

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 752**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)  
**H04L 1/16** (2013.01)  
**H04W 72/04** (2013.01)  
**H04W 84/04** (2009.01)  
**H04L 27/26** (2006.01)  
**H04L 1/1607** (2013.01)  
**H04W 4/02** (2008.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2017** **PCT/KR2017/008762**  
87 Fecha y número de publicación internacional: **15.02.2018** **WO18030847**  
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2017** **E 17839864 (0)**  
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 3497872**

54 Título: **Método y aparato para transmitir/recibir la señal de referencia de posicionamiento en un sistema de comunicación inalámbrico**

30 Prioridad:

**12.08.2016 KR 20160102825**  
**12.08.2016 KR 20160103209**  
**30.09.2016 KR 20160126856**  
**04.11.2016 KR 20160146920**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.05.2025**

73 Titular/es:

**INNOVATIVE TECHNOLOGY LAB CO., LTD.**  
**(100.00%)**  
**4th Floor, 5th Floor, 175 Baumoe-ro, Seocho-gu**  
**Seoul 06744, KR**

72 Inventor/es:

**YOON, SUNG JUN y**  
**PARK, DONG HYUN**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 3 015 752 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 transmitir/recibir la señal de referencia de posicionamiento en un sistema de comunicación inalámbrico

### Campo técnico

La presente divulgación se relaciona con un sistema de comunicación inalámbrica, y más particularmente, con un método y aparato para transmitir o recibir una señal de referencia de posicionamiento de banda estrecha.

### Materia de antecedente

Se ha propuesto el concepto de Internet de los objetos de banda estrecha (NB-IoT) para el propósito de acceso de radio a la 10T celular basado en una variante no retrocompatible de acceso de radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA).

El NB-IoT puede mejorar la cobertura en interiores y soportar un gran número de dispositivos de bajo rendimiento, y también puede habilitar una menor sensibilidad al retardo, una reducción significativa del coste del dispositivo, un menor consumo de potencia del dispositivo y una arquitectura de red optimizada.

La NB-IoT utiliza una banda muy estrecha, tal como un ancho de banda correspondiente a un único bloque de recursos (RB) o similar, y así, los canales físicos, señales y similares que se han utilizado en E-UTRA (por ejemplo, la evolución a largo plazo (LTE) heredada) pueden tener que ser utilizados de nuevo. Hay una necesidad de un método para realizar posicionamientos mediante la configuración de un recurso para una señal de referencia de posicionamiento (PRS) que sea apropiado para un ancho de banda estrecho, y mapeando la secuencia de una PRS al recurso asignado.

NB-IoT realiza la comunicación solo en un bloque de recursos físicos (PRB) limitado en el eje de frecuencias (por ejemplo, un único PRB); así, es necesario utilizar un mayor número de subtramas para transmitir una PRS para asegurar el rendimiento del posicionamiento. Sin embargo, aún no se ha determinado un método detallado para configurar un recurso de tiempo (por ejemplo, una subtrama) en el que se transmite una PRS de NB-IoT.

El documento WO 2016/032200A2 divulga un método para realizar el posicionamiento en un sistema de comunicación inalámbrica. El método comprende las etapas de recibir, desde una estación base de servicio, datos de asistencia que incluyen información de célula de referencia e información de célula vecina, recibir respectivamente CSI-RS desde una célula de referencia y al menos una célula vecina sobre la base de los datos de asistencia recibidos, medir una diferencia de tiempo de señal de referencia, RSTD, para la célula de referencia de al menos una célula vecina mediante el uso de la CSI-RS recibida e informar de la RSTD medida a la estación base de servicio.

De acuerdo con un aspecto del presente documento, una señal de referencia de posicionamiento, PRS, recibida desde cada célula se mide basada en un intervalo de medición TRSTD para la RSTD y el POA se calcula para informar del valor RSTD al servidor de localización. El RSTD se convierte en una diferencia entre el tiempo de recepción de la PRS de una célula vecina  $j$  y el tiempo de recepción de la PRS de una célula de referencia  $i$ . El equipamiento de usuario UE recibe una PRS de cada una de la célula de referencia y de la al menos una célula vecina sobre la base de la información de configuración de PRS recibida.

La especificación técnica 3GPP TS 36.355 con el título "3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); LTE Positioning Protocol (LPP) (Release 13)" divulga detalles de métodos de posicionar.

De acuerdo con este documento, se proporcionan datos de asistencia OTDOA (Observed Time Difference Of Arrival). IE PRS-Info, que es un tipo de datos de asistencia OTDOA, proporciona información relacionada con la configuración de PRS en una célula. PRS-Info contiene los siguientes campos:

prs- Ancho de banda: Este campo especifica el ancho de banda que se utiliza para configurar las señales de referencia de posicionamiento. Los valores enumerados son especificados en número de bloques de recursos ( $n_6$  corresponde a 6 bloques de recursos,  $n_{15}$  a 15 bloques de recursos y así sucesivamente) y se define un ancho de banda de 1,4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz.

prs-Índice de configuración: Este campo especifica el índice de configuración de las señales de referencia de posicionamiento IPRS.

numDL-Tramas: Este campo especifica el número de subtramas consecutivas de enlace descendente NPRS con señales de referencia de posicionamiento. Los valores enumerados definen 1, 2, 4 o 6 subtramas consecutivas.

prs- Silenciamiento: Este campo especifica la configuración de silenciamiento PRS de la célula. La configuración de silenciamiento PRS está definida por una secuencia de silenciamiento PRS periódica con periodicidad TREP donde TREP, contada en el número de ocasiones de posicionamiento PRS, puede ser 2, 4, 8, o 25 16 que es también la longitud de la cadena de bits seleccionada que representa esta secuencia de silenciamiento PRS. Si un bit de la secuencia de

silenciamiento PRS está configurado a "O", entonces el PRS es silenciado en la correspondiente ocasión de posicionar PRS. Una ocasión de posicionamiento PRS comprende subtramas de posicionamiento de enlace descendente NPRS. El primer bit de la secuencia de silenciamiento PRS corresponde a la primera ocasión de posicionamiento PRS que comienza tras el inicio de la célula de referencia de datos de asistencia SFN=O. La secuencia es válida para todas las subtramas después de que el dispositivo objetivo haya recibido la prs- información de silenciamiento. Si este campo no está presente, el dispositivo objetivo puede asumir que el silenciamiento PRS no está en utilización para la célula. Cuando el SFN de la célula de referencia de datos de asistencia no es conocido por el equipo de usuario y se proporciona prs- información de silenciamiento para una célula en la IE OTDOA-NeighbourCellInfoList, el equipo de usuario puede asumir que esa célula no transmite PRS. Cuando el UE recibe un patrón de silenciamiento de 16 bits (p016-r9) y una periodicidad PRS T\_PRS de 1280 subtramas para la misma célula, el UE asumirá un patrón de silenciamiento de 8 bits (p08-r9) basado en la primera mitad del patrón de silenciamiento de 16 bits.

## Divulgación de la invención

### Problema técnico

El método para configurar un recurso de tiempo (por ejemplo, una subtrama) en el que se transmite una PRS de NB-IoT aún no ha sido determinado. Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para realizar el posicionamiento mediante la configuración de un recurso para que una señal de referencia de posicionamiento (PRS) sea apropiada para un ancho de banda estrecho, y mapeando la secuencia de una PRS al recurso asignado.

### Solución al problema

El objeto anterior se resuelve mediante la combinación de características de las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones preferidas son definidas en las reivindicaciones dependientes.

Un método y un aparato para configurar una señal de referencia de posicionamiento (PRS) para un sistema de comunicación inalámbrica que soporta un entorno NB-IoT serán descritos con varias realizaciones de ejemplo. Uno o más ejemplos describen un método y aparato para soportar la configuración de PRS en una nueva forma utilizando los recursos de tiempo-frecuencia configurables en un entorno NB-IoT, una configuración de subtrama para mapear la PRS, asignación de recursos en una subtrama, una configuración de secuencia, y similares.

Uno o más ejemplos describen un método y un aparato para soportar una configuración de subtrama para mapear el PRS en un entorno NB-IoT.

Uno o más ejemplos describen un método y un aparato para soportar la asignación de recursos en una subtrama para un entorno NB-IoT.

Uno o más ejemplos describen un método y aparato para soportar una configuración de secuencia en el sistema NB-IoT.

### Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con una o más realizaciones de ejemplo, una señal de referencia de posicionamiento puede ser configurada de manera eficiente que se ve menos afectada por la interferencia en el entorno NB-IoT y es capaz de asegurar un excelente rendimiento de posicionamiento.

### Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama para ilustrar la configuración de un dispositivo inalámbrico.  
 Las FIGS. 2 y 3 son diagramas que ilustran la estructura de una trama de radio de un sistema 3GPP LTE.  
 La FIG. 4 es un diagrama para ilustrar la estructura de una subtrama de enlace descendente.  
 La FIG. 5 es un diagrama que ilustra la estructura de una subtrama de enlace ascendente.  
 La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red NB-IoT.  
 Las FIGS. 7A-7C son diagramas que ilustran un modo de operación NB-IoT.  
 Las FIGS. 8 y 9 son diagramas que ilustran un patrón RE en el que un PRS LTE es mapeado a un único par de bloques de recursos.  
 La FIG. 10 es un diagrama que ilustra una diferencia de tiempo de llegada observada (OTDOA).  
 La FIG. 11 es un diagrama que ilustra un plano de control y un plano de usuario de un protocolo de posicionamiento LTE (LPP).  
 Las FIGS. 12 y 13 son diagramas que ilustran un patrón RE en una subtrama de transmisión NB-PRS.  
 Las FIGS. 14-21 son diagramas que ilustran una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS.  
 La FIG. 22 es un diagrama que ilustra un ejemplo de aplicación de silenciamiento a una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS.  
 La FIG. 23 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones de transmisión y recepción NB-PRS.  
 La FIG. 24 es un diagrama que ilustra la configuración de un procesador de un dispositivo inalámbrico.

## Mejor modo para llevar a cabo la invención

Las realizaciones ejemplares de la presente invención se describirán más detalladamente en lo sucesivo con referencia a los dibujos acompañantes, en los que las realizaciones ejemplares de la invención son mostradas. A través de los dibujos y la descripción detallada, a menos que se señale otra manera, se entiende que los mismos números de referencia de dibujo se refieren a los mismos elementos, características y estructuras. Al describir las realizaciones ejemplares, puede ser omitida la descripción detallada de configuraciones o funciones conocidas para mayor claridad y concisión.

Además, la descripción en el presente documento está relacionada con una red de comunicación inalámbrica, y una operación realizada en una red de comunicación inalámbrica puede ser realizada mediante un proceso de control de una red y transmisión de datos por un sistema que controla una red inalámbrica, por ejemplo, una estación base (BS), o puede ser realizada en un equipamiento de usuario (UE) conectado a la red de comunicación inalámbrica.

Es decir, es evidente que varias operaciones, que son realizadas para comunicarse con un terminal en una red compuesta por una pluralidad de nodos de red que incluye una estación base (BS), son ejecutables por la BS u otros nodos de red excluyendo la BS. El término "estación base" puede ser sustituido por términos como estación fija, nodo B, nodo B electrónico (eNB), punto de acceso (AP) y similares. También, 'Terminal' puede ser reemplazado con términos tales como un equipamiento de usuario (UE), una estación móvil (MS), una estación móvil de abonado (MSS), una estación de abonado (SS), una estación no-AP (no-AP STA), y similares.

Mientras que la presente invención ha sido mostrada y descrita en conexión con las realizaciones, será evidente para los expertos en la materia que pueden hacerse modificaciones y variaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Así, la presente invención no se limita a las realizaciones anteriores y puede incluir todas las realizaciones dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, diversas realizaciones de ejemplo han sido descritas con respecto a sistemas 3GPP LTE o LTE-A; sin embargo, aspectos de las realizaciones ilustradas pueden ser aplicados a otros sistemas de comunicación móvil.

La Fig. 1 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 1 ilustra un UE 100 que corresponde a un ejemplo de un dispositivo receptor de enlace descendente o un dispositivo transmisor de enlace ascendente, y un eNB 200 que corresponde a un ejemplo de un dispositivo transmisor de enlace descendente o un dispositivo receptor de enlace ascendente. Aunque no se ilustra en la Fig. 1, puede existir un segundo UE que realice la comunicación Vehículo-a-Todo (V2X) con el primer UE 100. La configuración del segundo UE es similar a la del primer UE 100, por lo que se omitirán descripciones detalladas del mismo.

El UE 100 puede incluir un procesador 110, una unidad de antena 120, un transceptor 130, y una memoria 140.

El procesador 110 puede procesar señales relacionadas con una banda base, y puede incluir una unidad de procesamiento de capa más alta 111 y una unidad de procesamiento de capa física 112. La unidad de procesamiento de capa más alta 111 puede procesar señales relacionadas con una banda base. La unidad de procesamiento de capa más alta 111 puede procesar las operaciones de una capa de control de acceso de medio (MAC), una capa de control de recursos de radio (RRC), o una capa más alta. La unidad de procesamiento de capa física 112 puede procesar las operaciones de una capa PHY (por ejemplo, procesar una señal de transmisión de enlace ascendente o procesar una señal de recepción de enlace descendente). El procesador 110 puede controlar las operaciones generales del UE 100, generalmente además de procesar señales relacionadas con una banda base.

La unidad de antena 120 puede incluir una o más antenas físicas, y puede soportar transmisión/recepción MIMO cuando una pluralidad de antenas está incluida. El transceptor 130 puede incluir un transmisor de radiofrecuencia (RF) y un receptor de RF. La memoria 140 puede almacenar información procesada por el procesador 110, software, un sistema de operación, aplicaciones, o similares asociados con las operaciones del UE 100, y puede incluir elementos tales como un búfer o similares.

El eNB 200 puede incluir un procesador 210, una unidad de antena 220, un transceptor 230 y una memoria 240.

El procesador 210 procesa señales relacionadas con una banda base, y puede incluir una unidad de procesamiento de capa más alta 211 y una unidad de procesamiento de capa física 212. La unidad de procesamiento de capa más alta 211 puede procesar las operaciones de una capa MAC, una capa RRC o una capa más alta. La unidad de procesamiento de capa física 212 puede procesar las operaciones de una capa PHY (por ejemplo, procesar una señal de transmisión de enlace descendente o procesar una señal de recepción de enlace ascendente). El procesador 210 puede controlar las operaciones generales del eNB 200, generalmente además de procesar señales relacionadas con una banda base.

La unidad de antena 220 puede incluir una o más antenas físicas, y puede soportar transmisión/recepción MIMO cuando se incluye una pluralidad de antenas. El transceptor 230 puede incluir un transmisor de RF y un receptor de RF. La memoria 240 puede almacenar información procesada por el procesador 210, software, un sistema de operación, aplicaciones, o similares asociados con las operaciones del eNB 200, y puede incluir elementos tales como un búfer o

similares.

El procesador 110 del UE 100 puede configurarse para implementar las operaciones del UE, que se han descrito en todas las realizaciones de la presente invención.

Un ejemplo de una estructura de trama de radio se describirá a continuación.

Las FIGS. 2 y 3 son diagramas para ilustrar la estructura de una trama de radio de un sistema 3GPP LTE.

En un sistema celular de comunicación inalámbrica por paquetes, la transmisión de enlace ascendente o descendente se ejecuta en unidades de subtramas. Una única subtrama es definida como un periodo de tiempo predeterminado que incluye una pluralidad de símbolos. La norma 3GPP LTE soporta la estructura de trama de radio de tipo 1, que es aplicada a la división en frecuencia dúplex (FDD), y la estructura de trama de radio de tipo 2, que es aplicada a la división en tiempo dúplex.

La FIG. 2 ilustra la estructura de trama de radio tipo 1. Una sola trama de radio se compone de 10 subtramas, y una sola subtrama se compone de 2 ranuras en el dominio del tiempo. El tiempo empleado en transmitir una sola subtrama es un intervalo de tiempo de transmisión (TTI). Por ejemplo, la longitud de una sola subtrama es de 1ms, y la longitud de una sola ranura es de 0,5 ms. Una sola ranura puede incluir una pluralidad de símbolos en el dominio del tiempo. El símbolo puede ser un símbolo de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en el enlace descendente, o puede ser un acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) en el enlace ascendente, pero el símbolo no puede limitarse a ello. El número de símbolos incluidos en una sola ranura puede ser diferente en función de una configuración de prefijo cíclico (CP). El CP puede incluir un CP extendido y un CP normal. En el caso del CP normal, por ejemplo, el número de símbolos incluidos en una sola ranura puede ser 7. En el caso del CP extendido, la longitud de un símbolo se amplía y, por lo tanto, el número de símbolos incluidos en una sola ranura puede ser 6, que es menor que el CP normal. Cuando el tamaño de una celda es grande, o cuando el estado de un canal es inestable (por ejemplo, cuando un equipo de usuario (UE) se mueve rápidamente o similar), el CP extendido puede ser utilizado para reducir la interferencia entre símbolos.

En la FIG. 2, asumiendo el caso de un CP normal en una red de recursos, una sola ranura corresponde a 7 símbolos en el dominio del tiempo. En el dominio de la frecuencia, un ancho de banda del sistema se define como un número entero (N) multiplicado por un bloque de recursos (RB), un ancho de banda del sistema de enlace descendente se indica mediante un parámetro  $N^{DL}$  y un ancho de banda del sistema de enlace ascendente se indica mediante un parámetro  $N^{UL}$ . Un bloque de recursos es una unidad de asignación de recursos y puede corresponder a una pluralidad de símbolos (por ejemplo, 7 símbolos) en una sola ranura en el dominio del tiempo y a una pluralidad de subportadoras consecutivas (por ejemplo, 12 subportadoras) en el dominio de la frecuencia. Cada elemento de una red de recursos está denominado elemento de recurso (RE). Un único bloque de recursos incluye  $12 \times 7$  RES. La red de recursos de la FIG. 2 puede ser aplicada igualmente a una ranura de enlace ascendente y a una ranura de enlace descendente. También, la red de recursos de la FIG. 2 puede ser aplicada igualmente a una ranura de trama de radio tipo 1 y a una ranura de trama de radio tipo 2, que será descrita a continuación.

La FIG. 3 ilustra la estructura de trama de radio tipo 2. La estructura de trama de radio tipo 2 está compuesta por 2 medias tramas; cada media trama puede estar compuesta por 5 subtramas, un intervalo de tiempo piloto de enlace descendente (DwPTS), un periodo de guarda (GP) y un intervalo de tiempo piloto de enlace ascendente (UpPTS). Al igual que en la trama de radio tipo 1, una sola subtrama se compone de 2 ranuras. El DwPTS es utilizado para la búsqueda inicial de celda, sincronización o estimación de canal en un UE, además de la transmisión/recepción de datos. El UpPTS es utilizado para la estimación de canal y la sincronización de transmisión de enlace ascendente de los UE en una eNB. El GP es un periodo entre el enlace ascendente y el descendente para eliminar cualquier interferencia generada en el enlace ascendente debido a un retardo multitrajecto de una señal de enlace descendente. Los DwPTS, GP y UpPTS también pueden referirse como subtramas especiales.

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra la estructura de una subtrama de enlace descendente. Una pluralidad de símbolos OFDM (por ejemplo, 3 símbolos OFDM) dispuestos en la parte frontal de una primera ranura en una sola subtrama puede corresponder a la región de control a la que se asigna un canal de control. Los símbolos OFDM restantes corresponden a una región de datos a la que se asigna un canal compartido físico de enlace descendente (PDSCH). Los canales de control de enlace descendente utilizados en el sistema 3GPP LTE pueden incluir un canal indicador de formato de control físico (PCFICH), un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), un canal indicador de solicitud de repetición automática híbrida física (PHICH) y similares. En adición, un canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH) puede ser transmitido a los UEs establecidos por un eNB en la región de datos.

El PCFICH es transmitido en el primer símbolo OFDM de un subtrama, y puede incluir información asociada con el número de símbolos OFDM utilizados para una transmisión de canal de control en el subtrama.

El PHICH es una respuesta a una transmisión de enlace ascendente e incluye información HARQ-ACK.

La información de control transmitida a través del (E)PDCCH es referida como información de control de enlace descendente (DCI). La DCI incluye información de programación de enlace ascendente o descendente, o puede incluir

otra información de control basada en diversos propósitos, como un comando para controlar una potencia de transmisión de enlace ascendente con respecto a un grupo de UE o similar. Una eNB determina un formato (E)PDCCH basado en la DCI transmitida a un UE, y asigna una comprobación de redundancia cíclica (CRC) a esa información de control. La CRC es enmascarada con un identificador temporal de red de radio (RNTI) basado en el propietario o el propósito del (E)PDCCH. Cuando el (E)PDCCH está pensado para un UE predeterminado, el CRC puede ser enmascarado con un RNTI de celda (C-RNTI) para el UE. Alternativamente, cuando el PDCCH es para un mensaje de paginación, el CRC puede ser enmascarado con un identificador de indicador de paginación (P-RNTI). Cuando el PDCCH es para un bloque de información del sistema (SIB), el CRC puede ser enmascarado con un identificador de información del sistema y un RNTI de información del sistema (SI-RNTI). Para indicar una respuesta de acceso aleatorio con respecto a una transmisión de preámbulo de acceso aleatorio de un UE, el CRC puede ser enmascarado con un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI).

La FIG. 5 es un diagrama que ilustra la estructura de una subtrama de enlace ascendente. Una subtrama de enlace ascendente puede estar dividida en una región de control y una región de datos en el dominio de la frecuencia. Un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) que incluye información de control de enlace ascendente puede ser asignado a la región de control. Un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) que incluye datos de usuario puede ser asignado a la región de datos. Un PUCCH para un único terminal puede ser asignado a un par de bloques de recursos (par RB) en una subtrama. Los bloques de recursos incluidos en el par RB pueden ocupar diferentes subportadoras con respecto a dos ranuras. Esto indica que el par RB asignado a un PUCCH salta de frecuencia en un límite de ranura.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de NB-IoT de acuerdo con la presente invención.

