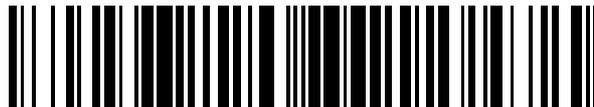


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 996**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2016 PCT/SE2016/051285**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17105338**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16826202 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3391579**

54 Título: **Transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha**

30 Prioridad:

18.12.2015 US 201562269662 P

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

26.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ADHIKARY, ANSUMAN;
WANG, YI-PIN ERIC;
LIN, XINGQIN;
JOHANSSON, NIKLAS;
GRÖVLEN, ASBJÖRN y
SUI, YUTAO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 762 996 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

Transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha

5 Campo técnico

La presente solicitud se refiere en general a la transmisión y recepción de señales de sincronización, y, en particular, se refiere a la transmisión y recepción de una señal de sincronización primaria de banda estrecha y a una señal de sincronización secundaria de banda estrecha dentro de un período de señal de sincronización.

10

Antecedentes

Un dispositivo de comunicación inalámbrico realiza un procedimiento conocido como de búsqueda de célula con el fin de encontrar y sincronizar con una de las células en un sistema de comunicación celular. La sincronización con una célula implica sincronizar la transmisión del dispositivo y la disposición temporal de recepción con la transmisión de la célula y la disposición temporal de recepción. Por ejemplo, las transmisiones pueden realizarse de acuerdo con una estructura de disposición temporal que se especifica en un nivel relativamente alto de granularidad en términos de "tramas" (por ejemplo, 10 ms), en un nivel inferior de granularidad en términos de "subtramas" (por ejemplo, 1 ms), y a un nivel aún más bajo de granularidad en términos de "símbolos". Por lo tanto, la sincronización en este caso incluye adquirir la disposición temporal de trama y de símbolo de una célula (es decir, adquirir la alineación de disposición temporal a nivel de símbolo con la estructura de trama de una célula). La sincronización también puede incluir adquirir sincronización de frecuencia para la célula (por ejemplo, corregir el desplazamiento de frecuencia), obtener un identificador de la célula y adquirir una referencia de número de trama absoluta.

15

20

25

La búsqueda de células se consigue típicamente mediante la transmisión periódica de una o más secuencias conocidas para facilitar la detección. La una o más secuencias conocidas se refieren colectivamente como a una "señal de sincronización". En algunos sistemas, una señal de sincronización incluye múltiples señales de componentes diferentes que sirven para diferentes fines en la sincronización. Estas señales de componentes incluyen una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) en algunos sistemas, tales como los sistemas de multiplexación por división de código de banda ancha (WCDMA) y evolución a largo plazo (LTE). La PSS sólo puede, por ejemplo, facilitar la sincronización de disposición temporal a una resolución aproximada (por ejemplo, sobre una base de símbolos), mientras que la PSS en combinación con la SSS facilita la sincronización de disposición temporal a una resolución más fina (por ejemplo, sobre una base de trama).

30

35

La sincronización resulta desafiante en ciertos contextos. En particular, los sistemas de comunicación celular se están desarrollando y mejorando actualmente para la comunicación de tipo máquina (MTC). La MTC se caracteriza por menores demandas en las velocidades de datos que, por ejemplo, la banda ancha móvil, pero con mayores requisitos en, por ejemplo, el diseño de dispositivos de bajo coste, mejor cobertura y capacidad para funcionar durante años con baterías sin cargarlas o reemplazarlas. Actualmente, el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) está estandarizando una característica llamada internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) para satisfacer todos los requisitos expuestos por aplicaciones de tipo de MTC, mientras que mantiene la compatibilidad con la tecnología de acceso de radio de LTE actual. Puede haber transmisiones de NB-IoT dentro de banda de una transmisión de banda ancha de LTE, dentro de una banda de guarda de una transmisión de banda ancha de LTE, o en un espectro aparte. En cualquier caso, la sincronización en un entorno de NB-IoT resulta desafiante porque los dispositivos de NB-IoT pueden necesitar funcionar a muy bajas relaciones de señal/ruido (SNR). Esto significa que el diseño de la señal de sincronización de banda estrecha debe ser extremadamente robusto para poder funcionar en una amplia gama de SNR, y aún así proporcionar compatibilidad con versiones anteriores. Los diseños de señal de sincronización de banda estrecha conocidos se quedan cortos en este sentido.

40

45

50

El siguiente documento:

ERICSSON ET AL: "NB-LTE - General L1 Concept Description", 3GPP DRAFT; R1-156010, de 4 de octubre de 2015,

55

divulga el mapeo de PSS y de SSS de banda estrecha con opciones de mayor y menor densidad. Además, el siguiente documento:

HUAWEI ET AL: "NB-IOT - downlink physical layer concept description", 3GPP DRAFT; R1 -156462, de 15 de noviembre de 2015,

60

divulga el mapeo de PSS, SSS y PBCH de banda estrecha en subtramas y tramas.

Sumario

65

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas; las realizaciones que no entran dentro del alcance de las reivindicaciones deben interpretarse como ejemplos útiles para comprender la invención.

Un nodo de red de radio (por ejemplo, una estación base) de acuerdo con algunas realizaciones en el presente documento transmite una señal de banda estrecha primaria de sincronización (NB-PSS) y una señal de banda estrecha secundaria de sincronización (NB-SSS) dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas. El nodo de red de radio mapea la NB-PSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS. El nodo de red de radio mapea, de manera similar, la NB-SSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS. Esto incluye al menos una trama en la que se va a transmitir la NB-PSS (es decir, la NB-PSS y la NB-SSS se van a transmitir en la misma trama, durante al menos una trama en el período de señal de sincronización). El nodo de red de radio logra esto mapeando la NB-SSS para una o más subtramas que difieren de una o más subtramas para la/s que se mapea la NB-PSS. El nodo de red de radio transmite después la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización de acuerdo con este mapeo. En algunas realizaciones, por ejemplo, el nodo de red de radio transmite la NB-SSS cada dos tramas en las que se transmite la NB-PSS.

Transmitir la NB-PSS y la NB-SSS de esta manera facilita ventajosamente una densidad más alta de señal de sincronización dentro del período de señal de sincronización. De hecho, al transmitir la NB-PSS y la NB-SSS en diferentes subtramas (es decir, con diferentes posiciones de subtrama en el tiempo), la densidad de transmisión de NB-PSS no está limitada por la posible colisión con la transmisión de NB-SSS. De hecho, en algunas realizaciones, la NB-PSS se transmite incluso dentro de cada trama del período de señal de sincronización. Transmitir la NB-PSS con mayor densidad en el tiempo se traduce en una sincronización que proporciona más robustez frente a una baja SNR.

En al menos algunas realizaciones, un nodo de red de radio en el presente documento mapea la NB-PSS y la NB-SSS para ciertas subtramas seleccionadas, por ejemplo, con el fin de asegurar, o al menos maximizar, la compatibilidad hacia atrás. Por ejemplo, en una o más realizaciones, el nodo de red de radio mapea cada una de las NB-PSS y NB-SSS exclusivamente para una o más subtramas que son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia y/o son subtramas de enlace descendente en todas o en la mayoría de las posibles configuraciones dúplex por división de tiempo del nodo de red de radio. Alternativa o adicionalmente, el nodo de red de radio puede mapear cada una de las NB-PSS y NB-SSS exclusivamente para subtramas que carecen de transmisión de información del sistema en un canal de difusión.

Con independencia de esto, en una o más realizaciones, el nodo de red de radio transmite la NB-PSS en cada trama del período de señal de sincronización. Alternativamente, el nodo de red de radio transmite la NB-PSS sólo en tramas impares del período de señal de sincronización.

Adicional o alternativamente, el nodo de red de radio transmite la NB-SSS en sólo una trama del período de señal de sincronización. Alternativamente, el nodo de red de radio transmite la NB-SSS en cada trama en la que se transmite la NB-PSS.

En algunas realizaciones, el nodo de red de radio transmite la NB-SSS solamente en tramas pares del período de la señal de sincronización.

En algunas realizaciones, el nodo de red de radio mapea la NB-SSS para sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que la NB-SSS se va a transmitir. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el nodo de red de radio mapea la NB-SSS para la subtrama 9 dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS.

En algunas realizaciones, el nodo de red de radio mapea la NB-PSS para sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que la NB-PSS se va a transmitir. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el nodo de red de radio mapea la NB-PSS para la subtrama 5 dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS. Con independencia de esto, con el fin de mapear la NB-PSS sólo para una única subtrama, el nodo de red de radio puede generar la NB-PSS a partir de la suma de dos secuencias base de NB-PSS.

En una o más realizaciones, el nodo de red de radio mapea cada una de las NB-PSS y NB-SSS exclusivamente para una o más subtramas que son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia y son subtramas de enlace descendente en todo o en una mayoría de posibles configuraciones dúplex por división de tiempo del nodo de red de radio. Alternativa o adicionalmente, el nodo de red de radio mapea cada una de las NB-PSS y NB-SSS exclusivamente para una o más subtramas que carecen de transmisión de información del sistema en un canal de difusión.

En algunas realizaciones, el nodo de red de radio genera la NB-PSS como secuencias base de NB-PSS diferentes, y transmite la NB-PSS mediante la transmisión de diferentes respectivas de las secuencias base de NB-PSS en diferentes tramas del período de señal de sincronización, con sólo una secuencia base de NB-PSS transmitida en cualquier trama dada. En este caso, las diferentes secuencias base de NB-PSS pueden comprender dos secuencias base de NB-PSS, y el nodo de red de radio puede transmitir la NB-PSS dentro de las tramas seleccionadas del período de señal de sincronización. El nodo de red de radio puede alternar después, cada dos tramas de las tramas seleccionadas, entre transmitir una de las dos secuencias base de NB-PSS y transmitir la otra de las dos secuencias

base de NB-PSS.

5 En una o más realizaciones, el nodo de red de radio transmite la NB-PSS y/o la NB-SSS para indicar uno o más parámetros. El uno o más parámetros pueden incluir uno o más elementos de entre: un tipo de despliegue de banda estrecha que indica si las transmisiones de banda estrecha desde el nodo de red de radio están en banda de una transmisión de banda ancha, en una banda de guarda de una transmisión de banda ancha, o aparte; un índice de recursos de transmisión que indica una ubicación de transmisiones de banda estrecha que se ubican dentro de la banda de una transmisión de banda ancha; y un modo de funcionamiento del nodo de red de radio que indica si el nodo de red de radio está operando en un modo de duplexación por división de frecuencia o en un modo de duplexación por división de tiempo.

15 En algunas realizaciones, el nodo de red de radio selecciona una longitud de un prefijo cíclico con la que transmitir la NB-PSS y la NB-SSS. En este caso, el nodo de red de radio puede generar la NB-PSS de diferentes maneras para diferentes longitudes seleccionadas, usando la misma o más secuencias base de NB-PSS, independientemente de la longitud seleccionada, pero usando diferentes patrones de perforación para diferentes longitudes seleccionadas. Por contraste, el nodo de red de radio puede generar la NB-SSS de la misma manera para diferentes longitudes seleccionadas.

20 En cualquiera o en todas estas realizaciones, la NB-PSS y la NB-SSS pueden ser señales de sincronización de internet de las cosas (IoT) de banda estrecha. En tal caso, el período de la señal de sincronización puede ser de 80 ms, la trama puede ser de 10 ms y la subtrama puede ser de 1 ms.

25 Las realizaciones en el presente documento incluyen adicionalmente un método implantado por un dispositivo de comunicación inalámbrico (por ejemplo, un equipo de usuario) para recibir una señal de sincronización primaria de banda estrecha (NB-PSS) y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha (NB-SSS) dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas. El método comprende recibir la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización. Esto puede incluir, por ejemplo, recibir la NB-SSS en cada otra trama de la que se reciba la NB-PSS. El método implica adicionalmente desmapear la NB-PSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS. El método también incluye desmapear la NB-SSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se recibe la NB-PSS, desmapeando la NB-SSS de una o más subtramas que difieren de la una o más subtramas de las que se desmapea la NB-PSS.

35 En algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico recibe la NB-PSS en todas las tramas del período de señal de sincronización. Alternativamente, el dispositivo de comunicación inalámbrico recibe la NB-PSS sólo en tramas impares del período de señal de sincronización.

40 En algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico recibe la NB-SSS sólo en tramas pares, del período de la señal de sincronización.

Como alternativa o adicionalmente, el dispositivo de comunicación inalámbrico recibe la NB-SSS en sólo una trama del período de señal de sincronización. Alternativamente, el dispositivo de comunicación inalámbrico recibe la NB-SSS en cada trama en la que se recibe la NB-PSS.

