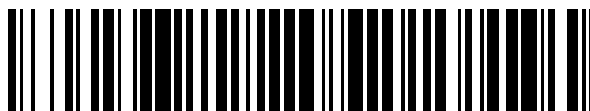


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 879**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2017 E 17154313 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3203673**

54 Título: **Procedimiento y aparato para transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha**

30 Prioridad:

**03.02.2016 US 201662290892 P**  
**17.02.2016 US 201662296592 P**  
**09.03.2016 US 201662305543 P**  
**31.03.2016 US 201662315675 P**  
**06.04.2016 US 201662318801 P**  
**12.04.2016 US 201662321702 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.04.2020**

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)**  
**128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu**  
**Yeongdeungpo-guSeoul, 07336, KR**

72 Inventor/es:

**KO, HYUNSOO;**  
**SHIN, SEOKMIN;**  
**KIM, BYOUNGHOON;**  
**YI, YUNJUNG y**  
**KIM, BONGHOE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 753 879 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**

Procedimiento y aparato para transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha

**Antecedentes de la invención**

Sector técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una comunicación de banda estrecha que soporta un servicio de internet de las cosas (IoT, Internet of Things) en un sistema de comunicación inalámbrica de siguiente generación y, más particularmente, a un procedimiento y un aparato para transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha.

Explicación de la técnica relacionada

- 10 Recientemente, ha aumentado la demanda de tecnología IoT, y se ha discutido la tecnología IoT de banda estrecha (NB-IoT, narrowband IoT) para soportar dicho servicio IoT. NB-IoT busca proporcionar un caudal apropiado entre aparatos conectados a pesar de una baja complejidad de los aparatos y de un bajo consumo de energía.

- 15 En 3GPP de los estándares NB-IoT se ha estudiado tecnología NB-IoT que se puede combinar con otras tecnologías 3GPP, tales como GSM, WCDMA o LTE. A este respecto, se ha discutido una estructura de recursos que será utilizada desde el punto de vista de un sistema heredado.

La figura 1 es un diagrama que muestra tres modos que pueden ser utilizados en NB-IoT.

Para satisfacer la demanda descrita anteriormente, en NB-IoT, se está considerando un ancho de banda de canal 180 kHz para usar tanto en enlace ascendente como enlace descendente, que corresponde a un bloque de recursos físicos (PRB, physical resource block) en un sistema LTE.

- 20 Tal como se muestra en la figura 1, NB-IoT puede soportar tres modos, como son funcionamiento independiente, funcionamiento en banda de guarda y funcionamiento en banda. En particular, en el modo en banda mostrado en el lado inferior de la figura 1, se puede llevar a cabo funcionamiento de NB-IoT a través de una banda estrecha específica en un ancho de banda de canal LTE.

- 25 Además, en NB-IoT, utilizar un funcionamiento semidúplex FDD (HD FDD, half-duplex FDD), de ciclo DRX extendido, y una única antena de recepción en un aparato inalámbrico, reduce sustancialmente la potencia y el coste.

- 30 Se puede encontrar técnica anterior, por ejemplo, en el documento 3GPP TR 45.820, V13.1.0 (2015-11), "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Cellular system support for ultra-low complexity and low throughput Internet of Things (CIoT) (Release 13)", y en la patente US 2010/0091907 A1, que se refieren en general a un procedimiento para transmitir información utilizando una secuencia.

**Compendio de la invención**

La invención se expone en las reivindicaciones independientes. Se esbozan realizaciones preferidas de la invención en las reivindicaciones dependientes.

- 35 Por consiguiente, la presente invención está dirigida a un procedimiento y un aparato para transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha que sustancialmente evitan uno o varios problemas debidos a limitaciones y desventajas de la técnica relacionada.

- 40 La transmisión de señales de sincronización de banda estrecha (NB, narrowband) es necesaria para el funcionamiento de NB-IoT descrito anteriormente. El funcionamiento en una banda estrecha específica es necesario para el funcionamiento de NB-IoT, tal como se muestra en la figura 1. Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento para transmitir de manera más eficiente señales de sincronización principales (PSS, primary synchronization signals) y señales de sincronización secundarias (SSS, secondary synchronization signals).

- 45 Las ventajas, objetivos y características adicionales de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue y en parte resultarán evidentes para los expertos en la materia al examinar lo que sigue, o se pueden aprender a partir de la práctica de la invención. Los objetivos y otras ventajas de la invención se pueden realizar y obtener mediante la estructura señalada en particular en la descripción escrita y en las reivindicaciones de la misma, así como en los dibujos adjuntos.

- 50 Para conseguir estos objetivos y otras ventajas, y de acuerdo con el propósito de la invención, tal como se incorpora y describe extensamente en la presente memoria, un procedimiento de, en una estación base, transmitir una señal de sincronización de banda estrecha a uno o varios equipos de usuario (UE, user equipments) en un sistema de comunicación inalámbrica incluye transmitir una señal de sincronización principal de banda estrecha utilizando una primera secuencia de Zadoff-Chu que tiene un índice de raíz predeterminado, y transmitir una señal de

sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha. Una secuencia específica generada mediante realizar rotación de fase con respecto a una secuencia de base generada a través de una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada L en un dominio de frecuencia, y multiplicar la secuencia de base por una secuencia de cobertura en unidades del elemento, se utiliza para la señal de sincronización secundaria de banda estrecha, y se selecciona un índice de raíz específico entre M (M<L) índices de raíz como un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu, y el índice de raíz específico se selecciona en un intervalo de k a k+M-1 en términos de un desplazamiento predeterminado k. Se debe observar que multiplicar dos secuencias en unidades de elemento (o elemento por elemento) significa que cada uno de una serie de primeros elementos de la primera secuencia es multiplicado por uno respectivo, correspondiente, de una serie de segundos elementos de una segunda secuencia, para obtener de ese modo una tercera secuencia, que puede ser utilizada para generar, por ejemplo, una señal de sincronización secundaria de banda estrecha.

La secuencia de base puede tener una longitud N mayor que la longitud L mediante una extensión cíclica de la segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene la longitud L.

Los N elementos de la secuencia específica se pueden mapear a, y transmitir en una serie (P) de símbolos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, orthogonal frequency division multiplexing) en el dominio de frecuencia, una serie (Q) de elementos mediante una serie de elementos, y P\*Q=N.

P puede ser 11, Q puede ser 12 y N puede ser 132.

L puede ser 131, M puede ser 126 y k puede ser 3.

La segunda secuencia de Zadoff-Chu puede ser  $Szc(u, n) = e^{j \frac{\pi u n (n+1)}{L}}$ , donde  $n = 0, \dots, 130$ ,  $L = 131$ , donde u indica el índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu y satisface  $u \in \{3, \dots, 128\}$ .

La secuencia de cobertura puede ser una secuencia de Hadamard que tiene una longitud R igual o menor que L.

Una de las cuatro secuencias de Hadamard se puede seleccionar como la secuencia de cobertura, donde las cuatro secuencias de Hadamard incluyen las secuencias de Hadamard 0-ésima, X-ésima, I-ésima y Z-ésima que tienen longitud R, y donde las secuencias de Hadamard X-ésima, I-ésima y Z-ésima no corresponden a la primera, la segunda y la tercera secuencias de Hadamard con la longitud R.

La señal de sincronización de banda estrecha se puede transmitir para llevar a cabo funcionamiento de comunicación de internet de las cosas (IoT) a través de una banda estrecha correspondiente a una parte de un ancho de banda del sistema del sistema de comunicación inalámbrica.

En otro aspecto de la presente invención, un procedimiento de, en un equipo de usuario (UE), recibir una señal de sincronización de banda estrecha desde una estación base en un sistema de comunicación inalámbrica incluye recibir una señal de sincronización principal de banda estrecha configurada en forma de una primera secuencia de Zadoff-Chu que tiene un índice de raíz predeterminado; y recibir una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha. Una secuencia específica generada mediante realizar rotación de fase con respecto a una secuencia de base generada a través de una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada L en un dominio de frecuencia, y multiplicar la secuencia de base por una secuencia de cobertura en unidades del elemento, se puede utilizar para la señal de sincronización secundaria de banda estrecha, y se puede seleccionar un índice de raíz específico entre M (M<L) índices de raíz como un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu, y el índice de raíz específico se puede seleccionar en un intervalo de k a k+M-1 en términos de un desplazamiento predeterminado k.

La secuencia de base puede tener una longitud N mayor que la longitud L mediante una extensión cíclica de la segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene la longitud L.

Los N elementos de la secuencia específica se pueden mapear a, y transmitir en una serie (P) de símbolos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM), una serie (Q) de elementos mediante una serie de elementos en el dominio de frecuencia, y P\*Q=N.

La segunda secuencia de Zadoff-Chu puede ser  $Szc(u, n) = e^{j \frac{\pi u n (n+1)}{L}}$ , donde  $n = 0, \dots, 130$ ,  $L = 131$ , donde u indica el índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu y satisface  $u \in \{3, \dots, 128\}$ .

En otro aspecto de la presente invención, una estación base para transmitir una señal de sincronización de banda estrecha a uno o varios equipos de usuario (UE) en un sistema de comunicación inalámbrica incluye un procesador configurado para generar una señal de sincronización principal de banda estrecha utilizando una primera secuencia de Zadoff-Chu que tiene un índice de raíz predeterminado, y para generar una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha, y un transceptor configurado para transmitir la señal de sincronización principal de banda estrecha y la señal de sincronización secundaria de banda estrecha generadas por el procesador a dichos uno o varios UE. El procesador genera la señal de sincronización secundaria

de banda estrecha utilizando una secuencia específica generada realizando una rotación de fase con respecto a una secuencia de base generada por medio de una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada  $L$  en un dominio de frecuencia, y multiplicando la secuencia de base por una secuencia de cobertura en unidades de elemento, y se selecciona un índice de raíz específico entre  $M$  ( $M < L$ ) índices de raíz como un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu, y el índice de raíz específico es seleccionado en un intervalo desde  $k$  hasta  $k+M-1$  en términos de un desplazamiento predeterminado  $k$ .

En otro aspecto de la presente invención, un equipo de usuario para recibir una señal de sincronización de banda estrecha desde una estación base en un sistema de comunicación inalámbrica incluye un transceptor configurado para recibir una señal de sincronización principal de banda estrecha configurada en forma de una primera secuencia de Zadoff-Chu que tiene un índice de raíz predeterminado y recibir una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha, y un procesador configurado para procesar la señal de sincronización principal de banda estrecha y la señal de sincronización secundaria de banda estrecha recibidas por el transceptor. Una secuencia específica generada mediante realizar rotación de fase con respecto a una secuencia de base generada a través de una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada  $L$  en un dominio de frecuencia, y multiplicar la secuencia de base por una secuencia de cobertura en unidades de elemento, se utiliza para la señal de sincronización secundaria de banda estrecha, y el procesador detecta un índice de raíz específico entre  $M$  ( $M < L$ ) índices de raíz como un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu, y el índice de raíz específico es detectado en un intervalo de  $k$  a  $k+M-1$  en términos de un desplazamiento predeterminado  $k$ .

De acuerdo con la presente invención, es posible transmitir y recibir de manera más eficiente una señal de sincronización para funcionamiento de NB-IoT en un sistema de comunicación inalámbrica de siguiente generación.

Se debe entender que tanto la anterior descripción general como la siguiente descripción detallada de la presente invención son a modo de ejemplo y explicativas, y están destinadas a proporcionar una explicación más detallada de la invención reivindicada.

#### 25 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una mejor comprensión de la invención y se incorporan a esta solicitud y constituyen una parte de la misma, ilustran una o varias realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar el principio de la invención. En los dibujos:

la figura 1 es un diagrama que muestra tres modos que se pueden utilizar en NB-IoT;

30 las figuras 2 y 3 son diagramas que muestran un procedimiento de transmisión de señales de sincronización en el caso de utilizar un CP normal y un CP extendido;

la figura 4 es un diagrama que muestra dos secuencias en una zona lógica entrelazada y mapeada en una zona física;

35 la figura 5 es un diagrama que muestra la estructura global en la que son transmitidas y recibidas señales de sincronización en un sistema NB-LTE;

la figura 6 es un diagrama que muestra un procedimiento para transmitir repetidamente una NB-PSS en una serie de símbolos OFDM, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 7 es un diagrama que muestra propiedades de correlación de un par de secuencias complementarias de longitud  $10a(n)$  y  $b(n)$  y varios patrones  $c(n)$ ;

40 la figura 8 es un diagrama que muestra el concepto de transmitir una NB-SSS, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 9 es un diagrama que muestra un procedimiento para generar y transmitir una NB-SSS, de acuerdo con una realización de la presente invención;

45 la figura 10 es un diagrama que muestra un procedimiento para seleccionar índices de raíz de una secuencia ZC para utilizar en una NB-SSS, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 11 es un diagrama que muestra un valor de correlación cruzada cuando se utiliza una secuencia de Hadamard específica en NB-SSS, en una realización de la presente invención;

la figura 12 es un diagrama que muestra un ejemplo de una estructura de intervalo de enlace descendente (DL, downlink)/enlace ascendente (UL, uplink), en un sistema de comunicación inalámbrica;

50 la figura 13 es un diagrama que muestra una estructura de subtrama de enlace descendente, utilizada en un sistema de comunicación inalámbrica; y

la figura 14 es un diagrama de bloques que muestra los componentes de un dispositivo de transmisión 10 y un dispositivo de recepción 20 para llevar a cabo realizaciones de la presente invención.

**Descripción detallada de la invención**

5 A continuación se hará referencia en detalle a las realizaciones preferidas de la presente invención, de las que se muestran ejemplos en los dibujos adjuntos. La descripción detallada expuesta a continuación en conexión con los dibujos adjuntos está prevista como una descripción de realizaciones a modo de ejemplo, y no está destinada a representar las únicas realizaciones a través de las cuales se pueden practicar los conceptos explicados en estas realizaciones.

