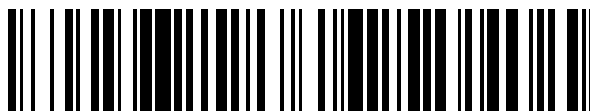


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 744**

51 Int. Cl.:

H04B 1/7143 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2017 PCT/SE2017/050072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17131577**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2017 E 17703811 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 3408943**

54 Título: **Salto de frecuencia para acceso aleatorio**

30 Prioridad:

29.01.2016 US 201662288436 P
29.01.2016 US 201662288633 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.07.2020

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
Unit 32, the Hyde Building The Park,
Carrickmines
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

LIN, XINGQIN;
SHOKRI RAZAGHI, HAZHIR;
BERGMAN, JOHAN;
SUI, YUTAO;
GRÖVLEN, ASBJÖRN;
BLANKENSHIP, YUFEI;
ADHIKARY, ANSUMAN y
WANG, YI-PIN ERIC

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 775 744 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

Salto de frecuencia para acceso aleatorio

Solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud reivindica prioridad a la Solicitud de Patente Provisoria de los Estados Unidos con Número de Serie 62/288436 presentada el 29 de enero de 2016, y la Solicitud de Patente Provisoria de los Estados Unidos con Número de Serie 62/288633 presentada el 29 de enero de 2016.

Antecedentes

10 La Sociedad en Red e Internet de las Cosas (IoT) están asociadas con los nuevos requisitos en las redes celulares, por ejemplo, con respecto al costo del dispositivo, duración de la batería y cobertura. Para reducir el costo del dispositivo y el módulo, es altamente deseable el uso de una solución de sistema en un chip (SoC) con amplificador de potencia integrado (PA). Sin embargo, es factible que la tecnología de PA del estado de la técnica actual permita una potencia de transmisión de 20-23 dBm cuando el PA esté integrado a SoC. Esta restricción limita la "cobertura" de enlace ascendente, que se relaciona con la cantidad permitida de pérdida de trayectoria entre el terminal de usuario y la estación base. Para maximizar la cobertura alcanzable por un PA integrado, es necesario reducir el retroceso de PA. Se requiere retroceso de PA cuando la señal de comunicación tiene relación de potencia de pico a promedio (PAPR) no de unidad. Cuanto mayor es la PAPR, se requiere mayor retroceso de PA. Un mayor retroceso de PA también da lugar a una menor eficiencia de PA, y, por lo tanto, a un menor tiempo de vida útil de la batería del dispositivo. Por lo tanto, para IoT inalámbrica y otras tecnologías, el diseño de una señal de comunicación de enlace ascendente con una PAPR tan baja como sea posible es críticamente importante para lograr los objetivos de rendimiento con relación al costo del dispositivo, vida útil de la batería y cobertura.

20 3GPP se encuentra en un procedimiento de estandarización las tecnologías de IoT de Banda Estrecha (NB-IoT). Existe un fuerte apoyo del ecosistema de LTE existente (vendedores y operadores) para la evolución de las especificaciones de LTE existentes de modo que incluyan características de NB-IoT deseadas. Sin embargo, LTE de enlace ascendente se basa en una modulación de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) para los datos de enlace ascendente y canales de control, y señal de Zadoff-Chu para acceso aleatorio. Debido al menos en parte a las propiedades de PAPR de estas señales, sigue habiendo una necesidad de mejora de acceso de enlace ascendente.

25 Un ejemplo de la tecnología de la técnica anterior es proporcionado por HUAWEI ET AL: "NB-PRACH design", 3GPP DRAFT; R1-160025, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCE, vol. RAN WG1, no. Budapest, HU; 20160118 - 20160120 17 January 2016 (2016-01-17), XP051053348. El documento describe un diseño NB-IoT, NB-PRACH con un patrón de salto de frecuencia de un tono individual optimizado. Un patrón de salto de 2 niveles se usa con 2 tamaños de etapa de salto fijo diferentes usados para diferentes grupos de símbolos.

30 Otro ejemplo es ERICSSON: "NB-IoT - Design Considerations for Single Tone Frequency Hopped NB-PRACH", 3GPP DRAFT; R1-160093 - NB-IOT - DESIGN CONSIDERATIONS FOR SINGE TONE FREQUENCY HOPPED NB-PRACH, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921, vol. RAN WG1, no. Budapest, HU; 20160118 - 20160120 12 January 2016 (2016-01-12), XP051064706. En este documento se discuten las compensaciones involucradas en el establecimiento de la distancia de salto en NB-PRACH con salto de frecuencia de tono individual saltaron para NB-IoT.

Sumario

35 Un procedimiento de la presente memoria se implementa por un equipo de usuario configurado para uso en un sistema de comunicación inalámbrica. El procedimiento comprende generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El procedimiento también comprende transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

40 En ciertas realizaciones, el procedimiento comprende seleccionar aleatoriamente un tono individual en el que transmitir un primero de los múltiples grupos de símbolos, y seleccionar los tonos individuales en los que transmitir respectivamente los posteriores de los múltiples grupos de símbolos de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia.

45 Las realizaciones de la presente memoria también incluyen un procedimiento correspondiente implementado por un nodo de red de radio. El procedimiento comprende recibir una señal desde un dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, un equipo de usuario). El procedimiento comprende además procesar la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de

salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

5 En ciertas realizaciones, el procedimiento realizado por el nodo de red de radio comprende, además, recibir una o más otras señales de uno o más otros equipos de usuario, y procesar las una o más otras señales en un intento de detectar una o más otras señales de preámbulo de acceso aleatorio multiplexadas en frecuencia con la señal de preámbulo de acceso aleatorio, de acuerdo con diferentes patrones de salto de frecuencia.

10 Las realizaciones incluyen además un procedimiento implementado por un nodo de red en un sistema de comunicación inalámbrica para configurar un equipo de usuario para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El procedimiento comprende generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con los que el equipo de usuario ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente. El patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos. El procedimiento comprende además transmitir la información de configuración al equipo de usuario.

15 En ciertas realizaciones, el procedimiento implementado por el nodo de red comprende además configurar múltiples bandas de frecuencia diferentes en las que se han de transmitir señales de preámbulo de acceso aleatorio para diferentes tipos de equipos de usuario, en el que las diferentes bandas de frecuencia tienen diferentes números de tonos.

Alternativa o adicionalmente al procedimiento implementado por el nodo de red, la información de configuración puede indicar al menos un parámetro que indica la banda del equipo de usuario en que se ha de transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio y/o un número de tonos en la banda.

25 En ciertas realizaciones, la distancia de frecuencia pseudoaleatoria es una función de:

$$f_{hop}(i) = (f_{hop}(i-1) + (\sum_{k=i*10+1}^{i*10+9} c(k) * 2^{k-(i*10+1)}) \bmod (N_b^{sc} - 1) + 1) \bmod N_b^{sc},$$

30 en la que $i = \frac{t}{T}$, en la que t es un índice de grupo de símbolos, en la que la señal de preámbulo de acceso aleatorio salta una distancia de frecuencia pseudoaleatoria cada T grupos de símbolos, en la que N_b^{sc} es un número de tonos dentro de los que se define el salto para la señal de preámbulo de acceso aleatorio, y $c(k)$ es una secuencia pseudoaleatoria. En otras realizaciones, la distancia de frecuencia pseudoaleatoria es una función de:

$$f_{hop}(i) = (f_{hop}(i-1) + (\sum_{k=i*10+1}^{i*10+9} c(k) * 2^{k-(i*10+1)}) \bmod (N_b^{sc} - 1) + 1) \bmod N_b^{sc},$$

35 en la que N_b^{sc} es un número de tonos dentro del que se define el salto para la señal de preámbulo de acceso aleatorio, en la que $c(k)$ es una secuencia pseudoaleatoria, y en la que $i = 0, 1, 2, \dots$ es un índice de saltos de frecuencia pseudoaleatoria consecutivos en el patrón de salto de frecuencia. En una o ambas de estas realizaciones, la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ puede comprender una secuencia de longitud M_{PN} , en la que $k = 0, 1, \dots, M_{PN} - 1$, y se define por

$$c(k) = (x_1(k + N_C) + x_2(k + N_C)) \bmod 2$$

$$x_1(k + 31) = (x_1(k + 3) + x_1(k)) \bmod 2$$

$$x_2(k + 31) = (x_2(k + 3) + x_2(k + 2) + x_2(k + 1) + x_2(k)) \bmod 2$$

En la que $N_C = 1600$, $x_1(0) = 1$, $x_1(k) = 0, k = 1, 2, \dots, 30$, $c_{init} = N_{ID}^{N_{cell}}$, $N_{ID}^{cell} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)}$, en la que N_{ID}^{cell} es una identidad de celda de la capa física.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, la distancia de frecuencia pseudoaleatoria puede ser una función de una identidad de celda (por ejemplo, una identidad de celda de la capa física de banda estrecha).

Alternativa o adicionalmente, la distancia de frecuencia fija puede comprender una distancia de frecuencia de un tono individual.

- 5 En cualquiera de las realizaciones anteriores, cada grupo de símbolos en la señal de preámbulo de acceso aleatorio puede comprender un prefijo cíclico y dos o más símbolos.

En ciertas realizaciones, cada grupo de símbolos en la señal de preámbulo de acceso aleatorio comprende un prefijo cíclico y cinco símbolos idénticos.

- 10 En una o más realizaciones, el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos en un primer conjunto de uno o más grupos de símbolos, y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en cada grupo de símbolos en un segundo conjunto de uno o más grupos de símbolos diferentes del primer conjunto. En una realización, por ejemplo, una distancia de frecuencia pseudoaleatoria saltada en un grupo de símbolos en el segundo conjunto se selecciona en forma pseudoaleatoria de distancias de frecuencia candidato que incluyen $0, 1, \dots, N_b^{sc} - 1$ múltiplos

- 15 de una distancia de frecuencia abarcada por un tono individual, en el que N_b^{sc} es un número de tonos dentro de los que se define el salto para la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

En ciertas realizaciones, el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio a la distancia de frecuencia fija a un grupo de símbolos en una dirección que depende de una ubicación de frecuencia del grupo de símbolos.

- 20 Alternativa o adicionalmente, el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio a través de un ancho de banda de un canal de acceso aleatorio, de manera que los múltiples grupos de símbolos abarcan todo el ancho de banda del canal de acceso aleatorio.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, cada uno de los diferentes recursos de tiempo puede comprender un intervalo de grupo de símbolos de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA).

- 25 Alternativa o adicionalmente, cada uno de los tonos individuales en los que se generan los grupos de símbolos puede ser una subportadora de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA).

En ciertas realizaciones, el equipo de usuario es un dispositivo de Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT).

En una o más realizaciones, la señal de preámbulo de acceso aleatorio se transmite a través de un Canal de Acceso Aleatorio Físico de banda estrecha, NB-PRACH.

- 30 Las realizaciones de la presente memoria también incluyen un equipo de usuario para uso en un sistema de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio. El equipo de usuario está configurado para generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos. Cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El equipo de usuario está configurado además para transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

- 35 El equipo de usuario también puede estar configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente.

- 40 Las realizaciones incluyen además un nodo de red de radio para uso en un sistema de comunicación inalámbrica para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio. El nodo de red de radio está configurado para recibir una señal desde un equipo de usuario. El nodo de red de radio está configurado además para procesar la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

- 45 El nodo de red de radio también puede estar configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente.

- 50 Las realizaciones también incluyen un nodo de red para uso en un sistema de comunicación inalámbrica para la configuración de un equipo de usuario para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende

múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El nodo de red está configurado para generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el equipo de usuario ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos. El nodo de red también está configurado para transmitir la información de configuración al equipo de usuario.

El nodo de red también puede estar configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente.

10 Las realizaciones de la presente memoria incluyen además un programa de ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por al menos un procesador de un nodo, hacen al nodo llevar a cabo el procedimiento de cualquiera de las realizaciones anteriores. Las realizaciones también incluyen una portadora que contiene este programa de ordenador. En este caso, la portadora puede ser una de una señal electrónica, señal óptica, señal de radio, o medio de almacenamiento legible por ordenador.

15 De acuerdo con una o más realizaciones particulares, una señal de preámbulo de acceso aleatorio es una señal diseñada para el canal de acceso aleatorio físico (PRACH) de NB-IoT. La nueva señal PRACH está basada en tono individual y tiene una PAPR extremadamente baja, y por lo tanto reduce la necesidad de retroceso de PA en la mayor medida y maximiza la eficiencia de PA. La nueva señal PRACH es compatible con SC-FDMA y acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) como en cualquier intervalo de símbolo OFDM, la nueva señal PRACH parece una señal de OFDM de una subportadora individual. Cabe destacar que para una señal subportadora individual, la señal OFDM es idéntica a la señal SC-FDMA. Además, los patrones de salto están cuidadosamente diseñados de manera tal que (1) la estimación exacta del tiempo de llegada pueda realizarse por la estación base, (2) los recursos de frecuencia puedan utilizarse completamente por PRACH mientras se mantiene la ortogonalidad de los diferentes preámbulos

25 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica que incluye un dispositivo de comunicación inalámbrica y un nodo de red de radio de acuerdo con una o más realizaciones.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con una o más realizaciones.

30 La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con una o más otras realizaciones.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de multiplexación de patrones de salto de frecuencia dentro de una banda de 12 tonos, de acuerdo con una o más realizaciones.

35 La Figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de multiplexación de patrones de salto de frecuencia dentro de una banda de 12 tonos, de acuerdo con una o más otras realizaciones.

La Figura 6 es un gráfico de líneas que ilustra el rendimiento de la estimación del tiempo de llegada para señales de preámbulo de acceso aleatorio con diferentes anchos de banda de transmisión de acuerdo con ciertas realizaciones.

La Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de múltiples bandas de canal de acceso aleatorio diferentes con diferente número de tonos de acuerdo con una o más realizaciones.

40 La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de multiplexación de patrones de salto de frecuencia dentro de una banda de 8 tonos, de acuerdo con una o más realizaciones.

La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de multiplexación de patrones de salto de frecuencia dentro de una banda de 8 tonos, de acuerdo con una o más otras realizaciones.

45 La Figura 10 es un diagrama de flujo de llamadas que ilustra las etapas de un procedimiento de acceso aleatorio de acuerdo con una o más realizaciones.

La Figura 11 es un diagrama de tiempo que ilustra la transmisión de un preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con una o más realizaciones.

La Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra un grupo de símbolos de acuerdo con una o más realizaciones.

50 La Figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo particular de un grupo de símbolos de acuerdo con ciertas realizaciones.

Las figuras 14A-14B son gráficos que ilustran el rendimiento de tiempo de llegada para un patrón de salto de frecuencia

que emplea dos distancias de salto de tamaño fijo.

Las Figuras 14C-14D son gráficos que ilustran el rendimiento de tiempo de llegada para un patrón de salto de frecuencia que emplea una distancia de salto de tamaño fijo, así como una distancia de salto pseudoaleatorio de acuerdo con una o más realizaciones.

- 5 Las Figuras 15A-15F son gráficos que ilustran el rendimiento de tiempo de llegada para un patrón de salto de frecuencia que emplea una distancia de salto de tamaño fijo, así como una distancia de salto pseudoaleatorio dentro de diferentes intervalos de salto y para diferentes longitudes de preámbulo, de acuerdo con ciertas realizaciones.

La Figura 16A es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con ciertas realizaciones.

- 10 La Figura 16B es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un nodo de red de radio de acuerdo con ciertas realizaciones.

La Figura 17A es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un nodo de red de acuerdo con ciertas realizaciones.

- 15 La Figura 17B es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con ciertas realizaciones.

La Figura 18A es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 18B es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un nodo de red de radio de acuerdo con otras realizaciones.

- 20 La Figura 19A es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un nodo de red de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 19B es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 20A es un diagrama de bloques de un equipo de usuario de acuerdo con ciertas realizaciones.

- 25 La Figura 20B es un diagrama de bloques de un equipo de usuario de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 20C es un diagrama de bloques de un equipo de usuario de acuerdo con aún otras realizaciones.

La Figura 21A es un diagrama de bloques de una estación base de acuerdo con ciertas realizaciones.

La Figura 21B es un diagrama de bloques de una estación base de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 21C es un diagrama de bloques de una estación base de acuerdo con otras realizaciones.

- 30 La Figura 22A es un diagrama de bloques de un nodo de red de acuerdo con ciertas realizaciones.

La Figura 22B es un diagrama de bloques de un nodo de red de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 23A es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con otras realizaciones.

- 35 La Figura 23B es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un nodo de red de radio de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 24A es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un nodo de red de acuerdo con otras realizaciones.

La Figura 24B es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento realizado por un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con otras realizaciones.

- 40 **Descripción detallada**

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica 10 (por ejemplo, un sistema IoT de banda estrecha, NB-IoT,) de acuerdo con una o más realizaciones. El sistema 10 incluye un nodo de red de radio 12 (por ejemplo, un eNB) y un dispositivo de comunicación inalámbrica 14 (por ejemplo, un equipo de usuario, que puede ser un dispositivo de NB-IoT). El dispositivo 14 está configurado para realizar acceso aleatorio, por ejemplo, para el acceso inicial cuando se establece un enlace de radio, para transmitir una solicitud de programación, y/o para lograr sincronización de enlace ascendente. Independientemente del objeto particular alcanzado por este acceso aleatorio, el dispositivo 14 genera

- 45

una señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 para transmitir al nodo de red de radio 12 como parte de acceso aleatorio. Cuando el sistema 10 es un sistema de NB-IoT, por ejemplo, el dispositivo 14 puede transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio sobre un canal de acceso aleatorio físico de banda estrecha (NB-PRACH).

5 El dispositivo 14 en este sentido genera una señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 que comprende múltiples grupos de símbolos 18 (por ejemplo, L número de grupos). Estos múltiples grupos de símbolos 18 se muestran, por ejemplo, como grupos 18A, 18B ... 18X, 18Y. Cada grupo de símbolos 18 comprende uno o más símbolos (por ejemplo, un prefijo cíclico y una secuencia de cinco símbolos idénticos). Además, el dispositivo 14 genera la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 de manera que cada grupo de símbolos 18 se produce durante un recurso de tiempo diferente (por ejemplo, intervalo de grupo de símbolos, tal como un intervalo de símbolos OFDM o SC-FDMA). La Figura 1 muestra que el dispositivo 14 puede generar la señal de acceso aleatorio 16 de esta manera mediante la concatenación de los múltiples grupos de símbolos 18 en el tiempo, por ejemplo, en serie o de manera consecutiva sin superposición.

10 El dispositivo 14 genera la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 con cada grupo de 18 en un tono individual (por ejemplo, una subportadora, tal como una subportadora OFDM o SC-FDMA). Es decir, cada grupo 18 durante cualquier recurso de tiempo dado abarca solo un tono individual en la frecuencia. Los grupos 18, sin embargo, no están todos en el mismo tono. En cambio, el dispositivo 14 genera la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la transmisión de señal de preámbulo de acceso aleatorio de tono a tono. Es decir, el patrón de salto de frecuencia regula el tono individual en que se produce cada grupo de símbolos 18, durante su recurso de tiempo respectivo, a fin de saltar eficazmente el tono individual en el que los grupos de símbolos 18 se producen en la frecuencia.

15 Sin embargo, cabe destacar que en al menos ciertas realizaciones el patrón de salto de frecuencia regula el tono individual en que se producen los grupos de símbolos 18 *después del primer grupo de símbolos*. En una realización, por ejemplo, el tono individual en el que se produce el primer grupo de símbolos se selecciona aleatoriamente (por ejemplo, a partir de dichos tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal), y los tonos individuales en los que se han de producir los posteriores de los grupos de símbolos respectivamente se seleccionan de acuerdo con (es decir, se regulan por) el patrón de salto de frecuencia.

20 Especialmente, el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos 18 y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos 18. El patrón puede, por ejemplo, saltar la señal de uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes sobre una distancia de frecuencia fija, y saltar la señal de otro de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria. Con cada grupo de símbolos 18 que se produce en un tono individual durante un recurso de tiempo respectivo, el patrón de salto de frecuencia puede también caracterizarse saltando la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia fija en uno o más recursos de tiempo y saltando la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a una de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros recursos de tiempo.

25 Como se muestra en la Figura 1, por ejemplo, en grupo de símbolos 18B (o su recurso de tiempo respectivo), el patrón salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia fija D1, de manera tal que el grupo de símbolos 18B se produce en un tono individual que está alejado en una distancia de frecuencia fija D1 del tono individual en el que se produjo el grupo de símbolos 18A anterior. Esta distancia de frecuencia fija D1 se ilustra como la distancia de frecuencia de un tono individual, dado que el grupo de símbolos 18A anterior se produjo en un tono adyacente. Por el contrario, en el grupo de símbolos 18Y (o su recurso de tiempo respectivo), el patrón salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes 20 (que puede estar, por ejemplo, generada o seleccionada de manera pseudoaleatoria), de manera tal que el grupo de símbolos 18Y se produce en un tono individual que está alejado de una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes 20 desde el tono individual en el que se produjo el grupo de símbolos 18X anterior. En ciertas realizaciones, por lo tanto, el patrón salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en ciertos grupos de símbolos por una distancia fija, pero salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en otros grupos de símbolos por una distancia variable o pseudoaleatoria. En cualquier caso, la Figura 1 muestra estas distancias posibles 20 como incluyendo las distancias de frecuencia D2, D3, y D4, aunque se contemplan otros ejemplos con dos o más distancias posibles 20. Independientemente, la Figura 1 ilustra como un ejemplo que el patrón de salto salte la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a una distancia de frecuencia D2 en el grupo de símbolos 18Y (en relación con el tono individual en el que se produjo el grupo de símbolos 18X). Esta distancia de frecuencia D2 puede diferir de distancia de frecuencia D1, especialmente si las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes 20 no incluyen la distancia D1. En este caso, por lo tanto, el patrón salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a distancias de frecuencia diferentes D1, D2 en diferentes grupos de símbolos 18B, 18Y.

30 En una o más realizaciones, como se aludió anteriormente, las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes 20 incluyen aquellas distancias de frecuencia 20 que pueden estar seleccionadas o generadas de manera pseudoaleatoria, por ejemplo, de acuerdo con una regla o fórmula definida. Por lo tanto, en este caso, el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos 18 y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos 18. El patrón puede, por ejemplo, saltar la señal de preámbulo

de acceso aleatorio 16 de uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia fija, y saltar la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 de otro de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes sobre una distancia de frecuencia pseudoaleatoria. En consecuencia, la distancia de frecuencia D1 en la Figura 1 puede ser una distancia de frecuencia fija mientras que la distancia de frecuencia D2 puede ser una distancia de frecuencia pseudoaleatoria.

En al menos ciertas realizaciones, la distancia de frecuencia fija D1 es menor o igual que un umbral de distancia de frecuencia asociado con un objeto determinado. Al menos una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes 20 es mayor que este umbral de distancia de frecuencia. Cuando las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes 20 son distancias de frecuencia pseudoaleatorias, por ejemplo, esto significa que el intervalo de distancias de frecuencia que puede estar seleccionado o generado de manera pseudoaleatoria incluye al menos una distancia de frecuencia mayor que el umbral de distancia de frecuencia. Este umbral de distancia de frecuencia puede ser, por ejemplo, la distancia abarcada por uno o dos tonos.

En ciertas realizaciones, por ejemplo, este objeto es un tamaño de celda diana y/o un intervalo de estimación de tiempo de llegada específico diana, por ejemplo, para fines de sincronización de enlace ascendente. En este caso, el umbral de distancia de frecuencia puede ajustarse no sólo para lograr este objeto, sino también para lograr una exactitud de estimación de tiempo diana.

Más en particular, en este respecto, la diferencia de fase de dos grupos de símbolos recibidos adyacentes causada por el salto es propensa a una ambigüedad de fase 2π , que puede causar confusión en la estimación de tiempo de llegada. Una gran distancia de salto D puede seleccionarse en un esfuerzo por evitar la ambigüedad de fase 2π . Pero esto sería a costo de reducir el intervalo de estimación del tiempo de llegada, y a su vez reducir el tamaño de celda que puede ser soportado. Por lo tanto, una pequeña distancia de salto de frecuencia puede usarse para garantizar que un cierto tamaño de celda puede ser soportado. Por ejemplo, con un tamaño de celda de 35 km y una separación de subportadora de 3,75 kHz, debe haber ciertos saltos en al menos un tono.

Por otra parte, la diferencia de fase de dos grupos de símbolos recibidos adyacentes debido al salto es proporcional a la distancia de salto D. Esto significa que la selección de una gran distancia de salto D hace a la diferencia de fase observada más robusta al ruido, que a su vez ayuda a mejorar el rendimiento de estimación de tiempo de llegada. Efectivamente, después, la exactitud de estimación de tiempo es inversamente proporcional al ancho de banda de la señal o al ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio 14. Es decir, la difusión de la señal sobre un mayor ancho de banda logra una mejor exactitud de estimación de tiempo. Esto significa que, cuando se usa un salto pseudoaleatorio, cuanto mayor sea el intervalo de salto pseudoaleatorio, más estrecho será el pico de correlación para la estimación de tiempo de llegada, y, por lo tanto, más exacta será la estimación.

