

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 914**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04B 1/7143** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2009 E 09722793 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 2294771**

54 Título: **Patrón y disposición de saltos de frecuencias para una señal de referencia de sondeo**

30 Prioridad:

**20.03.2008 US 64690 P**

**21.04.2008 US 71299 P**

**20.05.2008 US 71837 P**

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

**12.11.2013**

73 Titular/es:

**NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY  
(100.0%)**

**Karaportti 3  
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**HOOLI, KARI JUHANI;  
PAJUKOSKI, KARI PEKKA y  
TIIROLA, ESA TAPANI**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 428 914 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

Patrón y disposición de saltos de frecuencias para una señal de referencia de sondeo

## REFERENCIA A SOLICITUDES RELACIONADAS

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de U.S.A. número 61/064 690, presentada el 20 de marzo de 2008, la solicitud de patente provisional de U.S.A. número 61/071 299, presentada el 21 de abril de 2008 y la solicitud de patente provisional de U.S.A. número 61/071 837, presentada el 20 de mayo de 2008.

## CAMPO

- 10 Algunas realizaciones, en general, están relacionadas con las comunicaciones, en especial con las comunicaciones inalámbricas. En particular, algunas de las realizaciones están relacionadas con una transmisión de enlace ascendente (UL, por sus siglas en inglés) del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, por sus siglas en inglés), la evolución a largo plazo (LTE) de la red de acceso de radio terrestre (UTRAN). Más específicamente, ciertas realizaciones están relacionadas con la transmisión y configuración de la señal de referencia de sondeo (SRS).

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 15 Las redes de comunicaciones inalámbricas son bien conocidas y están evolucionando constantemente. Por ejemplo, UMTS es una de las tecnologías telefónicas celulares de tercera generación (3G, por sus siglas en inglés). Actualmente, la forma más común de UMTS utiliza acceso múltiple por división de código de banda ancha (W-CDMA) como la interfaz aérea fundamental, según se estandariza por el 3GPP (proyecto de asociaciones 3G).

- 20 Actualmente, las redes UMTS alrededor del mundo se están perfeccionando para aumentar la velocidad y capacidad de datos para los datos en paquete de enlace descendente. Para asegurar una competitividad adicional del UMTS, se han investigado diversos conceptos para la evolución a largo plazo (LTE) del UMTS para alcanzar una alta velocidad de datos, menor latencia y la tecnología de acceso de radio optimizada para paquetes.

- 25 3GPP LTE (evolución a largo plazo) es el nombre proporcionado a un proyecto dentro del proyecto de asociaciones de tercera generación para mejorar el estándar de telefonía móvil UMTS para responder a requisitos futuros. Los objetivos del proyecto incluyen mejorar la eficacia, disminuir los costos, mejorar los servicios, hacer uso de nuevas oportunidades de espectro, y una mejor integración con otros estándares abiertos. El proyecto LTE no es un estándar, más bien se espera que de por resultado la nueva versión 8 evolucionada del estándar UMTS, incluyendo la mayor parte o la totalidad de las extensiones y modificaciones del sistema UMTS.

- 30 Una característica del UMTS evolucionado es que se basa fundamentalmente en el Protocolo de Control de Transmisiones/Protocolo de Internet (TCP/IP, por sus siglas en inglés), el protocolo núcleo de Internet, con servicios incorporados de nivel superior tales como voz, video y envío de mensajes.

- 35 En las redes inalámbricas modernas, típicamente se transmite una señal de referencia de sondeo (SRS) con una anchura de banda amplia para una estación base, o nodo B, para encontrar una mejor unidad de recursos (RU, por sus siglas en inglés), también conocida como un bloque de recursos (RB) o un bloque de recursos físicos (PRB, por sus siglas en inglés) en el estándar LTE para una transmisión desde un equipo de usuario (UE), tal como un dispositivo móvil. Sin embargo, debido a las restricciones sobre la potencia máxima de transmisión del UE, la exactitud de la medición de la indicación de la calidad del canal (CQI, por sus siglas en inglés) se degrada cuando la potencia recibida de la señal SRS se degrada, tal como cuando un UE ubicado cerca del borde de la célula transmite la SRS. Esta degradación de la SRS puede provocar que surjan errores en la asignación RU óptima y en la selección del esquema de modulación y codificación (MCS, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, las mejoras en la transmisión de la SRS desde el UE ayudan a alcanzar el máximo caudal total del usuario. Por consiguiente, la SRS se diseña para permitir que un canal esté al tanto de la programación y la adaptación de enlace rápido para PUSCH para las transmisiones de datos a través del UL. La SRS también se utiliza como una referencia (RS, por sus siglas en inglés) para el control de potencia (PC, por sus siglas en inglés) de bucle cerrado, tanto para el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) como para un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH).
- 40
- 45

- Además, la SRS se puede utilizar para mejorar/permitir que el canal esté al tanto de la programación de descarga (DL, por sus siglas en inglés) en modo dúplex por división de tiempo (TDD). El TDD es la aplicación del multiplexado por división de tiempo para separar señales de salida y de retorno. En particular, el TDD emula la comunicación dúplex total a través de un enlace de comunicaciones semi-dúplex y proporciona beneficios donde la asimetría de la velocidad de datos de enlace ascendente y enlace descendente es variable.
- 50

5 El documento US 2008/039098 A1 da a conocer un método de planificación de transmisión de enlace ascendente para utilizar, por ejemplo, en un sistema de comunicación celular, que implica medir condiciones del canal para dispositivos de equipo de usuario en una estación de transceptor base de sistema de comunicación inalámbrica. El método implica medir condiciones de canal para dispositivos de equipo de usuario en una estación de transceptor base de un sistema de comunicación inalámbrico. Un ancho de banda operativo de la estación se divide en partes no superpuestas en base a las condiciones del canal, que comprenden los valores de señal/interferencia más ruido (SINR, signal-to-interference and noise). Se ordena a los dispositivos de equipo de usuario transmitir una señal de referencia de sondeo en una de las partes no superpuestas durante el intervalo de transmisión de señal de referencia de sondeo.

## 10 RESUMEN

15 La presente invención se ha desarrollado en respuesta al estado presente de la técnica, y en particular, en respuesta a los problemas y necesidades de la técnica que no se han resuelto totalmente por las tecnologías de los sistemas de comunicaciones disponibles actualmente. Por consiguiente, la presente invención se ha desarrollado para proporcionar un aparato de patrón de saltos de frecuencia para señal de referencia de sondeo, un método, y un programa de computadora incorporado en un medio legible en computadora.

De acuerdo con la invención, se da a conocer un método según la reivindicación 1, un aparato según la reivindicación 6 y un programa informático a realizar en un medio legible por ordenador según la reivindicación 11.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Para que las ventajas de la invención se entiendan fácilmente, se proporcionará una descripción más particular de la invención descrita brevemente en lo anterior, haciendo referencia a las realizaciones específicas que se ilustran en los dibujos anexos. Entendiendo que estos dibujos representan únicamente realizaciones típicas de la invención y por lo tanto no se considerarán como limitantes de su alcance, la invención se describirá y explicará con especificidad y detalle adicionales a través del uso de los dibujos anexos, en los cuales:

la figura 1, es un diagrama esquemático de alto nivel de un sistema UMTS;

25 la figura 2, es un diagrama esquemático de alto nivel de un equipo de usuario, de acuerdo con algunas realizaciones;

la figura 3, ilustra las etapas en un patrón de saltos de frecuencia de la señal de referencia de sondeo y el método de disposición, de acuerdo con al menos una realización;

30 la figura 4, ilustra un diagrama de flujo de proceso para la configuración de asignación de ancho de banda de la SRS, de acuerdo con al menos una realización;

la figura 5, ilustra un salto de frecuencia de SRS basado en árbol;

la figura 6, ilustra una configuración de posición de frecuencia de la SRS ilustrativa con una estructura de árbol, de acuerdo con al menos una realización;

la figura 7A, ilustra un patrón de saltos de frecuencia de la SRS ilustrativo, de acuerdo con al menos una realización;

35 la figura 7B, ilustra una de las disposiciones de la SRS ilustrativa con una región PUCCH que cambia dinámicamente, de acuerdo con al menos una realización;

la figura 8, ilustra las etapas en un método para formar una SRS de saltos, de acuerdo con al menos una realización;

la figura 9, ilustra una SRS ilustrativa que se ha programado con saltos de frecuencia para un segundo UE y sin saltos de frecuencia para otros UE representados, de acuerdo con al menos una realización; y

40 la figura 10, es un diagrama esquemático de alto nivel, que ilustra los componentes de un sistema celular, de acuerdo con algunas realizaciones.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

45 Se entenderá fácilmente que los componentes de la presente invención, tal como en general se describen e ilustran en las figuras de la presente, se pueden disponer y diseñar en una amplia variedad de diferentes configuraciones. De esta forma, la siguiente descripción más detallada de las realizaciones del aparato, sistema, y método de la

presente invención, según se representa en las figuras anexas, no pretende limitar el alcance de la invención, como se reivindica, sino que simplemente es representativa de las realizaciones seleccionadas de la invención.

5 Además, mientras que los términos, datos, paquete, y/o datagramas se han utilizado en la descripción de la presente invención, la invención es relevante para muchos tipos de datos de trabajo. Para los fines de esta invención, el término datos incluyen, paquete, célula, trama, datagrama, paquete de unidad de datos en protocolo puente, datos en paquete y cualesquiera equivalentes de los mismos.

En la especificación actual se utiliza la siguiente lista de ciertas abreviaturas:

- BTS Estación de transceptor base
- BW ancho de banda
- 10 • DM desmodulación
- LTE Evolución a largo plazo
- PUCCH Canal de control de enlace ascendente físico
- PUSCH Canal compartido de enlace ascendente físico
- RB Bloque de recursos (180 kHz, 12 sub-portadoras)
- 15 • RPF Factor de repetición
- RRC Control de recursos de radio
- SR Señal de referencia
- SRS Señal de referencia de sondeo
- TDD Duplexado por división de tiempo
- 20 • UE Equipo de usuario
- UTRAN Red de acceso de radio-terrestre universal
- WMCDMA Acceso múltiple por división de código de banda ancha

25 En la LTE actual, la señalización SRS se controla mediante un nodo B 110 y los parámetros de la SRS se configuran por UE 120. Por ejemplo, los aspectos de la SRS se pueden configurar semi-estáticamente por UE 120, por ejemplo, como parte de una señalización para control de recursos de radio (RRC). En particular, el UE 120 puede especificar diversos atributos como parte de una de comunicación de enlace ascendente para el nodo B 110. Además, cuando se cambia la SRS, el ancho de banda (BW) utilizado por un UE 120 se puede ajustarse mediante transmitir una configuración para un ancho de banda de operación determinado. Con el ajuste del ancho de banda, la transmisión de la SRS idealmente no debe perforar la región PUCCH, o la región PUSCH que contiene las asignaciones de recursos persistentes.

30 El UE 120 también puede ajustar el periodo de las transmisiones de la SRS en base a la señalización RRC realizada por el nodo B 110. Por ejemplo, las transmisiones de la SRS se pueden definir siendo transmisiones de “una toma” o bien una de las transmisiones periódicas indefinidas que son válidas hasta que de se deshabilitan o hasta que la sesión finaliza. El UE 120 además puede ajustar el período durante las transmisiones de la SRS. Por ejemplo, el período puede ser 2, 5, 10, 20, 40, 80, 160 ó 320 ms. La SRS típicamente se define para que incluya un factor de repetición (RPF) de 2. El UE 120 puede ajustar además la SRS para que incluya un desplazamiento cíclico señalado con 3 bits, tal como se describirá con mayor detalle más adelante.

