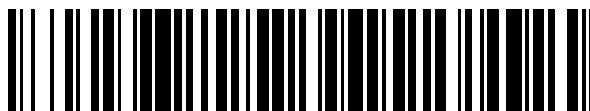


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 500**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 74/08 (2009.01)

H04W 72/02 (2009.01)

H04W 74/00 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2014** **E 18155538 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 3337271**

54 Título: **Formato de preámbulo de PRACH mejorado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SAHLIN, HENRIK;
ANDERSSON, HÅKAN;
FURUSKOG, JOHAN;
NAUCLÉR, PETER;
BALDEMAIR, ROBERT y
PARKVALL, STEFAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 748 500 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

Formato de preámbulo de PRACH mejorado

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un terminal de usuario en un sistema de comunicación inalámbrico, donde el terminal de usuario comprende una unidad de receptor, una unidad de transmisor configurado para transmitir datos en sub-tramas de transmisión que ocurren a intervalos de sub-tramas definidas, y una unidad de control configurada para controlar el circuito de receptor y el circuito de transmisor. La unidad de control está también configurada para crear un preámbulo de PRACH (canal físico de acceso aleatorio) como una transmisión de canal ascendente a un nodo que está dispuesto para recibir comunicación desde el terminal de usuario en dichas sub-tramas. Esta comunicación comprende símbolos basados en OFDM (Multiplexación de división de frecuencia ortogonal).

La presente invención también se refiere a un método para crear un preámbulo de PRACH (canal físico de acceso aleatorio) que se utiliza en una transmisión de enlace ascendente desde un terminal de usuario a un nodo en un sistema de comunicación inalámbrico. La comunicación utiliza símbolos basados en OFDM (Multiplexación de división de frecuencia ortogonal), transmitidos y recibidos en sub-tramas que ocurren a intervalos de sub-tramas definidas.

20 Antecedentes

En un típico sistema de radio celular, terminales inalámbricos o de radio de extremo de usuario, también conocidos como terminales de usuario, estaciones móviles y/o unidades de equipamiento de usuario (UE), están dispuestos para comunicarse mediante una red de acceso de radio (RAN) a una o más redes centrales. La red de acceso de radio (RAN) cubre un área geográfica que está dividida en áreas de célula, cada área de célula está servida por una estación base, por ejemplo, una estación de radio base (RBS), que en algunas redes puede también llamarse, por ejemplo, un "NodoB" o un "eNodoB". En lo que sigue, se van a utilizar los términos UR y eNodoB. Una célula es un área geográfica donde se proporciona cobertura de radio por el equipamiento de la estación base de radio en un lugar de estación base.

El Sistema Universal de Telecomunicaciones Móvil (UMTS) es un sistema de comunicación móvil de tercera generación, que evolucionó des Sistema Global para Comunicaciones de Móvil (GSM). UTRAN es una red de acceso de radio que utiliza una banda ancha de acceso múltiple de división de código (W-CDMA) para comunicaciones entre los UE y las estaciones base, referidas en los estándares UTRAN como NodosB.

En un foro conocido como el Proyecto de Colaboración de 3ª Generación (3GPP), los proveedores de telecomunicaciones proponen y están de acuerdo sobre estándares para redes de tercera generación general y específicamente UTRAN, e investigan técnicas para mejorar ratios de datos inalámbricos y capacidad de radio. El 3GPP ha emprendido en evolucionar más que las tecnologías de red de acceso de radio de UTRAN y basadas en GSM. Varios lanzamientos para la Red de Acceso de Radio Terrestre Evolucionado Universal (E-UTRAN) comprende la Evolución a Largo Plazo (LTE) y Evolución de Sistema de Arquitectura (SAE).