Por lo tanto, el logro de un intervalo de estimación de tiempo de llegada diana y una exactitud de estimación de tiempo diana se lleva a cabo en ciertas realizaciones mediante el empleo de un patrón de frecuencia que a menudo salta con una distancia de frecuencia que es lo suficientemente pequeña como para lograr un intervalo de estimación diana y que, en otras oportunidades, salta con una distancia de frecuencia que es lo suficientemente grande como para lograr una exactitud de estimación diana. En otras palabras, se usan distancias de frecuencia múltiples (es decir, múltiples niveles o tamaños) para el salto de frecuencia (por ejemplo, se usa un salto adicional en la parte superior del salto de tamaño fijo de primer nivel). Se usan distancias de frecuencia múltiples, sin embargo, con la restricción de que debe haber ciertas distancias de salto lo suficientemente pequeñas como para permitir un intervalo de estimación de tiempo de llegada suficiente (de forma equivalente, para soportar un tamaño de celda diana).

Alternativa o adicionalmente, el patrón de salto de frecuencia en la Figura 1 salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos en un primer conjunto de uno o más grupos de símbolos, y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a una de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en cada grupo de símbolos en un segundo conjunto de uno o más grupos de símbolos diferentes del primer conjunto. En este respecto, los primeros y segundos conjuntos pueden estar entrelazados en el tiempo y sin superposición, con ambos conjuntos incluyendo cada otro grupo de símbolos. Las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes pueden estar, por ejemplo, generadas o seleccionadas de forma pseudoaleatoria. Independientemente, la distancia de frecuencia fija se puede ajustar para lograr un objeto definido como se describe anteriormente (por ejemplo, el requisito de una pequeña distancia de frecuencia), mientras que las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes pueden establecerse para saltar la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a través de todo o sustancialmente todo el ancho de banda de la señal (por ej., para mejorar la exactitud de estimación de tiempo).

En estas u otras realizaciones, el patrón de salto de frecuencia puede generarse como una combinación de dos patrones de salto; es decir, un patrón de salto de distancia fija y un patrón de salto de múltiples distancias. El patrón de salto de distancia fija salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en una distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos en un primer conjunto de uno o más grupos de símbolos. El patrón de salto de múltiples distancias salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en cada grupo de símbolos en un segundo conjunto de uno o más grupos de símbolos diferentes del primer conjunto. Este patrón de salto de múltiples distancias puede ser un patrón de salto pseudoaleatorio.

La Figura 2 ilustra un ejemplo en el que una distancia de frecuencia saltada en un grupo de símbolos en el segundo conjunto se selecciona de distancias de frecuencia candidato que incluyen $0, 1, \dots, N_b^{sc} - 1$ múltiplos de una distancia de frecuencia abarcada por un tono individual, en el que N_b^{sc} es un número de tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio y/o un número de tonos dentro de los que se define el salto para la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16. La Figura 2 ilustra este ejemplo en un contexto LTE o NB-IoT en el que la señal se transmite por un canal de acceso aleatorio físico de banda estrecha, NB-PRACH, con $N_b^{sc} = 12$. Los grupos de símbolos en la Figura 2 se indexan consecutivamente en el tiempo a través de un índice t . Este índice de grupo de símbolos t puede denominarse índice de grupo de PRACH.

En la Figura 2, en cada índice t de grupo de PRACH par, es decir, $0, 2, 4, \dots$, el salto es pseudoaleatorio y puede ser cualquier valor en la banda de PRACH (es decir, cualquier valor entre 0 y 11 , con $N_b^{sc} = 12$). En cada índice t de grupo de PRACH impar, el salto es un salto de tamaño fijo (por ejemplo, 1 tono) con respecto al tono usado en el índice $t-1$ de grupo de PRACH. En consecuencia, cada tono $N_{sb}^{sc} = 2n_{micro}$ en una banda de PRACH puede denominarse subbanda de PRACH, en el que n_{micro} denota el tamaño del salto fijo. Por ejemplo, en la Figura 2, el tamaño de salto fijo es 1 , y cada tono $N_{sb}^{sc} = 2$ en la banda de PRACH constituye una subbanda de PRACH. La banda de PRACH de este modo consiste en múltiples subbandas diferentes, cada subbanda siendo un subconjunto de la banda de PRACH en la que la señal de preámbulo de acceso aleatorio se salta por una distancia de frecuencia fija. En otras realizaciones que no se muestran, en las que el tamaño de salto fijo es de 2 tonos, cada tono $N_{sb}^{sc} = 2 * 2 = 4$ en la banda de PRACH constituye una subbanda de PRACH. Por lo tanto, el número N_b^{sc} de tonos en una banda de PRACH debe ser divisible por N_{sb}^{sc} para usar totalmente todos los recursos de frecuencia.

Al menos ciertas realizaciones usan completamente los recursos de frecuencia para PRACH, saltando la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a través del ancho de banda del PRACH, por ejemplo, de tal manera que los grupos de símbolos 18 abarcan el ancho de banda del PRACH. De acuerdo con la realización mostrada en la Figura 2, por ejemplo, el salto de tamaño fijo en un índice de grupo impar particular puede ser "Hacia arriba" o "Hacia abajo", mientras que el salto en un índice par es pseudoaleatorio. Para una transmisión PRACH situada en una subbanda de PRACH, si la transmisión usa un tono en la mitad inferior de la subbanda en un índice t de grupo par, la transmisión salta "Hacia arriba" en el índice $t+1$ de grupo. Si la transmisión usa un tono en la mitad superior de la subbanda en un índice de grupo t par, la transmisión salta "Hacia abajo" en el índice $t+1$ de grupo. Por lo tanto, en esta y otras realizaciones, el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 a la distancia de frecuencia fija en un grupo de símbolos en una dirección que depende de la ubicación de frecuencia del grupo de símbolos.

La Figura 3 ilustra un ejemplo diferente en el que en cambio una distancia de frecuencia saltada en un grupo de símbolos en el segundo conjunto se selecciona de distancias de frecuencia candidato que incluyen $0, N_{sb}^{sc}, 2N_{sb}^{sc}, \dots, N_b^{sc} - N_{sb}^{sc}$ múltiplos de una distancia de frecuencia abarcada por un tono individual, en el que N_b^{sc} es un número de tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio, y en el que N_{sb}^{sc} es un número de tonos en cualquier subbanda dada. La Figura 3 ilustra una vez más este ejemplo en un contexto LTE o NB-IoT en el que se transmite la señal sobre el PRACH, con $N_b^{sc} = 12$ y $N_{sb}^{sc} = 2$.

En la Figura 3, en cada índice de grupo de PRACH par, es decir, $0, 2, 4, \dots$, el salto es pseudoaleatorio en un subconjunto de tonos en la banda de PRACH. En cada índice t de grupo de PRACH impar, el salto es un salto de tamaño fijo con respecto al tono usado en el índice de grupo $t-1$ de PRACH. El salto de tamaño fijo es siempre "Hacia arriba" o siempre "Hacia abajo". En la Figura 3, el tamaño de salto fijo es 1 .

Cabe destacar las diferencias del patrón de salto de la Figura 3 del patrón de salto de la Figura 2. El patrón de salto pseudoaleatorio en la Figura 3 está basado en la subbanda de PRACH, mientras que el salto pseudoaleatorio de la Figura 1 está basado en el tono. En otras palabras, los posibles tamaños de salto pseudoaleatorio de la Figura 2 pueden ser $0, 1, 2, \dots, N_b^{sc} - 1$, mientras que los posibles tamaños de salto pseudoaleatorio en la Figura 3 solo pueden ser $0, N_{sb}^{sc}, 2N_{sb}^{sc}, \dots, N_b^{sc} - N_{sb}^{sc}$. Nuevamente, se supone que el número N_b^{sc} de tonos en una banda de PRACH es divisible por N_{sb}^{sc} . Además, para una transmisión de PRACH en particular, con el patrón de salto ilustrado en la Figura 3, el tamaño de salto fijo es siempre "Hacia arriba" o "Hacia abajo" durante la transmisión, mientras que en el patrón de salto ilustrado en la Figura 2 el salto de tamaño fijo puede cambiar entre "Hacia arriba" y "Hacia abajo". Estas diferencias pueden observarse en las Figuras 2 y 3.

Dado que cada preámbulo de PRACH efectivamente solo usa un tono durante cualquier recurso de tiempo dado, diferentes preámbulos pueden estar multiplexados en el dominio de frecuencia. En ciertas realizaciones, por lo tanto, el nodo de red de radio 12 está configurado para recibir una o más otras señales de uno o más otros equipos de usuario, y procesar las una o más otras señales en un intento de detectar una o más otras señales de preámbulo de acceso aleatorio multiplexadas en frecuencia con la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16, de acuerdo con diferentes patrones de salto de frecuencia.

Los patrones de salto están diseñados en ciertas realizaciones de tal manera que los recursos de frecuencia puedan usarse completamente por PRACH. Por ejemplo, la Figura 4 muestra la multiplexación de los patrones de salto de frecuencia de PRACH 12, correspondiente al patrón de salto ilustrado en la Figura 2. Cada patrón de relleno (o número/letra de referencia) representa un patrón de salto de frecuencia. La Figura 5 muestra la multiplexación de patrones de salto de frecuencia de PRACH 12, correspondiente al patrón de salto ilustrado en la Figura 3. En general, se pueden configurar N tonos para la multiplexación de N patrones de salto de frecuencia de PRACH. Cada patrón de salto de PRACH usa un tono durante un intervalo de grupo de símbolos OFDM, y los patrones de salto de acuerdo con las realizaciones de la presente memoria (como se muestran en la Figura 4 y 5) garantizan que no hay dos patrones de salto que usen el mismo tono durante el mismo intervalo de grupo de símbolos OFDM.

De acuerdo con ciertas realizaciones, las fórmulas detalladas para el patrón de saltos ilustrado en las Figuras 2 y 4 se dan de la siguiente manera.

$$\tilde{n}_{sc}(t) = n_{start} + \left(n_{sc} + f_{hop}(i) \right) \bmod N_b^{sc}, i = \frac{t}{2}, t = 0, 2, 4, \dots$$

$$\tilde{n}_{sc}(t) = \tilde{n}_{sc}(t-1) + \left(1 - 2 * \left\lfloor \frac{\tilde{n}_{sc}(t-1) \bmod (2n_{micro})}{n_{micro}} \right\rfloor \right) * n_{micro}, t = 1, 3, 5, \dots$$

$$f_{hop}(i) = \left(f_{hop}(i-1) + \left(\sum_{k=i*10+1}^{i*10+9} c(k) * 2^{k-(i*10+1)} \right) \bmod (N_b^{sc} - 1) + 1 \right) \bmod N_b^{sc}$$

En este caso, n_{start} denota el índice de inicio de la banda de PRACH, n_{sc} es el índice de tono relativo en la banda de PRACH (relativo a n_{start}), n_{micro} es el tamaño de salto fijo, N_b^{sc} es el número de tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio, $f_{hop}(-1) = 0$. Un ejemplo de la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ puede ser la dada por la cláusula 7.2 en 3GPP TS 36.211 v13.0.0. En particular, la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ comprende una secuencia de longitud M_{PN} , en el que $k = 0, 1, \dots, M_{PN} - 1$, y se define por

$$c(k) = \left(x_1(k + N_C) + x_2(k + N_C) \right) \bmod 2$$

$$x_1(k + 31) = \left(x_1(k + 3) + x_1(k) \right) \bmod 2$$

$$x_2(k + 31) = \left(x_2(k + 3) + x_2(k + 2) + x_2(k + 1) + x_2(k) \right) \bmod 2$$

en la que $N_C = 1600$, $x_1(0) = x_1(k) = 0$, $k = 1, 2, \dots, 30$, $c_{init} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$, y $c_{init} = N_{ID}^{N_{cell}}$ si se desea salto de celda especificado. N_{ID}^{cell} es una identidad de celda de la capa física.

Como demuestra este ejemplo, por lo tanto, el generador de secuencia pseudoaleatoria puede ser de celda específica si es necesario. Por ejemplo, la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ dada por la cláusula 7.2 en 36.211 se puede inicializar con ID de celda si se desea.

En esta y en otras realizaciones en las que el salto es específico de la celda, el salto pseudoaleatorio puede ser visto como un tipo de multiplexación por división de código específico de celdas (CDM). Dicha CDM permite a las celdas vecinas usar los mismos recursos de frecuencia para NB-PRACH. Esto a su vez aumenta en gran medida la capacidad de NB-PRACH, en comparación con FDM de NB-PRACH entre las celdas vecinas. Específicamente, con un ancho de banda de 180 kHz y 3,75 kHz de separación de subportadora, pueden usarse hasta 48 preámbulos de NB-PRACH en una celda.

Las fórmulas detalladas para el patrón de salto ilustrado en las figuras 3 y 5 se dan de la siguiente manera.

$$\tilde{n}_{sc}(t) = n_{start} + \left(n_{sc} + f_{hop}(i) * \frac{N_b^{sc}}{2n_{micro}} \right) \bmod N_b^{sc}, i = \frac{t}{2}, t = 0, 2, 4, \dots$$

$$\tilde{n}_{sc}(t) = \tilde{n}_{sc}(t-1) + \left(1 - 2 * \left\lfloor \frac{n_{sc} \bmod (2n_{micro})}{n_{micro}} \right\rfloor \right) * n_{micro}, t = 1, 3, 5, \dots$$

$$f_{hop}(i) = \left(f_{hop}(i-1) + \left(\sum_{k=i*10+1}^{i*10+9} c(k) * 2^{k-(i*10+1)} \right) \bmod \left(\frac{N_b^{sc}}{2n_{micro}} - 1 \right) + 1 \right) \bmod \frac{N_b^{sc}}{2n_{micro}}$$

En este caso, n_{start} denota el índice de inicio de la banda de PRACH, n_{sc} es el índice de tono relativo en la banda de PRACH (relativo a n_{start}), n_{micro} es el tamaño de salto fijo, N_b^{sc} es el número de tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio, $f_{hop}(-1) = 0$. Un ejemplo de la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ puede ser la dada por la cláusula 7.2 en 36.211 v13.0.0, como se detalla con anterioridad. Y, nuevamente, el generador de secuencia pseudoaleatoria puede ser de celda específica de ser requerido. Por ejemplo, la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ dada por la cláusula 7.2 en 36.211 puede iniciarse con ID de célula si se desea.

Cabe destacar que los anteriores son sólo dos ejemplos de los patrones de salto posibles. Cualquier patrón de salto que use tanto el salto de tamaño fijo como el salto de niveles múltiples adicional puede emplearse por ciertas realizaciones en la presente memoria. El salto de niveles múltiples constituye cualquier salto en el que el tamaño saltado en cualquier grupo de símbolos dado (o recurso de tiempo) sea uno de múltiples distancias de frecuencia diferentes definidas como sea posible para ese salto. El salto de niveles múltiples puede lograrse por (pero sin limitación a), por ejemplo, salto pseudoaleatorio, como se ilustra en los ejemplos anteriores. Específicamente, el salto pseudoaleatorio se puede considerar equivalentemente como el salto en el que el tamaño saltado en cualquier grupo de símbolos dado (o recurso de tiempo) puede ser uno de múltiples tamaños de salto predeterminados (que se determinan de antemano por las fórmulas pseudoaleatorias especificadas). El salto de tamaño fijo incluye tanto salto "Hacia arriba" como "Hacia abajo" para usar completamente los recursos de frecuencia. El salto de tamaño fijo asegura que el intervalo de estimación de tiempo de llegada diana puede cumplirse por PRACH. El salto de niveles múltiples adicional (por ejemplo, logrado por salto pseudoaleatorio) mejora en gran medida la exactitud de estimación de tiempo de llegada. De hecho, la Figura 6 muestra que los patrones de salto de acuerdo con ciertas realizaciones pueden ayudar a la estación base a obtener tiempo muy exacto de exactitud de estimación de llegada incluso si la transmisión de preámbulo solo usa un tono individual de 3,75 kHz a la vez. La Figura 6 en este sentido muestra esto para las bandas de PRACH que incluyen diferentes números de tonos, incluyendo una banda de PRACH de 8 tonos 22, una banda de PRACH de 12 tonos 24, y una banda de PRACH de 16 tonos 26.

En ciertas realizaciones, cada estación base configura una o más bandas de PRACH, por ejemplo, para diferentes tipos de equipos de usuario. El número de tonos en cada banda puede ser diferente. Por ejemplo, si se permite la multiplexación por división de frecuencia de las transmisiones de PRACH de diferentes clases de cobertura, una estación base puede configurar bandas de PRACH de diferentes anchos de banda para diferentes clases de cobertura. Una banda más grande puede usarse para preámbulos más largos. Las bandas de PRACH de las celdas vecinas pueden superponerse o no. En el caso de superposición, el salto pseudoaleatorio de celda específica puede usarse para distinguir preámbulos en las celdas vecinas y/o para mitigar la interferencia entre celdas. Cada banda puede, por ejemplo, estar caracterizada por un índice de tono de inicio n_{start} , y el número de tonos en el ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio N_b^{sc} (O el índice de tono final). Cada banda también puede estar caracterizada por el tamaño del salto fijo n_{micro} .

En cualquier caso, se presenta en la Figura 7 una ilustración de una posible configuración de NB-PRACH de una estación base. Como se muestra, la estación base configura una primera banda de NB-PRACH 1 que incluye un número de tonos X, una segunda banda de NB-PRACH 2 que incluye un número de tonos Y, y una tercera banda de NB-PRACH 3 que incluye un número de tonos Z. Estas tres bandas están configuradas dentro del ancho de banda de 180kHz de un portador de banda estrecha (por ejemplo, 1 bloque de recurso físico).

Para acceso aleatorio basado en contención con una o más bandas de NB-PRACH configuradas, el dispositivo 14 en ciertas realizaciones selecciona en primer lugar aleatoriamente un tono en la fuente de recursos de frecuencia de PRACH configurada que puede incluir una o más bandas de PRACH. El dispositivo 14 puede, por ejemplo, seleccionar aleatoriamente un tono individual entre los tonos incluidos en las una o más bandas de PRACH configuradas. Después, el dispositivo 14 transmite la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 en la banda de PRACH correspondiente de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia como se ha descrito anteriormente.

Los patrones de salto de la presente memoria son generales y se aplican a cualquier separación de subportadora, cualquier longitud de preámbulo (es decir, número de grupos de símbolos), cualquier tamaño de salto fijo, y cualquier número de tonos en una banda de PRACH. La Figura 8 proporciona otro ejemplo de un patrón de salto con una banda de PRACH de 8 tonos y salto fijo de 2 tonos. El patrón de salto se genera de la misma manera que en la Figura 4. La Figura 9 proporciona otro ejemplo del patrón de salto con la banda de PRACH de 8 tonos y salto fijo de 2 tonos. El patrón de salto se genera de la misma manera que en la Figura 5.

De acuerdo con una o más realizaciones, uno o más de los parámetros de configuración de PRACH tal como el índice de inicio de la banda de PRACH (n_{start}), el número de tonos en la banda de PRACH (N_b^{sc}), y el tamaño del salto fijo (n_{micro}), se señalizan como información de configuración, por ejemplo, usando un Bloque de Información de Sistema (SIB), o un Bloque de Información Maestro (MIB), o la combinación de MIB y SIB. Cabe destacar que algunas de estas configuraciones pueden ser fijas y por lo tanto no tiene que ser señalizadas.

Cabe destacar que, si bien la descripción anterior se centra en la asignación de recursos ortogonales en el dominio de frecuencia con salto de frecuencia, los expertos en la técnica comprenderán que la asignación de recursos en otra dimensión también es posible. Por ejemplo, en el dominio de tiempo, conjuntos no superpuestos de subtramas se pueden usar para definir los recursos de PRACH ortogonales; en el dominio de secuencia, las secuencias de preámbulo ortogonales pueden usarse por diferentes UE incluso cuando sus recursos de tiempo/frecuencia se superpongan. Se comprende que también se definen los parámetros de configuración que definen aspectos de dominio de tiempo y aspectos de dominio de secuencia, ya sea de una manera fija o por difusión a través de MIB y/o SIB. La configuración de dominio de frecuencia de la presente memoria es para uso junto con las de dominios de tiempo y secuencia para definir completamente la configuración de recursos de PRACH.

Como se señaló anteriormente, las realizaciones de acceso aleatorio de la presente memoria pueden aplicarse a los sistemas basados en LTE y/o sistemas de NB-IoT. En este contexto, con respecto al diseño de acceso aleatorio LTE existente, el acceso aleatorio sirve múltiples propósitos tal como el acceso inicial cuando se establece un enlace de radio, solicitud de programación, etc. Entre otros, un objeto principal de acceso aleatorio es lograr la sincronización de enlace ascendente, que es importante para mantener la ortogonalidad de enlace ascendente en LTE. Para preservar la ortogonalidad entre los diferentes equipos de usuario (UE) en un sistema de OFDMA o SC-FDMA, se requiere que el tiempo de llegada de cada señal de UE esté dentro del prefijo cíclico (CP) de la señal de OFDMA o SC-FDMA en la estación base.

LTE de acceso aleatorio puede estar basado en contención o estar libre de contención. El procedimiento de acceso aleatorio basado en contención consiste en cuatro etapas, como se ilustra en la Figura 10. Cabe destacar que solo la primera etapa implica procesamiento de la capa física diseñado específicamente para acceso aleatorio, mientras que las tres etapas restantes siguen el mismo procesamiento de la capa física que se usa en la transmisión de datos de enlace ascendente y de enlace descendente. Para acceso aleatorio libre de contención, el UE usa preámbulos reservados asignados por la estación base. En este caso, no es necesaria la resolución de contenciones, y, por lo tanto, sólo se requieren las Etapas 1 y 2.

Como se muestra en la Figura 10, en la primera etapa, una señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 es enviada por el UE en la forma de un preámbulo de acceso aleatorio 28 sobre un canal de acceso aleatorio físico (PRACH). Este preámbulo 28 también puede denominarse preámbulo de PRACH, una secuencia de preámbulo de PRACH, o una señal de PRACH. Independientemente, el UE transmite el preámbulo de acceso aleatorio 28 durante un segmento de tiempo de acceso aleatorio ilustrado en la Figura 11. El preámbulo de acceso aleatorio 28 no ocupa todo el segmento de acceso aleatorio, dejando cierto tiempo como tiempo de guarda 30. Como se discute anteriormente, para maximizar la eficiencia y cobertura de PA, es deseable contar con preámbulos de PRACH tan cerca de la envolvente constante como sea posible. También, los preámbulos de PRACH deben estar diseñados de manera tal que la estimación exacta de tiempo de llegada se pueda realizar por las estaciones base.

La estructura básica de un grupo de símbolos de PRACH (por ejemplo, un grupo de símbolos 18) de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente memoria se ilustra en la Figura 12, y se da un ejemplo en la Figura 13. Es básicamente una señal de OFDM de tono individual (subportadora). A diferencia de un símbolo de OFDM tradicional, en el que la parte de prefijo no cíclico (no CP) consiste en un símbolo individual, la parte no CP del grupo de símbolos de PRACH puede consistir en uno o más símbolos.

Los símbolos en la señal de preámbulo de acceso aleatorio 16 pueden ser todos idénticos, incluso a través de grupos de símbolos diferentes. En este caso, puede ser más fácil garantizar la continuidad de fase entre grupos de símbolos adyacentes y, de este modo, ayudar a mantener una relación de potencia de pico a promedio (PAPR) cercana a cero. En otras realizaciones, por el contrario, los símbolos en un grupo son idénticos, pero pueden ser diferentes entre los grupos de símbolos. Esto puede ser visto como la aplicación de una capa adicional de multiplexación por división de código (CDM) sobre los grupos. En este caso, no es más fácil garantizar la continuidad de fase entre grupos de símbolos adyacentes, sino que la realización aleatoriza en forma adicional la interferencia para otras transmisiones desde una perspectiva de nivel de sistema.

En aún otras realizaciones, los símbolos en un grupo son diferentes, pero todo el grupo de símbolos se repite en todos los grupos. Esto puede ser visto como la aplicación de una capa adicional de CDM dentro de un grupo. En este caso,

no es más fácil garantizar la continuidad de fase entre los grupos de símbolos adyacentes, sino que la realización aleatoriza en forma adicional la interferencia para otras transmisiones desde una perspectiva de nivel de sistema, si bien en un sentido limitado porque los símbolos solo cambian dentro de un grupo.

5 En aún otras realizaciones, los símbolos pueden ser diferentes tanto dentro de un grupo como entre los grupos. Esto puede ser visto como la aplicación de una capa adicional de CDM sobre los símbolos, de manera tal que CDM se aplica a cada grupo de símbolos a fin de hacer símbolos en un grupo posiblemente diferente. En este caso, no es más fácil garantizar la continuidad de fase de garantía entre grupos de símbolos adyacentes, sino que la realización aleatoriza la interferencia para otras transmisiones desde una perspectiva de nivel de sistema en la mayor medida posible.