45 En una o más realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico desmapea la NB-SSS de sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico puede desmapear la NB-SSS de la subtrama 9 dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de comunicación inalámbrico desmapea la NB-PSS de sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico puede desmapear la NB-PSS de la subtrama 5 dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS. Aparte de esto, con el fin de desmapear la NB-PSS de sólo una única subtrama, el dispositivo de comunicación inalámbrico puede recuperar la NB-PSS de la suma de dos secuencias base de NB-PSS.

55 En algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico desmapea cada una de las NB-PSS y NB-SSS exclusivamente de una o más subtramas que son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia y son subtramas de enlace descendente en todas o en la mayoría de las posibles configuraciones dúplex por división de tiempo del nodo de red de radio. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de comunicación inalámbrico desmapea cada una de las NB-PSS y NB-SSS exclusivamente de una o más subtramas que carecen de transmisión de información del sistema en un canal de difusión.

65 En algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico recupera la NB-PSS como secuencias base diferentes de NB-PSS, y recibe la NB-PSS mediante la recepción de diferentes respectivas de las secuencias base de NB-PSS en diferentes tramas del período de señal de sincronización, con sólo una secuencia base de NB-PSS recibida en cualquier trama dada. En tal caso, las diferentes secuencias base de NB-PSS pueden comprender dos secuencias base de NB-PSS. El dispositivo puede recibir la NB-PSS dentro de tramas seleccionados del período de

señal de sincronización, y alternar cada una de las tramas seleccionadas entre recibir una de las dos secuencias base de NB-PSS y recibir la otra de las dos secuencias base de NB-PSS.

5 En algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico determina uno o más parámetros de la NB-PSS y/o la NB-SSS. El uno o más parámetros incluyen uno o más elementos de entre: un tipo de despliegue de banda estrecha que indica si las transmisiones de banda estrecha desde el nodo de red de radio están en banda de una transmisión de banda ancha, en una banda de guarda de una transmisión de banda ancha, o aparte; un índice de recursos de transmisión que indica una ubicación de transmisiones de banda estrecha que se ubican dentro de la banda de una transmisión de banda ancha; y un modo de operación del nodo de red de radio que indica si el nodo
10 de red de radio está funcionando en un modo de duplexación por división de frecuencia o en un modo de duplexación por división de tiempo.

En una o más realizaciones, el dispositivo de comunicación inalámbrico adquiere disposición temporal de símbolos y trama de una célula proporcionada por el nodo de red de radio, en base a la NB-PSS y la NB-SSS recibidas.
15

En cualquiera o todas estas realizaciones, la NB-PSS y la NB-SSS pueden ser señales de sincronización de internet de las cosas (IOT) de banda estrecha. En tal caso, el período de la señal de sincronización puede ser de 80 ms, la trama puede ser de 10 ms y la subtrama puede ser de 1 ms.

20 Las realizaciones en el presente documento también incluyen un nodo de red de radio para transmitir una señal de sincronización primaria de banda estrecha (NB-PSS) y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha (NB-SSS) dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas. El nodo de red de radio está configurado para mapear la NB-PSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS. El nodo de red de radio está también configurado para mapear la NB-SSS para la misma o
25 más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se va a transmitir la NB-PSS, mapeando la NB-SSS para una o más subtramas que difieren de la una o más subtramas para las que se mapea la NB-PSS. El nodo de red de radio está configurado adicionalmente para transmitir la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización de acuerdo con dicho mapeo. En algunas realizaciones, por ejemplo, el nodo de red de radio está configurado para transmitir la NB-SSS en cualquier
30 otra trama de la que se transmita la NB-PSS.

Las realizaciones del presente documento incluyen adicionalmente un dispositivo de comunicación inalámbrico para recibir una señal de sincronización primaria de banda estrecha (NB-PSS) y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha (NB-SSS) dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas. El
35 dispositivo de comunicación inalámbrico está configurado para recibir la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización. Esto puede incluir, por ejemplo, recibir la NB-SSS en cualquier otra trama de la que se reciba la NB-PSS. El dispositivo de comunicación inalámbrico también está configurado para desmapear la NB-PSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS. El dispositivo de comunicación inalámbrico está configurado adicionalmente para desmapear la NB-SSS de la misma o más subtramas dentro de
40 cada trama en la que se recibe la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se recibe la NB-PSS, desmapeando la NB-SSS de una o más subtramas que difieren de una o más subtramas de las que se desmapea la NB-PSS.

45 Las realizaciones del presente documento, por lo tanto, incluyen una serie de diseños de colocación de señal de sincronización de NB-IoT, que abordan uno o más inconvenientes antes mencionados asociados a los diseños conocidos. Adicionalmente, se considera el soporte de TDD y CP extendido.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 2 es un diagrama lógico de flujo de un método implantado por un nodo de red de radio de acuerdo con una o más realizaciones.
55

Las figuras 3A-3B son diagramas de bloques de diferentes mapeos de señal de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones.

60 Las figuras 4A-4C son diagramas de bloques de diferentes restricciones de subtrama tomadas en cuenta en los mapeos de señal de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones.

Las figuras 5A-5B son diagramas de bloques de diferentes mapeos de señal de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones.

65 La figura 6 es un diagrama de bloques de un mapeo de señal de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones.

Las figuras 7A-7D son diagramas de bloques de diferentes mapeos de señales de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones.

5 La figura 8 es un diagrama de bloques de la generación de señal de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 9 es un diagrama lógico de flujo de un método implantado por un dispositivo de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones.

10 La figura 10 es un diagrama de bloques de un nodo de red de radio de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 11 es un diagrama de bloques de un nodo de red de radio de acuerdo con una o más de otras realizaciones.

15 La figura 12 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones.

20 La figura 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más de otras realizaciones.

Descripción detallada

25 La figura 1 ilustra un nodo 10 de red de radio y un dispositivo 12 de comunicación inalámbrico en un sistema de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones. El nodo 10 de red de radio está configurado para transmitir una señal 14 de sincronización primaria de banda estrecha (NB-PSS) y una señal 16 de sincronización secundaria de banda estrecha (NB-SSS), por ejemplo, para internet de las cosas de banda estrecha (IoT). Dependiendo del modo de despliegue del nodo, estas señales 14, 16 de banda estrecha pueden transmitirse en un espectro aparte (por ejemplo, recreado desde GSM), en una banda de guarda de una transmisión de banda ancha (por ejemplo, una transmisión de LTE de banda ancha) o en banda de una transmisión de banda ancha. Con independencia de esto, el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico, en algunas realizaciones, recibe las señales 14, 16 de sincronización de banda estrecha como parte de la búsqueda de célula, con el fin de adquirir la disposición temporal de símbolo y trama de una célula proporcionada por el nodo 10 de red de radio.

35 El nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS y la NB-SSS dentro de un período 18 de señal de sincronización. La figura 1 muestra múltiples tales períodos 18 como períodos 18A, 18B, 18C, etc., que se repiten periódicamente en el tiempo (por ejemplo, cada 80ms). Cada período 18 de señal de sincronización comprende las múltiples denominadas tramas 20. Una trama 20 se define como siendo una cantidad de tiempo específica (por ejemplo, 10 ms) a un cierto nivel de granularidad de acuerdo con la estructura de disposición temporal del sistema de comunicación inalámbrico. Cada trama 20 comprende múltiples subtramas 22. Cada subtrama 22 se define de manera similar como siendo una cantidad de tiempo específica (por ejemplo, 1 ms) en un nivel inferior de granularidad de acuerdo con la estructura de disposición temporal del sistema.

45 El nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 dentro de ciertos tramas 20 y subtramas 22, por ejemplo, con el fin de lograr una cierta densidad de señal de sincronización dentro de un período 18 de señal de sincronización. El nodo 10 de red de radio a este respecto realiza el procesamiento que se muestra en la figura 2 para transmitir las señales 14, 16 dentro de un período 18 de señal de sincronización.

50 Como se muestra en la figura 2, el procesamiento en el nodo 10 de red de radio implica el mapeo de la NB-PSS 14 para la misma una o más subtramas 22 dentro de cada trama 20 en el que la NB-PSS se va a transmitir (bloque 110). Es decir, la/s subtrama/s 22 en las que se mapea la NB-PSS 14 son las mismas en las diferentes tramas 20 en las que se transmite la NB-PSS 14 (es decir, que las posiciones de las subtramas 22 dentro de cada trama 20 son las mismas). Como se muestra en la figura 1, por ejemplo, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 para las mismas dos subtramas 22A y 22B dentro de cada trama 20 en la que se va a transmitir la NB-PSS 14. La posición de estas dos subtramas 22A y 22B es la misma dentro de cada trama 20 (por ejemplo, la NB-PSS 14 se mapea para las posiciones 4 y 5 de subtrama dentro de cada trama 20 en la que se transmite la NB-PSS 14).

60 El procesamiento en el nodo 10 de red de radio implica de manera similar mapear la NB-SSS 16 a la misma o más subtramas 22 dentro de cada trama 20 en la que se va a transmitir la NB-SSS 16 (bloque 110). Nuevamente, esto significa que la/s subtrama/s 22 en las que se mapea la NB-SSS 16 son las mismas en las diferentes tramas 20 en las que se transmite la NB-SSS 16 (es decir, las posiciones de las subtramas 22 dentro de cada trama 20 son las mismas). Como se muestra en la figura 1, por ejemplo, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-SSS 16 con la misma única subtrama 22C dentro de cada trama 20 en la que se va a transmitir la NB-SSS 16.

65 En particular, la NB-SSS 16 se transmite dentro de al menos una trama 20 en la que se transmite la NB-PSS 14. Es decir, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 dentro de al menos una trama 20 que es la

misma. El nodo 10 de red de radio logra esto mapeando la NB-SSS 16 para una o más subtramas 22 que difieren de la una o más subtramas 22 para las que está mapeado la NB-PSS 14. La figura 1, por ejemplo, muestra que la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 se transmiten dentro de la última trama de un período 18 de señal de sincronización, pero la NB-PSS 14 se mapea para las subtramas 22A y 22B, mientras que la NB-SSS 16 se mapea para una subtrama 22C diferente (no superpuesta) dentro de esa misma trama. Con independencia de esto, el procesamiento 100 en el nodo 10 de red de radio comprende adicionalmente transmitir la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 dentro del período 18 de señal de sincronización de acuerdo con este mapeo (bloque 130). En algunas realizaciones, por ejemplo, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-SSS en cualquier otra trama de las que se transmita la NB-PSS.

10 Transmitir la NB-PSS y la NB-SSS de esta manera facilita ventajosamente una mayor densidad de señal de sincronización dentro del período 18 de señal de sincronización. De hecho, al transmitir la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 en diferentes subtramas (es decir, con diferentes posiciones de subtrama en el tiempo), la densidad de transmisión de la NB-PSS 14 no está limitada por una colisión potencial con la transmisión de la NB-SSS 16 (por ejemplo, la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 pueden transmitirse dentro de la misma trama, porque son mapeadas para diferentes subtramas). La transmisión de la NB-PSS 14 con mayor densidad en el tiempo se traduce en una sincronización que resulta más robusta frente a una baja SNR (por ejemplo, debido a la baja potencia de transmisión para una transmisión en banda o en banda de guarda de las señales 14, 16 de sincronización de banda estrecha). Además, la densidad de la señal de sincronización aumenta de esta manera sin un impacto significativo en la complejidad exigida para la detección de la señal de sincronización, por ejemplo, cuando las señales de sincronización se transmiten utilizando las mismas subtramas en todas las tramas.

La figura 3A ilustra un ejemplo no limitante de cómo aumenta la densidad de la NB-PSS 14 mapeando las señales 14, 16 de sincronización de acuerdo con el procesamiento de la figura 2.

25 Como se muestra en la figura 3A, un período 18 de señal de sincronización comprende ocho tramas 20, consecutivamente indexadas o numeradas de otra manera como tramas de 0-7. Cada trama 20, a su vez, comprende diez subtramas 22, indexadas consecutivamente o numeradas de otro modo como subtramas 0-9. El nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 para las mismas dos subtramas 22 (indexadas como subtramas 4 y 5) en cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS 14. Más particularmente en este ejemplo, el nodo 10 de red de radio genera la NB-PSS 14 como dos secuencias base diferentes NB-PSS1 y NB-PSS2 (por ejemplo, secuencias Zadoff-Chu), y mapea la NB-PSS1 para la subtrama 4 y mapea la NB-PSS2 para la subtrama 5. Por el contrario, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-SSS 16 para sólo una subtrama 22 en cada trama 20 en la que se transmite la NB-SSS 16 (aunque pueden usarse dos subtramas en otras realizaciones). De hecho, en al menos algunas realizaciones, la transmisión de la NB-SSS 16 en una sola subtrama proporciona todavía un rendimiento de detección aceptable para la NB-SSS 16 incluso en entornos de baja SNR. En cualquier caso, esta subtrama es diferente de cualquiera de las subtramas a las que se mapea la NB-PSS 14. Como se muestra, el nodo 10 mapea la NB-SSS 16 para la subtrama 9, que es distinta de las subtramas 4 y 5 para las que se mapea la NB-PSS 14.

