

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 526**

51 Int. Cl.:

**H04W 92/18** (2009.01)

**H04W 56/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2015 PCT/SE2015/050087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15115977**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2015 E 15704618 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 3058793**

54 Título: **Método y aparato para la sincronización de una comunicación de dispositivo a dispositivo**

30 Prioridad:

**31.01.2014 US 201461934028 P**

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

**27.02.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SORRENTINO, STEFANO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 656 526 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato para la sincronización de una comunicación de dispositivo a dispositivo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a redes de comunicación inalámbrica, y se refiere particularmente al uso de secuencias de sincronización en tales redes, incluidas secuencias de sincronización de dispositivo a dispositivo.

10 **Antecedentes**

La comunicación de dispositivo a dispositivo es un componente bien conocido y ampliamente utilizado de muchas tecnologías inalámbricas existentes, incluidas redes ad hoc y celulares. Los ejemplos incluyen Bluetooth y varias variantes del conjunto de normas IEEE 802.11, como WiFi Direct. Estos sistemas de ejemplo funcionan en espectro sin licencia.

Recientemente, se ha propuesto el uso de comunicaciones de dispositivo a dispositivo (D2D) como una base para redes celulares como un medio para aprovechar la proximidad de dispositivos inalámbricos que funcionan dentro de la red, al tiempo que permite que los dispositivos operen en un entorno de interferencia controlada. En un enfoque sugerido, las comunicaciones D2D comparten el mismo espectro que el sistema celular, por ejemplo, al reservar algunos de los recursos de enlace ascendente celular para el uso de las comunicaciones D2D. Sin embargo, el intercambio dinámico del espectro celular entre servicios celulares y comunicaciones D2D es una alternativa más probable que la reserva dedicada, porque los recursos del espectro celular son intrínsecamente escasos y porque la asignación dinámica proporciona una mayor flexibilidad de red y una mayor eficiencia de espectro.

El proyecto asociación de tercera generación (3GPP) se refiere a D2D controlado por red como "servicios de proximidad" o ProSe, y los esfuerzos destinados a la funcionalidad integrada D2D en las especificaciones de evolución a largo plazo (LTE) están en marcha. El elemento de estudio (SI) de ProSe recomienda soportar el funcionamiento D2D entre dispositivos inalámbricos, conocidos como equipos de usuario o UE por 3GPP, que están fuera de la cobertura de la red, y entre dispositivos inalámbricos dentro de cobertura y fuera de cobertura. En tales casos, ciertos UE pueden transmitir regularmente señales de sincronización para proporcionar sincronización local a dispositivos inalámbricos vecinos.

El SI de ProSe también recomienda soportar los escenarios D2D intercelulares, donde los UE que acampan en células posiblemente no sincronizadas pueden sincronizarse entre sí. Aún más, el SI de ProSe recomienda que en el contexto LTE, los UE habilitados para D2D utilizarán el espectro de enlace ascendente (UL) para comunicaciones D2D, para el espectro celular de duplexación por división de frecuencia (FDD), y utilizarán subtramas UL del espectro celular de duplexación por división de tiempo (TDD). En consecuencia, no se espera que el UE habilitados para D2D transmita señales de sincronización D2D, indicadas como D2DSS, en la porción de enlace descendente (DL) del espectro celular. Esa restricción contrasta con los nodos de radio de red o estaciones base, conocidos como eNodeB o eNB en el contexto de LTE de 3GPP, que transmiten periódicamente señales de sincronización primaria, PSS y señales de sincronización secundaria, SSS, en el enlace descendente.

Las PSS/SSS permiten a los UE realizar operaciones de búsqueda de célula y adquirir una sincronización inicial con la red celular. Las PSS/SSS se generan basándose en secuencias predefinidas con buenas propiedades de correlación, con el fin de limitar la interferencia intercelular, minimizar los errores de identificación celular y obtener una sincronización fiable. En total, 504 combinaciones de secuencias de PSS/SSS se definen en LTE y se mapean a tantas ID de célula. Los UE que detectan e identifican con éxito una señal de sincronización pueden así identificar también la ID de célula correspondiente.

Para apreciar mejor las configuraciones de PSS/SSS utilizadas por los eNB en el DL en redes LTE, la figura 1 ilustra las posiciones de tiempo para PSS y SSS en el caso de los espectros de FDD y TDD. La figura 2 ilustra la generación de PSS y la estructura de señal resultante. La figura 3 ilustra la generación de SSS y la estructura de señal resultante.

La figura 2 destaca particularmente la formación de PSS utilizando secuencias de Zadoff-Chu. Estos códigos tienen cero autocorrelación cíclica en todos los retrasos distintos de cero. Por lo tanto, cuando se utiliza una secuencia de Zadoff-Chu como un código de sincronización, la mayor correlación se observa con retraso cero, es decir, cuando la secuencia ideal y la secuencia recibida se sincronizan. La figura 3 ilustra la generación de SSS y la estructura de señal resultante. En LTE, la PSS transmitido por un eNB en el enlace descendente se mapea en las primeras 31 subportadoras a cada lado de la subportadora DC, lo que significa que la PSS utiliza seis bloques de recursos, con cinco subportadoras reservadas en cada lado, como se muestra en la siguiente figura. Efectivamente, la PSS se mapea en las 62 subportadoras centrales de la red de recursos OFDM en tiempos de símbolos dados, donde "OFDM" denota multiplexación por división de frecuencia ortogonal, en el que una señal OFDM global comprende una pluralidad de subportadoras separadas en frecuencia y donde cada subportadora en cada tiempo de símbolo OFDM constituye un elemento de recurso.

Como ilustra la figura 3, las SSS se generan no utilizando secuencias de Zadoff-Chu, sino más bien utilizando secuencias M, que son secuencias binarias pseudoaleatorias generadas repitiéndose en ciclos a través de cada estado posible de un registro de desplazamiento. La longitud del registro de desplazamiento define la longitud de la secuencia. La generación de SSS en LTE actualmente depende de secuencias M de longitud 31.

Teniendo en cuenta lo anterior, la siguiente ecuación define el identificador de célula física de una célula dada en una red LTE,

$$N_{ID}^{CELL} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)},$$

donde  $N_{ID}^{(1)}$  es el grupo de identidad de la célula de la capa física (0 a 167), y donde  $N_{ID}^{(2)}$  es la identidad dentro del grupo (0 a 2). Como se señaló, esta disposición define un espacio identificador de célula de 504 valores. La PSS está vinculada a la identidad de célula dentro del grupo  $N_{ID}^{(2)}$ , mientras que la SSS está vinculada a la identidad de célula dentro del grupo  $N_{ID}^{(1)}$  y la identidad de célula dentro del grupo  $N_{ID}^{(2)}$ . En particular, la PSS es una secuencia de Zadoff-Chu de símbolos complejos con longitud 62. Hay tres secuencias de raíz, indexadas por la identidad de la célula dentro del grupo  $N_{ID}^{(2)}$ . En cuanto a la SSS, dos secuencias de longitud 31 se cifran como una función de la identidad de célula del grupo  $N_{ID}^{(1)}$  y del grupo  $N_{ID}^{(2)}$ . Un receptor obtiene la identidad celular transmitida por la PSS y la SSS demodulando la PSS para obtener el valor dentro del grupo  $N_{ID}^{(2)}$  y luego utiliza ese conocimiento para demodular la SSS para obtener el valor dentro del grupo  $N_{ID}^{(1)}$ .

Debido a las propiedades deseables de las secuencias de Zadoff-Chu y M utilizadas para generar la PSS y la SSS en LTE, y debido a la inversión preexistente en algoritmos y el procesamiento asociado del dispositivo como se acaba de exponer, existe un interés expreso en reutilizar estas técnicas "heredadas" de generación y detección de señales PSS/SSS para señales de sincronización D2D, D2DSS. Se consideraron otros aspectos de D2DSS en la reunión TSGRAN1 # 74bis del grupo de especificaciones técnicas o TSG responsable de la red de acceso de radio (RAN) en 3GPP. La RAN de TSG es responsable de definir las funciones, los requisitos y las interfaces de la red de acceso radio terrestre universal (UTRAN) y la UTRAN evolucionada (E-UTRAN), tanto para los modos de funcionamiento FDD como TDD. Los siguientes supuestos de trabajo se establecieron en la reunión:

- Las fuentes de sincronización transmiten al menos una D2DSS: señal de sincronización D2D

a. Puede ser utilizado por los UE de D2D al menos para derivar el tiempo/frecuencia

b. Puede (FFS) también llevar la identidad y/o el tipo de fuente/fuentes de sincronización

c. Comprende al menos una PD2DSS

i. PD2DSS es una secuencia de ZC

ii. Longitud FFS

d. También puede comprender una SD2DSS

i. SD2DSS es una secuencia M

ii. Longitud FFS

- Como concepto para el propósito de una discusión posterior, sin implicar que se definirá dicho canal, considérese un canal de sincronización físico D2D o PD2DSSCH:

e. Puede llevar información que incluye uno o más de los siguientes (para estudio adicional o FFS):

i. Identidad de la fuente de sincronización

ii. Tipo de fuente de sincronización

iii. Asignación de recursos para datos y/o señalización de control

iv. Datos

v. Otros FFS

- Una fuente de sincronización es cualquier nodo que transmite D2DSS

f. Una fuente de sincronización tiene una identidad física PSSID

g. Si la fuente de sincronización es un eNB, la D2DSS es Versión-8 PSS/SSS

h. Nota: en RAN1 # 73, "referencia de sincronización" significa, por lo tanto, la señal o señales de sincronización a la que se refiere T1, transmitidas por una o más fuentes de sincronización.