10 La descripción detallada incluye detalles con el objetivo de proporcionar una comprensión de la presente invención. Sin embargo, será evidente para los expertos en la materia que estas enseñanzas se pueden implementar y practicar sin estos detalles específicos. En algunos casos, se omiten estructuras y dispositivos bien conocidos para evitar oscurecer los conceptos de la presente invención, y las funciones importantes de las estructuras y los dispositivos se muestran en forma de diagrama de bloques.

15 Tal como se ha descrito anteriormente, la presente invención se refiere a un procedimiento para transmitir y recibir señales de sincronización de banda estrecha para funcionamiento de NB-IoT. Dado que las señales de sincronización de un sistema LTE pueden ser reutilizadas como señales de sincronización para funcionamiento NB-IoT, se describirán en detalle las señales de sincronización (SS, synchronization signals) del sistema LTE, antes de la transmisión y recepción de las señales de sincronización NB.

20 Las figuras 2 y 3 son diagramas que muestran un procedimiento de transmisión de señales de sincronización en el caso de utilizar un CP normal y un CP extendido.

25 La SS incluye una PSS y una SSS, y se utiliza para llevar a cabo búsqueda de celda. Las figuras 2 y 3 muestran estructuras para la transmisión de las SS en sistemas que utilizan un CP normal y un CP extendido, respectivamente. La SS se transmite en segundos intervalos de la subtrama 0 y la subtrama 5, teniendo en cuenta una longitud de trama GSM de 4,6 ms para facilitar la medición inter-RAT, y el límite de la trama de radio puede ser detectado por medio de una SSS. La PSS es transmitida en un último símbolo OFDM del intervalo y la SSS es transmitida en un símbolo OFDM situado inmediatamente delante de la PSS. La SS puede transmitir un total de 504 ID de celda de capa física por medio de una combinación de tres PSS y 168 SSS. Además, la SS y el PBCH se transmiten en 6 RB situados en el centro del ancho de banda del sistema, y pueden ser detectados o descodificados por el UE independientemente del ancho de banda de transmisión.

30 El esquema de diversidad de transmisión de la SS utiliza un solo puerto de antena y no está definido independientemente en el estándar. Es decir, se puede utilizar la transmisión de una sola antena o un procedimiento de transmisión (por ejemplo, PVS, TSTD o CDD) transparente para un UE.

Mientras tanto, se describirá a continuación un proceso de codificación de una PSS y una SSS.

35 En un código PSS, se define una secuencia de Zadoff-Chu (ZC) de longitud 63 en un dominio de frecuencia, y se utiliza como una secuencia de una PSS. La secuencia ZC está definida por la ecuación 1 y el elemento de secuencia  $n=31$  correspondiente a una subportadora de CC es perforado. En la ecuación 1 siguiente,  $N_{zc}=63$ .

Ecuación 1

$$d_u(n) = e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{zc}}}$$

40 Las restantes 9 subportadoras de 6 RB (= 72 subportadoras) de la parte central se transmiten siempre con un valor de 0 y hacen que se designe fácilmente un filtro para llevar a cabo sincronización. Para definir un total de 3 PSS, en la ecuación 1, se utilizan los valores de  $u=25, 29$  y  $34$ . En este momento,  $29$  y  $34$  tienen una relación de simetría conjugada y por lo tanto se pueden realizar simultáneamente correlaciones de los mismos. Simetría conjugada significa la relación de la siguiente ecuación 2. Utilizando estas propiedades, se puede implementar un correlador de un disparo para  $u=29$  y  $34$ , y la carga computacional total se puede reducir en aproximadamente un 33,3 %.

Ecuación 2

$$d_u(n) = (-1)^n (d_{N_{zc}-u}(n))^*, \text{ cuando } N_{zc} \text{ es par.}$$

$$d_u(n) = (d_{N_{zc}-u}(n))^*, \text{ cuando } N_{zc} \text{ es impar.}$$

45 A continuación, se describirá la codificación de la SSS.

Una secuencia utilizada para la SSS es configurada entrelazando dos secuencias  $m$  de longitud 31 y combinando las dos secuencias, y esta transmite 168 ID de grupo de celdas. La secuencia  $m$  utilizada como secuencia SSS es robusta en un entorno selectivo en frecuencia, y se puede reducir la carga computacional mediante transformada rápida de secuencia  $m$  utilizando transformada rápida de Hadamard. Además, se propone una configuración de la SSS utilizando dos códigos cortos, para reducir la carga computacional del UE.

La figura 4 es un diagrama que muestra dos secuencias en una zona lógica entrelazada y mapeada en una zona física.

Cuando las dos secuencias  $m$  utilizadas para generar el código SSS se definen respectivamente como  $S1$  y  $S2$ , si la SSS de la subtrama 0 transmite un ID de grupo de celdas utilizando una combinación de  $(S1, S2)$ , la SSS de la subtrama 5 transmite un ID de grupo de celdas después de intercambiar  $(S1, S2)$  con  $(S2, S1)$ , identificando de ese modo un límite de trama de 10 ms. En este momento, el código SSS utilizado emplea un polinomio  $x^5 + x^2 + 1$  y se pueden generar un total de 31 códigos por medio de diferentes desplazamientos circulares.

Para mejorar el rendimiento de la recepción, dos diferentes secuencias basadas en PSS pueden ser definidas y aleatorizadas con SSS, y se aleatorizan secuencias diferentes con  $S1$  y  $S2$ . A continuación se define un código de aleatorización basado en  $S1$  para realizar aleatorización con  $S2$ . En este momento, el código de SSS se intercambia en unidades de 5 ms, pero el código de aleatorización basado en PSS no se intercambia. El código de aleatorización basado en PSS se define en seis versiones de desplazamiento cíclico, de acuerdo con el índice de PSS en la secuencia  $m$  generada a partir del polinomio  $x^5 + x^3 + 1$ , y el código de aleatorización basado en  $S1$  se define en ocho versiones de desplazamiento cíclico de acuerdo con el índice de  $S1$  en la secuencia  $m$  generada a partir del polinomio  $x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$ .

La búsqueda de celda en NB-IoT o en NB-LTE, que es un modelo obtenido aplicando NB-IoT a un sistema LTE, es igual que en el sistema LTE descrito anteriormente. La secuencia utilizada tiene que ser modificada de acuerdo con las propiedades de NB-LTE y, a continuación, el enfoque se centrará en las partes que se tienen que modificar en comparación con el sistema LTE.

La figura 5 es un diagrama que muestra la estructura global en la que se transmiten y reciben señales de sincronización en un sistema NB-LTE.

Tal como se muestra en la figura 5, incluso en el sistema NB-LTE, una PSS y una SSS son divididas y transmitidas, y se denominan respectivamente NB-PSS y NB-SSS para distinguirlas de la PSS y la SSS heredadas. Sin embargo, se puede utilizar una PSS y una SSS si dicha utilización no induce a confusión.

Incluso en el sistema NB-LTE, de manera similar al sistema LTE heredado, es necesario indicar 504 identidades de celda NB a través de un canal de sincronización. En el sistema NB-LTE acorde con la realización de la presente invención, la NB-PSS se transmite utilizando una secuencia específica. Por lo tanto, las 504 identidades de celda NB se tienen que indicar utilizando solamente la NB-SSS.

En un dispositivo de recepción, generalmente se lleva a cabo autocorrelación para detectar la PSS. A este respecto, el dispositivo de recepción intenta detectar la PSS utilizando un procedimiento de ventana deslizante en el dominio de tiempo. El procedimiento de detección de la PSS puede aumentar la complejidad del dispositivo de recepción y, por lo tanto, puede no ser adecuado para el sistema de NB-LTE para disminuir la complejidad. Dado que la NB-PSS acorde con la presente realización se transmite utilizando una secuencia específica, el dispositivo de recepción puede llevar a cabo solamente la operación para detectar la secuencia específica, reduciendo por lo tanto la complejidad. Por ejemplo, si se utiliza una secuencia de Zadoff-Chu (ZC) para la NB-PSS, el índice de raíz de esta secuencia ZC se puede fijar a un valor predeterminado (por ejemplo,  $u = 5$ ). Dado que la NB-PSS está configurada de manera sencilla, es necesario utilizar la NB-SSS para indicar eficientemente las 504 identidades de celda, lo que se describirá a continuación como otro aspecto de la presente invención.

En una realización de la presente invención, la NB-PSS se puede transmitir repetidamente en una serie de símbolos OFDM. Aunque la NB-PSS se transmite repetidamente en nueve símbolos OFDM en el ejemplo de la figura 5, el número de símbolos OFDM no se limita a esto. Dado que una subtrama que utiliza un CP extendido puede incluir 12 símbolos OFDM y los primeros tres símbolos OFDM de los 12 símbolos OFDM se pueden utilizar para transmitir un PDCCH, la NB-PSS se transmite repetidamente en los nueve símbolos OFDM en el ejemplo de la figura 5. Los valores numéricos descritos anteriormente se pueden cambiar de acuerdo con el cambio en el número de símbolos OFDM incluidos en una subtrama del sistema NB-LTE y el número máximo de símbolos OFDM requeridos para transmitir el PDCCH. Por ejemplo, si el número de símbolos OFDM incluidos en una subtrama es de 14 y el número máximo de símbolos OFDM utilizados para transmitir un PDCCH es de 3, el número de símbolos OFDM en el que se transmite repetidamente la NB-PSS puede ser de 11. En la presente realización, la NB-PSS se puede transmitir repetidamente en una serie de símbolos OFDM que se disponen continuamente en el dominio de tiempo.

Si la NB-PSS corresponde a los elementos de recurso para transmitir un CRS en un sistema LTE para proporcionar un servicio NB-LTE tras un mapeo a elementos de recurso en el dominio de tiempo-frecuencia, el elemento de NB-PSS se puede perforar para impedir colisión. Es decir, la posición de transmisión de la NB-PSS/NB-SSS se puede

diseñar para evitar colisión con señales LTE heredadas, tales como un PDCCH, un PCFICH, un PHICH y un MBSFN.

Dado que la NB-PSS se transmite repetidamente en la serie de símbolos OFDM, el dispositivo de recepción puede determinar fácilmente una temporización de subtrama y un desplazamiento de frecuencia.

5 Incluso la NB-SSS puede ser transmitida sobre una serie de símbolos OFDM, tal como se muestra en la figura 5. Tal como se ha descrito anteriormente, dado que la NB-SSS se utiliza para indicar las identidades de celda, se propone un procedimiento para generar una secuencia larga, y dividir y transmitir la secuencia larga en una serie de símbolos OFDM. Aunque la NB-SSS se transmite sobre seis símbolos OFDM en la figura 5, el número de símbolos OFDM en el que se transmite la NB-SSS no se limita a esto. Por ejemplo, la NB-SSS se puede transmitir sobre 11 símbolos OFDM, de manera similar a la NB-PSS descrita anteriormente.

10 Tal como se ha descrito anteriormente, NB-IoT tiene un ancho de banda del sistema correspondiente a 1 PRB en un sistema LTE, y soporta baja complejidad y bajo consumo de energía. A este respecto, esto se puede utilizar principalmente como un sistema de comunicación para implementar IoT mediante soportar un aparato de comunicación de tipo máquina (MTC, machine-type communication) en un sistema celular. Al utilizar los mismos parámetros OFDM, tal como separación de subportadoras en LTE heredado, un PRB para NB-IoT se puede asignar a una banda LTE heredada sin asignar una banda adicional, de manera que se utiliza eficientemente la frecuencia.

15 A continuación se explicará en detalle el procedimiento de transmisión de la NB-PSS y la NB-SSS, basándose en la descripción anterior.

#### Transmisión de NB-PSS

20 La figura 6 es un diagrama que muestra un procedimiento de transmisión repetida de una NB-PSS en una serie de símbolos OFDM, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Tal como se ha descrito anteriormente, la NB-PSS se transmite utilizando una serie de símbolos OFDM. En este momento, la misma secuencia se transmite repetidamente en los símbolos OFDM, y cada símbolo OFDM es multiplicado por una secuencia de cobertura específica, tal como se muestra en la figura 6.

25 En la hipótesis de un sistema de banda ancha de 1 PRB y separación de subportadoras de 15 kHz, la longitud máxima de una secuencia que se puede transmitir en un símbolo OFDM es de 12. Para facilitar la descripción, en adelante se supone que el ancho de banda de sistema del sistema NB-LTE es de 1 PRB y la separación de subportadoras es de 15 kHz.

30 La PSS es detectada generalmente en el dispositivo de recepción en el dominio de tiempo, considerando la complejidad computacional. En la PSS, para adquirir sincronización de tiempo/frecuencia, se aplica una ventana deslizante a una secuencia PSS para llevar a cabo correlación. En la estructura de transmisión de PSS mostrada en la figura 6, dado que se transmite la misma secuencia en cada símbolo OFDM, se puede obtener un valor de correlación relativamente grande en un periodo correspondiente a la duración de un símbolo OFDM. Cuando se utiliza la condición de una secuencia de Golay complementaria, el periodo para entregar el valor de correlación relativamente grande se puede incrementar para mejorar las propiedades de correlación.

35 Además, aplicando una secuencia de cobertura a cada símbolo OFDM tal como se muestra en la figura 6, es posible mejorar adicionalmente las propiedades de correlación. En este momento, un procedimiento para transmitir una PSS utilizando una secuencia de Golay complementaria es como sigue.

40 Procedimiento 1: procedimiento para disponer alternativamente un par de secuencias de Golay complementarias en símbolos OFDM.