La transmisión y recepción desde un nodo, por ejemplo, un terminal de radio como un UE en un sistema de móviles tal como LTE, puede estar multiplexado en el dominio de frecuencia o en el dominio de tiempo, o combinaciones de estos. En sistemas de División de Frecuencia Doble (FDD), las transmisiones de enlace ascendente y descendente toman lugar en ranuras de tiempo diferentes, no solapadas. Por ello, el TDD puede operar en un espectro de frecuencia desparejado, mientras que el FDD requiere un espectro de frecuencia emparejado. Aquí, solo está disponible un espectro de intervalos en un espectro desparejado de tal manera que este único intervalo de espectro se utiliza para ambos enlaces ascendente y descendente. Esto en contraste a un espectro de frecuencia emparejado, en el que diferentes intervalos de espectro están disponibles para enlaces descendente y ascendente respectivamente.

Típicamente, una señal transmitida en un sistema de comunicación está organizado en alguna forma de estructura de trama. Por ejemplo, el LTE utiliza diez sub-tramas de igual tamaño de 0 a 9 de longitud 1 milisegundo por trama de radio.

En LTE, el enlace descendente esta basado en Multiplexación de División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) mientras que el enlace ascendente está basado en una expansión Transformada de Fourier Discreto (DFT-expansión) OFDM, también conocida como un acceso múltiple de división de frecuencia de una sola portadora (SC-FDMA). La transmisión del intervalo de tiempo (TTI) es igual a una sub-trama de 1 milisegundo, que están hechos de 14 símbolos OFDM en enlace descendente y 14 símbolos SC-FDMA en enlace ascendente, dado un prefijo cíclico de longitud normal. Un prefijo cíclico está unido a cada uno de los 14 símbolos OFDM.

Porciones de los símbolos OFDM y SC-FDMA transmitidos se utilizan para llevar datos de usuario en canales físicos referidos como el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). Los símbolos OFDM y SC-FDMA recibidos están procesador utilizando FFT:S (Transformaciones de Fourier Rápidas) donde se calcula un FFT para cada símbolo OFDM y SC-FDMA. Por ejemplo,

estos FFTs tienen un tamaño de 2048 muestras.

Un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) se utiliza para el acceso inicial para un UE y estimación compensada de tiempo. Tras la recepción en el eNodeB, el Prach debe de este modo ser detectado con una alta precisión, y se debe hacer una estimación compensada de tiempo preciso. Se utiliza una compensación de tiempo para compensar el tiempo que tarda para una señal en viajar hasta un UE y de vuelta al eNodeB, de tal manera que el eNodeB deba detectar correctamente la información recibida desde el UE mediante el PUSCH.

El PRACH puede consistir en uno o dos preámbulos, cada uno teniendo una cierta longitud en muestras, por ejemplo, 24.576 muestras. Los preámbulos tienen un prefijo cíclico, que por ejemplo puede tener una longitud entre 3.168 y 21.024 muestras para diferentes formatos.

Se han propuesto muchos métodos para cómo detectar los preámbulos PRACH. En una aproximación de frecuencia íntegra, la señal recibida se detecta en una ventana receptora PRACH y procesada con un FFT PRACH que corresponde a una longitud del preámbulo. Por consiguiente, un FFT PRACH de longitud 24.576 es requerida por lo tanto para cada antena recibida. La longitud del preámbulo, que es considerablemente más larga que los símbolos SC-OFDM utilizados en enlace ascendente, se utiliza con el fin de producir suficiente energía de salida. Esto de vuelta mejora la cobertura PRACH en la célula. Un ejemplo de la técnica anterior se divulga en la solicitud de patente documento número WO 20077149290 A2, INTERDIGITAL TECH CORP., 27 de diciembre de 2007.

Con las emergentes tecnologías 5G con frecuencias de portadora mucho más altas, se requiere un número incrementado de elementos de antena para obtener una cobertura suficiente. Un FFT se calcula entonces para cada antena o subconjunto de antenas, de tal manera que diferentes usuarios y canales en diferentes sub-bandas de la señal recibida pueden extraerse antes de procesamiento adicional de señal.