40 El mapeo de la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 para diferentes subtramas (es decir, en diferentes posiciones) de esta manera permite que el nodo 10 de red de radio transmita la NB-PSS 14 con mayor densidad, por ejemplo en el período 18 de señal de sincronización, de lo que, por el contrario, sería posible sin esta estrategia de mapeo. De hecho, en el ejemplo de la figura 3A, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS 14 en cada una de las ocho tramas 0-7 dentro del período 18 de señal de sincronización. Con una transmisión de menor densidad de NB-SSS 16 demostrando ser suficiente incluso en los entornos de baja SNR, el nodo 10 de red de radio, como contraste, transmite NB-SSS 16 en sólo una trama del período 18 de señal de sincronización; a saber, la última trama 7. Cuando tanto la NB-PSS 14 como la NB-SSS 16 se transmiten en la última trama 7 de esta manera, se evita la colisión entre las señales 14, 16 debido a que las señales 14, 16 ocupan diferentes subtramas.

50 Lo que es más, el nodo 10 de red de radio todavía mantiene la flexibilidad con respecto a la densidad de la NB-PSS 14. En algunas realizaciones, tales como los que se muestran en la figura 3B, el nodo 10 de red de radio transmite en cambio la NB-PSS 14 con densidad más baja, transmitiendo la NB-PSS 14 en cualquier otra trama que no sea 20, por ejemplo, sólo en tramas impares de un período 18 de señal de sincronización (es decir, 1, 3, 5, 7,...).

55 En al menos algunas realizaciones, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 para ciertas subtramas seleccionadas, en base a una o más restricciones que dictan cómo se permite usar las diferentes subtramas. Estas restricciones pueden referirse, por ejemplo, a si una subtrama determinada es configurable como una subtrama de baja interferencia (por ejemplo, una subtrama de red de frecuencia única de difusión-multidifusión, MBSFN), una subtrama de enlace descendente, y/o una subtrama en la que se puede transmitir información del sistema en un canal de difusión. Sin embargo, independientemente de las restricciones particulares, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 para ciertas subtramas seleccionadas de manera que se equilibren las restricciones potencialmente competitivas sobre cómo se van a utilizar las subtramas.

65 Considérense, por ejemplo, realizaciones en las que un número definido de posibles configuraciones dúplex por división de tiempo (TDD) regulan qué subtramas son configurables como subtramas de enlace descendente. La figura 4A ilustra siete posibles configuraciones de TDD. Como se muestra, las subtramas 0 y 5 están configuradas como subtramas de enlace descendente en las siete configuraciones TDD posibles, la subtrama 9 está configurada

como una subtrama de enlace descendente en todas las configuraciones TDD posibles, excepto en la configuración 0, y las subtramas 4 y 8 están configuradas como subtramas de enlace descendente en cuatro, dejando tres posibles configuraciones TDD. Teniendo en cuenta esto, el nodo 10 de red de radio en algunas realizaciones mapea cada una de las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 exclusivamente para una o más subtramas que son subtramas de enlace descendente en todas (o la mayoría de) las posibles configuraciones TDD del nodo 10 de red de radio.

Alternativa o adicionalmente, el nodo 10 de red de radio en su mapeo explica el hecho de que ciertas subtramas puedan ser configurables como las conocidas como subtramas de baja interferencia. Una subtrama de baja interferencia es una subtrama que no causa o tiene una cantidad limitada de interferencia a otras subtramas transmitidas por un transmisor diferente en el mismo recurso de frecuencia. El nodo 10 de red de radio puede, por ejemplo, reducir su potencia de transmisión, por ejemplo, en comparación con una potencia de transmisión nominal para subtramas normales, en uno o más recursos de transmisión dentro de una subtrama de baja interferencia (por ejemplo, perforando o, si no, no transmitiendo en ciertos recursos de tiempo-frecuencia). Como un ejemplo, una subtrama de baja interferencia puede ser una subtrama de red de frecuencia única de difusión-multidifusión (MBSFN).

En cualquier situación, el nodo 10 de red de radio en algunas realizaciones mapea cada una de las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 exclusivamente para una o más subtramas que son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia. La figura 4B, por ejemplo, ilustra un ejemplo en el que las subtramas 1-3 y 6-8 son configurables como subtramas de baja interferencia. El nodo 10 de red de radio selecciona las subtramas para las que la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 van a ser mapeadas, teniendo en cuenta esto. De hecho, en algunas realizaciones, el nodo 10 de red de radio selecciona las subtramas para las que la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 van a ser mapeadas a partir del conjunto que consiste en las subtramas 0, 4, 5 y 9, ya que esas subtramas son inmunes a la configuración de subtrama de baja interferencia.

En todavía otras realizaciones, el nodo 10 de red de radio en su mapeo explica el hecho de que la información del sistema pueda ser transmitida en un canal de difusión dentro de ciertas subtramas. La figura 4C, por ejemplo, ilustra que la información del sistema se transmite en un canal de transmisión (por ejemplo, el canal de difusión físico de banda estrecha, NB-PBCH) dentro de la subtrama 0. Con el fin de evitar un conflicto con la transmisión de información de este sistema, el nodo 10 de red de radio en algunas realizaciones mapea cada una de las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 exclusivamente para subtramas que carecen de transmisión de información del sistema en un canal de difusión. En la figura 4C, por ejemplo, el nodo 10 de red de radio selecciona las subtramas para las que se mapean las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 a partir del conjunto que consta de las subtramas 1-9, ya que esas subtramas (siempre) carecen de transmisión de información del sistema.

En algunas realizaciones, el nodo 10 de red de radio mapea cada una de las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 exclusivamente para una o más subtramas que son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia y son subtramas de enlace descendente en todas (o en una mayoría de) las posibles configuraciones TDD del nodo 10 de red de radio. Considérese, por ejemplo, las realizaciones ya ilustradas en las figuras 3A-3B. Allí, las subtramas para las que se mapean las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 (a saber, las subtramas 4, 5 y 9) son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia de acuerdo con la figura 4B. Lo que es más, las subtramas son subtramas de enlace descendente en la mayoría de las configuraciones TDD posibles en la figura 4A, esto es, las configuraciones 1, 2, 4 y 5 (la subtrama 9 no es una subtrama de enlace descendente en la configuración 0, y la subtrama 4 no es una subtrama de enlace descendente ni en la configuración 3 ni en la 6). Las figuras 3A-3B representan adicionalmente realizaciones en las que el nodo 10 de red de radio también mapea cada una de las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 exclusivamente para una o más subtramas que carecen de transmisión de información del sistema en un canal de difusión. De hecho, de acuerdo con la figura 4C, no se transmite información del sistema en las subtramas 4, 5 y 9 para las que se mapean las NB-PSS 14 y NB-SSS 16.

En otras realizaciones del presente documento, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 para subtramas que son compatibles con un número mayor de configuraciones potenciales TDD que las de los mapeos de las figuras 3A-3B. Las figuras 5A-5B ilustran diferentes ejemplos a este respecto.

Como se muestra en la figura 5A-5B, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 para sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que la NB-PSS 14 se va a transmitir. De hecho, en lugar de mapear la NB-PSS 14 para las subtramas 4 y 5, como en las figuras 3A-3B, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 para sólo la subtrama 5. En algunas realizaciones, esto significa ventajosamente que las subtramas para las que las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 están mapeadas (es decir, las subtramas 5 y 9) son inmunes a la configuración, ya que las subtramas de baja interferencia de acuerdo con la figura 4B son subtramas de enlace descendente en la mayoría de las posibles configuraciones de TDD de la figura 4A (esto es, las configuraciones 1-6, donde la subtrama 9 no es una subtrama de enlace descendente en la configuración 0), y carecen de transmisión de información del sistema en un canal de difusión de acuerdo con la figura 4C.

Con el fin de mapear la NB-PSS 14 para sólo una única subtrama, el nodo 10 de red de radio, en algunas realizaciones, genera la NB-PSS 14 para comprender una única secuencia de NB-PSS. El nodo 10 de red de radio puede generar, por ejemplo, esta secuencia única a partir de la suma de dos secuencias base de NB-PSS. Por

ejemplo, el nodo 10 de red de radio puede generar las mismas dos secuencias base de NB-PSS transmitidas en diferentes subtramas en las figuras 3A-3B, concretamente las secuencias NB-PSS1 y NB-PSS2, pero sumarlas

juntas, por ejemplo, como $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (NB-PSS1 + NB-PSS2) con el fin de formar una única secuencia combinada para la transmisión en una sola subtrama.

5 En algunas realizaciones (no mostradas), el nodo 10 de red de radio transmite todavía la NB-SSS 16 en una sola trama del período 18 de señal de sincronización (por ejemplo, en la última trama), como en las figuras 3A-3B, mientras se mapea la NB-PSS 14, como se muestra en las figuras 5A-5B. Sin embargo, en otras realizaciones, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-SSS 16 en más de una trama del período 18 de señal de sincronización. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 5A-5B, el nodo 10 de red de radio puede transmitir la NB-SSS 16 en cada trama en la que se transmite la NB-PSS 14. Por supuesto, en otras realizaciones, el nodo 10 de red de radio puede transmitir la NB-SSS 16 en menos tramas (por ejemplo, en cualesquiera tramas distintas a la que se transmita la NB-PSS 14).

15 Con independencia de esto, el nodo 10 de red de radio en al menos algunas realizaciones transmite ventajosamente la NB-SSS 16 a una densidad superior, por ejemplo, a la necesaria para detectar la NB-SSS 16 incluso en entornos de baja SNR. El nodo 10 puede explotar el aumento de la capacidad de transporte de información resultante de esta densidad más alta, o puede utilizar la NB-SSS 16 de otra manera, con el fin de señalar uno o más parámetros para el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico. Estos uno o más parámetros pueden incluir, por ejemplo, un tipo de despliegue de banda estrecha que indica si las transmisiones de banda estrecha desde el nodo 10 de red de radio están en banda de una transmisión de banda ancha, en una banda de guarda de una transmisión de banda ancha, o aparte. Alternativa o adicionalmente, el uno o más parámetros pueden incluir un índice de recursos de transmisión que indique una ubicación de transmisiones de banda estrecha que estén ubicadas en la banda de una transmisión de banda ancha (por ejemplo, un índice de bloque físico de recursos, PRB, de una transmisión de NB-IoT con un despliegue en banda). En otras realizaciones más, el uno o más parámetros incluyen adicional o alternativamente un modo de funcionamiento del nodo 10 de red de radio que indica si el nodo 10 de red de radio está funcionando en un modo de duplexación por división de frecuencia o en un modo de duplexación por división de tiempo.

30 El nodo 10 de red de radio puede señalar estos parámetros o más parámetros mediante la NB-SSS 16 en cualquier cantidad de maneras. Por ejemplo, el nodo 10 de red de radio puede seleccionar una secuencia en la que se genera la NB-SSS 16, en base a uno o más parámetros. De esta manera, la secuencia seleccionada y, por ello, la NB-SSS 16 codifican o indican implícitamente uno o más parámetros. En otras realizaciones explicadas más ampliamente a continuación, el nodo 10 de red de radio indica implícitamente el uno o más parámetros por la manera en la que se transmite la NB-SSS 16 (por ejemplo, qué subtramas y/o tramas son aquéllas en las que se transmite la NB-SSS 16)

35 De manera alternativa o adicional, el nodo 10 de red de radio puede señalar cualquier parámetro o todos los parámetros de los descritos anteriormente mediante la NB-PSS 14. El nodo 10 de red de radio puede seleccionar en tales casos, de manera similar, una secuencia en la que se genere la NB-PSS 14, en función de uno o más parámetros. De esta manera, la secuencia seleccionada y, por lo tanto, la NB-PSS 14 codifican o indican implícitamente el uno o más parámetros. En otras realizaciones, el nodo 10 de red de radio indica implícitamente el uno o más parámetros por la manera en la que se transmite la NB-PSS 14 (por ejemplo, qué subtramas y/o tramas son aquéllas en las que se transmite la NB-PSS 14).

45 En aún otras realizaciones del presente documento, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 para subtramas que son compatibles con una cantidad aún mayor de configuraciones potenciales TDD que la de los mapeos de las figuras 3A-3B y 5A- 5B. La figura 6 ilustra un ejemplo a este respecto.