Por ejemplo, en la hipótesis de  $N = 6$  símbolos OFDM,  $a(n)$  se transmite en el símbolo OFDM 1 y  $b(n)$  se transmite en el símbolo OFDM 2. En este momento,  $c(n)$  es aplicable tomando una longitud 6 de una secuencia  $m$  de longitud 7. En este momento, el número de símbolos OFDM para transmitir la PSS es preferentemente un número par. Si se supone que las secuencias de Golay complementarias son secuencias binarias, una posible longitud de secuencia es  $2^a 10^b 26^c$  (siendo  $a$ ,  $b$  y  $c$  enteros iguales o mayores que 0). Si solamente están presentes 12 recursos disponibles en un símbolo OFDM, la posible longitud de la secuencia de Golay puede ser de 10. Una realización de un par de secuencias de Golay complementarias de longitud 10 es  $a(n)=[1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1]$ ,  $b(n)=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1]$ . Los RE a los que la secuencia no está asignada, de los símbolos OFDM, se rellenan con 0 y se transmiten. Si se supone una secuencia de Golay complementaria no binaria, dado que está presente un par de secuencias sin límite de longitud, se puede transmitir un par de secuencias  $a(n)$  y  $b(n)$  de longitud 12 en los símbolos OFDM utilizando el mismo procedimiento.

La figura 7 es un diagrama que muestra propiedades de correlación de un par de secuencias complementarias de longitud 10  $a(n)$  y  $b(n)$  y varios patrones  $c(n)$ .

Como otro procedimiento, si la PSS se transmite en un número impar de símbolos OFDM, la PSS puede ser transmitida de tal modo que un par de las secuencias se transmite una vez más. Por ejemplo, en el caso de N = 7 símbolos OFDM, a(n), b(n), a(n), b(n), a(n), b(n) y a(n) pueden ser transmitidos en el símbolo OFDM en este orden.

5 Procedimiento 2: procedimiento para disponer de un par de secuencias de Golay complementarias en un símbolo OFDM.

Procedimiento 2-1: procedimiento para generar y disponer una secuencia correspondiente a 1/2 de un símbolo OFDM.

10 Por ejemplo, suponiendo N = 6 símbolos OFDM, se generan secuencias de Golay complementarias no binarias de longitud 6 a(n) y b(n), a(n) es asignada a, y transmitida en 1/2 de los RE disponibles de un símbolo OFDM y b(n) es asignada a, y transmitida en el 1/2 restante de los RE disponibles. En este momento, en la asignación de RE, a(n) puede ser asignada a la primera mitad y b(n) puede ser asignada a la segunda mitad.

Procedimiento 2-2: procedimiento para superponer y transmitir a(n) y b(n) en un símbolo OFDM.

Por ejemplo, suponiendo N = 6 símbolos OFDM, se pueden generar secuencias de Golay complementarias binarias/no binarias de longitud 10/12 y se puede calcular y transmitir a(n)+b(n).

15 Procedimiento 3: procedimiento para disponer y transmitir L (L>2) o más secuencias de Golay complementarias.

20 En este momento, el número de símbolos OFDM para transmitir la PSS debería cumplir las múltiples condiciones de L. Por ejemplo, cuando L=3 y N=6, las secuencias de Golay complementarias de longitud 10 o de longitud 12 la(n), lb(n) y lc(n) se pueden disponer secuencialmente y transmitir en los símbolos OFDM. Es decir, las secuencias se disponen en el orden de la(n), lb(n), lc(n), la(n), lb(n) y lc(n) y se transmiten después de aplicar una secuencia de cobertura c(n).

Al mismo tiempo, en el procedimiento de transmisión de NB-PSS descrito anteriormente, una secuencia ZC con elementos correspondientes en número a 12 subportadoras se puede utilizar en el dominio de frecuencia de un símbolo OFDM. Para impedir que la NB-PSS sea mapeada a un elemento de CC, se pueden utilizar solamente 11 subportadoras y, por lo tanto, se puede utilizar una secuencia ZC de longitud 11.

25 Como un ejemplo detallado del procedimiento de transmisión de NB-PSS descrito anteriormente, la secuencia d(n) de la NB-PSS se puede generar utilizando la secuencia ZC de longitud 11 en el dominio de frecuencia, como sigue.

Ecuación 3

$$d_l(n) = S(l) \cdot e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{11}}, \quad n = 0, 1, \dots, 10$$

donde, el índice de raíz (u) de la secuencia ZC se puede especificar para un índice de raíz específico, como se describe anteriormente. En la presente realización, se supone que u = 5, sin limitarse a esto.

30 En la ecuación 3, s(l) indica la secuencia de cobertura descrita anteriormente y S(l) se puede definir de acuerdo con el índice de símbolos OFDM "l", como sigue.

Tabla 1

Longitud de prefijo cíclico	S(3),...,S(13)										
Normal	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1

Transmisión de NB-SSS

35 Tal como se ha descrito anteriormente en relación con las realizaciones de la presente invención, dado que la NB-PSS se transmite utilizando una secuencia específica, se indican 504 identidades de celda NB. Por lo tanto, se propone un procedimiento para transmitir la NB-SSS a través de una serie de símbolos OFDM, de manera similar a la NB-PSS, y mapear de manera divisional una secuencia larga a la serie de símbolos OFDM para indicar las identidades de celda.

40 La figura 8 es un diagrama que muestra el concepto de transmitir una NB-SSS, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Al detectar una SSS, un dispositivo de recepción, es decir, un UE, puede adquirir información sobre detección de ID de celda, un índice de subtrama para la transmisión de la SSS y otra información del sistema. En la estructura de transmisión de la SSS, una secuencia puede no transmitirse repetidamente en una serie de símbolos OFDM, de



manera similar a la PSS, sino que una secuencia larga de longitud M se transmite de manera divisional en una serie de símbolos OFDM.

5 En la figura 8, una secuencia de longitud M puede ser generada y multiplicada por una secuencia de aleatorización de longitud M, en unidades de elemento. La secuencia de longitud M se puede dividir en secuencias de longitud L ( $M \geq L$ ), y las secuencias de longitud L se pueden disponer respectivamente en N símbolos OFDM, multiplicarse por una secuencia de aleatorización  $s(n)$  y transmitirse en los N símbolos OFDM. Por ejemplo, suponiendo que  $M=72$ ,  $L=12$  y  $N=6$ , la secuencia de longitud 72 se divide en 6 secuencias de longitud 12, y las secuencias de longitud 12 son transmitidas respectivamente en seis símbolos OFDM. Los valores numéricos descritos anteriormente son a modo de ejemplo, y los valores numéricos se pueden modificar siempre que se cumpla  $M=L \cdot N$ .

10 En este momento, un procedimiento para diseñar una secuencia SSS con el fin de transmitir información es como sigue.

15 En LTE heredado, se indican 504 ID de celda física mediante una PSS y una SSS. Por contraste, en NB-IoT, una NB-SSS indica 504 ID de celda física. En LTE heredado, se transmite un PBCH en un periodo de 10 ms y se transmite una PSS/SSS en un periodo de 5 ms. Por lo tanto, dado que la PSS/SSS es transmitida dos veces durante el periodo de transmisión del PBCH, el número de una subtrama de transmisión de SSS se indica por medio de la SSS, y SSS1 y SSS2 que configuran la SSS se intercambian de acuerdo con la posición de la subtrama, indicando de ese modo el índice de subtrama. En NB-IoT, se transmite un NB-PBCH en un periodo de 80 ms, se transmite una NB-PSS en un periodo de 10 ms y se transmite una NB-SSS en un periodo mayor que el de la NB-PSS (por ejemplo, 20 ms o 40 ms). Si el periodo de transmisión de la NB-SSS es menor que el periodo de transmisión de NB-PBCH de 80 ms, el número de posiciones candidatas donde se puede transmitir la NB-SSS en el periodo de transmisión de NB-PBCH puede aumentar en comparación con LTE.

20 En resumen, la NB-SSS debería incluir una cantidad de información significativamente grande, tal como un ID de celda y un índice de trama de NB-SSS. Existe la necesidad de diseñar una NB-SSS que pueda simplificar la complejidad de recepción de un UE, incluyendo al mismo tiempo una gran cantidad de información.

25 A este respecto, en una realización de la presente invención, además del procedimiento de transmitir de manera divisional una secuencia larga en una serie de símbolos OFDM que se ha descrito haciendo referencia a la figura 8, la configuración de una NB-SSS se divide en varias secuencias. Más específicamente, la NB-SSS se puede configurar mediante una combinación de una secuencia de base, una secuencia de aleatorización, un desplazamiento cíclico y una secuencia de cobertura. Por ejemplo, una secuencia ZC de longitud L se genera como una secuencia de base, se multiplica elemento por elemento por una secuencia de aleatorización de longitud L, se somete a desplazamiento cíclico y se multiplica elemento por elemento por una secuencia de cobertura de longitud L.

La figura 9 es un diagrama que muestra un procedimiento para generar y transmitir una NB-SSS de acuerdo con una realización de la presente invención.

35 En la figura 9, se puede generar una primera secuencia ZC de longitud M.

Ecuación 4

$$S_{zc}(u, n) = e^{j \frac{\pi u n(n+1)}{M}},$$

donde, u: índice de raíz, n: índice de secuencia

40 Se supone que está secuencia ZC es lo suficientemente larga como para transmitir de manera divisional la NB-SSS en una serie de símbolos OFDM, como se describe anteriormente. En la presente realización,  $M = 132$  (12 subportadoras  $\times$  11 símbolos OFDM). En este caso, se pueden obtener 11 símbolos OFDM restando tres símbolos OFDM, en los que se puede transmitir un PDCCH, de 14 símbolos OFDM incluidos en una subtrama, tal como en la descripción anterior de la NB-PSS. El número de símbolos OFDM se puede modificar en función de la implementación del sistema.

45 En una secuencia ZC, los índices de raíz se pueden identificar cuando la longitud de una secuencia es un número primo. Por lo tanto, tal como se ha descrito anteriormente, en lugar de una secuencia ZC de longitud 132, se puede utilizar como la longitud de la secuencia ZC 131, que es el mayor número primo menor que 132. La secuencia ZC de longitud 131 se puede extender cíclicamente a una secuencia ZC de longitud 132, como sigue.

Ecuación 5

$$S_{zc}(u, n) = e^{j \frac{\pi u n^{n'}(n'+1)}{M}}$$

donde u: índice de raíz,

$$n = 0, 1, \dots, M$$

$$n' = n \bmod M$$

5 Tal como se ha descrito anteriormente, en un sistema NB-LTE, dado que se utiliza una secuencia específica como una NB-PSS, es necesario identificar 504 ID de celda mediante la NB-SSS y, por lo tanto, la secuencia ZC de longitud 131 es insuficiente para indicar 504 ID de celda. A este respecto, en una realización de la presente invención, tal como se muestra en la figura 9, la secuencia ZC es multiplicada por una secuencia de cobertura de longitud M en unidades de elemento, y esta secuencia de cobertura indica un número predeterminado de desplazamientos o índices de posición, de tal modo que la NB-SSS resultante indica todos los ID de celda. Por ejemplo, son necesarios por lo menos cuatro desplazamientos para indicar 504 ID de celda. Por consiguiente, en una realización de la presente invención, el número de índices de raíz de la secuencia ZC es de 126 menos que la longitud de M (131) y se pueden indicar  $126 \cdot 4 = 504$  ID de celda a través de la secuencia de cobertura, por la que se multiplica la secuencia ZC en unidades de elemento.

15 En la figura 9 se muestra la indicación de la posición de la NB-SSS utilizando la secuencia de cobertura de longitud M. Tal como se ha descrito anteriormente, la NB-SSS se puede transmitir menos frecuentemente que la NB-PSS y, por lo tanto, puede ser necesaria señalización de la misma. Como un procedimiento para transmitir, por medio de la NB-SSS, información sobre la posición en la que se transmite la NB-SSS, se puede utilizar un procedimiento para aplicar un desplazamiento cíclico a la secuencia ZC que se ha descrito anteriormente, además del procedimiento para transmitir la información sobre la posición de la NB-SSS a través de la secuencia de cobertura. En algunos casos, el desplazamiento descrito anteriormente es aplicable a la secuencia ZC, en lugar de a la secuencia de cobertura.

20 Tal como se ha descrito anteriormente, se pueden seleccionar 131 índices de raíz en la secuencia ZC de longitud 131. Sin embargo, si se utilizan cuatro desplazamientos para indicar 504 ID de celda, dado que solamente se seleccionan 126 índices de raíz de entre 131 índices de raíz, se pueden utilizar índices de raíz que tienen buen comportamiento entre los 131 índices de raíz.

25 La figura 10 es un diagrama que muestra un procedimiento para seleccionar índices de raíz de una secuencia ZC para utilizar en una NB-SSS, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Si se utiliza una sola secuencia ZC larga tras configurar una NB-SSS, se puede incrementar una PAPR aunque se utilice la secuencia ZC. La NB-SSS tiene una PAPR modificada de acuerdo con el índice de raíz. En particular, los índices de raíz bajos (índices de raíz altos emparentados con estos) y los índices de raíz medios pueden generar una PAPR alta.

30 Se pueden considerar diversas combinaciones que pueden expresar 504 PCID. Por ejemplo, se pueden considerar 126 índices de raíz x 4 índices adicionales, 84 índices de raíz x 6 índices adicionales, 42 índices de raíz x 12 índices adicionales, etc.

35 En una secuencia ZC de longitud 131, los índices de raíz 1, 130, 2, 129, 3, 128, 65, 66, 64, 67, etc. generan PAPR altas. (a) de la figura 10 muestra el caso en el que se utilizan índices de raíz que indican PAPR altas, y (b) de la figura 10 muestra el caso en el que se utilizan índices de raíz que indican PAPR bajas.

