 205 en cobertura de ejemplo del procesador 120 de cobertura secundaria de ejemplo de la figura 2 se ilustra en la figura 13. Como se divulga anteriormente, el procesador 120 de cobertura secundaria de la figura 2 puede ser incluido en un UE, tal como los UEs 105A-C, y el procesador 205 en cobertura puede ser usado para implementar el procesamiento de ICD en tal UE. Por conveniencia y sin pérdida de generalidad, la operación del proceso de ejemplo de 1300 se describe desde la perspectiva del procesador 120 de cobertura secundaria que es incluido en el ICD 105A de ejemplo. Con referencia a las figuras precedentes y descripciones escritas asociadas, el proceso 1300 de ejemplo de la figura 13 comienza la ejecución en el bloque 1305 en el cual el procesador 205 en cobertura del ICD 105A obtiene cualquier información de configuración de cobertura secundaria, tal como cualquier información para configurar la generación/transmisión de SCS, generación/transmisión de SCS-R, temporización de PI, etc., de un nodo de acceso de servicio, tal como el eNB 110. La información de configuración recibida en el bloque 1305, o configuración recibida posteriormente, también puede instruir al procesador 205 en cobertura que haga que el ICD 105A comience a transmitir su SCS, como se describió anteriormente.

En el bloque 1310, el procesador 205 en cobertura hace que el ICD 105A haga transición al modo de vigilancia y comience a transmitir su SCS (y SCS-R, si está configurada) para indicar que el ICD 105A puede proporcionar cobertura secundaria, como se describió anteriormente. En el bloque 1315, el procesador 205 en cobertura realiza la detección de PI para intentar detectar cualquier PI que pueda ser recibida de cualquier NICD, tal como de uno o más de los NICDs 105B-C. Tales PIs, si se detectan, pueden o pueden no ser recibidas en respuesta a las transmisiones de SCS iniciadas en el bloque 1310, como se describió anteriormente. En el bloque 1318, el procesador 205 en cobertura determina si ha sido recibida alguna PI. Si fue recibida al menos una PI (bloque 1318), entonces en el bloque 1320 el procesador 205 en cobertura hace que el ICD 105A reporte la detección de las PIs en el bloque 1315 al eNB 110 que sirve al ICD 105A, como se describió anteriormente. De lo contrario, el procesamiento regresa al bloque 1310.

En el bloque 1325, el procesador 205 en cobertura determina si el ICD 105A ha recibido cualquier configuración de nodo de retransmisión del eNB 110 en respuesta a las PIs reportadas en el bloque 1320. Si el ICD 105A no ha recibido ninguna información de configuración de nodo de retransmisión (bloque 1325), entonces el procesador 205 en cobertura hace que el ICD 105A continúe operando en modo de vigilancia y, de este modo, el procesamiento regresa al bloque 1310 y los bloques subsecuentes al mismo. Sin embargo, si el ICD 105A ha recibido información de configuración de nodo de retransmisión (bloque 1325), entonces en el bloque 1330 el procesador 205 en cobertura obtiene la información de configuración de nodo de retransmisión del eNB 110, como se describió anteriormente. Luego, en el bloque 1335, el procesador 205 en cobertura hace que el ICD 105A detenga sus transmisiones de SCS y salga del modo de vigilancia, y en el bloque 1340, el procesador 205 en cobertura hace que el procesador 115A de nodo de retransmisión del ICD 105A habilite la funcionalidad de nodo de retransmisión, como se describió anteriormente.

Un proceso 1400 de ejemplo que puede ser ejecutado para implementar el procesador 210 sin cobertura de ejemplo del procesador 120 de cobertura secundaria de ejemplo de la figura 2 se ilustra en la figura 14. Como se divulga anteriormente, el procesador 120 de cobertura secundaria de la figura 2 puede ser incluido en un UE, tal como los UEs 105A-C, y el procesador 210 sin cobertura puede ser usado para implementar el procesamiento de NICD en tal UE. Por conveniencia y sin pérdida de generalidad, la operación del proceso de ejemplo de 1400 se describe desde la perspectiva del procesador 120 de cobertura secundaria que se incluye en el NICD 105B de ejemplo. Con referencia a las figuras precedentes y descripciones escritas asociadas, el proceso 1400 de ejemplo de la figura 14 comienza la ejecución en el bloque 1405 en el cual el procesador 210 sin cobertura del NICD 105B obtiene cualquier información de configuración de cobertura secundaria, tal como cualquier información para configurar la detección de SCS, detección de SCS-R, generación/transmisión de PI, etc., como se describió anteriormente. Por ejemplo, la información de configuración recibida en el bloque 1405 puede ser preprogramada y/o recibida desde un nodo de acceso en un momento previo durante el cual el NICD 105B estaba conectado a la red.

En el bloque 1408, el procesador 210 sin cobertura hace que el NICD 105B realice la detección de SCS para detectar una o más transmisiones de SCS desde uno o más ICDs, tal como el ICD 105A, como se describió anteriormente. Si se detecta una SCS (bloque 1408), entonces en el bloque 1410 el procesador 210 sin cobertura recibe la SCS detectada. En el bloque 1415, el procesador 210 sin cobertura hace que el NICD 105B transmita una o más PIs en respuesta a las transmisiones de SCS recibidas en el bloque 1410, como se describió anteriormente. En el bloque 1420, el procesador 210 sin cobertura determina si el NICD 105B ha detectado subsecuentemente cualquier señal de sincronización radiodifundida y/o información de sistema indicativa de la presencia de una celda. Si no se detecta tal información indicativa de la presencia de una celda (bloque 1420), entonces el procesador 210 sin cobertura hace que

el NICD 105B continúe intentando detectar transmisiones de SCS desde ICDs cercanos y, de este modo, el procesamiento regresa a los bloques 1410 y los bloques subsecuentes al mismo. Sin embargo, es detectada información indicativa de la presencia de una celda (bloque 1420), entonces en el bloque 1425, el procesador 210 sin cobertura hace que el NICD 105B se aloje en la celda asociada con las señales de sincronización recibidas y/o información de sistema. Por ejemplo, y como se describió anteriormente, la celda en el bloque 1425 puede ser implementada mediante un ICD, tal como el ICD 105A, que fue configurado para operar como un nodo de retransmisión para proporcionar cobertura secundaria en respuesta a las PIs transmitidas en el bloque 1415.

Un proceso 1500 de ejemplo que puede ser ejecutado para implementar el controlador 125 de nodo de retransmisión de ejemplo de un nodo de acceso de ejemplo, tal como el eNB 110 ejemplo de la figura 1, se ilustra en la figura 15. Como se divulga anteriormente, el controlador 125 de nodo de retransmisión es incluido en un nodo de acceso de ejemplo, tal como el eNB 110, para controlar si la funcionalidad de nodo de retransmisión está configurada en un ICD servido por el nodo de acceso, tal como el ICD 105A. Por conveniencia y sin pérdida de generalidad, la operación del proceso de ejemplo de 1500 se describe desde la perspectiva del controlador 125 de nodo de retransmisión que se incluye en el eNB 110 de ejemplo. Con referencia a las figuras precedentes y descripciones escritas asociadas, el proceso 1500 de ejemplo de la figura 15 comienza la ejecución en el bloque 1505 en el cual el controlador 125 de nodo de retransmisión hace que el eNB 110 transmita (por ejemplo, a través de señalización de radiodifusión, señalización dedicada de unidifusión, etc.) información de configuración de cobertura secundaria, tal como cualquier información para configurar la generación/transmisión de SCS, generación/transmisión de SCS-R, temporización de PI, etc., a uno o más ICDs, tal como el ICD 105A, que es servido por el eNB 110. La información de configuración transmitida en el bloque 1505 también instruye a los ICDs receptores que ingresen en el modo de vigilancia y comenzar a transmitir sus respectivas SCSs, como se describió anteriormente.

En el bloque 1510, el controlador 125 de nodo de retransmisión del eNB 110 recibe uno o más reportes de uno o más ICDs, tal como el ICD 105A, reportando la detección de una o más PIs desde uno o más NICDs, tal como uno o más de los NICDs 105B-C, como se describió anteriormente. En el bloque 1515, el controlador 125 de nodo de retransmisión evalúa uno o más criterios, como se describió anteriormente, para determinar si configurar cualquier ICD asociado con un reporte de PI recibido en el bloque 1510 como un nodo de retransmisión que está para proporcionar cobertura secundaria. Si ningún ICD va a ser configurado como un nodo de retransmisión (bloque 1515), entonces el controlador 125 de nodo de retransmisión espera recibir reportes de PI adicionales de los ICDs y, de este modo, el procesamiento regresa al bloque 1510. Sin embargo, si al menos un ICD va a ser configurado como un nodo de retransmisión (bloque 1515), entonces en el bloque 1520 el controlador 125 de nodo de retransmisión hace que el eNB 110 envíe configuración de nodo de retransmisión a uno o más de los ICDs asociados con los reportes de PI recibidos en el bloque 1510. Por ejemplo, y como se describió anteriormente, la configuración de nodo de retransmisión enviada en el bloque 1520 puede hacer que un ICD receptor detenga sus transmisiones de SCS, salga del modo de vigilancia y habilite la funcionalidad de nodo de retransmisión para proporcionar cobertura secundaria a cualquier NICD en las cercanías del ICD, que puede o puede no incluir un NICD del cual el ICD recibió una PI.