40 La SRS para saltos de frecuencia puede ser una disposición beneficiosa para sondear un ancho de banda grande con sobrecarga de SRS limitada, aunque al coste de retardar la medición de la información de calidad del canal (CQI).

Para proporcionar una asignación eficiente de SRSs con diferentes anchos de banda de transmisión, un esquema presenta una asignación de ancho de banda basado en una estructura de árbol semejante a la asignación de código de factor de ensanchamiento de variable ortogonal (OVSF, por sus siglas en inglés) con una estructura de árbol. En otras palabras, siempre existen exactamente dos ramificaciones en cada nivel. Aunque el presente análisis se refiere al árbol de códigos OVSF, se debe apreciar que existen y se pueden utilizar en la alternativa otras asignaciones basadas en árbol.

Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 5, un esquema ilustrativo para saltos de frecuencia para las SRS con diferentes anchos de banda se puede basar en la estructura de árbol de códigos OVSF. En la figura 5, una ramificación del árbol de códigos OVSF 500 se conmuta en base a un patrón predeterminado. Por lo tanto, mediante utilizar el método de saltos, pueden conseguirse saltos de frecuencia eficientes de los SRS con diferente anchos de banda manteniendo al mismo tiempo la asignación de la SRS basada en árbol de códigos OVSF.

La asignación SRS OVSF y otras basadas en árbol pueden soportar tanto multiplexado basado en saltos como de base localizada, para SRSs con un ancho de banda de transmisión más estrecho que el ancho de banda del sistema, a efectos de aumentar maximizar la característica de caudal total del usuario en diversos escenarios de despliegue de células. Además, el esquema de la figura 5 se puede adaptar para conseguir un método de saltos de la SRS eficiente basado en la conmutación de las ramificaciones del árbol de códigos OVSF. Sin embargo, el otro esquema no toma en consideración las actuales hipótesis de SRS realizadas en 3GPP. Por ejemplo, el esquema puede no funcionar adecuadamente si la transmisión SRS perfora ya sea la región PUCCH o PUSCH persistente. También, el árbol de códigos OVSF con dos ramificaciones por nivel puede no funcionar si se permiten ciertas opciones de BW para la SRS. El árbol de códigos OVSF, por lo tanto, carece de una disposición de saltos de frecuencia de la SRS concreta que funcione dentro de las especificaciones 3GPP actuales para la LTE.

La figura 1, ilustra un sistema UMTS 100, de acuerdo con algunas realizaciones. En particular, el sistema UMTS 100 puede incluir uno o más nodos B 110 (conocidos en la LTE como nodo B mejorado o eNB) que define unas o más células 101, y múltiples equipos de usuario (UE) 120 asociados con una o más de las células. La interfaz de radio entre el UE y el Nodo-B se denomina Uu 130.

El nodo B 110, también conocido como una BTS (estación de transceptor base) en GSM, puede utilizar el acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) como la tecnología de transporte aéreo. El nodo B 110 incluye el transmisor o transmisores y el receptor o receptores de radiofrecuencia para comunicarse directamente con las estaciones móviles (por ejemplo el UE 120), que se mueven libremente alrededor de estos. En este tipo de redes celulares, el UE 120 puede no comunicarse directamente entre sí, pero puede tener que comunicarse con los nodos B 110.

Tradicionalmente, los nodos B 110 tienen una funcionalidad mínima, y están controlados mediante un RNC (controlador de red de radio) 111. Sin embargo, esto está cambiando con el surgimiento del acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA, por sus siglas en inglés), donde se maneja alguna lógica (por ejemplo, retransmisión) en el nodo B 110 para unos tiempos de respuesta menores.

La utilización de la tecnología WCDMA puede permitir que las células que pertenecen a los mismos o diferente nodos B 110 e incluso controlados por diferentes RNC se superpongan e incluso utilicen la misma frecuencia. De hecho, toda la red se puede implementar con tan sólo un par de frecuencias para conseguir transferencias suaves entre las células.

Debido a que WCDMA opera a menudo a frecuencias mayores que las comunicaciones móviles del sistema global (GSM), el rango de la célula es considerablemente comparado con las células GSM. A diferencia del GSM, el tamaño de las células puede no ser constante, en un fenómeno conocido como respiración celular. Esta configuración puede requerir un número mayor de nodos B 110 y la planeación cuidadosa en las redes 3G (UMTS). Sin embargo, los requisitos de potencia en los nodos B 110 y el UE 120 (equipo de usuario) usualmente son mucho menores.

El nodo B 110 típicamente incluye una antena (no representada) conectada a diversos componentes, incluyendo amplificadores de potencia y procesadores de señales digitales (tampoco representados). El nodo B 110 puede servir a diversas células 101, también denominadas sectores, dependiendo de la configuración y tipo de antena.

Continuando con la figura 1, el UE 120 corresponde aproximadamente a la estación móvil en los sistemas GSM y puede ser cualquier dispositivo utilizado directamente por un usuario final para comunicarse. Por ejemplo, el UE 120 puede ser un teléfono portátil, una tarjeta en una computadora portátil, u otro dispositivo. El UE 120 se conecta a la estación base, el nodo B 110 descrito anteriormente. Corresponde aproximadamente a la estación móvil en los sistemas GSM.

Además, el UE 120 transmite y recibe diversos mensajes hacia y desde el nodo 110 B. Uno de los mensajes que se transmite incluye una SRS 102. La SRS 102 se puede configurar en base a los datos recibidos desde el nodo B 110 o mediante una interfaz de usuario o ambos. Como resultado, el mensaje que incluye la SRS 102 configurada se puede transmitir a los nodos B 110 desde los UE 120.

5 El UE 120 puede manejar las tareas hacia la red núcleo, incluyendo: gestión de movilidad, control de llamadas, gestión de sesiones, y gestión de identidad. En general, los protocolos correspondientes se transmiten transparentemente vía un nodo B 110, de manera que el nodo B 110 no cambia, utiliza o entiende la información del protocolo. El extremo posterior del UMTS pasa a ser accesible mediante diversos medios, tal como la red de radio GSM/UMTS (red de acceso de radio GSM EDGE (GERAN, por sus siglas en inglés), la red de acceso de radio terrestre del UMTS (UTRAN), y la red de acceso de radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN, por sus siglas en inglés)), WiFi, difusión ultra-móvil (UMB, por sus siglas en inglés) y acceso por microondas de interoperabilidad mundial (WiMAX, por sus siglas en inglés). A los usuarios de redes de radio sin UMTS se les puede dotar de un punto de entrada en la red IP, con diferentes niveles de seguridad dependiendo de la fiabilidad de la red que se está utilizado para realizar la conexión. Los usuarios de las redes GSM/UMTS pueden utilizar un sistema integrado donde la totalidad de autenticaciones en cada nivel del sistema se cubre por un solo sistema, mientras que los usuarios que tienen acceso a la red UMTS vía WiMAX y otras tecnologías similares podrían manejar de un modo la conexión de WiMAX, por ejemplo, autenticándose por sí mismos vía una dirección de control de acceso al medio (MAC, por sus siglas en inglés) o una dirección de número de serie electrónico (ESN, por sus siglas en inglés), y de otro modo con el vínculo UMTS.

20 En la versión 8 de LTE, una interfaz aérea denominada el acceso de radio terrestre universal desarrollado (E-UTRA, por sus siglas en inglés) puede ser utilizada por los operadores del UMTS que despliegan las redes inalámbricas. Los sistemas E-UTRA actuales utilizan OFDMA para el enlace descendente (torre a micro-teléfono) y acceso múltiple por división de frecuencia de una sola portadora (SC-FDMA, por sus siglas en inglés) para el enlace ascendente y emplea múltiple entrada/múltiple salida (MIMO, por sus siglas en inglés) con hasta para cuatro antenas por estación. El esquema de codificación de canales para transportar bloques en codificación turbo y un dispositivo de entrelazado interno de código turbo polinomial de permutación cuadrática (QPP, por sus siglas en inglés) sin contención.

30 El uso de OFDM, un sistema donde el espectro disponible se puede dividir en miles de portadoras muy finas, cada una a una frecuencia diferente, portando cada una parte de la señal, permite que E-UTRA sea mucho más flexible en su utilización del espectro que los antiguos sistemas basados en CDMA utilizados en los protocolos 3G. Las redes CDMA pueden requerir la asignación de grandes bloques de espectro a cada portadora, para mantener frecuencias de chip elevadas, y aumentar al máximo de esta forma la eficiencia. OFDM tiene una eficacia espectral de enlace que es mayor que CDMA, y cuando se combina con formatos de modulación tales como 64 QAM y técnicas como MIMO, E-UTRA típicamente es más eficiente que W-CDMA con HSDPA y HSUPA.

35 En la LTE, versión 8, la separación de sub-portadoras en el enlace descendente OFDM es 15 kHz y existe un máximo de 2048 sub-portadoras disponibles. Los dispositivos móviles pueden tener la capacidad de recibir la totalidad de 2048 sub-portadoras aunque una estación base típicamente soporta la transmisión de únicamente 72 sub-portadoras, en la configuración mínima. El número de sub-portadoras en DL depende del BW del canal, y las 2048 sub-portadoras se pueden alcanzar con un BW de 20 MHz. El número exacto de sub-portadoras disminuye con el BW. La transmisión se divide en intervalos de tiempo que duran 0,5 ms y subtramas de periodos de 1,0 ms. Una trama de radio tiene 10 ms. Los formatos de modulación soportados en los canales de datos de enlace descendente son modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, por sus siglas en inglés), modulación de amplitud por cuadratura 16 (QAM, por sus siglas en inglés), y 64 QAM.

45 Siguiendo con la especificación actual para el enlace ascendente, se puede utilizar el multiplexado SC-FDMA, y la modulación QPSK o 16 QAM (64 QAM opcional). SC-FDMA se utiliza debido a que tiene una baja proporción de potencia pico a promedio (PAPR, por sus siglas en inglés). Cada dispositivo móvil tiene al menos un transmisor. A través del acceso múltiple por división MIMO/espacial virtual (SDMA, por sus siglas en inglés), la capacidad del sistema en la dirección de enlace ascendente se puede aumentar dependiendo del número de antenas en la estación base.

50 En particular, el esquema de transmisión de enlace ascendente LTE utiliza SC-FDMA. Mientras que OFDMA se considera como óptimo para cumplir con los requisitos LTE en el enlace descendente, las propiedades de OFDMA son menos favorables para el enlace ascendente. Esto es debido principalmente a unas propiedades más débiles de la relación de potencia pico a promedio (PAPR) de una señal OFDMA, dando por resultado una peor cobertura de enlace ascendente. De esta forma, el esquema de transmisión del enlace ascendente LTE para el modo FDD y TDD se basa en SC-FDMA con un prefijo cíclico. Las señales SC-FDMA tienen mejores propiedades PAPR en comparación con una señal OFDMA, y las características PAPR son importantes para un diseño rentable de los amplificadores de potencia del UE. Aún así, el procesamiento para la señal C-FDMA tiene algunas similitudes con el procesamiento de la señal OFDMA, de tal forma que se pueda armonizar la parametrización de enlace descendente y enlace ascendente.

5 Existen diferentes posibilidades en la forma de generar una señal SC-FDMA. Por ejemplo, se ha seleccionado para E-UTRA el multiplexado por división de frecuencias ortogonales ensanchada por transformada de Fourier discreta (DFT-s-OFDM, por sus siglas en inglés). Para DFT-s-OFDM, se puede aplicar primero un DFT de tamaño  $M$  a un bloque de  $M$  símbolos de modulación. Luego, se puede utilizar QPSK, 16 QAM y 64 QAM como los esquemas de modulación E-UTRA de enlace ascendente, siendo el último opcional para el UE. El DFT puede transformar los símbolos de modulación al dominio de frecuencias. El resultado se puede mapear sobre las sub-portadoras disponibles. En el enlace ascendente E-UTRA, sólo se puede permitir la transmisión localizada de sub-portadoras consecutivas. Una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT, por sus siglas en inglés) de  $N$  puntos, donde  $N > M$ , se realiza entonces tal como en OFDM, seguida de la suma del prefijo cíclico y la conversión de paralelo a serie.