40 Si se utilizan 126 índices de raíz, se excluyen cuatro índices de raíz entre los índices de raíz 1 a 130. Por lo tanto, en una realización de la presente invención, se pueden excluir los índices de raíz que generan PAPR altas y se utilizan los índices 3 a 128. En este caso, se puede reducir la PAPR promedio. Es decir, en la presente realización, los índices de raíz de una secuencia ZC de longitud L utilizada para transmitir la NB-SSS se seleccionan entre M índices de raíz (siendo M menor que L) y los M índices de raíz no se seleccionan para un intervalo de [0, M-1] sino que se seleccionan a partir de [k, M+k-1] utilizando un desplazamiento predeterminado. Preferentemente, la secuencia ZC se selecciona entre 126 índices de raíz en un intervalo de [3, 128].

La descripción anterior se resumirá como sigue.

45 En un sistema de NB-LTE, una NB-SSS se puede transmitir en un periodo de 20 ms. Esta NB-SSS puede indicar 504 PCID y puede indicar las posiciones de transmisión de los 504 PCID en un intervalo de 80 ms.

Además, la secuencia de NB-SSS se genera utilizando una secuencia ZC de longitud 131 en el dominio de frecuencia. En este momento, se pueden seleccionar índices de raíz en un intervalo de [3, 128]. Esta secuencia ZC puede ser sometida a desplazamiento cíclico y, a continuación, multiplicada por una secuencia de aleatorización

binaria en unidades de elemento. En una estructura de este tipo 504 PCID pueden ser representados mediante 126 índices de raíz ZC y cuatro secuencias de aleatorización binarias. Además, la posición de la NB-SSS en el intervalo de 80 ms puede ser representada por cuatro valores de desplazamiento cíclico (por ejemplo, 0, 33, 66 y 99).

- 5 Las secuencias de aleatorización binaria utilizadas como la secuencia de cobertura pueden ser las siguientes secuencias de Hadamard.

Ecuación 6

$$b_q(n) = \text{Hadamard}_{2^q-1}^{128 \times 128}(\text{mod}(n, 128)), q = 0, 1, 2, 3$$

Usando esto, la NB-SSS se puede configurar como sigue.

Ecuación 7

$$\begin{aligned} - SSSu, q, k(n) &= Su(n) * b_q(n) * C_k(n) \\ - Su(n) &= e^{j \frac{\pi(u+3)n(n+1)}{131}}, n = 0, \dots, 131, u = 0, \dots, 125 \\ - b_q(n) &= \text{Hadamard}_{2^q-1}^{128 \times 128}(\text{mod}(n, 128)), n = 0, \dots, 131, q = 0, 1, 2, 3 \\ - C_k(n) &= e^{-j \frac{2\pi s k n}{132}}, n = 0, \dots, 131, k = 0, 1, 2, 3 \\ - u &= \text{mod}(\text{PCID}, 126), q = \left\lfloor \frac{\text{PCID}}{126} \right\rfloor, k = \text{Indicación de subtrama} \end{aligned}$$

A continuación se describirá una secuencia de Hadamard utilizada en la estructura descrita anteriormente.

- 10 La figura 11 es un diagrama que muestra un valor de correlación cruzada cuando se utiliza una secuencia de Hadamard específica en una NB-SSS, en una realización de la presente invención.

Tal como se muestra en la figura 11, una secuencia que tiene el mismo desplazamiento cíclico en el dominio de tiempo que la secuencia de Hadamard (por ejemplo, [1 1 1 1 ...], [1 -1 1 -1 ...]) puede tener malas propiedades de correlación cruzada.

- 15 Para resolver dicho problema, en una realización de la presente invención, cuando se utilizan cuatro secuencias seleccionadas a partir de las secuencias de Hadamard, se utilizan secuencias que no están incluidas en un desplazamiento cíclico en el dominio de tiempo. Por ejemplo, si se incluye [1 1 1 1 ...], [1 -1 1 -1 ...], etc. en el desplazamiento cíclico en el dominio de tiempo, 1 y 2 son secuencias compuestas de [1 1 1 1 ...], [1 -1 1 -1 ...] en una matriz de Hadamard y, por lo tanto, se excluyen. En este caso, tras  $q=0,1,2,3$  se puede seleccionar  $N (>= 4)$  veces  $q$ .

Ecuación 8

$$\begin{aligned} - SSSu, q, k(n) &= Su(n) * b_q(n) * C_k(n) \\ - Su(n) &= e^{j \frac{\pi(u+3)n(n+1)}{132}}, n = 0, \dots, 131, u = 0, \dots, 125 \\ - b_q(n) &= \text{Hadamard}_{5^q}^{128 \times 128}(\text{mod}(n, 128)), n = 0, \dots, 131, q = 0, 1, 2, 3 \\ - C_k(n) &= e^{-j \frac{2\pi s k n}{132}}, n = 0, \dots, 131, k = 0, 1, 2, 3 \end{aligned}$$

- 25 En otra realización de la presente invención, la secuencia de Hadamard es binaria. Si un desplazamiento cíclico en el dominio de tiempo se compone de un valor complejo, dado que se genera una secuencia de un dominio diferente al de la secuencia de Hadamard, se elimina la ambigüedad entre las dos secuencias. Por ejemplo, si un desplazamiento cíclico en el dominio de tiempo se compone de desplazamientos diferentes en número respecto de 33 desplazamientos en 132 muestras, la secuencia puede incluir una secuencia con un valor complejo. Los valores de desplazamiento en el dominio de tiempo que mantienen una distancia igual posible en una secuencia de longitud 132 son 32, 34, etc. Además, se pueden suponer 36 desplazamientos.

Si la secuencia de Hadamard y el desplazamiento cíclico en el dominio de tiempo se configuran en dominios diferentes, es aplicable como secuencia de Hadamard una secuencia completamente ortogonal o una secuencia cuasi-ortogonal.

5 Si una matriz de Hadamard 128 se extiende cíclicamente a 132, las secuencias de  $q=0, 1, 2$  y  $3$  son completamente ortogonales entre sí.

Las ecuaciones siguientes son ejemplos de las realizaciones. Además de los ejemplos siguientes, existen diversos ejemplos que satisfacen el principio descrito anteriormente.

Ecuación 9

$$\begin{aligned}
 & - SSSu, q, k(n) = Su(n) * bq(n) * Ck(n) \\
 & - Su(n) = e^{j \frac{\pi(u+s)n(n+1)}{128}}, n = 0, \dots, 131, u = 0, \dots, 125 \\
 & - bq(n) = Hadamard^{128 \times 128}_q(\text{mod}(n, 128)), n = 0, \dots, 131, q = 0, 1, 2, 3 \\
 & - C_k(n) = e^{-j \frac{2\pi s k n}{128}}, n = 0, \dots, 131, k = 0, 1, 2, 3 \\
 & u = \text{mod}(PCID, 126), q = \left\lfloor \frac{PCID}{126} \right\rfloor, k = \text{Indicación de subtrama}
 \end{aligned}$$

Ecuación 10

$$\begin{aligned}
 & - SSSu, q, k(n) = Su(n) * bq(n) * Ck(n) \\
 & - Su(n) = e^{j \frac{\pi(u+s)n(n+1)}{128}}, n = 0, \dots, 131, u = 0, \dots, 125 \\
 & - bq(n) = Hadamard^{128 \times 128}_{2^{q-1}}(\text{mod}(n, 128)), n = 0, \dots, 131, q = 0, 1, 2, 3 \\
 & - C_k(n) = e^{-j \frac{2\pi s k n}{128}}, n = 0, \dots, 131, k = 0, 1, 2, 3 \\
 & - u = \text{mod}(PCID, 126), q = \left\lfloor \frac{PCID}{126} \right\rfloor, k = \text{Indicación de subtrama}
 \end{aligned}$$

Ecuación 11

$$\begin{aligned}
 & - SSSu, q, k(n) = Su(n) * bq(n) * Ck(n) \\
 & - Su(n) = e^{j \frac{\pi(u+s)n(n+1)}{128}}, n = 0, \dots, 131, u = 0, \dots, 125 \\
 & - bq(n) = Hadamard^{128 \times 128}_{2^{q-1}}(\text{mod}(n, 128)), n = 0, \dots, 131, q = 0, 1, 2, 3 \\
 & - C_k(n) = e^{-j \frac{2\pi s k n}{128}}, n = 0, \dots, 131, k = 0, 1, 2, 3 \\
 & - u = \text{mod}(PCID, 126), q = \left\lfloor \frac{PCID}{126} \right\rfloor, k = \text{Indicación de subtrama}
 \end{aligned}$$

10





Un RB se define como  $N^{DL/UL}_{\text{symp}}$  (por ejemplo, 7) símbolos OFDM consecutivos en el dominio de tiempo y  $N^{RB}_{\text{sc}}$  (por ejemplo, 1) subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia. Como referencia, un recurso compuesto de un símbolo OFDM y una subportadora se denomina un elemento de recurso (RE, resource element) o tono. Por consiguiente, un RB se compone de  $N^{DL/UL}_{\text{symp}} \times N^{RB}_{\text{sc}}$  RE. Cada RE en la cuadrícula de recursos se puede definir de manera única mediante un par de índices ( $k, l$ ) en un intervalo.  $k$  indica un índice de 0 a  $N^{DL/UL}_{\text{RB}} \times N^{RB}_{\text{sc}} - 1$  en el dominio de frecuencia, y  $l$  indica un índice de 0 a  $N^{DL/UL}_{\text{symp}} - 1$  en el dominio de tiempo.

Al mismo tiempo, un RB se mapea a un bloque de recursos físicos (PRB) y un bloque de recursos virtuales (VRB, virtual resource block). El PRB está definido por  $N^{DL/UL}_{\text{symp}}$  (por ejemplo, 7) símbolos SC-FDM o símbolos OFDM consecutivos en el dominio de tiempo, y está definido por  $N^{RB}_{\text{sc}}$  (por ejemplo, 12) subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia. Por consiguiente, un PRB se compone de  $N^{DL/UL}_{\text{symp}} \times N^{RB}_{\text{sc}}$  RE. Dos RB localizados respectivamente en dos intervalos de la subtrama ocupando a la vez las mismas  $N^{RB}_{\text{sc}}$  subportadoras consecutivas en una subtrama se denominan un par PRB. Dos RB que configuran un par PRB tienen el mismo número de PRB (o índice PRB).

La figura 13 es un diagrama que muestra una estructura de subtrama de enlace descendente utilizada en un sistema de comunicación inalámbrica.

Haciendo referencia a la figura 13, una subtrama de DL está dividida en una zona de control y una zona de datos en el dominio de tiempo. Haciendo referencia a la figura 13, un máximo de tres (cuatro) símbolos OFDM de una parte delantera de un primer intervalo dentro de una subtrama corresponde a una zona de control a la que se asigna un canal de control. En adelante, una zona de recursos disponible para transmisión PDCCH en una subtrama de DL se denomina una zona PDCCH. Los restantes símbolos OFDM diferentes al símbolo o símbolos OFDM utilizados en la zona de control corresponden a una zona de datos a la que se asigna un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, Physical Downlink Shared Channel). En adelante, una zona de recursos disponible para transmisión PDSCH en una subtrama de DL se denomina una zona PDSCH. Ejemplos de canales de control de enlace descendente incluyen, por ejemplo, un canal físico indicador de formato de control (PCFICH, Physical Control Format Indicator Channel), un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH, Physical Downlink Control Channel), un canal físico indicador de solicitud de repetición automática híbrida (PHICH, Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel), etc. El PCFICH se transmite en un primer símbolo OFDM de una subtrama, y lleva información sobre el número de símbolos OFDM utilizados para transmitir el canal de control dentro de la subtrama. El PHICH transporta una señal de acuse de recibo (ACK)/acuse de recibo negativo (NACK) de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ, hybrid automatic repeat request), en respuesta a transmisión de enlace ascendente.

La información de control transmitida por medio del PDCCH se denomina información de control de enlace descendente (DCI, Downlink Control Information). La DCI incluye información de asignación de recursos y otra información de control para un UE o grupo de UE. La información de formato de transmisión y asignación de recursos de un canal compartido de DL (DL-SCH) se denomina asimismo información de planificación de DL o concesión de DL, y la información de formato de transmisión y asignación de recursos de un UL-SCH se denomina asimismo información de planificación de UL o concesión de UL. El tamaño y la utilización de la DCI transportada por un PDCCH se modifica de acuerdo con el formato DCI, y el tamaño de la DCI se puede modificar de acuerdo con la tasa de codificación. En el sistema LTE 3GPP actual, se definen los formatos 0 y 4 para enlace ascendente y se definen varios formatos 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 3, 3A, etc. para enlace descendente. De acuerdo con la utilización del formato DCI, cualquier combinación de información de control, tal como indicador de salto, asignación de RB, esquema de modulación y codificación (MCS, modulation and coding scheme), versión de redundancia (RV, redundancy version), indicador de nuevos datos (NDI, new data indicator), control de potencia de transmisión (TPC, transmit power control), señal de referencia de desmodulación de desplazamiento cíclico (DM RS), índice de UL, solicitud de información de calidad de canal (CQI, channel quality information), índice de asignación de DL, número de proceso HARQ, indicador de matriz de precodificación transmitida (TPMI, transmitted precoding matrix indicator), indicador de matriz de precodificación (PMI, precoding matrix indicator), etc., se transmite a un UE como información de control de enlace descendente.