10 En una realización adicional, el último símbolo en cada grupo de símbolos es fijo. Dado que el prefijo cíclico es igual que una última parte de la totalidad del último símbolo, esta estructura hace que sea más fácil garantizar la continuidad de fase entre grupos de símbolos adyacentes, y, de este modo, ayuda a mantener una PAPR cercana a cero de la señal de preámbulo. Si se desea aleatorización de interferencia adicional (además de la provocada por el salto pseudoaleatorio, el índice de tono lógico, y/o valores de secuencia dependientes de ID de celda), pueden seleccionarse adecuadamente valores para otros símbolos.

15 Los valores específicos de los símbolos en un grupo, ya sean todos idénticos o diferentes, pueden, en ciertas realizaciones, ser dependientes de ID de celda y/o dependientes del índice de tono lógico. De acuerdo con el ejemplo de la Figura 13, la separación de subportadora es de 3,75 kHz. Sin embargo, las realizaciones de la presente memoria se aplican a cualquier separación de subportadora. De acuerdo con ciertas realizaciones, la señal de PRACH que consiste en uno o más grupos de símbolos se propaga en el tiempo. Por lo tanto, un número de grupos de símbolos de OFDM, cada uno como se ilustra en la Figura 12, se concatenan para formar un preámbulo de PRACH. Es decir, cada grupo 18 como se ha descrito anteriormente puede comprender el ilustrado en la Figura 12 y/o 13. Pero las posiciones de frecuencia de los grupos de símbolos 18 del mismo preámbulo de PRACH varían de acuerdo con un patrón de salto como se describe anteriormente.

25 Como se sugirió anteriormente, un tono como se usa en la presente memoria puede corresponder a una subportadora en ciertas realizaciones. Un tono puede, por ejemplo, corresponder a una subportadora de OFDM o una subportadora de SC-FDMA.

Ciertas realizaciones de la presente memoria encuentran una aplicabilidad particular a NB-IoT. Por ejemplo, para soportar un tamaño de celda de 35 km, la distancia de salto de tamaño fijo puede estar limitada a 1 tono. Y el uso de tamaños de salto adicionales puede mejorar la exactitud de la estimación del tiempo de llegada. Por ejemplo, puede usarse un salto adicional de 6 tonos en la parte superior del salto de un tono. Sin embargo, los valores del segundo salto afectan la exactitud de la estimación de tiempo de llegada. Por ejemplo, con un mayor valor de salto de 2 tonos, el centro de CDF se mejora, pero la cola también es elevada. El último problema puede ser resuelto si se usa un patrón de salto optimizado, tal como se detalla a continuación.

35 En oposición al uso de salto de tamaño fijo adicional en la parte superior del salto de un tono, puede ser más beneficioso y flexible usar salto pseudoaleatorio en la parte superior del salto de tamaño fijo. Lógicamente, el salto pseudoaleatorio puede considerarse un tipo de CDM de celda específica si el salto es de celda específica. Los beneficios de uso del salto pseudoaleatorio en la parte superior del salto de tamaño fijo para NB-PRACH se resumen de la siguiente manera.

40 En primer lugar, el salto pseudoaleatorio puede resolver los problemas de cola elevada y tiene el potencial de proporcionar mayor exactitud a la estimación de tiempo de llegada. En particular, la exactitud de estimación de tiempo es inversamente proporcional al ancho de banda de la señal. Sin embargo, con el aumento del valor de salto de 2 tonos, el centro de CDF se mejora, pero la cola también es elevada. Esto parece contradecir la intuición convencional. Tras una posterior consideración, sin embargo, el fenómeno es debido al valor de salto fijo en el segundo nivel. Este problema puede ser resuelto por el salto pseudoaleatorio, como se muestra en la Figura 14A-D.

45 Específicamente, debido a la ambigüedad de rotación de fase 2^*Pi , el salto en más de un tono puede introducir picos secundarios con tamaño de celda de 35 km. A mayor valor de salto de segundo nivel, más picos secundarios, como se muestra en las Figuras 14A y 14B. Estos picos secundarios causan errores de estimación y derivan en colas de error elevadas. En contraste, el salto pseudoaleatorio resuelve este problema, como se muestra en las Figuras 14C y 14D. Además, cuanto más ancho sea el intervalo de salto pseudoaleatorio, más estrecho será el pico de correlación (y, por lo tanto, potencialmente más exacta la estimación). Esto coincide con la creencia convencional de que una señal con mayor ancho de banda puede permitir un mejor rendimiento de la estimación de tiempo.

50 En segundo lugar, el salto pseudoaleatorio ya está implementado en LTE para otros fines. El salto pseudoaleatorio de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente memoria se vuelve a utilizar para NB-IoT. Para NB-PRACH, se puede usar un salto pseudoaleatorio similar al salto LTE PUSCH de tipo 2 de salto (véase los documentos TS 36.211 (Release 12) y TS 36.213 (Release 12) en la parte superior del salto de tamaño fijo (por ejemplo, un tono).

55 En tercer lugar, el salto pseudoaleatorio puede mitigar la interferencia entre celdas. Sin salto pseudoaleatorio, las transmisiones de NB-PRACH en una celda pueden causar interferencia persistente a las transmisiones de NB-PRACH

y/o NB-PUSCH en las celdas vecinas. Puede existir interferencia persistente incluso en la misma celda, dado que (i) múltiples transmisiones de NB-PRACH intra-celda al mismo tiempo pueden no ser totalmente ortogonales debido a, por ejemplo, desplazamientos de frecuencia de portadora residual, y (ii) NB-PUSCH y NB-PRACH no son ortogonales si son multiplexados por frecuencia.

5 En cuarto lugar, el salto pseudoaleatorio puede aumentar la capacidad de NB-PRACH. Las celdas vecinas pueden configurar diferentes recursos de frecuencia para NB-PRACH. Si bien este enfoque evita interferencia de NB-PRACH entre celdas, puede reducir la capacidad de NB-PRACH. En particular, sólo puede haber 12 tonos (o equivalentemente, 12 preámbulos) en una celda. Cabe destacar que cada celda puede reservar algunos preámbulos para acceso aleatorio libre de contención. Además, si se usó partición de preámbulo de tipo LTE para indicar la información en Msg1, el número de preámbulos disponibles sería aún más limitado en cada grupo de particiones. Al colocarlos de manera conjunta, NB-PRACH puede convertirse en el cuello de botella del sistema de NB-LoT si su recurso no está cuidadosamente dimensionado.

10 Como se mencionó anteriormente, el salto pseudoaleatorio puede considerarse un tipo de CDM de celda específica. Dicha CDM permita a las celdas vecinas usar los mismos recursos de frecuencia para NB-PRACH. Esto aumenta considerablemente la capacidad de NB-PRACH, en comparación con FDM de NB-PRACH entre celdas vecinas. Específicamente, con un ancho de banda de 180 kHz y 3,75 kHz de separación de subportadora, pueden usarse hasta 48 preámbulos de NB-PRACH en una celda.

15 En quinto lugar, el salto pseudoaleatorio proporciona más flexibilidad de salto y es más compatible hacia adelante. En efecto, el salto de dos niveles con dos tamaños de salto fijos puede imponer ciertas restricciones sobre la posible configuración de recursos de NB-PRACH. En particular, el salto de dos niveles siempre requiere que la banda de NB-PRACH tenga 12 tonos, lo que no es flexible.

20 En contraste con el salto de dos niveles con dos tamaños de salto fijos, el salto pseudoaleatorio esencialmente usa múltiples tamaños de salto y es más flexible. Por ejemplo, una celda puede configurar diferentes anchos de banda de NB-PRACH. La transmisión de NB-PRACH con un salto de un nivel fijo más salto pseudoaleatorio adicional se puede escalar fácilmente a medida que aumenta el ancho de banda. Si se usa un salto de dos niveles de tamaño fijo, se puede requerir la definición de muchos tamaños de salto diferentes.

25 Por otra parte, el salto de frecuencia probablemente se convierta en el futuro en una característica de NB-LoT, especialmente cuando se configuran múltiples PRB de NB-LoT. El uso de salto pseudoaleatorio es más compatible hacia adelante. Si se usa salto de dos niveles de tamaño fijo, en el futuro se puede requerir la definición de tamaños salto adicionales, cuando más PRB de NB-LoT estén disponibles.

30 En ciertas realizaciones, la longitud del preámbulo debe ser suficientemente extensa para ayudar a la estación base a acumular energía suficiente para obtener un rendimiento satisfactorio, incluyendo, por ejemplo, tasa alta de detección, tasa baja de falsas alarmas, y buena exactitud de estimación de tiempo. Por lo tanto, dependiendo de la diana de cobertura, la longitud del preámbulo se puede seleccionar en consecuencia. En este sentido se pueden definir múltiples longitudes si se usa para todas las clases de cobertura la PRACH de salto de frecuencia de tono individual.

35 Cabe destacar que en realizaciones que emplean salto pseudoaleatorio, el intervalo de salto pseudoaleatorio puede estar relacionado con la longitud del preámbulo en cierta medida. En particular, si una longitud del preámbulo es corta, pero el intervalo de salto pseudoaleatorio es grande, pueden surgir muchos picos secundarios de correlación. Esto se ilustra en las Figuras 15A-15F. En efecto, como se muestra en las Figuras 15A-15C, los preámbulos más cortos para usuarios con 144 dB de MCL resultan en picos secundarios de correlación más sustanciales para intervalos de salto pseudoaleatorios más grandes. Por el contrario, como se muestra en las Figuras 15D-15F, los preámbulos más largos para usuarios con 164 dB de MCL resultan en picos secundarios de correlación menos sustanciales que los de las Figuras 15A-15C, incluso para los mismos intervalos de salto pseudoaleatorio. Esto significa que las longitudes de preámbulo más largas pueden generar mayores intervalos de salto pseudoaleatorio. Por consiguiente, en ciertas realizaciones, se usan diferentes intervalos de salto pseudoaleatorio para diferentes longitudes de preámbulo (por ej., intervalo largo para longitud de preámbulo larga e intervalo corto para longitud de preámbulo corta).

40 En ciertas realizaciones, el eNB puede ser capaz de configurar los siguientes parámetros de NB-PRACH de salto de frecuencia de tono individual: información de recursos de tiempo que informa a los UE "cuándo enviar", información de secuencia de preámbulo que instruye a los UE "qué enviar", e información de recurso de frecuencia que instruye a los UE "dónde enviar". Por lo tanto, en ciertas realizaciones, los UE de NB-LoT pueden contar con el siguiente conocimiento para enviar un preámbulo de NB-PRACH de salto de frecuencia de tono individual: posibles tiempos de inicio de posibilidades de NB-PRACH, valores de secuencia de preámbulo, índices de inicio de una o más bandas de NB-PRACH, longitud de CP, número de símbolos por grupo, número de grupos, tamaño microsalto, y/o intervalo de salto pseudoaleatorio. Esta información puede señalizarse usando un Bloque de Información de Sistema (SIB) o un Bloque de Información Maestro (MIB), o una combinación de SIB y MIB. Algunas de estas configuraciones pueden estar fijas y, por lo tanto, no requieren señalización.

50 Como un ejemplo, un conjunto de parámetros de configuración de diseño puede resumirse en la Tabla 1 a continuación:

Tamaño de celda (km)	MCL (dB)	Separación de subportadora (kHz)	Tcp (us)	Número de símbolos por grupo	Número de grupos	Patrón de salto	Intervalo de salto pseudoaleatorio
35	144	3,75	266,7	5	8	microsalto de 1 tono + salto pseudoaleatorio	{8, 12, 16} tonos
	154	3,75	266,7	5	24	microsalto de 1 tono + salto pseudoaleatorio	{8, 12, 16} tonos
	164	3,75	266,7	5	120	microsalto de 1 tono + salto pseudoaleatorio	{8, 12, 16} tonos
8	144	3,75	66,7	5	8	microsalto de {1 o 4} tonos + salto pseudoaleatorio	{8, 12, 16} tonos Véase Observación 1
	154	3,75	66,7	5	24	microsalto de {1 o 4} tonos + salto pseudoaleatorio	{8, 12, 16} tonos
	164	3,75	66,7	5	120	microsalto de {1 o 4} tonos + salto pseudoaleatorio	{8, 12, 16} tonos
Observación 1: Los posibles intervalos de salto pseudoaleatorio están relacionados con el tamaño del microsalto usado.							

A pesar de aplicabilidad particular de NB-IoT en ciertos ejemplos, sin embargo, se apreciará que las técnicas pueden aplicarse a otras redes inalámbricas, incluyendo eMTC, así como a sucesores de la E-UTRAN. Por lo tanto, debe comprenderse que las referencias de la presente memoria a señales usando la terminología de los estándares de 3GPP para LTE aplican más generalmente a señales que tienen características y/o propósitos similares, en otras redes.

Un nodo de radio en la presente memoria es cualquier tipo de nodo (por ejemplo, una estación base o dispositivo de comunicación inalámbrica) capaz de comunicarse con otro nodo a través de señales de radio. Un nodo de red de radio 12 es cualquier tipo de nodo radio capaz y/o configurado para operar dentro de una red de comunicación inalámbrica, tal como una estación base. Un nodo de red es cualquier tipo de nodo capaz y/o configurado para operar dentro de una red de comunicación inalámbrica, ya sea dentro de una red de acceso de radio o una red central de la red de comunicación inalámbrica. Un dispositivo de comunicación inalámbrica 14 es cualquier tipo de nodo de radio capaz de comunicarse con un nodo de red de radio a través de señales de radio. Por tanto, un dispositivo de comunicación inalámbrica 14 puede referir a un dispositivo de máquina a máquina (M2M), un dispositivo de comunicaciones de tipo máquina (MTC), un dispositivo de NB-IoT, etc. Un dispositivo de comunicación inalámbrica también puede denominarse equipo de usuario, dispositivo de radio, dispositivo de comunicación de radio, terminal inalámbrico, o simplemente terminal - a menos que el contexto indique lo contrario, por el uso de cualquiera de estos términos se pretende incluir UE o dispositivos de dispositivo a dispositivos, dispositivos de tipo máquina o dispositivos capaces de comunicación de máquina a máquina, sensores equipados con un dispositivo de comunicación inalámbrica, ordenadores de escritorio con capacidad inalámbrica, terminales móviles, teléfonos inteligentes, equipo embebido en un ordenador portátil (LEE), equipo montado en un ordenador portátil (LME), llaves USB, equipo inalámbrico en las instalaciones de los clientes (CPE), etc. En la discusión de la presente memoria, también se pueden usar los términos dispositivo de máquina a máquina (M2M), dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC), sensor inalámbrico, y sensor. Debe comprenderse que estos dispositivos pueden ser un UE.

En un escenario de IoT, un dispositivo de comunicación inalámbrica 14, como se describe en la presente memoria puede ser, o puede estar comprendido en, una máquina o dispositivo que realiza monitorización o mediciones, y transmite los resultados de tales mediciones de monitorización a otro dispositivo o una red. Los ejemplos particulares de tales máquinas son medidores de potencia, maquinaria industrial, o electrodomésticos o aparatos personales, por ejemplo, refrigeradores, televisores, artículos personales portables tal como relojes, etc. En otros escenarios, un dispositivo de comunicación inalámbrica tal como se describe en la presente memoria puede estar compuesto en un vehículo y puede realizar monitorización y/o presentación de informes del estado operativo del vehículo u otras funciones asociadas con este.

Además, en un contexto de NB-IoT, puede darse el caso de que, para soportar menores costos de fabricación para los dispositivos de NB-IoT, el ancho de banda de transmisión se reduce a un bloque de recursos físicos (PRB) de 180 kHz de tamaño. Se soportan tanto duplexación por división de frecuencia (FDD) como TDD. Para FDD (es decir, el transmisor y el receptor operan a diferentes frecuencias de portadora) solo se requiere soportar modo semidúplex en el UE. La menor complejidad de los dispositivos (por ejemplo, solo una cadena de transmisión/receptor) significa que también puede requerirse un pequeño número de repeticiones en la cobertura normal. Además, para aliviar la complejidad de UE, la hipótesis de trabajo puede ser contar con programación a través de subtramas. Es decir, una transmisión en primer lugar se programa en un Canal de Control de DL Físico Mejorado (E-PDCCH, también denominado M-EPDCCH) y después la primera transmisión de los datos reales del Canal Compartido de DL Físico (PDSCH) se lleva a cabo después de la transmisión final del M-EPDCCH.

Una o más realizaciones de la presente memoria de este modo generalmente incluyen el uso de una señal de subportadora individual en cualquier intervalo de grupo de símbolos de OFDM o SC-FDMA para acceso aleatorio. En diferentes intervalos de símbolo de OFDM o SC-FDMA pueden usarse diferentes subportadoras (frecuencias). Esto puede considerarse un "salto de frecuencia". Los patrones de salto consisten en salto de tamaño fijo y salto adicional de niveles múltiples. El salto de tamaño fijo incluye salto "Hacia arriba" y "Hacia abajo" para usar completamente los recursos de frecuencia. El salto de tamaño fijo asegura que el intervalo de estimación de tiempo de llegada diana se puede cumplir por PRACH. Los tamaños de salto de niveles múltiples se pueden conseguir mediante, por ejemplo, salto pseudoaleatorio que puede considerarse un salto de diferentes tamaños que está predeterminado. El salto adicional de niveles múltiples mejora en gran medida la exactitud de estimación de tiempo de llegada. Pueden diseñarse patrones de salto de frecuencia ortogonales entre diferentes preámbulos de PRACH.

Dado que la nueva señal de PRACH logra cerca de 0 dB de PAPR, se reduce la necesidad de retroceso de PA en la mayor medida y maximiza la eficiencia de PA. De este modo, se maximiza la eficiencia de la cobertura de PRACH y la batería. La nueva señal de PRACH es compatible con SC-FDMA y acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA). Por lo tanto, se puede implementar fácilmente usando un generador de señal de SC-FDMA o OFDMA existente. Esto reduce tanto el costo de desarrollo como el tiempo de salida al mercado. Además, los patrones de salto están diseñados cuidadosamente de manera tal que (1) la estimación exacta del tiempo de llegada pueda realizarse por la estación base, (2) los recursos de frecuencia puedan usarse completamente por PRACH mientras se mantiene la ortogonalidad de diferentes preámbulos. La estimación exacta de tiempo de llegada es extremadamente importante si se usa un CP corto (como 4,7 us en LTE) en PUSCH de NB-IoT.

En vista de las diversas modificaciones y variaciones descritas anteriormente, los expertos en la técnica apreciarán que el dispositivo de comunicación inalámbrica 14 (por ejemplo, equipo de usuario) de la presente memoria puede realizar el procesamiento 100 que se muestra en la Figura 16A para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio. Este procesamiento 100 comprende generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (Bloque 110). Cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El procesamiento 100 además implica transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio (Bloque 120).

Los expertos en la técnica apreciarán también que el nodo de red de radio 12 puede realizar el procesamiento 200 que se muestra en la Figura 16B para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio. El procesamiento 200 comprende recibir una señal de un dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, un equipo de usuario) (Bloque 210). El procesamiento 200 también incluye procesar la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (Bloque 220). Cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

En forma adicional, el nodo de red de radio 12 puede realizar el procesamiento 300 mostrado en la Figura 17A para la configuración de un dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, un equipo de usuario) para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El procesamiento 300 comprende generar información de configuración que indica uno o más parámetros para una patrón de salto frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (Bloque 310). El procesamiento 300 también comprende transmitir la información de configuración al dispositivo de comunicación inalámbrica (Bloque 320).

El dispositivo de comunicación inalámbrica 14 puede realizar correspondientemente el procesamiento 400 en la Figura 17B. El procesamiento 400 incluye recibir la información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada

5 uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (Bloque 410). El procesamiento 400 también incluye la configuración del dispositivo 14 para generar la señal de preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con la información de configuración recibida (Bloque 420).

10 En aún otras realizaciones, un equipo de usuario 14 (o, más generalmente, un dispositivo de comunicación inalámbrica) de la presente memoria puede realizar el procesamiento 500 que se muestra en la Figura 18A para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio. Este procesamiento 500 comprende generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia fija y, además, salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria (Bloque 510).
15 Cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El procesamiento 500 además implica transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio (Bloque 520).

20 Los expertos en la técnica también apreciarán que, en otras realizaciones, una estación base 12 (o, más generalmente, un nodo de red de radio) puede realizar el procesamiento 600 que se muestra en la Figura 18B para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio. El procesamiento 600 comprende recibir una señal desde un equipo de usuario (Bloque 610). El procesamiento 600 también incluye procesar la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia fija y, además, salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria (Bloque 620). Cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

30 En aún otras realizaciones, una estación base 12 (o, más generalmente, un nodo de red de radio) puede realizar el procesamiento 700 que se muestra en la Figura 19A para la configuración de un equipo de usuario para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El procesamiento 700 comprende generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia fija y, además, salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria (Bloque 710). El procesamiento 700 también comprende transmitir la información de configuración al equipo de usuario (Bloque 720).
35

40 El equipo de usuario 14 puede realizar correspondientemente el procesamiento 800 en la Figura 19B en realizaciones adicionales. El procesamiento 800 incluye recibir la información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el equipo de usuario 14 ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia fija y, además, salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio de al menos uno de los grupos de símbolos a un grupo de símbolos adyacentes en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria (Bloque 810). El procesamiento 800 también incluye configurar el equipo de usuario 14 para generar la señal de preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con la información de configuración recibida (Bloque 820).
45

50 Cabe destacar que el dispositivo de comunicación inalámbrica 14 (por ejemplo, equipo de usuario) como se describe anteriormente puede realizar el procesamiento de la presente memoria mediante la implementación de cualquier medio o unidades funcionales. En una realización, por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica 14 comprende circuitos o circuitería respectivos configurados para realizar las etapas mostradas en la Figura 16A, 17A, 18A, y/o 19B. Los circuitos o circuitería en este sentido pueden comprender circuitos dedicados a la realización de determinado procesamiento funcional y/o uno o más microprocesadores en conjunción con una memoria. En realizaciones que emplean una memoria, que puede comprender uno o varios tipos de memoria, tal como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc., la memoria almacena código de programa que, cuando se ejecuta por los uno o más procesadores, realiza las técnicas descritas en la presente memoria.
55

60 La Figura 20A ilustra detalles adicionales de un equipo de usuario 14 (o, más generalmente, un dispositivo de comunicación inalámbrica) de acuerdo con una o más realizaciones. Como se muestra, el equipo de usuario 14 incluye circuitos de procesamiento 920 y circuitos de radio 910. Los circuitos de radio 910 están configurados para transmitir a través de una o más antenas 940. Los circuitos de procesamiento 920 están configurados para realizar el procesamiento descrito anteriormente, por ejemplo, en la Figura 16A, 17B, 18A y/o 19B, tal como mediante la ejecución

de las instrucciones almacenadas en la memoria 930. El circuito de procesamiento 920 en este sentido puede implementar ciertos medios o unidades funcionales.

La Figura 20B ilustra un equipo de usuario 14 (o, más generalmente, un dispositivo de comunicación inalámbrica) que de acuerdo con otras realizaciones implementa diversos medios o unidades funcionales, por ejemplo, a través de los circuitos de procesamiento 920 en la Figura 20A. Como se muestra, estos medios o unidades funcionales, por ejemplo, para implementar el procedimiento en la Figura 16A, incluyen, por ejemplo, un módulo o unidad de generación 950 para generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos. El equipo de usuario 14 también incluye un módulo o unidad de transmisión 960 para transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

Detalles adicionales del equipo de usuario 14 se muestran en relación con la Figura 20C. Como se muestra en 20C, el equipo de usuario de ejemplo 14 incluye una antena 970, circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 972, circuitos de procesamiento 974, y el equipo de usuario 14 también puede incluir una memoria 982. La memoria 982 puede estar separada del circuito de procesamiento 974 o ser una parte integral del circuito de procesamiento 974. La antena 970 puede incluir una o más antenas o conjuntos de antena, y está configurada para enviar y/o recibir señales inalámbricas, y está conectada a circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 972. En ciertas realizaciones alternativas, el equipo de usuario 14 puede no incluir la antena 970, y la antena 970 puede en cambio estar separada del equipo de usuario 14 y ser conectable al equipo de usuario 14 a través de una interfaz o puerto.

Los circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 972 pueden comprender varios filtros y amplificadores, están conectados a la antena 970 y a los circuitos de procesamiento 974, y están configurados para acondicionar señales comunicadas entre la antena 970 y los circuitos de procesamiento 974. En ciertas realizaciones alternativas, el usuario equipo 14 puede no incluir circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 972, y los circuitos de procesamiento 974 puede en cambio estar conectados a la antena 970 sin circuitos de extremo frontal 972.

Los circuitos de procesamiento 974 pueden incluir uno o más de circuito transceptor de radiofrecuencia (RF) 976, circuito de procesamiento de banda base 978, y circuito de procesamiento de aplicación 980. En ciertas realizaciones, el circuito transceptor de RF 976, circuito de procesamiento de banda base 978, y circuito de procesamiento de aplicación 980 pueden estar en conjuntos de circuitos integrados separados. En realizaciones alternativas, parte o todo el circuito de procesamiento de banda base 978 y el circuito de procesamiento de aplicación 980 pueden estar combinados en un conjunto de circuitos integrados, y el circuito transceptor de RF 976 puede estar en un conjunto de circuitos integrados separado. En realizaciones aún alternativas, parte o todo el circuito transceptor de RF 976 y circuito de procesamiento de banda base 978 puede estar en el mismo conjunto de circuitos integrados, y el circuito de procesamiento de aplicación 980 puede estar en un conjunto de circuitos integrados separado. En aún otras realizaciones alternativas, parte o todo el circuito transceptor de RF 976, circuito de procesamiento de banda base 978, y circuito de procesamiento de aplicación 980 pueden estar combinados en el mismo conjunto de circuitos integrados. Los circuitos de procesamiento 974 pueden incluir, por ejemplo, una o más unidades centrales de procesamiento (CPU), uno o más microprocesadores, uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), y/o una o más matrices de puertas programables en campo (FPGA).