5 Aunque es posible una gama de diferentes protocolos de sincronización distribuida, una opción que está siendo considerada por el 3GPP se basa en la sincronización jerárquica con la posibilidad de un relé sincronizado de varios saltos. En resumen, algunos nodos adoptan el rol de maestros de sincronización, a los que a veces se hace referencia como jefes de sincronización (SH) o como jefes de grupo (CH), de acuerdo con un algoritmo de sincronización distribuida. Si el maestro de sincronización es un UE, proporciona sincronización transmitiendo D2DSS y/o PD2DSCH. Si el maestro de sincronización es un eNB, proporciona sincronización por PSS/SSS e información de control de difusión, tal como se envía utilizando señalización MIB/SIB, donde MIB indica "Bloque de información maestra" y SIB indica "Bloque de información del sistema". "

15 El maestro de sincronización es un caso especial de fuente de sincronización que actúa como una fuente de sincronización independiente, es decir, no hereda la sincronización de otros nodos mediante el uso de la interfaz de radio. Los UE que están bajo cobertura de una fuente de sincronización pueden, de acuerdo con las reglas predefinidas, transmitir D2DSS y/o PD2DSCH ellos mismos, de acuerdo con la referencia de sincronización recibida por su fuente de sincronización. También pueden transmitir al menos partes de la información de control recibida del maestro de sincronización mediante el uso de D2DSS y/o PD2DSCH. Tal modo de funcionamiento se denomina aquí "relé de sincronización" o "relé de CP".

20 También es útil definir una "referencia de sincronización" como referencia de tiempo y/o frecuencia asociada con una determinada señal de sincronización. Por ejemplo, una señal de sincronización retransmitida está asociada con la misma referencia de sincronización que la señal de sincronización en el primer salto.

25 Varias ventajas o beneficios provienen de la reutilización de PSS/SSS heredadas para señales de sincronización D2DSS. Por ejemplo, debido a que los UE ya deben detectar y procesar señales PSS/SSS transmitidas desde eNB en la red, se pueden reutilizar sustancialmente los mismos algoritmos y procesamiento para detectar D2DSS si se utilizan las mismas secuencias PSS/SSS para D2DSS. Sin embargo, en el presente documento se reconoce que surgen varios problemas potenciales con dicha reutilización.

30 Considérese, por ejemplo, la suposición de que la ID de célula [0, ..., 503] identifica una referencia o fuente de sincronización proporcionada por un eNB que funciona en una red LTE. De manera similar, se supone que se utilizará una identidad D2D para identificar una referencia o fuente de sincronización proporcionada desde un UE habilitado para D2D. La identidad D2D puede ser significativamente más larga que la ID de célula, por ejemplo, 16 bits o más, y no se puede mapear a la D2DSS sin degradar significativamente el rendimiento de detección de sincronización.

35 Las publicaciones WO 2012/073131 A1, WO 2012/035367 A1 y WO 2011/121374 A1 fueron citadas por la autoridad de búsqueda internacional. El documento WO 2012/073131 A1 divulga una red que incluye un eNB configurado para transmitir las PSS a los UE y, en conexión de dispositivo a dispositivo, un UE configurado para transmitir las PSS a otros UE. Un UE que detecta la PSS puede utilizarlo para sincronización de tiempo y frecuencia, derivar una identidad de célula de capa física y una longitud de prefijo cíclico, y determinar si el eNB (o UE de transmisión) utiliza FDD o TDD. Las realizaciones se divulgan en que un eNB o UE transmite una, dos o tres PSS. Un UE que recibe dos o tres PSS determina basándose en la diferencia de sus desplazamientos cíclicos respectivos qué recursos se utilizarán para una transmisión posterior. Un UE que recibe una única PSS puede determinar tales recursos de transmisión si está al tanto de un desplazamiento cíclico de referencia. Las PSS transmitidas por un eNB no son distinguibles de las PSS transmitidas por un UE.

40 De acuerdo con el documento US 2011/0268101 A1, las posiciones de la PSS y la SSS en una señal de detección de proximidad transmitidas por un UE pueden ser intercambiadas con respecto a las posiciones de la PSS y la SSS transmitidas por un eNB, y una señal de detección de proximidad puede, además de la PSS y la SSS, incluir también un canal de difusión física, PBCH.

45 **Sumario**

50 La invención es definida por las reivindicaciones independientes.

55 En un aspecto de las enseñanzas del presente documento, un transmisor transmite señales de sincronización de acuerdo con una o más características de transmisión definidas que permiten que un receptor distinga el tipo de transmisor y/o el tipo de portadora utilizado para transportar las señales de sincronización. Diferentes tipos de transmisores reutilizan al menos algunas de las mismas secuencias de señal de sincronización y algoritmos de generación, pero utilizan diferentes parámetros de transmisión para impartir una o más características reconocibles a las señales de sincronización transmitidas. A su vez, un receptor configurado apropiadamente "sabe" qué características están asociadas con qué tipo de transmisor y/o portadora. Por ejemplo, los dispositivos inalámbricos

que funcionan en una red de comunicación inalámbrica transmiten señales de sincronización generadas por el dispositivo que reutilizan al menos algunas de las mismas secuencias utilizadas por las estaciones base de red para la transmisión de señales de sincronización de red. Sin embargo, las señales de sincronización generadas por el dispositivo se transmiten utilizando un posicionamiento o mapeo relativo que difiere de manera característica del utilizado para las señales de sincronización de red.

En un ejemplo, un dispositivo inalámbrico está configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica e implementa un método que incluye detectar las señales de sincronización recibidas en el dispositivo inalámbrico y decidir desde un posicionamiento o mapeo relativo de las señales de sincronización recibidas si son señales de sincronización de red originadas desde una estación base, o son señales de sincronización generadas por el dispositivo desde otro dispositivo inalámbrico. Correspondientemente, el dispositivo inalámbrico está configurado para procesar las señales de sincronización recibidas de acuerdo con los primeros procedimientos de procesamiento cuando se decide que sean señales de sincronización de red, y de acuerdo con los segundos procedimientos de procesamiento cuando se decide que sean señales de sincronización generadas por el dispositivo.

En otro ejemplo, un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica incluye una interfaz de comunicación configurada para recibir señales desde las estaciones base en la red y desde otros dispositivos inalámbricos. El dispositivo inalámbrico incluye además un circuito de procesamiento que está asociado operativamente con la interfaz de comunicación y configurado para detectar las señales de sincronización recibidas en el dispositivo inalámbrico, y decide desde un posicionamiento o mapeo relativo de las señales de sincronización si son señales de sincronización de red originadas desde una estación base, o son señales de sincronización generadas por el dispositivo que se originan desde otro dispositivo inalámbrico. Correspondientemente, el circuito de procesamiento está configurado para procesar las señales de sincronización recibidas de acuerdo con los primeros procedimientos de procesamiento cuando se decide que sean señales de sincronización de red, y de acuerdo con los segundos procedimientos de procesamiento cuando se decide que sean señales de sincronización generadas por el dispositivo.

En otro ejemplo, un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica implementa un método de transmisión de señales de sincronización generadas por el dispositivo. El método incluye generar las señales de sincronización generadas por el dispositivo utilizando al menos un subconjunto de las mismas secuencias utilizadas por las estaciones base en la red para señales de sincronización de red. El método incluye además la transmisión de señales de sincronización generadas por el dispositivo de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que permite a un dispositivo inalámbrico receptor determinar que son señales de sincronización generadas por el dispositivo en lugar de señales de sincronización de red que se originan desde una estación base en la red de comunicación inalámbrica.

En una realización correspondiente, un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica comprende una interfaz de comunicación configurada para transmitir señales a estaciones base de red y para transmitir señales a otros dispositivos inalámbricos, y además incluye un circuito de procesamiento. El circuito de procesamiento está asociado operativamente con la interfaz de comunicación y está configurado para generar señales de sincronización generadas por el dispositivo utilizando al menos un subconjunto de las mismas secuencias utilizadas por las estaciones base en la red para generar señales de sincronización de red. Además, el circuito de procesamiento está configurado para transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que permite a un dispositivo inalámbrico receptor determinar que son señales de sincronización generadas por el dispositivo en lugar de señales de sincronización de red originadas desde una estación base en la red de comunicación inalámbrica.

Por supuesto, la presente invención no está limitada a las características y ventajas anteriores. Los expertos en la técnica reconocerán características y ventajas adicionales al leer la siguiente descripción detallada, y al ver los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama que ilustra la temporización de transmisión conocida para señales de sincronización primaria y secundaria transmitidas en el enlace descendente en una red de evolución a largo plazo, LTE, para modos de duplexación por división de tiempo, TDD y duplexación por división de frecuencia, FDD.

La figura 2 es un diagrama que ilustra la generación y estructura de una señal de sincronización primaria, como se conoce para las estaciones base de red que funcionan en una red LTE.

La figura 3 es un diagrama que ilustra la generación y estructura de una señal de sincronización secundaria, como se conoce para las estaciones base de red que funcionan en una red LTE.

La figura 4 es un diagrama de bloques de una realización de una red de comunicación inalámbrica, donde uno o más dispositivos inalámbricos están configurados de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de detalles de ejemplo para una estación base, tal como un eNB en una red LTE, y un dispositivo inalámbrico configurado de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

5 La figura 6 es un diagrama de flujo lógico de una realización de un método de señales de sincronización recibidas de procesamiento en un dispositivo inalámbrico.

La figura 7 es un diagrama de flujo lógico de una realización de un método de transmisión de señales de sincronización de dispositivo a dispositivo, D2D, desde un dispositivo inalámbrico.

10

### Descripción detallada

La figura 4 ilustra una realización de una red 10 de comunicación inalámbrica que incluye una red 12 de acceso de radio, RAN, y una red central 14, CN. La red 10 combina de forma comunicativa dispositivos inalámbricos 16 con una o más redes externas 18, tales como Internet u otra red de paquetes de datos. El diagrama se simplifica para facilitar la discusión y se apreciará que la red 10 puede incluir ejemplos adicionales de una cualquiera o más de las entidades ilustradas y puede incluir otras entidades no ilustradas. Por ejemplo, la CN 14 puede incluir entidades de gestión de movilidad o MME, pasarelas de servicio o SGW, una pasarela de paquetes o PGW, y uno o más nodos adicionales, como nodos de posicionamiento, nodos de operaciones y mantenimiento, etc.