Una serie de PDCCH pueden ser transmitidos en la zona de control. El UE puede monitorizar la serie de PDCCH. Un eNB determina un formato DCI de acuerdo con la DCI a transmitir a un UE y acopla comprobación de redundancia cíclica (CRC, cyclic redundancy check) a la DCI. La CRC es enmascarada (aleatorizada) con un identificador temporal de red radio (RNTI, Radio Network Temporary Identifier), según el propietario o el uso del PDCCH. Por ejemplo, si el PDCCH es para un UE específico, un RNTI de celda (C-RNTI) del UE puede ser enmascarado para la CRC. Alternativamente, si el PDCCH es para un mensaje de radiobúsqueda, un identificador temporal de red radio de radiobúsqueda (P-RNTI) puede ser enmascarado para la CRC. Si el PDCCH es para información de sistema (más específicamente, un bloque de información del sistema (SIB, system information block)), un RNTI de información del sistema (SI-RNTI) puede ser enmascarado para la CRC. Si el PDCCH es para respuesta de acceso aleatorio, un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI) puede ser enmascarado para la CRC. El enmascaramiento (o aleatorización) de CRC incluye la operación XOR de CRC y RNTI a nivel de bit, por ejemplo.

Los PDCCH son transmitidos como un agregado de uno o varios elementos de canal de control (CCE, control channel elements) consecutivos. El CCE es una unidad de asignación lógica utilizada para proporcionar a los

PDCCH una tasa de codificación basada en el estado de un canal radioeléctrico. El CCE corresponde a una serie de grupos de elementos de recursos (REG, resource element groups). Por ejemplo, un CCE corresponde a 9 REG y un REG corresponde a cuatro RE. Cuatro símbolos QPSK son mapeados a respectivos REG. Los RE ocupados por el RS no están incluidos en el REG. Por consiguiente, el número de REG dentro de un determinado símbolo OFDM varía dependiendo de si está presente un RS. El concepto del REG se utiliza incluso en otros canales de control de enlace descendente (es decir, PCFICH y PHICH). El formato DCI y el número de bits de DCI se determinan de acuerdo con el número de CCE. Los CCE son numerados y utilizados consecutivamente y, para simplificar un proceso de decodificación, un PDCCH que tiene un formato compuesto de  $n$  CCE puede comenzar solamente en un CCE que tiene un número correspondiente a un múltiplo de  $n$ . El número de CCE utilizados para la transmisión de un PDCCH específico se determina de acuerdo con el estado del canal, o mediante una red o un eNB. Por ejemplo, en el caso de un PDCCH para un UE que tiene un buen canal de DL (por ejemplo, adyacente a un eNB), solamente se puede utilizar un CCE. Sin embargo, en el caso de un PDCCH para un UE que tiene un mal estado de canal (por ejemplo, situado cerca de un borde de la celda), pueden ser necesarios 8 CCE para obtener una robustez suficiente. Además, el nivel de potencia del PDCCH se puede controlar de acuerdo con el estado del canal.

#### 15 Configuración del aparato

La figura 14 es un diagrama de bloques que muestra los componentes de un dispositivo de transmisión 10 y un dispositivo de recepción 20 para realizar las realizaciones de la presente invención.

El dispositivo de transmisión 10 y el dispositivo de recepción 20 incluyen unidades de radiofrecuencia (RF) 13 y 23 para transmitir o recibir una señal de radio que lleva información y/o datos, una señal y un mensaje, memorias 12 y 22 para almacenar diversa información asociada con comunicación en un sistema de comunicación inalámbrica, y procesadores 11 y 21 conectados operativamente a los componentes que incluyen las unidades de RF 13 y 23 y las memorias 12 y 22, y configurados para controlar las memorias 12 y 22 y/o las unidades de RF 13 y 23 para realizar, por lo menos, una de las realizaciones de la presente invención, respectivamente.

Las memorias 12 y 22 pueden almacenar programas para procesar y controlar los procesadores 11 y 21, y pueden almacenar temporalmente una señal de entrada/salida. Las memorias 12 y 22 se pueden utilizar como una memoria intermedia.

Los procesadores 11 y 21 controlan generalmente el funcionamiento global de los diversos módulos del dispositivo de transmisión y el dispositivo de recepción. En particular, los procesadores 11 y 21 pueden realizar una serie de funciones de control para llevar a cabo la presente invención. Los procesadores 11 y 21 se pueden denominar un controlador, un microcontrolador, un microprocesador, un microordenador, etc. Los procesadores 11 y 21 se pueden implementar mediante varios medios, por ejemplo, hardware, software inalterable, software, o una combinación de los mismos. En el caso de implementar realizaciones de la presente invención mediante hardware, en los procesadores 11 y 21 pueden estar incluidos circuitos integrados de aplicación específica (ASIC, application specific integrated circuits), procesadores de señal digital (DSP, Digital signal processors), dispositivos de procesamiento de señal digital (DSPD, digital signal processing devices), dispositivos de lógica programable (PLD, programmable logic devices), matrices de puertas programables in situ (FPGA, field programmable gate arrays), etc., configurados para llevar a cabo las realizaciones de la presente invención. Si se implementan operaciones o funciones de realizaciones de la presente invención mediante software inalterable o software, el software inalterable o el software puede estar configurado para incluir módulos, procedimientos, funciones, etc., para llevar a cabo las funciones u operaciones de las realizaciones de la presente invención. El software inalterable o software configurado para llevar a cabo realizaciones de la presente invención puede estar incluido en los procesadores 11 y 21, o almacenado en las memorias 12 y 22 para hacerlo operativo mediante los procesadores 11 y 21.

El procesador 11 del dispositivo de transmisión 10 lleva a cabo codificación y modulación con respecto a una señal y/o datos que son planificados por un procesador 11 o un planificador conectado al procesador 11 para ser transmitidos a un dispositivo externo, y transmite la señal y/o los datos a la unidad de RF 13. Por ejemplo, el procesador 11 transforma un flujo de datos a transmitir en  $K$  capas mediante desmultiplexación y codificación de canal, aleatorización, modulación, etc. El flujo de datos codificados se denomina asimismo una palabra de código y es equivalente a un bloque de transporte, que es un bloque de datos proporcionado por una capa de control de acceso al medio (MAC, medium access control). Un bloque de transporte (TB, transport block) se codifica en una palabra de código, y cada palabra de código se transmite al receptor en forma de una o varias capas. Para conversión ascendente de frecuencia, la unidad de RF 13 puede incluir un oscilador. La unidad de RF 13 puede incluir  $N_t$  (siendo  $N_t$  un entero positivo) antenas de transmisión.

El procesamiento de señal del dispositivo de recepción 20 es el inverso del procesamiento de señal del dispositivo de transmisión 10. Bajo el control del procesador 21, la unidad de RF 23 del dispositivo de recepción 20 recibe una señal radioeléctrica transmitida por el dispositivo de transmisión 10. La unidad de RF 23 puede incluir  $N_r$  (siendo  $N_r$  un entero positivo) antenas de recepción, y la unidad de RF 23 lleva a cabo conversión descendente de frecuencia con respecto a cada señal recibida por medio de cada antena de recepción, y restablece una señal de banda base. La unidad de RF 23 puede incluir un oscilador para conversión descendente de frecuencia. El procesador 21 puede llevar a cabo decodificación y desmodulación con respecto a la señal de radio recibida por medio de las antenas del receptor, y restablecer los datos originales transmitidos mediante el dispositivo de transmisión 10.



5 Cada una de las unidades de RF 13 y 23 incluye una o varias antenas. Las antenas sirven para transmitir las señales procesadas por las unidades de RF 13 y 23 a dispositivos externos, o para recibir señales de radio desde dispositivos externos y enviar las señales de radio a las unidades de RF 13 y 23 bajo el control de los procesadores 11 y 21, de acuerdo con una realización de la presente invención. Las antenas se denominan asimismo puertos de antena. Cada antena se puede componer de una antena física o de una combinación de más de un elemento de antena física. La señal transmitida por cada antena no se descompone mediante el dispositivo de recepción 20. Una señal de referencia (RS, reference signal) transmitida en correspondencia con la antena define la antena desde el punto de vista del dispositivo de recepción 20 y permite al dispositivo de recepción 20 realizar una estimación de canal de la antena, independientemente de si el canal es un único canal de radio procedente de una sola antena física, o un canal compuesto procedente de una serie de elementos de antena física que incluyen las anteriores antenas. Es decir, la antena se define de tal modo que el canal para suministrar un símbolo sobre la antena se obtiene a partir del canal para suministrar otro símbolo sobre la misma antena. En el caso de la unidad de RF que soporta una función de múltiple entrada múltiple salida (MIMO, multiple input multiple output) para transmitir y recibir datos utilizando una serie de antenas, pueden estar conectadas dos o más antenas.

10  
15 En las realizaciones de la presente invención, un UE funciona como el dispositivo de transmisión 10 en enlace ascendente y funciona como el dispositivo de recepción 20 en enlace descendente. En las realizaciones de la presente invención, un eNB funciona como el dispositivo de recepción 20 en enlace ascendente y funciona como el dispositivo de transmisión 10 en enlace descendente. A continuación, el procesador, la unidad de RF y la memoria incluidos en el UE se denominan respectivamente un procesador del UE, una unidad de RF del UE y una memoria del UE, y el procesador, la unidad de RF y la memoria incluidos en el eNB se denominan respectivamente un procesador del eNB, una unidad de RF del eNB y una memoria del eNB.

20  
25 La descripción detallada de las realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo se ha proporcionado para permitir a los expertos en la materia implementar y practicar la invención. Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a las realizaciones a modo de ejemplo, los expertos en la materia apreciarán que se pueden realizar en la presente invención diversas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la invención descrita en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la invención no se deberá limitar a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, si no que se deberá ser acorde con el máximo alcance consistente con los principios y características nuevas dadas a conocer en el presente documento.

30 La presente invención es aplicable a varios sistemas inalámbricos que soportan comunicación de banda estrecha para proporcionar un servicio IoT además de a un sistema de comunicación inalámbrica para proporcionar un servicio IoT en base a un sistema LTE.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para que una estación base (10) transmita una señal de sincronización de banda estrecha a uno o varios equipos de usuario, UE, en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:
- transmitir una señal de sincronización principal de banda estrecha utilizando una primera secuencia de Zadoff-Chu; y
- 5 transmitir una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha,
- estando el procedimiento caracterizado por que:
- la señal de sincronización principal utiliza una única secuencia de la primera secuencia de Zadoff-Chu,
- un índice de raíz de la primera secuencia de Zadoff-Chu está fijo,
- 10 la señal de sincronización secundaria de banda estrecha se genera multiplicando una secuencia de cobertura, elemento por elemento, por una secuencia que se genera mediante desplazamiento de fase de una secuencia de base,
- la secuencia de base se genera en base a una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada L en un dominio de frecuencia, y
- 15 un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu se selecciona entre M índices de raíz dentro de un intervalo de k a k+M-1, en términos de un desplazamiento predeterminado k, donde M<L.
2. El procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la secuencia de base tiene una longitud N mayor que la longitud L mediante extensión cíclica de la segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene la longitud L.
3. El procedimiento, según la reivindicación 2, en el que los N elementos de la secuencia específica son transmitidos
- 20 en P símbolos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales, OFDM, dado que cada uno de Q elementos de los N elementos están mapeados a cada uno de los P símbolos OFDM, donde P y Q son números naturales mayores que 1, y donde P\*Q=N.
4. El procedimiento, según la reivindicación 3, en el que P es 11, Q es 12 y N es 132.
5. El procedimiento, según la reivindicación 4, en el que L es 131, M es 126 y k es 3.
- 25 6. El procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que la segunda secuencia de Zadoff-Chu se define como:
- $$S_{zc}(u, n) = e^{j \frac{\pi u n(n+1)}{L}}$$
- donde  $n = 0, \dots, 130$ ,  $L = 131$
- donde u indica el índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu y satisface  $u \in \{3, \dots, 128\}$ .
- 30 7. El procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que la secuencia de cobertura es una secuencia de Hadamard que tiene una longitud R igual o menor que L.
8. El procedimiento, según la reivindicación 7,
- en el que una de cuatro secuencias de Hadamard se selecciona como la secuencia de cobertura, y
- en el que las cuatro secuencias de Hadamard incluyen las 0-ésima, X-ésima, I-ésima y Z-ésima secuencias de
- 35 Hadamard que tienen la longitud R, y en el que la X-ésima, I-ésima y Z-ésima secuencias de Hadamard no corresponden a la primera, la segunda y la tercera secuencias de Hadamard que tienen la longitud R.
9. El procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que la señal de sincronización de banda estrecha es transmitida para llevar a cabo funcionamiento de comunicación de internet de las cosas, IoT, a través de una banda estrecha correspondiente a una parte de un ancho de banda de sistema, del sistema de comunicación
- 40 inalámbrica.
10. Un procedimiento, para que un equipo de usuario, UE, (20) reciba una señal de sincronización de banda estrecha desde una estación base en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:
- recibir una señal de sincronización principal de banda estrecha configurada en forma de una primera secuencia de Zadoff-Chu; y

recibir una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha,

estando el procedimiento caracterizado por que está adaptado específicamente para recibir señales, de las que:

la señal de sincronización principal utiliza una única secuencia de la primera secuencia de Zadoff-Chu,

5 un índice de raíz de la primera secuencia de Zadoff-Chu está fijo,

la señal de sincronización secundaria de banda estrecha es recibida en forma de una secuencia generada i) mediante desplazamiento de fase de una secuencia de base, y ii) multiplicando una secuencia de cobertura, elemento por elemento, por la secuencia de base desplazada en fase,

10 la secuencia de base se genera en base a una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada L en un dominio de frecuencia, y

un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu se selecciona entre M índices de raíz dentro de un intervalo de k a k+M-1, en términos de un desplazamiento predeterminado k, donde M<L.

11. El procedimiento, según la reivindicación 10, en el que la secuencia de base tiene una longitud N mayor que la longitud L mediante extensión cíclica de la segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene la longitud L.

15 12. El procedimiento, según la reivindicación 11, en el que los N elementos de la secuencia específica son recibidos en P símbolos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales, OFDM, dado que cada uno de Q elementos de los N elementos están mapeados a cada uno de los P símbolos OFDM, donde P y Q son números naturales mayores que 1, y donde P\*Q=N.