El equipo de usuario 14 puede incluir una fuente de energía 984. La fuente de energía 984 puede ser una batería u otros circuitos de suministro de energía, así como circuitos de administración de energía. Los circuitos de suministro de energía pueden recibir energía de una fuente externa. Una batería, otros circuitos de suministro de energía, y/o circuitos de administración de energía están conectados a circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 972, circuitos de procesamiento 974, y/o una memoria 982. La fuente de energía 984, batería, circuitos de suministro de energía, y/o circuitos de administración de energía están configurados para suministrar al equipo de usuario 14, incluyendo circuitos de procesamiento 974, energía para realizar la funcionalidad descrita en la presente memoria.

Cabe destacar también que el nodo de red de radio 12 como se describe anteriormente puede realizar el procesamiento de la presente memoria mediante la implementación de cualquier medio o unidades funcionales. En una realización, por ejemplo, el nodo de red de radio 12 comprende circuitos o circuitería respectivos configurados para realizar las etapas mostradas en la Figura 16B, 17A, 18B, y/o 19A. Los circuitos o circuitería en este sentido pueden comprender circuitos dedicados a la realización de determinado procesamiento funcional y/o uno o más microprocesadores en conjunción con una memoria. En realizaciones que emplean una memoria, que puede comprender uno o varios tipos de memoria, tal como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc., la memoria almacena código de programa que, cuando se ejecuta por los uno o más procesadores, realiza las técnicas descritas en la presente memoria.

La Figura 21A ilustra detalles adicionales de un nodo de red de radio 12 (por ejemplo, una estación base) de acuerdo con una o más realizaciones. Como se muestra, el nodo de red de radio 12 incluye circuitos de procesamiento 1020 y circuitos de radio 1010. Los circuitos de radio 1010 están configurados para transmisión a través de o más antenas 1040. Los circuitos de procesamiento 1020 están configurados para realizar el procesamiento descrito anteriormente, por ejemplo, en la Figura 16B, 17A, 18B, y/o 19A, tal como mediante la ejecución de instrucciones almacenadas en la memoria 1030. Los circuitos de procesamiento 1020 en este sentido pueden implementar ciertos medios o unidades funcionales.

La Figura 21B ilustra un nodo de red de radio 12 (por ejemplo, una estación base) que de acuerdo con otras realizaciones implementa diversos medios o unidades funcionales, por ejemplo, a través de los circuitos de procesamiento 1020 en la Figura 21A. Estos medios o unidades funcionales, por ejemplo, para implementar el procedimiento en la Figura 16B, incluyen, por ejemplo, un módulo o unidad de recepción 1050 para recibir una señal desde un equipo de usuario. Además, se incluye un módulo o unidad de procesamiento 1060 para procesar la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

Detalles adicionales del nodo de red de radio 12 se muestran en relación con la Figura 21C. Como se muestra en 21C, el nodo de red de radio de ejemplo 12 incluye una antena 1070, circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 1072, circuitos de procesamiento 1074, y el nodo de red de radio 12 también puede incluir una memoria 1082. La memoria 1082 puede estar separada del circuito de procesamiento 1074 o ser una parte integral del circuito de procesamiento 1074. La antena 1070 puede incluir una o más antenas o conjuntos de antena, y está configurada para enviar y/o recibir señales inalámbricas, y está conectada a circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 1072. En ciertas realizaciones alternativas, el nodo de red de radio 12 puede no incluir la antena 1070, y la antena 1070 puede en cambio estar separada del nodo de red de radio 12 y ser conectable al nodo de red de radio 12 a través de una interfaz o puerto.

Los circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 1072 pueden comprender varios filtros y amplificadores, están conectado a la antena 1070 y circuitos de procesamiento 1074, y están configurado para acondicionar señales comunicadas entre la antena 1070 y los circuitos de procesamiento 1074. En ciertas realizaciones alternativas, el nodo de red de radio 12 puede no incluir circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 1072, y los circuitos de procesamiento 1074 en cambio pueden estar conectados a la antena 1070 sin circuitos de extremo frontal 1072.

Los circuitos de procesamiento 1074 pueden incluir uno o más de circuito transceptor de radiofrecuencia (RF) 1076, circuito de procesamiento de banda base 1078, y circuito de procesamiento de aplicación 1080. En ciertas realizaciones, el circuito transceptor de RF 1076, circuito de procesamiento de banda base 1078, y circuito de procesamiento de aplicación 1080 pueden estar en conjuntos de circuitos integrados separados. En realizaciones alternativas, parte o todo el circuito de procesamiento de banda base 1078 y el circuito de procesamiento de aplicación 1080 pueden estar combinados en un conjunto de circuitos integrados, y el circuito transceptor de RF 1076 puede estar en un conjunto de circuitos integrados separado. En realizaciones aún alternativas, parte o todo el circuito transceptor de RF 1076 y circuito de procesamiento de banda base 1078 puede estar en el mismo conjunto de circuitos integrados, y el circuito de procesamiento de aplicación 1080 puede estar en un conjunto de circuitos integrados separado. En aún otras realizaciones alternativas, parte o todo el circuito transceptor de RF 1076, circuito de procesamiento de banda base 1078, y circuito de procesamiento de aplicación 1080 pueden estar combinados en el mismo conjunto de circuitos integrados. Los circuitos de procesamiento 1074 pueden incluir, por ejemplo, una o más unidades centrales de procesamiento (CPU), uno o más microprocesadores, uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), y/o una o más matrices de puertas programables en campo (FPGA).

La red de radio nodo 12 puede incluir una fuente de energía 1084. La fuente de energía 1084 puede ser una batería u otros circuitos de suministro de energía, así como circuitos de administración de energía. Los circuitos de suministro de energía pueden recibir energía de una fuente externa. Una batería, otros circuitos de suministro de energía, y/o circuitos de administración de energía están conectados a circuitos de radio (por ejemplo, circuitos de extremo frontal de radio) 1072, circuitos de procesamiento 1074, y/o una memoria 1082. La fuente de energía 1084, batería, circuitos de suministro de energía, y/o circuitos de administración de energía están configurados para suministrar al nodo de red de radio 12, incluyendo circuitos de procesamiento 1074, energía para realizar la funcionalidad descrita en la presente memoria.

Los expertos en la técnica apreciarán que módulos alternativos, unidades, u otros medios pueden estar incluidos en el equipo de usuario 14 y/o nodo de red de radio 12 para realizar los procedimientos de las Figuras 16A-19B.

La Figura 22A ilustra detalles adicionales de un nodo de red 1100A (por ejemplo, una estación base o un nodo de red central) de acuerdo con una o más realizaciones. Como se muestra, el nodo de red 1100A incluye circuitos de procesamiento 1120 y circuitos de comunicación 1110. Los circuitos de comunicación 110 pueden estar configurados

5 para transmitir a través de o más antenas 140, por ejemplo, en realizaciones en las que los circuitos de comunicación 1110 comprenden circuitos de radio. Los circuitos de procesamiento 1120 están configurados para realizar el procesamiento descrito anteriormente, por ejemplo, en la Figura 17A y/o 19A, tal como mediante la ejecución de instrucciones almacenadas en la memoria 1130. Los circuitos de procesamiento de 1120 en este sentido pueden implementar ciertas medios o unidades funcionales.

10 La Figura 22B ilustra un nodo de red 1100B que de acuerdo con otras realizaciones implementa diversos medios o unidades funcionales, por ejemplo, a través de los circuitos de procesamiento 1120 en la Figura 22A. Estos medios o unidades funcionales, por ejemplo, para implementar el procedimiento en la Figura 17A, incluyen, por ejemplo, un módulo o unidad de generación 1150 para generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el equipo de usuario 14 ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de saltos de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos. También se incluye un módulo o unidad de transmisión 1160 para transmitir la información de configuración al equipo de usuario 14.

15 Los expertos en la técnica también apreciarán que las realizaciones de la presente memoria incluyen más programas de ordenador correspondientes.

20 Un programa de ordenador comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador de un nodo, hacen al nodo llevar a cabo cualquiera de los procesamientos respectivos descrito anteriormente. Un programa de ordenador en este sentido puede comprender uno o más módulos de código correspondientes a los medios o unidades descritas anteriormente.

Las realizaciones incluyen además un vehículo que contiene tal programa de ordenador. Este vehículo puede comprender uno de una señal electrónica, señal óptica, señal de radio, o medio de almacenamiento legible por ordenador.

25 En este sentido, las realizaciones de la presente memoria también incluyen un producto de programa de ordenador almacenado en un medio legible por ordenador no transitorio (almacenamiento o registro) y que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de un nodo de radio (de transmisión o recepción), hacen que el nodo de radio se desempeñe como se describe anteriormente.

30 Las realizaciones incluyen además un producto de programa de ordenador que comprende porciones de código de programa para realizar las etapas de cualquiera de las realizaciones de la presente memoria cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta por un dispositivo de computación. Este producto de programa de ordenador puede almacenarse en un medio de registro legible por ordenador.

Otras realizaciones adicionales de la presente memoria incluyen las siguientes realizaciones enumeradas.

35 Como se muestra en la Figura 23A, una primera realización enumerada incluye un procedimiento 1200 implementado por un dispositivo de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio, el procedimiento comprende: generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo símbolo en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes (por ejemplo, una distancia de frecuencia pseudoaleatoria) en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos (Bloque 1210); y transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio (Bloque 1220).

40 Una segunda realización enumerada incluye el procedimiento de la primera realización enumerada, que comprende además seleccionar aleatoriamente un tono individual en el que generar un primero de los múltiples grupos de símbolos, y seleccionar saltar el tono individual en el que generar los subsecuentes de los múltiples grupos de símbolos de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia.

45 Como se muestra en la Figura 23B, una tercera realización enumerada incluye un procedimiento 1300 implementado por un nodo de red de radio en un sistema de comunicación inalámbrica para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio, el procedimiento comprende: recibir una señal de un dispositivo de comunicación inalámbrica (Bloque 1310); y procesar la señal recibida en un intento de detectar un preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes (por ejemplo, en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria) en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos (Bloque 1320).

55 Una cuarta realización enumerada incluye el procedimiento de la tercera realización enumerada, que comprende además recibir una o más otras señales de uno o más otros dispositivos de comunicación inalámbrica, y procesar las una o más otras señales en un intento de detectar uno o más otros preámbulos de acceso aleatorio multiplexados en

frecuencia con el preámbulo de acceso aleatorio, de acuerdo con diferentes patrones de salto de frecuencia.

5 Como se muestra en la Figura 24A, una quinta realización enumerada incluye un procedimiento 1400 implementado por un nodo de red en un sistema de comunicación inalámbrica para configurar un dispositivo de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos, el procedimiento comprende: generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual en una de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes (por ej., una distancia de frecuencia pseudoaleatoria) en uno o más otros grupos de símbolos (Bloque 1410); y transmitir la información de configuración al dispositivo de comunicación inalámbrica (Bloque 1420).

10 Una sexta realización enumerada incluye el procedimiento de la quinta realización enumerada, que comprende además la configuración de múltiples bandas de frecuencia diferentes en las que las señales de preámbulo de acceso aleatorio para diferentes tipos de dispositivos de comunicación inalámbricas se han de transmitir, en las que las diferentes bandas de frecuencia tienen diferentes números de tonos.

15 Una séptima realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la quinta a la sexta realización enumerada, en el que la información de configuración indica al menos un parámetro que indica en qué banda el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio y/o un número de tonos en la banda.

20 Una octava realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a la séptima realización enumerada, en el que las distancias de frecuencia fija son menores o iguales que un umbral de distancia de frecuencia asociado con un tamaño de celdas diana y/o un intervalo de estimación de tiempo de llegada diana, y al menos una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes es mayor que el umbral de distancia de frecuencia.

25 Una novena realización enumerada incluye el procedimiento de la octava realización enumerada, en el que el umbral de distancia de frecuencia es una distancia de frecuencia abarcada por un tono.

Una décima realización enumerada incluye el procedimiento de la octava realización enumerada, en el que el umbral de distancia de frecuencia es una distancia de frecuencia abarcada por dos tonos.

30 Una undécima realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a la décima realización enumerada, en el que las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes comprenden distancias de frecuencia generadas de manera pseudoaleatoria.

Una duodécima realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a la undécima realización enumerada, en el que la distancia de frecuencia a saltar en cada uno de dichos uno o más otros grupos de símbolos se selecciona de manera pseudoaleatoria entre las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes.

35 Una decimotercera realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a duodécima realización enumerada, en el que el patrón de salto de frecuencia salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos en un primer conjunto de uno o más grupos de símbolos, y salta el tono individual en una de las múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en cada grupo de símbolos en un segundo conjunto de uno o más grupos de símbolos diferentes del primer conjunto.

40 Una decimocuarta realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a decimotercera realización enumerada, en el que el patrón de salto de frecuencia comprende una combinación de un patrón de salto de distancia fija y un patrón de salto de múltiples distancias, en el que el patrón de salto de distancia fija salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos en un primer conjunto de uno o más grupos de símbolos, y el patrón de salto de múltiples distancias salta el tono individual en múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en cada grupo de símbolos en un segundo conjunto de uno o más grupos de símbolos diferente al primer conjunto.

Una decimoquinta realización enumerada incluye el procedimiento de la decimocuarta realización enumerada, en el que el patrón de salto de múltiples distancias es un patrón de salto pseudoaleatorio.

45 Una decimosexta realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la decimotercera a decimoquinta realización enumerada, en el que los grupos de símbolos en los primeros y segundos conjuntos están entrelazados en el tiempo y no se superponen, los primeros y segundos conjuntos incluyendo cada otro grupo de símbolos.

Una decimoséptima realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la decimotercera a decimosexta realización enumerada, en el que una distancia de frecuencia saltada en un grupo de símbolos en el segundo conjunto se selecciona de distancias de frecuencia candidato que incluyen 0, 1, ... y $N_b^{sc} - 1$ múltiplos de una distancia de

frecuencia abarcada por un tono individual, en la que N_b^{sc} es una serie de tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

Una decimoctava realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la decimotercera a la decimosexta realización enumerada, en el que una distancia de frecuencia saltada en un grupo de símbolos en el segundo conjunto

5 se selecciona de distancias de frecuencia candidato que incluyen $0, N_{sb}^{sc}, 2N_{sb}^{sc},$ y $N_b^{sc} - N_{sb}^{sc}$ múltiplos de una distancia de frecuencia abarcada por un tono individual, en la que N_b^{sc} es un número de tonos en un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio, en la que N_{sb}^{sc} es un número de tonos en cualquier subbanda dada.

10 Una decimonovena realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a decimoctava realización enumerada, en el que el patrón de salto de distancia fija salta el tono individual en la distancia de frecuencia fija en un grupo de símbolos en una dirección que depende de una ubicación de frecuencia del grupo de símbolos.

Una vigésima realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a decimoctava realización enumerada, en el que el patrón de salto de distancia fija salta el tono individual en la distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos en la misma dirección.

15 Una vigésimo primera realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a vigésima realización enumerada, en el que el patrón de salto de frecuencia salta el tono individual a través de un ancho de banda de transmisión de la señal de preámbulo de acceso aleatorio, de manera que los múltiples grupos de símbolos abarcan todo el ancho de banda de transmisión.

20 Una vigésimo segunda realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a vigésimo primera realización enumerada, en el que un recurso de tiempo comprende un intervalo de grupo de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal.

Una vigésimo tercera realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a vigésimo segunda realización enumerada, en el que un tono es una subportadora de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal.

25 Una vigésimo cuarta realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a vigésimo tercera realización enumerada, en el que el dispositivo de comunicación inalámbrica es un dispositivo de Internet de las Cosas de banda estrecha (NB-IoT).

Una vigésimo quinta realización enumerada incluye el procedimiento de cualquiera de la primera a vigésimo cuarta realización enumerada, en el que la señal de preámbulo de acceso aleatorio se transmite a través de un Canal de Acceso Aleatorio Físico de banda estrecha (PRACH).

30 Una vigésimo sexta realización enumerada incluye un dispositivo de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio, el dispositivo de comunicación inalámbrica está configurado para: generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos; y transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

35 Una vigésimo séptima realización enumerada incluye el dispositivo de comunicación inalámbrica de la vigésimo sexta realización enumerada, configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de la segunda y octava a la vigésimo quinta realización enumerada.

40 Una vigésimo octava realización enumerada incluye un dispositivo de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio, el dispositivo de comunicación inalámbrica comprende: un módulo de generación para generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada grupo de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos; y un módulo de transmisión para transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio.

45 Una vigésimo novena realización enumerada incluye un nodo de red de radio en un sistema de comunicación inalámbrica para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio, el nodo de red de radio configurado para: recibir una señal desde un dispositivo de comunicación inalámbrica; y procesar la señal recibida en un intento de detectar un preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que

salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

5 Una vigésimo novena realización enumerada incluye un nodo de red de radio de la vigésimo novena realización enumerada, configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de la cuarta y octava a vigésimo quinta realización enumerada.

10 Una trigésima realización enumerada incluye un nodo de red de radio en un sistema de comunicación inalámbrica para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio, el nodo de red de radio comprende: un módulo de recepción para recibir una señal desde un dispositivo de comunicación inalámbrica; y un módulo de procesamiento para procesar la señal recibida en un intento de detectar un preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, con cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos, en el que cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos.

15 Una trigésimo segunda realización enumerada incluye un nodo de red en un sistema de comunicación inalámbrica para la configuración de un dispositivo de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos, el nodo de red configurado para: generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos; y transmitir la información de configuración al dispositivo de comunicación inalámbrica.

25 Una trigésimo tercera realización enumerada incluye un nodo de red de la trigésimo segunda realización enumerada, configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de la sexta a vigésimo quinta realización enumerada.

30 Una trigésimo cuarta realización enumerada incluye un nodo de red en un sistema de comunicación inalámbrica para la configuración de un dispositivo de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos, el nodo de red comprende: un módulo de generación para generar información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes en uno o más otros grupos de símbolos; y un módulo de transmisión para transmitir la información de configuración al dispositivo de comunicación inalámbrica.

35 Una trigésimo quinta realización enumerada incluye un programa de ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por al menos un procesador de un nodo, hacen al nodo realizar el procedimiento de cualquiera de la primera a vigésimo quinta realización enumerada.

40 Una trigésimo sexta realización enumerada incluye un vehículo que contiene el programa de ordenador de la trigésimo quinta realización enumerada, en la que el vehículo es una de una señal electrónica, señal óptica, señal de radio, o medio de almacenamiento legible por ordenador.

45 Como se muestra en la Figura 24B, otra realización incluye un procedimiento 1500 implementado por un dispositivo de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica para configurar el dispositivo de comunicación inalámbrica para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio que comprende múltiples grupos de símbolos, cada grupo de símbolos comprende uno o más símbolos, el procedimiento comprende: recibir información de configuración que indica uno o más parámetros para un patrón de salto de frecuencia de acuerdo con el que el dispositivo de comunicación inalámbrica ha de generar cada uno de los grupos de símbolos en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, en el que el patrón de salto de frecuencia salta el tono individual en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos y salta el tono individual en una de múltiples distancias de frecuencia posibles diferentes (por ej., distancia de frecuencia pseudoaleatoria) en uno o más otros grupos de símbolos (Bloque 1510); y configurar el dispositivo de comunicación inalámbrica para generar la señal de acceso aleatorio de acuerdo con la información de configuración recibida (Bloque 1520).

50 Los expertos en la técnica reconocerán que la presente invención puede llevarse a cabo de otras maneras que las establecidas específicamente en la presente memoria sin apartarse de las características esenciales de la invención. Por lo tanto, las presentes realizaciones deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas. El ámbito de protección se define por las reivindicaciones.

55

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento implementado por un equipo de usuario (14) configurado para uso en un sistema de comunicación inalámbrica (10), el procedimiento comprende:

5 generar (110) una señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) que comprende múltiples grupos de símbolos (18), con cada grupo de símbolos (18) en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos (18) y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (18), en el que cada grupo de símbolos (18) comprende uno o más símbolos; y

10 transmitir (120) la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además seleccionar al azar un tono individual en el que transmitir un primero de los múltiples grupos de símbolos (18), y seleccionar los tonos individuales en los que transmitir respectivamente los posteriores de los múltiples grupos de símbolos (18) de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia.

15 3. Un procedimiento implementado por un nodo de red de radio (12) configurado para uso en un sistema de comunicación inalámbrica (10), el procedimiento comprende:

recibir (210) una señal desde un equipo de usuario (14); y

20 procesar (220) la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) que comprende múltiples grupos de símbolos (18), con cada uno de los grupos de símbolos (18) en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos (18) y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolo (18), en el que cada grupo de símbolos (18) comprende uno o más símbolos.

25 4. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además recibir una o más otras señales de uno o más otros equipos de usuario, y procesar las una o más otras señales en un intento de detectar una o más otras señales de preámbulo de acceso aleatorio multiplexadas en frecuencia con la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16), de acuerdo con diferentes patrones de salto de frecuencia.

5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la distancia de frecuencia pseudoaleatoria es una función de:

30
$$f_{hop}(i) = (f_{hop}(i - 1) + (\sum_{k=i+10+1}^{i+10+9} c(k) * 2^{k-(i*10+1)}) \bmod (N_b^{sc} - 1) + 1) \bmod N_b^{sc},$$

en la que $i = \frac{t}{T}$, en la que t es un índice de grupo de símbolos, en el que la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) salta una distancia de frecuencia pseudoaleatoria cada T grupos de símbolos (18), en el que N_b^{sc} es un número de tonos dentro de los que se define el salto para la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16), y $c(k)$ es una secuencia pseudoaleatoria.

35 6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la distancia de frecuencia pseudoaleatoria es una función de:

$$f_{hop}(i) = (f_{hop}(i - 1) + (\sum_{k=i+10+1}^{i+10+9} c(k) * 2^{k-(i*10+1)}) \bmod (N_b^{sc} - 1) + 1) \bmod N_b^{sc},$$

40 en la que N_b^{sc} es un número de tonos dentro de la que se define el salto para la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16), en la que $c(k)$ es una secuencia pseudoaleatoria, y en la que $i = 0, 1, 2, \dots$ es un índice de los saltos de frecuencia pseudoaleatoria consecutivos en el patrón de salto de frecuencia.

7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en el que la secuencia pseudoaleatoria $c(k)$ comprende una secuencia de longitud M_{PN} , en la que $k = 0, 1, \dots, M_{PN} - 1$, y se define por

$$c(k) = (x_1(k + N_C) + x_2(k + N_C)) \bmod 2$$

$$x_1(k + 31) = (x_1(k + 3) + x_1(k)) \bmod 2$$

$$x_2(k + 31) = (x_2(k + 3) + x_2(k + 2) + x_2(k + 1) + x_2(k)) \bmod 2$$

en la que $N_C = 1600$, $x_1(0) = 1, x_1(k) = 0, k = 1, 2, \dots, 30$, $c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$, $c_{\text{init}} = N_{\text{ID}}^{\text{Ncell}}$, y $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ es una identidad de celda de la capa física.

8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la distancia de frecuencia pseudoaleatoria es una función de una identidad de celda.
9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la distancia de frecuencia fija comprende una distancia de frecuencia de un tono individual.
10. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que cada grupo de símbolos (18) en la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) comprende un prefijo cíclico y dos o más símbolos.
11. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el patrón de salto de frecuencia salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia fija en cada grupo de símbolos (18) en un primer conjunto de uno o más grupos de símbolos (18), y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en cada grupo de símbolos (18) en un segundo conjunto de uno o más grupos de símbolos (18) diferente al primer conjunto.
12. Un equipo de usuario (14) para uso en un sistema de comunicación inalámbrica (10) para transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio (16), el equipo de usuario (14) comprende:
 - circuitos de procesamiento (920) y circuitos de radio (910), mediante los que el equipo de usuario (14) está configurado para:
 - generar una señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) que comprende múltiples grupos de símbolos (18), con cada grupo de símbolos (18) en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos (18) y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (18), en el que cada grupo de símbolos (18) comprende uno o más símbolos; y
 - transmitir la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16).
13. El equipo de usuario (14) de la reivindicación 12, en el que el equipo de usuario (14) está configurado para realizar cualquiera de los procedimientos de las reivindicaciones 2, 5-11 implementados por un equipo de usuario.
14. Un nodo de red de radio (12) para uso en un sistema de comunicación inalámbrica (10) para recibir una señal de preámbulo de acceso aleatorio (16), el nodo de red de radio (12) comprende:
 - circuitos de procesamiento (1020) y circuitos de radio (1010), mediante los que el nodo de red de radio (12) está configurado para:
 - recibir una señal desde un equipo de usuario (14); y
 - procesar la señal recibida en un intento de detectar una señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) que comprende múltiples grupos de símbolos (18), con cada uno de los grupos de símbolos (18) en un tono individual durante un recurso de tiempo diferente, de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia que salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia fija en uno o más grupos de símbolos (18) y salta la señal de preámbulo de acceso aleatorio (16) en una distancia de frecuencia pseudoaleatoria en uno o más otros grupos de símbolos (18), en el que cada grupo de símbolos (18) comprende uno o más símbolos.
15. El nodo de red de radio de la reivindicación 14, en el que el nodo de red de radio (12) está configurado para realizar cualquiera de los procedimientos de las reivindicaciones 4-11 implementados por un nodo de red de radio.