En un sistema TDD (Doble División de Tiempo), la misma banda de frecuencia se utiliza ambos para enlace descendente y enlace ascendente. Ambos el UE y el eNodeB deben entonces cambiar entre transmitir y recibir, asumiendo que la operación doble íntegra no es posible.

Con un gran número de antenas receptoras, la cantidad de FFT procesando en el receptor es también grande. Con señal de antena dedicada procesando solo utilizada para PRACH, se debe incluir mucho equipo físico informático especial para PRACH. Este equipo físico informático extra viene a un coste de material y esfuerzo de diseño, así como un consumo de energía incrementado. También corriendo un procesamiento de señal de antena específica de PRACH que consume energía y requiere capacidad de enfriamiento.

Por lo tanto, existe una necesidad para reducir la cantidad de procesamiento de FFT en el eNodeB receptor.

Sumario

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un terminal de usuario que permita que se reduzca la cantidad de procesamiento FFT en el eNodeB receptor.

Dicho objetivo se obtiene por medio de un terminal de usuario en un sistema de comunicación inalámbrico, donde el terminal de usuario comprende una unidad de receptor, una unidad transmisora configurada para transmitir datos en sub-tramas de transmisión que ocurren a intervalos definidos de sub-tramas, y una unidad de control configurada para controlar el circuito de receptor y el circuito de transmisor. La unidad de control está también configurada para crear un preámbulo de PRACH (canal físico de acceso aleatorio) como una transmisión de enlace ascendente a un nodo que esta dispuesto para recibir comunicación desde el terminal de usuario en dichas sub-tramas. Esta comunicación comprende símbolos basados en OFDM (Multiplexación de División de Frecuencia Ortogonal). La unidad de control está además configurada para crear cada preámbulo de PRACH de manera que comprende una secuencia de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorias idénticas, donde cada secuencia de acceso aleatorio tiene la misma longitud en tiempo que uno de los símbolos basados en OFDM.

Según un ejemplo, el terminal de usuario está dispuesto para transmitir uno o dos preámbulos de PRACH elegidos de un conjunto de posibles preámbulos de PRACH, en una sub-trama, teniendo los dos posibles preámbulos de PRACH secuencias de acceso aleatorio mutuamente diferentes.

Según otro ejemplo, el terminal de usuario esta dispuesto para transmitir un preámbulo de PRACH elegido en uno dos o más posibles bandas de frecuencia diferentes.

Según otro ejemplo, el preámbulo de PRACH se acorta de manera que empieza más tarde en la sub-trama correspondiente por medio de un tiempo de guardia inicial.

Según otro ejemplo, cada preámbulo de PRACH comprende una pluralidad de secuencias de acceso aleatorias que están precedidas por un prefijo cíclico.

Según otro ejemplo, cada preámbulo de PRACH comprende una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio resultando por una parte final que es parte de una de las secuencias de acceso aleatorio. La parte final se inserta en el extremo de dicho preámbulo de PRACH de manera que dicho preámbulo de PRACH cubre toda la longitud de una ventana FFT.

5 Otros ejemplos se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

Se proporcionan un número de ventajas por medio de la presente invención. Por ejemplo:

10 No se necesita un PRACH FFT especial en el nodo receptor.

Eficiencia de espectro, puesto que no se necesita guardia de frecuencia.

15 No se necesita guardia de frecuencia porque se utiliza el mismo espaciado de sub-portadora para PRACH que para otros canales.

En TDD no se necesita una sub-trama de enlace descendente especial (truncada) anterior a una sub-trama de PRACH.