Desde la perspectiva del sistema de Internet de las cosas (IoT), NB-IoT puede ser conectado al concepto básico de comunicación de tipo máquina (MTC) o comunicación de máquina a máquina (M2M), excepto por el hecho de que NB-IoT utiliza una banda estrecha. NB-IoT puede incluir el intercambio de información entre NB-IoT UEs 11 y 12 a través de un eNB 15, excluyendo la interacción humana, o puede incluir el intercambio de información entre NB-IoT UE 11 y 12 y un servidor NB-IoT 18 a través de un eNB.

El servidor NB-IoT 18 puede ser una entidad que se comunica con los UE NB-IoT 11 y 12. El servidor NB-IoT puede ejecutar una aplicación relacionada con NB-IoT y puede proporcionar un servicio específico de NB-IoT a los UE NB-IoT 11 y 12.

Las UE NB-IoT 11 y 12 pueden ser dispositivos inalámbricos fijos o móviles que realizan comunicaciones NB-IoT.

Las FIG. 7A-7C son diagramas que ilustran un modo de funcionamiento NB-IoT según la presente invención.

NB-IoT puede operar en uno de los tres modos de funcionamiento que se muestran en la FIG. 7. Los tres modos de operación son un modo de operación independiente, un modo de operación de banda de guarda y un modo de operación en banda.

La FIG. 7A ilustra un modo de funcionamiento independiente. Un espectro utilizado actualmente en un sistema de Red de Acceso Radioeléctrico de Velocidad de Datos Mejorada para la Evolución del GSM (GSM/EDGE), que corresponde a una o más portadoras del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), puede ser utilizado. Por ejemplo, una de las portadoras GSM (por ejemplo, una región de frecuencia de un ancho de banda de 200 kHz) puede utilizarse para NB-IoT.

La FIG. 7B ilustra un modo de funcionamiento de banda de guarda. Los bloques de recursos, que no son utilizados en una banda de guarda existente fuera del ancho de banda de una portadora LTE, pueden ser utilizados.

La FIG. 7C ilustra un modo de funcionamiento en banda. Los bloques de recursos en el ancho de banda de una portadora LTE pueden ser utilizados. Por ejemplo, un PRB en el ancho de banda LTE (por ejemplo, una región de frecuencia de un ancho de banda de 180 kHz) puede ser utilizado para NB-IoT.

Los dispositivos NB-IoT tienen como objetivo principalmente soportar escenarios en los que los dispositivos NB-IoT son operados en edificios o en los sótanos de los edificios con el fin de proporcionar un servicio de medición inteligente, un servicio de hogar inteligente, un servicio de alarma o similares. Esto puede significar que la transmisión/recepción de datos fiables debe ser soportada en habitaciones o sótanos que generalmente se sabe que son áreas de baja realización, independientemente del despliegue de dispositivos NB-IoT. Por otra parte, es necesario mantener un menor consumo de energía y una menor complejidad, y al mismo tiempo, mantener las conexiones a múltiples dispositivos NB-IoT (50 000 dispositivos NB-IoT desde la perspectiva de una sola célula). Los requisitos de un sistema NB-IoT, que actualmente se basan en las tecnologías asociadas al sistema GERAN, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Realización	Objetivos
Cobertura interior mejorada	MCL (pérdida de emparejamiento máxima) 164 dB
Capacidad de la célula	52574 dispositivos por celda
Complejidad reducida	Muy barato basado en el despliegue a escala masiva o de manera desechable
Eficiencia energética mejorada	Alrededor de 10 años de vida de batería
Latencia	10 segundos para informes de excepción de informes autónomos móviles (MAR) (en general, soporte relajado de características de retardo)
Coexistencia	GSWWCDMA/LTE

La presente invención describe las operaciones de un sistema en el que son definidas diferentes Señales de Referencia de Posicionamiento (PRS). Las diferentes PRS pueden ser referidas como una primera PRS y una segunda PRS. Por ejemplo, la primera PRS puede ser una PRS utilizada en un entorno NB-IoT (en lo sucesivo, una NB-PRS), y la segunda PRS puede ser una PRS definida en un sistema LTE (en lo sucesivo, una LTE PRS). Aunque los siguientes ejemplos son descritos asumiendo que el primer PRS es un NB-PRS y el segundo PRS es un LTE PRS, el alcance de la presente invención puede no estar limitado a ello, y los ejemplos de la presente invención pueden ser aplicados cuando se definen diferentes PRSs.

Antes de los ejemplos de la presente invención asociados con un NB-PRS, se describirá un LTE PRS.

Una PRS LTE sólo puede ser transmitida en una subtrama de enlace descendente configurada para una transmisión PRS a través de señalización de capa superior. Cuando tanto una subtrama normal #0 como una subtrama de Red de Frecuencia Única de Difusión Multicast (MBSFN) son configuradas como subtramas de posicionamiento, los símbolos OFDM de la subtrama de posicionamiento MBSFN necesitan utilizar el mismo Prefijo Cíclico (CP) que el de la subtrama #0. Cuando sólo una subtrama MBSFN está configurada como subtrama de posicionamiento, los símbolos de la subtrama MBSFN correspondiente configurados para transmitir una PRS necesitan utilizar un CP ampliado.

La PRS LTE es transmitida a través del puerto de antena (AP) #6.

La PRS LTE no puede ser asignada a recursos de tiempo/frecuencia a los que estén asignados un canal físico de difusión (PBCH) y una señal de sincronización primaria (PSS)/señal de sincronización secundaria (SSS).

La PRS LTE es definida en un entorno donde un espacio de subportadora es de 15kHz (es decir,  $f_s=15\text{kHz}$ ).

Una secuencia PRS LTE puede ser generada utilizando un generador de secuencias pseudoaleatorias basado en secuencias Gold como se muestra en la Ecuación 1. El generador de secuencias pseudoaleatorias puede ser inicializado al comienzo de cada símbolo OFDM como se muestra en la Ecuación 2.

Matemática 1.

$$r_{l,s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)) \}, \quad m = 0, 1, \dots, 2N_{RB}^{max,DL} - 1$$

Matemática 2.

$$c_{init} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + 1 + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{cell} + N_{CP}$$

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{para CP normal} \\ 0 & \text{para CP extendida} \end{cases}$$

En la ecuación 1,  $l$  denota un índice de símbolo,  $n_s$  denota un índice de ranura y  $N_{RB}^{max,DL}$  denota el número máximo de bloques de recursos de enlace descendente. En la ecuación 2,  $N_{ID}^{cell}$  denota una identidad de celda de capa física. Como se muestra en la Ecuación 1, el LTE PRS siempre se genera en función del número máximo de bloques de recursos de enlace descendente ( $N_{RB}^{max,DL}$ ), aunque la ubicación y el tamaño de un bloque de recursos al que se asigna realmente el LTE PRS pueden variar.

En una subtrama de enlace descendente configurada para la transmisión LTE PRS, la secuencia LTE PRS puede asignarse a un RE; la ubicación del RES puede determinarse basándose en la Ecuación 3 para un CP normal, o puede determinarse basándose en la Ecuación 4 para un CP extendido.

Matemática 3.

$$\alpha_{k,l}^{(P)} = r_{l,n_s}(m')$$

$$k = 6(m + N_{RB}^{DL} - N_{RB}^{PRS}) + (6 - l + v_{desp.}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2, 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (1 \text{ o } 2 \text{ puertos de antena PBCH}) \\ 2, 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (4 \text{ puertos de antena PBCH}) \end{cases}$$

15

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{RB}^{PRS} - 1$$

$$m' = m + N_{RB}^{\max, DL} - N_{RB}^{PRS}$$

20 Matemática 4.

$$\alpha_{k,l}^{(P)} = r_{l,n_s}(m')$$

$$k = 6(m + N_{RB}^{DL} - N_{RB}^{PRS}) + (5 - l + v_{desp.}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 4, 5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2, 4, 5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (1 \text{ o } 2 \text{ puertos de antena PBCH}) \\ 2, 4, 5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (4 \text{ puertos de antena PBCH}) \end{cases}$$

30

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{RB}^{PRS} - 1$$

$$m' = m + N_{RB}^{\max, DL} - N_{RB}^{PRS}$$

35 Matemática 5.

$$v_{desp} = N_{ID}^{cel} \bmod 6$$

En las ecuaciones 3 y 4, la secuencia de señal de referencia

$$r_{l,n_s}(m')$$

de la Ecuación 1 puede ser mapeado a un símbolo de modulación de valor complejo  $\alpha_{k,l}^{(P)}$  que es utilizado como señal de referencia para un puerto de antena P. Aquí, k denota un índice de subportadora,  $N_{RB}^{DL}$  denota una configuración de ancho de banda de enlace descendente (por ejemplo, el número de RBs asignados para un enlace descendente),  $N_{RB}^{PRS}$  denota un ancho de banda LTE PRS configurado por una capa superior, y  $v_{desp}$  denota un valor de desviación de frecuencia específico de la célula como se muestra en la Ecuación 5. En las ecuaciones 3 y 4, m' indica que un PRB para un PRS LTE está situado en una región de frecuencia que corresponde al centro de un ancho de banda correspondiente al número máximo de bloques de recursos de enlace descendente. Es decir, de la secuencia generada basándose en el número máximo de bloques de recursos de enlace descendente según la ecuación 1, sólo una secuencia que corresponde a la ubicación de un PRB al que está mapeada la PRS LTE se mapea realmente a una RE según las ecuaciones 3 y 4.

Las FIGs. 8 y 9 son diagramas que ilustran un patrón RE en el que una PRS LTE es mapeada a un único par de bloques de recursos.

La FIG. 8 ilustra ejemplos de la ubicación de una RE a la que es mapeada una LTE PRS cuando el número de puertos de antena PBCH es 1 o 2 y el número de puertos de antena PBCH es 4 en el caso del CP normal.

La FIG. 9 ilustra ejemplos de la ubicación de un RE al que es mapeado un LTE PRS cuando el número de puertos de antena PBCH es 1 o 2 y el número de puertos de antena PBCH es 4 en el caso del CP extendido.

60

Posteriormente, se describirá una configuración de subtrama asociada a una LTE PRS.

Un periodo de configuración de subtrama específico de célula TPRS y un desplazamiento para la transmisión LTE PRS pueden ser configurados de acuerdo con la Tabla 2 siguiente. TPRS y APRS correspondientes al valor de  $I_{PRS}$  proporcionado a través de señalización de capa superior también pueden determinarse basándose en la Tabla 2

65



proporcionada a continuación. Consecuentemente, una subtrama de transmisión LTE PRS es determinada por un periodo de  $T_{PRS}$  basado en una subtrama que es  $\Delta_{PRS}$  distante de una subtrama correspondiente a un Número de Trama de Sistema (SFN) 0. Aquí, la LTE PRS puede ser transmitida en subtramas de enlace descendente consecutivas  $N_{PRS}$  desde la subtrama determinada por  $T_{PRS}$  y  $\Delta_{PRS}$ , y el valor de  $N_{PRS}$  puede ser proporcionado a un UE a través de señalización de capa superior. Es decir, cada ocasión de posicionamiento LTE PRS puede incluir subtramas de enlace descendente consecutivas  $N_{PRS}$ .

Tabla 2

Índice configuración PRS $I_{PRS}$	Periodicidad PRS $T_{PRS}$ (subtramas)	Desplazamiento subtrama PRS $\Delta_{PRS}$ (subtramas)
0-159	160	$I_{PRS}$
160-479	320	$I_{PRS} - 160$
480-1119	640	$I_{PRS} - 480$
1120-2399	1280	$I_{PRS} - 1120$
2400-4095	Reservado	

La tabla 3 ilustra un ejemplo de señalización de capa alta asociado con una configuración LTE PRS

Tabla 3

--INICIOASN1	
PRS-Info ::= SECUENCIA {	
prs-Ancho de banda	ENUMERADO {n6, n15, n25, n50, n75, 100, ... },
prs-Índice de configuración	INTEGRO (0..4095),
numDL-Tramas	ENUMERADO {sf-1, sf-2, sf-4, sf-6,... }
...	
Prs-info silenciamiento-r9	ELECCIÓN
Po2-r9	CADENA DE BITS (TAMAÑO(2))
Po4-r9	CADENA DE BITS (TAMAÑO(4))
Po8-r9	CADENA DE BITS (TAMAÑO(8))
Po16-r9	CADENA DE BITS (TAMAÑO(16))
...	
}	
}	OPCIONAL      --Necesitar OP
--PARARASN1	

Un elemento de información de la Tabla 3 puede ser referido como PRS-Info, y puede proporcionar información asociada con una configuración LTE PRS en una célula.

La información de configuración LTE PRS puede incluir información de configuración de un LTE PRS (por ejemplo, un LTE PRS para la diferencia de tiempo de llegada observada (OTDOA)) para una única célula servidora de referencia de una capa de protocolo de posicionamiento LTE (LPP), es decir, un servidor de localización. La información de configuración LTE PRS puede ser proporcionada a un UE a través de un eNB.

La información de configuración LTE PRS puede incluir los parámetros mostrados en la Tabla 3. Particularmente, un ancho de banda PRS (prs-ancho de banda) es un valor que corresponde a un ancho de banda utilizado para configurar un PRS LTE, y es expresado como el número de PRBs. El valor de un índice de configuración PRS (prs-Índice de configuración) puede indicar el valor de  $I_{PRS}$  como se muestra en la Tabla 2, y un periodo PRS ( $T_{PRS}$ ) y un valor de desplazamiento ( $\Delta_{PRS}$ ) pueden ser configurados en base a ello. El número de subtramas de enlace descendente (numDL-Tramas) puede indicar el número de subtramas consecutivas ( $N_{PRS}$ ) en las que se transmite una PRS LTE. La información de silenciamiento PRS proporciona información asociada con una configuración de silenciamiento PRS de

una célula, se cuenta utilizando una ocasión de posicionamiento LTE PRS como unidad, y se indica en forma de mapa de bits que tiene un periodo de  $T_{REP}$ . Cuando un bit es 0, la transmisión LTE PRS no es realizada en todas las subtramas de enlace descendente en la correspondiente ocasión de posicionamiento PRS (es decir, la transmisión LTE PRS está silenciada).

La FIG. 10 es un diagrama que ilustra un esquema de Diferencia de Tiempo Observado de Llegada (OTDOA) según la presente invención.

OTDOA es un esquema de posicionamiento en el que un satélite de comunicaciones transmite información a una estación terrestre en LTE. OTDOA se basa en la medición de la diferencia en el tiempo de llegada de las señales de radio transmitidas desde varias ubicaciones. Una pluralidad de células transmite señales de referencia, y un UE puede recibir las mismas. Porque las distancias entre la pluralidad de células y el UE son diferentes, el UE recibirá las señales de referencia transmitidas desde la pluralidad de células en diferentes momentos. Las diferencias de tiempo pueden ser registradas por el equipo de usuario y transmitidas a una red. La red combina las diferencias de tiempo y la información sobre la ubicación de la antena de cada célula para calcular la ubicación del equipo de usuario. Al menos tres células pueden ser medidas por el equipo de usuario, y estas células pueden incluir una célula de referencia y una célula vecina.

La diferencia de tiempo entre el momento en que el equipo de usuario recibe señales de referencia de un par de eNB es definida como diferencia de tiempo de señal de referencia (RSTD, Diferencia de tiempo de la señal de referencia). La medición de la posición se basa en la medición de un OTDOA para una señal de referencia predeterminada, que se incluye en una señal de enlace descendente recibida de otros eNBs.

La FIG. 11 es un diagrama que ilustra un plano de control y un plano de usuario de un protocolo de posicionamiento LTE (LPP) según la presente invención.

La tecnología de posicionamiento puede consistir en una ID de celda mejorada (E-CID), una diferencia de tiempo de llegada observada (OTDOA), un sistema global de navegación por satélite (A-GNSS), y similares, que son capaces de soportar soluciones de posicionamiento para un plano de control y un plano de usuario al mismo tiempo. Una función de posicionamiento basada en la red LTE es gestionada por un Centro de Localización Móvil de Servicio Evolucionado (E-SMLC)/Plataforma de Localización Segura del Plano de Usuario (SUPL) (SLP).

A continuación, los ejemplos de la presente invención asociados con un NB-PRS, que es distinguido de un LTE PRS, serán descritos.

Una NB-PRS puede definirse brevemente a partir de cuatro aspectos. Primero, el NB-PRS es definido por un patrón RE en el que el NB-PRS es mapeado a un único par PRB (es decir, una única subtrama en el dominio del tiempo y un único PRB en el dominio de la frecuencia). Segundo, el NB-PRS es definido por una secuencia generada para el NB-PRS. Tercero, el NB-PRS es definido por la localización y el tamaño de una banda de frecuencia en la que el NB-PRS es transmitido en toda la banda del sistema. Cuarto, el NB-PRS es definido por las ubicaciones y el número de subtramas a las cuales el NB-PRS es mapeado en el dominio del tiempo.

Las FIGs. 12 y 13 son diagramas que ilustran un patrón RE en una subtrama de transmisión NB-PRS según la presente invención.

Las FIG. 12A-12C ilustran los patrones NB-PRS RE en el caso de un CP normal. La FIG. 12A ilustra un patrón NB-PRS RE cuando el número de puertos de antena PBCH es 1 o 2 en un modo de operación en banda. La FIG. 12B ilustra un patrón NB-PRS RE cuando el número de puertos de antena PBCH es 4 en un modo de funcionamiento dentro de banda. La FIG. 12C ilustra un patrón NB-PRS RE en un modo de operación en banda de guarda.

Las FIG. 13A-13C ilustran patrones NB-PRS RE en el caso de un CP extendido. La FIG. 13A ilustra un patrón NB-PRS RE cuando el número de puertos de antena PBCH es 1 o 2 en un modo de funcionamiento en banda. La FIG. 13B ilustra un patrón NB-PRS RE cuando el número de puertos de antena PBCH es 4 en un modo de operación en banda. La FIG. 13C ilustra un patrón NB-PRS RE en un modo de funcionamiento en banda de guarda.

Un patrón NB-PRS RE en subtramas es el mismo que un patrón LTE PRS RE en subtramas. En esta instancia, en el modo de operación en banda, una PRS no es mapeada en un símbolo OFDM donde una región de control LTE y una Señal de Referencia Específica de Celda (CRS) son mapeadas. En el modo de funcionamiento en banda de guarda, una NB-PRS puede ser mapeada en todos los símbolos OFDM porque no existe una región de control LTE y una transmisión CRS.

Los patrones RE del CP normal de las FIGs. 12A-12C pueden ser expresados por la Ecuación 6 o 7, y los patrones RE del CP extendido de las FIGs. 13A-13C pueden ser expresados por la Ecuación 8 o 9.

Matemática 6

$$a_{K,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m')$$

En banda

$$K = 6 \cdot m + (6 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2, 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (1 \text{ o } 2 \text{ puertos de antena PBCH}) \\ 2, 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (4 \text{ puertos de antena PBCH}) \end{cases}$$

$$m = 0, 1$$

$$m' = m + 2 \cdot n_{\text{NPBR}}$$

Guardia banda

$$k = 6 \cdot m + (6 - l + v_{\text{desp}}) \bmod 6$$

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$m = 0, 1$$

$$m' = m + 2 \cdot n_{\text{NPRB}}$$

Matemática 7

$$\alpha_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}$$

En banda

$$K = 6 \cdot m + (6 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2, 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (1 \text{ o } 2 \text{ puertos de antena PBCH}) \\ 2, 3, 5, 6 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (4 \text{ puertos de antena PBCH}) \end{cases}$$

$$m = 0, 1$$

Guardia banda

$$k = 6 \cdot m + (6 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$m = 0, 1$$

Matemática 8

$$\alpha_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m')$$

En banda

$$k = 6 \cdot m + (5 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 4, 5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2, 4, 5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (1 \text{ o } 2 \text{ puertos de antena PBCH}) \\ 2, 4, 5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } (4 \text{ puertos de antena PBCH}) \end{cases}$$

$$m = 0, 1$$

$$m' = m + 2 \cdot n_{\text{NPRB}}$$

Guardia banda

$$k = 6 \cdot m + (5 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

$$m = 0, 1$$

$$m' = m + 2 \cdot n_{\text{NPBR}}$$

Matemática 9

$$\alpha_{K,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m)$$

En banda

$$k = 6 \cdot m + (5 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 4,5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2,4,5 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \text{ y } \left( \begin{array}{l} 1 \text{ o } 2 \text{ puertos de antena PRCH} \\ 2,4,5 \end{array} \right) \end{cases}$$

$$m = 0,1$$

Guardia banda

$$k = 6 \cdot m + (5 - l + v_{\text{cambio}}) \bmod 6$$

$$l = 0,1,2,3,4,5$$

$$m = 0,1$$

En los ejemplos de las Ecuaciones 6-9,  $v_{\text{cambio}}$  puede tener uno de 6 valores, {0, 1, 2, 3, 4, 5}.

En las ecuaciones 6 y 8, se denota el índice PRB del PRB utilizado para la transmisión NB-PRS en un entorno NB-IoT.

Las ecuaciones 7 y 9 corresponden a las expresiones matemáticas para los patrones RE de las FIGs. 12A-13C cuando un UE no conoce el valor de NPRB.

La generación de una secuencia NB-PRS según la presente invención se describirá en detalle con referencia a las ecuaciones 10-12.