20 13. El procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la segunda secuencia de Zadoff-Chu tiene la forma de:

$$S_{zc}(u, n) = e^{j \frac{\pi u n (n+1)}{L}} ;$$

donde  $n = 0, \dots, L-1$ ,  $L = 131$

donde u indica el índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu y satisface  $u \in \{3, \dots, 128\}$ .

25 14. Una estación base (10) para transmitir una señal de sincronización de banda estrecha a uno o varios equipos de usuario, UE, (20) en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo la estación base (10):

un procesador (11) configurado para generar una señal de sincronización principal de banda estrecha utilizando una primera secuencia de Zadoff-Chu y para generar una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha; y

30 un transceptor (13) configurado para transmitir la señal de sincronización principal de banda estrecha y la señal de sincronización secundaria de banda estrecha generadas por el procesador (11) a uno o varios UE (20),

estado la estación base (10) caracterizada por que:

el procesador (11) está configurado además para utilizar una única secuencia de la primera secuencia de Zadoff-Chu para generar la señal de sincronización principal, donde el índice de raíz de la primera secuencia de Zadoff-Chu está fijo,

35 el procesador (11) está configurado además para generar la señal de sincronización secundaria de banda estrecha multiplicando una secuencia de cobertura, elemento por elemento, por una secuencia que es generada por desplazamiento de fase de una secuencia de base, donde la secuencia de base se genera en base a una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada L en un dominio de frecuencia, y

40 el procesador (11) está configurado además para seleccionar un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu de entre M índices de raíz dentro de un intervalo de k a k+M-1, en términos de un desplazamiento predeterminado k, donde M<L.

15. Un equipo de usuario, UE, (20) para recibir una señal de sincronización de banda estrecha desde una estación base (10) en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo el UE (20):

45 un transceptor (23) configurado para recibir una señal de sincronización principal de banda estrecha configurada en forma de una primera secuencia de Zadoff-Chu, y para recibir una señal de sincronización secundaria de banda estrecha que indica una identidad de celda de banda estrecha; y

un procesador (21) configurado para procesar la señal de sincronización principal de banda estrecha y la señal de sincronización secundaria de banda estrecha recibidas por el transceptor (23),

estando el UE (20) caracterizado por que:

5 el procesador (21) está configurado además para procesar la señal de sincronización principal generada en base a una única secuencia de la primera secuencia de Zadoff-Chu, donde el índice de raíz de la primera secuencia de Zadoff-Chu está fijo,

10 el procesador (21) está configurado además para procesar la señal de sincronización secundaria en la forma de una secuencia generada i) por desplazamiento de fase de una secuencia de base, y ii) multiplicando una secuencia de cobertura, elemento por elemento, por la secuencia de base desplazada en fase, y donde la secuencia de base se genera en base a una segunda secuencia de Zadoff-Chu que tiene una longitud predeterminada L en un dominio de frecuencia, y

el procesador (21) está configurado además para detectar un índice de raíz de la segunda secuencia de Zadoff-Chu de entre M índices de raíz dentro de un intervalo de k a k+M-1, en términos de un desplazamiento predeterminado k, donde  $M < L$ .