La figura 16 es un diagrama de bloques de una plataforma 1600 de procesador de ejemplo capaz de ejecutar los procesos de las figuras 13-15 para implementar el sistema 100 de ejemplo, los UEs 105A-L de ejemplo, los nodos 110 y/o 110A-D de acceso de ejemplo, los procesadores 115A-B de nodo de retransmisión de ejemplo, los procesadores 120A-C de cobertura secundaria de ejemplo, el procesador 205 en cobertura de ejemplo y/o el procesador 210 de cobertura sin cobertura de ejemplo de las figuras 1-12. La plataforma 1600 de procesador puede ser, por ejemplo, un servidor, un ordenador personal, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono celular, un teléfono inteligente, una tableta), un asistente digital personal (PDA), un aparato de Internet, un reproductor de DVD, un reproductor de CD, una grabadora de vídeo digital, un reproductor de Blu-ray, una consola de juegos, una grabadora de vídeo personal, un decodificador, una cámara digital, o cualquier otro tipo de dispositivo informático.

La plataforma 1600 de procesador del ejemplo ilustrado incluye un procesador 1612. El procesador 1612 del ejemplo ilustrado es hardware. Por ejemplo, el procesador 1612 puede ser implementado mediante uno o más circuitos integrados, circuitos lógicos, microprocesadores o controladores de cualquier familia o fabricante deseado.

El procesador 1612 del ejemplo ilustrado incluye una memoria 1613 local (por ejemplo, un caché) (por ejemplo, un caché). El procesador 1612 del ejemplo ilustrado está en comunicación con una memoria principal que incluye una memoria 1614 volátil y una memoria 1616 no volátil a través de un enlace 1618. El enlace 1618 puede ser implementado mediante un bus, una o más conexiones punto a punto, etc., o una combinación de los mismos. La memoria 1614 volátil puede ser implementada mediante Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico Sincrónico (SDRAM), Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico (DRAM), Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico RAMBUS (RDRAM) y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria 1616 no volátil puede ser implementada mediante memoria flash y/o cualquier otro tipo deseado de dispositivo de memoria. El acceso a la memoria 1614, 1616 principal está controlado por un controlador de memoria.

La plataforma 1600 de procesador del ejemplo ilustrado también incluye un circuito 1620 de interfaz. El circuito 1620 de interfaz puede ser implementado mediante cualquier tipo de interfaz estándar, tal como una interfaz Ethernet, un bus universal en serie (USB), y/o una interfaz PCI Express.

En el ejemplo ilustrado, uno o más dispositivos 1622 de entrada están conectados al circuito 1620 de interfaz. Los dispositivos 1622 de entrada permiten que un usuario ingrese datos y comandos en el procesador 1612. Los dispositivos de entrada pueden ser implementados, por ejemplo, por un sensor de audio, un micrófono, una cámara (fija o de vídeo), un teclado, un botón, un ratón, una pantalla táctil, una almohadilla de desplazamiento, una bola de desplazamiento, una barra de desplazamiento (tal como un punto de referencia), un sistema de reconocimiento de voz y/o cualquier otra interfaz hombre-máquina.

Uno o más dispositivos 1624 de salida también están conectados al circuito 1620 de interfaz del ejemplo ilustrado. Los dispositivos 1624 de salida pueden ser implementados, por ejemplo, mediante dispositivos de pantalla (por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED), un diodo emisor de luz orgánica (OLED), una pantalla de cristal líquido, una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla táctil, un dispositivo de salida táctil, un diodo emisor de luz (LED), una impresora y/o altavoces). El circuito 1620 de interfaz del ejemplo ilustrado, de este modo, incluye típicamente una tarjeta de controlador de gráficos, un chip de controlador de gráficos o un procesador de controlador de gráficos.

El circuito 1620 de interfaz del ejemplo ilustrado también incluye un dispositivo de comunicación tal como un transmisor, un receptor, un transceptor, un módem y/o una tarjeta de interfaz de red para facilitar el intercambio de datos con máquinas externas (por ejemplo, dispositivos informáticos de cualquier tipo) a través de una red 1626 (por ejemplo, una conexión Ethernet, una línea de suscriptor digital (DSL), una línea telefónica, un cable coaxial, un sistema de telefonía celular, etc.).

La plataforma 1600 de procesador del ejemplo ilustrado también incluye uno o más dispositivos 1628 de almacenamiento masivo para almacenar software y/o datos. Ejemplos de tales dispositivos 1628 de almacenamiento masivo incluyen unidades de disco flexible, discos de unidades duras, unidades de disco compacto, unidades de disco Blu-ray, sistemas de RAID (arreglo redundante de discos independientes), y unidades de disco versátil digital (DVD).

Las instrucciones 1632 codificadas que corresponden a las instrucciones de las figuras 13-15 pueden ser almacenadas en el dispositivo 1628 de almacenamiento masivo, en la memoria 1614 volátil, en la memoria 1616 no volátil, en la memoria 1613 local y/o en un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible extraíble, tal como un CD o DVD 1636.

También, como se usa en ese documento, el término "nodo" se refiere ampliamente a cualquier punto de conexión, tal como un punto de redistribución o un punto final de comunicación, de un entorno de comunicación, tal como una red. Por consiguiente, tales nodos pueden hacer referencia a un dispositivo electrónico activo capaz de enviar, recibir, o reenviar información sobre un canal de comunicaciones. Ejemplos de tales nodos incluyen equipo de terminación de circuito de datos (DCE), tal como un módem, distribuidor, puente o conmutador, y equipo de terminal de datos (DTE), tal como un aparato telefónico, una impresora o un ordenador principal (por ejemplo, un enrutador, estación de trabajo o servidor). Ejemplos de nodos de red de área local (LAN) o red de área amplia (WAN) incluyen ordenadores, conmutadores de paquetes, módems de cable, módems de línea de suscriptor digital (DSL), puntos de acceso a LAN inalámbrica (WLAN), etc. Ejemplos de nodos de Internet o Intranet incluyen ordenadores principales identificados por una dirección de Protocolo de Internet (IP), puentes, puntos de acceso a WLAN, etc. Del mismo modo, ejemplos de nodos en comunicación celular incluyen estaciones base, retransmisiones, controladores de estaciones base, controladores de redes de radio, registros de ubicación doméstica, Nodos de Soporte de GPRS de Puerta de Acceso (GGSN), Nodos de Soporte de GPRS de servicio (SGSN), Puertas de Acceso de servicio (S-GW), Puertas de Acceso de Red de Datos por Paquetes (PDN-GW), etc.

Otros ejemplos de nodos incluyen nodos de cliente, nodos de servidor, nodos de pares y nodos de acceso. Como se usa en este documento, un nodo de cliente puede referirse a dispositivos inalámbricos tales como teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDAs), dispositivos de mano, ordenadores portátiles, ordenadores tipo tableta, y dispositivos similares u otro equipo de usuario (UE) que tiene capacidades de telecomunicaciones. Tales nodos de cliente también pueden referirse a un dispositivo móvil, inalámbrico, o por el contrario, a dispositivos que tienen capacidades similares que en general no son transportables, tales como ordenadores de escritorio, decodificadores, sensores, etc. Un nodo de servidor, como se usa en este documento, puede referirse a un dispositivo de procesamiento de información (por ejemplo, un ordenador principal), o una serie de dispositivos de procesamiento de información, que realizan solicitudes de procesamiento de información presentadas por otros nodos. Como se usa en este documento, un nodo de pares puede a veces servir como un nodo de cliente y, en otras veces, un nodo de servidor. En una red de pares o superpuesta, un nodo que enruta activamente datos para otros dispositivos en red, así como para sí mismo puede denominarse como un supernodo. Un nodo de acceso, como se usa en este documento, puede referirse a un nodo que proporciona a un nodo de cliente acceso a un entorno de comunicación. Ejemplos de nodos de acceso incluyen, pero no se limitan a, estaciones base de redes celulares tales como Nodos Bs evolucionados (eNBs), puntos de acceso de banda ancha inalámbrica (por ejemplo, WiFi, WiMAX, etc.), nodos de retransmisión, dispositivos de cabeza de grupo, estaciones móviles, etc., que proporcionan áreas de cobertura celular y/o WLAN correspondientes, etc.

Aunque han sido divulgados ciertos métodos, aparatos y artículos de ejemplo de fabricación en este documento, el alcance de cobertura de esta patente no se limita a los mismos. Por el contrario, esta patente cubre todos los métodos, aparatos y artículos de fabricación que caen justamente dentro del alcance de las reivindicaciones de esta patente.

REIVINDICACIONES

1. Un método (1500) para que un nodo (110A; 110B) de acceso de un sistema de comunicación móvil configure la cobertura secundaria en el sistema de comunicación móvil, comprendiendo el método:

transmitir (1505) información de configuración para provocar que un primer dispositivo (105A; 105F; 105G) móvil transmita una señal de cobertura (720; 725) secundaria, estando el primer dispositivo móvil conectado al nodo de acceso y teniendo cobertura (505A; 505B) primaria desde el nodo de acceso, y la señal de cobertura secundaria que indica que el primer dispositivo (105A) móvil es capaz de proporcionar cobertura secundaria en el sistema de comunicación móvil a otros dispositivos móviles que no tienen cobertura (505A; 505B) primaria desde cualquier nodo de acceso del sistema de comunicación móvil;

recibir (1510) un mensaje desde el primer dispositivo móvil que informa que se ha recibido una indicación de presencia, PI, por parte del primer dispositivo móvil en respuesta a la transmisión de la señal de cobertura secundaria, desde un segundo dispositivo (105B; 105C; 105K; 105L) móvil que no tiene cobertura (505A; 505B) primaria desde ningún nodo de acceso del sistema de comunicación móvil; y

en respuesta a la recepción del mensaje, configurar el primer dispositivo móvil para habilitar (1520) la funcionalidad de nodo de retransmisión en el primer dispositivo móvil para proporcionar cobertura secundaria al segundo dispositivo móvil.
2. Un método como se define en la reivindicación 1, en el que, después de habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión en el primer dispositivo móvil, el método comprende además:

transmitir información de configuración al primer dispositivo móvil para provocar que el primer dispositivo móvil desactive la funcionalidad de nodo de retransmisión y comience a transmitir la señal de cobertura secundaria.
3. Un método como se define en la reivindicación 2, en el que la información de configuración incluye información para configurar la generación y transmisión de la señal de cobertura secundaria.
4. Un método como se define en la reivindicación 1, que comprende además transmitir (1505) información de configuración para hacer que el primer dispositivo móvil transmita además un segundo tipo de señal que es para indicar, a otros dispositivos móviles que no tienen cobertura (505A; 505B) primaria desde cualquier nodo de acceso del sistema de comunicación móvil, recursos a utilizar para enviar indicaciones de presencia, incluyendo los recursos el tiempo asociado con cuando el primer dispositivo móvil espera recibir las indicaciones de presencia, el segundo tipo de señal que indica el tiempo al menos uno de explícitamente o implícitamente.
5. Un método como se define en la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación móvil soporta la funcionalidad, de evolución a largo plazo, LTE, la indicación de presencia corresponde a un canal físico de acceso aleatorio, PRACH, transmisión recibida por el primer dispositivo móvil desde el segundo dispositivo móvil, y recibir el mensaje desde el primer dispositivo móvil comprende recibir un informe de medición desde el primer dispositivo móvil, incluyendo el informe de medición un elemento de información que indica que el primer dispositivo móvil recibió la indicación de presencia.
6. Un método como se define en la reivindicación 1, en el que configurar el primer dispositivo móvil para habilitar la funcionalidad de nodo de retransmisión en el primer dispositivo móvil comprende además:

transmitir información al primer dispositivo móvil para provocar que el primer dispositivo móvil deje de transmitir la señal de cobertura secundaria e inicie la funcionalidad de nodo de retransmisión.
7. Un método como se define en la reivindicación 6, en el que la información transmitida para detener la transmisión de la señal de cobertura secundaria e iniciar la funcionalidad de nodo de retransmisión incluye bloques de información del sistema para ser transmitidos por el primer dispositivo móvil.
8. Un método como se define en la reivindicación 1, que comprende además:

ordenar al primer dispositivo (105A; 105F; 105G) móvil que utilice un proceso de control de potencia en el que la potencia de transmisión de la señal (720, 725) de cobertura secundaria se establece basándose en una pérdida de trayectoria estimada del enlace descendente, para reducir la potencia de transmisión a medida que la pérdida de trayectoria estimada del enlace descendente disminuye y aumenta la potencia de transmisión a medida que aumenta la pérdida de trayectoria estimada del enlace descendente.
9. Un método como se define en la reivindicación 1, que comprende:

seleccionar el primer dispositivo (105A; 105F; 105G) móvil a configurar para transmitir la señal (720; 725) de cobertura secundaria con base en al menos uno de:

una potencia de batería restante del primer dispositivo móvil; y

una determinación, basada en un informe de margen de potencia del primer dispositivo móvil, de que el primer dispositivo (105A, 105F, 105G) móvil está cerca de un borde de una celda del nodo (110A; 110B) de acceso; y

5 en respuesta a seleccionar el primer dispositivo (105A; 105F; 105G) móvil, transmitir (1505) dicha información de configuración.

10. Un nodo (110A; 110B) de acceso de un sistema de comunicación móvil configurado para realizar un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10 11. Un medio legible por ordenador que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de un nodo (110A; 110B) de acceso de un sistema de comunicación móvil, hacen que el nodo de acceso realice un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