15

20

La RAN 12 incluye una serie de estaciones base 20-1, 20-2 y 20-3, que en el contexto LTE se denominan eNB o eNodeB. A menos que se necesiten sufijos para mayor claridad, el número de referencia "20" se utilizará para referirse a estaciones base en el sentido singular y plural. Cada estación base 20 utiliza ciertos recursos de interfaz aérea, por ejemplo, espectro, portadoras, canales, etc. para proporcionar servicio en un área determinada, denominada como una "célula". Por consiguiente, en la figura 4, la estación base 20-1 proporciona una célula 22-1, la estación base 20-2 proporciona una célula 22-2, y la estación base 20-3 proporciona una célula 22-3. A menos que se necesiten sufijos para mayor claridad, el número de referencia "22" se utilizará en el presente documento para referirse a las células en el sentido singular y plural.

25

30

Por supuesto, una estación base 20 dada puede proporcionar más de una célula 22, por ejemplo, en el caso de funcionamiento de multiportadora, y las enseñanzas del presente documento no están limitadas a la disposición de estaciones base 20 y células 22 representadas en la figura 4. Por ejemplo, los tamaños de las células pueden ser adaptativos o no uniformes. En el último caso, la red 10 puede comprender una red heterogénea en la que una o más células grandes, denominadas "macro" células están superpuestas por una o más células más pequeñas, referidas como "micro", "pico" o "femto" células. Estas células más pequeñas son proporcionadas por puntos de acceso de baja potencia y pueden utilizarse como puntos de acceso de servicio que proporcionan servicios de mayor velocidad de datos y/o pueden utilizarse para extender o completar la cobertura del servicio provisto por las macro células. En algunas implementaciones heterogéneas, las microcélulas utilizan la misma tecnología de acceso de radio utilizada por las macrocélulas, por ejemplo, microcélulas basadas en LTE superpuestas a macrocélulas basadas en LTE.

35

40

La figura 5 ilustra detalles de ejemplo para una realización de una estación base 20 y un dispositivo inalámbrico 16-1, que se muestra en contexto con otro dispositivo inalámbrico 16-2. Los expertos en la técnica apreciarán que la figura 5 ilustra disposiciones de circuito funcional y/o físico y que la estación base y el dispositivo inalámbrico 16-1 generalmente incluirán circuitos de procesamiento digital (y memoria asociada u otro medio legible por ordenador) para almacenar datos de configuración, datos operativos o de trabajo, y para almacenar instrucciones de programas informáticos. En al menos algunas de las realizaciones contempladas en el presente documento, la funcionalidad del lado de red y del lado de dispositivo se realiza al menos en parte a través de la configuración programática de la circuitería de procesamiento digital, basándose en la ejecución por esa circuitería de instrucciones almacenadas del programa informático.

45

50

Se ve en el ejemplo que la estación base 20 incluye una interfaz 30 de comunicación, un circuito 32 de procesamiento y memoria/almacenamiento asociado 34 (por ejemplo, uno o más tipos de medio legible por ordenador, como una mezcla de memoria de trabajo volátil, y configuración no volátil y memoria o almacenamiento del programa). La interfaz o interfaces 30 de comunicación dependen de la naturaleza de la estación base 20, pero generalmente incluyen un transceptor de radio (por ejemplo, conjuntos de circuitería de transmisión, recepción y transmisión de radio) para comunicarse con cualquier número de dispositivos inalámbricos 16 en cualquiera o más células 22 proporcionadas por la estación base 20. En ese ejemplo, la interfaz o interfaces 30 de comunicación incluyen uno o más transmisores y receptores, por ejemplo, circuitos de radio celular, junto con circuitería de control de potencia y circuitería de procesamiento de señales asociada. Además, en el mismo escenario, la interfaz o interfaces 30 de comunicación pueden incluir interfaces entre estaciones base y/u otra red de retorno u otras interfaces de comunicación de CN.

55

60

El circuito 32 de procesamiento comprende, por ejemplo, una circuitería de procesamiento digital que está fija o programada para realizar el procesamiento del lado de red como se enseña en el presente documento. En una realización, el circuito 32 de procesamiento comprende uno o más microprocesadores, procesadores de señal digital

65

(DSP), ASIC, FPGA, etc., que están configurados de acuerdo con las enseñanzas del presente documento. En una realización particular, la memoria/almacenamiento 34 almacena un programa informático 36. En una realización de ejemplo, el circuito 32 de procesamiento está configurado al menos parcialmente de acuerdo con las enseñanzas del presente documento, basándose en su ejecución de las instrucciones del programa informático que comprende el programa informático 36. A este respecto, se comprenderá que la memoria/almacenamiento 34 comprende un medio legible por ordenador que proporciona almacenamiento no transitorio para el programa informático 36.

Pasando al dispositivo inalámbrico 16-1 de ejemplo, que puede ser un radioteléfono celular (teléfono inteligente, teléfono con funciones, etc.), una tableta u ordenador portátil, un adaptador de red, tarjeta, módem u otro dispositivo similar de interfaz, o esencialmente un dispositivo u otro aparato que está configurado para comunicación inalámbrica en la red 10. En el contexto de 3GPP, el dispositivo inalámbrico 16-1 se denomina UE, y se entenderá que incluye una interfaz 40 de comunicación, que incluye un receptor de radiofrecuencia 42 y un transmisor de radiofrecuencia 44 que están configurados para funcionar de acuerdo con la interfaz aérea de la red 10.

El dispositivo inalámbrico 16-1 incluye además un circuito 46 de procesamiento, que incluye o está asociado con la memoria/almacenamiento 48. La memoria/almacenamiento 48 incluye, por ejemplo, uno o más tipos de medio legible por ordenador, tal como una mezcla de memoria de trabajo volátil y configuración no volátil y memoria u otro almacenamiento de programa. De manera similar, los expertos en la técnica apreciarán que la interfaz 40 de comunicación puede comprender una combinación de circuitos analógicos y digitales. Por ejemplo, el receptor 42 en una o más realizaciones comprende un circuito frontal del receptor, que no se muestra explícitamente en el diagrama, que genera una o más secuencias de muestras de señales digitales correspondientes a señales o señales recibidas por antena, junto con uno o más circuitos de procesamiento del receptor, por ejemplo, circuitería de procesamiento digital de banda base y memoria intermedia asociada, que funcionan en las muestras digitales. Las operaciones de ejemplo incluyen linealización u otra compensación de canal, posiblemente con supresión de interferencia, y demodulación/detección de símbolos y decodificación, para recuperar información transmitida.

Al menos parte del procesamiento digital de banda base para las señales de recepción (RX) y las señales de transmisión (TX) recibidas y transmitidas a través de la interfaz 40 de comunicación puede implementarse en el circuito 46 de procesamiento. El circuito 46 de procesamiento a este respecto comprende circuitería de procesamiento digital y puede implementarse como uno o más microprocesadores, DSP, ASIC, FPGA, etc. Más generalmente, el circuito 46 de procesamiento puede implementarse utilizando circuitería fija o circuitería programada. En una realización de ejemplo, la memoria/almacenamiento 48 comprende un medio legible por ordenador que almacena un programa informático 50 de una manera no transitoria. El circuito 46 de procesamiento en tales realizaciones está configurado al menos parcialmente de acuerdo con las enseñanzas del presente documento, basándose en su ejecución de las instrucciones del programa informático que comprende el programa informático 50.

Obsérvese que con respecto a los detalles relacionados con la transmisión en este documento para la transmisión de señales de sincronización generadas por el dispositivo desde un dispositivo inalámbrico 16, por ejemplo, para uso en comunicaciones de dispositivo a dispositivo, D2D, entre dispositivos inalámbricos 16, el dispositivo inalámbrico 16-2 que se muestra en la figura 5 puede entenderse que tiene la misma o similar implementación que el dispositivo inalámbrico 16-1. En otras palabras, el circuito 46 de procesamiento y otra circuitería de soporte dentro de cualquier dispositivo inalámbrico 16 pueden estar configurados para llevar a cabo el procesamiento de recepción de la señal de sincronización enseñado en el presente documento y/o el procesamiento de transmisión de la señal de sincronización enseñado en el presente documento.

Con respecto a los detalles de ejemplo para el procesamiento de recepción de la señal de sincronización como se contempla para un dispositivo inalámbrico 16 u otro receptor del presente documento, la figura 6 ilustra una realización de ejemplo de un método 600 de procesamiento de señales de sincronización recibidas. Se apreciará que el procesamiento indicado en la figura 6 puede implementarse al menos en parte a través de la configuración programática, basándose en la ejecución de instrucciones almacenadas del programa informático, por ejemplo, mediante la ejecución del programa informático almacenado 50 por el circuito 46 de procesamiento, como se muestra en la figura 5 para el dispositivo inalámbrico 16-1. También se apreciará que la figura 6 no implica necesariamente una orden de procesamiento específica o requerida y que uno o más de los pasos del método ilustrado se pueden realizar en una orden diferente de la ilustración. Además, el método 600 o los pasos incluidos en él pueden realizarse en paralelo, repetirse o enlazarse de otra manera periódicamente o desencadenada, y/o pueden realizarse en un sentido continuo, por ejemplo, como parte del procesamiento en curso o en segundo plano.

Para facilitar la referencia en los ejemplos adicionales dados a continuación, se aplica el siguiente resumen de términos y entendimientos:

- NWSS denota señales de sincronización de red, por ejemplo, PSS y SSS transmitidas por una estación base 20;
- DGSS denota señales de sincronización generadas por el dispositivo, y "D2DSS" denota tales señales para la sincronización D2D; obsérvese que DGSS puede comprender PSS y SSS transmitidas por un dispositivo inalámbrico 16;

- PSS y SSS denotan señales de sincronización primaria y secundaria, independientemente de si son NWSS o D2DSS;

5 - PDGSS o PD2DSS denota una PSS transmitida por un dispositivo inalámbrico 16; y

- SDGSS o SD2DSS denota una SSS transmitida por un dispositivo inalámbrico 16.

10 Obsérvese que la PSS de LTE y la SSS de LTE heredadas utilizadas por los eNB en redes LTE son casos especiales de PD2DSS y SD2DSS, respectivamente.