Cuando un patrón RE en una subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con las Ecuaciones 6 y 8 es utilizado, una secuencia NB-PRS puede ser generada de acuerdo con las Ecuaciones 10 y 12. Es decir, la secuencia NB-PRS puede ser generada utilizando el generador de secuencias pseudoaleatorias basado en la secuencia Gold de la Ecuación 10. El generador de secuencias pseudoaleatorias puede ser inicializado a  $c_{\text{inic}}$  al comienzo de cada símbolo OFDM, como se muestra en la ecuación 12. En esta instancia, un UE puede generar secuencias basadas en el número máximo de bloques de recursos de enlace descendente, y de las secuencias generadas, sólo una secuencia que corresponda a la ubicación de un bloque de recursos ( $n_{\text{NPRB}}$ ) al que está mapeado un NBPRS puede mapearse realmente a RES.

Cuando un patrón RE en una subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con las Ecuaciones 7 y 9 es utilizado, una secuencia NB-PRS puede ser generada de acuerdo con las Ecuaciones 11 y 12. Es decir, la secuencia NB-PRS puede generarse utilizando el generador de secuencias pseudoaleatorias basado en la secuencia Gold de la Ecuación 11. El generador de secuencias pseudoaleatorias puede ser inicializado para  $c_{\text{inic}}$  el inicio de cada símbolo OFDM como se muestra en la Ecuación 12. En esta instancia, un UE puede no necesitar generar una secuencia basada en el número máximo de bloques de recursos de enlace descendente, sino que puede generar una secuencia basada en el único bloque de recursos al que se asigna un NB-PRS y asignar las secuencias a RES del único bloque de recursos.

Matemática 10

$$r_{\text{a}}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)) \right), \quad m = 0, 1, \dots, 2N_{\text{PRB}}^{\text{max}} - 1$$

Matemática 11

$$r_{\text{a}}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)) \right), \quad m = 0, 1$$

Matemática 12

$$c_{\text{inic}} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{cel}} + 1) + 2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{cel}} + N_{\text{CP}}$$

$$N_{\text{CP}} = \begin{cases} 1, & \text{para CP normal} \\ 0, & \text{para CP extendida} \end{cases}$$

Un PRB de transmisión NB-PRS puede ser configurado como sigue.

El PRB de transmisión NB-PRS puede ser un PRB único configurado para la comunicación NB-IoT. En este caso, el índice PRB único puede ser  $n_{\text{NPRB}}$ .

El PRB de transmisión NB-PRS puede ser uno de los PRB de transmisión LTE PRS. En esta instancia, uno de los PRB de transmisión LTE PRS puede ser utilizado para la transmisión NB-PRS. Es decir, un único PRB puede ser utilizado para la transmisión LTE PRS y NB-PRS, al mismo tiempo. En particular, una LTE PRS y una NB-PRS son generadas en el mismo esquema de generación de secuencia y son mapeadas en la misma ubicación; por lo tanto, una secuencia PRS transmitida en un PRB de transmisión NB-PRS (es decir, uno de los PRB de transmisión LTE PRS) puede ser utilizada para una LTE PRS, y también puede ser utilizada para una NB-PRS.

Alternativamente, el PRB de transmisión NB-PRS puede ser uno de los PRB restantes después de excluir los PRB de transmisión LTE PRS. Es decir, el PRB de transmisión LTE PRS y el PRB de transmisión NB-PRS pueden ser distinguidas

basándose en el esquema de Multiplexación por División de Frecuencia (FDM). En esta instancia, el PRB de transmisión LTE PRS está ubicado en el medio de un ancho de banda del sistema de enlace descendente; por lo tanto, el PRB de transmisión NB-PRS puede estar ubicado en el lado de baja frecuencia del ancho de banda del sistema de enlace descendente o en el borde de un lado de alta frecuencia.

A continuación, una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con la presente invención se describirá en detalle.

Como se ha descrito anteriormente, en el caso de una transmisión LTE PRS, una LTE PRS se transmite en subtramas de enlace descendente consecutivas NPRS. Aquí, NPRS puede ser configurado a uno de los valores en el conjunto { 1, 2, 4, 6}. En el caso de transmisión LTE PRS, puede ser utilizada una pluralidad de PRBs de 6, 15, 25, 50, 75, 100 PRBs y similares de acuerdo con el ancho de banda del sistema.

Un NB-PRS es transmitido sólo en un PRB que está limitado en el eje de frecuencia (es decir, un único PRB), y por lo tanto un mayor número de subtramas puede ser utilizado para transmitir un NB-PRS en comparación con un LTE PRS, para asegurar la realización de posicionamiento. A continuación, serán descritos ejemplos de la presente invención asociados con una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS como se ha descrito anteriormente,

La FIG. 14 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS según una realización de la presente invención.

Las subtramas de enlace descendente consecutivas  $N_{NB-PRS}$  pueden no ser utilizadas para una transmisión NB-PRS, como se ilustra en la FIG. 14.

Para configurar las subtramas de transmisión NB-PRS, puede ser proporcionado a un UE un desplazamiento para la transmisión NB-PRS (es decir, un desplazamiento NB-PRS, o simplemente un desplazamiento en las FIGs. 14-20) y un periodo de transmisión NB-PRS (es decir, un periodo NB-PRS, o simplemente un periodo en las FIGs. 14-20). Por ejemplo, las subtramas de transmisión NB-PRS son determinadas por la longitud del periodo de una NB-PRS de una subtrama que es un desplazamiento NB-PRS distante de un punto de referencia predeterminado (por ejemplo, una trama de radio correspondiente a SFN 0).

En el ejemplo mostrado en la FIG. 14, un NB-PRS puede ser transmitido en subtramas consecutivas de enlace descendente  $N_{NB-PRS}$  desde una subtrama determinada por el desplazamiento NB-PRS y el periodo NB-PRS. Es decir, el inicio de las subtramas de enlace descendente consecutivas  $N_{NB-PRS}$  puede ser el inicio de cada periodo NB-PRS después del desplazamiento NB-PRS.

Por lo tanto, la primera subtrama de cada periodo (periodo NB-PRS) en la que es transmitida una NB-PRS (es decir, una primera subtrama de las subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) puede ser la primera subtrama correspondiente a un punto en el que comienza cada periodo.

En esta instancia, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede ser proporcionado a un UE a través de señalización de capa superior. El conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS}$  incluye { 1, 2, 4, 6}, y también puede incluir valores superiores a 6. Por ejemplo, aunque el conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS}$  puede definirse como { 1, 2, 4, 6, 12, 16, 24, 36}, el conjunto puede no estar limitado a ello, y puede incluir uno o más valores mayores que los valores candidatos.

La FIG. 15 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS según otra realización de la presente invención.

De acuerdo con el ejemplo mostrado en la FIG. 15, las subtramas de enlace descendente consecutivas  $N_{NB-PRS}$  que se obtuvieron contando subtramas excluyendo subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NBPRS) pueden usarse para la transmisión NB-PRS.

Como se ilustra en la FIG. 15, cuando es asumido que las subtramas que no incluyen un patrón de trama que corresponden a las subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS), y cuando es asumido que las subtramas (i.e., subtramas que incluyen un patrón de trama) que excluyen las subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS) se disponen consecutivamente  $N_{NB-PRS}$ , las subtramas consecutivas (por ejemplo, 24 subtramas consecutivas) de las subtramas pueden ser configuradas como subtramas de transmisión NB-PRS.

Es decir, el comienzo de las subtramas  $N_{NB-PRS}$  consecutivas de enlace descendente puede ser el comienzo de cada periodo NB-PRS después de un desplazamiento NB-PRS. Cuando la(s) subtrama(s) del inicio del periodo NB-PRS corresponde(n) a la subtrama predeterminada (es decir, la subtrama de no transmisión NB-PRS), las subtramas  $N_{NB-PRS}$  pueden ser configuradas a partir de una subtrama restante después de excluir la(s) subtrama(s) predeterminada(s).

Por lo tanto, la primera subtrama de cada periodo (periodo NB-PRS) en la que se transmite una NB-PRS (es decir, la primera subtrama de las subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) puede ser la primera subtrama después de la subtrama o subtramas

predeterminadas (o subtrama o subtramas de no transmisión NB-PRS) desde un punto donde comienza cada período.

Aquí, la subtrama o subtramas predeterminadas (o la subtrama o subtramas de no transmisión NB-PRS) pueden ser definidas por adelantado. En esta instancia, es asumido que un UE es consciente de la subtrama predeterminada (o es consciente de la subtrama de no transmisión NB-PRS) basado en una regla previamente definida o en información indicada por señalización, y por lo tanto la información que indica la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede no necesitar ser señalizada al UE. Sin embargo, el ámbito de la presente invención no excluye proporcionar información que indique la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) por separado a un UE.

Por ejemplo, la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como una subtrama en la que se transmiten uno o más de un Canal de Difusión Física de Banda Estrecha (NPBCH), una Señal de Sincronización Primaria de Banda Estrecha (NPSS), y una Señal de Sincronización Secundaria de Banda Estrecha (NSSS). Esto se hace para prevenir una colisión entre un NB-PRS y un NPBCH, NPSS o NSSS. Es decir, un NPBCH que transmite información importante del sistema, como el Bloque de Información Maestra o similar, y una NPSS/NSSS para sincronización tienen una prioridad mayor que la de una NB-PRS, de modo que la NB-PRS no es transmitida en una subtrama en la que se transmiten una o más de las NPBCH, la NPSS y la NSSS. La mayoría de los RES son utilizados para el NPBCH, el NPSS, o el NSSS en la subtrama en la que uno o más del NPBCH, el NPSS, y el NSSS son transmitidos. Pocos recursos físicos sobre los cuales otros canales o señales físicas, tales como un NB-PRS, deben ser mapeados, existen en la subtrama. La presente invención no se limita a un esquema que defina la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) como una subtrama en la que se transmiten uno o más NPBCH, NPSS y NSSS. La presente invención incluye un esquema de exclusión de una subtrama en la que se transmite un canal físico predeterminado o una señal física de subtramas de transmisión NB-PRS (es decir, un esquema de configuración de la subtrama como una subtrama de no transmisión NB-PRS).

Como otro ejemplo, las subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control (por ejemplo, Canal de control de enlace descendente físico de banda estrecha) y un Canal Compartido de Enlace Descendente Físico de Banda Estrecha (NPDSCH) en un entorno NB-IoT pueden ser excluidas de una subtrama de transmisión NB-PRS. También se aplica al caso que da prioridad a la transmisión del canal de control y del canal de datos sobre la transmisión NB-PRS en un entorno NB-IoT. En este entorno NB-IoT, algunas subtramas de las subtramas de enlace descendente no válidas pueden ser utilizadas para transmitir una NB-PRS. En esta instancia, las subtramas de enlace descendente inválidas son subtramas que quedan después de excluir las subtramas de enlace descendente NB-IoT utilizadas para transmitir un canal de control y un canal de datos.

La subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como una subtrama o subtramas correspondientes a un índice de subtrama 0, 5 y/o 9 en una trama de radio. Esto puede ser definido basado en la localización de una subtrama en la cual un NPBCH, NPSS, y/o NSSS es transmitido en una trama de radio. Sin embargo, el alcance de la presente invención no se limita mediante el índice de subtrama 0, 5, y/o 9, y el ámbito de la presente invención incluye un esquema de exclusión de una subtrama que tiene un valor de índice predeterminado de subtramas de transmisión NB-PRS.

Como otro ejemplo concreto, cuando las subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control y un canal de datos en un entorno NB-IoT son excluidas de una subtrama de transmisión NB-PRS, la información asociada con las subtramas de enlace descendente NB-IoT excluidas puede cumplir con la información de configuración de subtrama de enlace descendente válida definida de antemano en el entorno NB-IoT. La información de configuración de subtrama de enlace descendente válida puede ser incluida en un campo de señalización "DL-Bitmap-NB-r13" y puede ser transmitida a través de señalización de capa superior tal como un RRC o similar. El campo de señalización puede ser un mapa de bits que tiene una longitud de 10 o 40 bits. Basándose en si un valor de bit es "1" o "0" en el mapa de bits, el sistema determina si una subtrama de enlace descendente es una subtrama de enlace descendente válida o una subtrama de enlace descendente inválida. Algunas subtramas de enlace descendente no válidas pueden ser utilizadas para transmitir un NB-PRS. En adición, la subtrama predeterminada (o subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como una subtrama de enlace ascendente y una subtrama especial determinada por una configuración TDD. Es decir, en un sistema TDD, las subtramas de transmisión NB-PRS incluyen una subtrama de enlace descendente.

En esta instancia, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede ser proporcionado a un UE a través de señalización de capa superior. El conjunto de valores candidatos para  $N_{NB}$  puede incluir {1, 2, 4, 6}, y puede incluir además uno o más valores mayores que 6. Por ejemplo, aunque el conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS}$  puede ser definido como {1, 2, 4, 6, 12, 16, 24, 36}, esto puede no estar limitado a ello, y puede además incluir uno o más valores mayores que los valores candidatos.

La FIG. 16 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con otra realización de la presente invención.

De acuerdo con el ejemplo mostrado en la FIG. 16, en una duración compuesta de subtramas  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$ , el número de subtramas de transmisión NB-PRS (es decir,  $N_{NB-PRS}$ ) y las ubicaciones de las mismas pueden ser proporcionadas a un UE usando un esquema de mapa de bits.

La duración compuesta de subtramas comienza desde el inicio de cada periodo  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  después de un desplazamiento NB-PRS.

Por lo tanto, la primera subtrama de cada periodo (periodo NB-PRS) en la que es transmitida una NB-PRS (es decir, una primera subtrama de las subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) es una primera subtrama, que corresponde a un valor de bit de "1" en el mapa de bits, desde el punto en que comienza cada periodo.

Aquí, el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  puede ser un valor definido por adelantado como sigue. En esta instancia, se asume que un UE ya es consciente del valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  y así, la información que indica el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  puede no necesitar ser señalada al UE. Sin embargo, el ámbito de la presente invención no excluye proporcionar la información que indica el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  al UE.

Por ejemplo, en la configuración FDD y TDD UL-DL 1 a 5, el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  puede ser definido como 40 (es decir, 40 subtramas (40ms)) por adelantado. En la configuración TDD UL-DL 6, el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  puede ser definido como 60 (es decir, 60 subtramas (60 ms)) por adelantado. En la configuración TDD UL-DL 0, el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  puede ser definido como 70 (es decir, 70 subtramas (70ms)) por adelantado. Alternativamente, en todos los casos, el valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  puede ser definido como 40 (es decir, 40 subtramas (40ms)) u 80 (es decir, 80 subtramas (80ms)) por adelantado, independientemente de una configuración FDD y TDD UL-DL.

Alternativamente, puede ser definida por adelantado una pluralidad de valores candidatos para  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$ , y la información que indica un valor a aplicar de la pluralidad de valores candidatos puede comunicarse a un UE a través de señalización de capa más alta.

Por ejemplo, en las configuraciones FDD y TDD UL-DL 1-5, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  pueden ser definidos por adelantado como 40, 80, 120, y 160; uno de los valores candidatos puede entonces ser indicado a un UE. En la configuración TDD UL-DL 6, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  pueden ser definidos por adelantado como 60, 120, 180 y 240; uno de los valores candidatos puede entonces ser indicado a un equipo de usuario. En la configuración TDD UL-DL 0, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  pueden ser definidos por adelantado como 70, 140, 210, y 280; uno de los valores candidatos puede entonces ser indicado a un UE. En todos los casos, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  pueden ser definidos por adelantado como 40, 80, 120, y 160 independientemente de una configuración FDD y TDD UL-DL, y entonces uno de los valores candidatos puede ser indicado a un UE.

En los ejemplos descritos anteriormente, el ámbito de la presente invención no se limita a un valor predeterminado de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$  y puede ser aplicado otro valor definido por adelantado.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 16, el número de subtramas de transmisión NB-PRS y las ubicaciones de las mismas se indican utilizando un mapa de bits, y así el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede no ser proporcionado por separado a un UE. Sin embargo, el valor máximo de  $N_{NB-PRS}$  es definido como un valor menor o equivalente al valor de  $N_{NB-PRS-LONGITUD-MAPA\ DE\ BITS}$ . La FIG. 17 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con otra realización de la presente invención.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 17, las subtramas de enlace descendente  $N_{NB-PRS}$  consecutivas en una duración predeterminada compuesta de L subtramas se definen como subtramas de transmisión NB-PRS. Las subtramas de transmisión NB-PRS en un único periodo NB-PRS pueden definirse mediante la repetición de la duración predeterminada compuesta por subtramas L  $N_{NB-PRS-REP}$  veces.

Una duración en la que la duración predeterminada compuesta de L subtramas se repite  $N_{NB-PRS-REP}$  veces, comienza desde el inicio de cada periodo NB-PRS después de un desplazamiento NB-PRS.

Por lo tanto, en la duración predeterminada compuesta de L subtramas, la primera subtrama (es decir, una primera subtrama de entre subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) en la que se transmite una NB-PRS es una primera subtrama correspondiente a un punto desde donde comienza la duración predeterminada compuesta de L subtramas.

Aquí, L puede tener un valor definido por adelantado. Por ejemplo, L puede definirse como 10 ( $L=10$ ), es decir, la duración de una única trama de radio. En esta instancia, se asume que un UE ya es consciente del valor de L, y así la información que indica el valor de L puede no necesitar ser señalada al UE. Sin embargo, el ámbito de la presente invención no excluye la señalización del valor de L al UE.

El valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser señalado al equipo de usuario. Por ejemplo, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  pueden ser definidos como valores mayores o equivalentes a 1 y menores o equivalentes al valor máximo. Uno de los valores candidatos puede ser proporcionado al UE a través de señalización de capa más alta. El valor máximo de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado mediante L y el valor de un periodo NB-PRS. Es decir, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado para satisfacer la condición de que el valor de  $L \cdot N_{NB-PRS-REP}$  es menos que o equivalente al periodo NB-PRS. Por ejemplo, el conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  puede incluir { 1, 2, 4, 6 }, y puede incluir además uno o

más valores mayores que 6. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser fijado a uno de los valores candidatos (en otras palabras, el valor puede ser configurado como un valor que el UE ya conoce, sin ser señalado separadamente al UE).

En esta instancia, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede ser proporcionado al UE a través de la señalización de capa más alta. El conjunto de los valores candidatos para  $N_{NB-PRS}$  puede ser { 1, 2, 4, 6}. Sin embargo, la presente invención no se limita a ello, y puede incluir además uno o más valores mayores que los valores candidatos. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede ser fijado a uno de los valores candidatos (en otras palabras, el valor puede ser configurado como un valor del que el UE ya es consciente, sin ser señalado separadamente al UE).

La FIG. 18 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con otra realización de la presente invención.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 18, para configurar subtramas de transmisión NB-PRS, puede definirse un desplazamiento (por ejemplo, un desplazamiento de la FIG. 18) que indica el punto de inicio de un periodo NB-PRS; puede definirse también un espacio (por ejemplo, un espacio de la FIG. 18) que indica el punto de inicio de subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración de subtrama L.

Es decir, los candidatos para subtramas de transmisión NB-PRS pueden ser configurados mediante ambos una duración predeterminada compuesta de L subtramas y  $N_{NB-PRS-REP}$ , que indica el número de veces que se repite la duración predeterminada como se describe en el ejemplo mostrado en la FIG. 17. El ejemplo mostrado en la FIG. 17 ilustra que las subtramas consecutivas  $N_{NB-PRS}$  comienzan desde una primera subtrama en la duración de subtramas L. El ejemplo mostrado en la FIG. 18 ilustra que subtramas consecutivas  $N_{NB-PRS}$  comienzan desde una  $n$ ésima subtrama en la duración de la subtrama L. Es decir, el ejemplo de la FIG. 17 corresponde al caso en el que el espacio=0 en el ejemplo de la FIG. 18.

También, en la duración predeterminada compuesta de L subtramas, la primera subtrama (es decir, la primera subtrama de entre subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) en la cual una NB-PRS es transmitida puede ser la primera subtrama después del espacio desde un punto donde la duración predeterminada compuesta de L subtramas comienza.

Otras características mostradas en la FIG. 18 son las mismas que las descripciones que se han proporcionado para la FIG. 17, y así se omitirán descripciones detalladas de las mismas.

La FIG. 19 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con otra realización de la presente invención.

De acuerdo con el ejemplo mostrado en la FIG. 19, subtramas  $N_{NB-PRS}$  consecutivas de enlace descendente, identificadas mediante conteo de subtramas restantes después de excluir subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS) en una duración predeterminada compuesta de L subtramas, pueden ser configuradas como subtramas de transmisión NB-PRS. Las subtramas de transmisión NB-PRS en un único periodo NB-PRS pueden ser configuradas mediante la repetición de la duración predeterminada compuesta de subtramas L  $N_{NB-PRS-REP}$  veces.

Como se ilustra en la FIG. 19, cuando se asume que las subtramas que no incluyen un patrón de escotilla corresponden a las subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS), y las subtramas (es decir, subtramas que incluyen un patrón de escotilla) que excluyen las subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS) en la duración predeterminada compuesta por L subtramas están dispuestas consecutivamente, las subtramas consecutivas  $N_{NB-PRS}$  (por ejemplo, 6 subtramas consecutivas) de las subtramas dispuestas consecutivamente pueden ser configuradas como subtramas de transmisión NB-PRS.

Una duración en la que la duración predeterminada compuesta por subtramas L se repite  $N_{NB-PRS-REP}$  veces comienza desde el inicio de cada periodo NB-PRS después de un desplazamiento NB-PRS. Cuando la(s) subtrama(s) en el comienzo de la duración predeterminada compuesta de L subtramas corresponden a las subtramas predeterminadas (es decir, las subtramas de no transmisión NB-PRS), las subtramas consecutivas  $N_{NB-PRS}$  pueden ser configuradas desde una subtrama restante después de excluir la(s) subtrama(s) predeterminada(s).