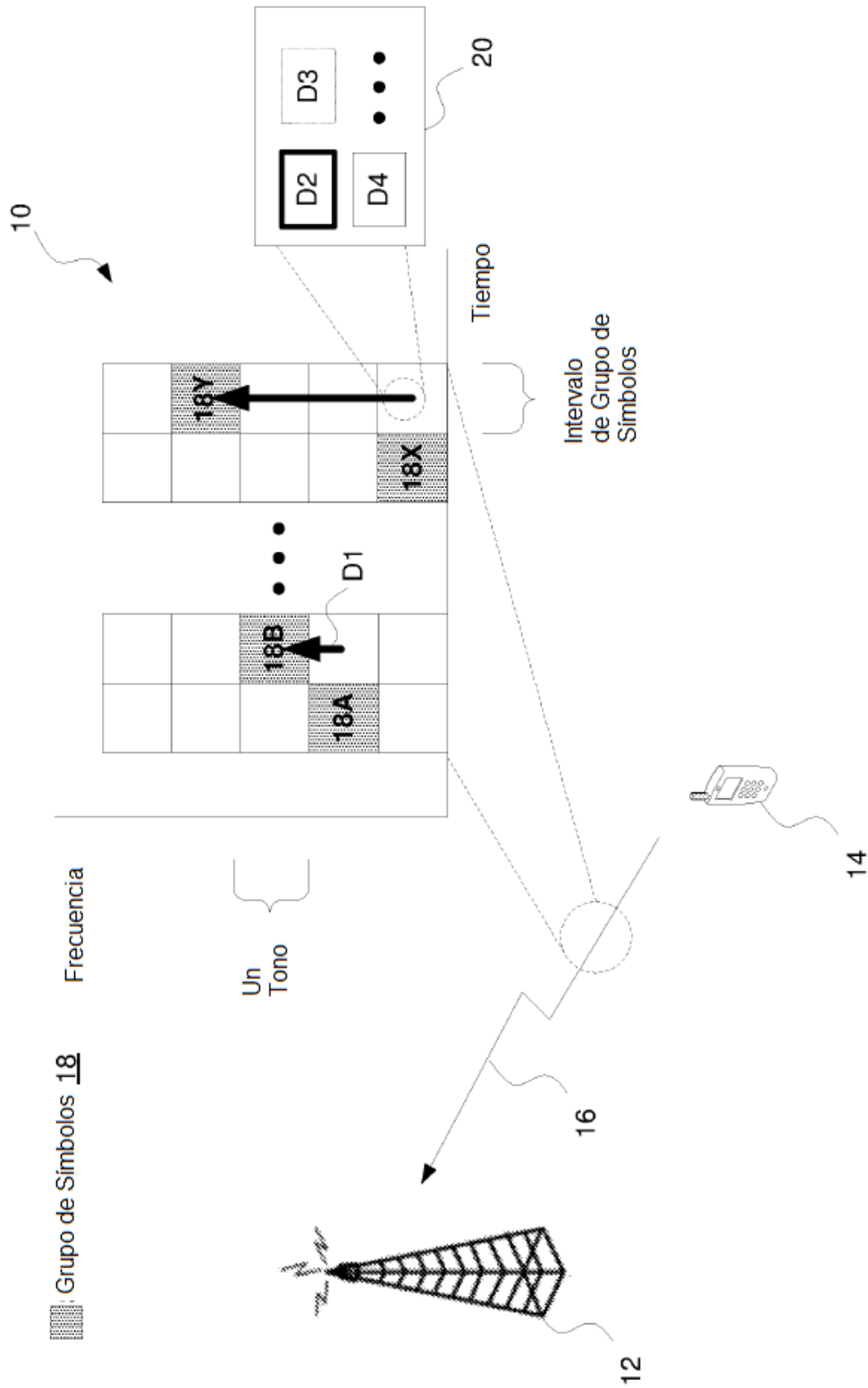


FIG. 1

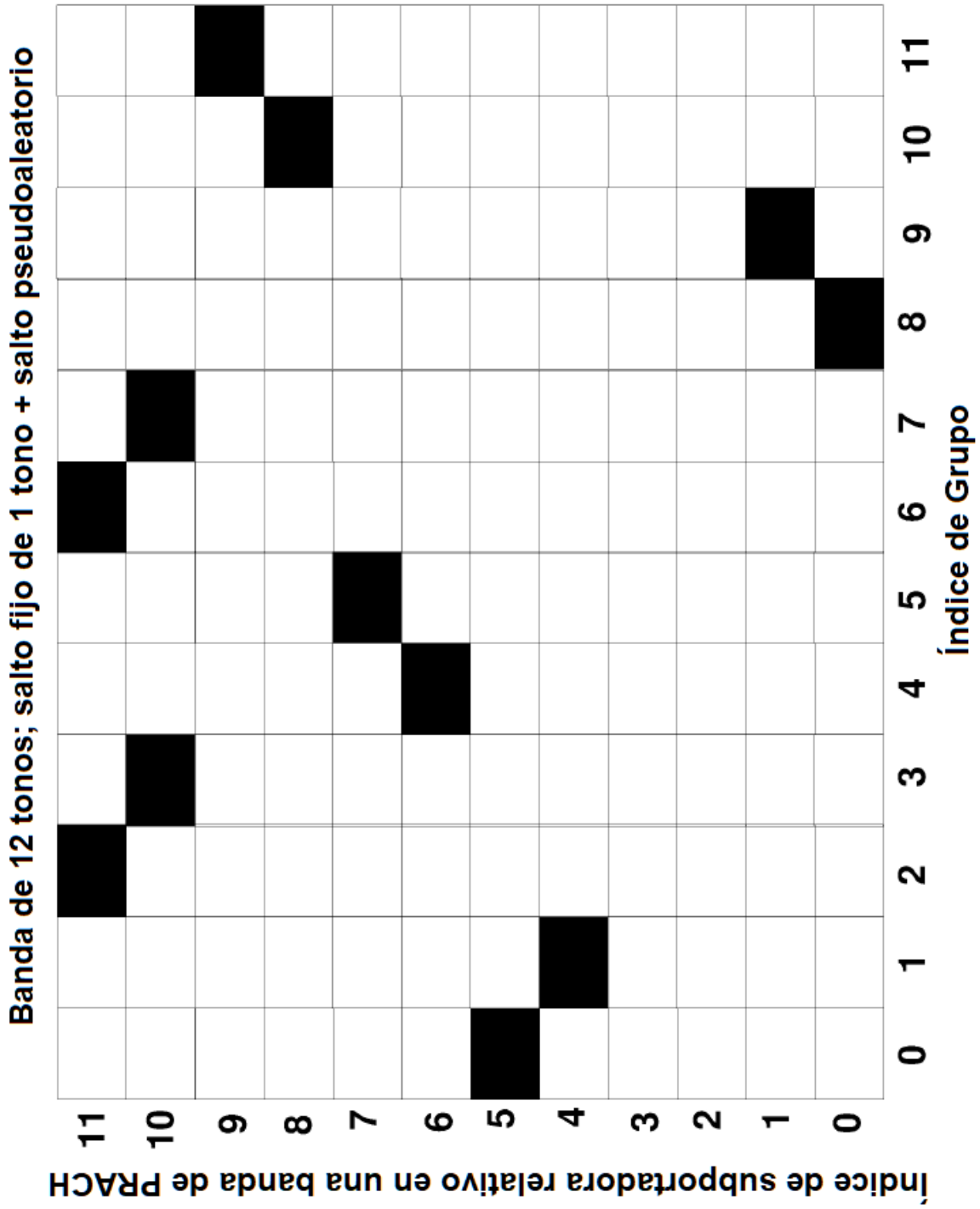


FIG. 2

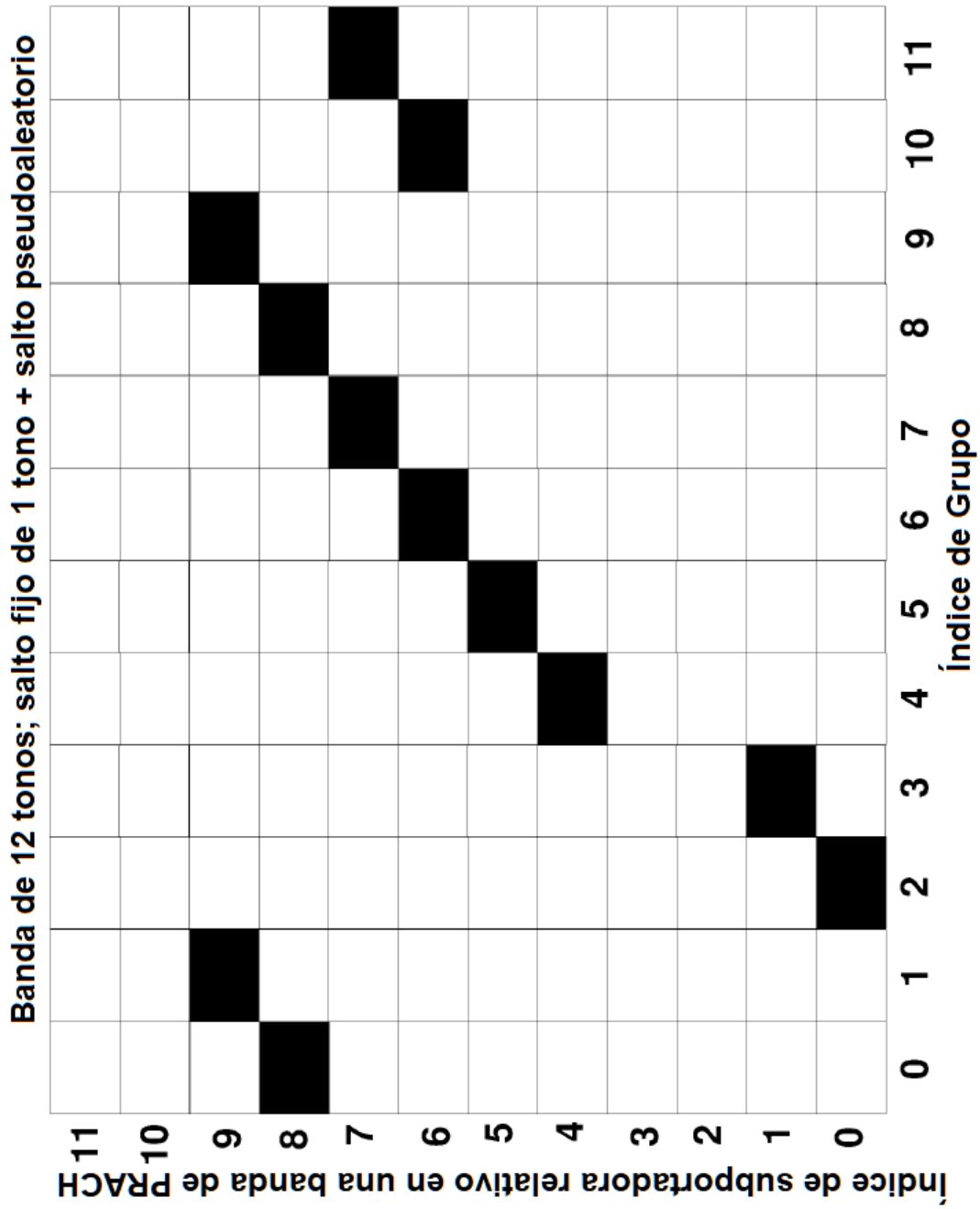


FIG. 3

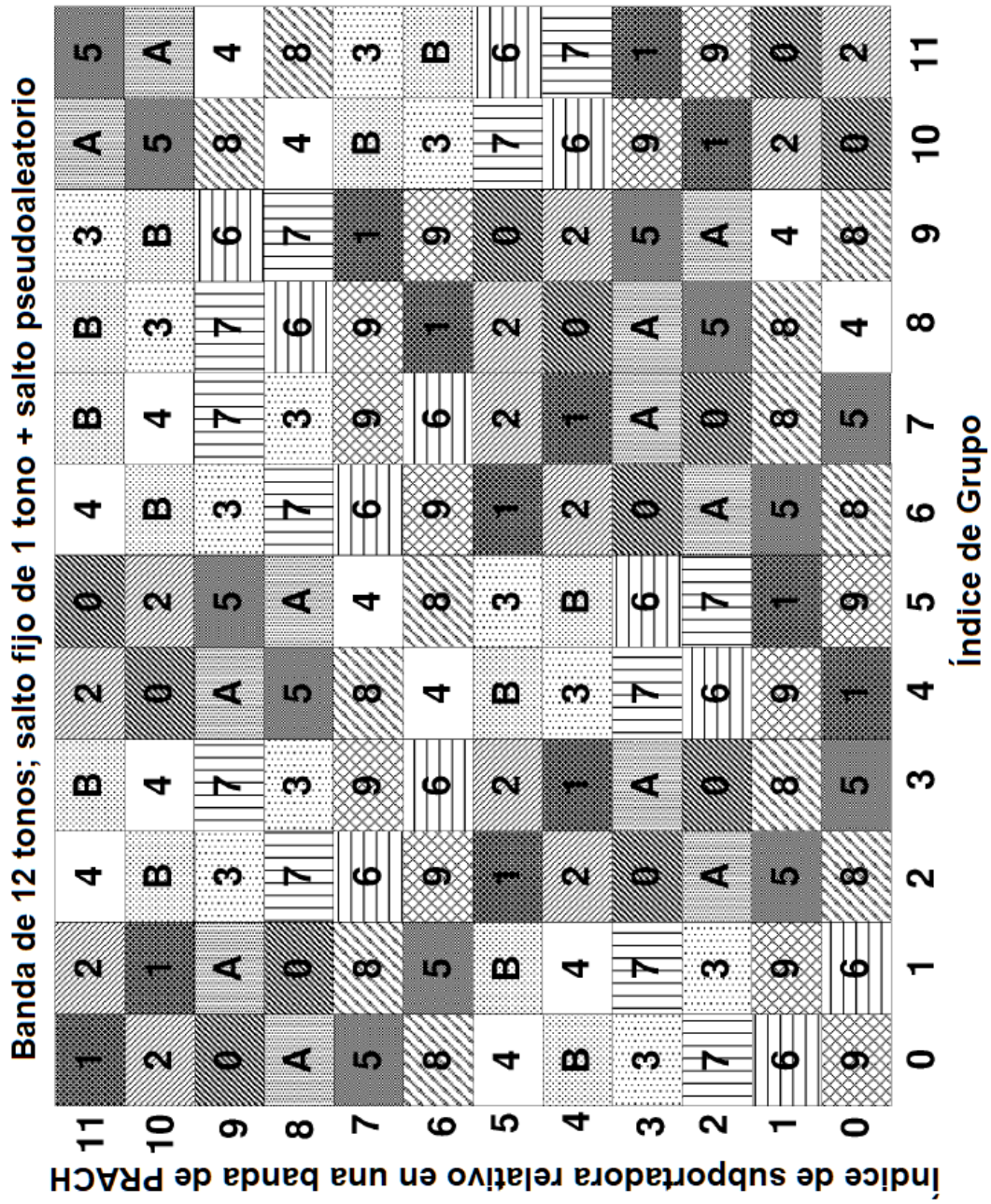


FIG. 4

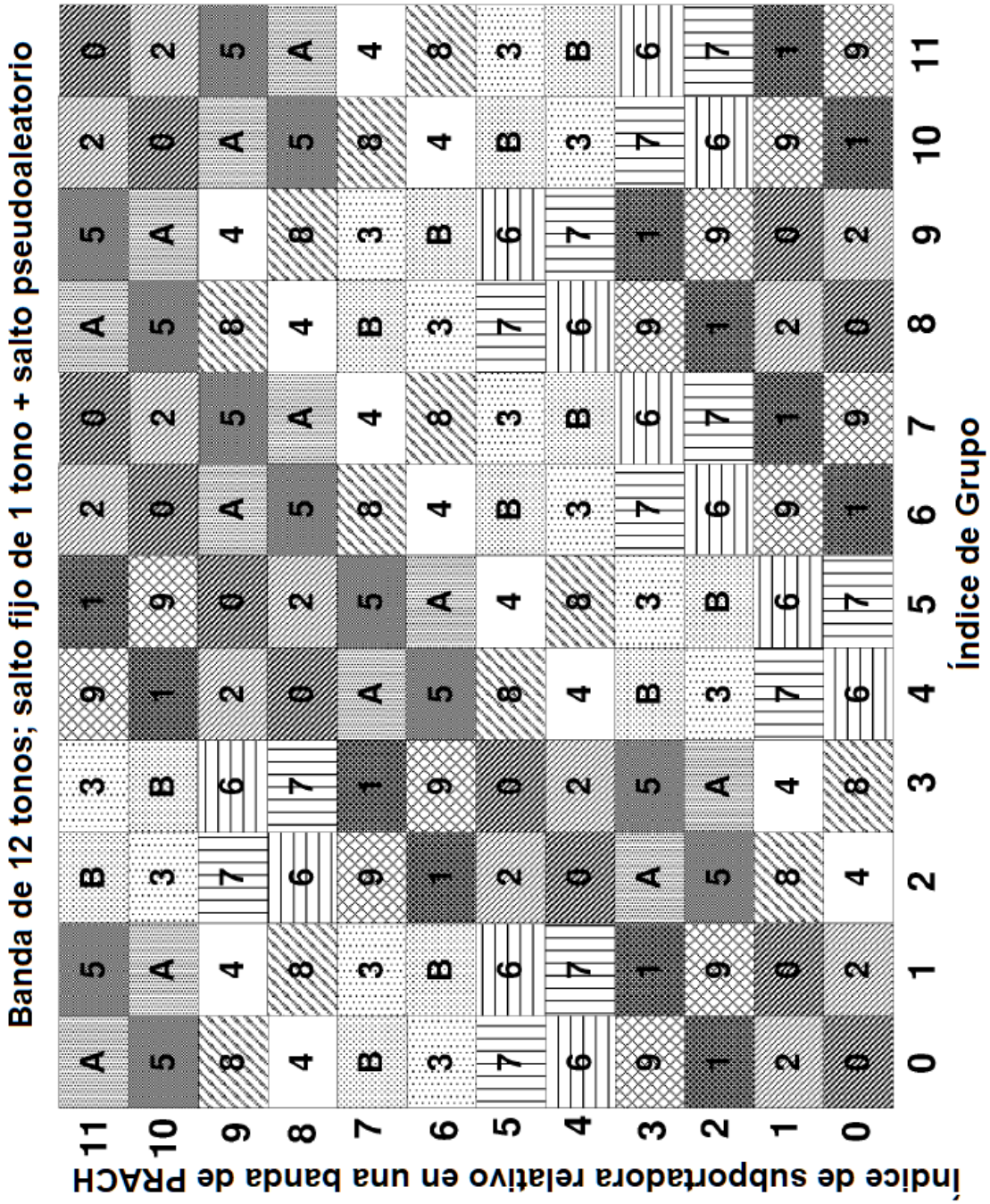


FIG. 5

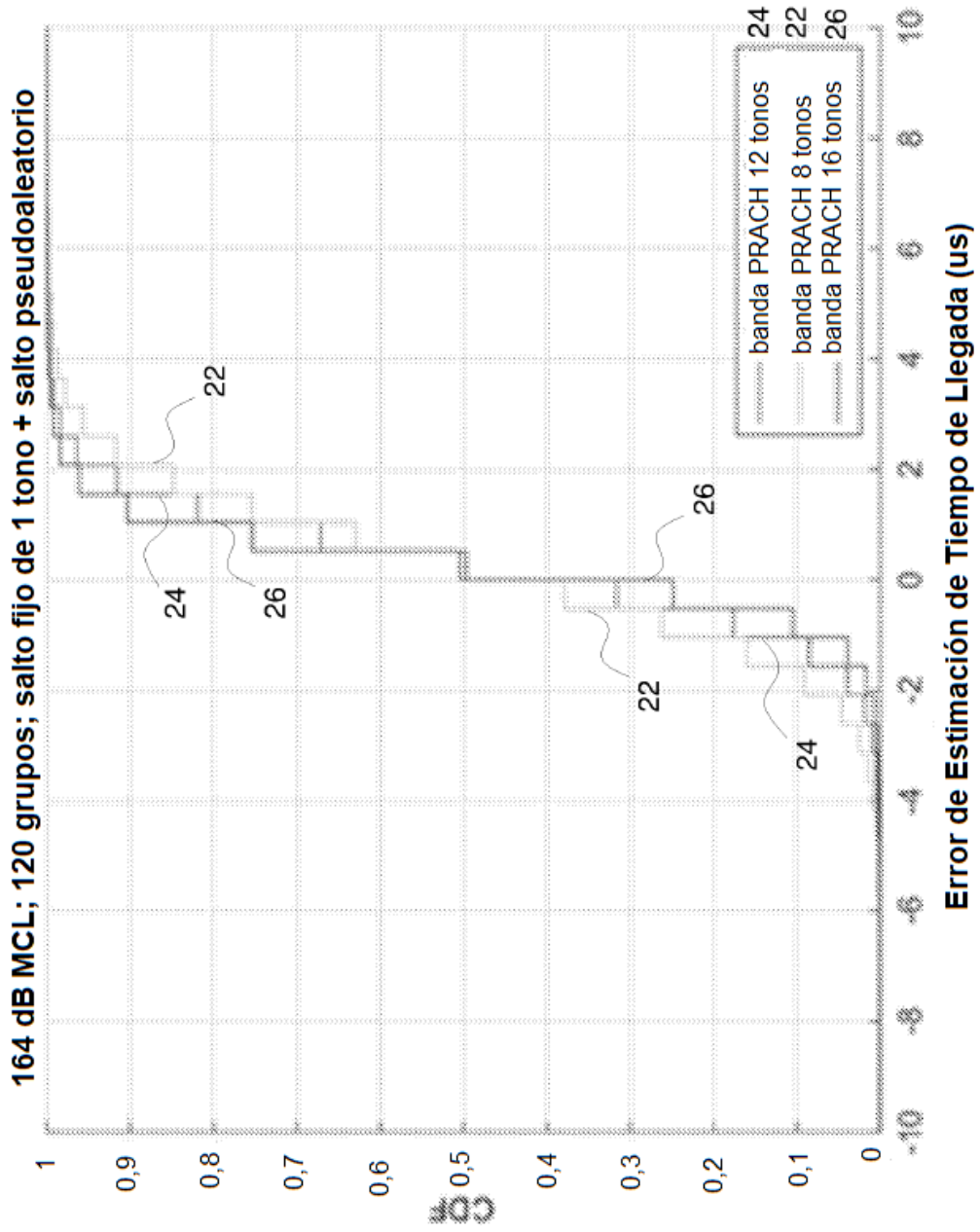


FIG. 6

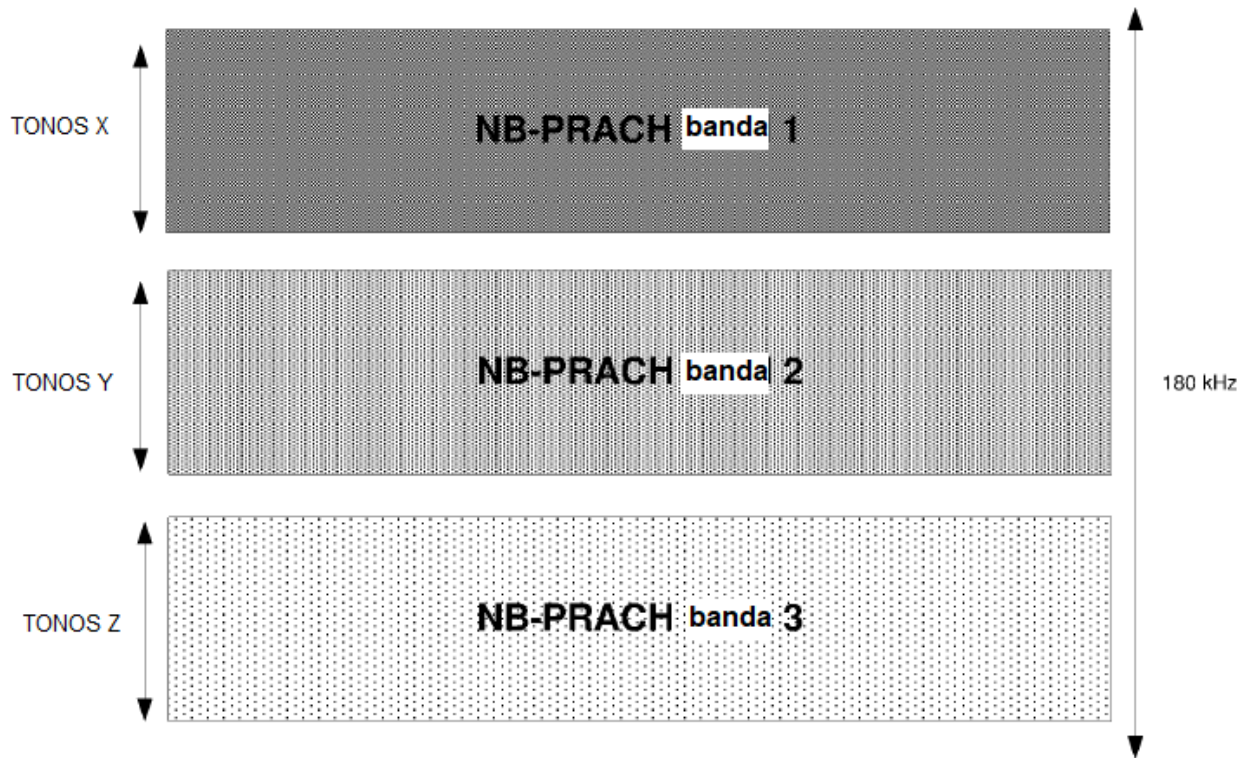


FIG. 7

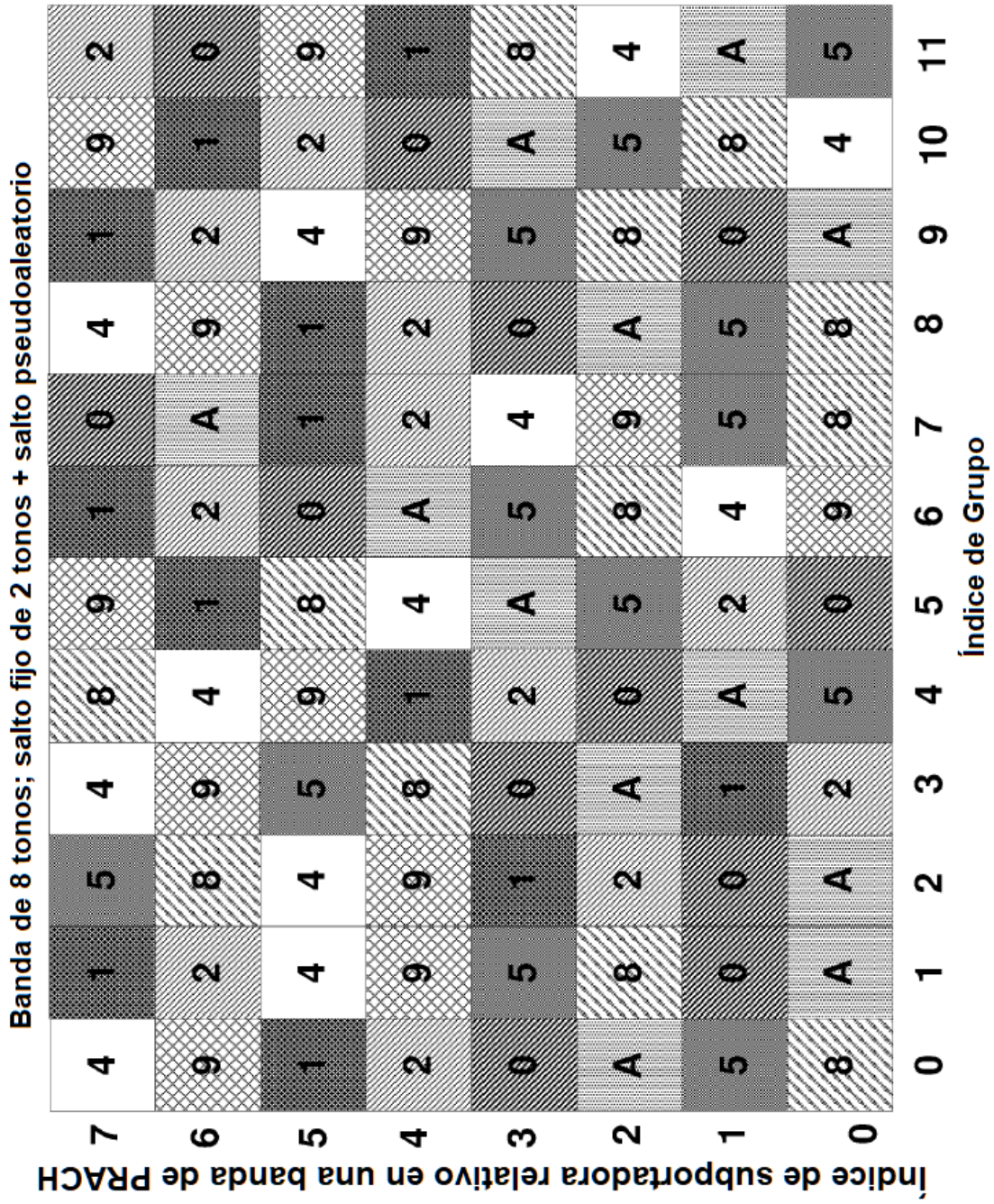


FIG. 8

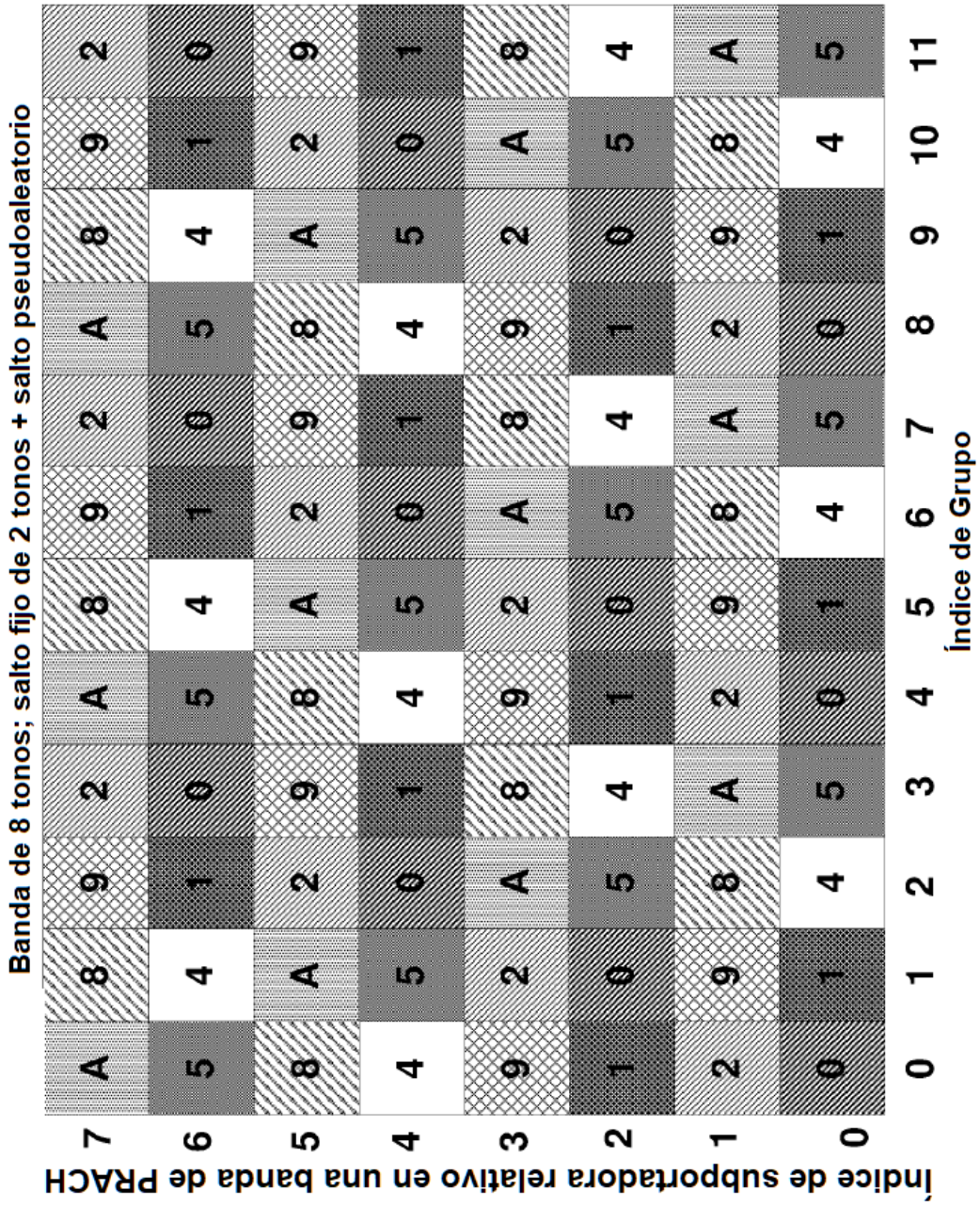


FIG. 9

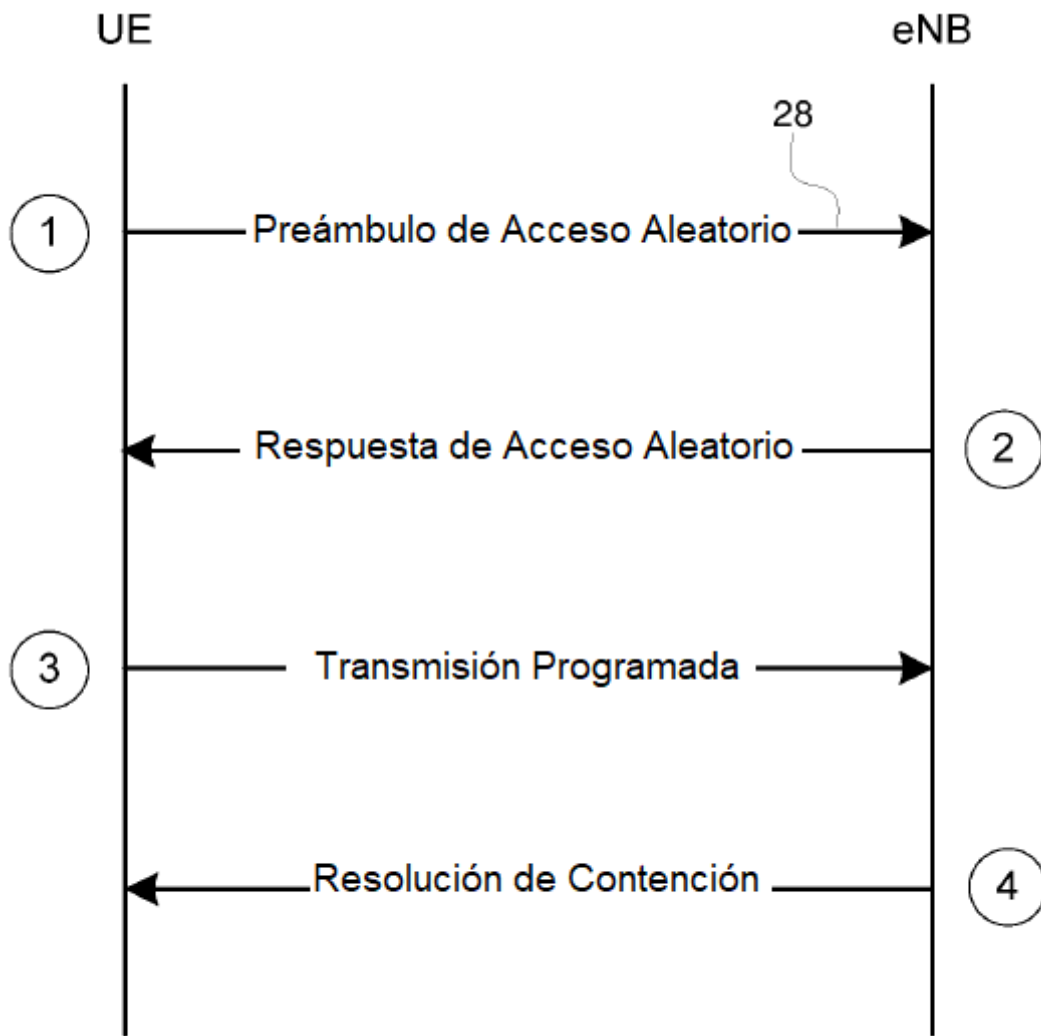


FIG. 10



FIG. 11

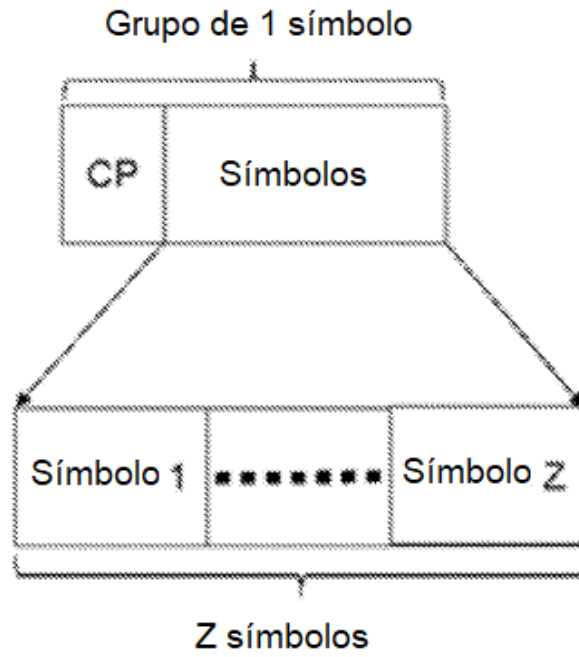


FIG. 12

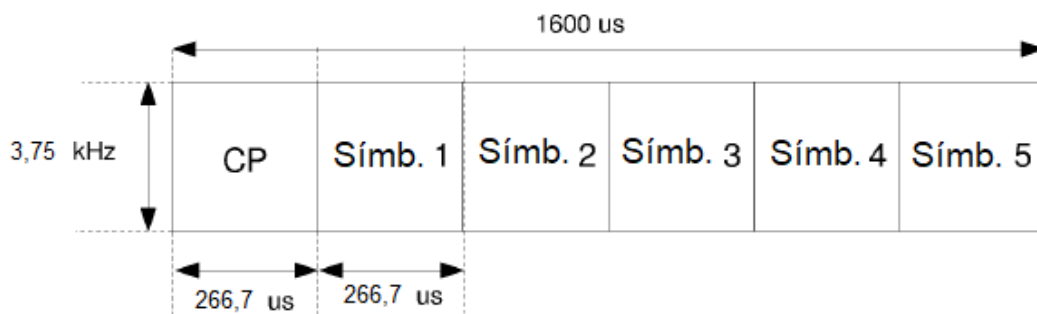


FIG. 13

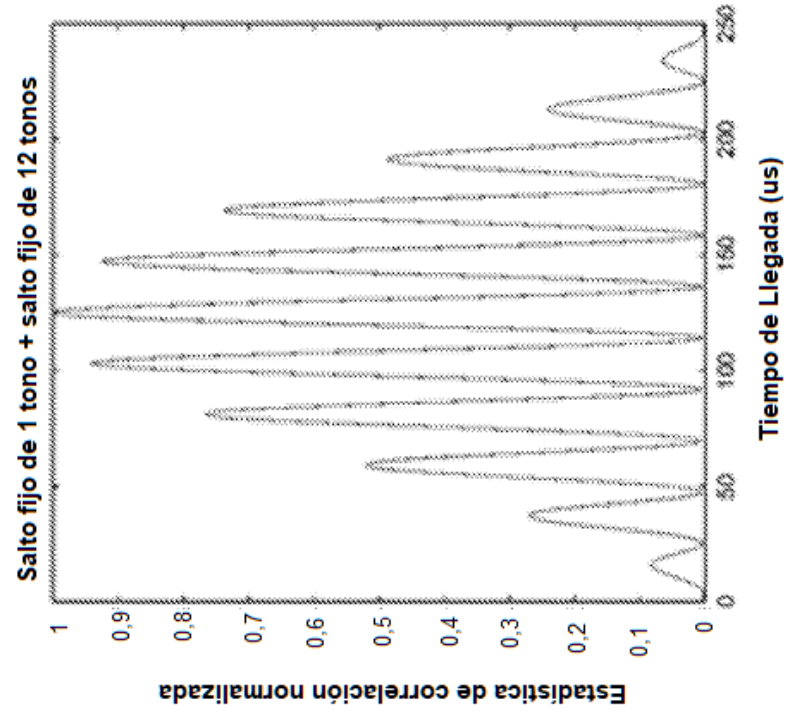


FIG. 14B

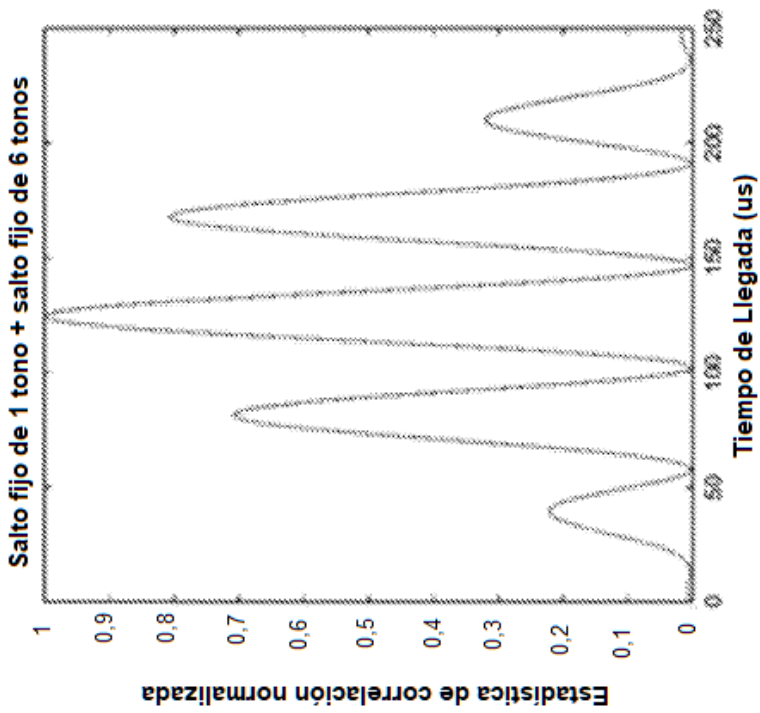


FIG. 14A

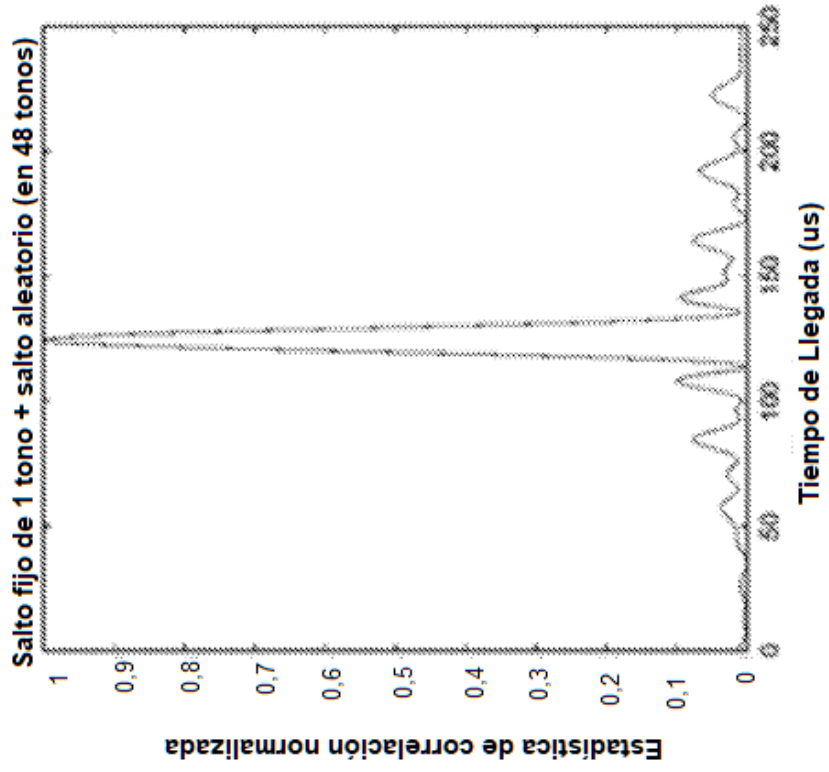


FIG. 14D

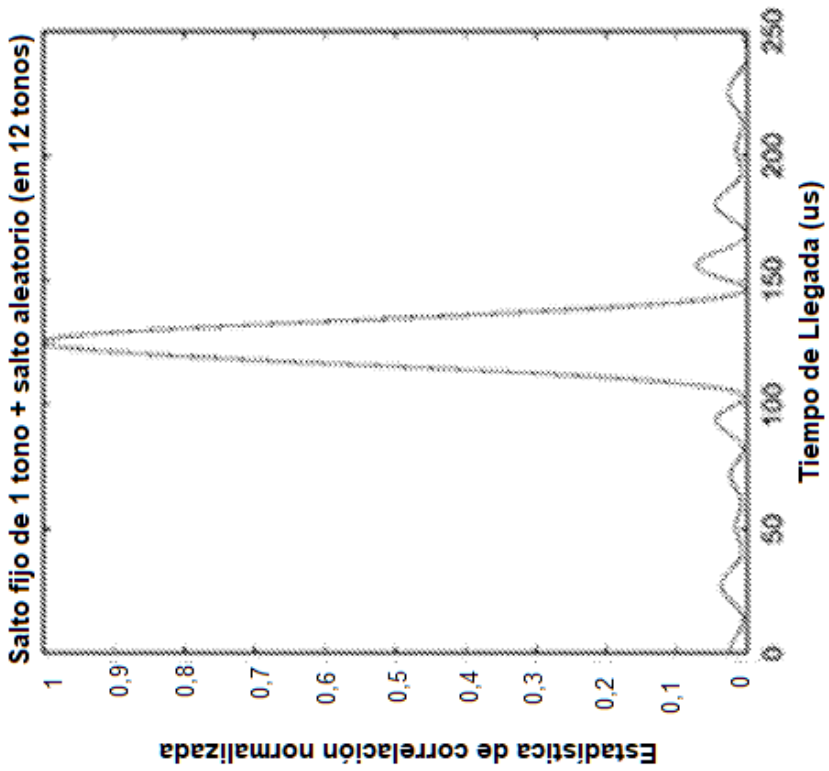


FIG. 14C

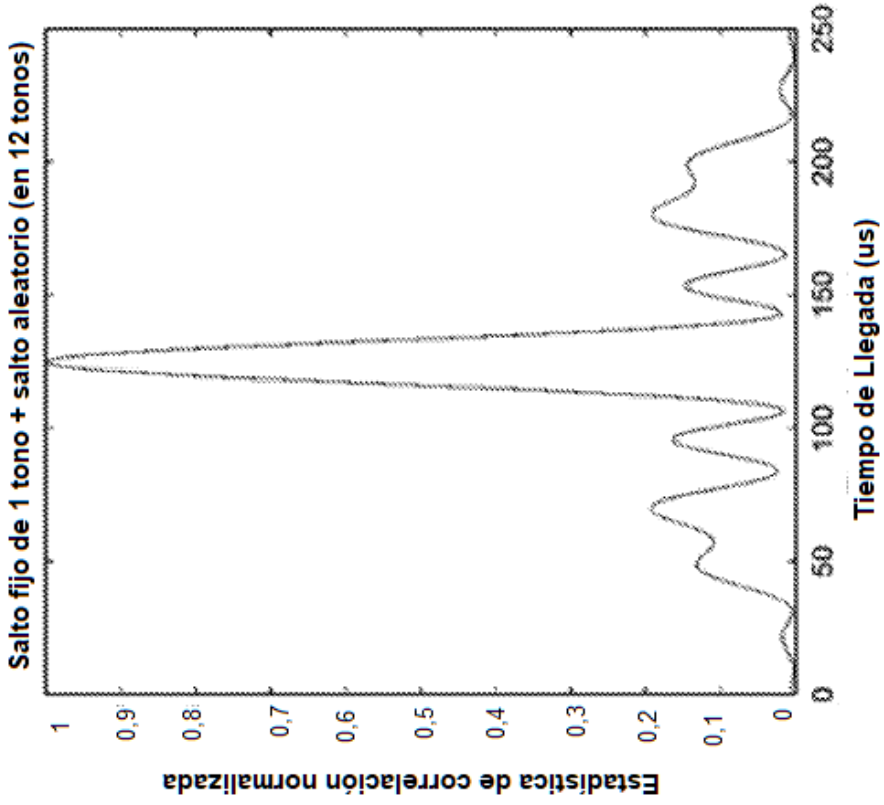


FIG. 15B

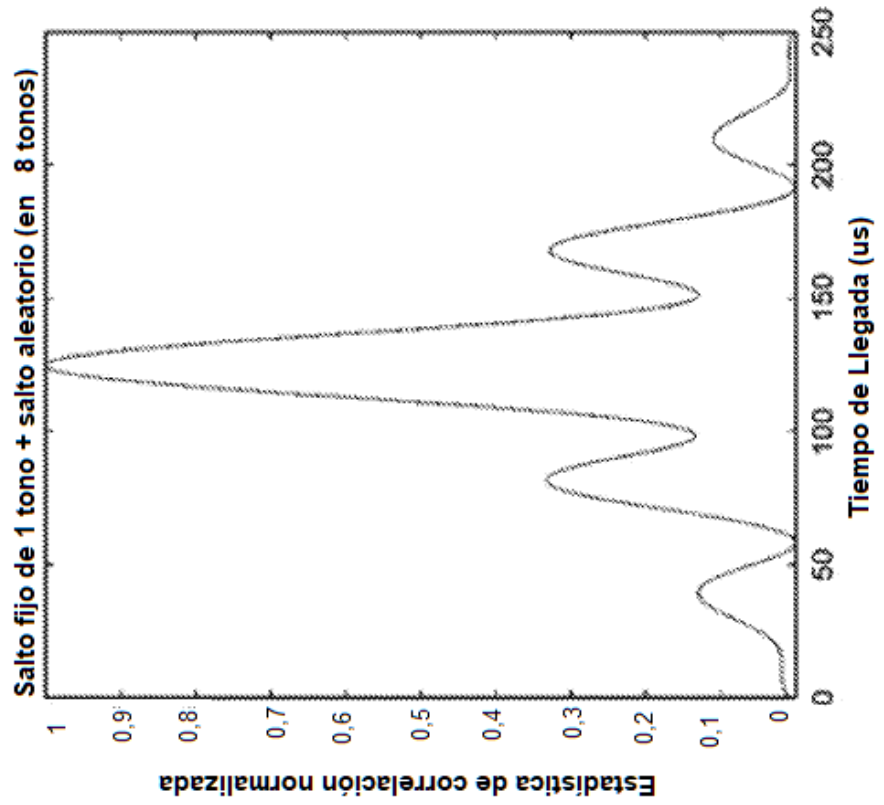