15 El método 600 incluye detectar 602 señales de sincronización recibidas en el dispositivo inalámbrico 16 y decidir (Bloque 604) desde un posicionamiento o mapeo relativo de las señales de sincronización si son NWSS que se originan desde una estación base, o si son DGSS que se originan desde otro dispositivo inalámbrico 16. Si se decide que las señales de sincronización son NWSS, el método 600 continúa procesando (Bloque 606) las señales de sincronización recibidas de acuerdo con los primeros procedimientos de procesamiento, por ejemplo, utilizando reglas o acciones de procesamiento asociadas o definidas de otro modo para la recepción de NWSS. Por el contrario, si se decide que las señales de sincronización son DGSS, el método 600 continúa procesando (Bloque 608) las señales de sincronización recibidas de acuerdo con los segundos procedimientos de procesamiento, por ejemplo, utilizando reglas o acciones de procesamiento asociadas o definidas para la recepción de DGSS.

20 En un ejemplo, las señales de sincronización recibidas son una señal de sincronización recientemente detectada, y los procedimientos de procesamiento primero y/o segundo incluyen decidir si actualizar o no la referencia de sincronización del dispositivo inalámbrico 16 a la señal de sincronización recientemente detectada.

25 En otro ejemplo aplicable a al menos algunas realizaciones, los segundos procedimientos de procesamiento pueden incluir intentar decodificar un canal de sincronización D2D físico, PD2DSCH, que se transmite cuando las señales de sincronización son DGSS. Es decir, reconocer que las señales de sincronización recibidas son DGSS puede desencadenar un intento de decodificación de un PD2DSCH asociado.

30 Tales procedimientos incluyen el procesamiento de uno o más parámetros obtenidos de la decodificación del PD2DSCH. Con más detalle, si las señales de sincronización recibidas son NWSS, entonces el dispositivo inalámbrico 16 sabe que no se transmite ningún PD2DSCH en asociación con ellas. Por otro lado, si las señales de sincronización recibidas son DGSS, el dispositivo inalámbrico 16 puede asumir que se transmite un PD2DSCH en asociación con ellas. En al menos algunas realizaciones, el PD2DSCH se transmite de acuerdo con una relación conocida con respecto al DGSS, y el dispositivo inalámbrico 16 sabe por lo tanto dónde encontrar el PD2DSCH.

35 En un ejemplo adicional, los primeros procedimientos de procesamiento incluyen primeras reglas para sincronizar una o más temporizaciones del dispositivo inalámbrico con respecto a NWSS, y los segundos procedimientos de procesamiento incluyen segundas reglas para sincronizar una o más temporizaciones del dispositivo inalámbrico con respecto a D2DSS. Estas reglas dictan, por ejemplo, cómo clasificar las señales de sincronización en orden de preferencia o prioridad y/o qué señales de sincronización utilizar para sincronizar el tiempo de transmisión contra el tiempo de recepción. A este respecto, debe entenderse que el dispositivo inalámbrico 16 puede recibir tanto NWSS como DGSS y puede utilizar reglas de procesamiento para determinar cómo conciliar esa recepción dual, por ejemplo, ignorar la sincronización generada por el dispositivo cuando la sincronización de red está disponible, utilizar las señales de sincronización de red para ciertas sincronizaciones de dispositivos y utilizar señales de sincronización D2D para otras sincronizaciones de dispositivos, etc. Tales reglas se extienden, por ejemplo, a instancias donde se reciben DGSS de más de una fuente, o para más de una referencia de sincronización.

40 Considerérese un ejemplo más detallado, en el que las señales de sincronización recibidas incluyen una señal de sincronización primaria, PSS, y una señal de sincronización secundaria, SSS, que el dispositivo inalámbrico receptor 16 detecta como una distancia entre ellas característica de las transmisiones DGSS. En dicho ejemplo, el paso de decidir (Bloque 604) incluye decidir que las señales de sincronización recibidas son DGSS en lugar de NWSS, cuando la distancia entre la señal de sincronización primaria y las señales de sincronización secundarias coincide con la distancia característica conocida para la transmisión de DGSS. Se entenderá que esta distancia característica difiere de la distancia característica entre PSS y SSS conocida para las transmisiones NWSS.

45 En un ejemplo particular, el dispositivo inalámbrico 16 decide que las PSS/SSS recibidas son DGSS cuando la separación de PSS/SSS detectado para la PSS/SSS recibida difiere de la distancia definida conocida para ser utilizada por las estaciones base 20 que funcionan en el modo TDD y/o cuando una orden de las señales de sincronización primaria y secundaria difiere de una orden definida conocida para ser utilizada por las estaciones base que funcionan en el modo FDD.

60 Por lo tanto, en algunas realizaciones, el "posicionamiento o mapeo relativo" en cuestión es la separación de PSS y SSS cuando se transmite por una estación base 20 como NWSS con respecto a la separación de PSS y SSS cuando se transmite por un dispositivo inalámbrico 16 como DGSS. En un ejemplo, PSS y SSS para D2SS se

transmiten en tiempos de símbolos adyacentes, mientras que PSS y SSS se transmiten con una separación de tres tiempos de símbolos para NWSS.

En la misma u otras realizaciones, PSS y SSS se transmiten con una primera orden para NWSS y con una segunda orden para DGSS. Por ejemplo, las estaciones base 20 transmiten SSS primero, seguido de PSS, para transmisiones NWSS. Por el contrario, los dispositivos inalámbricos 16 transmiten PSS primero, seguidos por SSS, para transmisiones DGSS. Por lo tanto, un receptor distingue entre NWSS y DGSS de acuerdo con el orden PSS/SSS. En tales ejemplos, el "posicionamiento o mapeo relativo" constituye el orden de posicionamiento de PSS/SSS para DGSS con relación al orden de posicionamiento de PSS/SSS para NWSS. Es decir, el mapeo o posicionamiento de DGSS en términos de tiempo y/o frecuencia los distingue de manera característica como DGSS en lugar de NWSS.

Por supuesto, estas diferencias características se pueden combinar. Por ejemplo, la separación de PSS/SSS indica si las señales de sincronización en cuestión son NWSS o DGSS, mientras que el orden de PSS/SSS indica un parámetro adicional para DGSS, como el tipo, subtipo o categoría del dispositivo inalámbrico 16 que transmite la DGSS. Aún más, en el caso de que las señales de sincronización recibidas en cuestión incluyan PSS y SSS, las diferencias de posicionamiento o mapeo relativo entre NWSS y DGSS pueden aplicarse tanto a PSS/SSS, por ejemplo, tomadas como un emparejamiento, o pueden aplicarse solo a una de ellos.

En un ejemplo adicional, los dispositivos inalámbricos 16 utilizan un mapeo característico diferente de las señales de sincronización a los recursos de tiempo-frecuencia de la señal OFDM que los transporta, con relación al mapeo utilizado por las estaciones base 20 para la transmisión de SSS. En un ejemplo particular, la SSS en una transmisión de DGSS se mapea de forma diferente que el mapeo utilizado para la SSS en una transmisión de NWSS. Por lo tanto, un receptor detectaría y evaluaría el mapeo de SSS para determinar si la señal de sincronización recibida era una DGSS o una NWSS.

En otra realización, el posicionamiento o mapeo relativo en cuestión se refiere a si las señales de sincronización están posicionadas en el espectro de enlace ascendente o en el espectro de enlace descendente. En una realización de ejemplo, las estaciones base 20 transmiten PSS y SSS como NWSS en la porción de enlace descendente del espectro de radio, mientras que los dispositivos inalámbricos 16 transmiten PSS y SSS como DGSS en la porción de enlace ascendente del espectro de radio. Por lo tanto, un receptor detecta si la PSS y la SSS recibidas dadas se originan desde una estación base 20 o desde un dispositivo inalámbrico 16, basándose en la detección de si la PSS y la SSS recibidas están posicionadas en el espectro de enlace ascendente o en el espectro de enlace descendente.

Como se indicó anteriormente, las enseñanzas en el presente documento también contemplan el uso de múltiples características de transmisión juntas, para indicar más que solo el tipo de portadora y/o el tipo de transmisor. Por ejemplo, las estaciones base 20 y los dispositivos inalámbricos 16 pueden utilizar una separación característica diferente para la transmisión PSS y SSS, de modo que la separación de una PSS y una SSS recibidas le indique al receptor si la PSS y la SSS se originan desde una estación base 20 o desde un dispositivo inalámbrico 16. Además, los diferentes tipos de dispositivos inalámbricos 16 utilizan la misma separación de PSS/SSS pero utilizan diferentes órdenes característicos de la PSS y de la SSS para indicar un subtipo, categoría, clase, etc. de dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, PSS seguido de SSS indica un subtipo de dispositivo, mientras que SSS seguida de PSS indica otro subtipo de dispositivo.

Considérese la figura 7, que representa una realización de un método 700 llevada a cabo por un dispositivo inalámbrico 16, para transmitir señales de sincronización D2D. Uno o más pasos del método 700 pueden llevarse a cabo en un orden diferente al sugerido por el diagrama, y el método 700 puede repetirse, enlazarse, etc., y puede realizarse junto con otro procesamiento en el dispositivo inalámbrico 16.

El método 700 incluye generar (Bloque 702) señales de sincronización que utilizan al menos un subconjunto de las secuencias utilizadas por la red 10 para generar NWSS. Por ejemplo, algunas o todas las secuencias de Zadoff-Chu utilizadas por las estaciones base 20 para generar PSS son reutilizadas por el dispositivo inalámbrico 16 para la generación de una PSS para transmisión de DGSS y/o algunas o todas las mismas secuencias M utilizadas por las estaciones base 20 para generar SSS son reutilizadas por el dispositivo inalámbrico 16 para generar una SSS para la transmisión de DGSS. Además, el método 700 incluye transmitir (Bloque 704) la PSS de D2D y/o la SSS de D2D de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que permite que un dispositivo inalámbrico receptor 16 reconozca que las señales de sincronización son señales de sincronización D2D.