Por lo tanto, en la duración predeterminada compuesta de L subtramas, la primera subtrama (es decir, la primera subtrama de entre las subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) en la que es transmitida una NB-PRS puede ser la primera subtrama después de la(s) subtrama(s) predeterminada(s) (es decir, la(s) subtrama(s) de no transmisión  $N_{NB-PRS}$ ) de la primera subtrama corresponde a un punto donde comienza la duración predeterminada compuesta de L subtramas.

Aquí, la(s) subtrama(s) predeterminada(s) (o la(s) subtrama(s) de no transmisión NB-PRS) puede(n) ser definida(s) por adelantado. En esta instancia, es asumido que un UE ya es consciente de la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) basada en una regla previamente definida o en información indicada por adelantado a través de señalización, y así la información que indica la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede no necesitar ser señalizada al UE. Sin embargo, el alcance de la presente invención no excluye la transmisión de información que indique la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) al UE.



Por ejemplo, la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como una subtrama en la que se transmiten uno o más de un Canal de Difusión Física de Banda Estrecha (NPBCH), una Señal de Sincronización Primaria de Banda Estrecha (NPSS), y una Señal de Sincronización Secundaria de Banda Estrecha (NSSS). Esto se hace para prevenir una colisión entre un NB-PRS y un NPBCH, NPSS o NSSS. Es decir, a un NPBCH que transmite información importante del sistema (como el bloque de información principal o similar) y que transmite una NPSS/NSSS para sincronización se le da un estado de prioridad superior al que tendrá una NB-PRS, de modo que la NB-PRS no se transmita en una subtrama en la que son transmitidos una o más de las NPBCH, NPSS y NSSS. La mayoría de los RE son utilizados para el NPBCH, el NPSS, o el NSSS en una subtrama en la que uno o más del NPBCH, el NPSS, y el NSSS son transmitidos. Pocos recursos físicos sobre los cuales otros canales o señales físicas, tales como un NB-PRS, deben ser mapeados, existen en esa subtrama.

El alcance de la presente invención no se limita a un esquema de definición de la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) como una subtrama en la que se transmiten una o más de las NPBCH, NPSS y NSSS. El alcance de la presente invención incluye un esquema de exclusión de una subtrama en la que se transmite un canal físico predeterminado o una señal física desde una subtrama de transmisión NB-PRS (es decir, un esquema de configuración de la subtrama como una subtrama de no transmisión NB-PRS).

Como otro ejemplo, las subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control (por ejemplo, canal de control de enlace descendente físico de banda estrecha) y un canal compartido de enlace descendente físico de banda estrecha (NPDSCH) en un entorno NB-IoT pueden ser excluidas de una subtrama de transmisión NB-PRS. Este ejemplo también tiene en cuenta un caso que da prioridad a la transmisión del canal de control y del canal de datos sobre la transmisión NB-PRS en un entorno NB-IoT. En un sistema NB-IoT, pueden ser utilizadas algunas subtramas de enlace descendente no válidas para transmitir un NB-PRS. Estas subtramas de enlace descendente no válidas son aquellas subtramas que quedan después de excluir las subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control y un canal de datos.

En particular, la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como subtrama(s) correspondiente(s) a un índice de subtrama 0, 5 y/o 9 en una trama de radio. Esto puede ser definido teniendo en cuenta la ubicación de una subtrama en la que un NPBCH, NPSS, y/o NSSS es transmitida en una trama de radio. Sin embargo, el alcance de la presente invención no se limita mediante el índice de subtrama 0, 5, y/o 9, y el alcance de la presente invención incluye un esquema de exclusión de una subtrama que tiene un valor de índice predeterminado de subtramas de transmisión NB-PRS.

Como otro ejemplo concreto, cuando las subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control y un canal de datos en un entorno NB-IoT son excluidas de una subtrama de transmisión NB-PRS, la información asociada con las subtramas de enlace descendente NB-IoT excluidas puede cumplir con la información de configuración de subtrama de enlace descendente válida definida por adelantado en el sistema NB-IoT. La información de configuración de subtrama de enlace descendente válida puede incluirse en un campo de señalización "DL-Mapa de bits-NB-r13" y puede transmitirse a través de señalización de capa más alta, como un RRC o similar. El campo de señalización puede ser un mapa de bits que tiene una longitud de 10 o 40 bits. Basado en si un valor de bit es "1" o "0" en el mapa de bits, el sistema determina si una subtrama de enlace descendente es una subtrama de enlace descendente válida o una subtrama de enlace descendente inválida. Algunas subtramas de enlace descendente no válidas pueden ser utilizadas para transmitir un NB-PRS.

En adición, las subtramas predeterminadas (es decir, la subtrama de no transmisión NB-PRS) pueden ser una subtrama de enlace ascendente y una subtrama especial determinada mediante una configuración TDD. Es decir, en un sistema TDD, puede definirse que las subtramas de transmisión NB-PRS incluyan una subtrama de enlace descendente.

Aquí, el valor de L puede ser un valor definido por adelantado. Por ejemplo, L puede ser definido, por adelantado, como 10 ( $L=10$ ), es decir, como una única duración de trama de radio. En esta instancia, se asume que un UE ya es consciente del valor de L, y así, la información que indica el valor de L puede no necesitar ser señalada al UE. Sin embargo, el alcance de la presente invención no excluye la señalización del valor de L al UE.

El valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser señalado al UE. Por ejemplo, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  pueden ser definidos como valores mayores o equivalentes a 1 y menores o equivalentes al valor máximo. Uno de los valores candidatos puede ser proporcionado al UE a través de la señalización de capa más alta. El valor máximo de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado por L y por el valor de un período NB-PRS. Es decir, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado para satisfacer la condición de que el valor de  $L * N_{NB-PRS-REP}$  sea menos que o equivalente al período NB-PRS. Por ejemplo, el conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  puede incluir { 1, 2, 4, 6}, y puede incluir además uno o más valores mayores que 6. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser fijado a uno de los valores candidatos (es decir, el valor puede ser definido como un valor que el UE ya conoce, sin ser señalado por separado al UE).

En esta instancia, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede ser transmitido a la UE a través de señalización de capa más alta. El conjunto de los valores candidatos para  $N_{NB-PRS}$  puede ser { 1, 2, 4, 6}. Sin embargo, la presente invención no se limita a ello, y puede incluir además uno o más valores mayores que los valores candidatos. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede

ser fijado a uno de los valores candidatos (es decir, el valor puede ser definido como un valor del que el UE ya es consciente, sin ser señalado separadamente al UE).

La FIG. 20 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con otra realización de la presente invención.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 20, el número de subtramas de transmisión NB-PRS (es decir,  $N_{NB-PRS}$ ) y las ubicaciones de las mismas en una duración predeterminada compuesta de subtramas L pueden ser determinadas usando un mapa de bits. Las subtramas de transmisión NB-PRS en un único periodo NB-PRS pueden ser definidas mediante la repetición de la duración predeterminada compuesta por subtramas L  $N_{NB-PRS-REP}$  veces.

Una duración en la que la duración predeterminada compuesta de subtramas L es repetida  $N_{NB-PRS-REP}$  veces comienza desde el inicio de cada periodo NB-PRS después de un desplazamiento NB-PRS.

Por lo tanto, en la duración predeterminada compuesta de L subtramas, la primera subtrama (es decir, la primera subtrama de entre las subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) en la que se transmite una NB-PRS puede ser una primera subtrama correspondiente a un valor de bit de "1" en el mapa de bits desde un punto donde comienza la duración predeterminada compuesta de subtramas L.

Aquí, el valor de L puede ser un valor definido por adelantado. Por ejemplo, L puede definirse, por adelantado, como 10 ( $L=10$ ), es decir, la duración de una única trama de radio. En esta instancia, es asumido que un UE es ya consciente del valor de L, y así, la información que indica el valor de L puede no necesitar ser señalada al UE. Sin embargo, El alcance de la presente invención no excluye la señalización del valor de L al UE.

El valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser señalado al UE. Por ejemplo, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  pueden ser definidos como valores mayores o equivalentes a 1 y menores o equivalentes al valor máximo. Uno de los valores candidatos puede ser proporcionado al UE a través de la señalización de capa más alta. El valor máximo de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado por L y por el valor de un periodo NB-PRS. Es decir, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado para satisfacer que el valor de  $L \cdot N_{NB-PRS-REP}$  es menor que o equivalente al periodo NB-PRS. Por ejemplo, el conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  puede incluir { 1, 2, 4, 6}, y puede incluir además uno o más valores mayores de 6. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser fijado a uno de los valores candidatos (es decir, el valor puede ser definido como un valor del que el UE ya es consciente, sin ser señalado por separado al UE).

En el ejemplo de la FIG. 20, el número de subtramas de transmisión NB-PRS y las ubicaciones de las mismas son indicadas utilizando un mapa de bits, y así el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede no ser proporcionado por separado al UE. Sin embargo, el valor máximo de  $N_{NB-PRS}$  puede ser definido como un valor menor que o equivalente al valor de L.

La FIG. 21 es un diagrama que ilustra una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con otra realización de la presente invención.

De acuerdo con un ejemplo de la FIG. 21, una o más duraciones predeterminadas, cada una compuesta de L subtramas, se definen para las subtramas restantes después de excluir una subtrama predeterminada (es decir, la subtrama de no transmisión NB-PRS) del conjunto de subtramas. El número de subtramas de transmisión NB-PRS (es decir,  $N_{NB-PRS}$ ) y las ubicaciones de las mismas está determinado en base a un esquema de mapa de bits dentro de una duración predeterminada compuesta por L subtramas. Las subtramas de transmisión NB-PRS dentro de un único periodo NB-PRS pueden ser determinadas mediante la repetición de la duración predeterminada compuesta por L subtramas  $N_{NB-PRS-REP}$  veces.

Como se ilustra en la FIG. 21, cuando es asumido que las subtramas que no incluyen un patrón de escotilla corresponden a las subtramas predeterminadas (es decir, las subtramas de no transmisión NB-PRS), el número de subtramas de transmisión NB-PRS (es decir,  $N_{NB-PRS}$ ) y sus ubicaciones son determinadas en base a un esquema de mapa de bits dentro de una duración predeterminada compuesta por L subtramas del conjunto de subtramas (es decir, subtramas que incluyen un patrón de escotilla) restantes después de excluir las subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS). Las subtramas de transmisión NB-PRS dentro de un único periodo NB-PRS pueden ser determinadas mediante la repetición de la duración predeterminada compuesta por subtramas L  $N_{NB-PRS-REP}$  veces.

Una duración en la que la duración predeterminada compuesta de L subtramas es repetida  $N_{NB-PRS-REP}$  veces, comienza desde el inicio de cada periodo NB-PRS después de un desplazamiento NB-PRS. Cuando la(s) subtrama(s) en el inicio del periodo NB-PRS corresponde(n) a la subtrama predeterminada (o subtrama de no transmisión NB-PRS), puede ser configurada una duración mediante la repetición de la duración predeterminada compuesta de L subtramas  $N_{NB-PRS-REP}$  veces desde una subtrama restante después de excluir la(s) subtrama(s) predeterminada(s).

Por lo tanto, la primera subtrama en la que se transmite una NB-PRS en cada periodo (periodo NB-PRS) (es decir, la primera subtrama de las subtramas  $N_{NB-PRS}$ ) puede ser una primera subtrama que corresponde a un valor de bit de "1" en el mapa de bits en el punto de inicio de la duración predeterminada compuesta de L subtramas, dentro de la duración predeterminada compuesta de L subtramas, que comienza desde una primera subtrama después de las subtramas

predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS) desde el punto de inicio de cada periodo.

Aquí, los subtramas predeterminados (o las subtramas de no transmisión NB-PRS) pueden definirse de antemano. En este caso, se asume que un UE ya conoce la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) basándose en una regla definida previamente o en información indicada por señalización, y por lo tanto puede que no sea necesario señalar al UE la información que indica la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS). Sin embargo, el alcance de la presente invención no puede excluir el suministro por separado de información que indique el subtrama predeterminado (o el subtrama de no transmisión NB-PRS) al UE.

Por ejemplo, el subtrama predeterminado (o el subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como un subtrama en el que son transmitidos uno o más de un canal de difusión física de banda estrecha (NPBCH), una señal de sincronización primaria de banda estrecha (NPSS) y una señal de sincronización secundaria de banda estrecha (NSSS). Esto es para prevenir una colisión entre un NB-PRS y un NPBCH, NPSS o NSSS. Es decir, un NPBCH que transmite información importante del sistema, como un bloque de información maestro (MIB) o similar, y un NPSS/NSSS para sincronización, recibe una prioridad más alta que una transmisión NB-PRS, de modo que el NB-PRS no es transmitido en una subtrama en la que se transmiten uno o más de los NPBCH, NPSS y NSSS. La mayoría de las RE se utilizan para el NPBCH, el NPSS o el NSSS en la subtrama en la que se transmiten uno o más de los NPBCH, NPSS y NSSS; en la subtrama existen pocos recursos físicos en los que se deben asignar otros canales o señales físicos (como un NB-PRS). El alcance de la presente invención no está limitado por un esquema de definición del subtrama predeterminado (o del subtrama de no transmisión NB-PRS) como un subtrama en el que se transmiten uno o más de los NPBCH, NPSS y NSSS. El alcance de la presente invención incluye un esquema de exclusión de una subtrama en la que es transmitido un canal o una señal físicos predeterminados desde una subtrama de transmisión NB-PRS (es decir, un esquema de configuración de la subtrama como una subtrama de no transmisión NB-PRS).

Como otro ejemplo, los subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control (por ejemplo, canal de control de enlace descendente físico de banda estrecha (NPDCCH)) y un canal de datos (canal compartido de enlace descendente físico de banda estrecha (NPDSCH)) en un entorno NB-IoT pueden excluirse de una subtrama de transmisión NB-PRS. Esto también tiene en cuenta el caso que da prioridad a la transmisión del canal de control y del canal de datos sobre la transmisión NB-PRS en un sistema NB-IoT. En un sistema NB-IoT de este tipo, algunas subtramas de subtramas de enlace descendente no válidas, que son las subtramas que quedan después de excluir las subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control y un canal de datos, pueden utilizarse para transmitir un NB-PRS.

En particular, la subtrama predeterminada (o la subtrama de no transmisión NB-PRS) puede ser definida como una subtrama o subtramas correspondientes a un índice de subtrama 0, 5 y/o 9 en una trama de radio. Esto puede definirse teniendo en cuenta la ubicación de un subtrama en la que se transmite un NPBCH, NPSS y/o NSSS en una trama de radio. Sin embargo, el alcance de la presente invención no está limitado por el índice de subtrama 0, 5 y/o 9, y el alcance de la presente invención incluye un esquema de exclusión de una subtrama que tenga un valor de índice predeterminado de una subtrama de transmisión NB-PRS.

Como otro ejemplo concreto, cuando los subtramas de enlace descendente NB-IoT para transmitir un canal de control y un canal de datos en un entorno NB-IoT se excluyen de una subtrama de transmisión NB-PRS, la información asociada a las subtramas de enlace descendente NB-IoT excluidas puede cumplir con la información de configuración de subtrama de enlace descendente válida definida de antemano en el sistema NB-IoT. La información de configuración válida del subtrama de enlace descendente puede incluirse en un campo de señalización "DL-Bitmap-NB-r13" y transmitirse a través de una señalización de capa superior, como un RRC o similar. El campo de señalización puede ser un mapa de bits con una longitud de 10 o 40. En función de si un valor de bit es "1" o "0" en el mapa de bits, se determina si un subtrama de enlace descendente es un subtrama de enlace descendente válido o un subtrama de enlace descendente inválido. Algunos subtramas de enlace descendente inválidos pueden utilizarse para transmitir un NB-PRS.

Además, las subtramas predeterminadas (o subtrama de no transmisión NB-PRS) pueden ser una subtrama de enlace ascendente y una subtrama especial determinada por una configuración TDD. Es decir, en un sistema TDD, se puede definir que una subtrama de transmisión NB-PRS se incluya en las subtramas de enlace descendente.

Aquí, el valor de L puede ser un valor definido de antemano. Por ejemplo, L puede definirse de antemano como 10 (L=10), es decir, como una sola duración de trama de radio. Como otro ejemplo, L puede definirse de antemano como un valor correspondiente a un múltiplo de 10, como L=20 o L=40. En este caso, se supone que un UE ya conoce el valor de L y, por lo tanto, es posible que no sea necesario señalar al UE la información que indica el valor de L. Sin embargo, el alcance de la presente invención no excluye la señalización del valor de L al UE.

El valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser señalado al UE. Por ejemplo, los valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  pueden definirse como valores mayores o iguales a 1 y menores o iguales al valor máximo. Uno de los valores candidatos puede proporcionarse al UE a través de la señalización de capa superior. El valor máximo de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede ser determinado en función del número de subtramas predeterminadas (o subtramas de no transmisión NB-PRS), el valor L y el valor de un periodo NB-PRS. Es decir, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede establecerse para satisfacer la condición de que el valor de  $L \cdot N_{NB-PRS-REP}$  sea menor o igual que el número de subtramas, excluyendo la subtrama predeterminada (o subtrama de no

transmisión NB-PRS) en el periodo NB-PRS. Por ejemplo, el conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS-REP}$  puede incluir {1, 2, 4, 6} y puede incluir además uno o más valores mayores que 6. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS-REP}$  puede fijarse en uno de los valores candidatos (es decir, el valor puede definirse como un valor que el UE ya conoce, sin que se le señale por separado al UE).

En este caso, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede proporcionarse al UE a través de la señalización de capa superior. El conjunto de valores candidatos para  $N_{NB-PRS}$  puede ser {1, 2, 4, 6}. Sin embargo, la presente invención no se limita a ello, y puede incluir además uno o más valores mayores que los valores candidatos. Alternativamente, el valor de  $N_{NB-PRS}$  puede fijarse en uno de los valores candidatos (es decir, el valor puede definirse como un valor que el UE ya conoce, sin que se le señale por separado).

En el ejemplo de la FIG. 21, el número de subtramas de transmisión  $N_{NB-PRS}$  y sus ubicaciones se indican mediante un mapa de bits, por lo que el valor de  $N_{NB-PRS}$  no puede proporcionarse por separado al UE. Sin embargo, el valor máximo de  $N_{NB-PRS}$  puede definirse como un valor menor o igual que el valor de  $L$ .

La FIG. 22 es un diagrama que ilustra un ejemplo de aplicación de silenciamiento a una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Para realizar el posicionamiento a través de un PRS basado en un esquema OTDOA, no todas las eNB (o células) necesitan transmitir PRS en un momento predeterminado. El posicionamiento a través de un PRS basado en el esquema OTDOA solo puede realizarse cuando se reciben PRS de al menos tres eNB (o células). Cuando un gran número de eNB (o células) transmiten PRS al mismo tiempo, la calidad de los PRS de al menos tres eNB (o células), a partir de los cuales se van a medir las posiciones, puede deteriorarse debido a la interferencia entre los PRS transmitidos desde los eNB (o células).

Cuando se aplica una tecnología de silenciamiento, no todos los eNB (o células) transmiten PRS; en cambio, algunos eNB (o células) transmiten PRS y los eNB (o células) restantes no transmiten PRS. De esta manera, se puede mejorar el rendimiento de posicionamiento.

La decisión de aplicar o no el silenciamiento asociado a un NB-PRS puede determinarse en función de un periodo de transmisión PRS de la misma manera que un PRS LTE. Sin embargo, en el caso del NB-PRS, el número de subtramas utilizadas para la transmisión PRS en un solo periodo de transmisión PRS es mucho mayor que el del PRS LTE. Por lo tanto, esto puede ser ineficiente.

Por lo tanto, una unidad para aplicar el silenciamiento asociado a un NB-PRS debe ser más pequeña que un periodo de NB-PRS. La presente invención sugiere subtramas  $L$ , que se han descrito en las Figuras 17 a 21, como una unidad para aplicar el silenciamiento asociado a un NB-PRS.

La aplicación del silenciamiento asociado con un NB-PRS puede ser determinada en base a los subtramas  $L$ , que han sido descritas en las FIG. 17-21.

En referencia a las FIG. 17-20, la aplicación del silenciamiento es determinada en base a una duración predeterminada compuesta de subtramas  $L$ . En la duración predeterminada compuesta por subtramas  $L$ , todas las subtramas  $N_{NB-PRS}$  (correspondientes a las subtramas que incluyen un patrón de sombreado en la duración predeterminada compuesta por  $L$  subtramas en las FIG. 17-20) pueden o no ser silenciadas.

Como se describe en la FIG. 22, en el caso de la FIG. 21, la aplicación del silenciamiento es determinada en base a una duración predeterminada compuesta por  $L$  subtramas. Consecuentemente, todas las subtramas  $N_{NB-PRS}$  (subtramas que tienen un valor de bit de "1" entre las subtramas  $L$  que incluyen un patrón de sombreado en la FIG. 21) en una duración predeterminada compuesta por subtramas  $L$  (correspondientes a subtramas que incluyen un patrón de sombreado de la FIG. 21) pueden o no ser silenciadas.

Un mapa de bits con una longitud de  $k \cdot N_{NB-PRS-REP}$  puede ser utilizado para indicar si se debe aplicar el silenciamiento, que se determina en función de una duración predeterminada compuesta por subtramas  $L$ . El silenciamiento no es aplicado a ninguna de las subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta por subtramas  $L$  donde el valor de bit es "1" en el mapa de bits que tiene una longitud de  $k \cdot N_{NB-PRS-REP}$ . El silenciamiento es aplicado a todos las subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta de  $L$  subtramas donde el valor de bit por el contrario, el silenciamiento no es aplicado a ninguna de las subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta de  $L$  subtramas donde el valor de bit es "0" en el mapa de bits que tiene una longitud de  $N_{NB-PRS-REP}$ . El silenciamiento es aplicado a todos las subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta de  $L$  subtramas donde el valor del bit es "1".