FIG. 15A

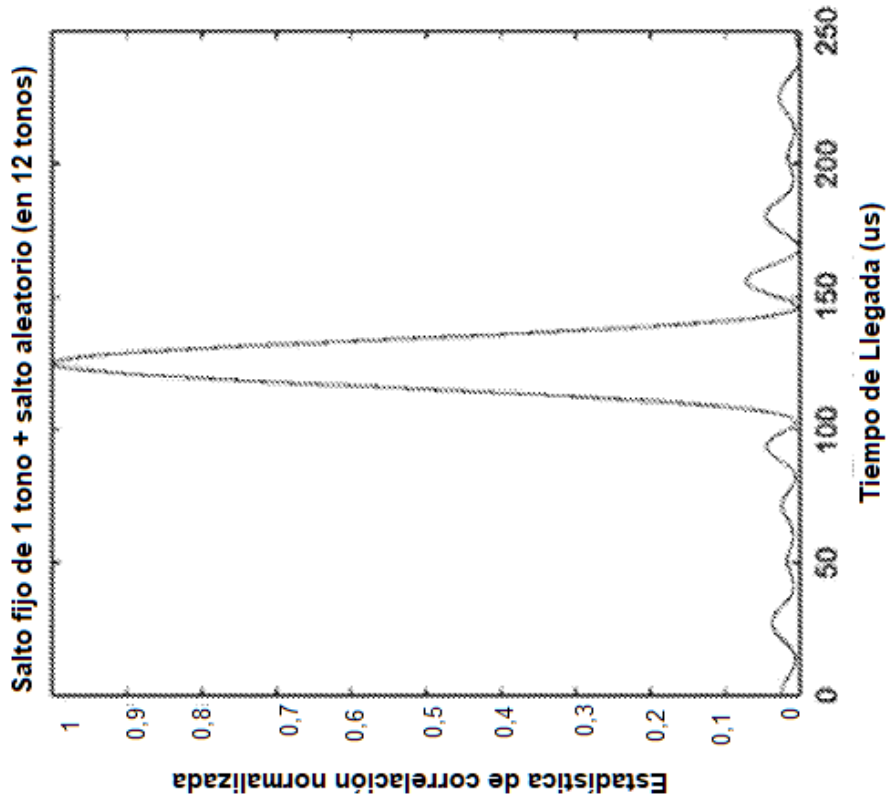


FIG. 15D

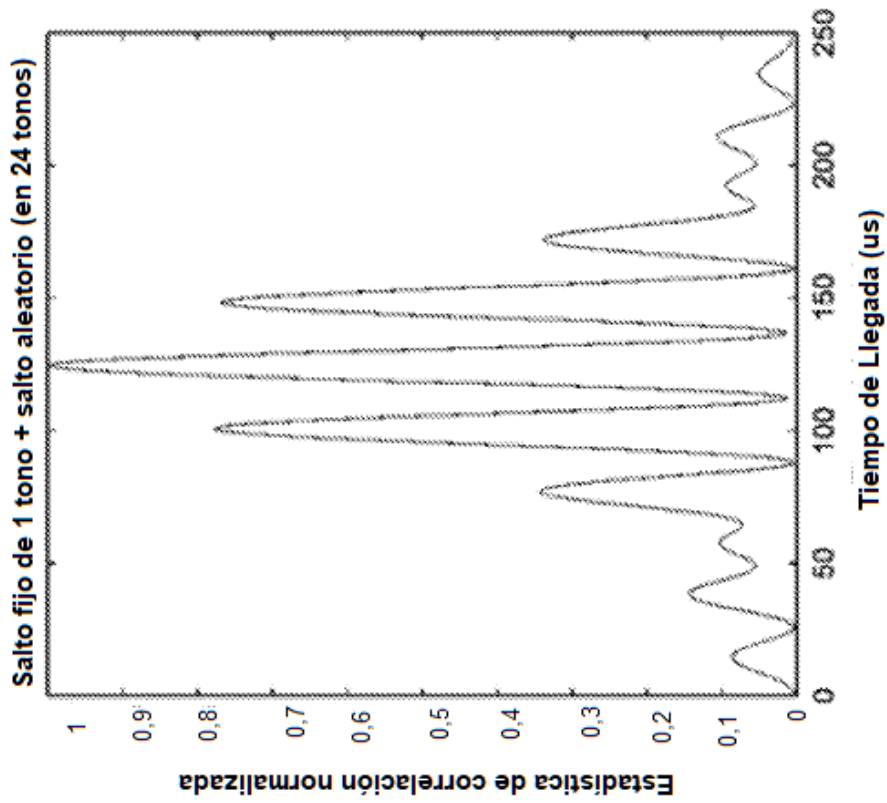


FIG. 15C

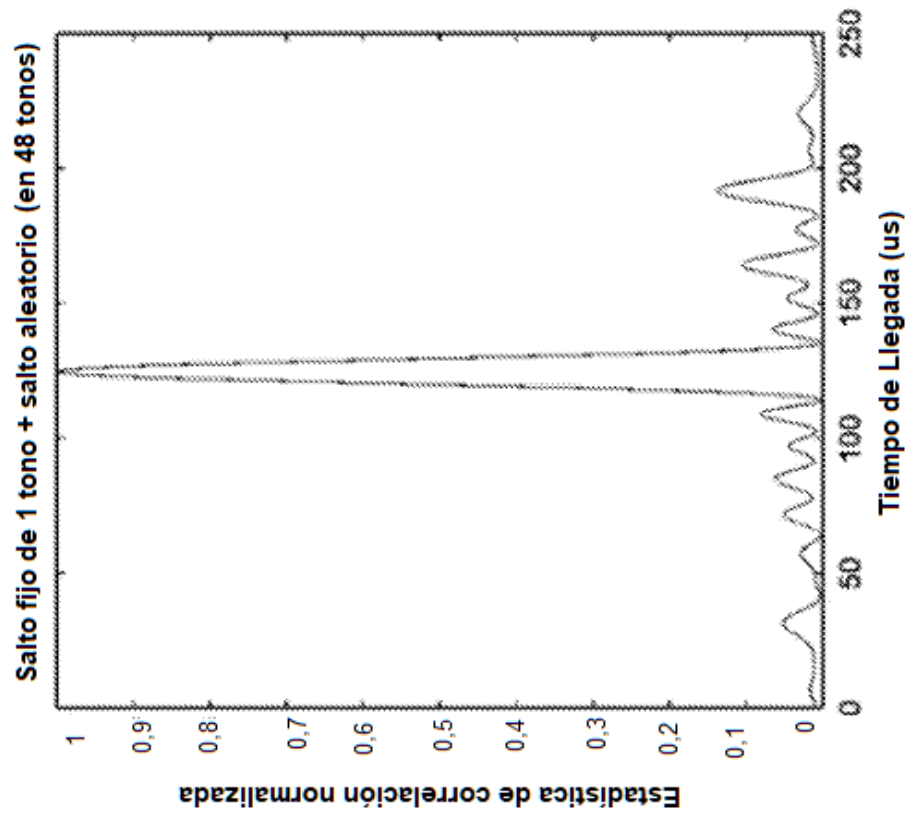


FIG. 15F

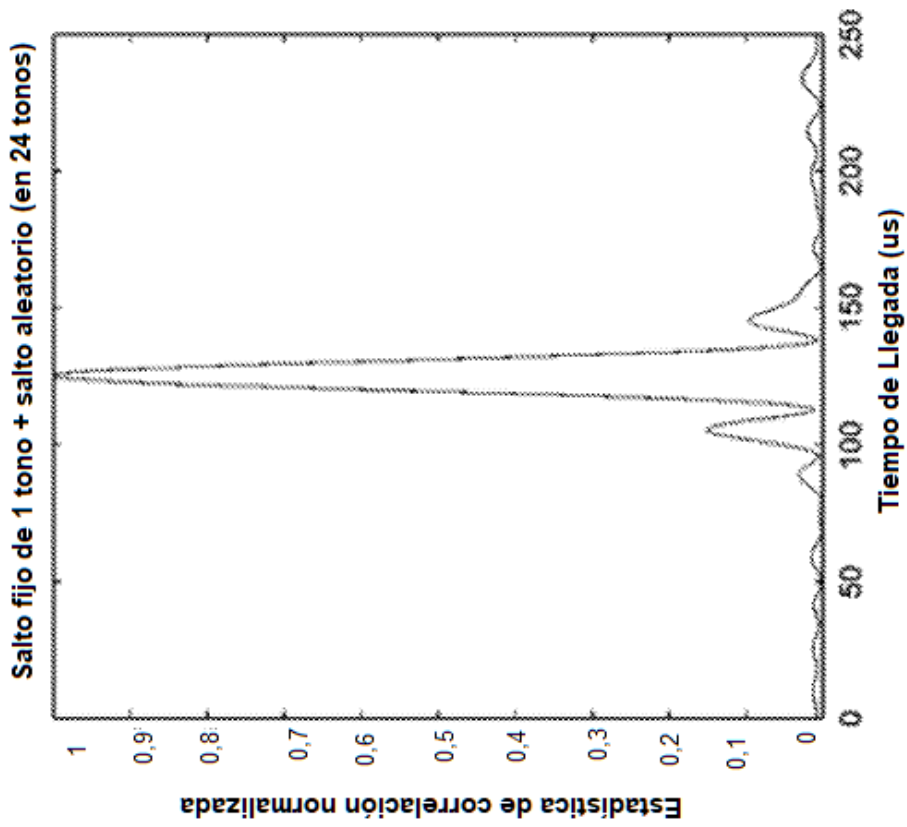


FIG. 15E

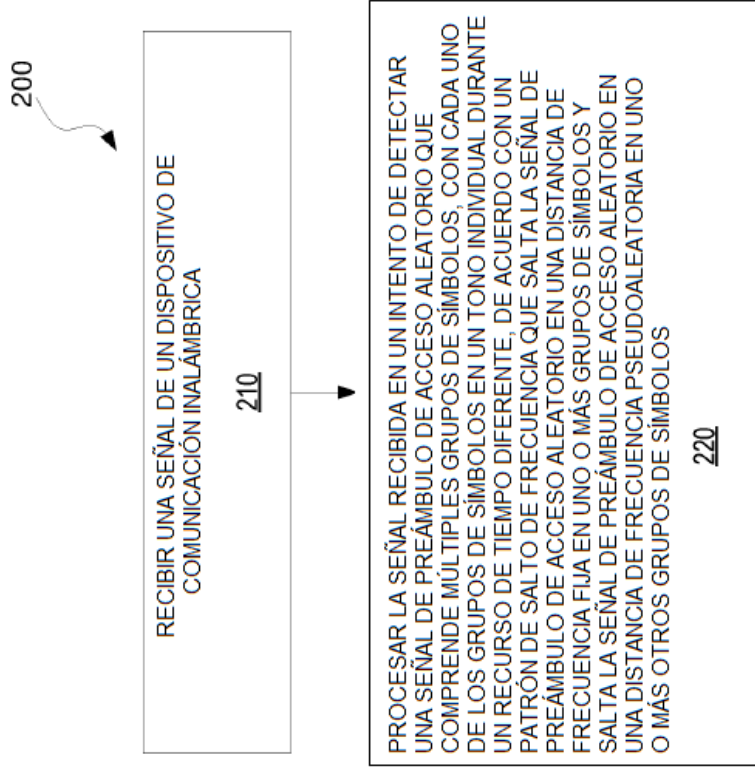


FIG. 16B

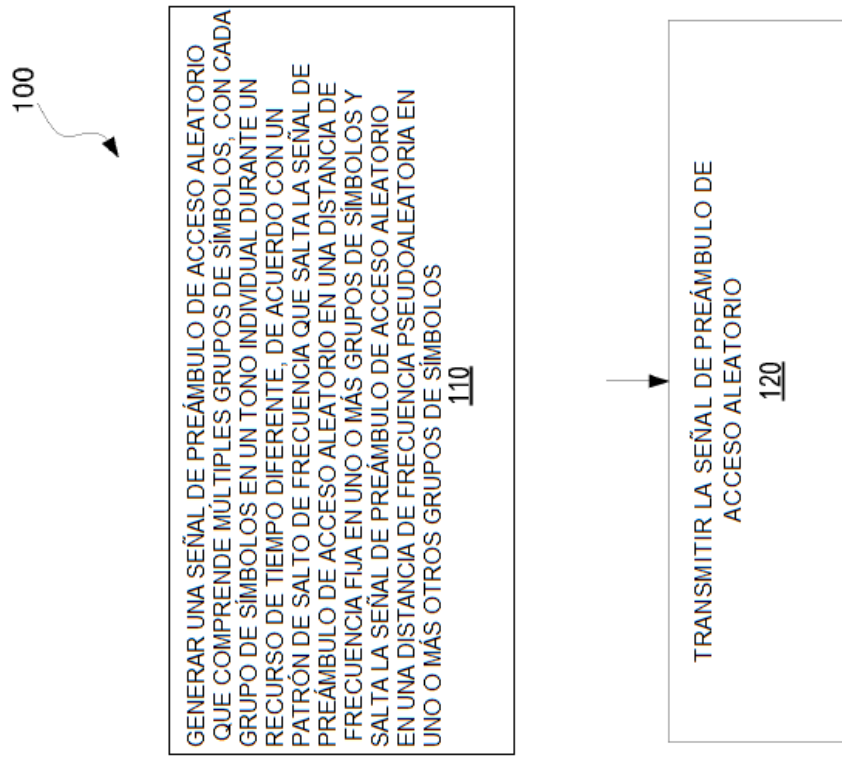


FIG. 16A

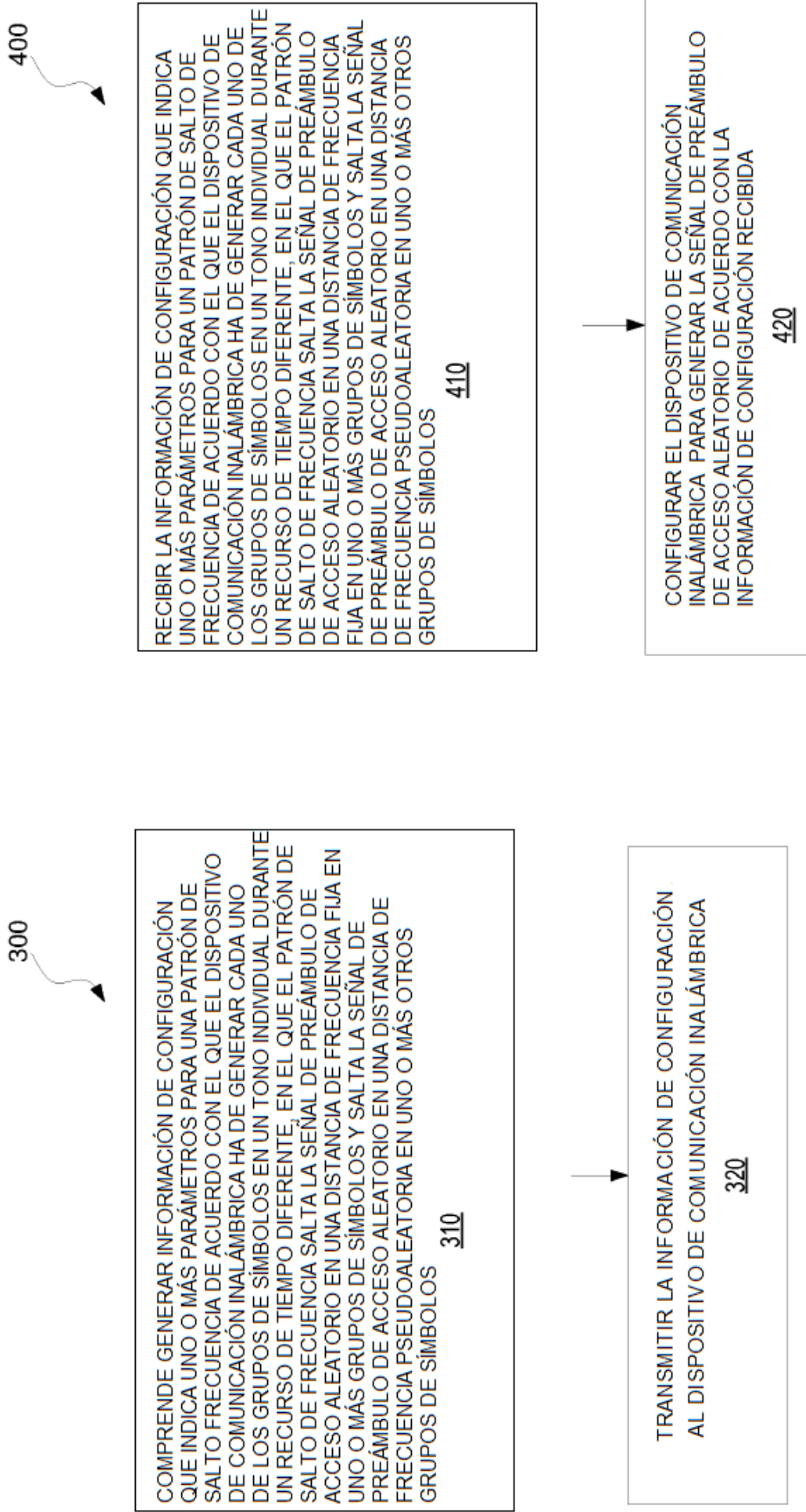


FIG. 17A

FIG. 17B

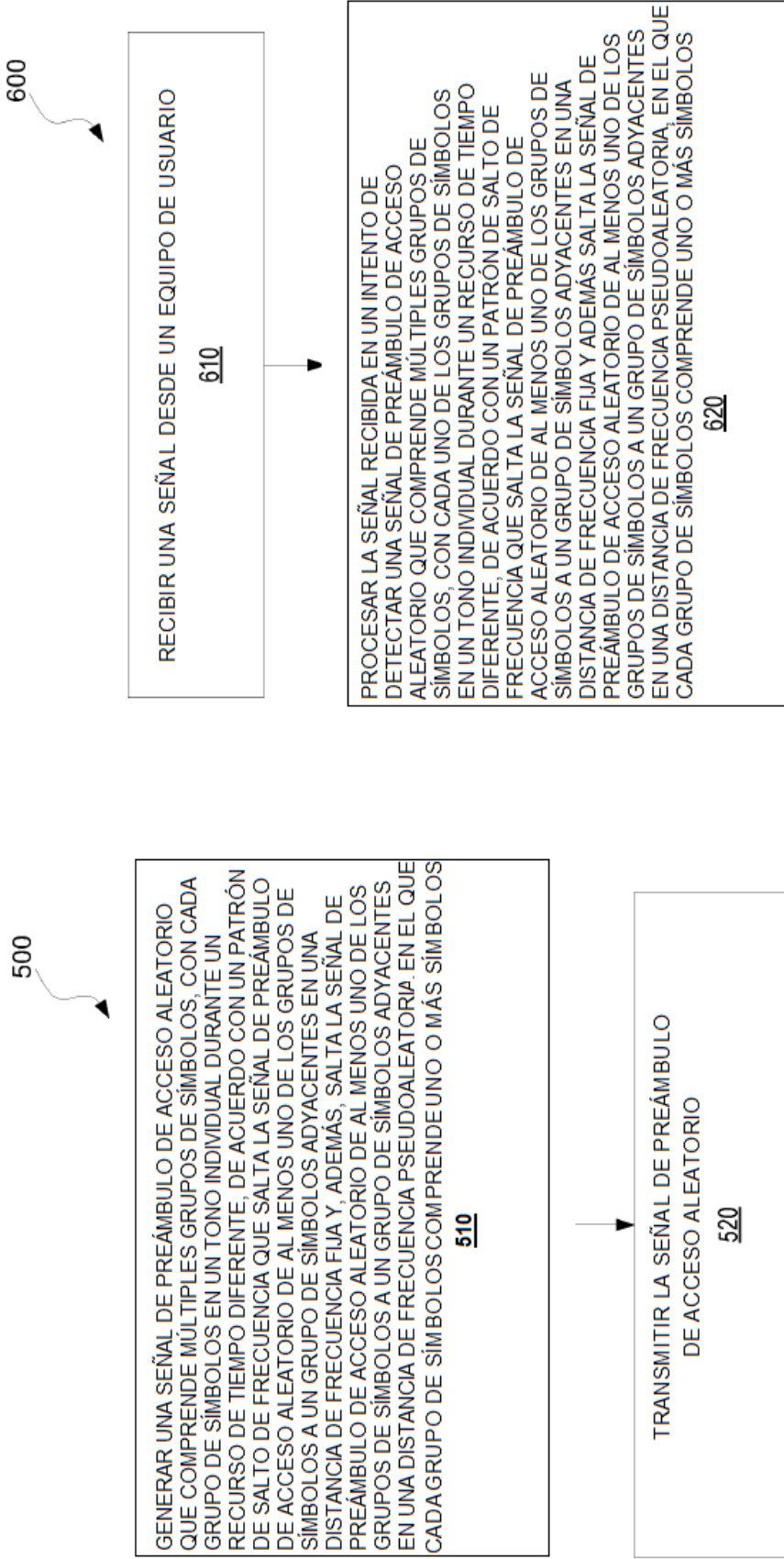


FIG. 18A

FIG. 18B

700

GENERAR INFORMACIÓN DE CONFIGURACIÓN QUE INDICA UNO O MÁS PARÁMETROS PARA UN PATRÓN DE SALTO DE FRECUENCIA DE ACUERDO CON EL QUE EL DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA HA DE GENERAR CADA UNO DE LOS GRUPOS DE SÍMBOLOS EN UN TONO INDIVIDUAL DURANTE UN RECURSO DE TIEMPO DIFERENTE, EN EL QUE EL PATRÓN DE SALTO DE FRECUENCIA SALTA LA SEÑAL DE PREÁMBULO DE ACCESO ALEATORIO DE AL MENOS UNO DE LOS GRUPOS DE SÍMBOLOS A UN GRUPO DE SÍMBOLOS ADYACENTES EN