En el presente documento se reconoce que un receptor que recibe señales de sincronización se beneficia al detectar el tipo de portadora en el que se reciben las señales de sincronización, y se beneficia al detectar el tipo de transmisor, es decir, detectar si las señales de sincronización son NWSS transmitidas por una estación base 20 o DGSS transmitidas por un dispositivo inalámbrico 16. Además, como se proporciona en al menos algunas realizaciones divulgadas en el presente documento, se obtienen beneficios adicionales detectando información de subtipo, clase o categoría para el transmisor que origina las señales de sincronización.

Conocer si las señales de sincronización recibidas se originan desde una estación base 20 o desde un dispositivo inalámbrico 16 y/o conocer el tipo de portadora en el que las señales de sincronización recibidas son transmitidas permite al receptor adoptar los procedimientos más adecuados para procesar y utilizar las señales de sincronización recibidas. Por ejemplo, detectar el tipo de portadora es beneficioso para determinar qué recursos están disponibles para la transmisión, y la decisión de si las señales de sincronización son NWSS o DGSS pueden utilizarse para controlar cómo se decodifican y utilizan las señales para el procesamiento relacionado con la sincronización dentro del receptor. Además, en la medida en que un dispositivo inalámbrico 16 pueda detectar el tipo o subtipo de transmisor basándose en la característica o características de transmisión de la PSS/SSS recibida, ese conocimiento puede ser explotado para clasificar la confiabilidad de diferentes PSS/SSS cuando múltiples PSS/SSS se reciben de diferentes transmisores de diferentes tipos o subtipos, y para seleccionar las señales más adecuadas o más preferibles para la sincronización.

Una suposición de trabajo en el contexto de los ejemplos adicionales a continuación es que un dispositivo inalámbrico 16 que transmite DGSS reutiliza al menos algunas de las secuencias de Zadoff-Chu definidas para PSS de LTE. La secuencia específica utilizada para la DGSS primaria, PDGSS, se puede determinar de acuerdo con un mapeo predefinido. Los ejemplos de mapeos incluyen secuencias de mapeo en al menos una identidad de dispositivo -una identidad de UE- o una identidad de sincronización. Como una suposición adicional, el dispositivo inalámbrico 16 transmite DGSS secundaria, SDGSS, reutilizando al menos algunas de las secuencias M definidas para SSS de LTE. La secuencia específica utilizada para SDGSS se puede determinar de acuerdo con un mapeo predefinido. Los ejemplos de mapeos incluyen secuencias de mapeo en al menos una identidad de dispositivo o una identidad de sincronización. Por lo tanto, un dispositivo inalámbrico receptor 16 detecta la posición de PDGSS, por ejemplo, mediante correlación de dominio del tiempo y detecta la identidad de secuencia de PDGSS. Además, el dispositivo inalámbrico receptor 16 detecta la posición de SDGSS, por ejemplo, mediante correlación de dominio del tiempo, y detecta la identidad de secuencia de SDGSS.

Como una suposición adicional, para un dispositivo inalámbrico 16 dado que transmite DGSS, el dispositivo transmite PDGSS y SDGSS utilizando un posicionamiento relativo que es de manera característica diferente del posicionamiento utilizado por las estaciones base de la red para transmitir PSS y SSS. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16 puede posicionar la PDGSS y la SDGSS en tiempos de símbolos adyacentes, mientras que las estaciones base separan la PSS y la SSS por tres tiempos de símbolo de OFDM. También se pueden utilizar diferentes características para distinguir entre los tipos de portadoras de FDD y TDD. Por lo tanto, un receptor de acuerdo con las enseñanzas del presente documento puede detectar el tipo de transmisor y/o el tipo de portadora asociados con la PSS/SSS recibida, basándose en la detección y evaluación de una o más características asociadas con la PSS/SSS recibida. Ventajosamente, el receptor toma diferentes acciones correspondientes de acuerdo con el transmisor detectado y/o el tipo de portadora asociado con la PSS/SSS recibida.

En una realización, la transmisión de DGSS utiliza una orden de transmisión diferente para las transmisiones de señal de sincronización primaria y secundaria que la utilizada por las estaciones base 20 para la transmisión de NWSS. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico 16 que transmite DGSS transmite la señal de sincronización primaria, PDGSS, en primer lugar, seguida de la señal de sincronización secundaria, SDGSS. Por el contrario, las estaciones base 20 transmiten primero la SSS, seguida de la PSS, al menos para el caso en el que las estaciones base 20 funcionan en el modo FDD. "Primero" aquí se refiere a los tiempos de símbolo. Con este enfoque, un receptor se configura para conocer los ordenamientos característicos utilizados para NWSS frente a DGSS y, por lo tanto, determina si la PSS recibida y la SSS son NWSS o DGSS, basándose en la detección del orden de las PSS y SSS recibidas.

En otra realización de ejemplo, un dispositivo inalámbrico 16 que transmite DGSS transmite la PSS adyacente a la SSS. Por el contrario, las estaciones base 20 transmiten PSS y SSS separadas por tres símbolos de OFDM. El orden PSS/SSS es irrelevante ya que la distancia entre PSS y SSS es la característica de interés aquí. Por lo tanto, un receptor que recibe PSS y SSS decide si la PSS recibida y la SSS son NWSS o DGSS en función de la distancia entre la PSS y la SSS recibidas.

En otra realización de ejemplo, un dispositivo inalámbrico 16 que transmite DGSS transmite la PSS y la SSS en la portadora de enlace ascendente, mientras que las estaciones base 20 transmiten PSS y SSS en la portadora de enlace descendente. Por lo tanto, un receptor que recibe PSS y SSS decide si la PSS y la SSS recibidas son NWSS o DGSS en función de si se reciben en la porción de enlace descendente del espectro o en la porción de enlace ascendente del espectro.

En otra realización de ejemplo, diferentes mapeos de las secuencias M-SSS1 y SS2-utilizadas para generar la SSS son adoptados por el transmisor dependiendo de si la portadora es de tipo TDD o FDD y/o si el transmisor es un dispositivo inalámbrico 16 o una estación base 20. Los diferentes mapeos se pueden conocer a partir de una regla de mapeo predefinida. En un ejemplo, SSS1 y SSS2 se mapean respectivamente a subportadoras pares o impares, posiblemente sin contar la DC, o viceversa. Por lo tanto, un receptor que recibe PSS y SSS decide si la PSS y la SSS recibidas son NWSS o DGSS y/o detecta el tipo de portadora, basándose en la detección del mapeo o mapeos utilizados para la PSS y la SSS recibidas.

En otra realización de ejemplo, se utilizan diferentes mapeos de las secuencias M-SSS1 y SSS2- para permitir la resolución de ambigüedad de temporización. Aquí, un dispositivo inalámbrico 16 que transmite DGSS adopta un mapeo diferente para las secuencias SSS1 y SSS2 en dependencia de al menos el índice de los recursos de subtrama o tiempo que llevan la SDGSS. Por ejemplo, SSS1 y SSS2 se pueden mapear respectivamente a subportadoras pares e impares, posiblemente sin contar la DC, cada otra instancia de transmisión SDGSS, y SSS1 y SSS2 se pueden mapear respectivamente a subportadoras pares e impares, posiblemente sin contar la DC, en las instancias de transmisión de SDGSS restantes. Por lo tanto, un dispositivo inalámbrico 16 u otro receptor que recibe la SDGSS detecta el mapeo de SSS1 y SSS2 y resuelve consecuentemente la ambigüedad en el tiempo de transmisión de SDGSS. A este respecto, téngase en cuenta que si DGSS se transmite con periodicidad X ms, la posición de trama se conoce con una ambigüedad de cualquier múltiplo de X ms. Sin embargo, si los parámetros (por ejemplo, mapeo de secuencias M) de DGSS se varían cada dos transmisiones DGSS, la ambigüedad se extiende a 2\*X ms.

En otra realización, los diferentes mapeos de las secuencias M-SSS1 y SS2- utilizados para generar la SSS y/o diferentes mapeos de dominio del tiempo y/o de la frecuencia de la PSS y la SSS a las tramas de radio están asociadas con diferentes tipos de transmisores y/o tipos de portadora y posiblemente otros parámetros asociados con la portadora habilitada para D2D y/o el transmisor que transmite la PSS/SSS. Por lo tanto, el receptor detecta la asignación de PDGSS, SSS1 y SSS2, a partir de los mapeos detectados obtiene la información asociada con respecto a la portadora y el transmisor.

En otra realización, el conjunto de campos de control incluidos en un canal de control de difusión, por ejemplo, en un PD2DSCH, es una función de al menos el tipo de portadora y/o tipo de transmisión de las señales de sincronización asociadas con el canal de control de difusión D2D. Por ejemplo, un campo de configuración TDD solo se incluye si la portadora es de tipo TDD, un campo de número de salto de relé sincronizado solo se incluye si el transmisor no es del tipo eNB, un campo de dirección ProSe solo se incluye si el transmisor no es del tipo eNB, o una longitud de campo de dirección ProSe es una función del tipo de transmisor que transmite la PSS.

El receptor adapta la interpretación de los bits de información de control detectados al tipo de portadora y/o tipo de dispositivo que transmite D2DSS y/o PD2DSCH. Por ejemplo, diferentes campos en la información de control pueden tener diferentes longitudes dependiendo del tipo de portadora y/o tipo de dispositivo y observar que en algunos casos tales campos pueden estar ausentes. En el caso extremo, el PD2DSCH puede estar completamente ausente. El receptor puede adoptar diferentes hipótesis en la longitud de la palabra decodificada, coincidencia de velocidad, cifrado, relleno de ceros, tasa de codificación, metodología de cálculo CRC y cualquier otra hipótesis o algoritmo relacionado con la detección dependiendo del tipo de portadora y/o tipo de transmisor. La información sobre el tipo de portadora y/o tipo de dispositivo se puede obtener a partir de señalización explícita, preconfiguración o cualquiera de las realizaciones de esta invención.