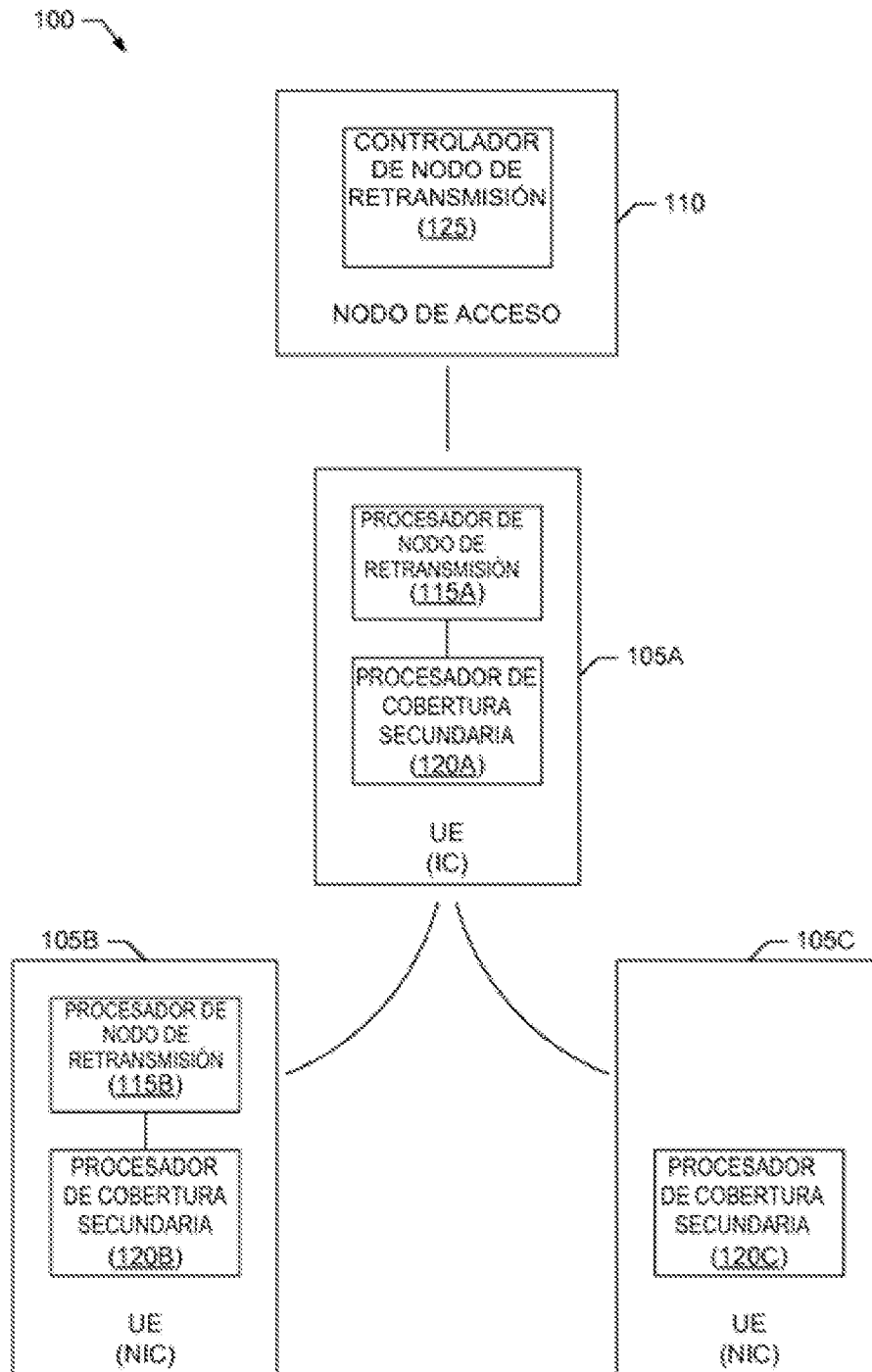


FIG. 1

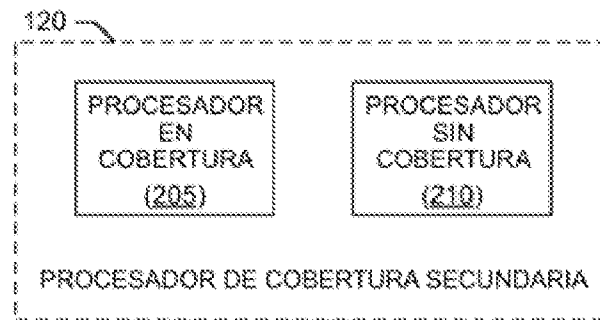


FIG. 2

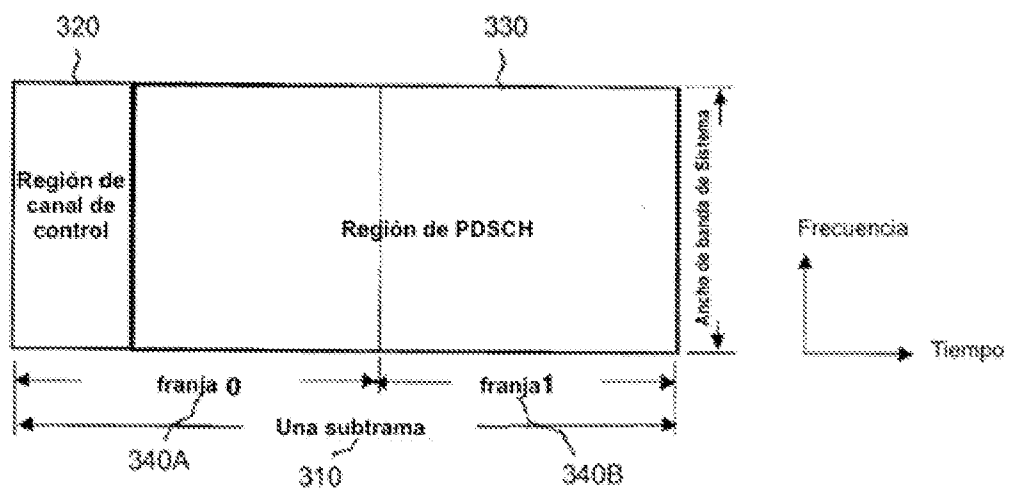


FIG. 3