UNA DISTANCIA DE FRECUENCIA Fija Y ADEMÁS SALTA LA SEÑAL DE PREÁMBULO DE ACCESO ALEATORIO DE AL MENOS UNO DE LOS GRUPOS DE SÍMBOLOS A UN GRUPO DE SÍMBOLOS ADYACENTES EN UNA DISTANCIA DE FRECUENCIA PSEUDOALEATORIA

710

TRANSMITIR LA INFORMACIÓN DE CONFIGURACIÓN AL EQUIPO DE USUARIO

720

FIG. 19A

800

RECIBIR LA INFORMACIÓN DE CONFIGURACIÓN QUE INDICA UNO O MÁS PARÁMETROS PARA UN PATRÓN DE SALTO DE FRECUENCIA DE ACUERDO CON EL QUE EL EQUIPO DE USUARIO HA DE GENERAR CADA UNO DE LOS GRUPOS DE SÍMBOLOS EN UN TONO INDIVIDUAL DURANTE UN RECURSO DE TIEMPO DIFERENTE, EN EL QUE EL PATRÓN DE SALTO DE FRECUENCIA SALTA LA SEÑAL DE PREÁMBULO DE ACCESO ALEATORIO DE AL MENOS UNO DE LOS GRUPOS DE SÍMBOLOS A UN GRUPO DE SÍMBOLOS ADYACENTES EN UNA DISTANCIA DE FRECUENCIA Fija Y ADEMÁS SALTA LA SEÑAL DE PREÁMBULO DE ACCESO ALEATORIO DE AL MENOS UNO DE LOS GRUPOS DE SÍMBOLOS ADYACENTES EN UNA DISTANCIA DE FRECUENCIA PSEUDOALEATORIA