15

FIG. 1

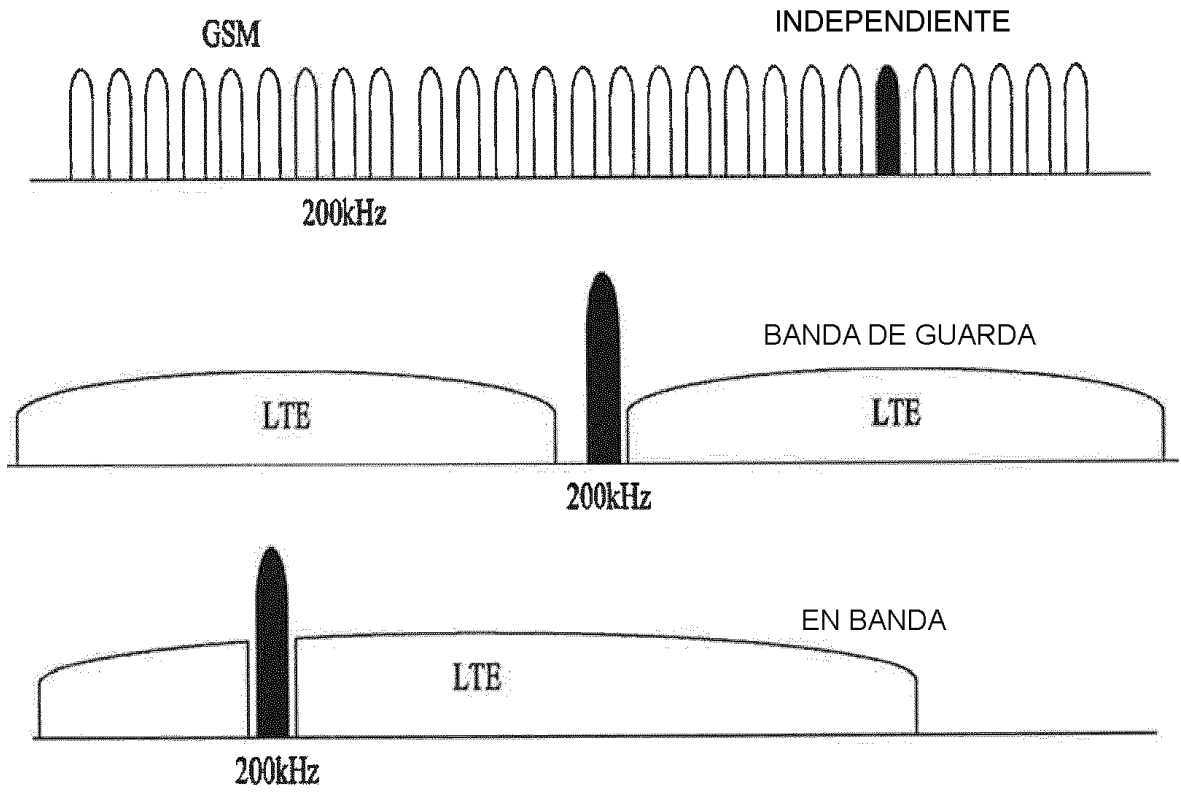


FIG. 2

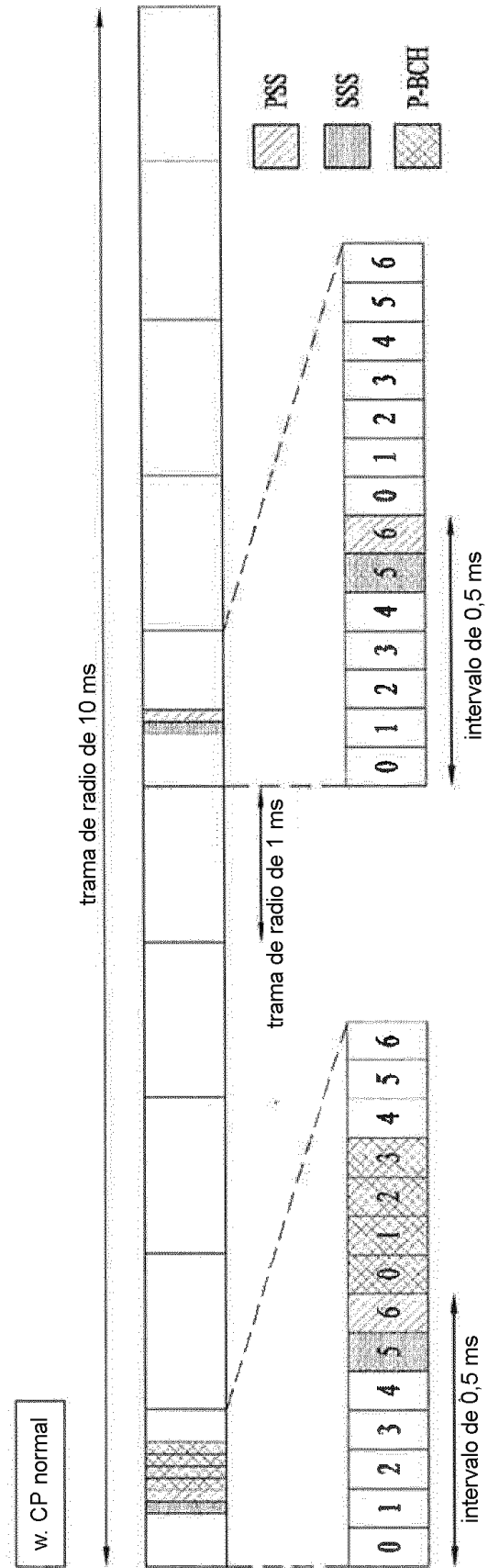


FIG. 3

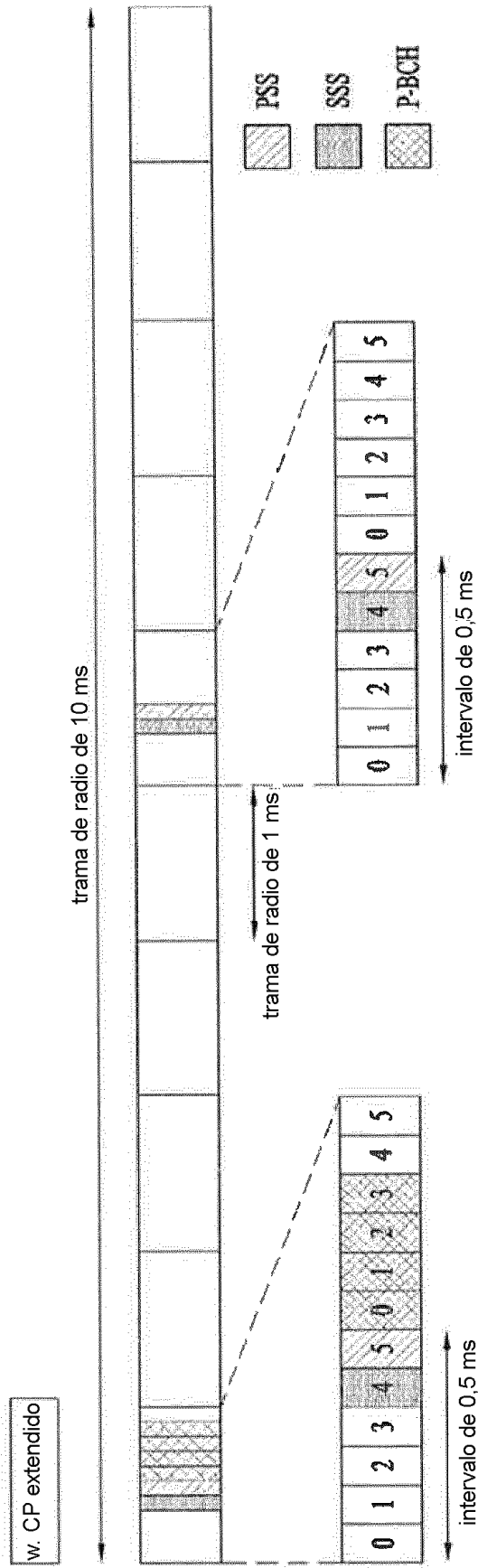


FIG. 4

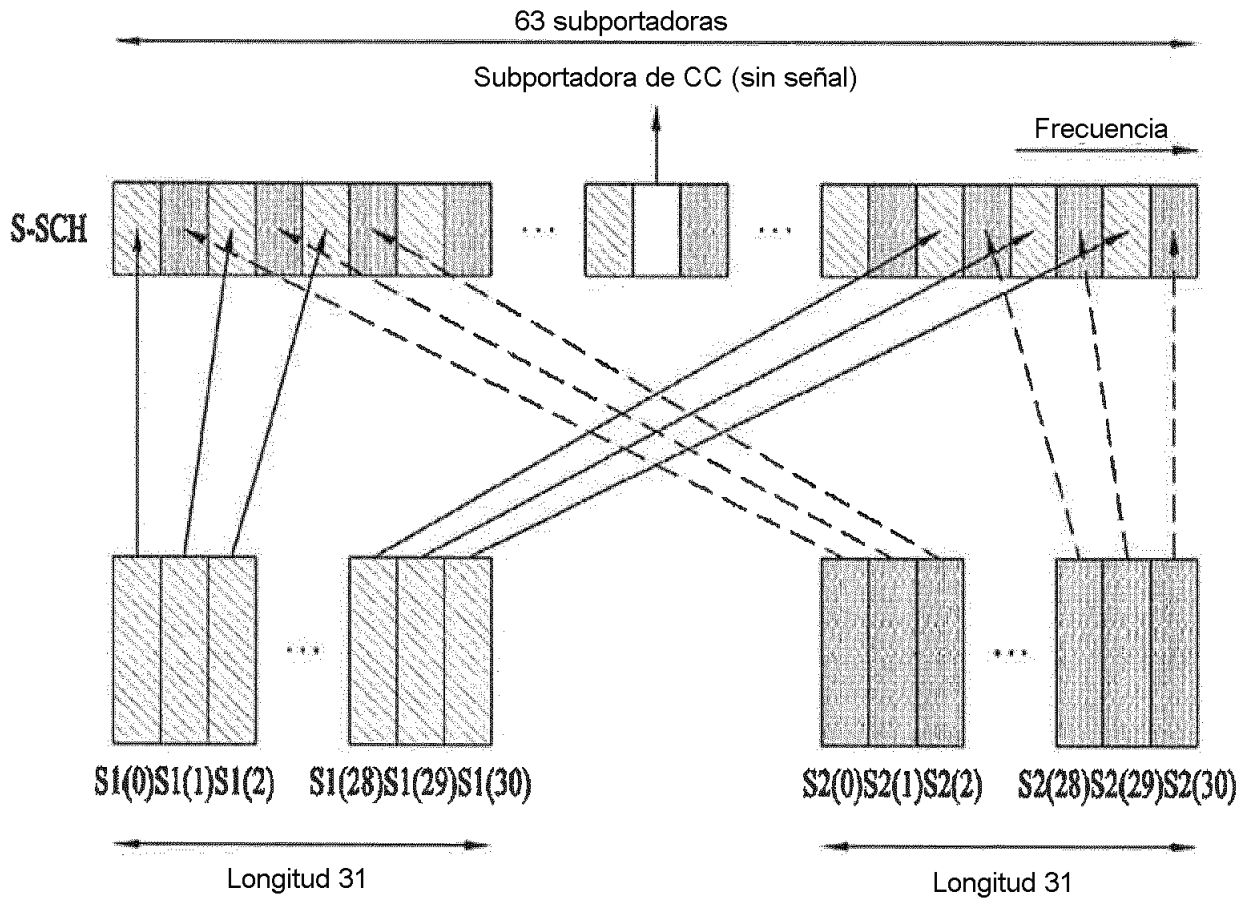
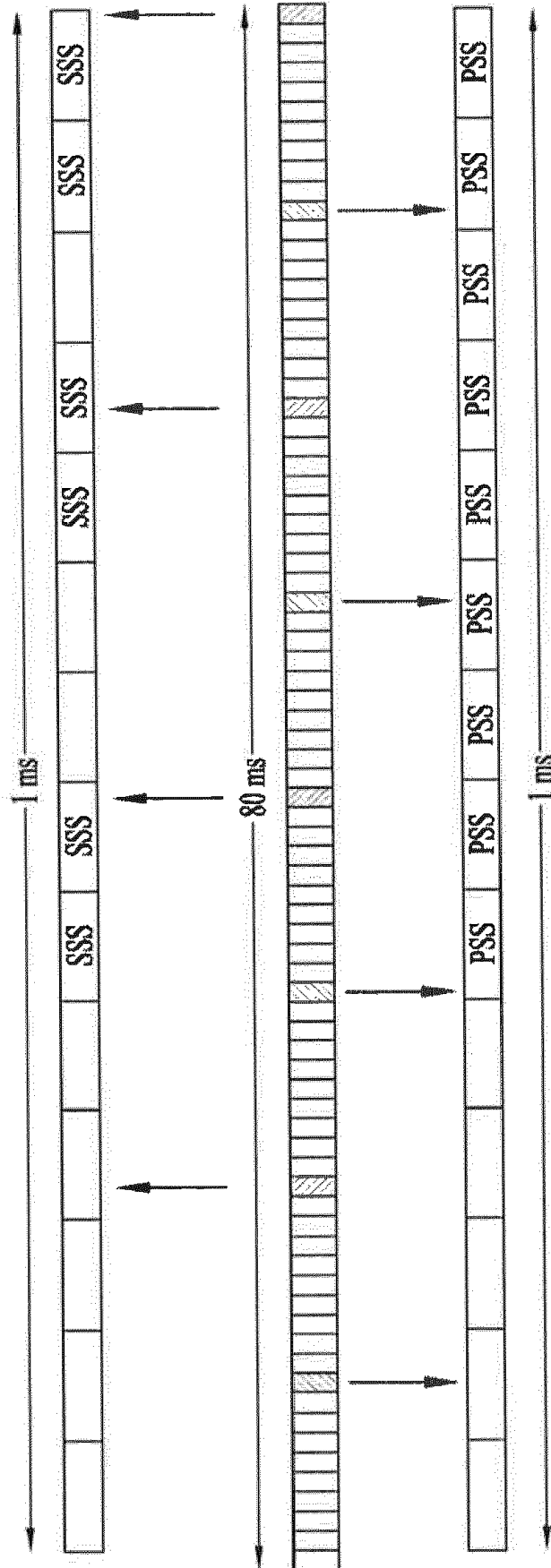
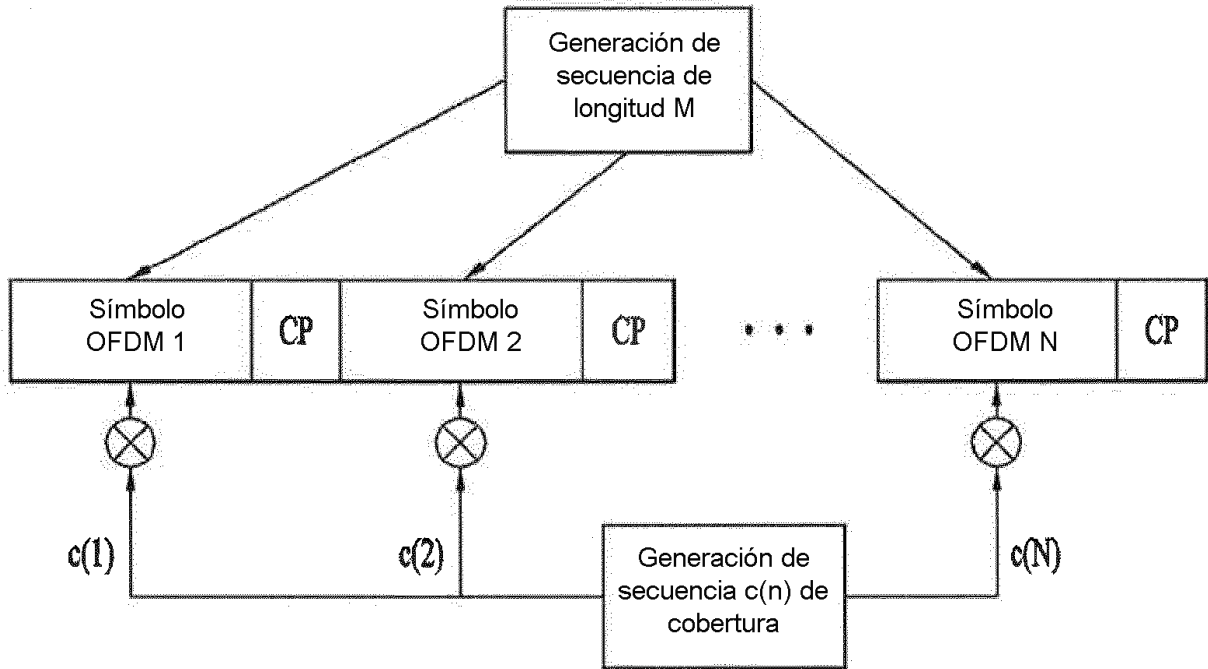