10 Por lo tanto, el procesamiento DFT, es una diferencia fundamental entre la generación de señal SCFDMA y OFDMA, tal como se indica por el término OFDM de difusión DFT. En una señal SC-FDMA, cada sub-portadora utilizada para la transmisión contiene la información de todos los símbolos de modulación transmitidos, ya que el flujo de datos de entrada ha sido ensanchado mediante la transformada DFT a través de la sub-portadoras disponibles. Por contraste, cada sub-portadora de la señal OFDMA sólo porta la información relacionada con los símbolos de modulación  
15 específicos.

Similarmente, en la parametrización de SC-FDMA, la estructura de enlace ascendente E-UTRA puede ser similar al enlace descendente. Por ejemplo, una trama de radio de enlace ascendente puede consistir en 20 intervalos de 0,5 ms cada uno, y 1 una subtrama consiste en 2 intervalos. En el enlace ascendente, los datos se asignan en múltiplos de un bloque de recursos. La dimensión del bloque de recursos de enlace ascendente en el dominio de frecuencia  
20 es actualmente de 12 sub-portadoras, al igual que en el enlace descendente. Sin embargo, habitualmente no todos los múltiplos enteros se permiten, a efectos de simplificar el diseño DFT en el procesamiento de la señal de enlace ascendente, y típicamente, sólo se permiten los factores 2, 3 y 5. Estas restricciones se citan como ejemplos. De manera similar, el intervalo de tiempo de transmisión del enlace ascendente es 1 ms (al igual que el enlace descendente).

25 Los datos del usuario se pueden transportar sobre el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) que se puede determinar por el ancho de banda de transmisión y el posible patrón de saltos de frecuencia. El canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) puede portar la información de control de enlace ascendente en ausencia de los datos UL, por ejemplo, reportes CQI y la información ACK/NACK relacionada con los paquetes de datos recibidos en el enlace descendente (en presencia de los datos UL, las señales de control se pueden transmitir  
30 en tiempo PUSCH multiplexadas con los datos UL). El PUCCH se puede transmitir a través de una región de frecuencia reservada en el enlace ascendente.

En la estructura de la señal de referencia de enlace ascendente, las señales de referencia de enlace ascendente se pueden utilizar para la estimación de canal en el receptor del nodo B 110 para desmodular los canales de control y de datos. Por otro lado, las señales de referencia pueden proporcionar la información de la calidad del canal (CQI)  
35 como una base para las decisiones de programación en la estación base, también denominado sondeo de canales. Las señales de referencia del enlace ascendente se pueden basar en secuencias CAZAC (correlación automática de amplitud cero constante) o en secuencias ZAC (correlación automática cero) basadas en búsqueda por computadora.

40 Para los procedimientos de nivel físico de enlace ascendente con E-UTRA, pueden ser necesarios procedimientos de nivel físico de enlace ascendente. Por ejemplo, con el acceso aleatorio no sincronizado, el acceso aleatorio se puede utilizar para solicitar acceso inicial, como parte de la transferencia, cuando se transita desde inactivo a conectado, o para reestablecer la sincronización de enlace ascendente. De manera similar, si múltiples canales de acceso aleatorio se pueden definir en el dominio de frecuencia dentro de un período de acceso para proporcionar un número suficiente de oportunidades de acceso aleatorio.

45 El procedimiento de acceso aleatorio puede utilizar un control de potencia de bucle abierto con rampa de potencia, similar a WCDMA. Después de enviar el preámbulo a través de un canal de acceso aleatorio seleccionado, el UE espera el mensaje de respuesta de acceso aleatorio. Si no se detecta ninguna respuesta, entonces se selecciona otro canal de acceso aleatorio y se envía nuevamente un preámbulo.

50 Para la programación de enlace ascendente, la programación de los recursos de enlace ascendente se puede realizar mediante el nodo B 110. El nodo B 110 puede asignar ciertos recursos de tiempo/frecuencia a los UE 120 e informa a los UE 120 acerca de qué formatos de transmisión utilizar. Las decisiones de programación que afectan al enlace ascendente se pueden comunicar a los UE 120 vía el PDCCH en el enlace descendente. Las decisiones de programación también se pueden basar en los parámetros de calidad de de servicio (QoS, por sus siglas en inglés), el estado de memoria tampón del UE, las mediciones de calidad del canal de enlace ascendente, las capacidades  
55 del UE, los intervalos de medición del UE, etc.

Como métodos de adaptación del enlace ascendente, se pueden utilizar control de potencia de transmisión, modulación adaptativa y velocidad de codificación de canal, así como también, un ancho de banda de transmisión

adaptativo. De manera similar, el control de temporización de enlace ascendente puede ser necesario para alinear temporalmente las transmisiones desde diferentes UE 120 con la ventana receptora del nodo B 110. El nodo B 110 envía los comandos de temporización-control adecuados a los UE 120 en el enlace descendente, ordenando a los UE 120 adaptar la temporización de transmisión respectiva. Para una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ, por sus siglas en inglés), el nodo B 120 puede solicitar las retransmisiones de los paquetes de datos recibidos incorrectamente.

La tecnología de teléfono móvil de generación 3.9 proporciona un sistema de telefonía móvil digital que se basa en 3G aunque con capacidades expandidas cercanas a las expectativas de 4G. La viabilidad y la estandarización están siendo estudiadas con el objetivo de alcanzar una transición suave entre el 3G actual y el 4G futuro.

La figura 3, ilustra un método 300 y disposición para el patrón de saltos de frecuencia de señales de referencia de sondeo. En la etapa 310, se difunde la información relacionada con los RB en los cuales puede que no se permita la transmisión de la SRS (es decir, la región PUCCH o la dimensión de los recursos PUCCH). Entonces, en la etapa 315, se puede formar la posición de saltos de frecuencia de la SRS, de acuerdo con un patrón de saltos, y en la etapa 320, la SRS se puede truncar en el caso en que la SRS se superponga al ancho de banda que no soporta la transmisión de la SRS. Como se describirá más adelante, el UE 120 puede realizar el truncado autónomamente sin la señalización específica del UE 120 adicional. En particular, la SRS se puede truncar hacia el máximo BW de SRS permitido en la etapa 330. Siguiendo con el método 300, las señales SRS exteriores se pueden truncar en la etapa 340 de tal forma que el truncado no impacte ninguno del BW de la SRS configurada ni la asignación aplicada de bandas de frecuencia de SRS basada en árbol.

La figura 6, ilustra una configuración 600 de la posición de la frecuencia de la SRS ilustrativa con una estructura de árbol. En particular, la posición inicial en el dominio de frecuencias de la SRS (sin saltos de frecuencia),  $k_0$ , se puede proporcionar en sub-portadoras y se puede definir por:

$$k_0 = k'_0 + \sum_{l=0}^{L_{SRS}} B_l n_l \quad (\text{Eq. 1})$$

donde  $k'_0$  es un desplazamiento (en la sub-portadoras) relacionado, por ejemplo, con la región PUCCH y la cresta RPF utilizada,  $L_{SRS}$  es la profundidad del nivel del árbol de asignación en la asignación de posición de la SRS, que corresponde al ancho de banda de la SRS asignada, ( $L_{SRS}$  puede verse asimismo como el número del valor del ancho de banda de la SRS asignada),  $B_l$  es el ancho de banda de la SRS (en las sub-portadoras) en el nivel del árbol  $l$  (es decir,  $B_l = \text{RPF} \times \text{la longitud de la secuencia de la SRS en el nivel } l$ ) y  $n_l$  es el índice de asignación de posición de la frecuencia de la SRS en el nivel del árbol  $l$ .

La figura 7A, ilustra un patrón 700 de saltos de frecuencia de la SRS ilustrativo, que utiliza una asignación de árbol para la asignación de frecuencia de la SRS y soporta múltiples ramificaciones de banda de frecuencia por nivel. El patrón 700 de saltos de frecuencia de la SRS proporciona además señales SRS consecutivas sobre asignaciones de frecuencia separadas ampliamente, aumentando al máximo de esta forma la diversidad de frecuencia en las mediciones del indicador de calidad del canal consecutivo (CQI). Además, como se describirá más adelante, el patrón 700 de saltos de frecuencia de la SRS evita además que la SRS con saltos de frecuencia perfore las regiones PUCCH y PUSCH persistente.

Como se describió anteriormente, los estándares LTE indican que la SRS no debe perforar la región PUCCH. La condición también puede ser verdadera para la región PUSCH de las asignaciones persistentes. Esta condición se debe conservar cuando las regiones PUCCH y/o PUSCH persistente varían dinámicamente. Para asegurar mejor este resultado deseado, algunas de las realizaciones definen el patrón de saltos de frecuencia de la SRS dependiendo del manejo de la región PUCCH dinámica. Por ejemplo, en un cambio de la región PUCCH, las transmisiones de la SRS impactadas se pueden re-configurar.

La información sobre los PUCCH RB actuales (o más exactamente, sobre los RB que no se permiten para la transmisión de la SRS) se difunde y los UE modificarán sus transmisiones de la SRS tal como se ilustra en la figura 3. La desventaja es que ocasionalmente cuando una transmisión de la SRS salta a la región PUCCH, es descartada. En otras palabras, puede haber casos en el patrón de saltos en que no se puede transmitir la SRS.

Sin embargo, la posición inicial en el dominio de frecuencias para la SRS de saltos puede definirse con la misma ecuación que para la SRS sin saltos de frecuencia. Entonces, el patrón de saltos de frecuencia propuesto se puede definir en términos de  $n_l$  para los niveles del árbol  $l$  y anteriores:

$$n_l = F_{l,t} + n_{l,orig} \bmod N_l \quad (\text{Eq. 2})$$

donde:

- $n_{l,orig}$  es el valor de referencia para el índice de asignación para el nivel del árbol l. En otras palabras, proporciona el valor del índice de asignación para un número de trama y subtrama de referencia común + el desplazamiento de la subtrama respecto de la señalización RRC dedicada,

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=0}^l N_{l'}}{\prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'}} \right] + \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=0}^l N_{l'}}{2 \prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'}} \right] \quad (\text{Eq. 3})$$

si  $N_l$  par;

$$F_{l,t} = \left\lfloor N_l / 2 \right\rfloor \left\lfloor t / \prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'} \right\rfloor \quad (\text{Eq. 4})$$

si  $N_l$  impar

- donde  $N_l$  es el número de ramificaciones nuevas por una ramificación en el nivel del árbol l de asignación. Por ejemplo, en un árbol de códigos OVSF,  $N_l = 2$ .
- $t$  es el índice de tiempo para la SRS, y es relativo al número de trama y subtrama de referencia común y es función del número de trama actual, número de subtrama, desplazamiento de subtrama de la SRS y período de la SRS. Esencialmente es un índice dinámico de las incidencias de SRS con respecto a una referencia de tiempo común, obteniendo los valores {0, 1, 2, ...}. Por ejemplo,  $t$  se puede proporcionar, por ejemplo, como  $t = [10 \times (\text{número de trama} - \text{número de trama de referencia}) + \text{número de subtrama} - \text{número de subtrama de referencia} - \text{desplazamiento de subtrama}] / \text{período de la SRS}$ .