Breve descripción de los dibujos

20 La presente invención será descrita ahora en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 esquemáticamente muestra un nodo, eNodoB, y terminales de usuario, UE, en una red de comunicación inalámbrica;

25 La figura 2 muestra un diagrama de flujo de los pasos de instalación inicial tomados en un UE;

La figura 3 muestra un diagrama de flujo de los pasos de instalación inicial tomados en un eNodoB;

30 La figura 4 muestra dos sub-tramas de comunicación en enlace ascendente y descendente, donde se muestran dos preámbulos de PRACH para ilustrar el tiempo de guardia;

La figura 5 muestra una trama de radio con sub-tramas fijas;

35 La figura 6 muestra un formato de PRACH según la presente invención;

La figura 7 muestra un par de sub-tramas en el eNodoB;

La figura 8 corresponde a la figura 6, donde se añade un tiempo de guardia inicial;

40 La figura 9 muestra una sub-trama que está dividida en dos partes, con diferentes posibles preámbulos de PRACH en cada parte;

La figura 10 corresponde a la figura 9, donde se añade un tiempo de guardia inicial, y

45 La figura 11 muestra diferentes posibles preámbulos de PRACH en diferentes frecuencias.

Descripción detallada

50 El desarrollo de la tecnología de acceso 5G e interfaz de aire es todavía muy prematura, pero ha habido algunas publicaciones tempranas de candidatos de tecnología potenciales. Un candidato en una interfaz de aire 5G es escalar el LTE actual, que está limitado a un ancho de banda de 20 MHz, N veces en ancho de banda con 1/N veces menos duración de tiempo, aquí abreviado como LTE-Nx. Un valor típico puede ser N=5 de manera que la portadora se escala desde un ancho de banda de 20 MHz a 100 MHz y la sub-trama se escala desde 1 milisegundo a 0,2 milisegundos.

55 La ratio de muestra entonces también se escalaría con el mismo factor, es decir, desde 30,72 MHz a 153,6 MHz, mientras se mantiene el mismo tamaño de todas las operaciones FFT. Una trama de radio de 10 ms puede estar aquí también dividida en cincuenta sub-tramas, cada una de 0,2 ms de longitud, que es el caso para los ejemplos en el resto de la descripción.

60 La frecuencia de muestra también se escalaría N veces desde 30,72 MHz a 153,6 MHz. Con este acercamiento, muchas funciones en LTE pueden mantenerse las mismas, que también simplificaría la estandarización del esfuerzo y permitan para una reutilización de componentes de tecnología. La longitud de una sub-trama puede entonces reducirse significativamente. Esto reducirá retrasos de datos de usuario, que se discutirá posteriormente. Además, ambos enlaces descendente y ascendente pueden entonces estar basados en OFDM.

65 Con referencia a la figura 1, hay una red de comunicación móvil 1 que comprende un nodo 2 en una célula 3 que

constituye un área de célula geográfica. Aquí, el nodo 2 está en la forma de una estación base 2, a la que se refiere como eNodeB en el contexto una red de acceso de radio LTE (evolución a largo plazo), formalmente conocida como la Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada (E-UTRAN). La red de comunicación móvil está dispuesta para proporcionar servicios de comunicación inalámbricos a terminales de usuario, que son referidos como "equipamiento de usuario" o "UE" en terminología 3GPP (Proyecto de colaboración de 3ª generación). Los términos eNodeB y UE se utilizarán en lo siguiente, aquí un primer UE 4a está cerca del eNodeB 2, y un segundo UE 4b está lejos del eNodeB 2, pero ambos UE 4a, 4b están dentro de la célula 3.

Cada UE 4a, 4b comprende una unidad de receptor correspondiente 5a, 5b, unidad de transmisión 6a, 6b configurada para transmitir datos en sub-tramas de transmisión que ocurren a intervalos definidos de sub-tramas y que tienen un número predeterminado de intervalos de símbolos, y una unidad de control 7a, 7b configurada para controlar dicho circuito de receptor 5a, 5b y dicho circuito de transmisor 6a, 6b.

Correspondientemente, el eNodeB 2 comprende una unidad de receptor 8, una unidad transmisora 9, y una unidad de control 10. El eNodeB 2 también comprende una disposición de antena 11 que puede comprender una o más matrices de antenas.