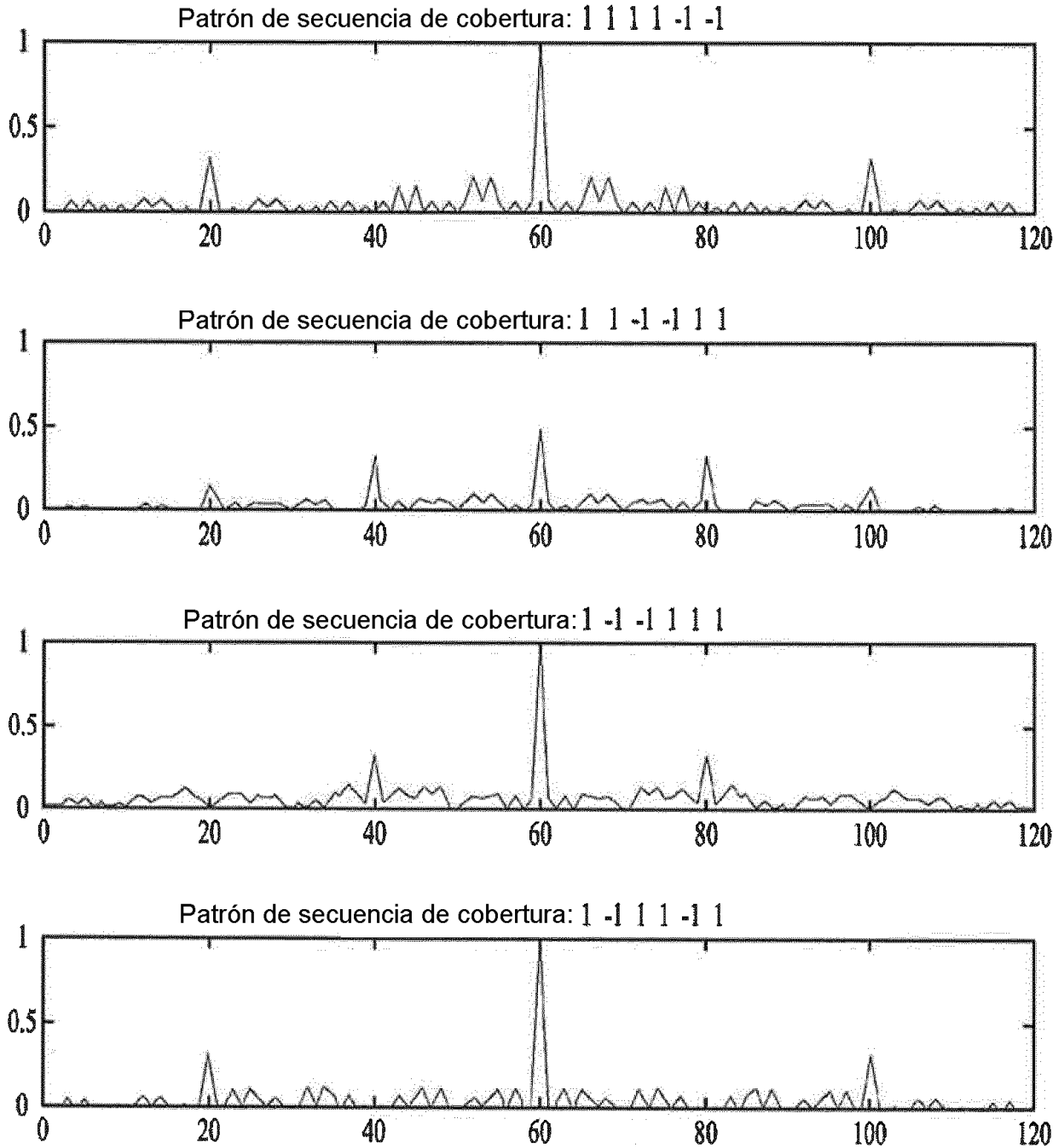
FIG. 5



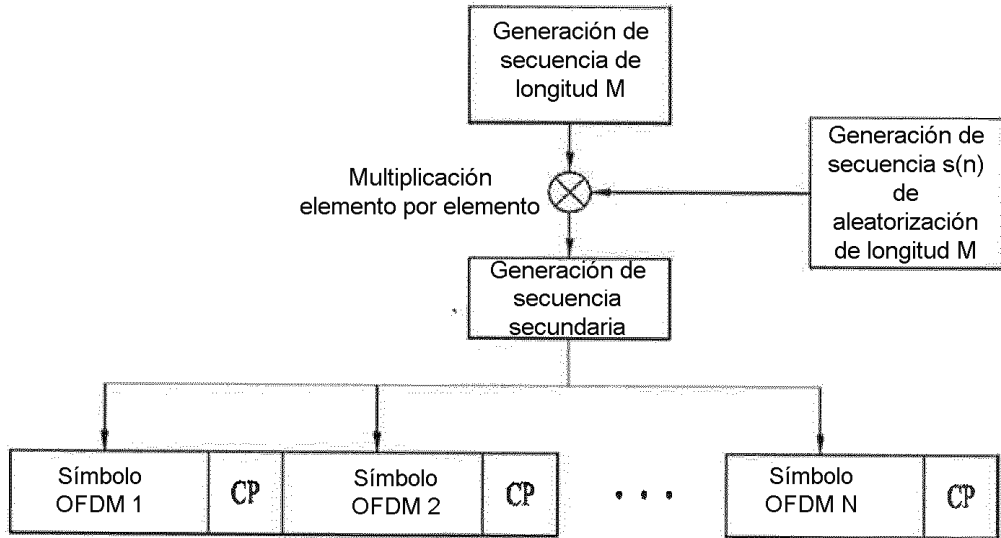
**FIG. 6**



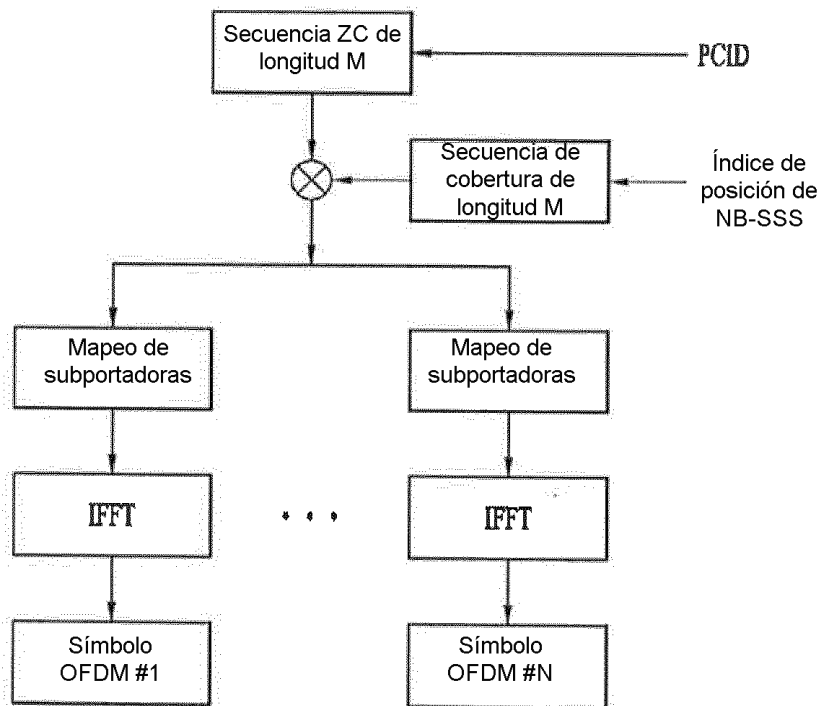
**FIG. 7**



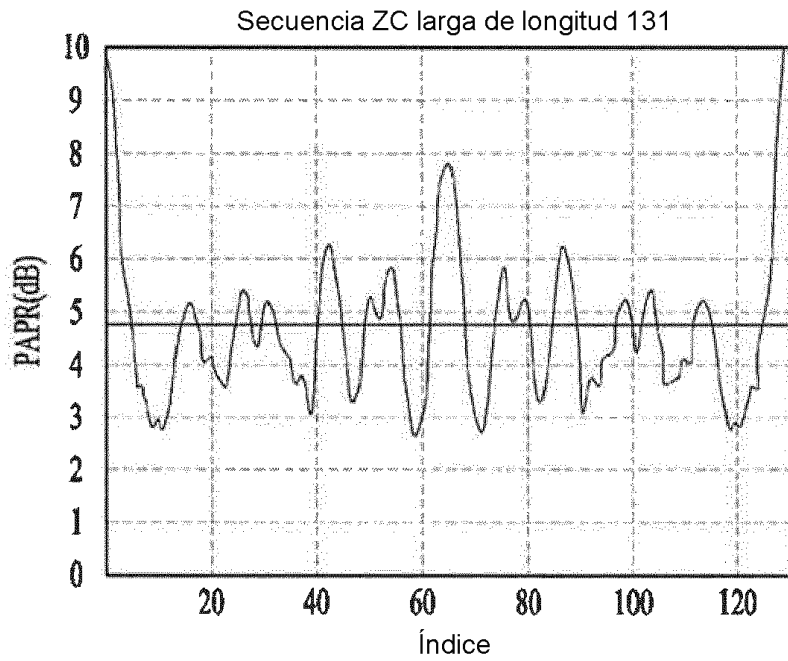
**FIG. 8**



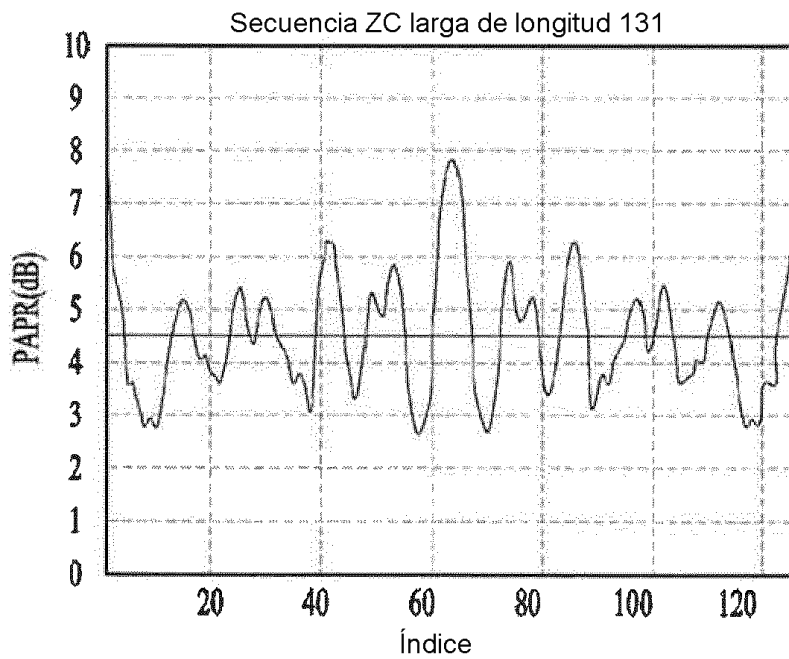
**FIG. 9**



**FIG. 10**



(a)



(b)

**FIG. 11**

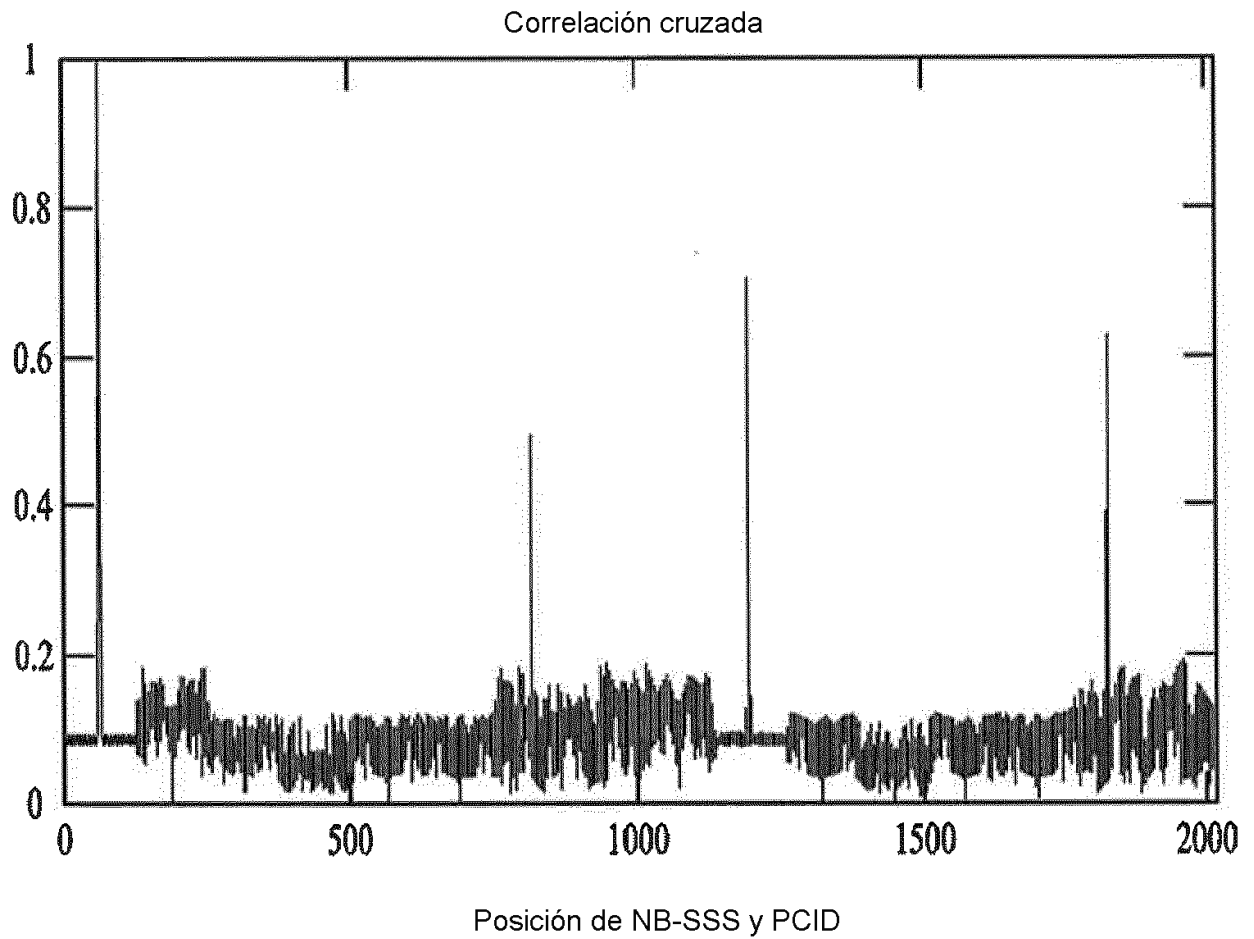
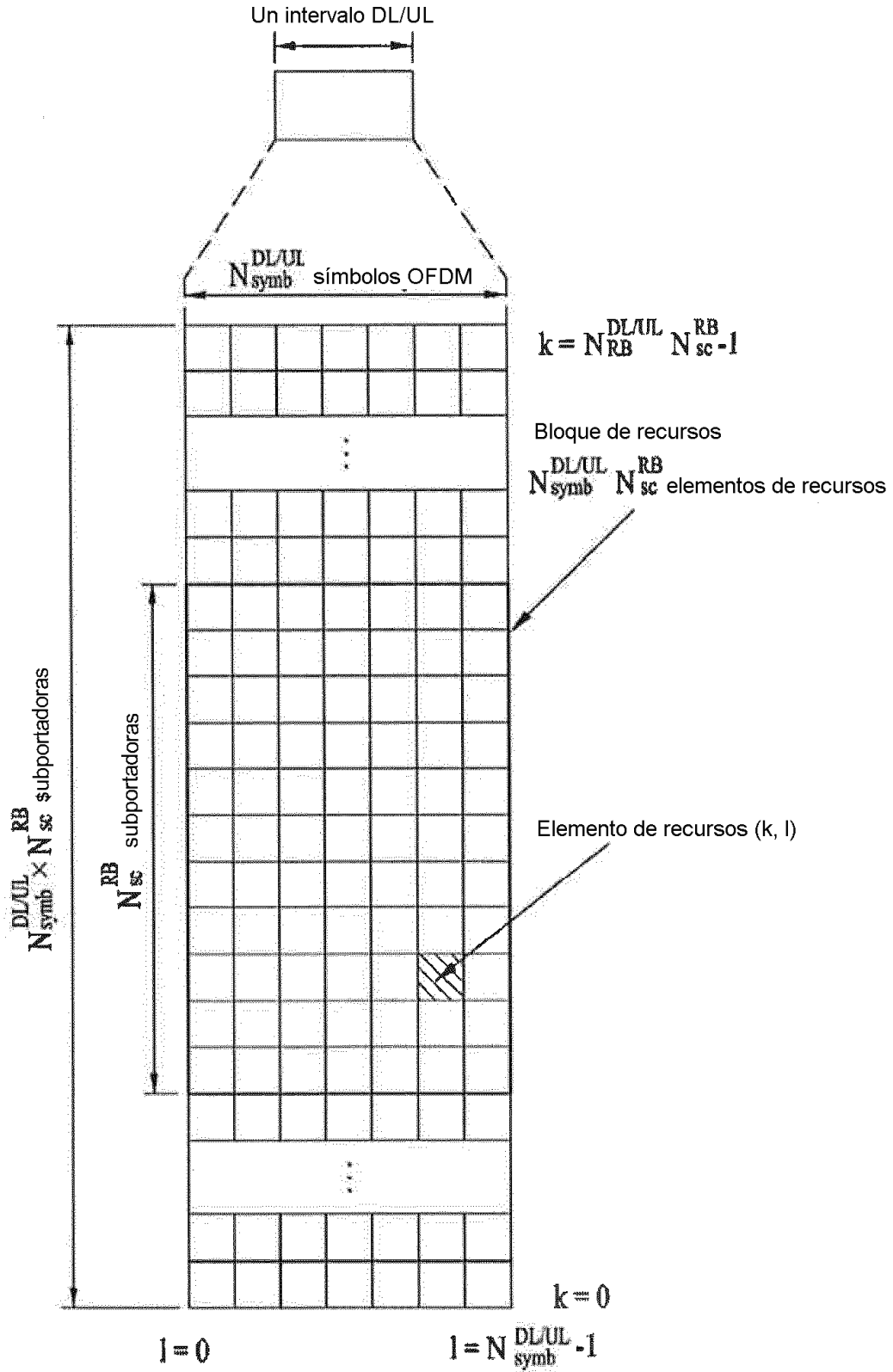
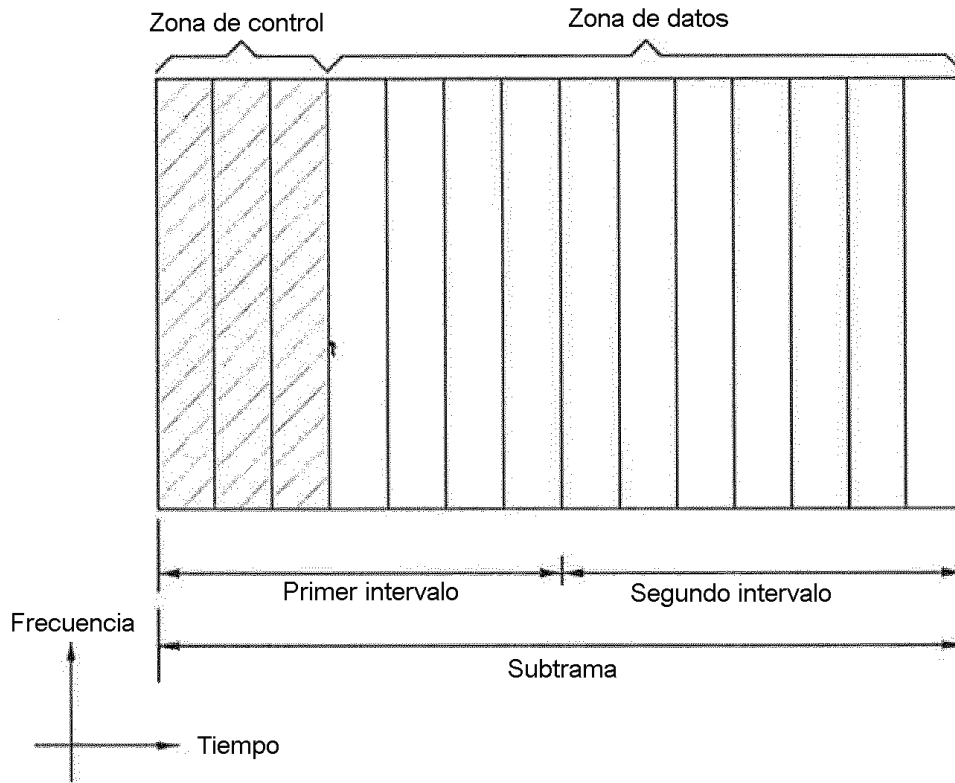


FIG. 12



**FIG. 13**



**FIG. 14**