En una realización,  $F_{l,t}$  se puede simplificar como se indica a continuación:

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \bmod 2^{l-1} N_l}{2^{l-1}} \right] + \left[ \frac{t \bmod 2^{l-1} N_l}{2^l} \right] \quad (\text{Eq. 5})$$

si  $N_l$  par;

$$F_{l,t} = \left\lfloor N_l / 2 \right\rfloor \left\lfloor t / 2^{l-1} \right\rfloor \quad (\text{Eq. 6})$$

si  $N_l$  impar

La figura 8, ilustra un método 800 para formar una SRS de saltos. Después del cálculo de la posición de la SRS, el UE 120 verifica si la SRS se superpone al ancho de banda que no soporta la transmisión de la SRS (es decir, la región PUCCH actual difundida por el eNB) en la etapa 810. Típicamente, el UE 120 puede realizar el truncado autónomamente sin la señalización específica del UE 120 adicional. La longitud del patrón de saltos de la SRS está dada por el número de ramificaciones en el nivel del árbol que corresponde al ancho de banda de la SRS asignado como se proporciona a continuación en la ecuación 7.

$$\prod_{l=0}^{L_{SRS}} N_l \quad (\text{Eq. 7})$$

Alternativamente, los saltos de frecuencia se pueden aplicar únicamente a algunos niveles del árbol. Como un ejemplo, los saltos de frecuencia se pueden aplicar a los niveles del árbol  $l_{\min}$  aunque pueden no aplicarse a los niveles del árbol de 0 a  $l_{\min} - 1$ . Como resultado, el patrón de saltos de frecuencia propuesto se puede definir por (Eq. 1) donde:

$$F_{l,t} = 0 \quad (\text{Eq. 8})$$

5

si  $l < l_{\min}$ ;  $l$  es igual o mayor que  $l_{\min}$ ,

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \bmod \Pi_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}}{\Pi_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}} \right] + \left[ \frac{t \bmod \Pi_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}}{2 \Pi_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}} \right] \quad (\text{Eq. 9})$$

si  $N_l$  par;

$$F_{l,t} = \left\lfloor N_l / 2 \right\rfloor \left\lfloor t / \Pi_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'} \right\rfloor \quad (\text{Eq. 10})$$

10 si  $N_l$  impar. Difiriendo de la notación anterior,  $N_{l_{\min}-1}=1$  en (Eq. 9) y (Eq. 10), independientemente del número de ramificaciones nuevas en el nivel del árbol  $l_{\min} - 1$ .

15 Siguiendo con la figura 8, si la SRS se superpone, la SRS se puede truncar hacia el máximo BW de la SRS permitido en la etapa 820. Por ejemplo, la figura 7B, ilustra una disposición 750 de la SRS ilustrativa con la región PUCCH que cambia dinámicamente, en la cual la SRS se ha truncado para ajustarse a la región PUCCH. Si el truncado no es posible, la transmisión de la SRS se descarta en la etapa 830.

20 Alternativamente, el eNB 110 puede facilitar que la región PUCCH cambie mediante la radiodifusión de los parámetros de la estructura de árbol de la SRS (por ejemplo, el número de niveles,  $N_l$ , y los anchos de banda asociadas de la SRS). Cuando la región PUCCH o, alternativamente, la región de la SRS permitida cambia, se cambian los parámetros de la estructura de árbol de la SRS difundida. En otra realización, en el cambio de los parámetros de la estructura de árbol de la SRS, difundida, las asignaciones de la SRS existentes se mapean autónomamente en el UE 120 y el eNB 110 sobre las asignaciones en el árbol de la SRS actual, de acuerdo con reglas de re-mapeo de asignación predefinidas. El número de asignaciones de la SRS se puede reducir en la re-configuración del árbol de la SRS. En tal caso, ciertos UE 120 identificados por las reglas de re-mapeo de asignación predefinidas detendrán autónomamente sus transmisiones hasta que reciban la nueva configuración de la SRS específica del UE 120 vía una señalización del nivel superior. El patrón de saltos siempre se define, de acuerdo con el árbol SRS difundido actualmente y, de esta forma, cubre toda la región SRS permitida actualmente. Esta realización permite la re-configuración del árbol de SRS con mínima señalización específica del UE 120. Se debe apreciar que el re-mapeo de asignación de la SRS presentado se puede aplicar a las asignaciones de la SRS con y sin saltos de frecuencia.

30 Como resultado, el método 800 para la formación de la SRS de saltos ilustrado en la figura 8 puede utilizar una asignación de árbol para la asignación de frecuencia de la SRS y pueden soportar múltiples ramificaciones de banda de frecuencia por nivel del árbol. También, el método 800 para formar la SRS de saltos ilustrado en la figura 8, proporciona señales SRS consecutivas a través de asignaciones de frecuencia ampliamente separadas, aumentando al máximo de esta forma la diversidad de frecuencia en las mediciones CQI consecutivas. Además, el método 800 para formación de la SRS de saltos ilustrado en la figura 8 puede evitar que la SRS con saltos de frecuencia perfore la región PUCCH (PUSCH persistente). El método 800 para formación de la SRS de saltos ilustrado en la figura 8 puede permitir además minimizar la carga de señalización relacionada con la SRS de saltos de frecuencia: los saltos de frecuencia pueden hacerse como parámetros específicos de célula, lo cual sólo requiere un bit del mensaje del bloque de información del sistema (SIB, por sus siglas en inglés).

40 Se debe apreciar que la SRS se puede programar con o sin saltos de frecuencia. Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 1, la selección entre la SRS con saltos y sin saltos de frecuencia puede ser específica de una célula 101 y luego se difunde a todos los UE 120 dentro de la célula 101. Alternativamente, la selección de saltos/sin saltos puede ser específica para cada UE 120, y se puede configurar con el controlador de recursos de radio (RRC) 111

dedicado. La separación de la SRS con saltos de frecuencia y sin saltos de frecuencia se implementa a continuación en el nodo B 110 (o el nodo B mejorado, eNB). Por ejemplo, la SRS de saltos y sin saltos se puede separar con una cresta del factor de repetición (RPF) o con desplazamientos de subtramas.

5 Por ejemplo, como se ilustra en la figura 9, un bloque para transmisión 900 ilustrativo incluye la SRS con saltos de frecuencia y la SRS sin saltos que se multiplexan en el mismo símbolo de la SRS (o el símbolo SC-FDMA) cuando el período de la SRS sin saltos es mayor el de la SRS de saltos.

10 Con la SRS de saltos de frecuencia, múltiples períodos de la SRS pueden provocar potencialmente restricciones adicionales sobre las configuraciones de la SRS. Típicamente, todas las SRS de saltos de frecuencia tienen preferentemente el mismo período en cada símbolo de SRS particular y combinación de crestas. Por ejemplo, se pueden utilizar periodos de 2 ms y 5 ms simultáneamente para la SRS de saltos de frecuencia en una célula si son asignados en diferentes crestas.

De manera similar, la configuración de una SRS de una toma es relativamente directa al adaptar técnicas anteriores, con lo cual la SRS se puede configurar ya sea con o sin saltos de frecuencia.

15 Haciendo referencia nuevamente a la figura 1, una célula puede incluir múltiples antenas 112 para proporcionar diversidad de antenas. La diversidad de antenas de transmisión puede ser una transmisión de bucle cerrado, en donde la información del canal de enlace ascendente se retroalimenta desde una estación móvil. Con la selección de la antena de bucle cerrado, las antenas transmisoras típicamente alternan entre transmisiones de SRS consecutivas. De manera similar, las antenas transmisoras también típicamente podrían alternarse en caso de una SRS de saltos de frecuencia. Sin embargo, para transmitir la misma frecuencia desde ambas antenas, las SRS consecutivas  
20 transmiten preferentemente desde la misma antena sólo una vez en el mismo período de saltos de frecuencia. Por ejemplo, la primera SRS del período de saltos se puede transmitir desde la misma antena que la última SRS del período de saltos.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se presenta un diagrama de flujo de proceso 400, de acuerdo con algunas realizaciones. En particular, el diagrama de flujo 400 ilustra la interacción entre un nodo B 110 y un UE 120. El UE 120 puede recibir la señalización RRC 440, que es la señalización de la configuración de la SRS. El UE 120 utiliza los datos procedentes de la señalización RRC 440 para crear un mensaje de enlace ascendente 460 para el nodo B 110 incluyendo una SRS asignada, tal como se da a conocer en el presente documento. El nodo B 110 entonces puede responder con la concesión de programación UL señalizada vía DL 470, tal como un PDCCH, en respuesta a la petición por parte del UE 120 en el mensaje de enlace ascendente 460. En respuesta a la concesión de programación UL en el mensaje UL 460, el UE 120 puede enviar al nodo B 110 la transmisión de datos 480 UL para la que se han adoptado las decisiones de adaptación/programación de enlaces en base a la SRS transmitida.  
25  
30

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se proporciona un UE 120, de acuerdo con ciertas realizaciones. El UE 120 incluye un procesador 210 configurado para tener acceso a datos almacenados en un dispositivo de almacenamiento 230 para formar un mensaje de enlace ascendente que incluye la SRS. El dispositivo de almacenamiento 230 puede almacenar, por ejemplo, datos relacionados con las señales DM RS y SRS, una separación de desplazamiento cíclico máxima deseada, y los detalles para soportar una asignación de banda basada en árbol. De manera similar, el dispositivo de almacenamiento 230 puede almacenar datos según sea necesario para el procesador 220 a efectos de determinar suficiente ancho de banda para reservar PUCCH y PUSCH persistente y los correspondientes tamaños DFT y RPF deseados para la asignación de ancho de banda y de banda SRS. Esta información almacenada en el dispositivo de almacenamiento 230 se puede proporcionar, por ejemplo, mediante una interfaz de usuario 210 o se recibe desde una fuente externa vía un receptor 250. El procesador 220 entonces puede formar el mensaje de enlace ascendente que incluye la SRS sobre la banda asignada con el ancho de banda asignado y dirige este mensaje de enlace ascendente hacia un transmisor 240 para transmisión a un dispositivo externo, tal como un nodo B.  
35  
40

45 Como se describió anteriormente, la transmisión de la SRS no debe "perforar" la región PUCCH o de otra manera intentar transmitir a través de un RB reservado para el PUCCH. De manera similar, es posible configurar el parámetro de ancho de banda PUCCH de tal forma que la SRS no se superponga con la (mayoría de) asignaciones PUSCH persistentes. Por consiguiente, una realización se refiere a la satisfacción de este requisito de que la transmisión SRS no debe perforar las regiones PUCCH incluso en los casos en los cuales el ancho de banda (BW) PUCCH, incluyendo PUSCH persistente, varíe dinámicamente.  
50

Como se representa en la figura 10, cada uno del UE 120 en una célula puede incluir un procesador 1011, una memoria 1012, y dispositivos de entrada y salida 1013-1014. La fuente 1010 puede incluir además el software 1015 y el hardware 1016 relacionado para realizar las funciones relacionadas con la formación y transmisión de un mensaje de la SRS adecuado, como se expone en algunas realizaciones. Por ejemplo, la fuente 120 puede recibir y almacenar los criterios de configuración para la SRS a transmitir, acceder a la memoria y formar los mensajes de la SRS utilizando los parámetros almacenados, y luego eliminar los parámetros almacenados de la memoria después de recibir la confirmación de que el mensaje de la SRS transmitida se recibió por la estación base 110. De esta  
55

forma, se puede realizar el procesamiento de los mensajes de la SRS a transmitir, según sea necesario por la circuitería en el hardware 1016 o el software 1015.

5 Asimismo, el nodo B 110 puede incluir un procesador 1021, una memoria 1022, y dispositivos de entrada y salida 1023-1024. La estación base (por ejemplo, el nodo 110) además puede incluir el software 1025 y el hardware 1026 relacionado para realizar las funciones relacionadas con la recepción y decodificación de las señales de la SRS transmitida, según se expone en la presente solicitud. También, el nodo B 110 puede incluir la lógica en el hardware 1026 o software 1025 para formar un mensaje de configuración que defina los criterios para el mensaje de la SRS para un nodo B 110 particular o para todos los nodos B 110 en una célula.