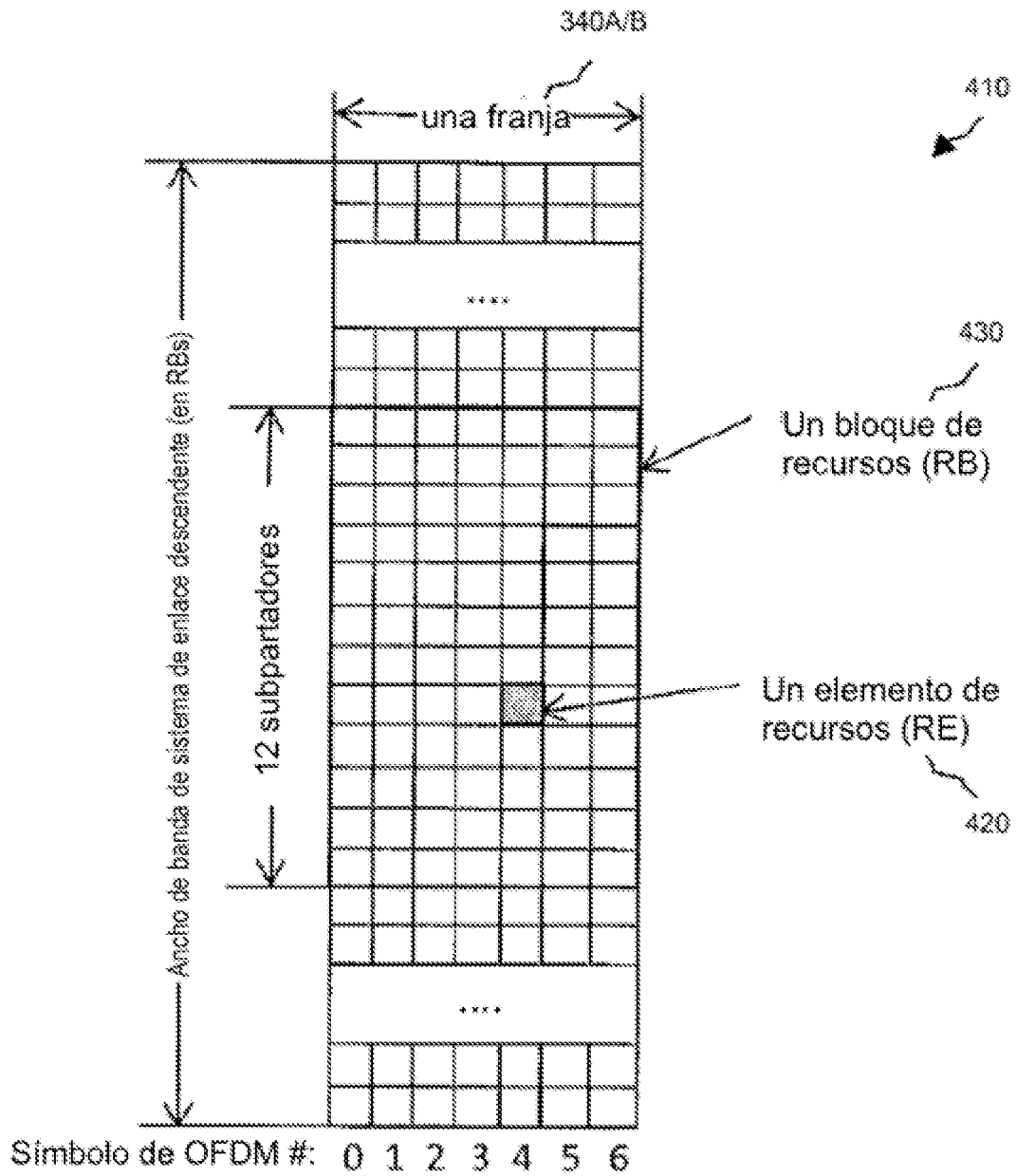


FIG. 4

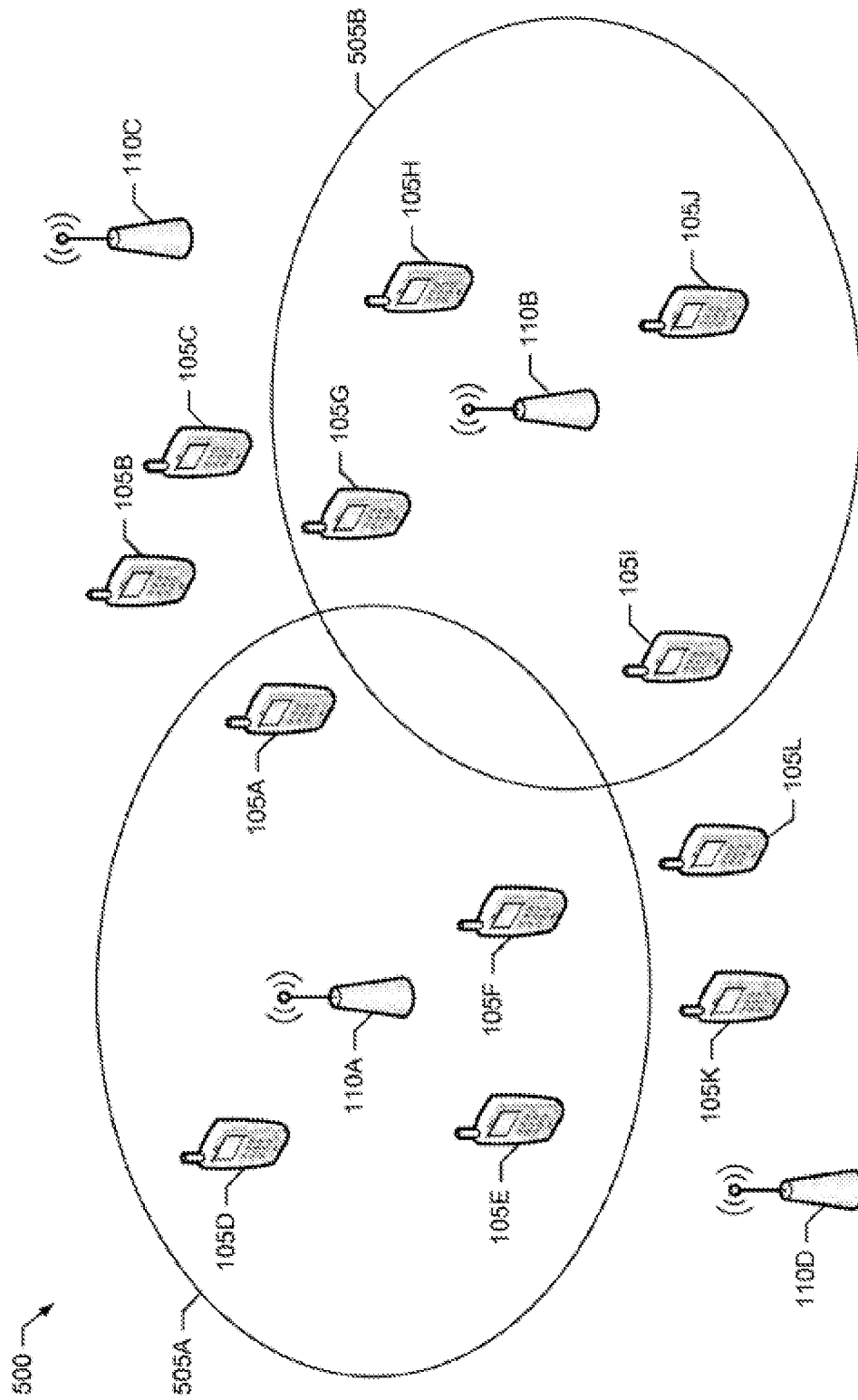


FIG. 5

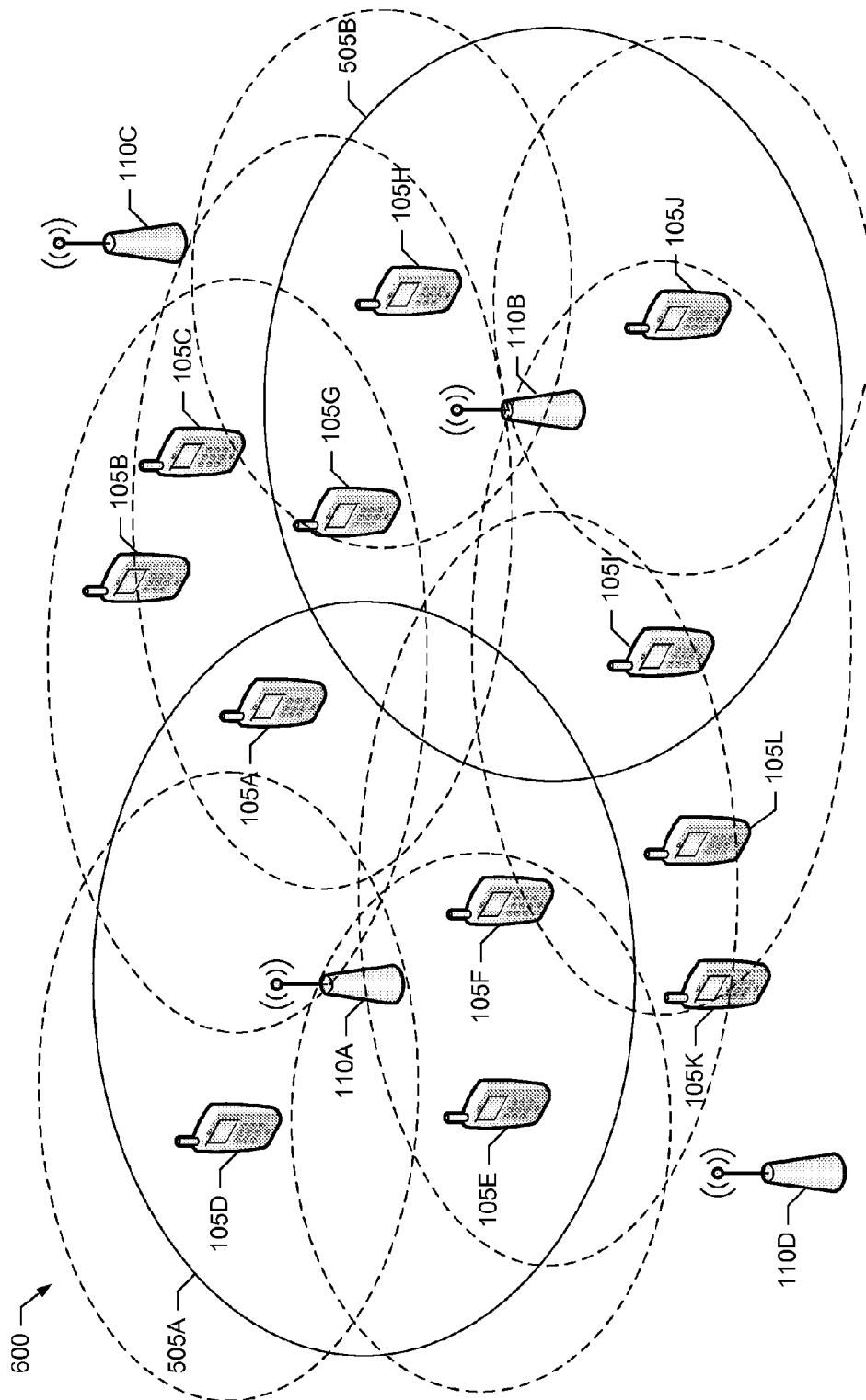


FIG. 6

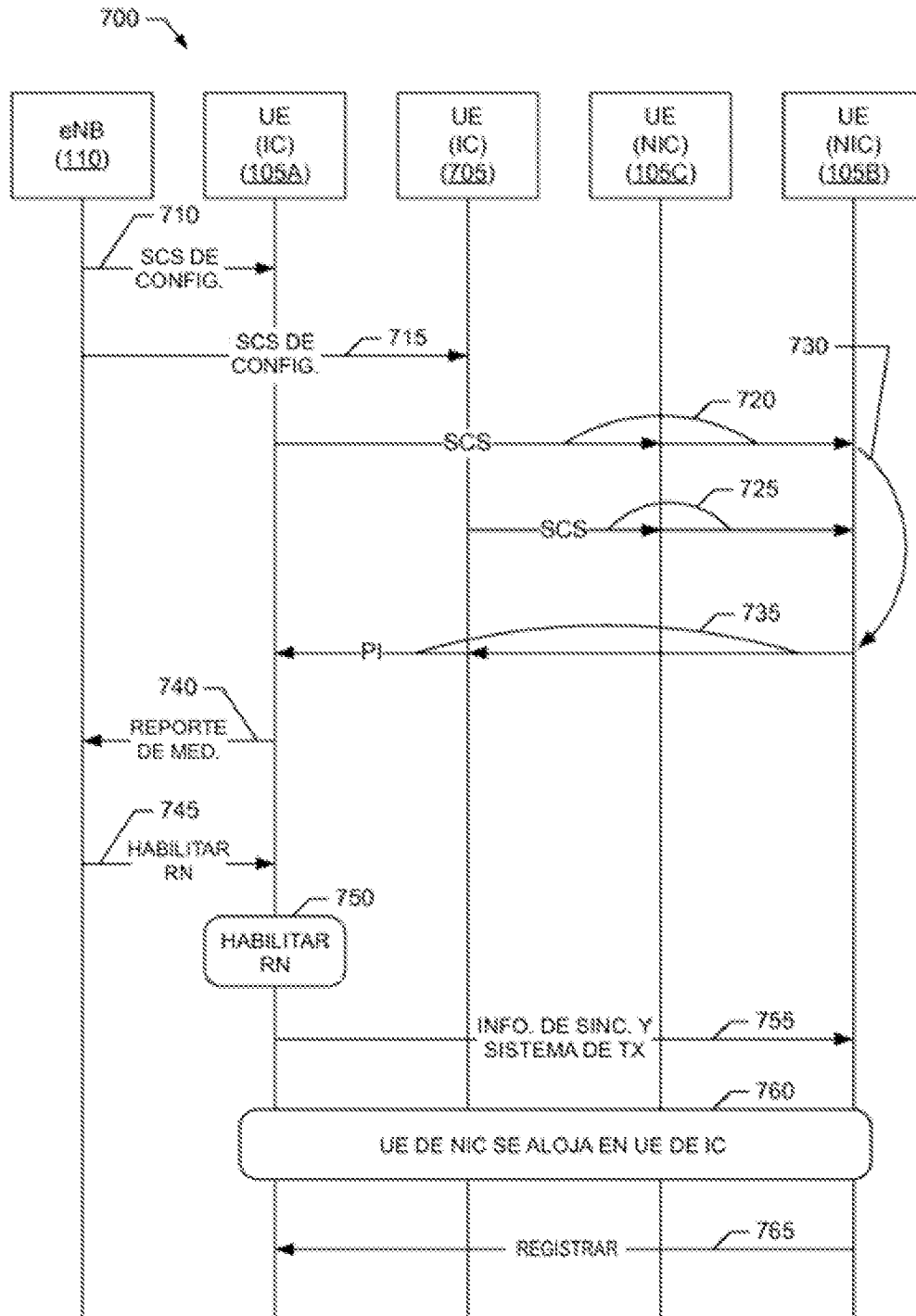