Aquí,  $N_{NB-PRS-REP}$  indica el número de veces que un periodo predeterminado compuesto por subtramas  $L$  se repite dentro de un único periodo NB-PRS, como es descrito con referencia a Las FIGS. 17-21.

También,  $k$  indica el número de periodos NB-PRS a los cuales el mapa de bits que tiene una longitud de  $k \cdot N_{NB-PRS-REP}$  (para indicar silenciamiento) es aplicado.

En esta instancia, k puede ser fijado a un valor predeterminado. Por ejemplo, k puede ser fijado a un valor (k=1) correspondiente a un solo periodo NB-PRS. Como otro ejemplo, k puede ser fijado a un valor (k=2) correspondiente a dos periodos NB-PRS.

Uno de una pluralidad de valores puede ser k, mediante señalización de la capa más alta como RRC o similar. Por ejemplo, k puede ser 1, 2, 4 u 8, que corresponden a 1, 2, 4 u 8 periodos NB-PRS, uno de los cuales puede indicarse mediante señalización de capa más alta como RRC o similar. Como otro ejemplo, k puede ser 2, 4, 8 o 16, que corresponden a 2, 4, 8 o 16 periodos NB-PRS, uno de los cuales puede ser indicado mediante señalización de capa más alta como RRC o similar.

Una secuencia pseudoaleatoria puede ser utilizada para indicar si se debe aplicar silenciamiento, lo cual es determinado basado en una duración predeterminada compuesta de subtramas L.

El valor de cada elemento de la secuencia pseudoaleatoria puede ser 0 o 1, y cada elemento de la secuencia puede corresponder a cada periodo predeterminado compuesto por subtramas L. En esta instancia, cuando la longitud de la secuencia pseudoaleatoria es N, el número de elementos de la secuencia es N y cada elemento de la secuencia puede tener un valor en el rango de 0 a N-1, como valor de índice.

El silenciamiento no es aplicado a ninguno de los subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta de L subtramas correspondientes a un elemento de secuencia de "1" en la secuencia pseudoaleatoria. El silenciamiento es aplicado a todos los subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta de L subtramas correspondientes a un elemento de secuencia de "0". Por el contrario, el silenciamiento no es aplicado a ninguno de los subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta de L subtramas correspondientes a un elemento de secuencia de "0" en la secuencia pseudoaleatoria. El silenciamiento se aplica a todos los subtramas  $N_{NB-PRS}$  en una duración predeterminada compuesta por L subtramas correspondientes a un elemento de secuencia de "1".

En esta instancia, la secuencia pseudoaleatoria puede ser generada a través de un generador de secuencia pseudoaleatoria, y el generador de secuencia pseudoaleatoria puede ser inicializado a  $c_{init}$  al comienzo de cada periodo, basado en un periodo predeterminado. En esta instancia,  $c_{init}$  puede ser configurado basado en información específica de eNB (o célula) con el fin de minimizar la interferencia NB-PRS entre eNBs (o células).

Un ejemplo más específico será proporcionado a continuación. La secuencia pseudoaleatoria puede ser una secuencia pseudoaleatoria que es definida como una secuencia de oro de longitud 31, y puede ser expresada como  $c(i)$ . Aquí,  $c(i)$  puede ser 0 o 1, lo que indica que un elemento de secuencia en  $i^{th}$ , contado desde una secuencia en  $0^{th}$ , tiene un valor de "0" o "1". En esta instancia,  $i=\{0, \dots, N_{NB-PRS-REP}-1\}$ . También, el generador de secuencia pseudoaleatoria para la secuencia pseudoaleatoria puede ser inicializado a  $c_{init}$  al comienzo de cada periodo NB-PRS. En esta instancia, teniendo en cuenta que 6 patrones en un solo periodo de transmisión NB-PRS son determinados como diferentes mediante el cálculo de un ID de célula física (PCID) módulo 6,  $c_{init}$  puede ser configurado basado en un valor entero obtenido dividiendo un PCID por 6 como se muestra en la Ecuación 13.

Matemática 13

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{cel}}{6} \right\rfloor$$

Las FIGS. 23 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones de transmisión y recepción NB-PRS de acuerdo con la presente invención.

En operación S2310, un eNB puede reconocer una configuración NB-PRS de un NB-PRS para ser transmitida a un UE. En esta instancia, la configuración NB-PRS de un NB-PRS para ser transmitida desde cada eNB a un UE puede ser determinada mediante un servidor de ubicación como se muestra en la FIG. 11, y cada eNB puede recibir una indicación desde el servidor de ubicación. Como se describe en los ejemplos de la presente invención, la configuración NB-PRS puede incluir uno o más de un patrón RE en una subtrama de transmisión NB-PRS, una secuencia NB-PRS, una configuración PRB de transmisión NB-PRS y una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS.

En operación S2320, la eNB transmite información relacionada con la configuración NB-PRS al UE. La información relacionada con la configuración NB-PRS puede ser indicada a cada eNB a través de señalización de capa más alta (por ejemplo, señalización de capa LPP desde el servidor de ubicación), y el eNB puede entonces ser proporcionado al UE. La información relacionada con la configuración NB-PRS puede incluir información asociada con la configuración del subtrama de transmisión NB-PRS. La información asociada con la configuración del subtrama de transmisión NB-PRS puede incluir uno o más de: un desplazamiento NB-PRS; un periodo NB-PRS; un valor NNB-PRS que indica el número de subtramas de transmisión NB-PRS; información que indica una subtrama predeterminada (por ejemplo, una subtrama de no transmisión NB-PRS) en la que no es transmitida una NB-PRS; un mapa de bits que indica subtramas de transmisión NB-PRS; un valor L que indica el número de subtramas que forman una duración predeterminada en un periodo NB-PRS; y un valor que indica el número de veces que se repite una duración predeterminada compuesta por subtramas L. También, valores previamente determinados son utilizados para alguna de la información asociada con la configuración

de la subtrama de transmisión NB-PRS. En esta instancia, se determina que un UE ya es consciente de los valores sin señalización separada. Descripciones detalladas de cada pieza de información, que ya han sido incluidas refiriéndose a los ejemplos en las FIGS. 14-21, serán omitidas.

5 En la operación S2330, el eNB transmite un NB-PRS al UE. El UE puede reconocer uno o más de los patrones RE en una subtrama de transmisión NB-PRS, la secuencia NB-PRS, la configuración PRB de transmisión NB-PRS y la configuración de subtrama de transmisión NB-PRS basada en la información de configuración NB-PRS recibida en la operación S2320. El UE puede entonces intentar recibir un NB-PRS basado en este reconocimiento.

10 En operación S2340, el UE genera información de posicionamiento (por ejemplo, información como RSTD, que es utilizada para determinar la posición del propio UE), desde el NBPRS recibido del eNB y NB-PRSs recibidos de otros eNBs.

En operación S2350, el UE transmite la información de posicionamiento generada en operación S2340 al eNB o a un servidor NB-IoT (o servidor de ubicación) a través del eNB.

15 Aunque los métodos ilustrativos descritos anteriormente son expresados como una serie de operaciones para facilitar la descripción, no limitan el orden de ejecución de las operaciones; las operaciones pueden también ser ejecutadas en paralelo o en un orden diferente. Adicionalmente, todas las operaciones descritas anteriormente pueden no ser siempre requeridas para implementar el método de La presente invención.

20 Las realizaciones descritas anteriormente incluyen ejemplos de diversos aspectos de la presente invención. Aunque es difícil describir todas las combinaciones posibles que muestran los diversos aspectos, es evidente para los expertos en la materia que otras combinaciones son posibles. Por lo tanto, debe ser considerado que la presente invención incluye otras sustituciones, correcciones y modificaciones que pertenecen al ámbito de las reivindicaciones.

25 El alcance de la presente invención puede incluir un aparato para procesar o implementar las operaciones de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención.

30 En una o más realizaciones, un NB UE procesa una señal de referencia de posicionamiento. El NB UE recibe información de configuración de señal de referencia de posicionamiento NB (PRS) configurada para el NB UE, la información de configuración NB PRS comprende un mapa de bits NB PRS que indica un patrón que posiciona subtramas NB PRS. Cada subtrama NB PRS comprende una NB PRS para posicionar el NB UE. El NB UE determina, basado en el mapa de bits NB PRS, un primer NB PRS mapeado en subtramas NB PRS de una célula de referencia NB PRS, determina, basado en el mapa de bits NB PRS, un segundo NB PRS mapeado en subtramas NB PRS de una célula vecina NB PRS. El NB UE genera, basado en el primer NB PRS y el segundo NB PRS, una medición de diferencia de tiempo de señal de referencia (RSTD), y transmite la medición RSTD.

35 El mapa de bits del NB PRS puede tener un tamaño de 10 bits consecutivos correspondientes respectivamente a 10 subtramas en cada trama de radio. El NB UE puede determinar, desde una pluralidad de tramas de radio de la célula de referencia NB PRS y está basada en una pluralidad de repeticiones del mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula de referencia NB PRS.

40 El NB UE puede determinar, desde una pluralidad de tramas de radio de la célula vecina NB PRS y está basada en una pluralidad de repeticiones del mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula vecina NB PRS. El NB UE puede determinar, basado en el valor "1" asignado al n-ésimo bit del mapa de bits NB PRS, la n-ésima subtrama de una trama de radio como una subtrama NB PRS.

45 El NB UE puede calcular, basado en una diferencia de tiempo de recepción entre el primer NB PRS y el segundo NB PRS, un primer RSTD. El NB UE puede determinar un tercer NB PRS mapeado en subtramas NB PRS de una segunda célula vecina NB PRS, y calcular, basándose en una diferencia de tiempo de recepción entre el primer NB PRS y el tercer NB PRS, un segundo RSTD. El NB UE puede generar, basado en el primer RSTD y el segundo RSTD, la medición RSTD.

50 El NB UE puede recibir un índice de bloque de recursos físicos (PRB) que indique un PRB, y determinar una banda de frecuencia correspondiente a dicho PRB y asignada al NB UE. La primera NB PRS y la segunda NB PRS se mapean en la banda de frecuencias.

55 El NB UE puede recibir un indicador de silenciamiento PRS NB. El indicador de silenciamiento PRS NB tiene un tamaño de K bits consecutivos que corresponden respectivamente a tramas K de radio consecutivas, donde k es un número entero seleccionado desde 2, 4, 8 o 16. El mapa de bits PRS NB puede tener un tamaño de 10 bits consecutivos que corresponden respectivamente a 10 subtramas en cada trama de radio.

60 El NB UE puede determinar, basado en un valor de n-ésimo bit del indicador de silenciamiento NB PRS, si las subtramas NB PRS en la n-ésima trama de radio de las tramas k de radio consecutivas están silenciadas.

65 En una o más realizaciones, una red que incluye una estación base puede procesar una señal de referencia de posicionamiento. La red puede determinar un mapa de bits de señal de referencia de posicionamiento (PRS) de banda

estrecha (NB) que indica un patrón que selecciona subtramas NB PRS. Cada subtrama NB PRS comprende una NB PRS para posicionar un equipamiento de usuario NB (UE). La red transmite, al NB UE, información de configuración NB PRS para el NB UE, la información de configuración NB PRS que comprende el mapa de bits NB PRS. Una célula de referencia (por ejemplo, una célula de referencia NB PRS) determina, basándose en el mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula de referencia, y mapea una primera NB PRS en las subtramas NB PRS de la célula de referencia. La célula de referencia recibe, desde el NB UE y en respuesta al primer NB PRS, una medición de diferencia de tiempo de señal de referencia (RSTD).

Una célula vecina (por ejemplo, una célula vecina NB PRS) puede determinar, basándose en el mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula vecina, y mapear una NB PRS en las subtramas NB PRS de la célula vecina. La medición RSTD está basada además en el segundo NB PRS.

El mapa de bits NB PRS puede tener un tamaño de 10 bits consecutivos correspondientes respectivamente a 10 subtramas en cada trama de radio.

La célula de referencia puede determinar, desde una pluralidad de tramas de radio de la célula de referencia y basándose en una pluralidad de repeticiones del mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula de referencia. La red puede asignar el valor "1" al  $n^{\text{ésimo}}$  bit del mapa de bits NB PRS para designar la  $n^{\text{ésima}}$  subtrama de una trama de radio como una subtrama NB PRS.

La red puede transmitir, al NB UE, un indicador de silenciamiento PRS NB. El indicador de silenciamiento PRS NB puede tener un tamaño de  $k$  bits consecutivos correspondientes respectivamente a tramas  $k$  de radio consecutivos, y puede seleccionar un valor entero para  $k$  desde 2, 4, 8, o 16. La célula de referencia y una o más células vecinas pueden silenciar, basándose en un valor de  $n^{\text{ésimo}}$  bit del indicador de silenciamiento PRS NB, subtramas PRS NB en  $n^{\text{ésima}}$  trama de radio de las  $k$  tramas de radio consecutivas.

La FIG. 24 es un diagrama que ilustra la configuración de un procesador de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con la presente invención.

El procesador 210 del eNB 200 puede ser configurado para implementar las operaciones del eNB, que han sido descritas para todas las realizaciones de la presente invención.

Por ejemplo, la unidad 211 de procesamiento de capa más alta del procesador 210 del eNB 200 puede incluir una unidad 2440 de reconocimiento de configuración NB-PRS y una unidad 2450 de generación de información relacionada con la configuración NB-PRS. El eNB puede reconocer la configuración NBPRS de un NB-PRS para ser transmitida a un UE a través de la unidad de reconocimiento de configuración NB-PRS 2440. En esta instancia, la configuración NB-PRS de un NBPRS a ser transmitida desde cada eNB a un UE puede ser determinada por un servidor de localización como se muestra en la FIG. 11, y cada eNB puede recibir una indicación desde el servidor de localización. Como se describe en los ejemplos de la presente invención, la configuración NB-PRS puede incluir uno o más de un patrón RE en una subtrama de transmisión NB-PRS, una secuencia NBPRS, una configuración PRB de transmisión NB-PRS, y una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS. El eNB puede generar información relacionada con la configuración NB-PRS de un NB-PRS para ser transmitida al UE, a través de la unidad generadora de información relacionada con la configuración NBPRS 2450. La información relacionada con la configuración NB-PRS puede ser indicada a cada eNB a través de señalización de capa más alta (por ejemplo, señalización de capa LPP desde el servidor de localización), y el eNB puede generar la información a ser transmitida al UE basada en la información de indicación. La información relacionada con la configuración NB-PRS puede incluir información asociada con la configuración de la subtrama de transmisión NB-PRS. La información asociada con la configuración de la subtrama de transmisión NB-PRS puede incluir una o más de las siguientes: un desplazamiento NB-PRS; un periodo NB-PRS; un valor  $N_{\text{NB-PRS}}$  que indica el número de subtramas de transmisión NB-PRS; información que indica una subtrama predeterminada (por ejemplo, una subtrama de no transmisión NB-PRS) en la que no se transmite una NB-PRS; un mapa de bits que indica subtramas de transmisión NB-PRS, un valor  $L$  que indica el número de subtramas que forman una duración predeterminada en un periodo NB-PRS, y un valor  $N_{\text{NB-PRS-REP}}$  que indica el número de veces que se repite una duración predeterminada compuesta de subtramas  $L$ .

La unidad de procesamiento de capa física 212 del procesador 210 del eNB 200 puede incluir una unidad de transmisión NB-PRS 2460. La unidad transmisora NB-PRS 2460 puede mapear un NB-PRS en un recurso físico de acuerdo con la configuración NB-PRS, y puede transmitir el mismo al UE 100.

El procesador 110 del UE 100 puede ser configurado para implementar las operaciones del UE, que han sido descritas en todas las realizaciones de la presente invención.

Por ejemplo, la unidad de procesamiento de capa más alta 111 del procesador 111 del UE 100 puede incluir una unidad de reconocimiento de configuración NB-PRS 2410 y una unidad de generación de información de posicionamiento 2420. El proceso de capa física 112 del procesador 110 del UE 100 puede incluir una unidad de recepción NB-PRS 2430.

Basado en la información relacionada con la configuración NB-PRS proporcionada desde el eNB 200, la unidad de reconocimiento de configuración NB-PRS 2410 puede reconocer una o más configuraciones de: un patrón RE en una

subtrama de transmisión NB-PRS, una secuencia NB-PRS, una configuración PRB de transmisión NB-PRS, y una configuración de subtrama de transmisión NB-PRS.

5 La unidad de recepción NB-PRS 2430 puede recibir un NB-PRS en un recurso físico basado en la configuración NB-PRS determinada.

10 La unidad generadora de información de posicionamiento 2420 puede generar información de posicionamiento basada en la NB-PRS recibida, y puede transmitir la misma a un eNB o a un servidor del lado de la red a través de la unidad de procesamiento de capa física 112.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



## REIVINDICACIONES

1. El método comprende el procesamiento de una señal de referencia de posicionamiento:  
recibir, mediante un equipo de usuario de banda estrecha, NB, (11, 12; 100) NB señal de referencia de posicionamiento,  
PRS, información de configuración configurada para el NB UE, comprendiendo la información de configuración de NB  
PRS:  
  
un mapa de bits NB PRS que indica un patrón para seleccionar subtramas NB P RS,  
  
en el que cada subtrama NB PRS comprende una NB PRS para posicionar el NB UE (11, 12; 100), y  
en el que el mapa de bits NB PRS está configurado para indicar una pluralidad de subtramas NB PRS no  
consecutivas en cada trama de radio de una o más tramas radioeléctricas correspondientes a una repetición  
del mapa de bits NB PRS;  
  
determinar, mediante el NB UE (11, 12; 100) y está basada en una pluralidad de repeticiones del mapa de bits NB  
PRS, una primera NB PRS mapeada en subtramas NB PRS de una célula de referencia NB PRS;  
Basado en una pluralidad de repeticiones del mapa de bits NB PRS, el NB UE (11, 12; 100) determina un segundo  
NB PRS mapeado en subtramas NB PRS de una célula vecina NB PRS;  
generando, está basada en la primera NB PRS y la segunda NB PRS, una medición de diferencia de tiempo de  
señal de referencia, RSTD; y  
transmitir, mediante el NB UE (11, 12; 100), la medición RSTD.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el mapa de bits NB PRS tiene un tamaño de bits L correspondientes  
respectivamente a subtramas L en al menos una trama de radio, en el que L es un múltiplo de 10.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:  
Determinar, desde una pluralidad de tramas de radio de la célula de referencia NB PRS y basada en la pluralidad de  
repeticiones del mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula de referencia NB PRS.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:  
Determinar, desde una pluralidad de tramas de radio de la célula vecina NB PRS y basada en la pluralidad de repeticiones  
del mapa de bits NB PRS, las subtramas NB PRS de la célula vecina NB PRS.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:  
Basado en el valor "1" asignado al  $n^{\text{ésimo}}$  bit del mapa de bits NB PRS, determinar la  $n^{\text{ésima}}$  subtrama de una trama de radio  
como una subtrama NB PRS.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:  
  
calcular, basado en una diferencia de tiempo de recepción entre el primer NB PRS y el segundo NB PRS, un primer  
RSTD;  
determinar, mediante el NB UE (11, 12, 100), un tercer NB PRS mapeado en subtramas NB PRS de una segunda  
célula vecina NB PRS; y  
calcular, basado en una diferencia de tiempo de recepción entre el primer NB P RS y el tercer NB PRS, un segundo  
RSTD.
7. El método de la reivindicación 6, en el que la medición RSTD comprende:  
generar, basado en el primer RSTD y el segundo RSTD, la medición de RSTD.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:  
  
recibir, mediante el NB UE (11, 12; 100), un bloque de recursos físicos, PRB, un índice que indica un PRB; y  
determinar una banda de frecuencias correspondiente a un PRB y asignada al NB UE (11, 12; 100), en el que el  
primer NB PRS y el segundo NB PRS están mapeados en la banda de frecuencias.
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:  
  
recibir, mediante el NB UE (11, 12; 100), un indicador de silenciamiento PRS NB,  
determinar, basándose en un valor de  $n^{\text{ésimo}}$  bit del indicador de silenciamiento PRS NB, si las subtramas PRS NB  
en  $n^{\text{ésima}}$  trama de radio de k tramas de radio consecutivas están silenciadas, donde k es un número entero  
seleccionado entre 2, 4, 8, o 16,  
en el que el mapa de bits NB PRS tiene un tamaño de 10 bits consecutivos correspondientes respectivamente a  
10 subtramas en cada trama de radio, y  
en el que el indicador de silenciamiento NB PRS tiene un tamaño de bits K consecutivos respectivamente  
correspondientes a k tramas de radio consecutivas.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:

recibir, mediante el NB UE (11, 12; 100), un indicador de silenciamiento PRS NB,  
basado en un valor del indicador de silenciamiento NB PRS, determinar si las subtramas NB PRS correspondientes  
al valor del indicador de silenciamiento NB PRS están silenciadas.

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

en el que al menos uno de los bloques de recursos físicos, PRB, de la Evolución a Largo Plazo, LTE, es utilizado  
para la transmisión NB-PRS y la transmisión LTE-PRS, y en el que una secuencia PRS transmitida a través de al  
menos uno de los PRB de LTE es utilizado para al menos uno de:

una LTE-PRS; y/o  
una NB-PRS.

12. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

en el que el mapa de bits de NB PRS tiene un tamaño de bits L que corresponden respectivamente a subtramas  
L, en el que L es un múltiplo de 10;  
en la que cada trama de radio consta de 10 subtramas; en la que una primera repetición del mapa de bits NB PRS  
corresponde a L subtramas en una o más primeras tramas de radio; y  
en el que una segunda repetición del mapa de bits NB PRS corresponde a subtramas L en una o más segundas  
tramas de radio que siguen a la una o más primeras tramas de radio.