50 Como se muestra en la figura 6, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-SSS 16 para sólo una única subtrama. Pero en lugar de mapear la NB-SSS 16 para la subtrama 9, como en las figuras 3A-3B y 5A-5B, el nodo 10 de red de radio mapea la NB-SSS 16 para la subtrama 0. Esto significa que el mapeo es compatible con todas las posibles configuraciones TDD ilustradas en la figura 4A. De hecho, las subtramas para las que se mapean la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 (esto es, las subtramas 0 y 5) se designan como subtramas de enlace descendente en las siete configuraciones TDD. Adicionalmente, estas subtramas son inmunes a la configuración como subtramas de baja interferencia de acuerdo con la figura 4B.

55 En algunas realizaciones, el mapeo del nodo de red de radio demuestra ser más compatible con configuraciones posibles TDD, pero a expensas de un conflicto potencial con las transmisiones de información del sistema. Como se muestra en la figura 4C, por ejemplo, la información del sistema puede transmitirse en un canal de difusión en la subtrama 0. El mapeo de la NB-SSS 16 para la subtrama 0, como en la figura 6, somete, por ello, a la NB-SSS 16 a un conflicto con las transmisiones de información del sistema.

60 El nodo 10 de red de radio resuelve, en diversas realizaciones, este conflicto potencial mediante la transmisión de la NB-SSS 16 en tan pocas tramas como sea necesario para conseguir un umbral objetivo de detección de NB-SSS, y transmitir información del sistema en uno o más de las otras tramas sin NB-SSS. Como se muestra en la figura 6,

por ejemplo, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-SSS 16 sólo en la última trama (es decir, en la trama 7) del período 18 de señal de sincronización. Como se describió anteriormente, tal transmisión de baja densidad puede alcanzar un umbral objetivo de detección de NB-SSS, incluso en entornos de baja SNR. Y esto libera las tramas restantes en el período 18 de señal de sincronización para la transmisión de información del sistema. Por ejemplo, la información del sistema puede transmitirse dentro de la subtrama 0 de las tramas 0-6, mientras que la NB-SSS 16 se transmite dentro de la subtrama 0 de la trama 7. La omisión de la información del sistema de esta trama sólo degrada marginalmente el rendimiento de detección de la información del sistema (por ejemplo, del NB-PBCH), por ejemplo, en aproximadamente 0,6 dB.

10 Obsérvese que la figura 6 también muestra realizaciones alternativas para transmitir la NB-PSS 14 dentro de una única subtrama. En contraste con las realizaciones ilustradas en las figuras 5A-5B, en las que se transmiten diferentes secuencias bases de NB-PSS en combinación al mismo tiempo, el nodo 10 de red de radio, en estas realizaciones, transmite diferentes secuencias de NB-PSS en diferentes momentos (sin combinar las secuencias). Específicamente, el nodo 10 de red de radio transmite diferentes respectivas de las secuencias base de NB-PSS en diferentes tramas del período 18 de señal de sincronización. En algunas realizaciones, sólo se transmite una secuencia base de NB-PSS en cualquier trama dada.

20 La figura 6 ilustra un ejemplo con dos secuencias base de NB-PSS (a saber, la NB-PSS1 y la NB-PSS2), y donde el nodo 10 de red de radio transmite una secuencia base de NB-PSS en cada trama del período 18 de señal de sincronización. En este caso, el nodo 10 de red de radio alterna cada dos tramas entre la transmisión de la NB-PSS1 y la transmisión de la NB-PSS2 (por ejemplo, la NB-PSS1 se transmite en tramas pares, mientras que la NB-PSS2 se transmite en tramas impares). Sin embargo, en términos más generales, cuando el nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS dentro de las tramas seleccionadas del período de señal de sincronización, el nodo 10 alterna cada dos tramas seleccionadas entre la transmisión de una de las dos secuencias base de NB-PSS y la transmisión de la otra de las dos secuencias bases de NB-PSS. En al menos algunas realizaciones, este enfoque permite ventajosamente que el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico estime tanto el desplazamiento de frecuencia como el desplazamiento de disposición temporal simultáneamente (o en paralelo).

30 Cualquiera de las realizaciones anteriores se puede usar por separado o en combinación. Como ejemplo de una realización aislada, el nodo 10 de red de radio puede aplicar la misma realización sin tener en cuenta las condiciones que pueden afectar las demandas de densidad de señal (por ejemplo, aplicar siempre la realización de la figura 6 independientemente de si está funcionando en modo TDD o FDD). Como un ejemplo de realizaciones combinadas, como contraste, el nodo 10 de red de radio puede aplicar selectivamente diferentes realizaciones en diferentes condiciones y/o en diferentes momentos.

35 En una o más de tales realizaciones, el nodo 10 de red de radio aplica una realización cuando funciona en un modo TDD y aplica una realización diferente cuando funciona en un modo dúplex por división de frecuencia (FDD). Por ejemplo, el nodo 10 de red de radio puede transmitir la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de acuerdo con la realización ilustrada en la figura 6 cuando funciona en modo TDD (por ejemplo, para garantizar la compatibilidad con todas las configuraciones TDD posibles), pero transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de acuerdo con la realización ilustrada en las figuras 3A-3B o 5A-5B cuando funciona en modo FDD (por ejemplo, dado que la compatibilidad con la configuración TDD no sea aplicable). En tal caso, la transmisión del nodo de la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 codifica o indica implícitamente que el modo de funcionamiento del nodo es TDD o FDD. El dispositivo 12 de comunicación inalámbrico puede identificar, por ejemplo, el modo operativo del nodo como TDD o FDD en base a la evaluación de la separación de tiempo entre transmisiones NB-PSS.

50 De manera alternativa o adicional, el nodo 10 de red de radio aplica una realización cuando funciona bajo condiciones que demandan una densidad de señal de sincronización relativamente alta y aplica una realización diferente cuando funciona bajo condiciones que sólo demandan una densidad de señal de sincronización relativamente baja. Tales condiciones pueden depender, por ejemplo, del modo de despliegue de banda estrecha del nodo de red de radio, que puede cambiar dinámicamente o en un momento dado en el tiempo. Por ejemplo, un modo aparte puede producir condiciones que exijan una densidad de señal de sincronización relativamente más baja (por ejemplo, un intervalo de repetición más bajo), mientras que el modo en banda o en banda de guarda puede producir condiciones que demanden una densidad de señal de sincronización relativamente más alta (por ejemplo, un intervalo más alto de repetición).

60 En algunas realizaciones, por lo tanto, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de acuerdo con las realizaciones ilustradas en la figura 3A, 5A, o 6 cuando funciona en modo en banda o en modo en banda de guarda, pero transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de acuerdo con la realización ilustrada en las figuras 3B o 5B cuando funciona en modo aparte. Alternativamente, el nodo 10 de red de radio transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de acuerdo con las realizaciones ilustradas en la figura 3B o 5B cuando funciona en modo en banda o en modo en banda de guarda, pero transmite la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de acuerdo con otra realización no mostrada cuando funciona en modo aparte. Una de tales realizaciones no mostradas puede comprender, por ejemplo, una versión modificada de la figura 3B o 5B, donde la NB-PSS 14 y/o la NB-SSS 16 se transmite/n en sólo un subconjunto de las tramas y/o subtramas mostradas (por ejemplo, la NB-SSS 16 se transmite sólo en las tramas 1 y 5, en lugar de en las tramas 1, 3, 5 y 7).

Por consiguiente, la transmisión del nodo de la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 en estas realizaciones codifica o indica implícitamente que el modo de despliegue del nodo está siendo el modo aparte, en banda o en banda de guarda. El dispositivo 12 de comunicación inalámbrico puede, por ejemplo, identificar el modo de despliegue del nodo como

5 aparte, en banda o en banda de guarda en base a la evaluación de la separación de tiempo entre las transmisiones de NB-PSS.

El experto en la técnica apreciará que la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 pueden mapearse más particularmente para recursos de transmisión dentro de una subtrama dada en cualquiera de una cantidad de maneras. Las figuras 7A-87D ilustran unos pocos ejemplos en un contexto en el que las señales 14, 16 de sincronización de banda estrecha se transmiten en banda de una transmisión de LTE de banda ancha. Una subtrama 22 en este ejemplo comprende

10 múltiples símbolos 24 de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM).

Las figuras 7A-7B muestran que una subtrama 22 comprende catorce símbolos 24 de OFDM. Este es el caso por ejemplo cuando las señales 14, 16 de sincronización se transmiten con un prefijo cíclico (CP) de longitud normal. Como se muestra en la figura 7A, la NB-PSS 14 puede transmitirse dentro de los últimos once símbolos de OFDM de la subtrama. Los símbolos 24 de OFDM restantes no son utilizados por las señales 14, 16 de sincronización, sino que quedan libres para la transmisión de información de control de banda ancha (por ejemplo, el PDCCH de LTE). La figura 7B muestra que la NB-SSS 14 puede transmitirse dentro de los últimos nueve símbolos de OFDM de la subtrama. Nuevamente, los restantes símbolos 24 de OFDM no se usan, sino que se dejan libres para otras transmisiones, incluida la información de control de banda ancha. En cualquier caso, la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 ocupan un número fijo de símbolos de OFDM en cada período 18 de señal de sincronización.

15

20

Las figuras 7C-7D muestran, adicionalmente, un, denominado, bloque de recursos, que comprende múltiples elementos de recurso. Cada elemento de recurso es un recurso de frecuencia de tiempo formado como una combinación de un símbolo OFDM y una subportadora de frecuencia (por ejemplo, de 15 kHz). Como se muestra, las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 se perforan en ciertos elementos de recursos mediante una señal 26 de referencia específica de célula de banda ancha (CRS) (por ejemplo, CRS de LTE). La CRS 26 de banda ancha también perfora la transmisión de información de control de banda ancha en un canal físico 28 de control de enlace descendente de banda ancha (WB-PDCCH), tal como el PDCCH de LTE. La transmisión de la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 de esta manera, para evitar conflictos con la transmisión del PDCCH y la CRS, proporciona ventajosamente compatibilidad hacia atrás con transmisiones de banda ancha asociadas (por ejemplo, LTE de banda ancha).

25

30

Sin embargo, en otras realizaciones no mostradas, la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 pueden ocupar un número diferente de símbolos dentro de cualquier subtrama 22. En algunas realizaciones de prefijo cíclico normales, por ejemplo, la NB-PSS 14 abarca 11 o 9 símbolos en cada subtrama 22, y la NB-SSS 16 abarca de 6 a 11 símbolos en cada subtrama 22.

35

Aún otras realizaciones del presente documento soportan prefijos cíclicos extendidos (CP) que son más largos en longitud que el CP normal. Con el CP normal, cada subtrama comprende catorce símbolos de OFDM, mientras que con el CP extendido, cada subtrama comprende sólo 12 símbolos de OFDM. En algunas realizaciones de prefijo cíclico extendido, la NB-PSS 14 abarca 9 símbolos en cada subtrama 22, y la NB-SSS 16 abarca de 6 a 9 símbolos en cada subtrama 22.

40

El nodo 10 de red de radio se da cuenta soporte tanto para CP normal y extendida en algunas realizaciones mediante la generación de la NB-PSS 14 usando secuencias bases de diferentes longitudes. Por ejemplo, el nodo 10 de red de radio puede generar la NB-PSS 14 usando una o más secuencias base de longitud 141 cuando transmite con un CP normal, pero puede generar la NB-PSS 14 usando una o más secuencias base de longitud 132 cuando transmite con un CP extendido. Sin embargo, sin importar esa longitud, el nodo 10 de red de radio puede perforar ciertos símbolos en la secuencia para lograr un número requerido de símbolos (por ejemplo, 132) para mapear a los 9 símbolos de OFDM abarcados por la NB-PSS 14.

45

50

En otras realizaciones, el nodo 10 de red de radio da soporte tanto para el CP normal como para el extendido mediante el uso de diferentes patrones de perforación para diferentes CP normales y extendidos. Específicamente, el nodo 10 de red de radio, en algunas realizaciones, selecciona una longitud de un prefijo cíclico con el que transmitir la NB-PSS y la NB-SSS. El nodo 10 genera la NB-PSS 14 de diferentes maneras para diferentes longitudes seleccionadas. El nodo 10 lo hace usando la misma o más secuencias base de NB-PSS, independientemente de la longitud de CP seleccionada, pero usando diferentes patrones de perforación para diferentes longitudes de CP seleccionadas. Por ejemplo, para generar la NB-PSS para CP normal, el nodo 10 de red de radio puede perforar o retirar un cierto patrón de símbolos de una secuencia base de longitud 141; esto es, los símbolos 13°, 26°, 51°, 64°, 77°, 90°, 103°, 116° y 141°, con el fin de hacer que las NB-PSS abarquen once símbolos de OFDM. Pero, para generar la NB-PSS para el CP extendido, el nodo 10 de red de radio puede perforar o retirar otro patrón de símbolos de la secuencia base de longitud 141; esto es, el 13°, 14°, 15°, 28°, 29°, 30°, 43°, 44°, 45°, 58°, 59°, 60°, 73°, 74°, 75°, 88°, 89°, 90°, 103°, 104°, 105°, 118°, 119°, 120° y 133°, hasta el símbolo 141°, con el fin de hacer que los NB-PSS abarquen nueve símbolos de OFDM. Obsérvese que el soporte para el CP extendido requiere aumentar el número de correlaciones de NB-PSS en un factor de 2, con el fin de conseguir un

55

60

65

rendimiento satisfactorio.