10 Un programa de computadora incorporado en un medio legible en computadora, un medio legible en computadora codificado con un programa de computadora, o expresiones similares se pueden incorporar como un dispositivo de almacenamiento de datos tangibles que almacene los programas de software de computadora configurados para controlar un procesador, un dispositivo de procesamiento digital, una unidad de procesamiento central (CPU, por sus siglas en inglés), o similares, para realizar una o más operaciones para ejecutar una o más instrucciones de software. Un dispositivo de almacenamiento de datos tangible se puede incorporar como un dispositivo de memoria volátil o un dispositivo de memoria no volátil, y/o una combinación de un dispositivo de memoria volátil y un dispositivo de memoria no volátil. Por consiguiente, algunas de las realizaciones proporcionan un medio legible en computadora codificado con un programa de computadora, en donde el programa de computadora se configura para realizar las operaciones.

20 Se debe observar que la referencia en toda esta especificación a las características, ventajas, o expresiones similares no implica que todas las características y ventajas que se puedan realizar con las realizaciones descritas anteriormente deban ser o estar en cualquier realización individual. En lugar de esto, el lenguaje que hace referencia a las características y ventajas se debe entender que significa que una particularidad, ventaja o característica específicas descritas junto con una realización se incluye en al menos una realización descrita anteriormente. De esta forma, la descripción de las características y ventajas, y expresiones similares, en toda esta especificación puede, pero no necesariamente, hacer referencia a la misma realización.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un método, que comprende:

formar, mediante un procesador, una posición de salto de frecuencia de una señal de referencia de sondeo en base a un patrón de saltos;

5 configurar el patrón de saltos de la señal de referencia de sondeo para utilizar una asignación de árbol para una asignación de frecuencia de la señal de referencia de sondeo y soportar al menos una ramificación de banda de frecuencia por nivel del árbol;

configurar el patrón de saltos de la señal de referencia de sondeo para proporcionar señales de referencia de sondeo consecutivas en asignaciones de frecuencia separadas ampliamente,

10 definir una posición inicial en el dominio de frecuencias para una señal de referencia de sondeo de saltos en base a una ecuación similar a la de la señal de referencia de sondeo sin saltos de frecuencia, y

definir el salto de frecuencia de la señal de referencia de sondeo para capas de árbol  $l_{min}$  y anteriores, y el patrón de saltos en términos de  $n_l$  para capas de árbol  $l_{min}$  y anteriores:

$$n_l = F_{l,t} + n_{l,orig} \text{ mod } N_l,$$

15 donde  $n_{l,orig}$  es un valor de referencia de un índice de asignación para la capa del árbol  $l$ , donde  $N_l$  es un número de nuevas ramificaciones por una rama en una capa de árbol de asignación  $l$ , donde  $t$  es un índice de tiempo para la señal de referencia de sondeo y es relativo a un número de trama y subtrama de referencia común y es función del número de trama actual, del número de subtrama y de un periodo de señal de referencia de sondeo,

donde  $l_{min} = 1$ , y el método comprende además:

20 definir  $F_{l,t}$  como 
$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \text{ mod } \prod_{l'=0}^l N_{l'}}{\prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'}} \right] + \left[ \frac{t \text{ mod } \prod_{l'=0}^l N_{l'}}{2 \prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'}} \right]$$
 cuando  $N_l$  es par; y

definir  $F_{l,t}$  como 
$$F_{l,t} = \lfloor N_l / 2 \rfloor \lfloor t / \prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'} \rfloor$$
 cuando  $N_l$  es impar.

2. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

definir una posición inicial en el dominio de frecuencias de  $k_0$  mediante

$$k_0 = k'_0 + \sum_{l=0}^{L_{SRS}} B_l n_l,$$

25 donde  $k'_0$  es un desplazamiento en las subportadoras en relación con una cresta del factor de corrección utilizada,  $L_{SRS}$  es el índice del valor de ancho de banda de la señal de referencia de sondeo asignado,  $B_l$  es el ancho de banda de la señal de referencia de sondeo en las subportadoras de la capa del árbol  $l$ , y  $n_l$  es el índice de la posición de frecuencia de la señal de referencia de sondeo en la capa del árbol  $l$ .

3. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

30 definir  $F_{l,t}$  como  $F_{l,t} = 0$  cuando  $l < l_{min}$ ;

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=l_{\min}-1}^l N_{l'}}{\prod_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}} \right] + \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=l_{\min}-1}^l N_{l'}}{2 \prod_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}} \right]$$

definir  $F_{l,t}$  como cuando  $l$  es igual o mayor que  $l_{\min}$  y

cuando  $N_l$  es par; y

definir  $F_{l,t}$  como  $F_{l,t} = \lfloor N_l / 2 \rfloor \lfloor t / \prod_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'} \rfloor$  cuando  $l$  es igual o mayor que  $l_{\min}$  y cuando  $N_l$  es impar,

5 donde  $N_l$  es el número de nuevas ramificaciones por ramificación en una capa del árbol de asignación  $l$ , excepto para  $l_{\min}-1$ , para lo cual  $N_{l_{\min}-1}=1$ , independientemente del número de ramas en la capa del árbol  $l_{\min}-1$ .

4. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

recibir una selección entre la señal de referencia de sondeo con salto de frecuencia y sin salto de frecuencia,

en el que la señal de referencia de sondeo está configurada con salto de frecuencia o sin el salto de frecuencia,

10 en el que la selección de la señal de referencia de sondeo con salto de frecuencia y sin salto de frecuencia es específica para un equipo de usuario o para todos los equipos de usuario dentro de una célula.

5. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

recibir una señal de control de recursos de radio procedente del aparato, donde la señal de control de recursos de radio es una señalización de configuración de señal de referencia de sondeo;

15 transmitir un mensaje de enlace ascendente al aparato, que incluye una señal de referencia de sondeo asignada, en base a los datos de la señal de control de recursos de radio.

6. Un aparato, que comprende:

un procesador, configurado para procesar la posición del salto de frecuencias de una señal de referencia de sondeo en base a un patrón de saltos,

en el que el patrón de saltos de la señal de referencia de sondeo está configurado para

20 utilizar una asignación de árbol para una asignación de frecuencias de la señal referencia de sondeo y para soportar por lo menos una rama de banda de frecuencias por cada capa del árbol,

proporcionar señales de referencia de sondeo consecutivas en asignaciones de frecuencias ampliamente separadas,

definir el salto de frecuencias de la señal de referencia de sondeo para capas del árbol  $l_{\min}$  y anteriores; y

25 definir una posición inicial en el dominio de frecuencias relativa a una señal de referencia de sondeo de saltos en base a una ecuación similar a la de la señal de referencia de sondeo sin saltos de frecuencia, y

definir el patrón de saltos en términos de  $N_l$  para las capas del árbol  $l_{\min}$  y anteriores:

$n_l = F_{l,t} + n_{l,\text{orig}} \bmod N_l$ , donde  $n_{l,\text{orig}}$  es un valor de referencia del índice de asignación para la capa del árbol  $l$ ,

30 donde  $N_l$  es el número de nuevas ramas, por rama en una capa  $l$  del árbol de asignación, donde  $t$  es un índice temporal para la señal de referencia de sondeo y es relativo a un número de trama y subtrama de referencia común, y es función del número de trama actual, del número de subtrama y de un periodo de señal de referencia de sondeo,

donde  $l_{\min} = 1$ , y el procesador está configurado además para

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=0}^l N_{l'}}{\prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'}} \right] + \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=0}^l N_{l'}}{2 \prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'}} \right]$$

definir  $F_{i,t}$  como

cuando  $N_i$  es par; y

$$F_{l,t} = \left\lfloor N_l / 2 \right\rfloor \left\lfloor t / \prod_{l'=0}^{l-1} N_{l'} \right\rfloor$$

definir  $F_{i,t}$  como

cuando  $N_i$  es impar.

7. El aparato según la reivindicación 6, en el que el procesador está configurado además para definir una posición

$$k_0 = k'_0 + \sum_{l=0}^{L_{SRS}} B_l n_l$$

inicial en el dominio de frecuencias de  $k_0$  mediante

5 donde  $k'_0$  es un desplazamiento en las subportadoras en relación con una cresta del factor de corrección utilizado,  $L_{SRS}$  es el índice del valor del ancho de banda de la señal de referencia de sondeo asignado,  $B_l$  es el ancho de banda de la señal de referencia de sondeo en las subportadoras de la capa del árbol  $l$ , y  $n_l$  es el índice de la posición de frecuencia de la señal de referencia de sondeo en la capa del árbol  $l$ .

8. El aparato según la reivindicación 6, en el que el procesador está configurado además para

10 definir  $F_{l,t}$  como  $F_{l,t} = 0$  cuando  $l < l_{\min}$ ;

definir  $F_{i,t}$  como

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=l_{\min}-1}^l N_{l'}}{\prod_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}} \right] + \left[ \frac{t \bmod \prod_{l'=l_{\min}-1}^l N_{l'}}{2 \prod_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'}} \right]$$

cuando  $l$  es igual o mayor que  $l_{\min}$  y cuando  $N_l$  es par; y

$$F_{l,t} = \left\lfloor N_l / 2 \right\rfloor \left\lfloor t / \prod_{l'=l_{\min}-1}^{l-1} N_{l'} \right\rfloor$$

definir  $F_{i,t}$  como

cuando  $l$  es igual o mayor que  $l_{\min}$  y cuando  $N_l$  es impar,

15 donde  $N_l$  es el número de nuevas ramificaciones por ramificación en una capa del árbol de asignación  $l$ , excepto para  $l_{\min} - 1$ , para lo cual  $N_{l_{\min}-1} = 1$ , independientemente del número de nuevas ramas en la capa del árbol  $l_{\min} - 1$ .

9. El aparato según la reivindicación 6, que comprende además

un receptor configurado para recibir una selección entre la señal de referencia de sondeo con salto de frecuencias y sin salto de frecuencias

en el que la señal de referencia de sondeo está configurada con el salto de frecuencias o sin el salto de frecuencias,

20 en el que la selección de la señal de referencia de sondeo con salto de frecuencia y sin salto de frecuencia es específica para un equipo de usuario o para todos los equipos del usuario dentro de una célula.

10. El aparato según la reivindicación 6, que comprende además

un receptor configurado para recibir una señal de control de recursos de radio desde el aparato, donde la señal de control de recursos de radio es una señalización de configuración de señal de referencia de sondeo;

25 un transmisor 240 configurado para transmitir un mensaje de enlace ascendente al otro aparato, que incluye una señal de referencia de sondeo asignada, en base a datos de la señal de control de recursos de radio.