13. Un medio legible por computador no transitorio que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por uno o  
más procesadores, causan la realización del método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

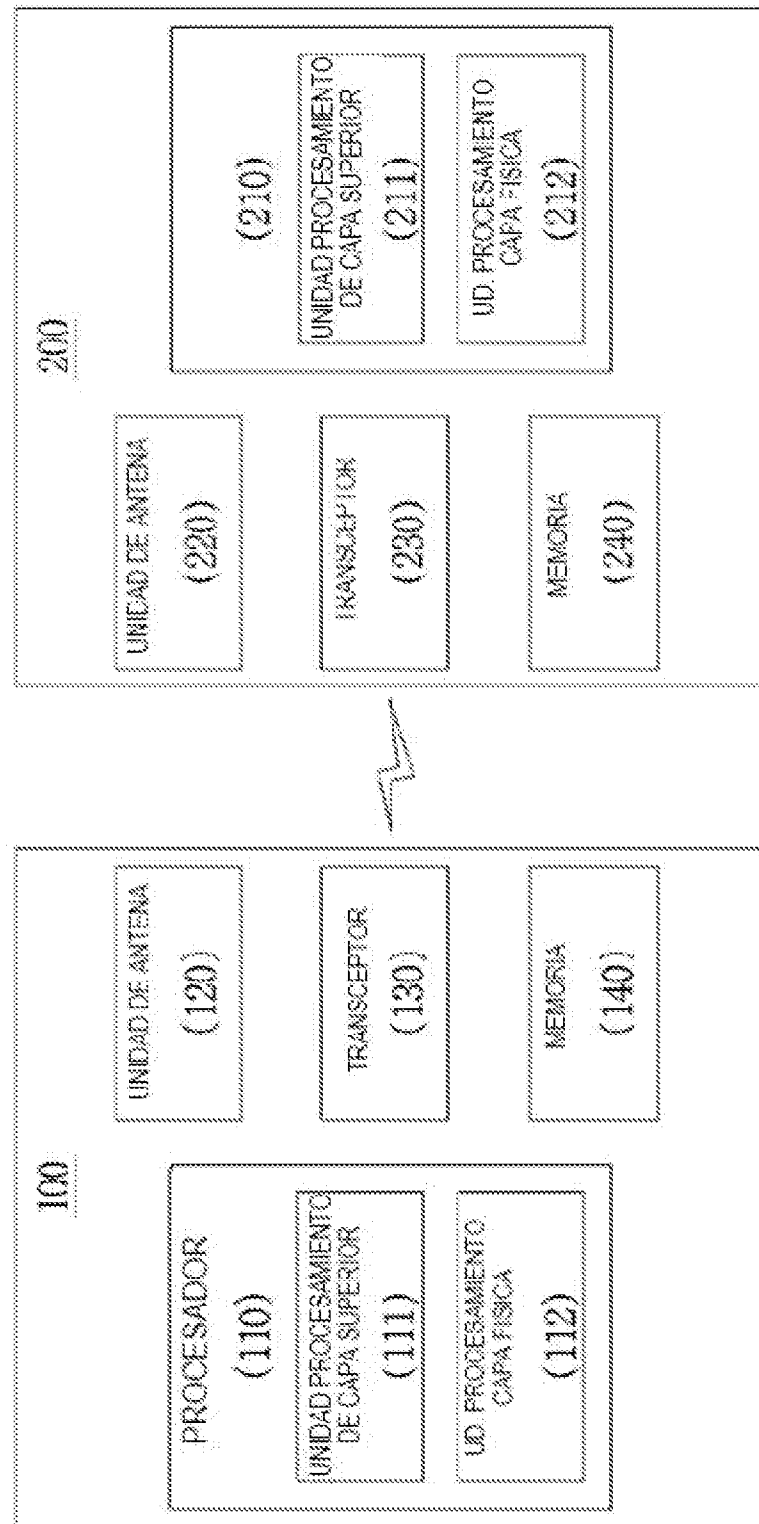
14. Un equipamiento de usuario de banda estrecha, NB, UE (100), que comprende:

una o más antenas (120);  
un transceptor (130);  
uno o más procesadores (110); y  
una memoria (140) que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por el uno o más procesadores (110),  
causan que el NB UE (11, 12; 100) realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

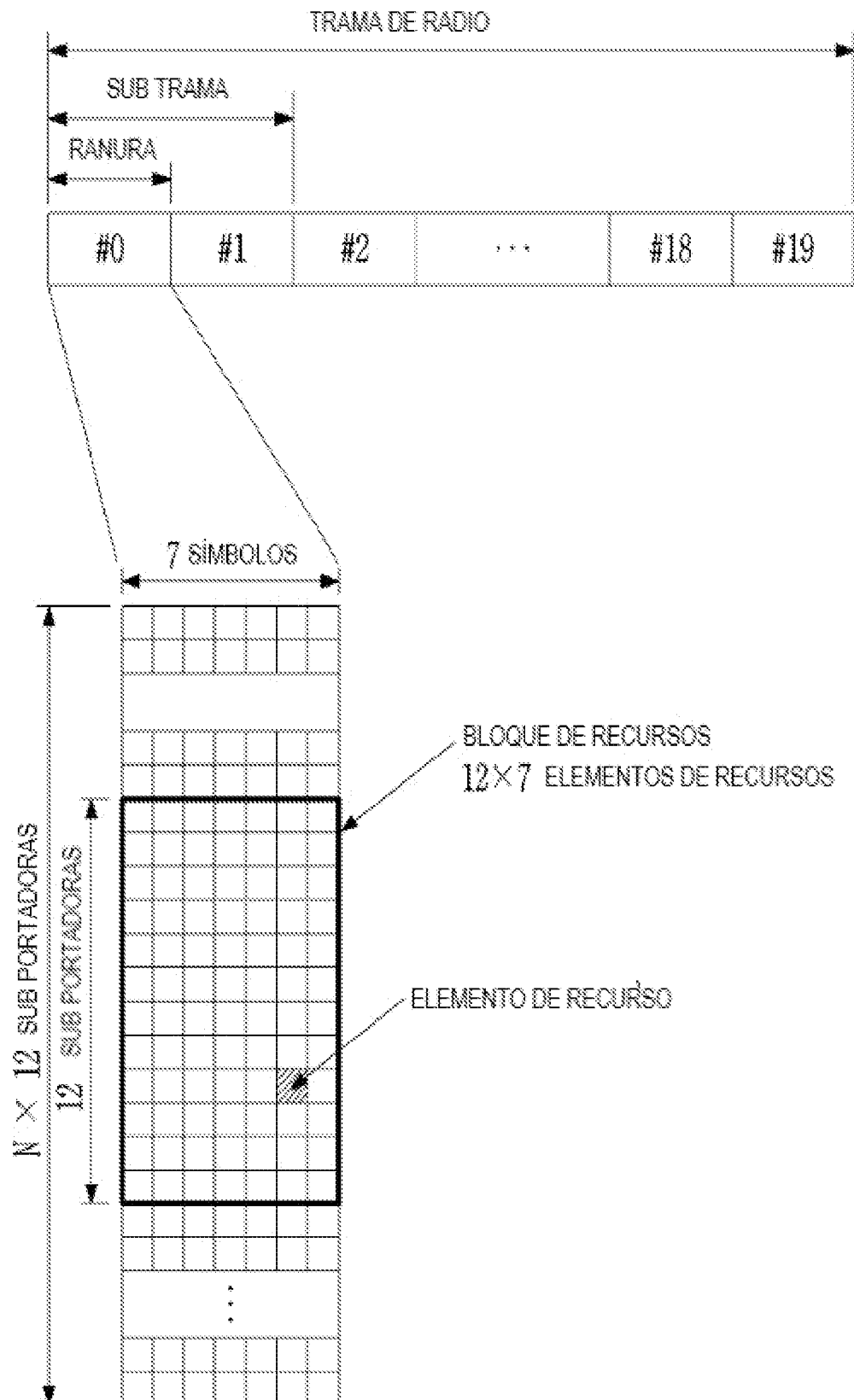
15. Un sistema que comprende:

el NB UE (100) de acuerdo con la reivindicación 14; y  
una estación base (200) configurada para transmitir, al NB UE (11, 12; 100), la información de configuración del  
NB PRS.

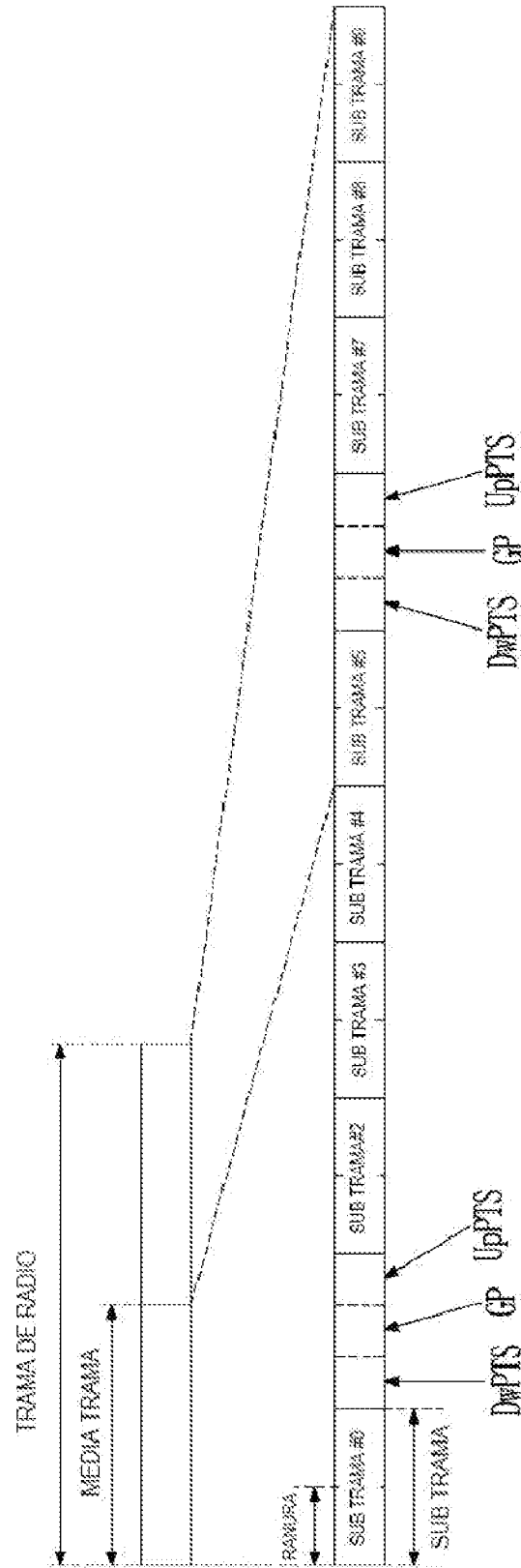
[Fig. 1]



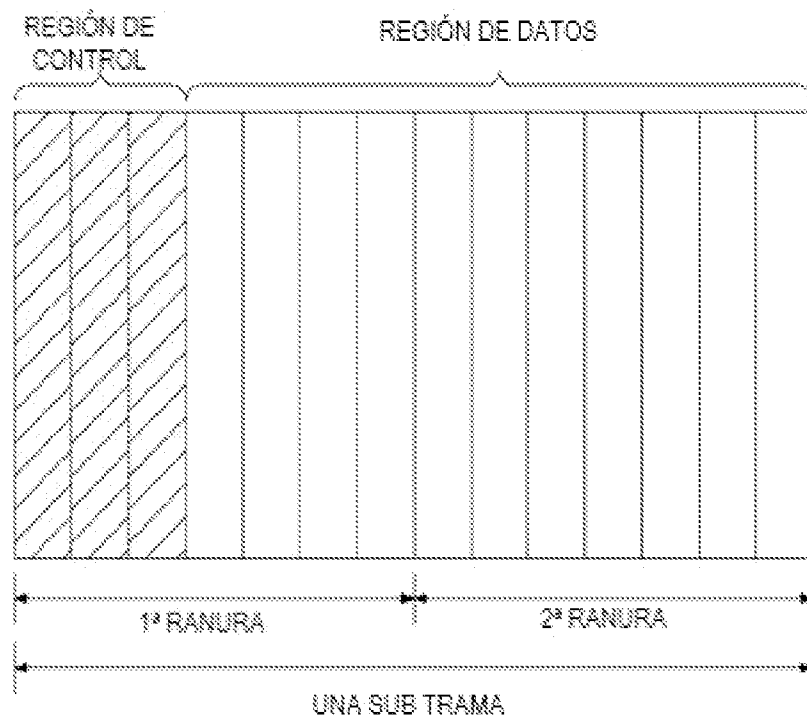
[Fig. 2]



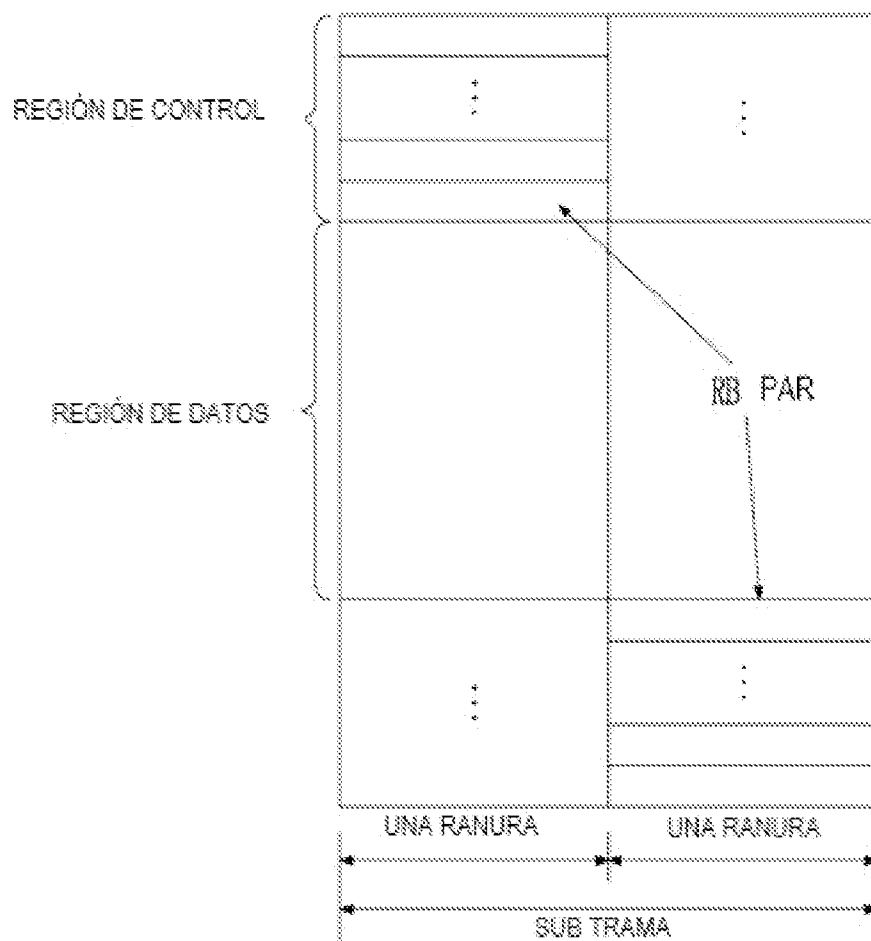
[Fig. 3]

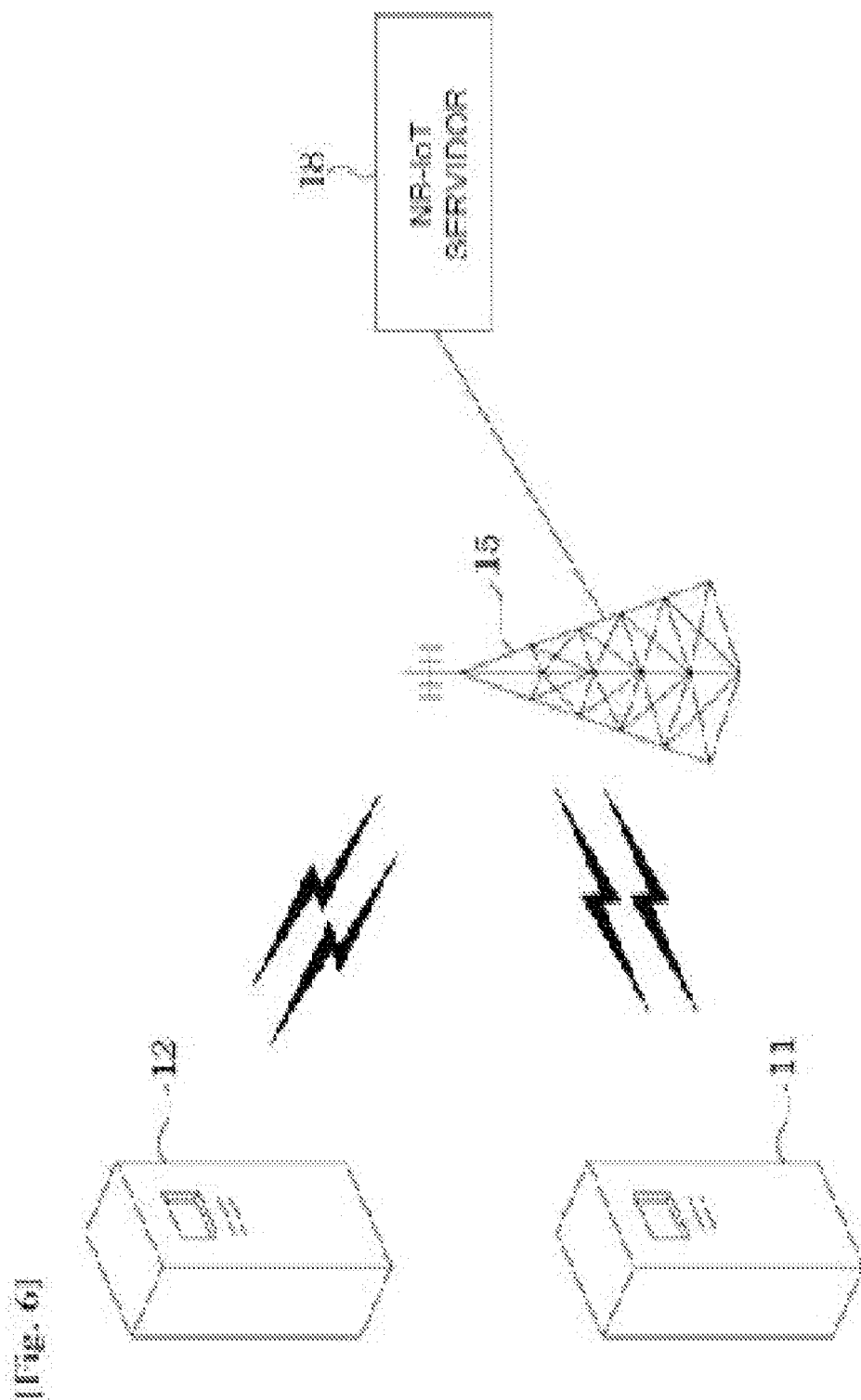


[Fig. 4]

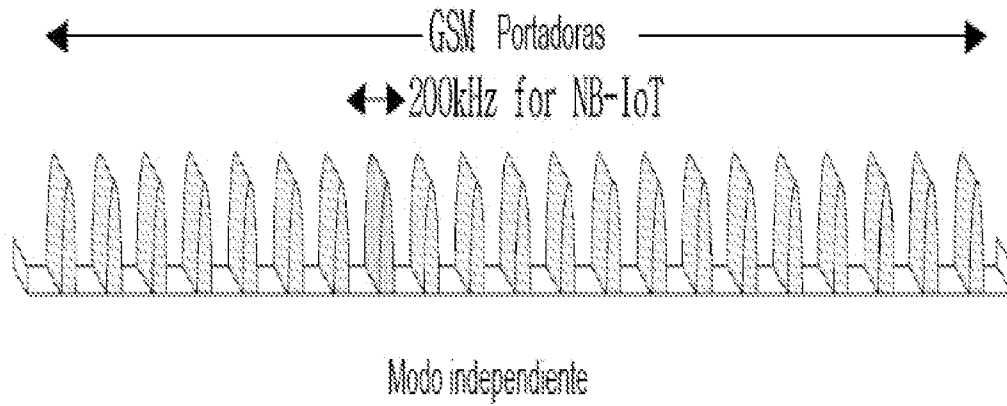


[Fig. 5]