Puesto que la NB-SSS ocupa sólo 9 símbolos de OFDM en cada subtrama ocupada tanto con el CP normal como con el extendido, no se requiere ninguna modificación para activar el soporte de prefijo cíclico extendido. En consecuencia, el nodo 10 de red de radio en algunas realizaciones genera la NB-SSS de la misma manera para diferentes longitudes de CP seleccionadas.

La figura 8 ilustra detalles adicionales de la generación de la señal de sincronización de acuerdo con una o más realizaciones. Como se muestra, se obtiene una secuencia base de NB-PSS con una longitud de L mediante un módulo o circuito 30 de obtención de secuencia en forma de una secuencia de Zadoff-Chu. Un módulo o circuito 32 de retirada de símbolos retira un cierto patrón de símbolos o elementos de la secuencia con el fin de obtener una secuencia perforada de Zadoff -Chu (ZC) d_u . Para $L = N_{PSS} = 141$; por ejemplo, los símbolos 13° , 26° , 51° , 64° , 77° , 90° , 103° , 116° y 141° pueden retirarse para hacer que la NB-PSS abarque los símbolos de OFDM del elemento. Un módulo o circuito 34 de generación de subsecuencia divide después la secuencia perforada d_u de ZC en m subsecuencias, mostradas como $d_{u,1}$, $d_{u,2}$,... $d_{u,m}$. Si las longitudes de las secuencias no son divisibles por m, entonces se pueden teclear ceros para que sean divisibles. Luego, se emplea una transformada de Fourier discreta (DFT) 36 para cada una de estas m subsecuencias para generar representaciones del dominio de frecuencia $r_{u,1}$, $r_{u,2}$,... $r_{u,m}$ de las subsecuencias. Estas representaciones de dominio de frecuencia se introducen en un módulo o circuito 38 de transformación rápida inversa de Fourier, con el fin de producir versiones convertidas de frecuencia $t_{u,1}$, $t_{u,2}$,... $t_{u,m}$ de las subsecuencias; es decir, que las versiones convertidas de frecuencia tienen una frecuencia de muestreo diferente (por ejemplo, 1,92 kHz) debido a la DFT y a la IFFT. Finalmente se emplea un módulo o circuito 40 de prefijo cíclico (CP) para añadir y CP y generar la señal de sincronización NB-PSS.

Por supuesto, en algunas realizaciones, la NB-PSS consta de dos secuencias de Zadoff-Chu (ZC) de NB-PSS1 y NB-PSS2. La NB-PSS1 se genera en base a una secuencia de ZC de longitud N_{PSS} con índice raíz 1, mientras que la NB-PSS2 se basa en el complejo conjugado de la NB-PSS1:

$$NB - PSS_1(n) = \exp\left(-\frac{j\pi n(n+1)}{N_{PSS}}\right), \quad n = 0,1, \dots, N_{PSS} - 1$$

$$NB - PSS_2(n) = \exp\left(\frac{j\pi n(n+1)}{N_{PSS}}\right), \quad n = 0,1, \dots, N_{PSS} - 1$$

El diseño de la NB-SSS también puede consistir en dos secuencias de Zadoff-Chu (ZC) de NB-SSS1 y NB-SSS2, por ejemplo, en realizaciones no mostradas en ninguna de las figuras, donde la NB-SSS se transmite en dos subtramas en lugar de en sólo una. Las NB-SSS1 y NB-SSS2 en este caso se generan en base a una secuencia de ZC de N_{SSS} -longitud con índices raíz u_1 y u_2 respectivamente.

$$NB - SSS_1(n) = \exp\left(-\frac{j\pi u_1 n(n+1)}{N_{SSS}}\right), \quad n = 0,1, \dots, N_{SSS} - 1$$

$$NB - SSS_2(n) = \exp\left(-\frac{j\pi u_2 n(n+1)}{N_{SSS}}\right), \quad n = 0,1, \dots, N_{SSS} - 1$$

Se elige la longitud de N_{SSS} que se va a priorizar (por ejemplo, 107) con el fin de habilitar el soporte para secuencias diferentes de hasta $N_{SSS} - 1$. La combinación de las dos ID (u_1 , u_2) es suficiente para codificar la ID de la célula física y la disposición temporal dentro del período de señal de sincronización (por ejemplo, un bloque de 80 ms).

Alternativamente, en otras realizaciones, la NB-SSS puede consistir en una única secuencia de ZC generada en una manera similar a NB-SSS1 o a NB-SSS2.

Dependiendo de la posición de la trama en la que se transmite la NB-SSS, se puede aplicar un código de aleatoriedad sobre la misma con el fin de proporcionar la disposición temporal correcta dentro de un período de señal de sincronización (por ejemplo, un bloque de 80 ms).

Con el fin de habilitar el soporte para ID 504 de célula físicas diferentes, por ejemplo, en realizaciones relacionadas con LTE, el nodo 10 de red de radio puede utilizar una combinación de las raíces y desplazamientos cíclicos de las diferentes secuencias de Zadoff-Chu.

En vista de las modificaciones y variaciones descritas anteriormente, el experto en la técnica apreciará que las realizaciones del presente documento incluyen un procesamiento correspondiente realizado en el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico para recibir la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16, tal como se transmiten por el nodo 10 de red de radio. La figura 9 ilustra el procesamiento 200 realizado por el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico a este

respecto.

Como se muestra, el procesamiento de 200 en el dispositivo 12 incluye la recepción de la NB-PSS 14 y de la NB-SSS 16 dentro del período 18 de señal de sincronización (bloque 210). Esto puede incluir, por ejemplo, recibir la NB-SSS en la trama siguiente a la que se recibe la NB-PSS. El procesamiento 200 incluye adicionalmente desmapear la NB-PSS 14 de la misma o más subtramas 22 dentro de cada trama 20 en la que se recibe la NB-PSS 14 (bloque 220). El procesamiento 200 también implica desmapear la NB-SSS 16 de la misma o más subtramas 22 dentro de cada trama 20 en la que se recibe la NB-SSS 16 (bloque 230). Esto incluye al menos una trama 20 en la que se recibe la NB-PSS 14. El dispositivo 12 hace esto desmapeando la NB-SSS 16 de una o más subtramas 22 que difieren de una o más subtramas 22 de las que se desmapea la NB-PSS 14. El dispositivo 12 puede, por ejemplo, emplear el procesamiento de recepción según sea necesario para recuperar la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 tal como se transmiten de acuerdo con cualquiera de las figuras 3-8. En al menos algunas realizaciones, el dispositivo 12 también adquiere disposición temporal de trama y símbolo de una célula proporcionada por el nodo 10 de red de radio, en base a las NB-PSS 14 y NB-SSS 16 recibidas.

En al menos algunas realizaciones, el nodo 10 de red de radio y el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico funcionan de acuerdo a especificaciones de internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT). A este respecto, las realizaciones descritas en el presente documento se explican en el contexto de que funcionen en o en asociación con una RAN que se comunica a través de canales de comunicación por radio con dispositivos de comunicación inalámbricos, también referidos indistintamente como terminales inalámbricos o UE, usando una tecnología de acceso de radio particular. Más específicamente, las realizaciones se describen en el contexto del desarrollo de especificaciones para NB-IoT, particularmente en lo que se refiere al desarrollo de especificaciones para el funcionamiento de NB-IoT en espectro y/o el uso de equipos actualmente utilizados por E-UTRAN, a veces referida como la red de acceso de radio terrestre evolucionada del UMTS y ampliamente conocida como el sistema de LTE. Sin embargo, se apreciará que las técnicas se pueden aplicar a otras redes inalámbricas, así como a las sucesoras de E-UTRAN. Por lo tanto, las referencias en el presente documento a señales que usan terminología de los estándares del 3GPP para LTE deben entenderse que se aplican de manera más general a señales que tienen características y/o fines similares en otras redes.

Un nodo 10 de red de radio es, en el presente documento, cualquier tipo de nodo de red (por ejemplo, una estación base) capaz de comunicarse con otro nodo a través de señales de radio. Un dispositivo 12 de comunicación inalámbrico es cualquier tipo de dispositivo capaz de comunicarse con un nodo 10 de red de radio a través de señales de radio. Por lo tanto, un dispositivo 12 de comunicación inalámbrico puede referirse a un dispositivo de máquina a máquina (M2M), un dispositivo de comunicaciones de tipo máquina (MTC), un dispositivo de NB-IoT, etc. El dispositivo inalámbrico también puede ser un UE, sin embargo debe tenerse en cuenta que el UE no necesariamente tiene un "usuario" en el sentido de que una persona individual posee y/u opera el dispositivo. Un dispositivo inalámbrico también puede denominarse dispositivo de radio, dispositivo de comunicación por radio, terminal inalámbrico o simplemente un terminal, a menos que el contexto indique lo contrario; el uso de cualquiera de estos términos está destinado a incluir UE de dispositivo a dispositivo o dispositivos, dispositivos de tipo máquina o dispositivos capaces de comunicación de máquina a máquina, sensores equipados con un dispositivo inalámbrico, ordenadores de mesa con capacidad inalámbrica, terminales móviles, teléfonos inteligentes, equipos empotrados en ordenadores portátiles (LEE), equipos montados en ordenadores portátiles (LME), dongles USB, equipos inalámbricos de las instalaciones del cliente (CPE), etc. En el análisis del presente documento también pueden usarse los términos dispositivo de máquina a máquina (M2M), dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC), sensor inalámbrico y sensor. Debe entenderse que estos dispositivos pueden ser UE, pero generalmente están configurados para transmitir y/o recibir datos sin interacción humana directa.

En un escenario de IOT, un dispositivo de comunicación inalámbrico, tal como se describe en el presente documento, puede ser, o puede estar comprendido en, una máquina o dispositivo que realiza monitorización o mediciones, y transmite los resultados de tales mediciones de monitorización a otro dispositivo o a una red. Ejemplos particulares de tales máquinas son medidores de potencia, maquinaria industrial o aparatos personales o domésticos, por ejemplo, refrigeradores, televisores, dispositivos personales para llevar encima tales como relojes, etc. En otros escenarios, un dispositivo de comunicación inalámbrico como se describe en el presente documento puede estar comprendido en un vehículo y puede funcionar monitorizando y/o informando del estado operativo del vehículo o de otras funciones asociadas con el vehículo.

Obsérvese que el nodo 10 de red de radio como se describió anteriormente puede realizar el procesamiento en el presente documento mediante la implantación de cualesquiera medios o unidades funcionales. En una realización, por ejemplo, el nodo 10 de red de radio comprende circuitos respectivos configurados para realizar los pasos mostrados en la figura 2. Los circuitos a este respecto pueden comprender circuitos dedicados a realizar ciertos procesamientos funcionales y/o uno o más microprocesadores junto con memoria. En realizaciones que emplean memoria, que puede comprender uno o varios tipos de memoria, tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc., la memoria almacena código de programa que, cuando es ejecutado por uno o más microprocesadores, lleva a cabo las técnicas descritas en el presente documento. Es decir, que en algunas realizaciones, la memoria del nodo 10 de red de radio contiene instrucciones ejecutables por el circuito de procesamiento, por lo cual el nodo 10 de red

de radio está configurado para llevar a cabo el procesamiento en el presente documento.

La figura 10 ilustra detalles adicionales de un nodo 10 de red de radio de acuerdo con una o más realizaciones. Como se muestra, el nodo 10 de red de radio incluye uno o más circuitos 620 de procesamiento y uno o más circuitos 610 de radio. El uno o más circuitos 610 de radio están configurados para transmitir mediante una o más antenas 640. El uno o más circuitos 620 de procesamiento está/n configurados para realizar el procesamiento descrito anteriormente, por ejemplo, en la figura 2, tal como ejecutando instrucciones almacenadas en la memoria 630. El uno o más circuitos 620 de procesamiento, a este respecto, puede/n implantar ciertos medios o unidades funcionales.