810

CONFIGURAR EL EQUIPO DE USUARIO PARA GENERAR LA SEÑAL DE PREÁMBULO DE ACCESO ALEATORIO DE ACUERDO CON LA INFORMACIÓN DE CONFIGURACIÓN RECIBIDA

820

FIG. 19B

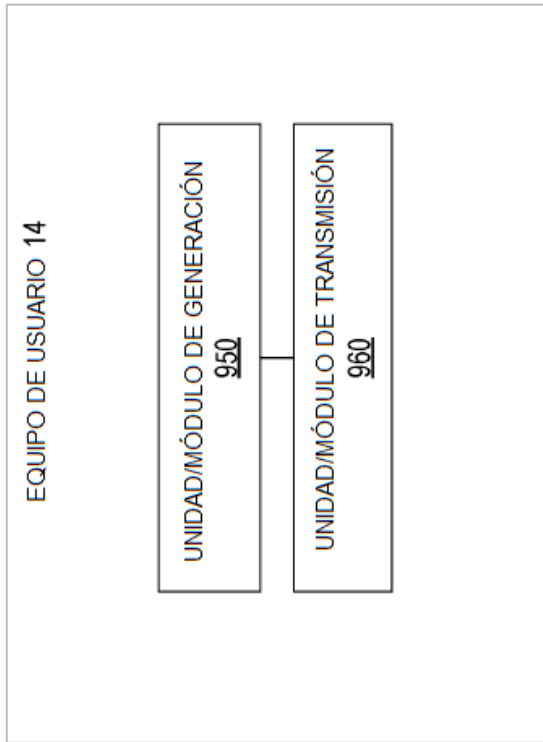


FIG. 20B

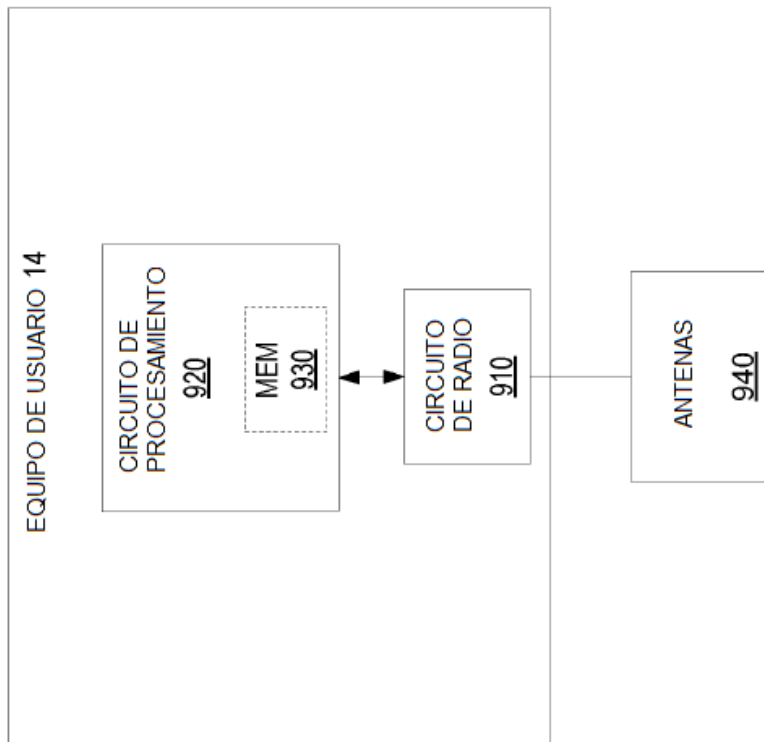


FIG. 20A

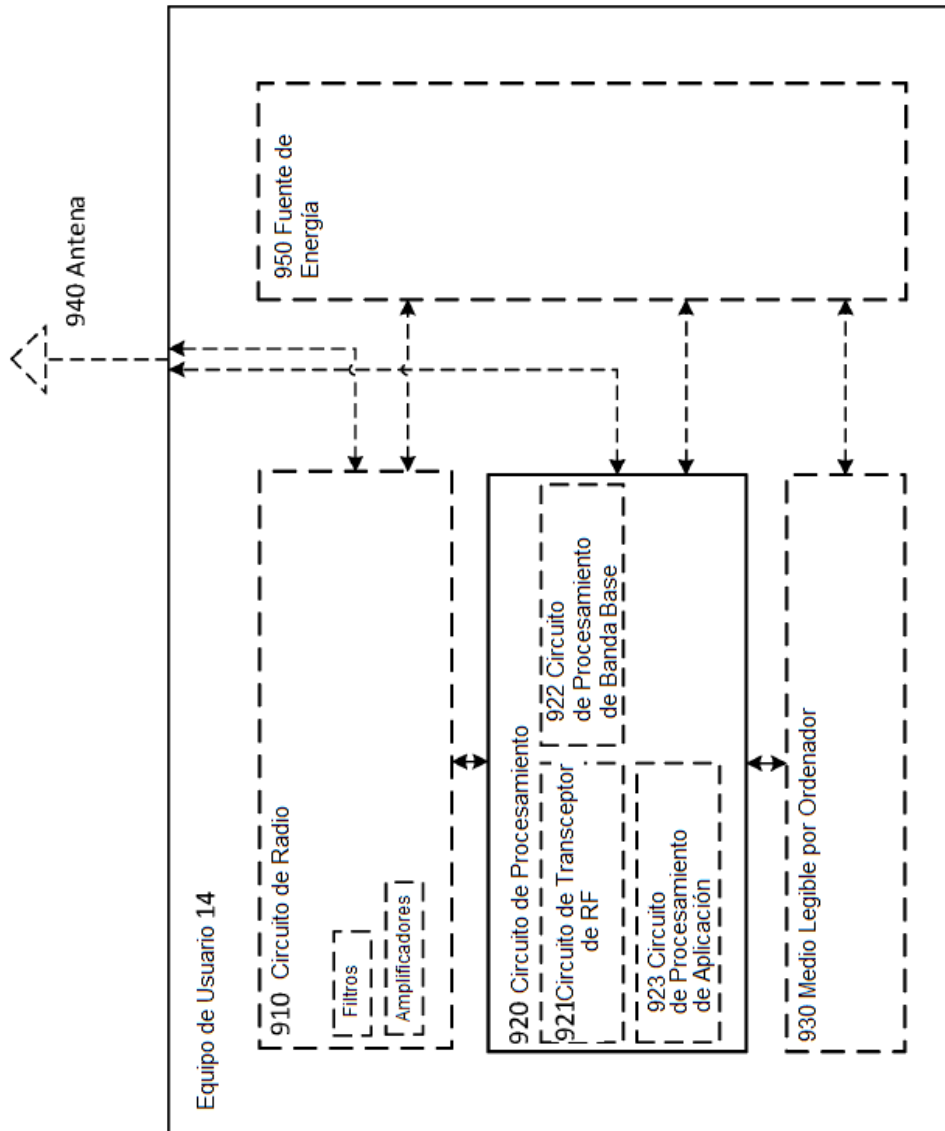


FIG. 20C

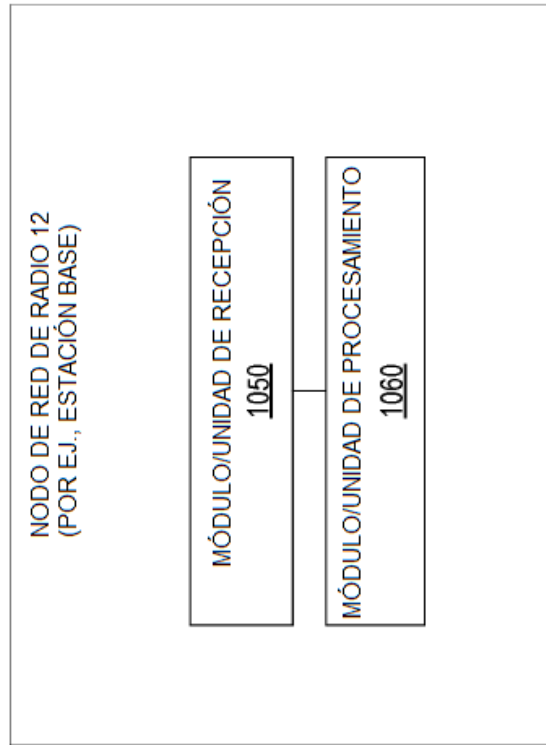


FIG. 21B

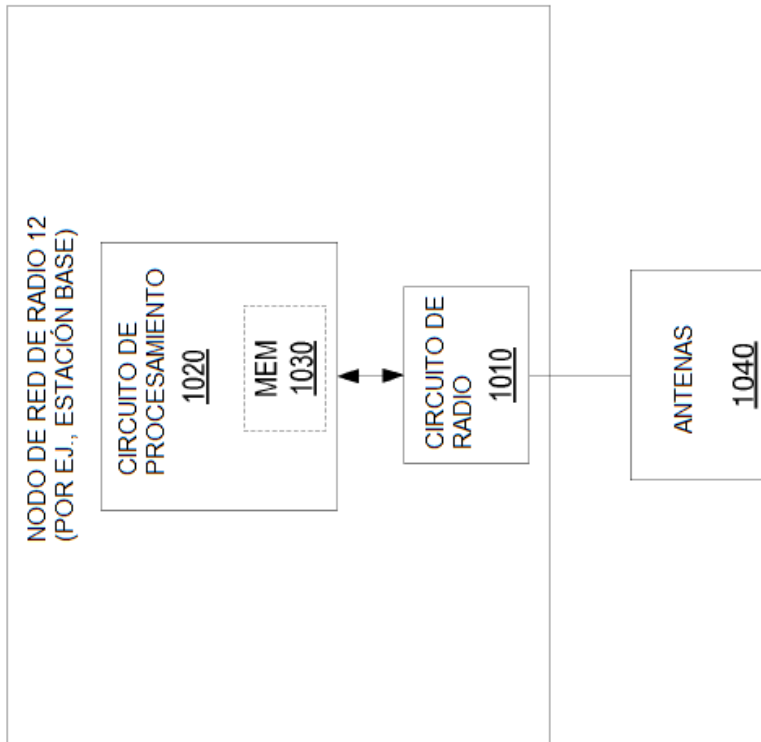


FIG. 21A

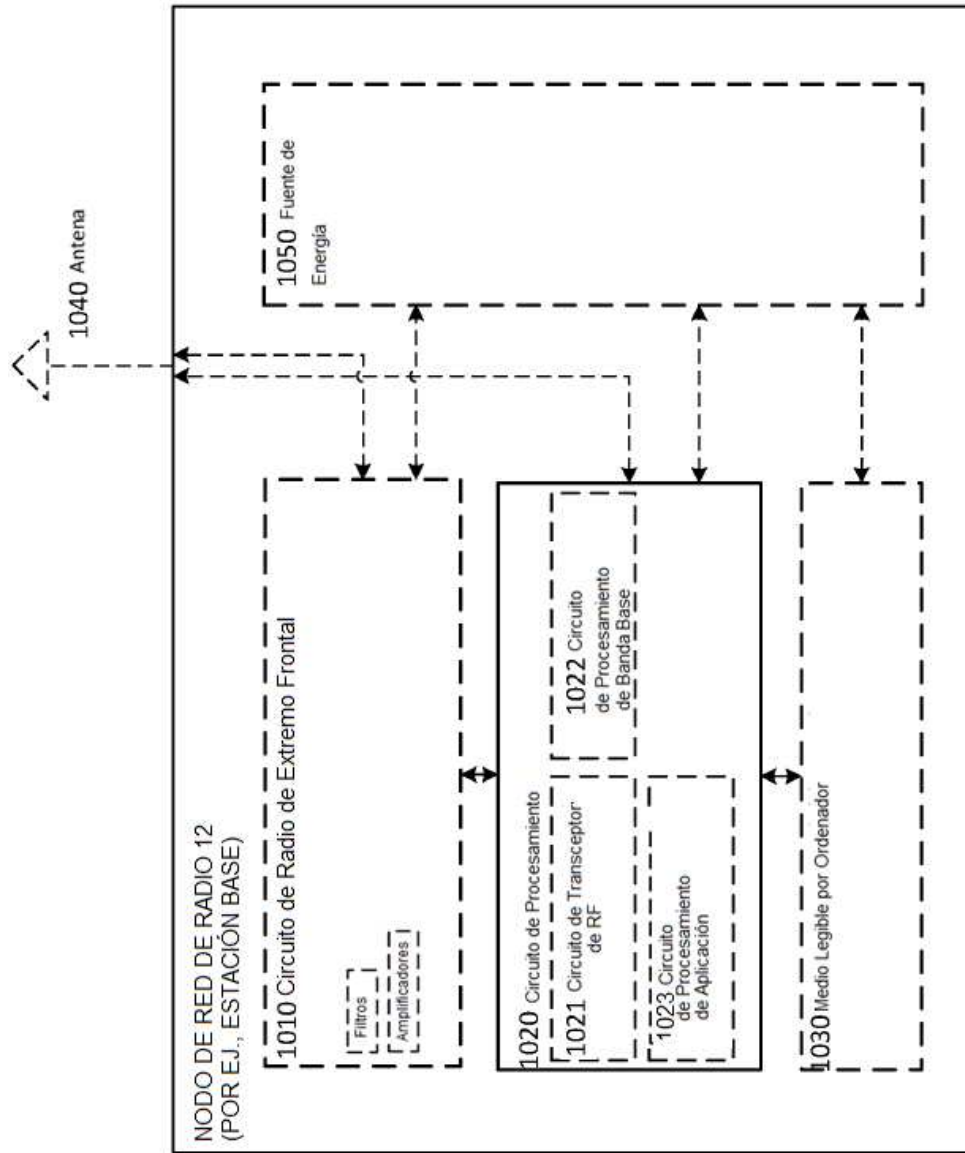


FIG. 21C

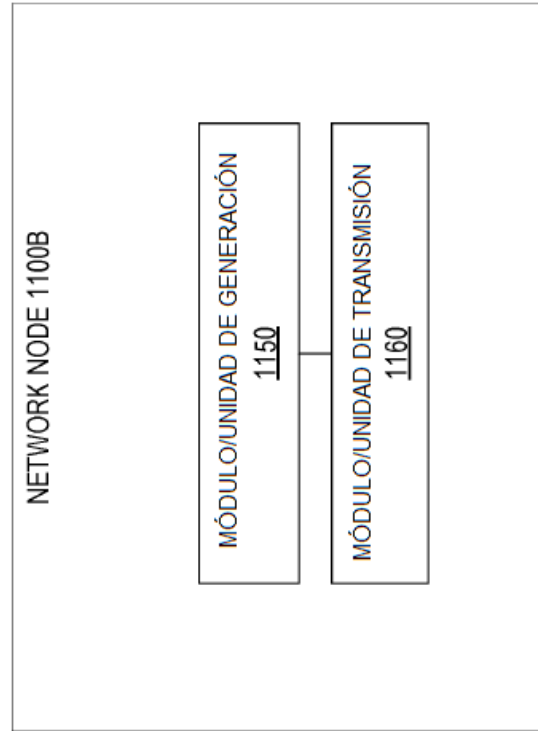


FIG. 22B

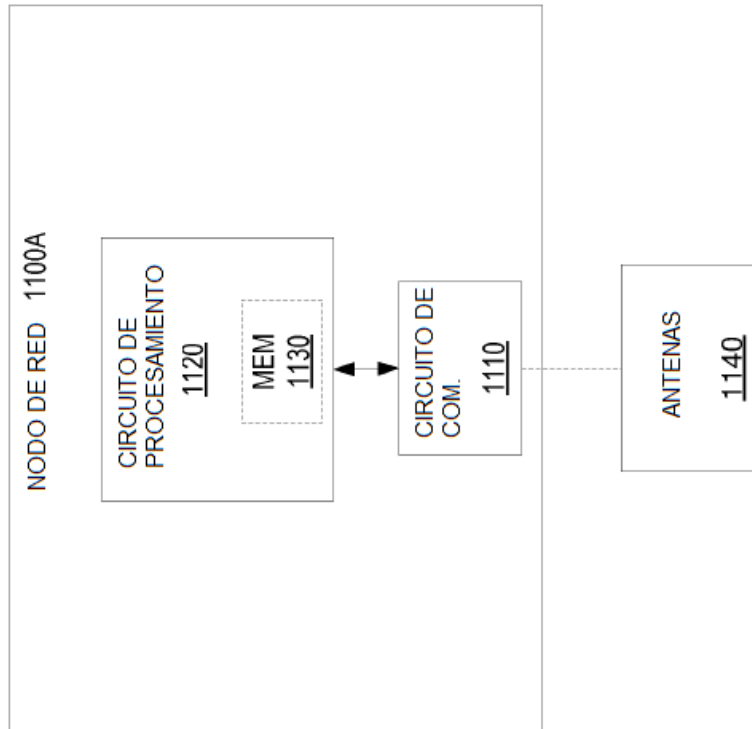


FIG. 22A

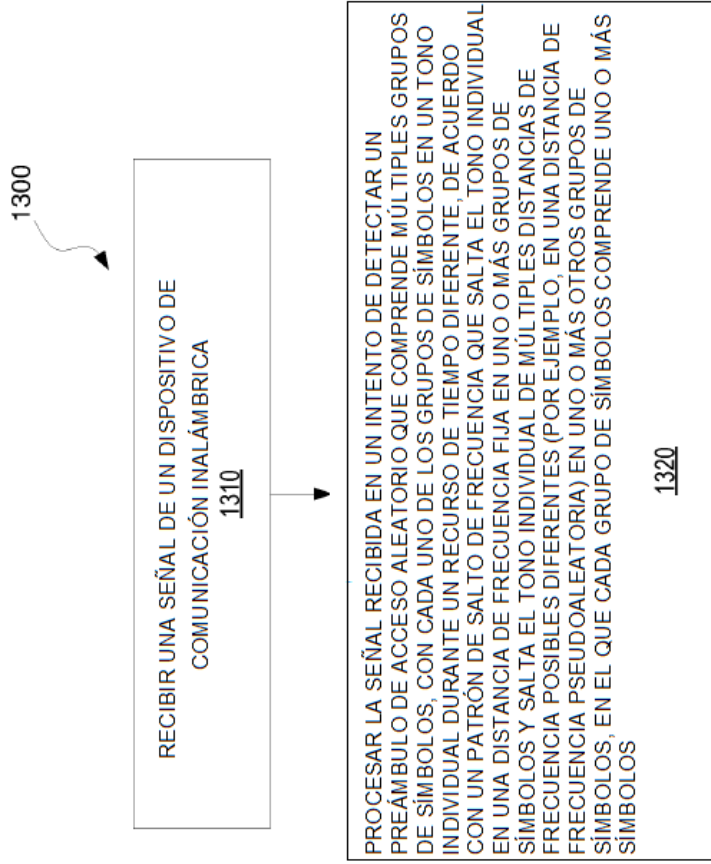


FIG. 23B

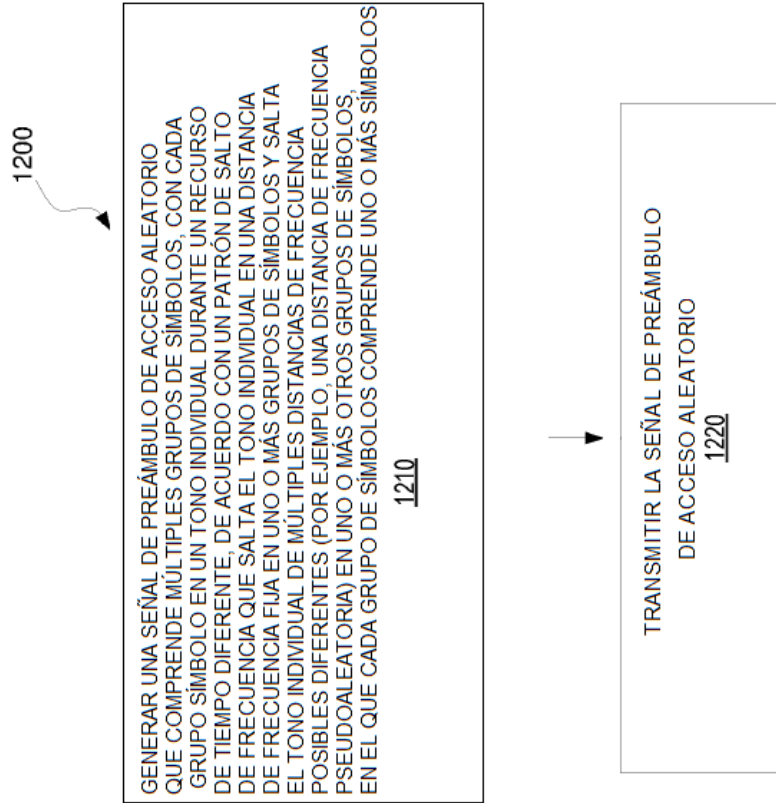


FIG. 23A

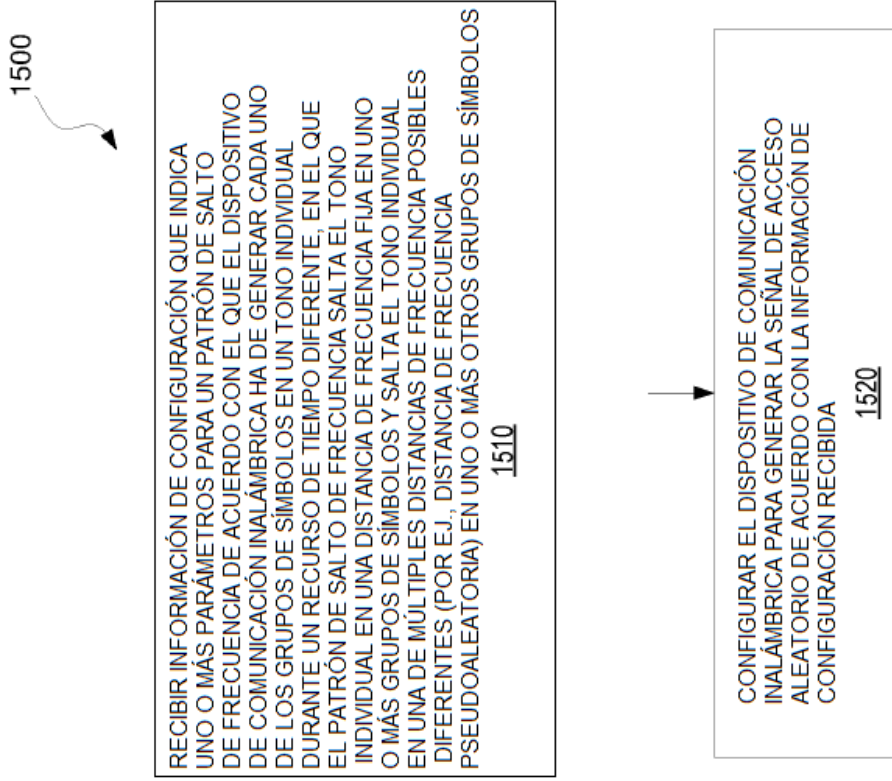


FIG. 24A

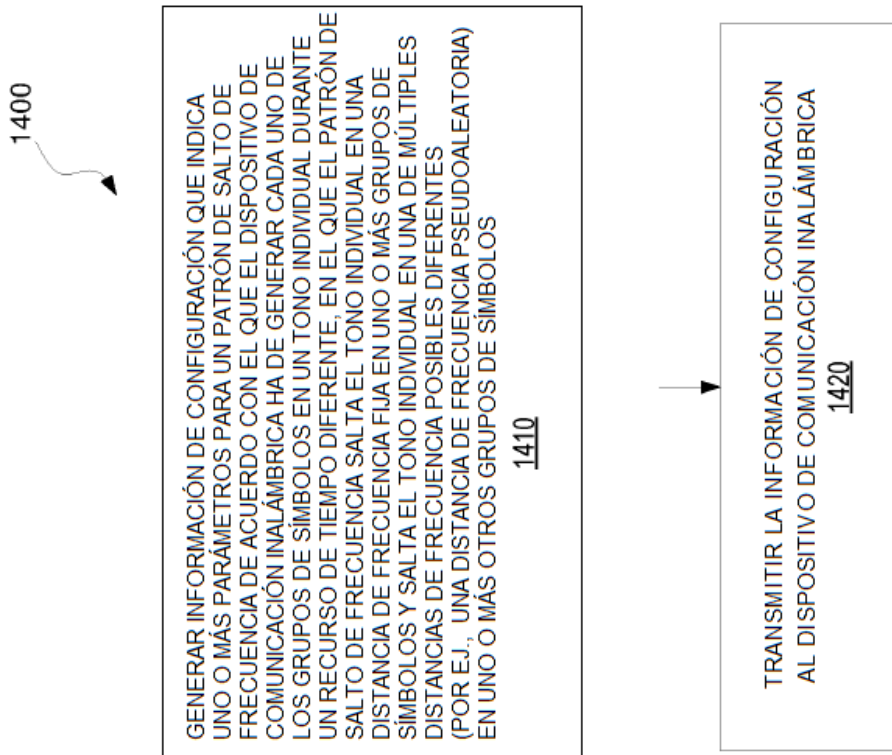


FIG. 24B