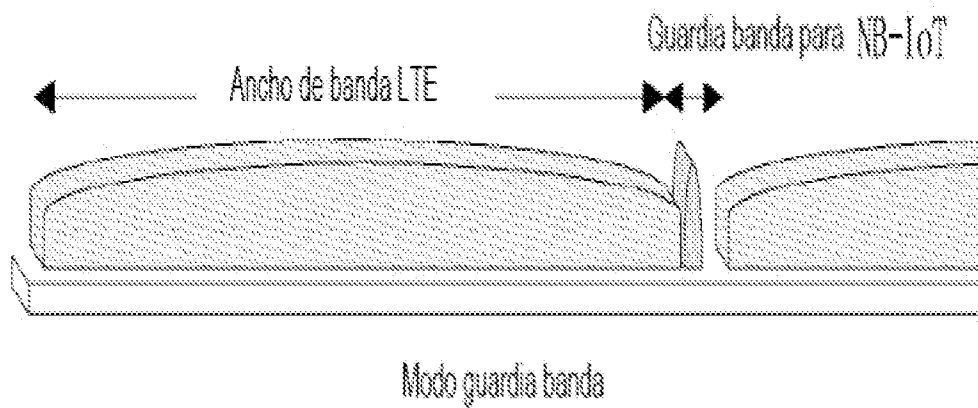




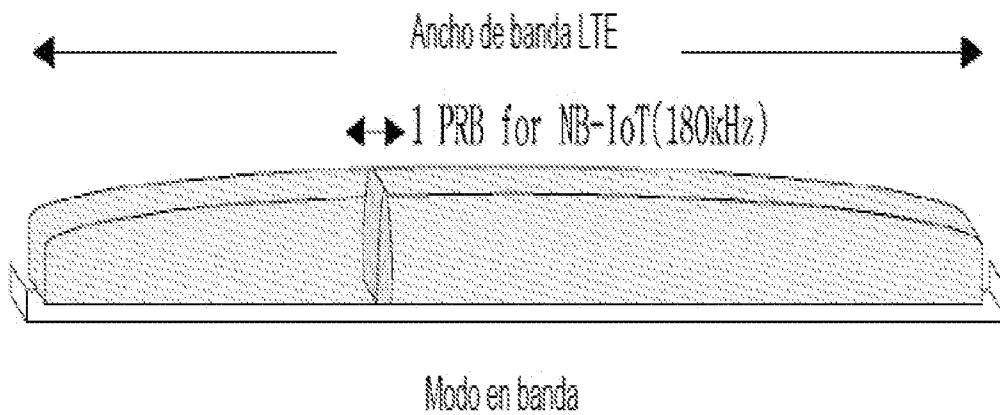
[Fig. 7A]



[Fig. 7B]

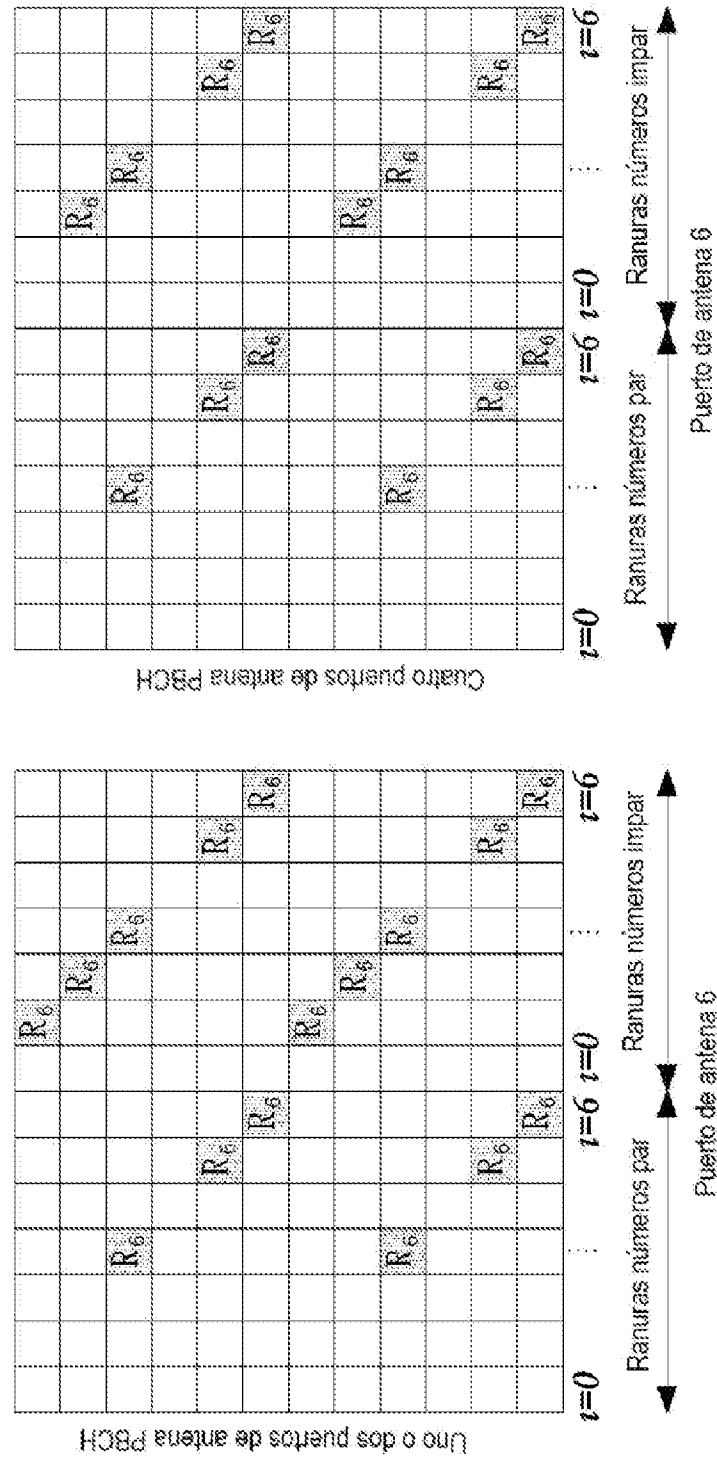


[Fig. 7C]

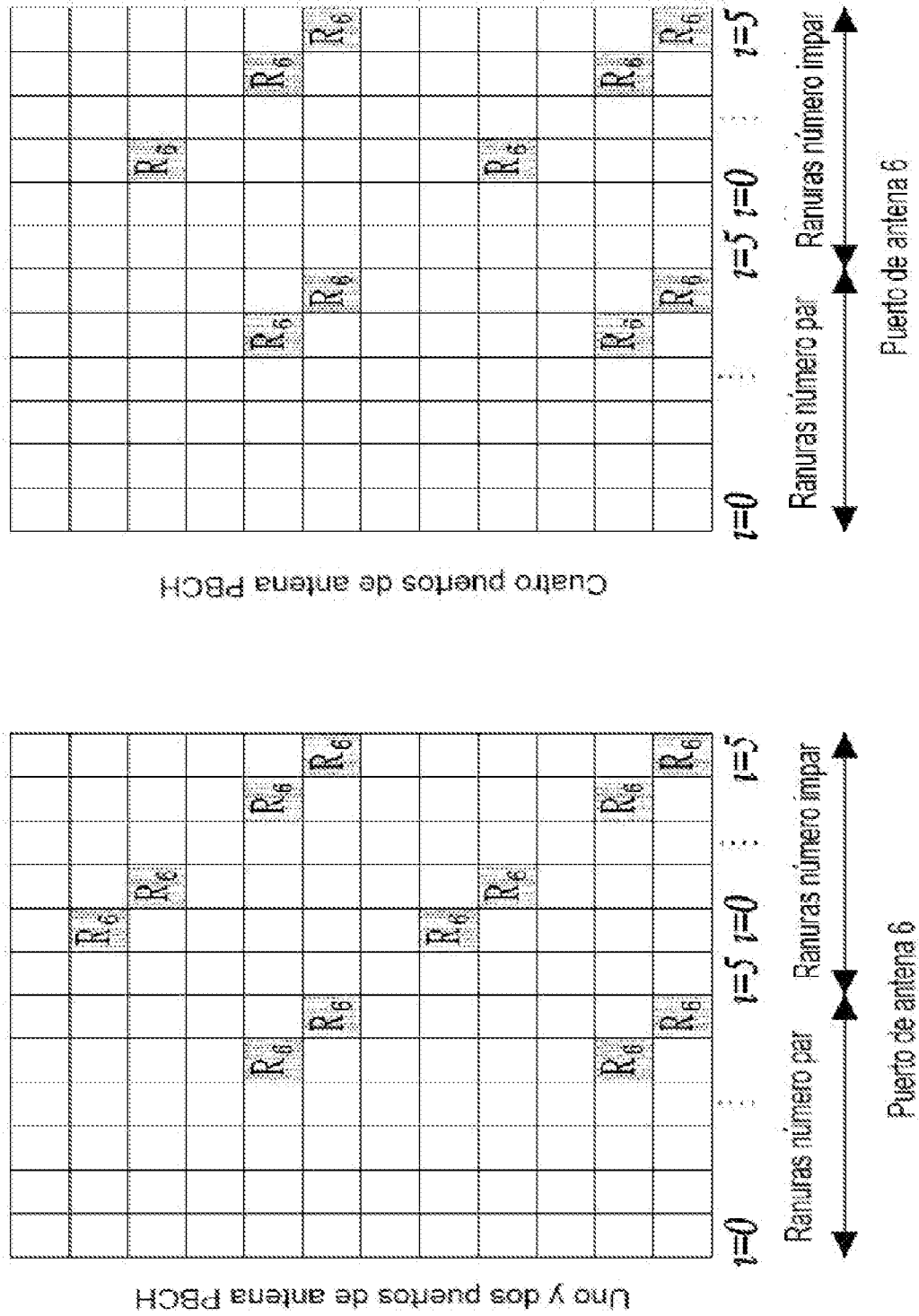




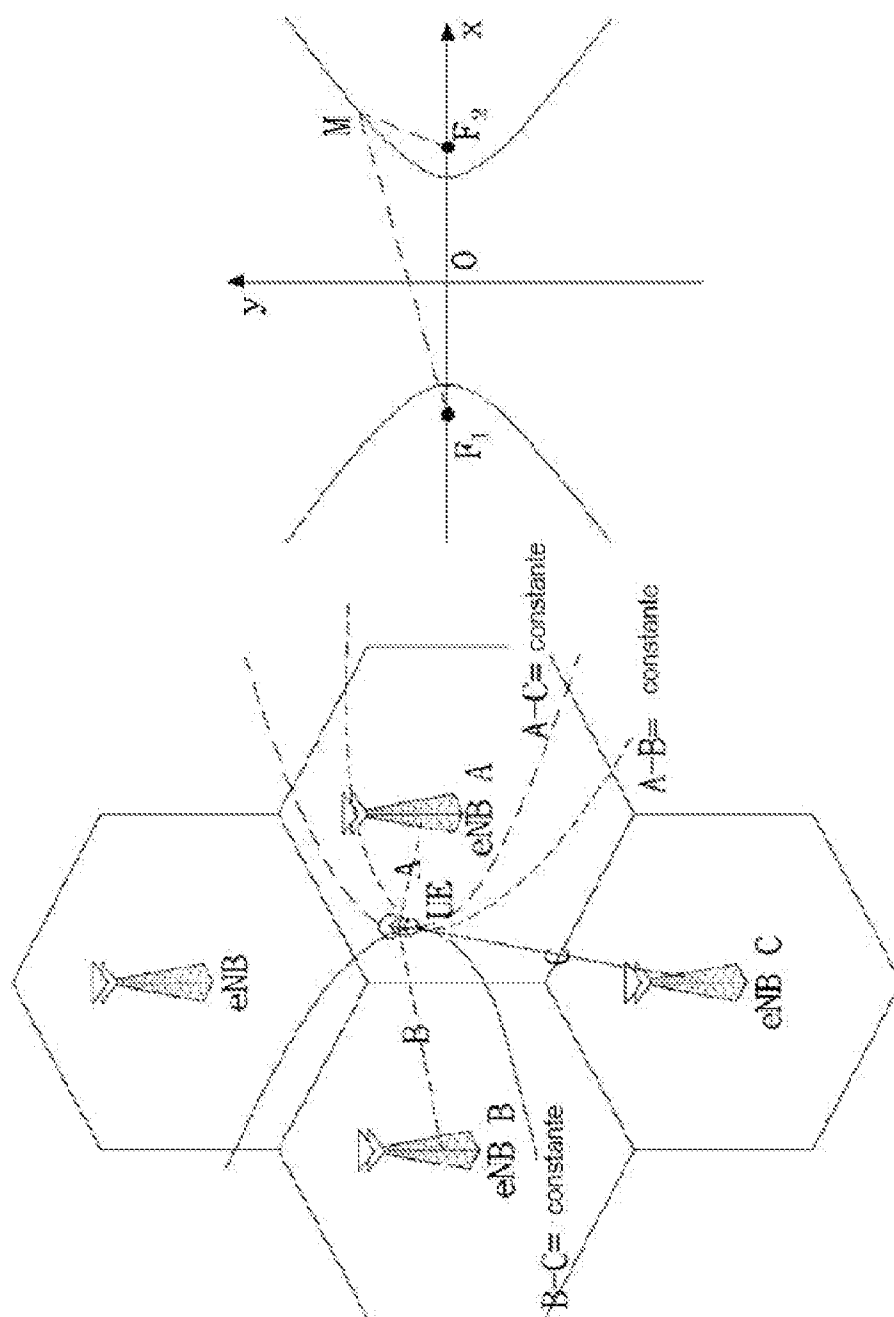
[Fig. 8]



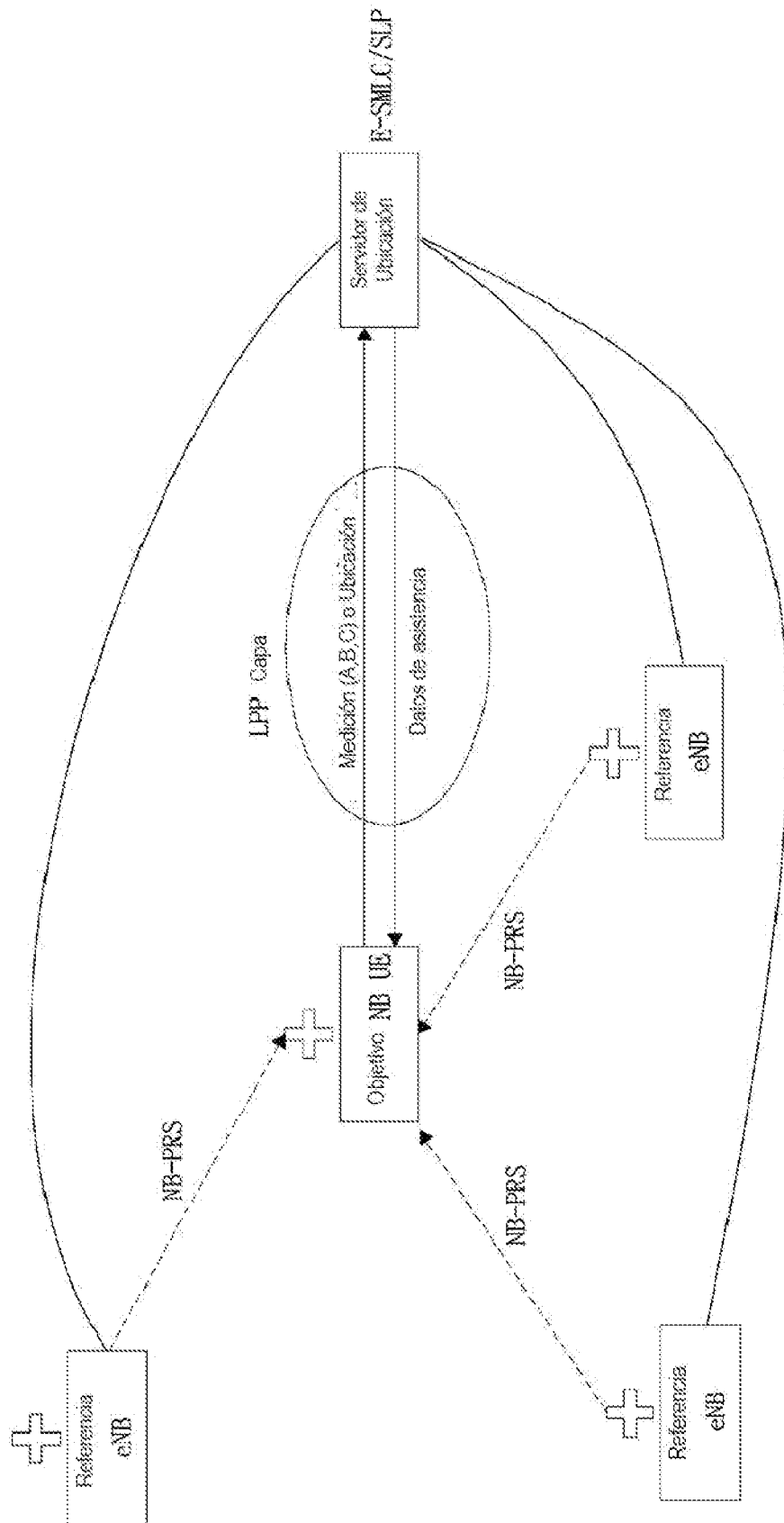
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



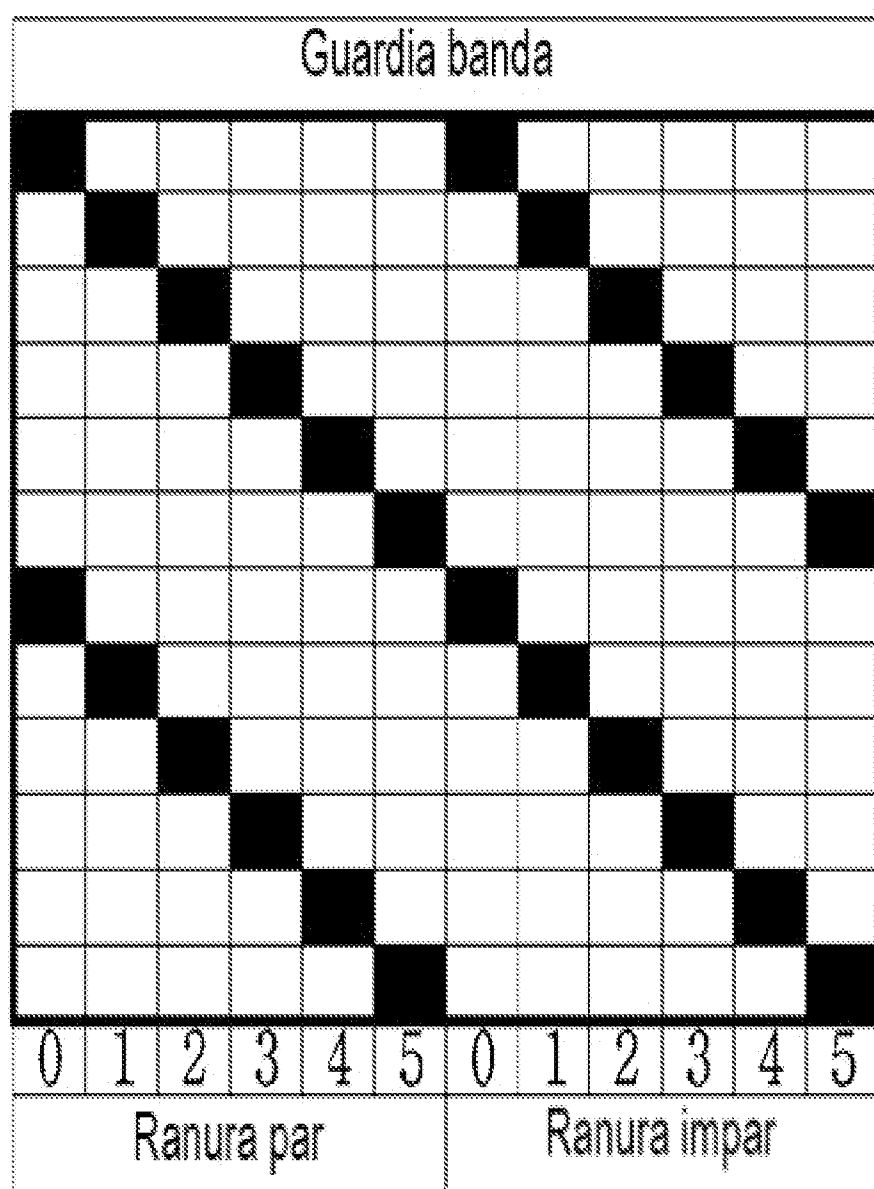
[Fig. 12A]

[illegible]

[Fig. 12B]

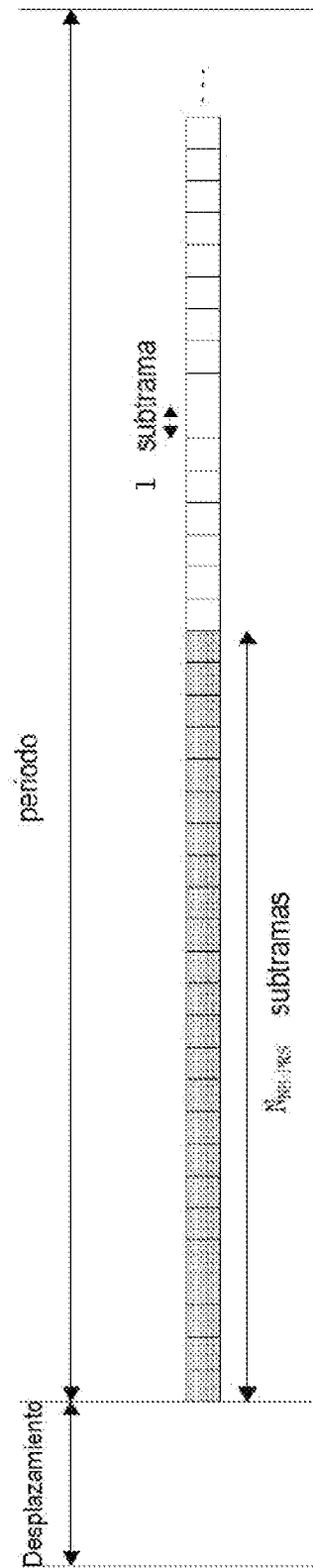
[illegible]