La figura 11 a este respecto ilustra un nodo 10 de red de radio de acuerdo con una o más de otras realizaciones. Como se muestra, el nodo 10 de red de radio puede incluir un módulo o unidad 650 de mapeo para mapear la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 como se describió anteriormente, y un módulo o unidad 660 de transmisión para transmitir la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16, por ejemplo, mediante uno o más circuitos 610 de radio. Estos módulos o unidades pueden implantarse mediante el/los circuito/s 620 de procesamiento de la figura 10.

Adicionalmente, el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico puede realizar el procesamiento en el presente documento mediante la implantación de cualesquiera medios o unidades funcionales. En una realización, por ejemplo, el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico comprende circuitos respectivos configurados para realizar los pasos mostrados en la figura 9. Los circuitos, a este respecto, pueden comprender circuitos dedicados para realizar ciertos procesamientos funcionales y/o uno o más microprocesadores junto con memoria. En realizaciones que emplean memoria, que puede comprender uno o varios tipos de memoria, tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc., la memoria almacena código de programa que, cuando es ejecutado por uno o más microprocesadores, lleva a cabo las técnicas descritas en el presente documento. Es decir, que, en algunas realizaciones, la memoria del dispositivo 12 contiene instrucciones ejecutables por el circuito de procesamiento, por lo cual el dispositivo 12 está configurado para llevar a cabo el procesamiento en el presente documento.

La figura 12 ilustra detalles adicionales de un dispositivo 12 de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones. Como se muestra, el dispositivo 12 de comunicación inalámbrico incluye uno o más circuitos 720 de procesamiento y uno o más circuitos 710 de radio. El uno o más circuitos 710 de radio está/n configurado/s para transmitir mediante una o más antenas 740. El uno o más circuitos 720 de procesamiento está/n configurado/s para realizar el procesamiento descrito anteriormente, por ejemplo, en la figura 9, tal como ejecutando instrucciones almacenadas en la memoria 730. El uno o más circuitos 720 de procesamiento a este respecto puede/n implantar ciertos medios o unidades funcionales.

La figura 13 a este respecto ilustra detalles adicionales de un dispositivo 12 de comunicación inalámbrico de acuerdo con una o más de otras realizaciones. Como se muestra, el dispositivo 12 puede incluir un módulo o unidad 750 de recepción para recibir la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16, por ejemplo, a través de uno o más circuitos 710 de radio, y un módulo o unidad 760 de desmapeo para desmapear la NB-PSS 14 y la NB-SSS 16 como se describió anteriormente. Estas unidades o módulos pueden implantarse mediante el uno o más circuitos 720 de procesamiento de la figura 12.

El experto en la técnica también apreciará que las realizaciones del presente documento incluyen adicionalmente programas informáticos correspondientes.

Un programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador de un nodo, hacen que el nodo lleve a cabo cualquiera de los procesamientos respectivos descritos anteriormente. Un programa informático, a este respecto, puede comprender uno o más módulos de código correspondientes a los medios o unidades descritos anteriormente.

Las realizaciones incluyen adicionalmente un portador que contiene dicho programa informático. Este portador puede comprender un elemento de entre una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador.

El experto en la técnica reconocerá que la presente invención puede llevarse a cabo de otras maneras que las establecidas específicamente en el presente documento sin apartarse de las características esenciales de la invención. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método implantado por un nodo (10) de red de radio para transmitir una señal de sincronización primaria de banda estrecha, NB-PSS, y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha, NB-SSS, dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas, comprendiendo el método:
- 5 mapear (110) la NB-PSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS;
- 10 mapear (120) la NB-SSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se va a transmitir la NB-PSS, al mapear la NB-SSS para una o más subtramas que difieren de la una o más subtramas para las que se mapea la NB-PSS; y
- 15 transmitir (130) la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización de acuerdo con dicho mapeo, al transmitir la NB-SSS en otra trama distinta de aquella en la que se transmite la NB-PSS.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende transmitir la NB-PSS en cada trama del período de señal de sincronización.
- 20 3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende mapear la NB-SSS para sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende mapear la NB-SSS para la subtrama 9 dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS.
- 25 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende mapear la NB-PSS para la subtrama 5 dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS.
- 30 6. Un método implantado por un dispositivo (12) de comunicación inalámbrico para recibir una señal de sincronización primaria de banda estrecha, NB-PSS, y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha, NB-SSS, dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas, comprendiendo el método:
- 35 recibir (210) la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización, al recibir la NB-SSS en otra trama distinta de aquella en la que se recibe la NB-PSS;
- desmapear (220) la NB-PSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS; y
- 40 desmapear (230) la NB-SSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se recibe la NB-PSS, al desmapear la NB-SSS de una o más subtramas que difieren de la una o más subtramas de las que se desmapea la NB-PSS.
- 45 7. El método de la reivindicación 6, que comprende recibir la NB-PSS en todas las tramas del período de señal de sincronización.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6-7, que comprende desmapear la NB-SSS de sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS.
- 50 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6-8, que comprende desmapear la NB-SSS de la subtrama 9 dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS.
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6-9, que comprende desmapear la NB-PSS de la subtrama 5 dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS.
- 55 11. Un nodo (10) de red de radio para transmitir una señal de sincronización primaria de banda estrecha, NB-PSS, y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha, NB-SSS, dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas, estando el nodo (10) de red de radio configurado para:
- 60 mapear la NB-PSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-PSS;
- mapear la NB-SSS para la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se va a transmitir la NB-PSS, mapeando la NB-SSS para una o más subtramas que difiere/n de la una o más subtramas para la/s que se mapea la NB-PSS; y
- 65 transmitir la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización de acuerdo con dicho mapeo, transmitiendo la NB-SSS en otra trama distinta de aquella en la que se transmite la NB-PSS.

12. El nodo (10) de red de radio de la reivindicación 11, configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 2-5.
- 5 13. El nodo (10) de red de radio de la reivindicación 11, en el que el nodo (10) de red de radio está configurado para transmitir la NB-PSS en cada trama del período de señal de sincronización.
- 10 14. El nodo (10) de red de radio de cualquiera de las reivindicaciones 11 y 13, en el que el nodo (10) de red de radio está configurado para mapear la NB-SSS para sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que se va a transmitir la NB-SSS.
- 15 15. Un dispositivo (12) de comunicación inalámbrico para recibir una señal de sincronización primaria de banda estrecha, NB-PSS, y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha, NB-SSS, dentro de un período de señal de sincronización que comprende múltiples tramas, estando el dispositivo (12) de comunicación inalámbrico configurado para:
- 20 recibir la NB-PSS y la NB-SSS dentro del período de señal de sincronización, al recibir la NB-SSS en otra trama distinta de aquélla en la que se recibe la NB-PSS;
- 20 desmapear la NB-PSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-PSS; y
- 25 desmapear la NB-SSS de la misma o más subtramas dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS, incluyendo al menos una trama en la que se recibe la NB-PSS, al desmapear la NB-SSS de una o más subtramas que difiere/n de la una o más subtramas de la/s que se desmapea la NB-PSS.
- 30 16. El dispositivo (12) de comunicación inalámbrico de la reivindicación 15, configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 6-10.
- 30 17. El dispositivo (12) de comunicación inalámbrico de la reivindicación 15, en el que el dispositivo (12) de comunicación inalámbrico está configurado para recibir la NB-PSS cada dos tramas del período de señal de sincronización.
- 35 18. El dispositivo (12) de comunicación inalámbrico de cualquiera de las reivindicaciones 15 y 17, en el que el dispositivo (12) de comunicación inalámbrico está configurado para desmapear la NB-SSS desde sólo una única subtrama dentro de cada trama en la que se recibe la NB-SSS.