FIG. 7

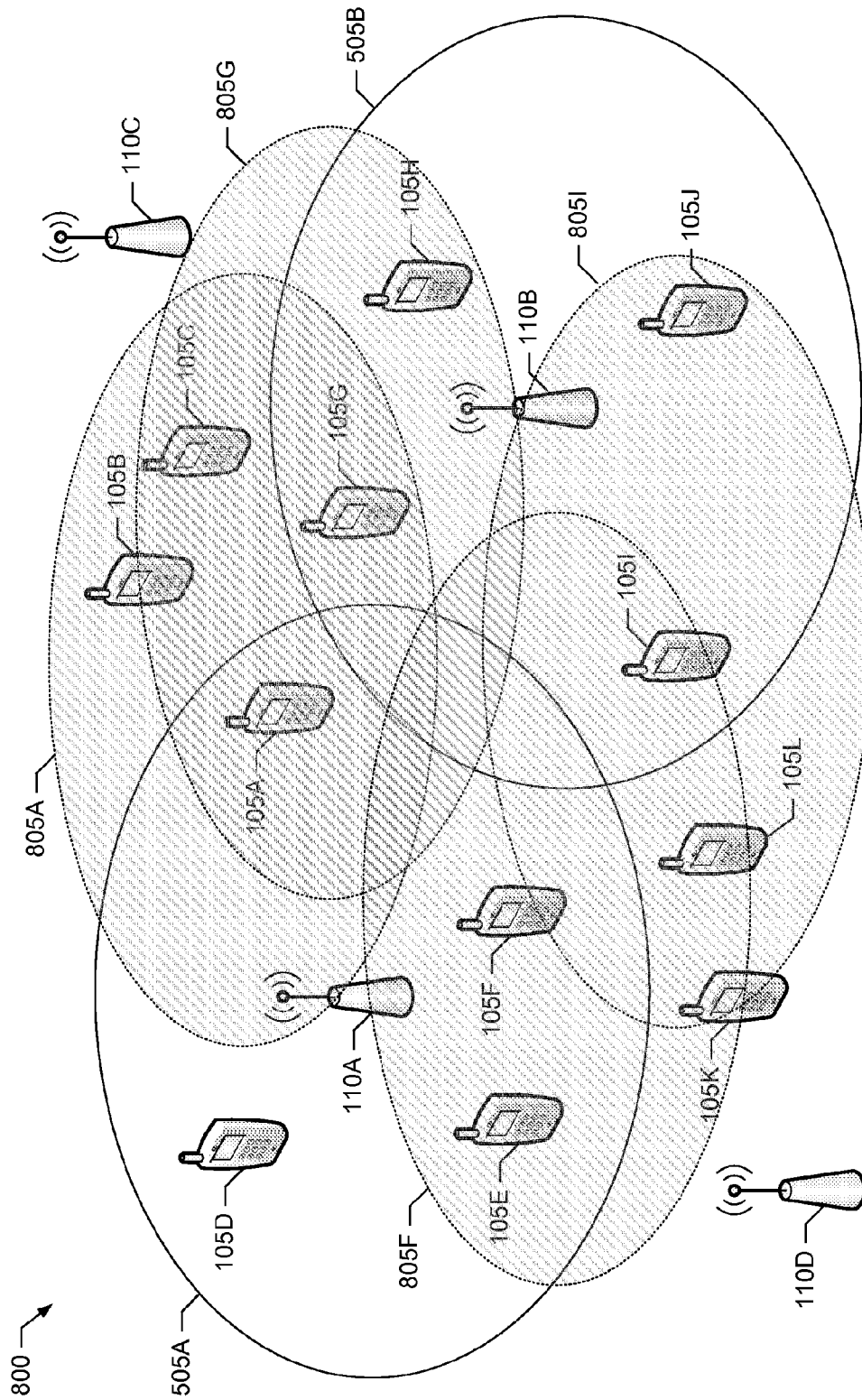


FIG. 8

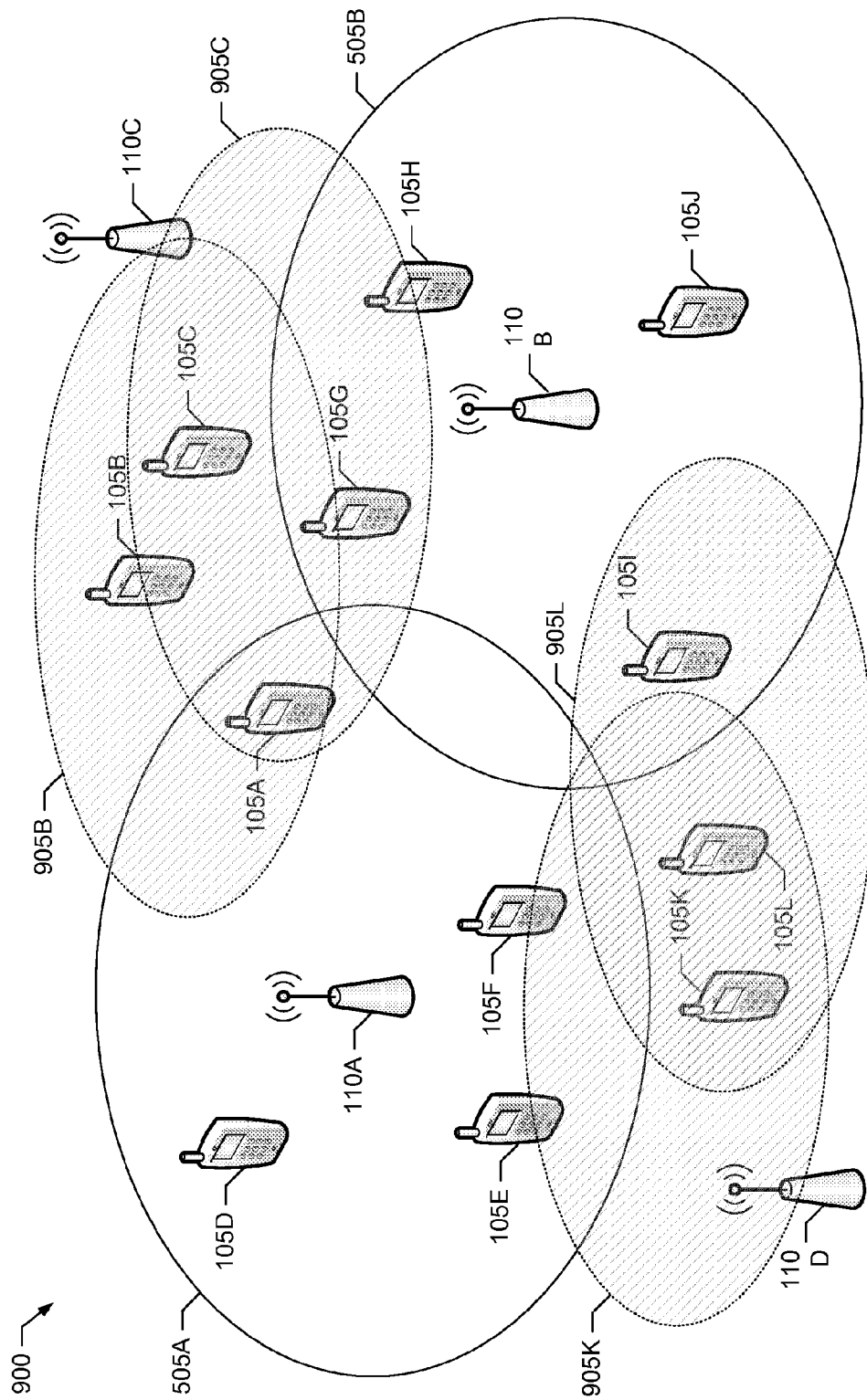


FIG. 9

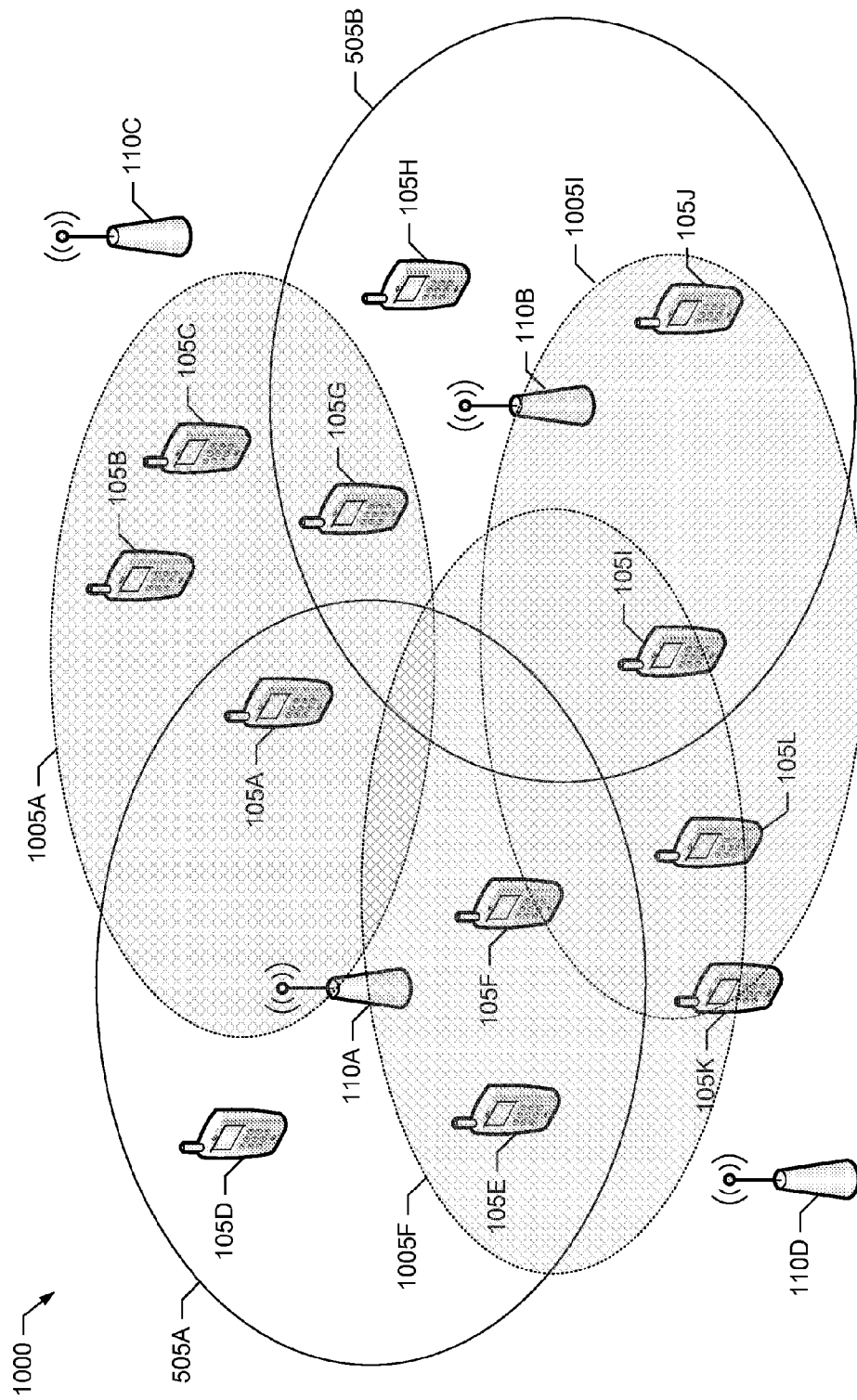