En otra realización, el receptor determina el tipo de transmisor basándose en la periodicidad de tiempo de la PSS y/o la SSS recibidas. El receptor necesita detectar primero múltiples transmisiones de señales de sincronización consecutivas y posteriormente calcular su periodicidad. Por lo tanto, la característica de interés aquí es la periodicidad y el receptor se configuraría con el conocimiento de qué periodicidades son características de la NWSS y qué periodicidades son características de la DGSS.

Además, como se indicó anteriormente, el posicionamiento de la PSS/SSS dentro del espectro de radio puede utilizarse como una característica distintiva. Es decir, el receptor determina el tipo de transmisor asociado con la PSS/SSS recibida, en función del espectro en el que se reciben la PSS/SSS. Por ejemplo, el tipo de transmisor se determina en función de si la PSS/SSS se recibe en las porciones de enlace ascendente o de enlace descendente del espectro.

Se entenderá que en al menos algunos casos, el receptor puede ya conocer el tipo de portadora y/o el tipo de transmisor asociado con cierta PSS/SSS, por ejemplo, por la información preconfigurada o señalización previa recibida de cualquier nodo. Basándose en dicha información, el receptor puede restringir el número y rango de hipótesis que se están probando basándose en cualquiera de las realizaciones anteriores cuando se detecta una nueva PSS/SSS.

Además, se apreciará que las realizaciones anteriores se pueden combinar esencialmente de cualquier manera. En algunos casos, la combinación de las realizaciones permite que un receptor identifique más de dos tipos de transmisores. Es decir, se puede utilizar más de una "dimensión" para caracterizar las transmisiones de PSS/SSS, como cuando la distancia entre PSS y SSS indica el tipo de transmisor y donde el orden de PSS frente a SSS indica el subtipo de transmisor. Tales combinaciones pueden explotarse ventajosamente para señalar múltiples tipos y subtipos de transmisores, por ejemplo el tipo de transmisor es eNB o tipo de UE o tipo 2 de UE o tipo 3 de UE, etc. Los diferentes tipos de UE pueden, por ejemplo, tener diferentes capacidades y/o diferentes propiedades de sincronización o fiabilidad.

Considérese el siguiente comportamiento del receptor de ejemplo, que se supone que la PSS es seguida inmediatamente por la SSS cuando la PSS y la SSS son transmisiones de DGSS, y que se supone además que las

estaciones base 20 utilizan una separación diferente para la NWSS. Además, se supone que se utilizan diferentes mapeos SSS1/SSS2 en dependencia del tipo de portadora. Por lo tanto, una característica de separación o distancia indica el tipo de transmisor que transmite la PSS/SSS, y una característica de mapeo utilizada para SSS1/SSS2 indica el tipo de portadora.

5 Por consiguiente, un receptor de acuerdo con un ejemplo contemplado en el presente documento realiza el siguiente algoritmo de procesamiento:

- el receptor detecta PSS donde los tipos de portadora y transmisor son desconocidos;
- el receptor detecta SSS y su posición con respecto a la PSS

prueba de hipótesis 1- el receptor decide que la PSS/SSS no se origina en una estación base 20 que funciona en el modo TDD, basándose en la distancia característica entre la PSS y la SSS;

prueba de hipótesis 2- el receptor decide que la PSS/SSS no se origina en una estación base que funciona en el modo FDD, basándose en el orden característico de la PSS y la SSS;

decisión 1- basándose en las pruebas de hipótesis 1 y 2, el receptor concluye que el transmisor es un dispositivo inalámbrico 16 y que, por lo tanto, la PSS/SSS son PDGSS y SDGSS, respectivamente;

- el receptor detecta el mapeo característico de las secuencias SSS1 y SSS2 utilizadas para la SDGSS, y de ese mapeo decide si el tipo de portadora es FDD o TDD; y

- basándose en la toma de decisiones anterior, el receptor sabe que la PSS/SSS es DGSS y sabe en qué tipo de portadora se transmite, y por lo tanto aplica los parámetros correctos del algoritmo de descodificación e interpreta los campos detectados correctamente al leer el PD2DSCH asociado.

### Ventajas de ejemplo

Entre sus diversas ventajas, las enseñanzas en el presente documento permiten reutilizar la mayoría de los algoritmos preexistentes para la detección de señal de sincronización LTE, permitiendo al mismo tiempo que un receptor detecte el tipo de portadora asociado con PSS/SSS recibida y/o que detecte si la PSS/SSS recibida es NWSS o DGSS. Estas capacidades a su vez permiten a un receptor, por ejemplo, un dispositivo inalámbrico 16 que funciona en una red de comunicación inalámbrica 10, decodificar, procesar y utilizar adecuadamente las señales de sincronización recibidas en dependencia del tipo de portadora y/o reconocimiento de si las señales de sincronización recibidas son NWSS o DGSS. Además, en al menos algunas realizaciones, el receptor reconoce subtipo, categoría, etc. de transmisor, lo que permite un refinamiento adicional en las reglas o procedimientos de procesamiento utilizados por el receptor.

En un aspecto, las enseñanzas del presente documento pueden entenderse utilizando diferentes formas de mapeo de una identidad D2D con DGSS y/u otras señales o canales D2D, donde el mapeo o mapeos son una función del tipo y/o longitud de la identidad D2D, y pueden utilizar, por ejemplo, diferentes cifrados. Si la identidad que deben transportar las señales de sincronización es una ID de célula, la asignación heredada de ID de célula a PSS/SSS se reutiliza incluso para DGSS. La ID de célula puede ser transportada por el PD2DSCH asociado con la DGSS. Además, los canales/señales D2D, tales como PD2DSCH, asignaciones de planificación, canales de control, etc., están cifrados con secuencias derivadas de la ID de célula.

Si la identidad que deben transportar las señales de sincronización es una ID D2D, cuya ID típicamente exceden los 504 valores proporcionados con PSS/SSS de LTE heredadas, una identidad D2D abreviada se deriva de la ID D2D completa. La ID D2D abreviada, " ID D2D corta", puede estar limitada al rango [0..503], por ejemplo. De acuerdo con una realización, la ID D2D corta se obtiene mediante dispersión o truncamiento de la ID D2D completa. El mapeo heredado de ID D2D corta a PSS/SSS es para DGSS, aunque la ID D2D completo puede ser transportado por el PD2DSCH asociado con la DGSS. Además, las señales/canales D2D, como PD2DSCH, las asignaciones de planificación, los canales de control, etc., pueden cifrarse con secuencias derivadas desde la ID D2D corta.

En cualquier caso, en al menos algunas realizaciones del presente documento, un dispositivo inalámbrico 16 genera señales de sincronización utilizando al menos un subconjunto de las mismas secuencias utilizadas por las estaciones base en la red 10 para generar señales de sincronización de red. Ventajosamente, sin embargo, el dispositivo inalámbrico 16 transmite las señales de sincronización de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que permite a un receptor -por ejemplo, otro dispositivo inalámbrico 16- reconocer que las señales de sincronización son señales de sincronización D2D que se originan desde un dispositivo inalámbrico 16, en lugar de señales de sincronización de red que se originan desde una estación base 20. Aquí, el término "posicionamiento o mapeo relativo" denota el hecho de que las señales de sincronización D2D tienen un posicionamiento o mapeo diferente con relación al utilizado para las señales de sincronización de red.

5 Notablemente, las modificaciones y otras realizaciones de la invención o invenciones divulgadas se le ocurrirán a un experto en la técnica que tenga el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por lo tanto, debe entenderse que la invención o invenciones no están limitadas a las realizaciones específicas divulgadas y que las modificaciones y otras realizaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de esta divulgación. Aunque los términos específicos se pueden emplear aquí, se utilizan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no con fines de limitación.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un método (700) de transmisión de señales de sincronización generadas por el dispositivo desde un dispositivo inalámbrico (16) configurado para funcionar en una red (10) de comunicación inalámbrica, comprendiendo dicho método (700):
- 10 generar (702) las señales de sincronización generadas por el dispositivo utilizando al menos un subconjunto de las mismas secuencias utilizadas por las estaciones base (20) en la red (10) para generar señales de sincronización de red; y
- 15 transmitir (704) las señales de sincronización generadas por el dispositivo de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que difiere de manera característica de un posicionamiento o mapeo relativo utilizado para transmitir las señales de sincronización de red que se originan desde cualquiera de las estaciones base (20) en la red (10) de comunicación inalámbrica,
- 20 caracterizado el método porque además comprende incluir u omitir uno o más campos de control en un canal de control de difusión de dispositivo a dispositivo, D2D, transmitido por el dispositivo inalámbrico (16) en asociación con la transmisión de las señales de sincronización generadas por el dispositivo, en el que las omisiones o inclusiones de campo de control distinguen de manera característica el canal de control de difusión D2D de las transmisiones de canal de control de difusión por cualquiera de las estaciones base (20) en asociación con sus transmisiones respectivas de las señales de sincronización de red.
- 25 2.- El método (700) de la reivindicación 1, en el que transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo incluye transmitir señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria de acuerdo con un orden que difiere de manera característica de una orden utilizada por la red (10) para la transmisión de las señales de sincronización de red primaria y secundaria.
- 30 3.- El método (700) de la reivindicación 2, en el que transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria comprende transmitir la señal de sincronización generada por el dispositivo primaria, seguido por la transmisión de la señal de sincronización generada por el dispositivo secundaria, mientras que con respecto a la transmisión de las señales de sincronización de red primaria y secundaria desde cualquier estación base (20) dada, la transmisión de la señal de sincronización de red primaria sigue a la transmisión de la señal de sincronización de red secundaria.
- 35 4.- El método (700) de la reivindicación 1, en el que transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo incluye transmitir señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria de acuerdo con una separación o distancia que difiere de manera característica de una separación o distancia utilizado por la red (10) para la transmisión de señales de sincronización de red primaria y secundaria.
- 40 5.- El método (700) de la reivindicación 1, en el que las señales de sincronización de red comprenden señales de sincronización de red primaria y secundaria, con transmisión de la señal de sincronización secundaria de red mapeada de manera característica a una portadora de enlace descendente, y en el que transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo comprende transmitir señales de sincronización generadas por el dispositivo primera y secundaria, que incluyen transmisiones de mapeo de la señal de sincronización generada por el dispositivo secundaria a una portadora de enlace ascendente.
- 45 6.- El método (700) de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que las señales de sincronización generadas por el dispositivo se transmiten de acuerdo con un posicionamiento relativo que difiere de manera característica del posicionamiento relativo utilizado para transmitir las señales de sincronización de red.
- 50 7.- El método (700) de la reivindicación 6, en el que las señales de sincronización generadas por el dispositivo se transmiten de acuerdo con adicionalmente un mapeo relativo que difiere de manera característica del mapeo relativo utilizada para transmitir las señales de sincronización de red.
- 55 8.- El método (700) de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo incluye transmitir señales de sincronización generadas por el dispositivo secundarias de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que difiere de manera característica del posicionamiento o mapeo relativo utilizado para transmitir las señales de sincronización de red secundarias.
- 60 9.- Un dispositivo inalámbrico (16) configurado para funcionar en una red (10) de comunicación inalámbrica de LTE y que comprende:
- 65 una interfaz (40) de comunicación configurada para transmitir señales a estaciones base (20) de la red (10) y para transmitir señales a otros dispositivos inalámbricos (16); y
- un circuito (46) de procesamiento que está asociado operativamente con la interfaz (40) de comunicación y

configurado para:

5 generar las señales de sincronización generadas por el dispositivo utilizando al menos un subconjunto de las mismas secuencias utilizadas por las estaciones base (20) en la red (10) para generar señales de sincronización de red; y

10 transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo de acuerdo con un posicionamiento o mapeo relativo que difiere de manera característica de un posicionamiento o mapeo relativo utilizado para transmitir las señales de sincronización de red que se originan desde cualquiera de las estaciones base (20) en la red de comunicación inalámbrica (10);

15 caracterizado el dispositivo inalámbrico porque el circuito (46) de procesamiento está además configurado para incluir u omitir uno o más campos de control en un canal de control de difusión de dispositivo a dispositivo, D2D, transmitido por el dispositivo inalámbrico (16) en asociación con la transmisión de las señales de sincronización generadas por el dispositivo, en el que las omisiones e inclusiones de campo de control distinguen de manera característica el canal de control de difusión D2D de las transmisiones de canal de control de difusión de red por cualquier estación base (20) en asociación con sus respectivas transmisiones de las señales de sincronización de red.

20 10.- El dispositivo inalámbrico (16) de la reivindicación 9, en el que el circuito (46) de procesamiento está configurado para transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo transmitiendo señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria de acuerdo con un orden que difiere de manera característica de una orden utilizada por la red para la transmisión de señales de sincronización de red primaria y secundaria.

25 11.- El dispositivo inalámbrico (16) de la reivindicación 10, en el que el circuito (46) de procesamiento está configurado para transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria transmitiendo la señal de sincronización generada por el dispositivo primaria, seguida por la transmisión de la señal de sincronización generada por el dispositivo secundaria, mientras que, con respecto a la transmisión de las señales de sincronización de red primaria y secundaria desde cualquier estación base (20) dada, la transmisión de la señal de sincronización de red primaria sigue a la transmisión de la señal de sincronización de red secundaria.

30 12.- El dispositivo inalámbrico (16) de la reivindicación 9, en el que el circuito (46) de procesamiento está configurado para transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo transmitiendo señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria de acuerdo con una separación o distancia que difiere de manera característica de una separación o distancia utilizada por la red (10) para la transmisión de señales de sincronización de red primaria y secundaria.

35 40 13.- El dispositivo inalámbrico (16) de la reivindicación 9, en el que las señales de sincronización de red comprenden señales de sincronización de red primaria y secundaria, con transmisión de la señal de sincronización de red secundaria mapeada de manera característica a una portadora de enlace descendente, y en el que el circuito (46) de procesamiento está configurado para transmitir las señales de sincronización generadas por el dispositivo mediante la transmisión de señales de sincronización generadas por el dispositivo primaria y secundaria, que incluyen el mapeo de transmisiones de la señal de sincronización generada por el dispositivo secundaria a una portadora de enlace ascendente.