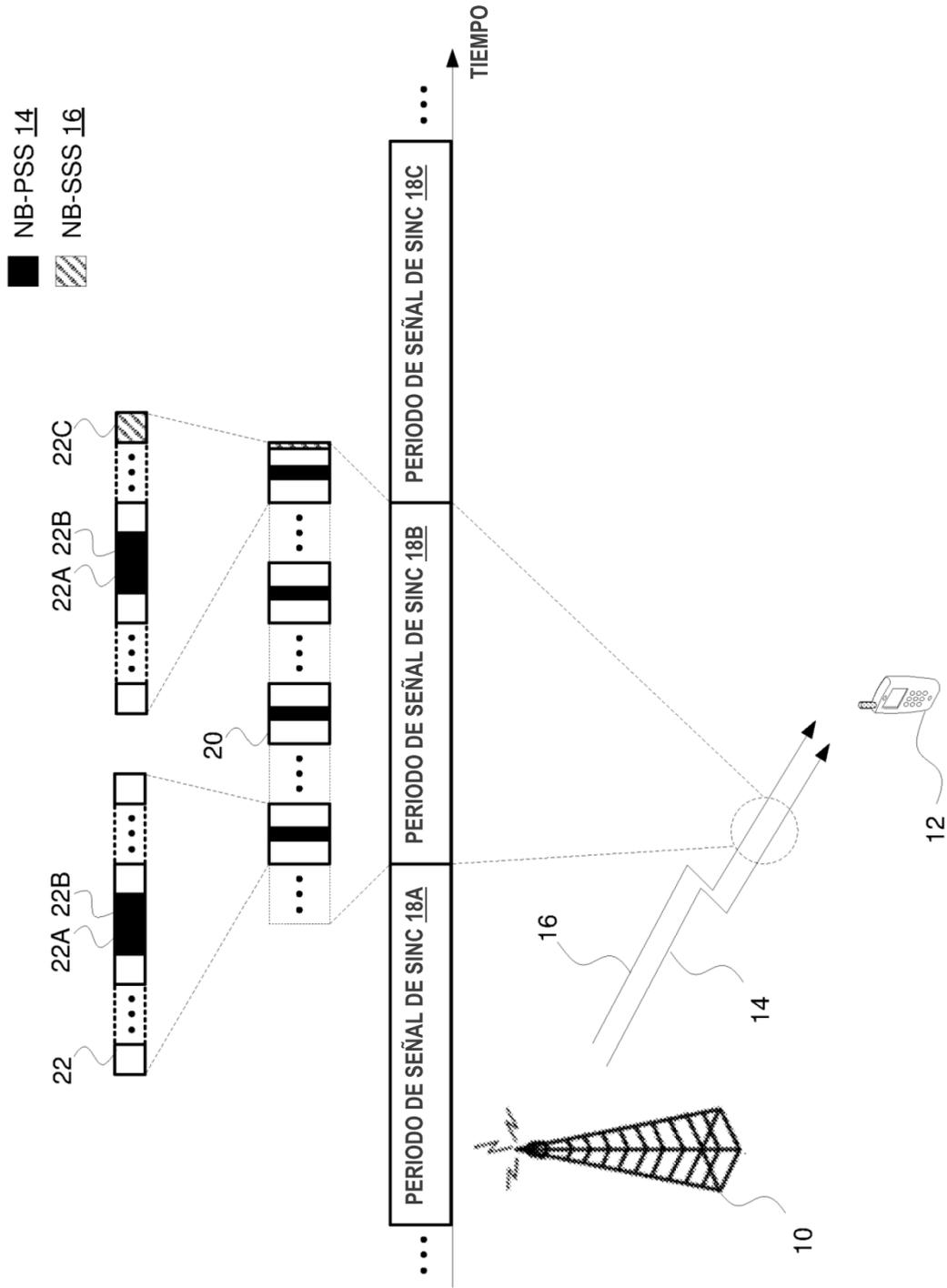


FIG. 1

100

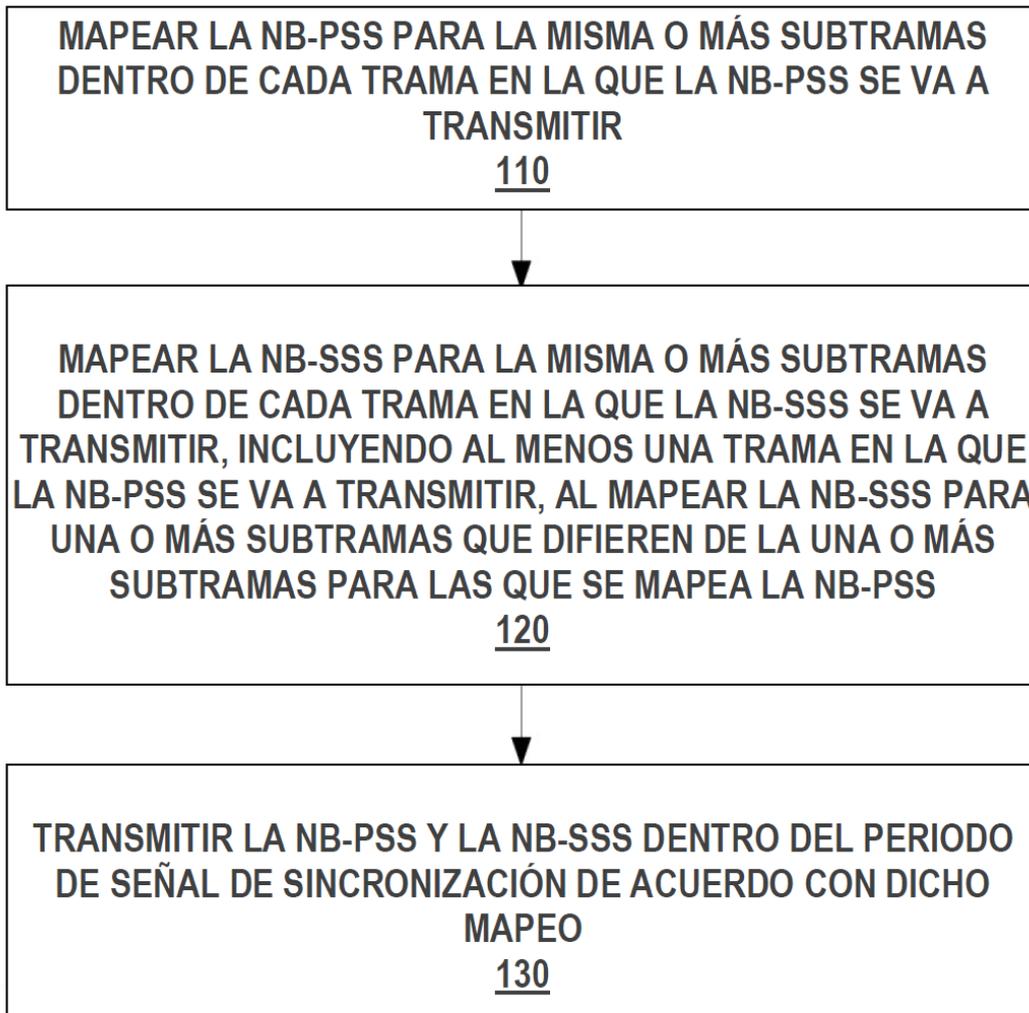


FIG. 2

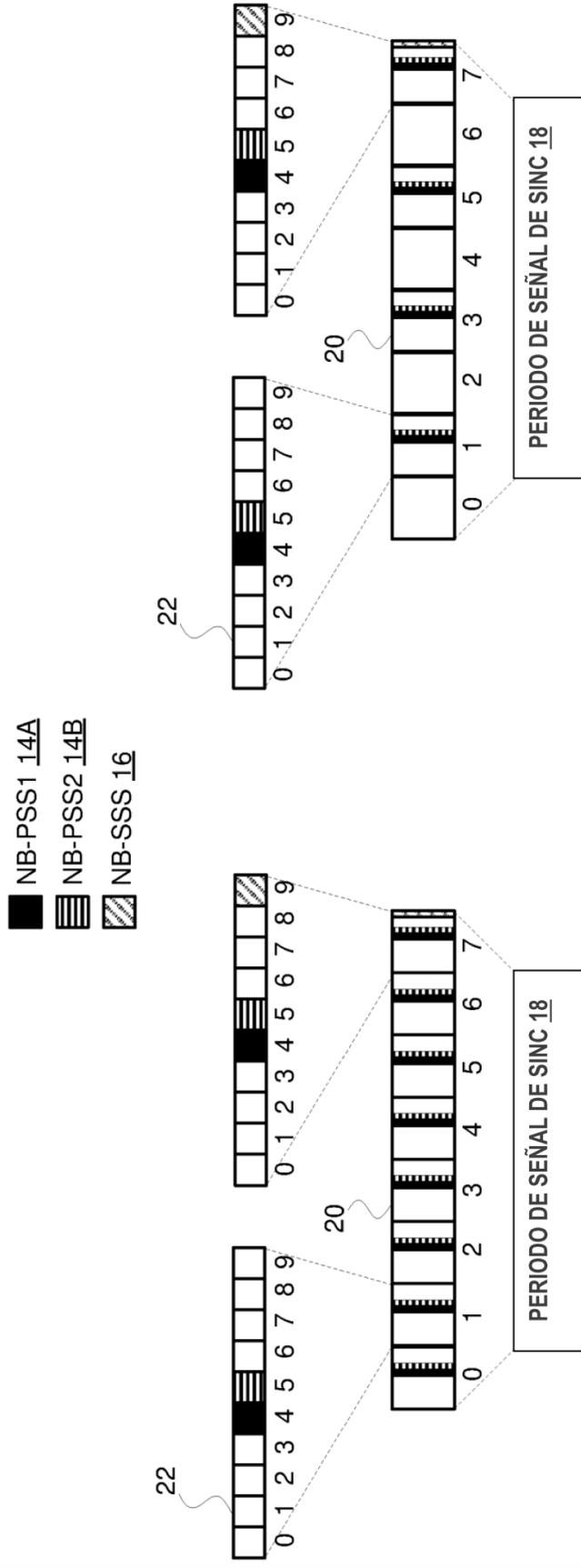


FIG. 3B

FIG. 3A

TDD		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CONFIG 0	0	D					D				
CONFIG 1	1	D				D	D				D
CONFIG 2	2	D			D	D	D			D	D
CONFIG 3	3	D					D	D	D	D	D
CONFIG 4	4	D				D	D	D	D	D	D
CONFIG 5	5	D			D	D	D	D	D	D	D
CONFIG 6	6	D					D				D

22

D SUBTRAMA DE ENLACE DESCENDENTE

FIG. 4A



FIG. 4B



FIG. 4C

■ NB-PSS
▨ NB-SSS

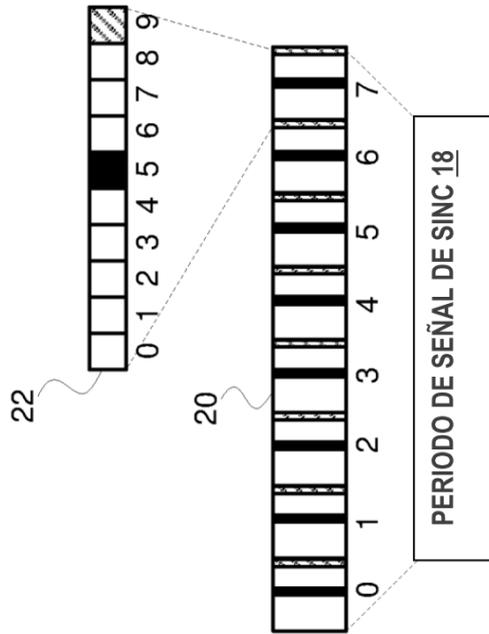


FIG. 5A

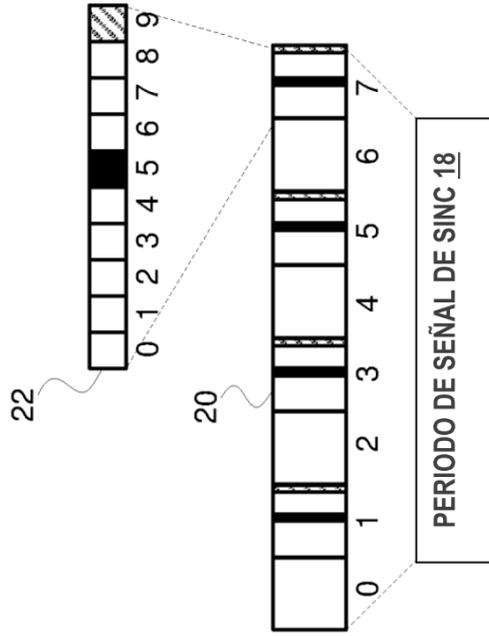


FIG. 5B

-  NB-PSS1
-  NB-PSS2
-  NB-SSS

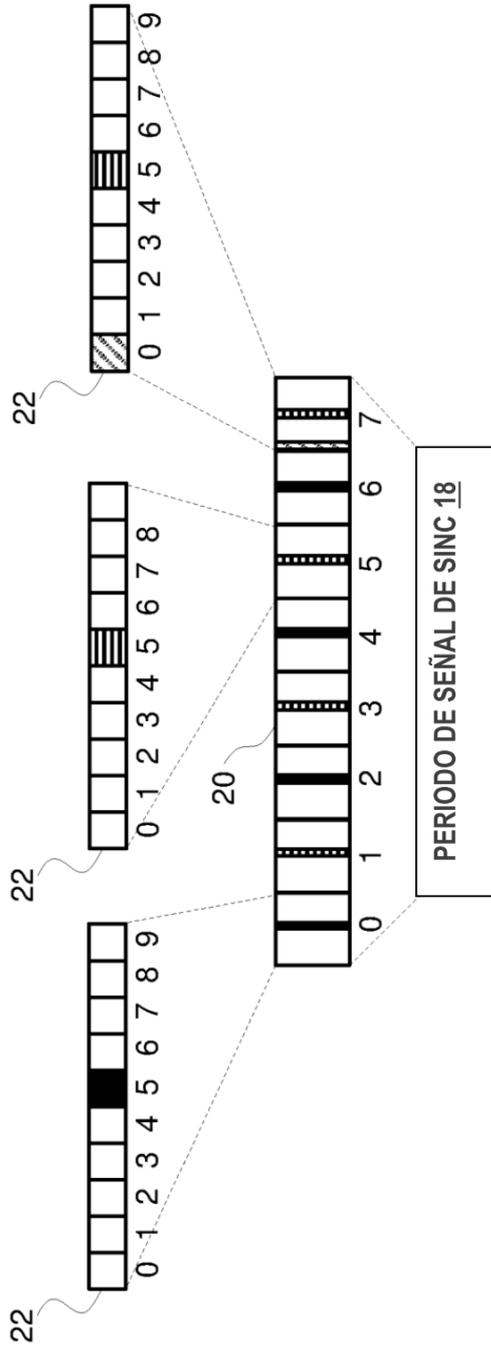
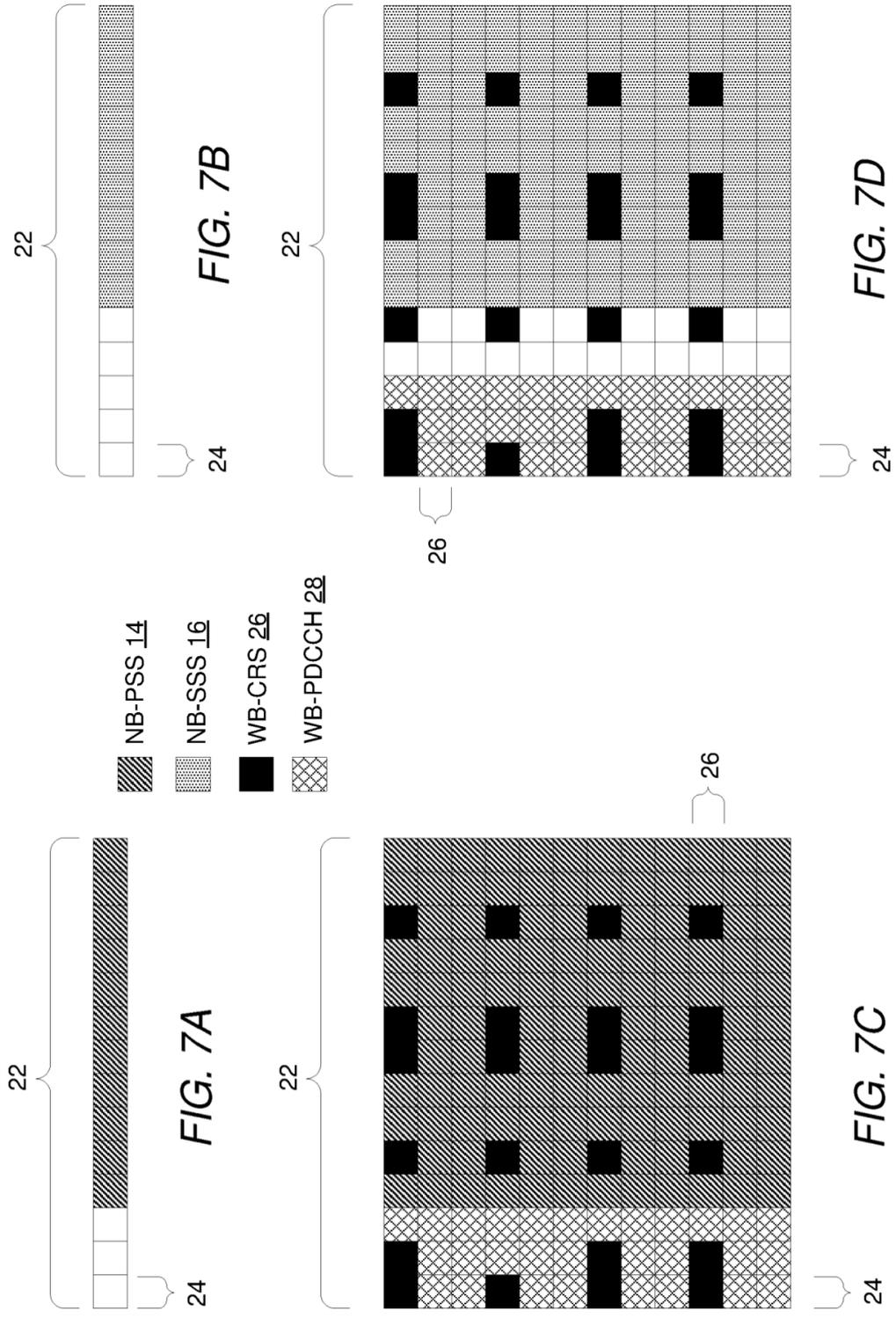