11. Un programa informático realizado en un medio legible por ordenador, donde el programa informático está configurado para controlar un procesador de manera que lleve a cabo un método, que comprende:

formar una posición de salto de frecuencia de una señal de referencia de sondeo, en base a un patrón de saltos

configurar el patrón de saltos de la señal de referencia de sondeo para utilizar una asignación del árbol para una asignación de frecuencia de la señal de referencia de sondeo y soportar al menos una ramificación de banda de frecuencia por nivel del árbol; y

- 5 configurar el patrón de saltos de la señal de referencia de sondeo para proporcionar señales de referencia de sondeo consecutivas en asignaciones de frecuencia ampliamente separadas,

definir una posición inicial en el dominio de frecuencias para una señal de referencia de sondeo de saltos en base a una ecuación similar a la de la señal de referencia de sondeo sin saltos de frecuencia, y

- 10 definir el salto de frecuencia de la señal de referencia de sondeo para capas de árbol  $l_{\min}$  y anteriores, y el patrón de saltos en términos de  $n_l$  para capas de árbol  $l_{\min}$  y anteriores:

$$n_l = F_{l,t} + n_{l,orig} \bmod N_l$$

donde  $n_{l,orig}$  es un valor de referencia de un índice de asignación para la capa del árbol  $l$ , donde  $N_l$  es un número de nuevas ramificaciones por una rama en una capa de árbol de asignación  $l$ , donde  $t$  es un índice de tiempo para la señal de referencia de sondeo y es relativo a un número de trama y de subtrama de referencia común y es función del número de trama actual, del número de subtrama y de un periodo de señal de referencia de sondeo,

- 15

donde  $l_{\min} = 1$ , y el método comprende además:

$$F_{l,t} = N_l / 2 \left\lfloor \frac{t \bmod \prod_{r=0}^l N_r}{\prod_{r=0}^{l-1} N_r} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{t \bmod \prod_{r=0}^l N_r}{2 \prod_{r=0}^{l-1} N_r} \right\rfloor$$

definir  $F_{l,t}$  como

$$F_{l,t} = \left\lfloor N_l / 2 \right\rfloor \left\lfloor t / \prod_{r=0}^{l-1} N_r \right\rfloor$$

cuando  $N_l$  es impar.

cuando  $N_l$  es par; y definir  $F_{l,t}$  como

12. Un aparato, según la reivindicación 6, que comprende además,
- 20 un transmisor configurado para transmitir una señal de control de recursos de radio a otro aparato, donde la señal de control de recursos de radio es una señalización de configuración de señal de referencia de sondeo; y

un receptor configurado para recibir un mensaje de enlace ascendente para el otro aparato, que incluye una señal de referencia de sondeo de asignada, en base a datos en la señal de control de recursos de radio.