Los UE, 4a, 4b reciben señales desde el eNodeB 2 en uno o más canales de enlaces descendentes (DL) 12a, 12b, y transmiten señales al eNodeB 2 en uno o más canales de enlaces ascendentes (UL) 13a, 13b. En un sistema TDD (División de Tiempo Doble), se utiliza la misma banda de frecuencia para ambos enlaces descendente y ascendente. Ambos UE 4a, 4b y el eNodeB puede entonces cambiar entre transmitir y recibir, asumiendo que la operación doble entera no es posible.

Con referencia a la figura 2 y figura 3, mostrar pasos correspondientes en el primer UE 4a y el eNodeB 2, en la instalación inicial, el UE 4a comienza por recibir y sincronizar 14a a unas señales de sincronización de enlace descendente transmitidas 15a por el eNodeB 2. Como un ejemplo, en LTE, el primer UE 4a tendrá sincronización de sub-trama, sincronización de símbolo OFDM, y conocerá el grupo de identidad de la célula (ID de célula). Entonces el primer UE 4a detecta SSS (Señal de Sincronización Secundaria), después de lo cual el primer UE 4a está sincronizado con la trama y conoce el ID de la célula.

Por ejemplo, se pueden transmitir PSS y SSS en la sub-trama 0 y 25 en un sistema TDD dinámico.

El primer UE 4a entonces recibe y detecta 14b un sistema información llevada por una señal emitida transmitida 15b por el eNodeB 1, en LTE, esta información emitida se lleva a cabo por PBCH (canal físico de emisión). Basado en información emitida o preconfigurada en el primer UE 4a según una especificación, se construye una señal preámbulo de PRACH (canal físico de acceso aleatorio) en el primer UE 4a. el primer UE 4a entonces transmite el preámbulo de PRACH, que se recibe 15c por el eNodeB 2.

La información emitida puede relacionarse a la asignación del tiempo y la frecuencia de PRACH, de manera que el primer UE 4a sabe cuando y donde está permitido transmitir preámbulos de PACH, de manera que los preámbulos de PRACH se reciben por el eNodeB.

Con referencia también a la figura 7, un número de sub-tramas 16, 17, 18, 19 en el eNodeB 2 se muestran a lo largo de frecuencia y tiempo. Una trama de radio de 10 ms en este ejemplo LTE Nx dividida en cincuenta sub-tramas, cada una de longitud 0,2 ms, donde cada sub-trama comprende catorce intervalos para símbolos 20 OFDM o SC-FDMA (acceso múltiple de división de frecuencia de una sola portadora) (sólo esquemáticamente indicado en la figura 7) en enlace ascendente, dado un prefijo cíclico de longitud normal. Las porciones de los símbolos OFDM o SCFDMA transmitidos en estos intervalos de símbolos se utilizan para llevar datos de usuario en el canal físico compartido de enlace ascendente 42 (PUSCH). El enlace ascendente comprende señales de referencia sonoras (SRS) 21, una señal de referencia que por ejemplo puede transmitirse cada segunda trama de tiempo, y señales piloto de referencia 22 que ocurren regularmente. Un canal físico de control de enlace ascendente 43 (PUCCH) salta desde una frecuencia a otra entre una primera mitad de una sub-trama 16 y una segunda mitad de la sub-trama 16, también conocida una media sub-trama como ranura.

Todos los símbolos OFDM o SC-FDMA transmitidos en enlace ascendente, es decir, PUSCH 42, señales piloto de referencia 22, PUCCH 43 y SRS se reciben en un conjunto de catorce ventanas FFT 23. Cada dicha ventana FFT 23a, 23b, 23c, 23d (sólo un par indicadas en la figura 7) se procesa en un FFT 24 de tamaño 2048.