FIG. 6



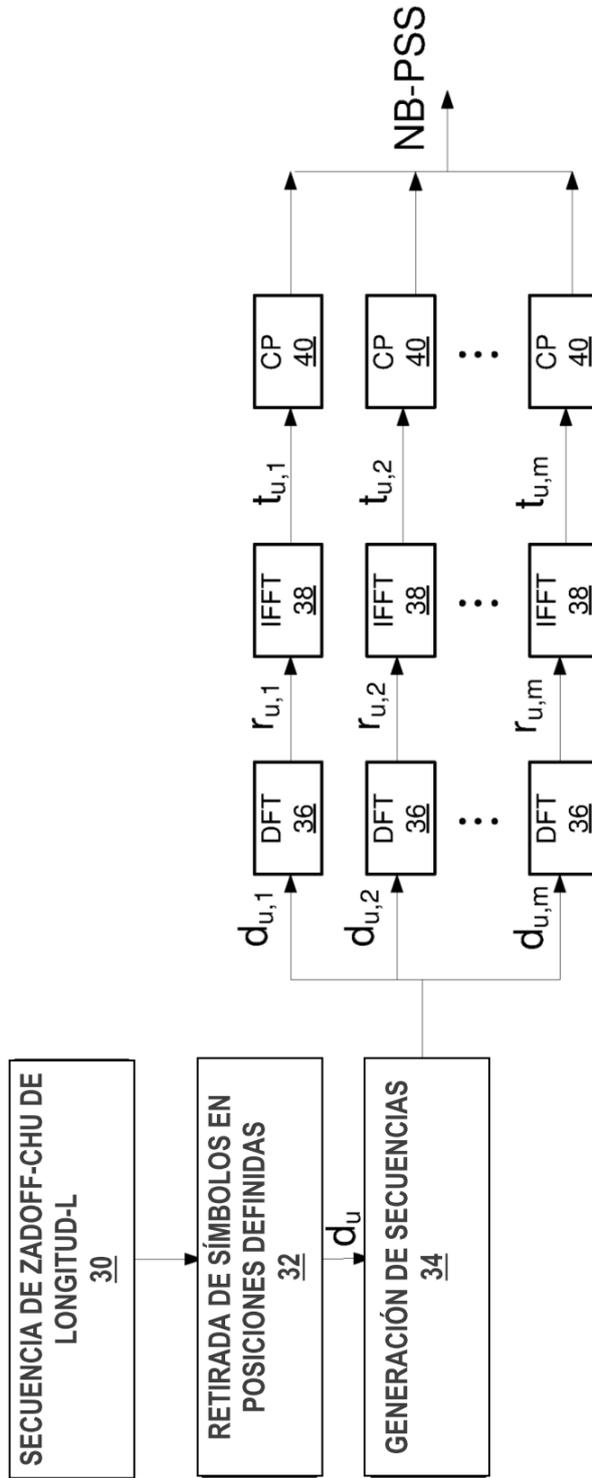


FIG. 8

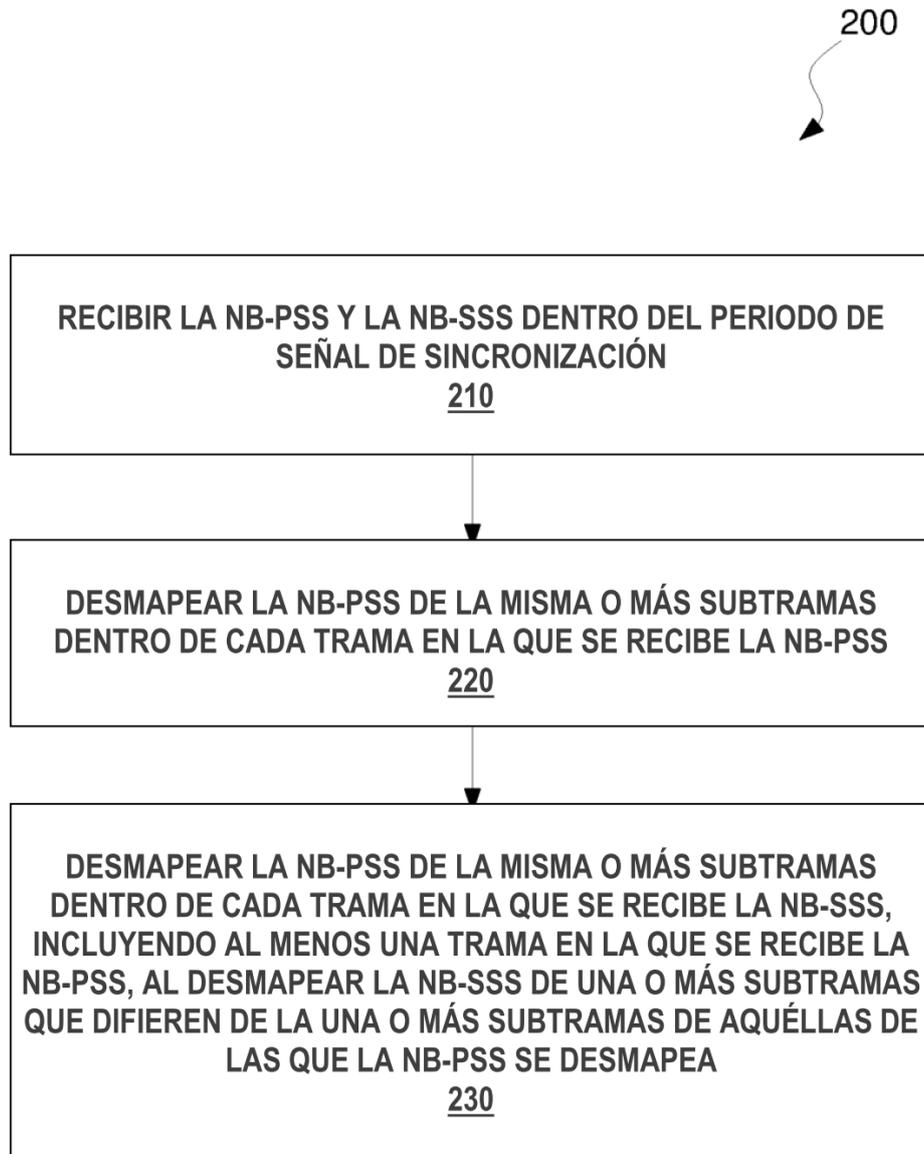


FIG. 9

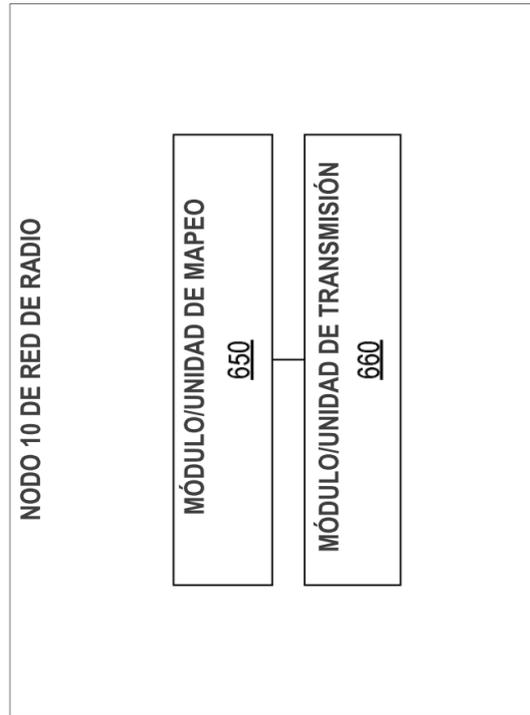


FIG. 11

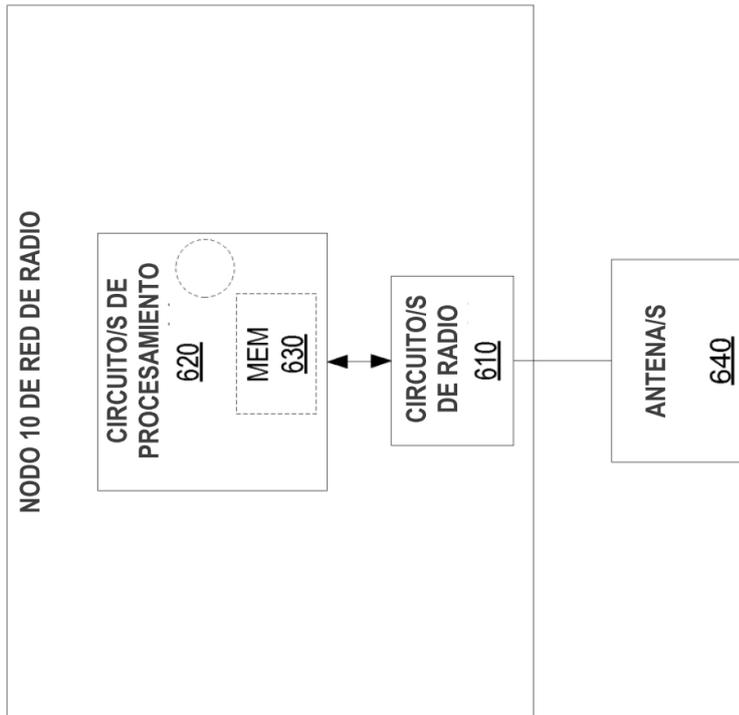


FIG. 10

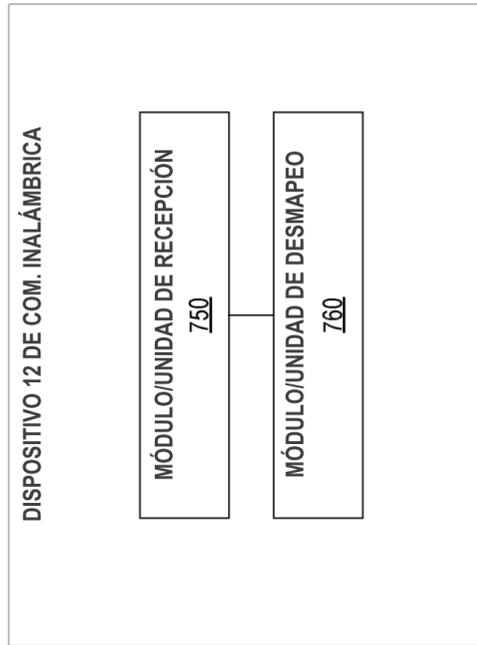


FIG. 13

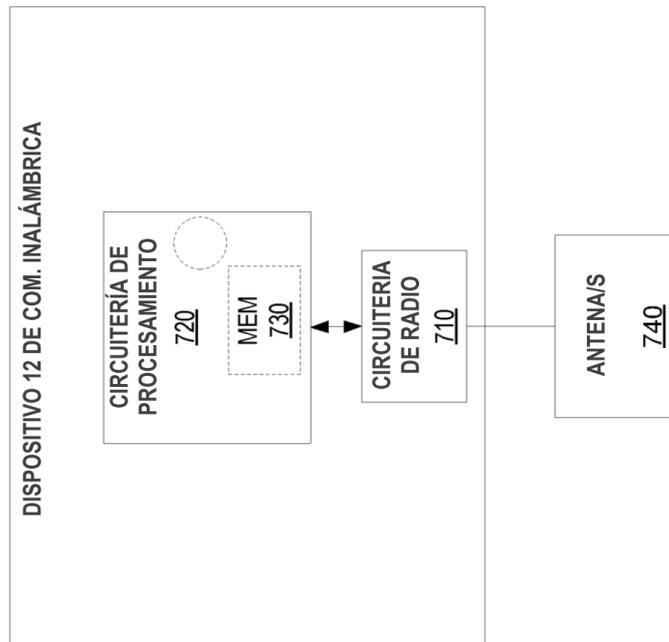


FIG. 12