FIG 1

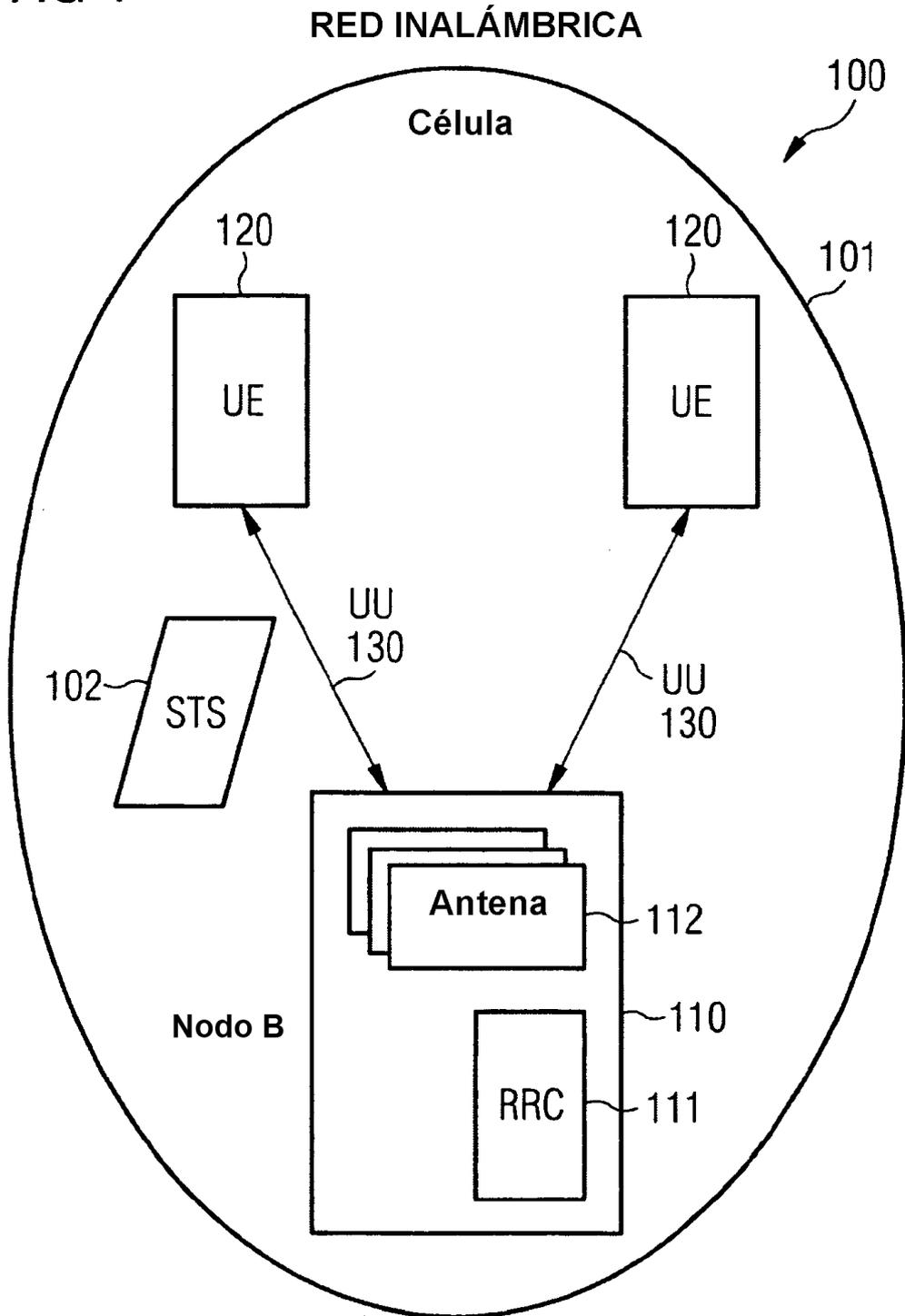


FIG 2

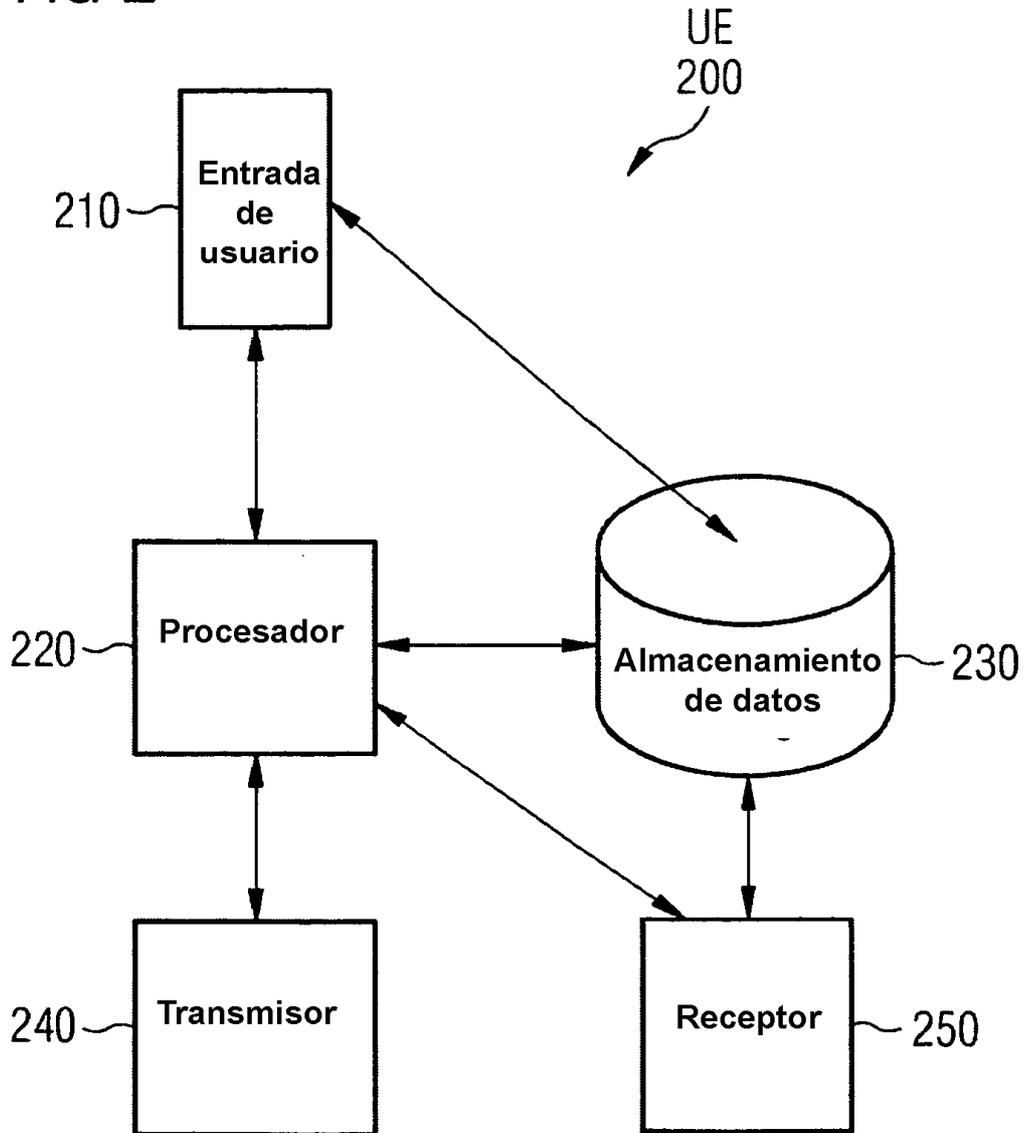


FIG 3

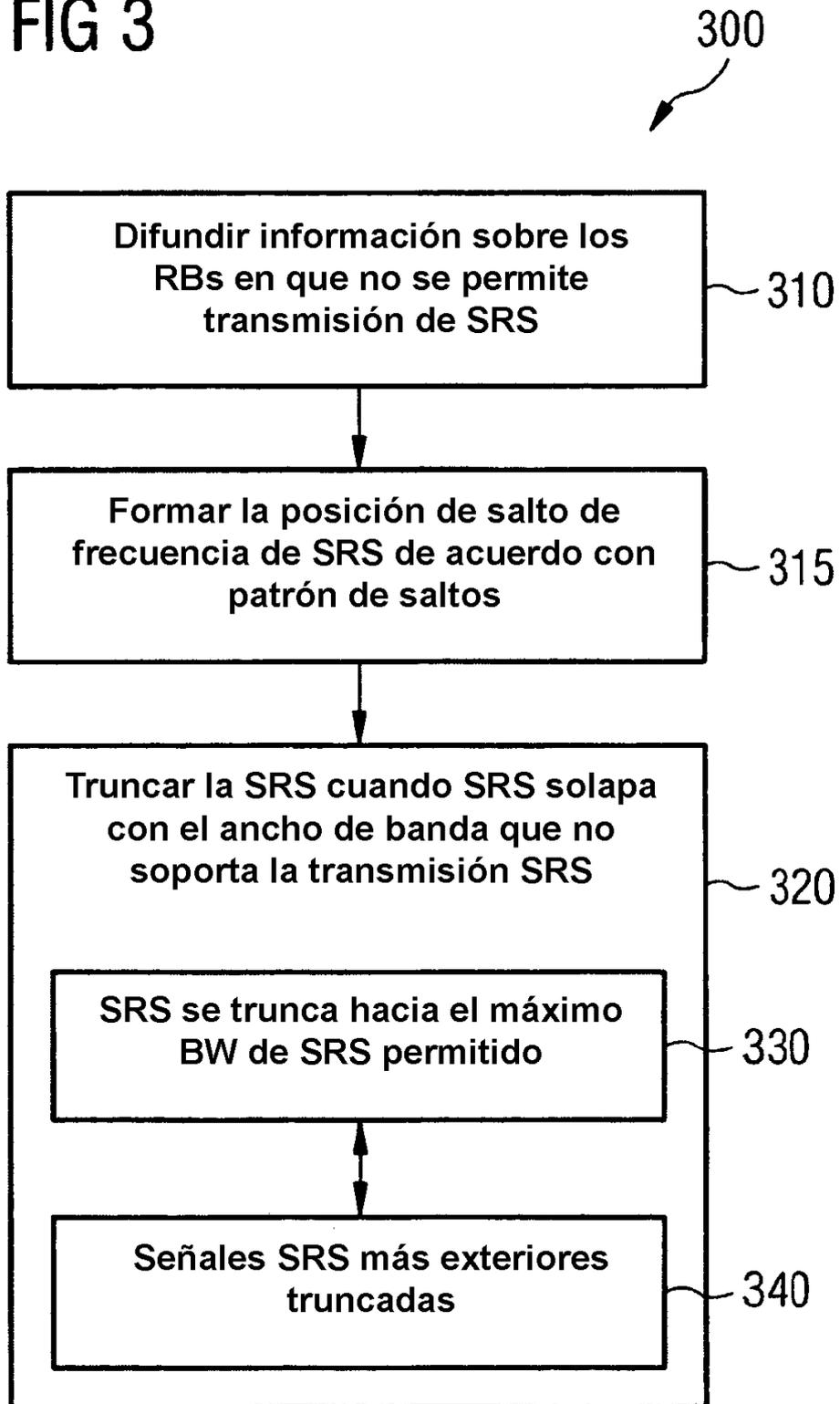


FIG 4

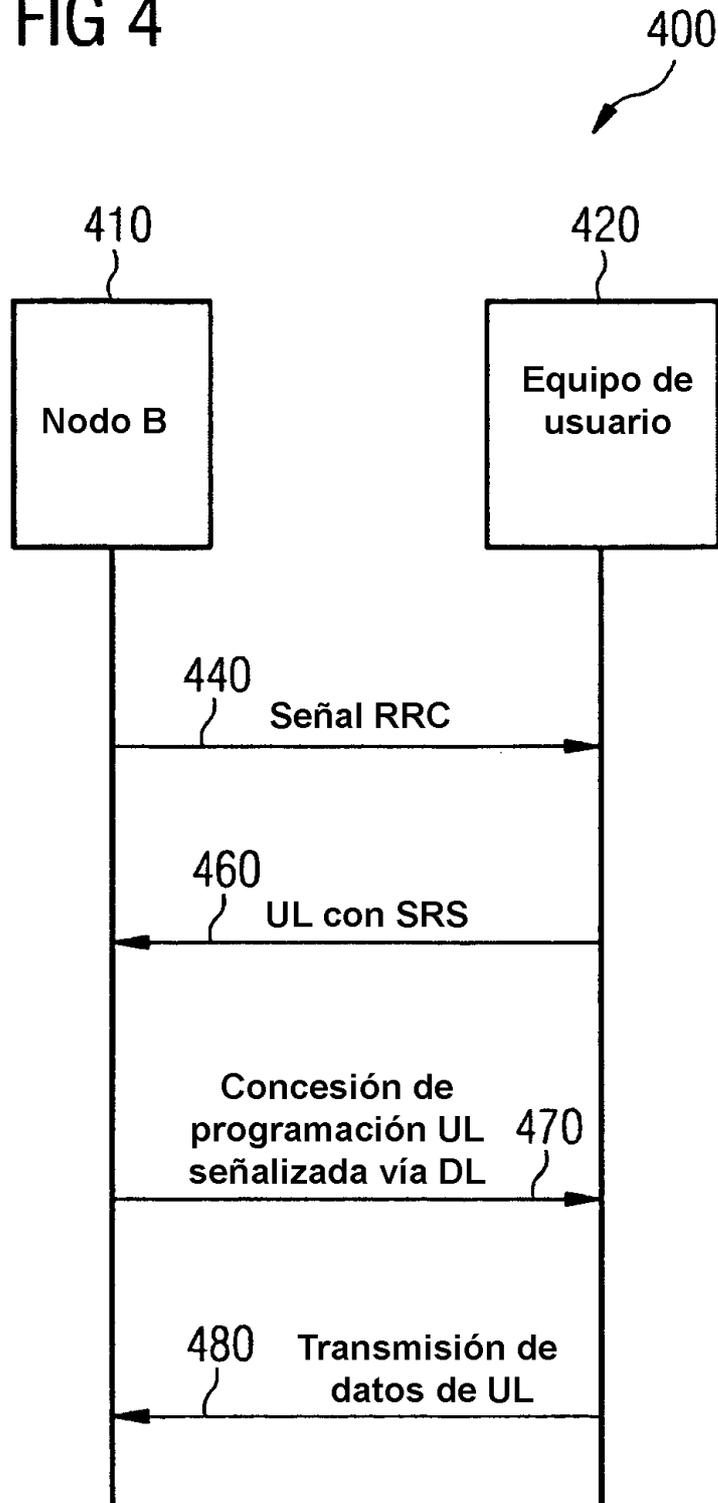


FIG 5

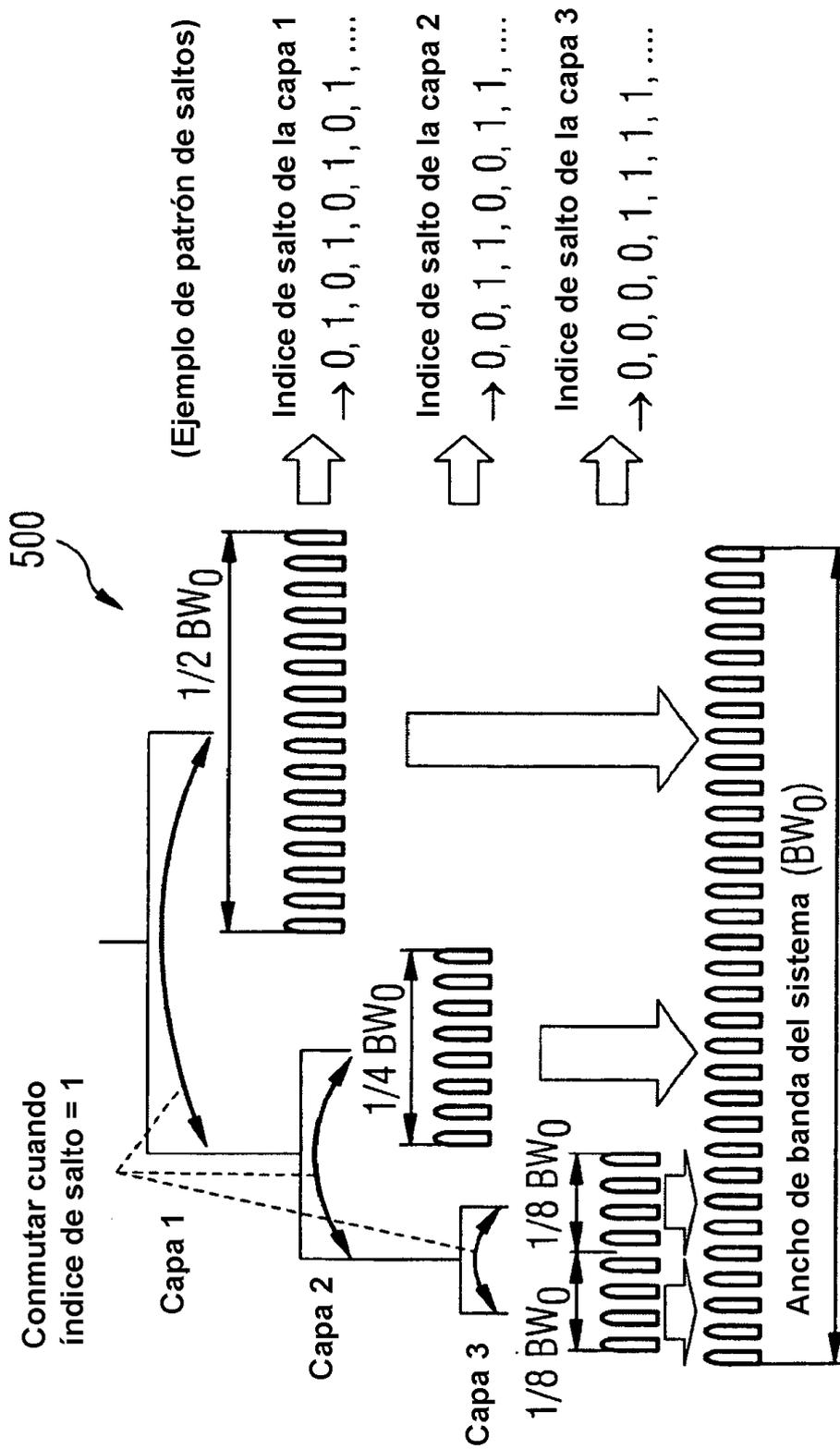


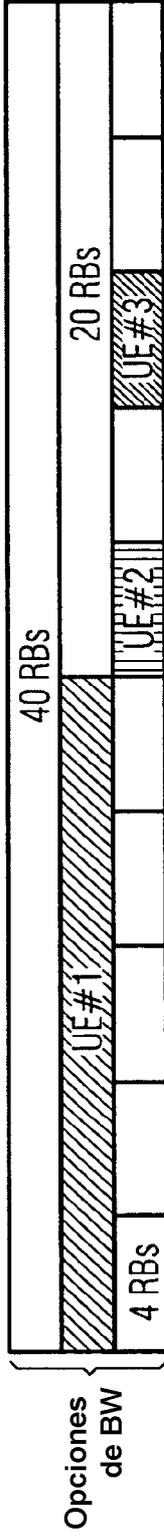
FIG 6

600

Ancho de banda de 10MHz

Indice de RB

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50



Opciones de BW

Capa de árbol I	B <sub>I</sub>	N <sub>I</sub>	UE#1	UE#2	UE#3
0	12x40	1	0	0	0
1	12x20	2	0	1	1
2	12x4	5	-	0	2