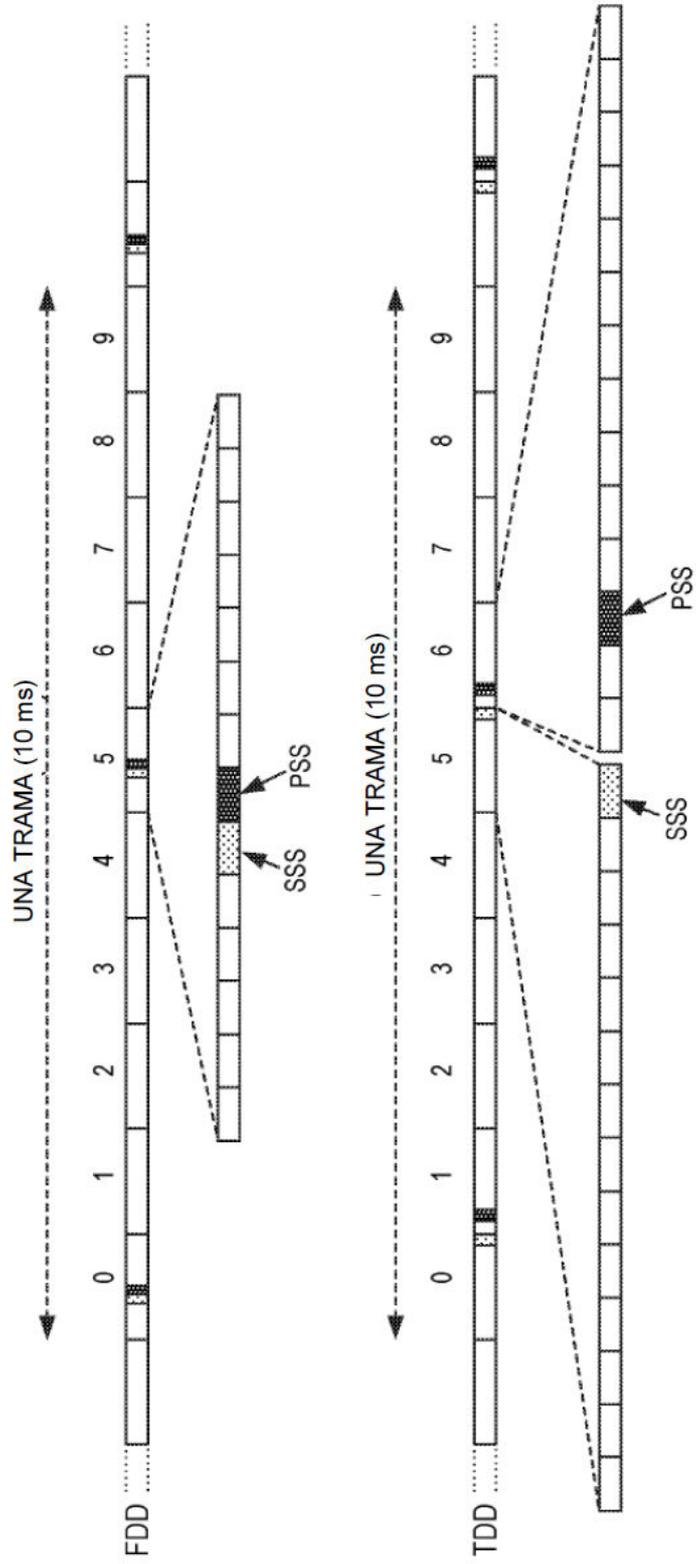


FIG. 1

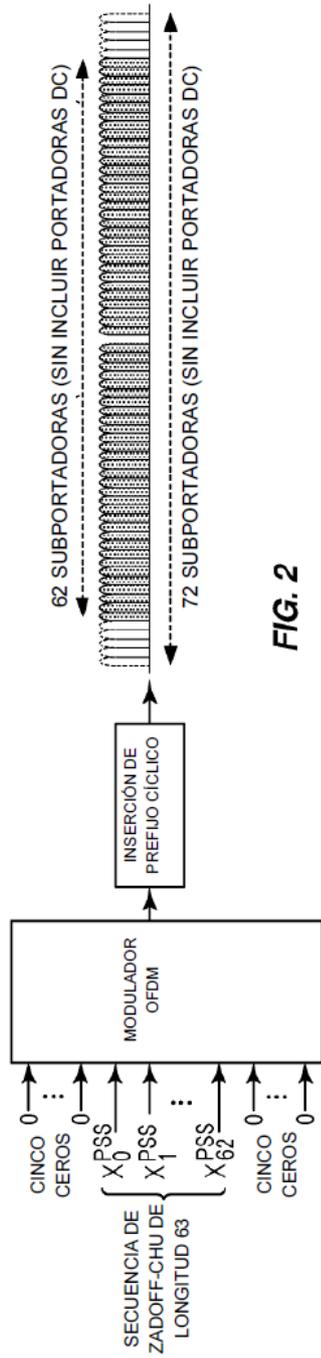


FIG. 2

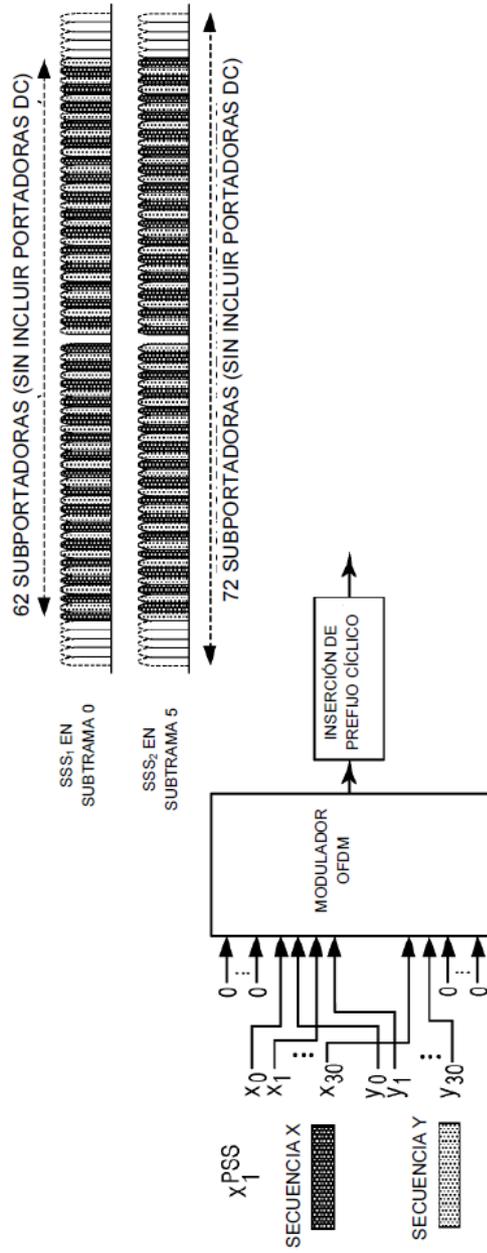


FIG. 3

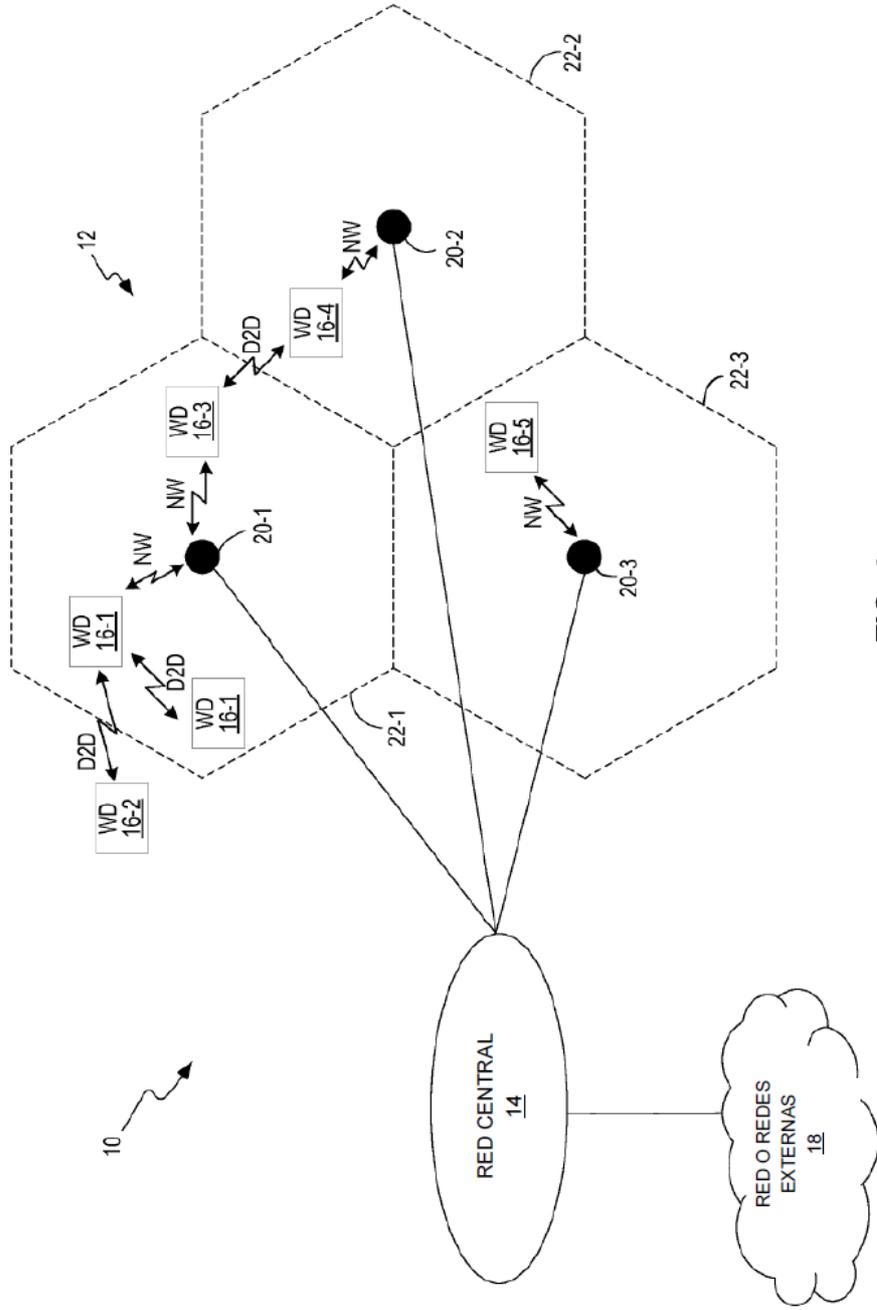


FIG. 4

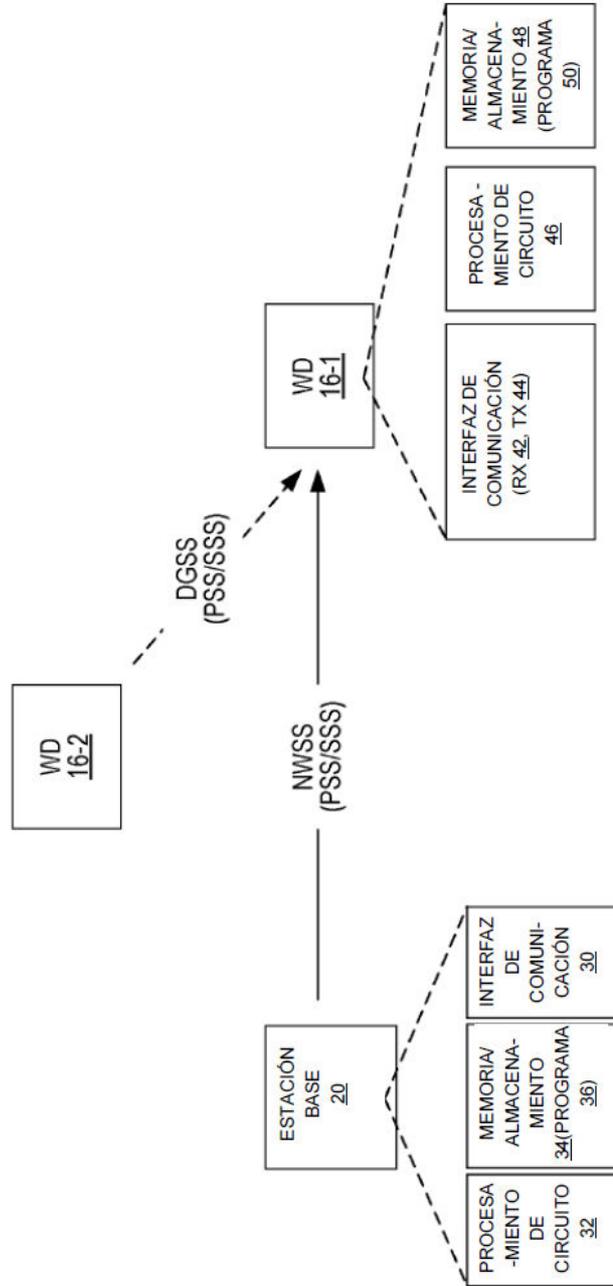


FIG. 5

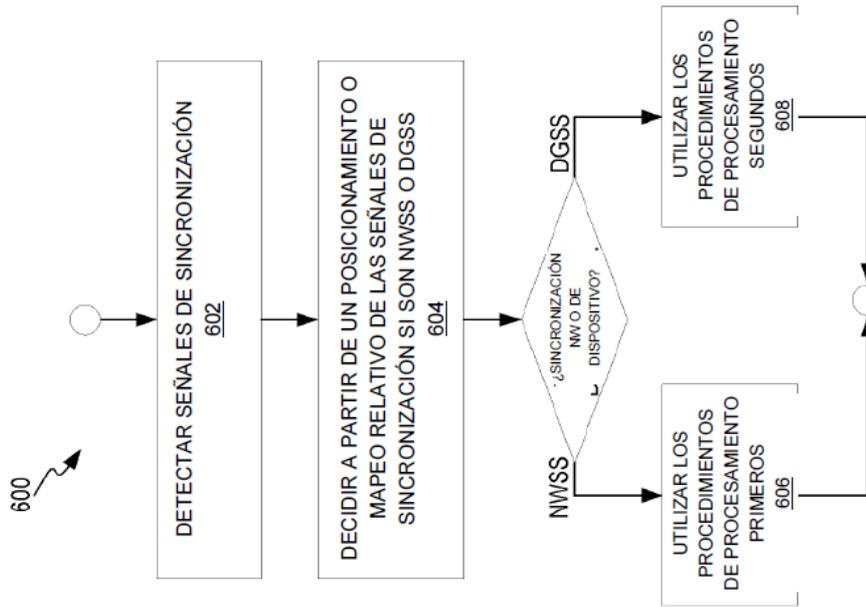


FIG. 6

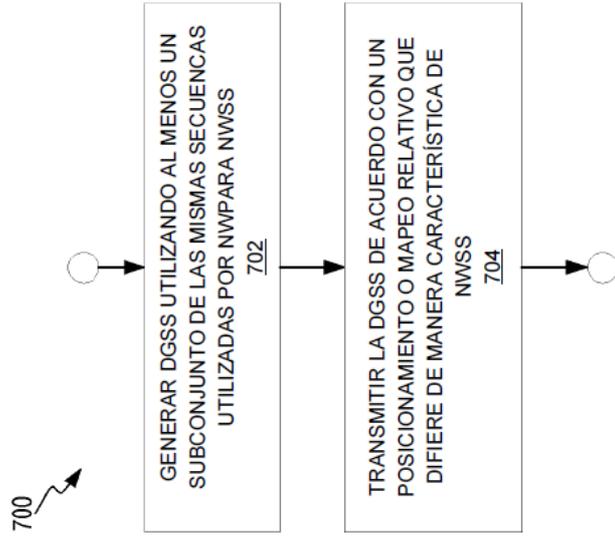


FIG. 7