FIG. 10

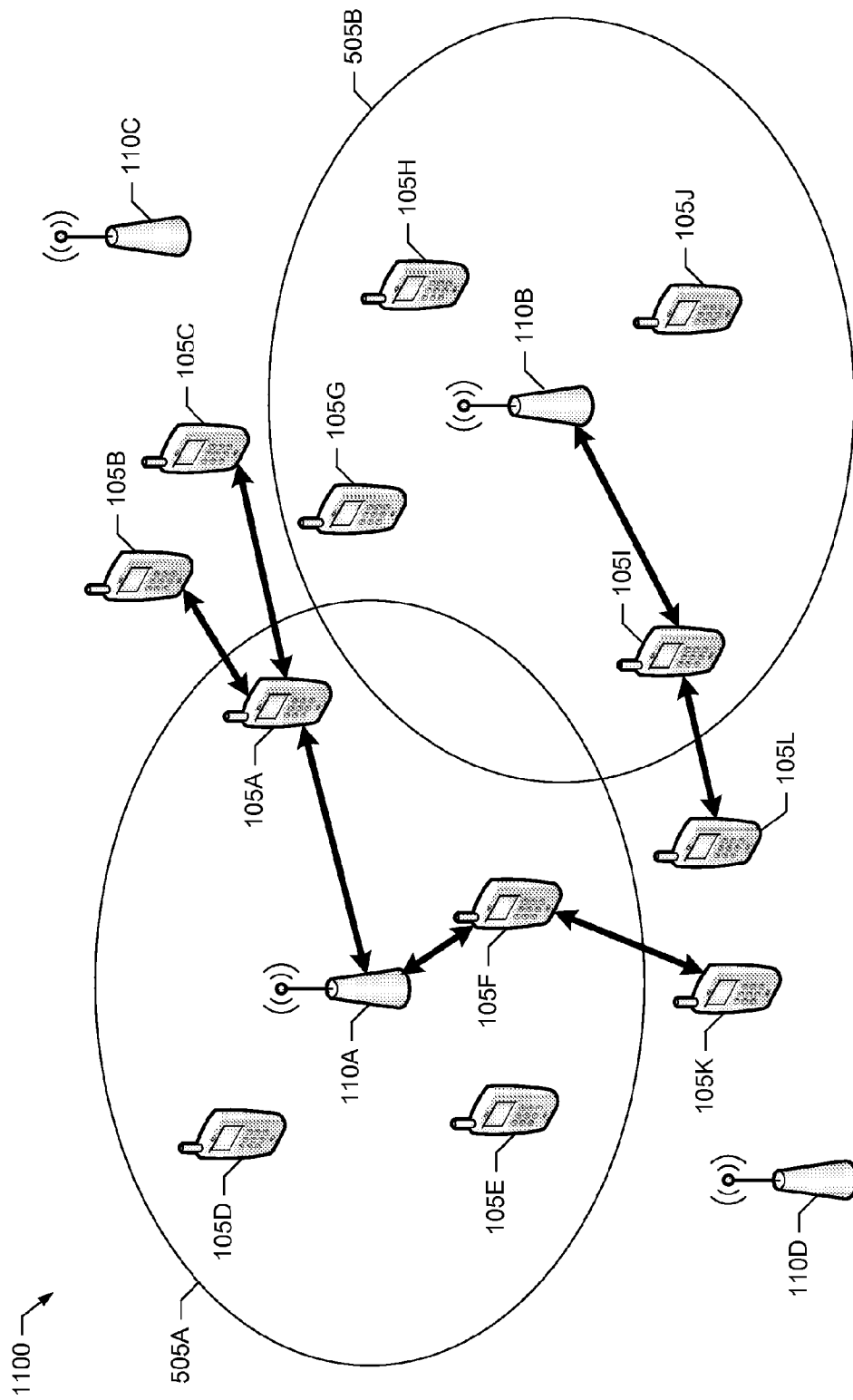


FIG. 11

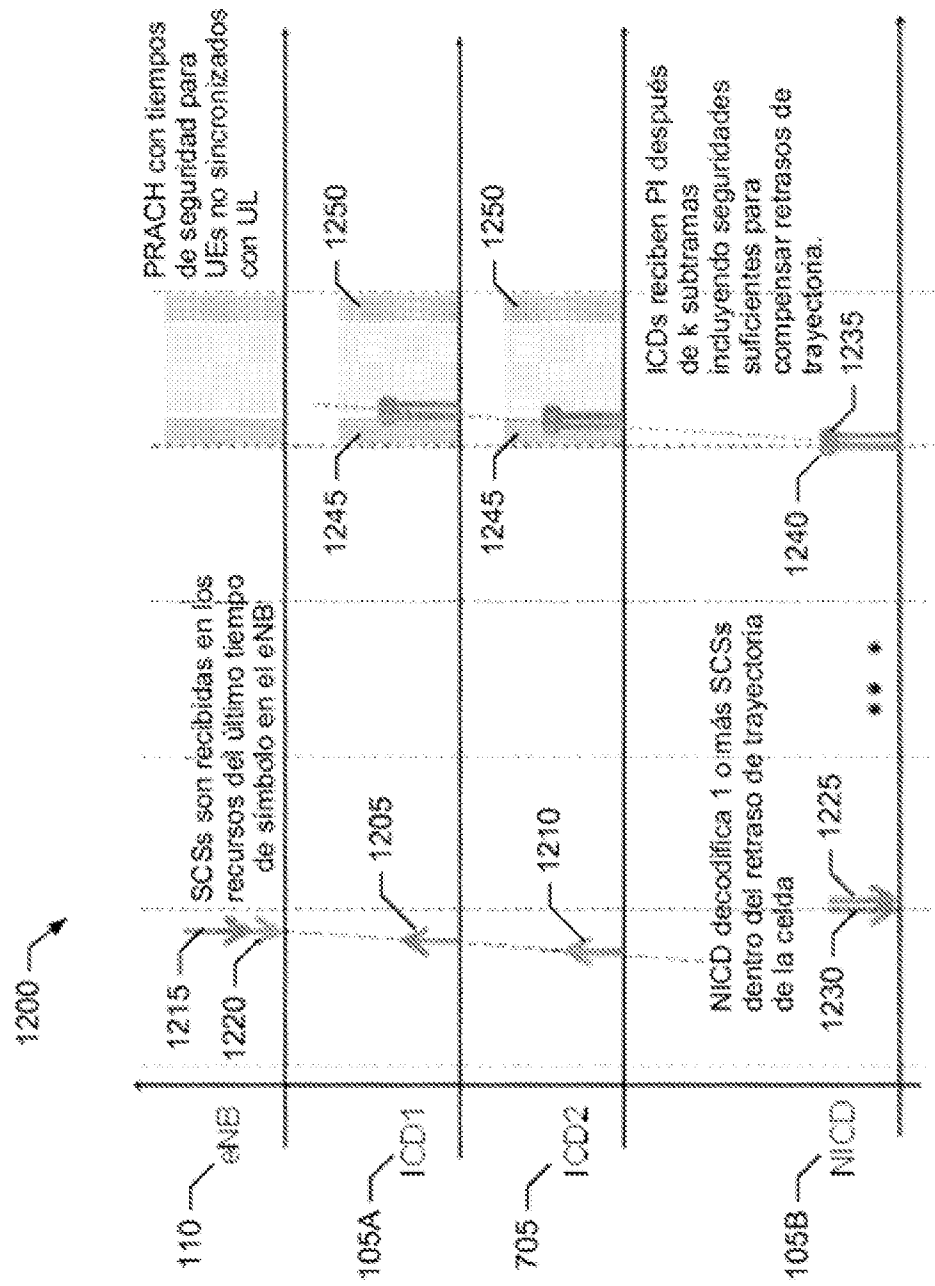


FIG. 12

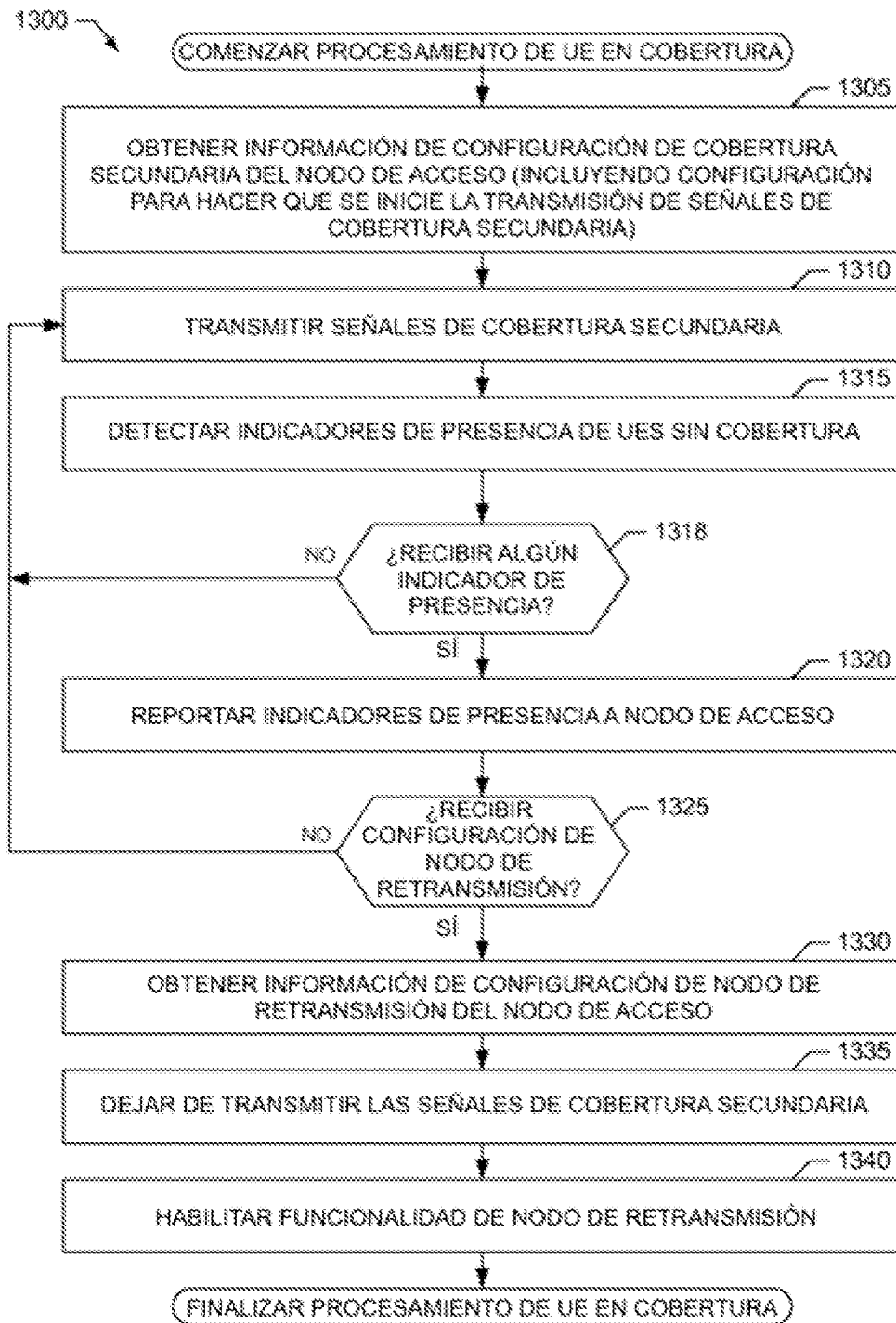