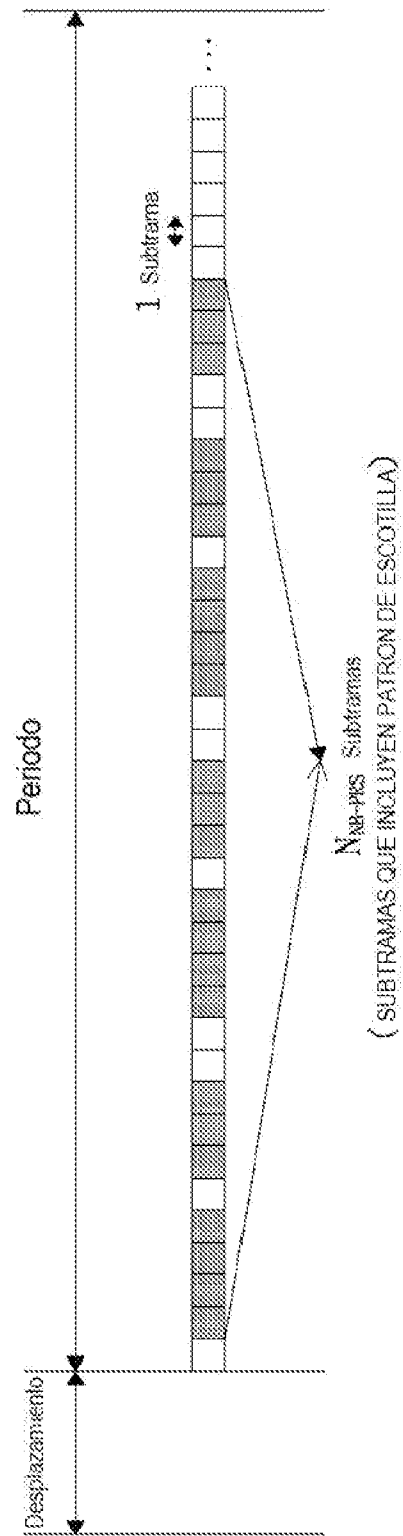
[Fig. 13C]

[Fig. 14]

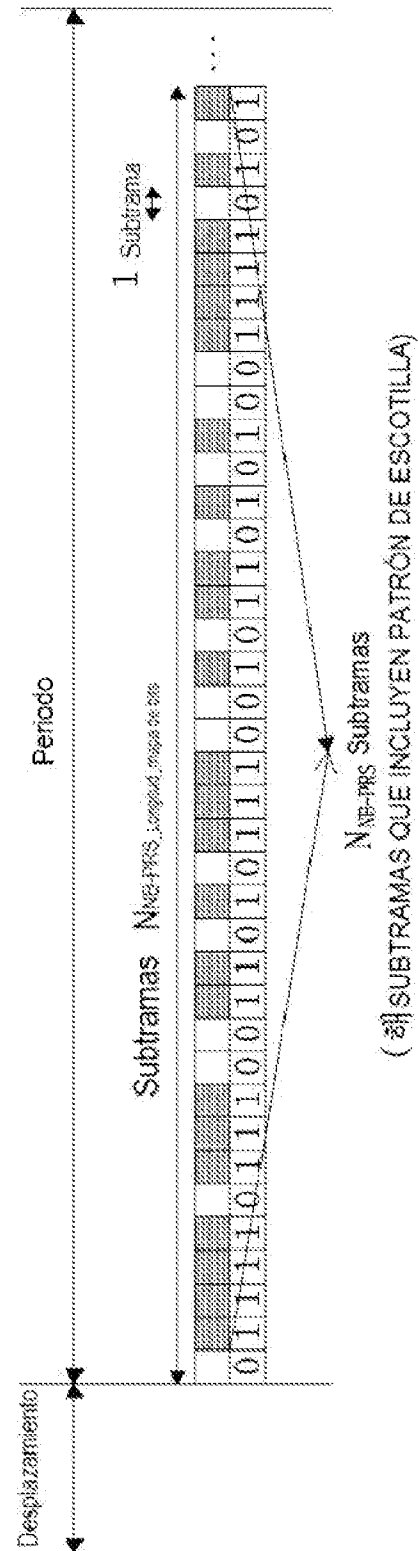




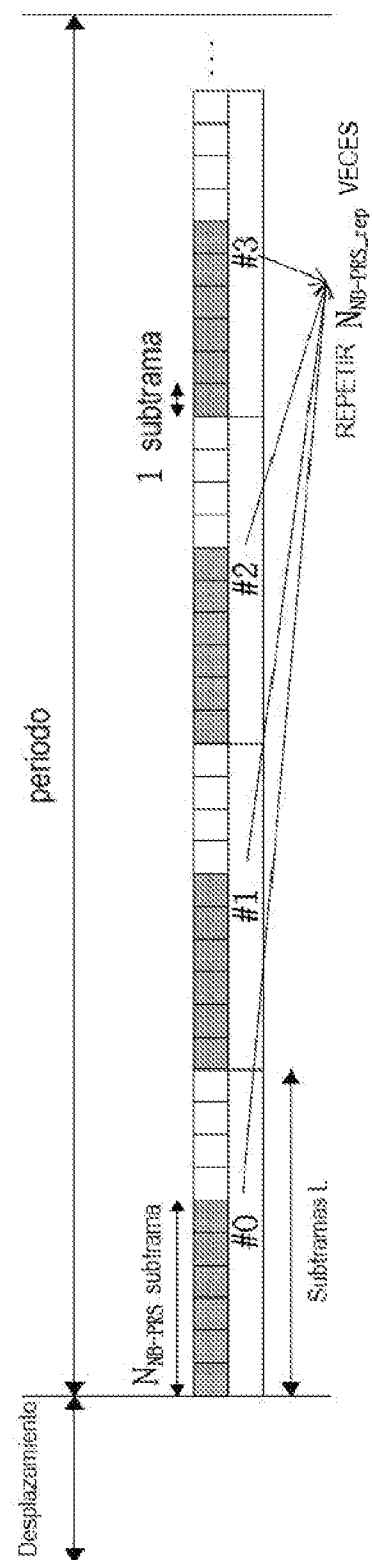
[Fig. 15]



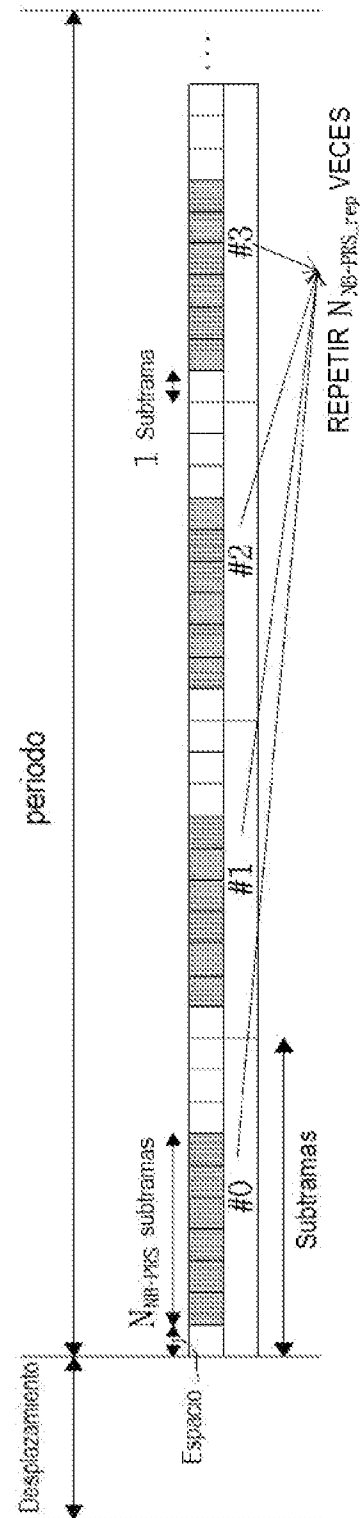
[Fig. 16]



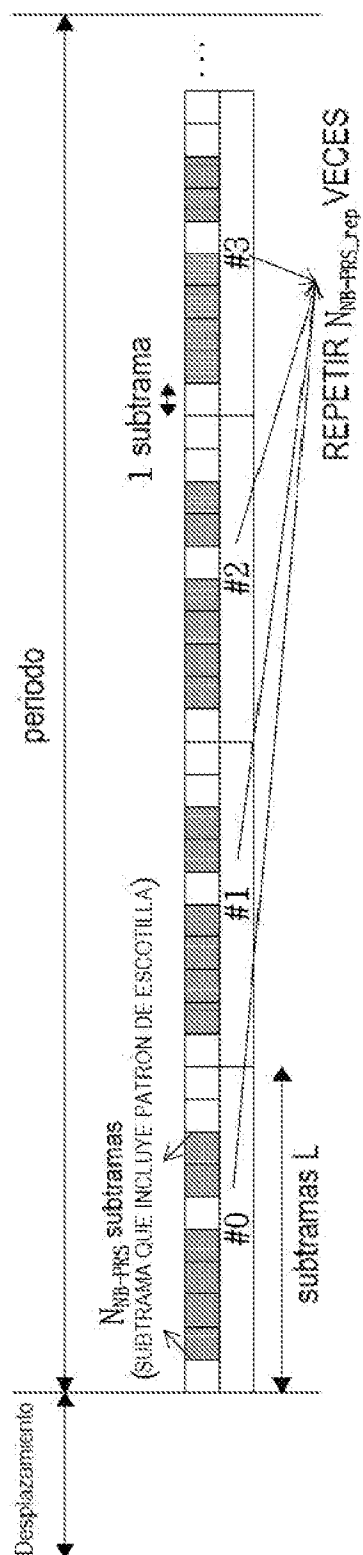
[Fig. 17]



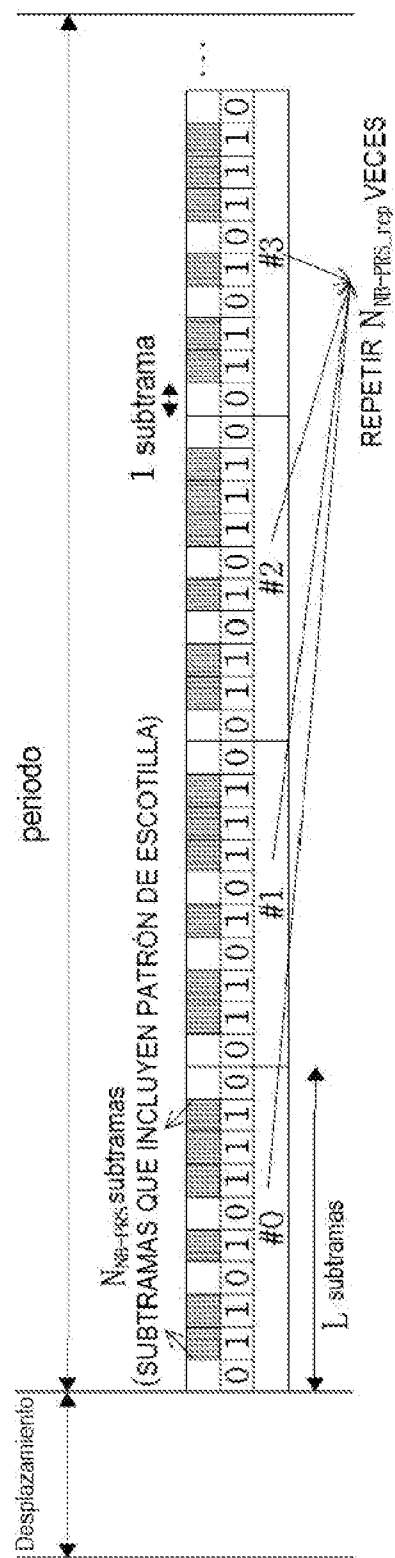
[Fig. 18]



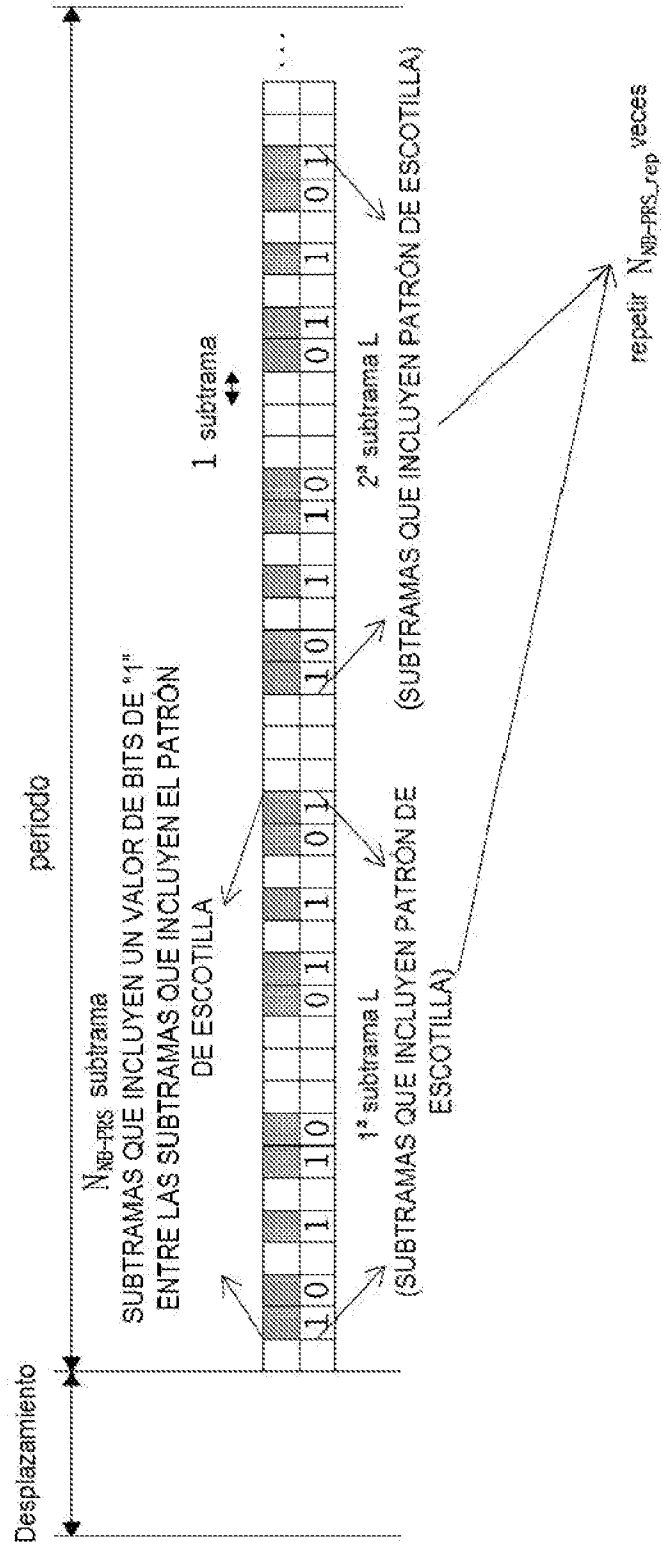
[Fig. 19]



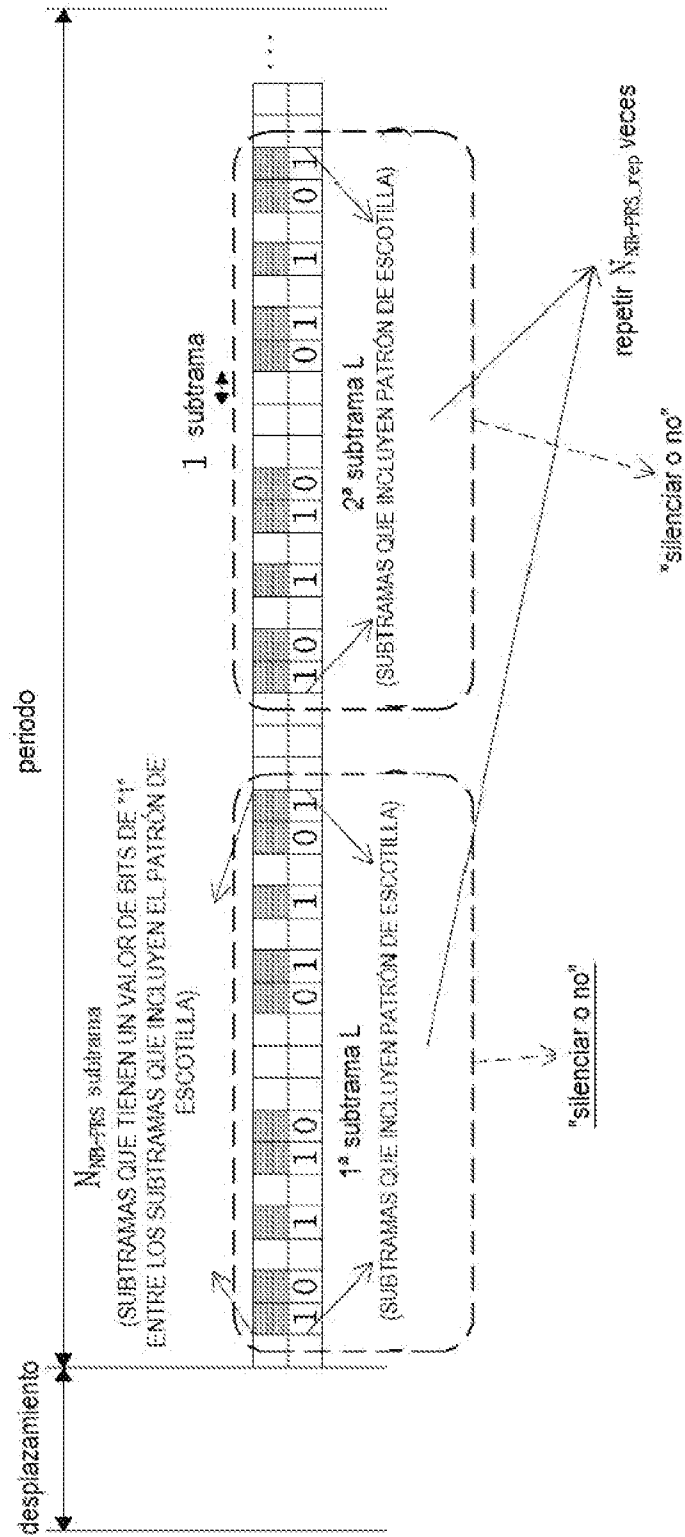
[Fig. 20]



[Fig. 21]

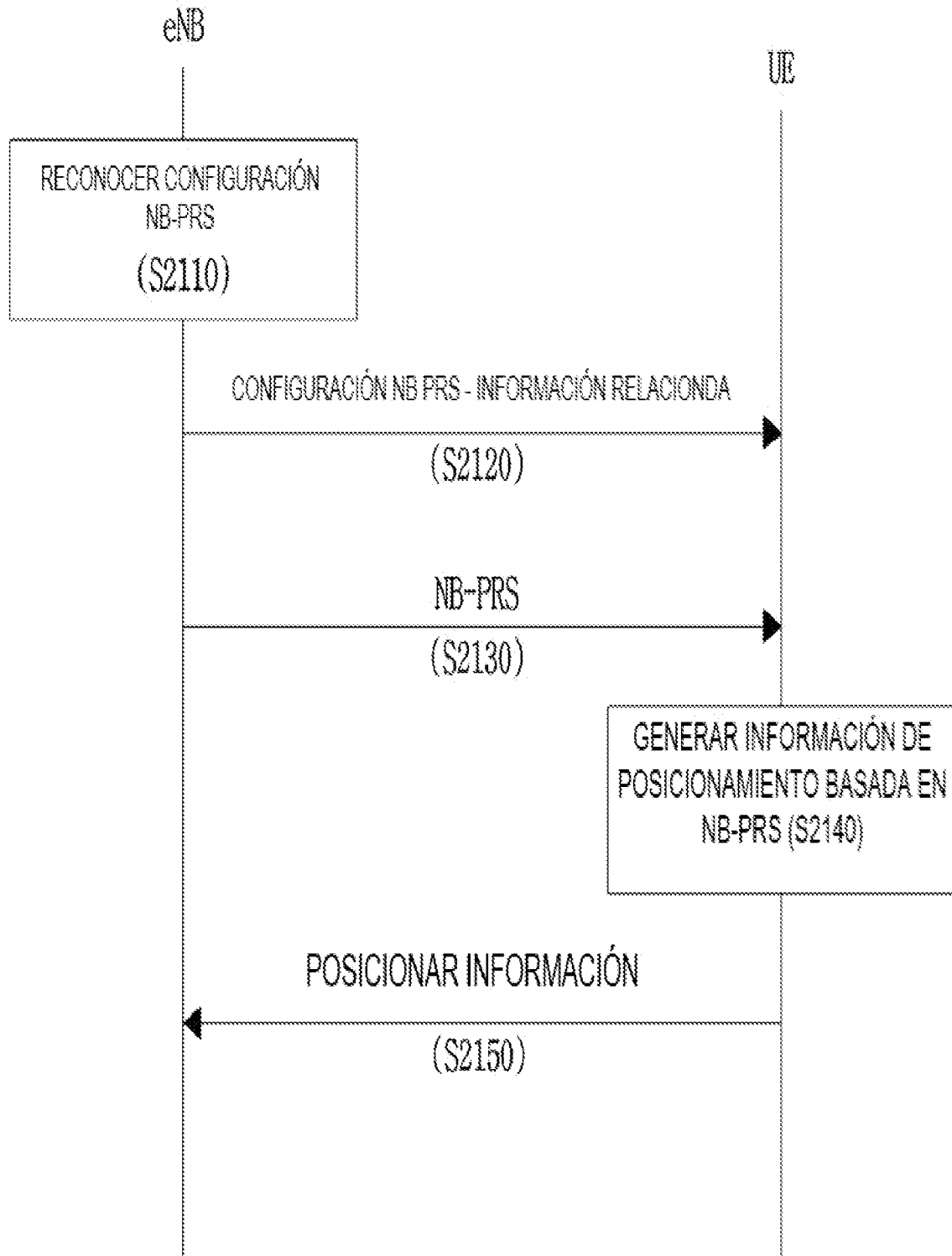


[Fig. 22]





[Fig. 23]



[Fig. 24]