FIG 7A

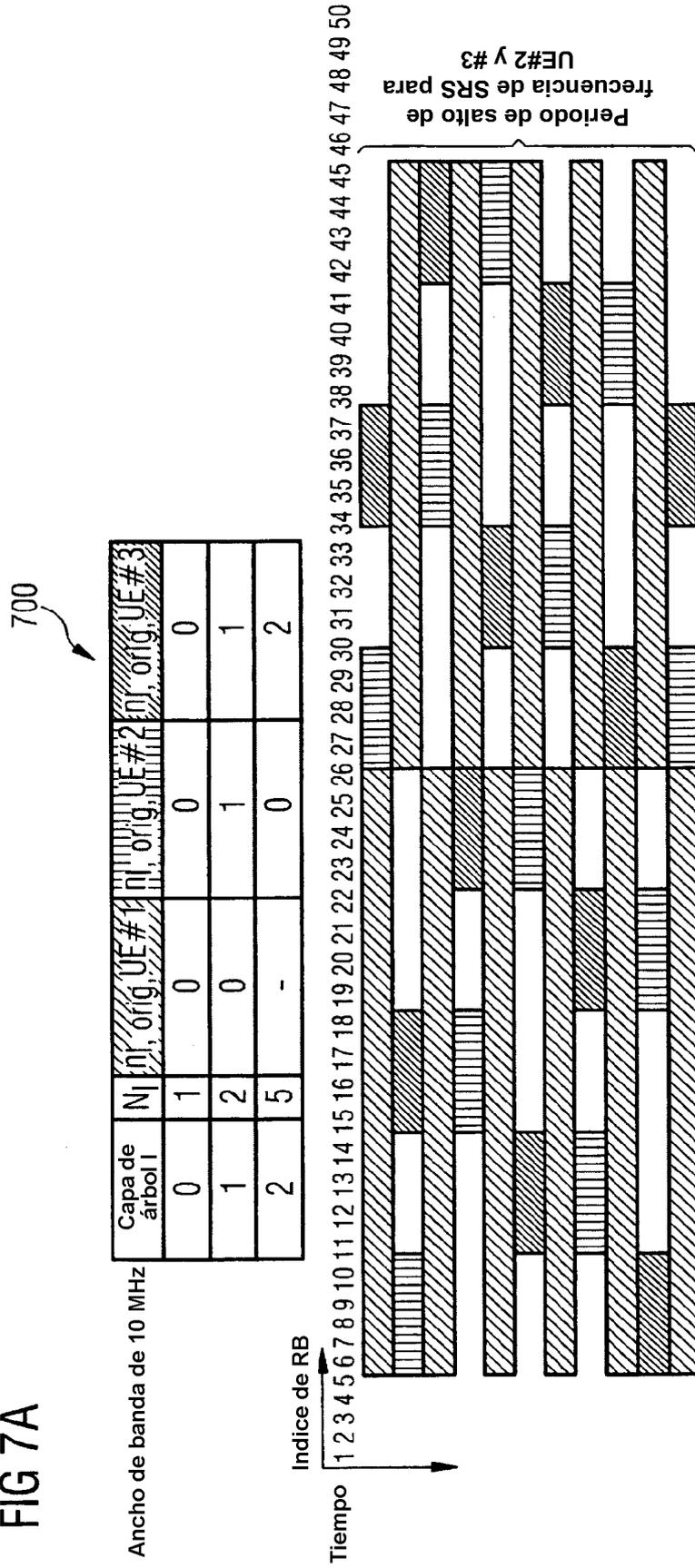


FIG 7B

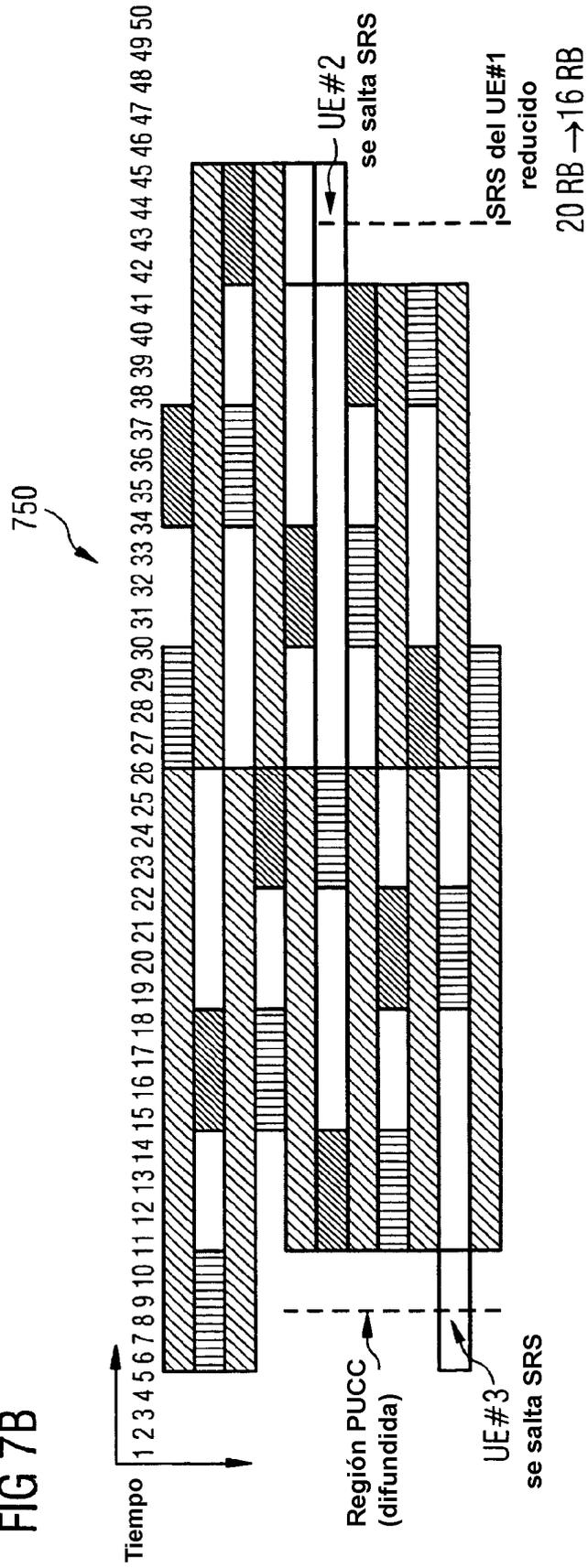


FIG 8

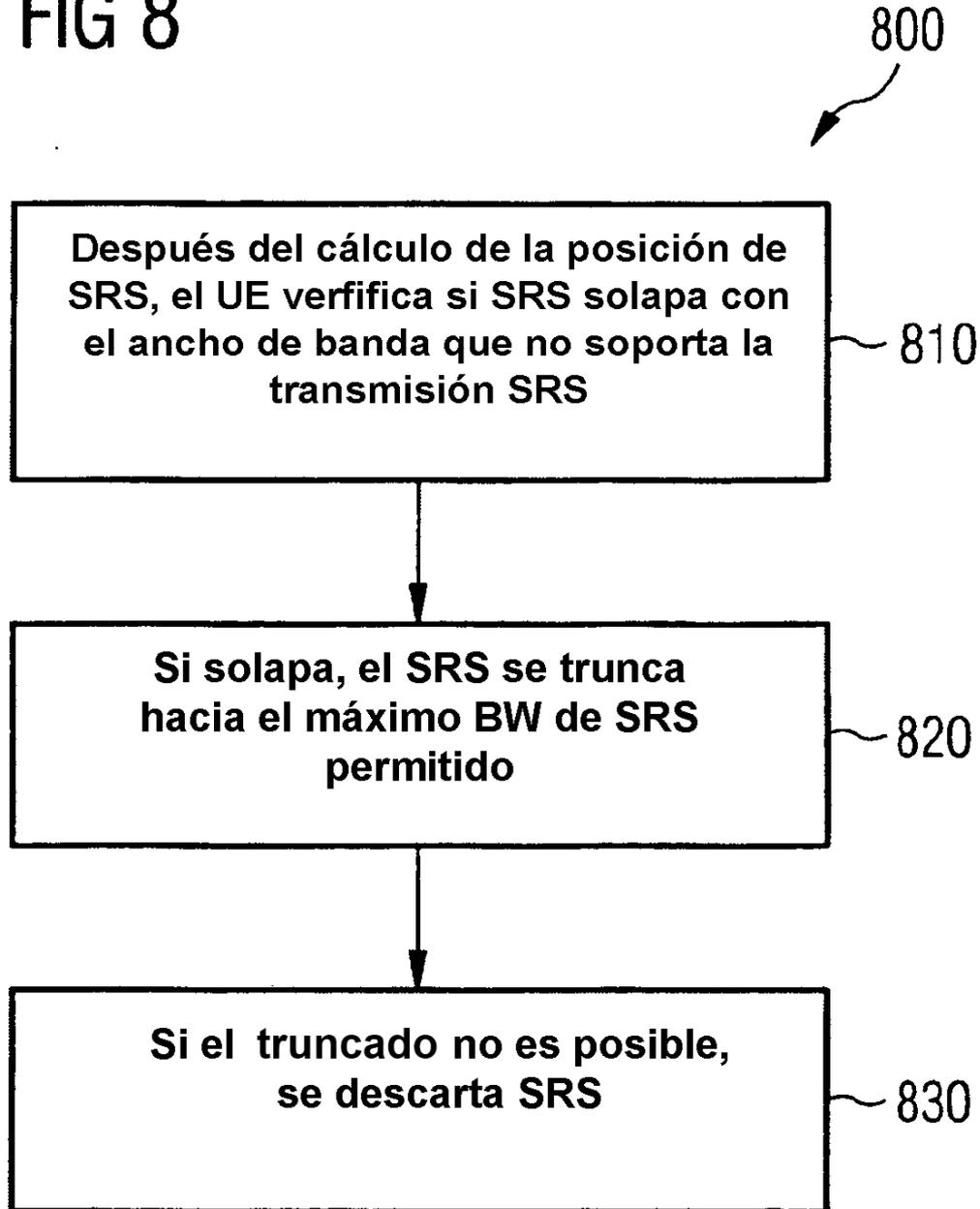


FIG 9

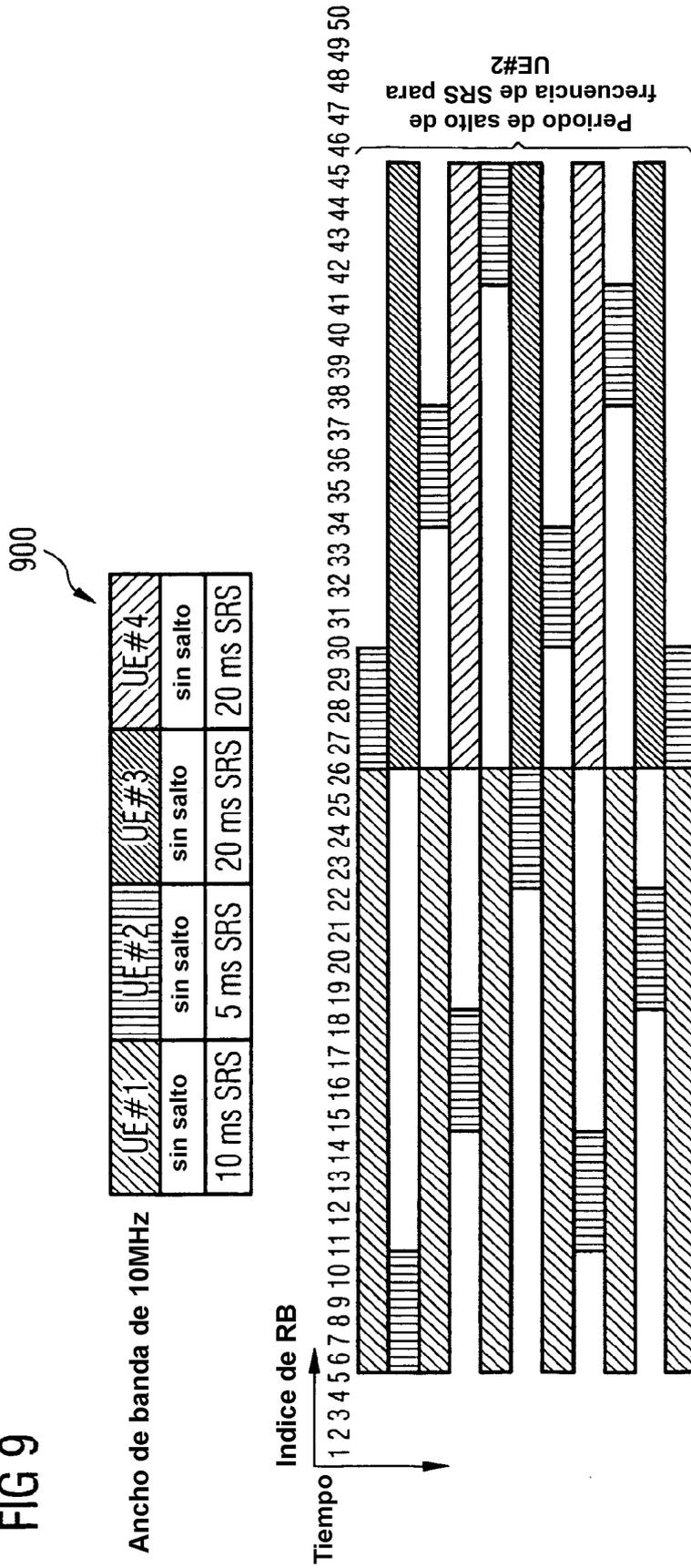


FIG 10