FIG. 13

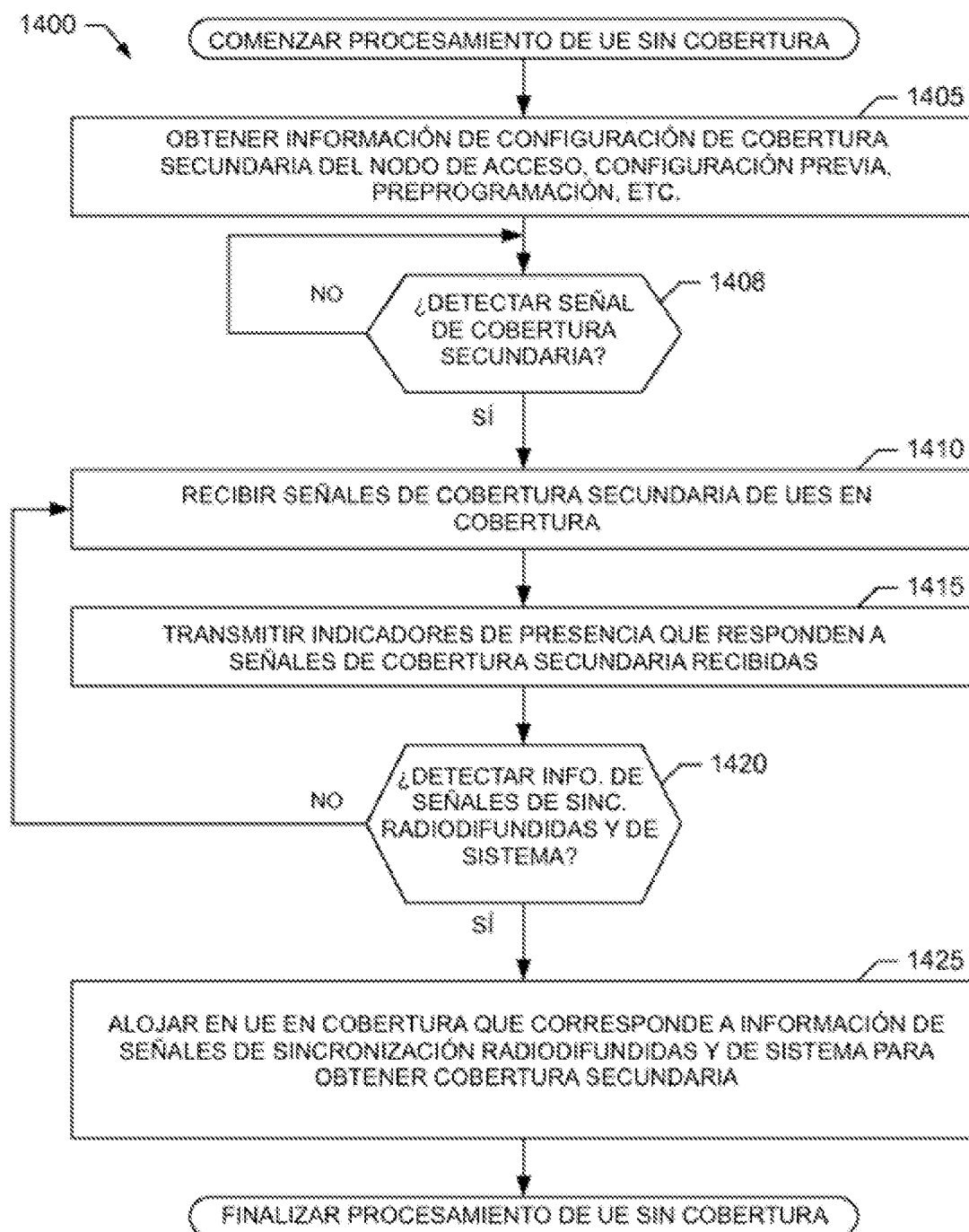


FIG. 14

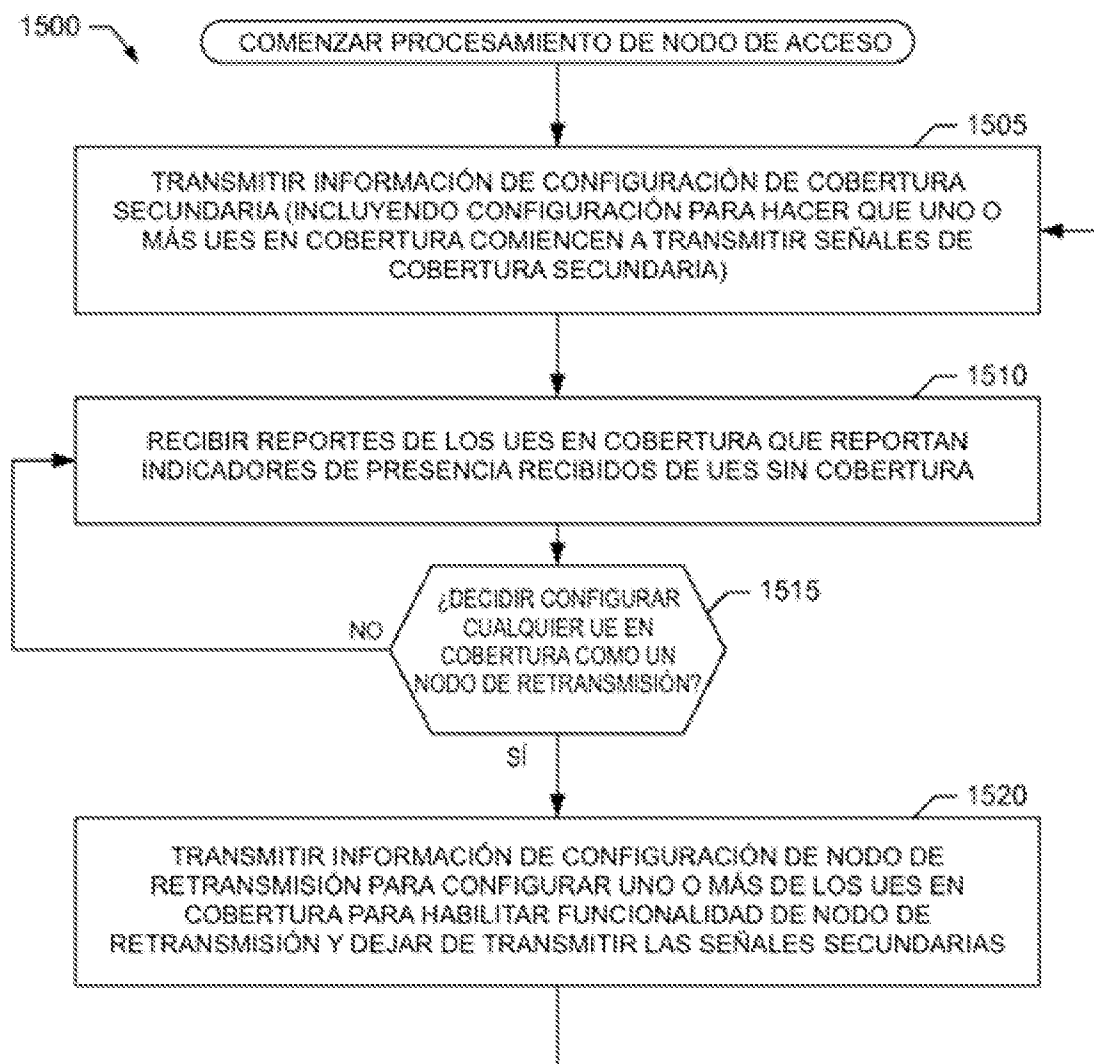


FIG. 15

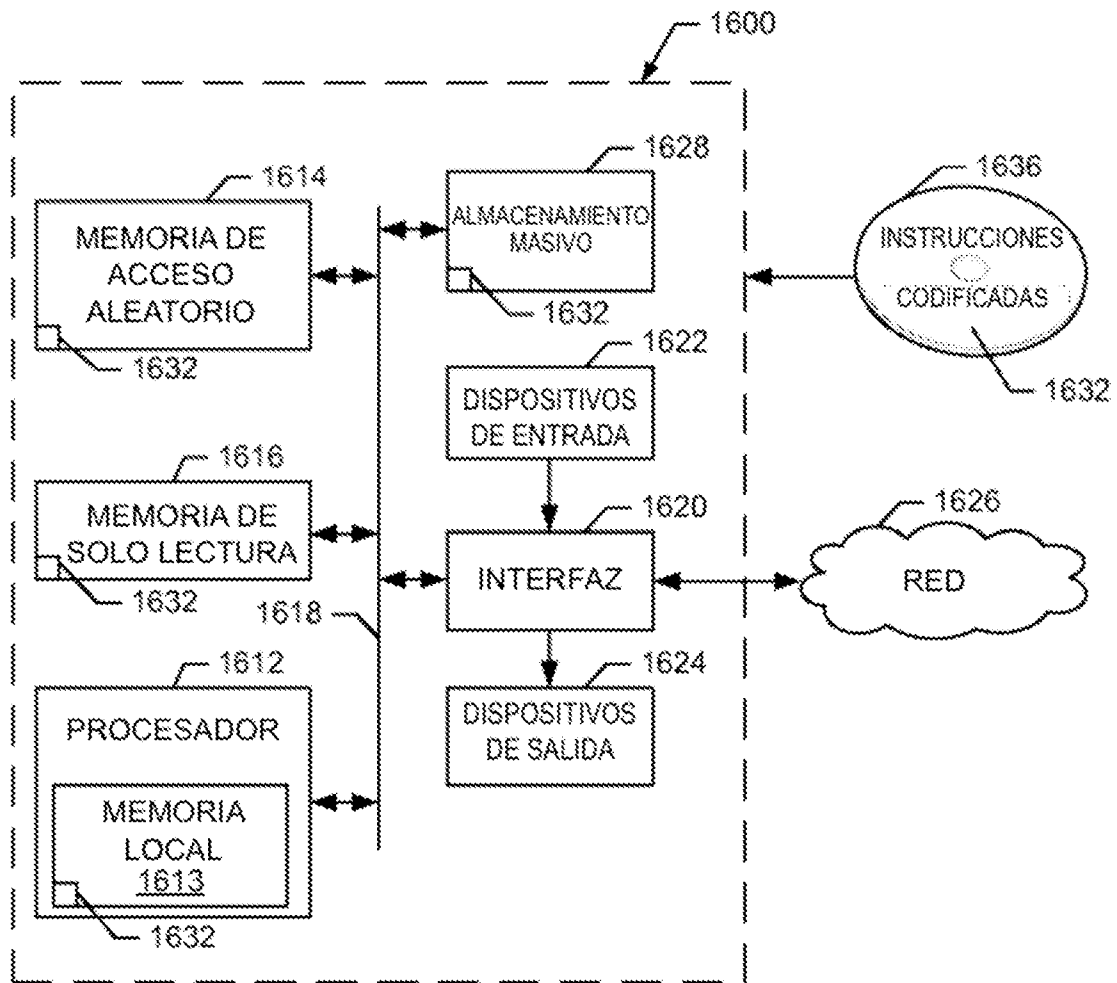


FIG. 16