En cada ventana FFT 23a, 23b, 23c, 23d, los símbolos recibidos OFDM o SC-FDMA están procesador con un OFDM FFT 24, que, por ejemplo, es del tamaño de 1048 muestras. Los símbolos SC-FDMA son referidos a menudo como DFT de expansión OFDM. Un símbolo SC-FDMA puede entonces ser referido como un símbolo basado en OFDM.

El tiempo de las transmisiones de UE se controla por el eNodeB 2, de manera que las porciones portadoras de datos de sub-tramas de enlace ascendente consecutivas procedentes de múltiples UE no se superponen entre ellas y caen dentro de las ventanas FFT 23.

Los retrasos de propagación pueden diferir entre los UE 4a, 4b debido a su distancia respectiva desde el eNodoB 2. Esto se ilustra en la figura 4, donde se muestra como las diferencias de tiempo entre los preámbulos de PRACH recibidos de diferentes UE 4a, 4b resultan en diferentes tiempos descentrados cuando transmiten. En la figura 4, el eNodoB DL se muestra sobre una primera línea discontinua 25a, UE DL y UL se muestran debajo de la primera línea discontinua 25a y sobre una segunda línea discontinua 25b. debajo de la segunda línea discontinua 25b, se muestra el eNodoB UL.

Tras la recepción en el eNodoB 2, el preámbulo de PRACH debe detectarse con gran precisión y se deben hacer estimaciones descentradas de tiempo preciso de manera que las transmisiones de UE de porciones portadoras de datos de sub-tramas de enlace ascendente consecutivas procedentes de múltiples UE no se superponen entre ellas y caen dentro de las ventanas FFT 23.

En la figura 4, un mensaje DL 26 en la forma de un PDSCH (canal físico compartido de enlace descendente) se envía desde el eNodoB 2, y se recibe por el primer UE 4a y el segundo UE 4b en UE DL en una primera sub-trama 44. El primer UE 4a manda un primer preámbulo de PRACH 27a y el segundo UE 4b manda un segundo preámbulo de PRACH 27b en respuesta al mensaje DL recibido 26 en una segunda sub-trama 45. Los preámbulos de PRACH 27a, 27b pueden ser transmitidos por muchas otras razones, por ejemplo, cuando los UE 4a, 4b no reaccionan a una transmisión DL, pero por el contrario requiere recursos de UL iniciales para transmitir en el UL. Ejemplos de otras ocasiones para transmitir un preámbulo de PRACH son traspaso y resincronización. El primer preámbulo de PRACH 27a tiene una llegada temprana, es decir, el primer UE está muy cerca del eNodoB 2.

En la figura 4, el primer preámbulo de PRACH 27a empieza más tarde que el comienzo de la sub-trama 45 por un cierto tiempo 28b llamado "tiempo de cambio de enlace descendente a enlace ascendente de UE" que está preconfigurado. El tiempo entre el fin del primer preámbulo de PRACH 27a y el segundo preámbulo de PRACH 27b al final de la segunda sub-trama 45 se llama "tiempo de guardia" 28. Este "tiempo de guardia" se utiliza de manera que ningún preámbulo de PRACH enviado dentro de la célula en cuestión llegará en el eNodoB fuera de la sub-trama 45.

Todos los preámbulos de PRACH en una célula 2 tienen la misma longitud, cuya longitud está establecida de manera que un preámbulo de PRACH que se envía desde el segundo UE 4b, que está más lejos del eNodoB 2, aún se recibe y detecta en el eNodoB dentro de una y la misma sub-trama, que se muestra para el segundo preámbulo de PRACH 27b.

Como se muestra en la figura 5, que muestra una trama de radio 32 de 10 ms, un sistema TDD dinámico está aquí configurado con un par de sub-tramas 30, 31 que son fijas para enlace descendente, es decir, pueden utilizarse para enlace ascendente. Estas sub-tramas 30, 31 pueden necesitarse para transmitir señales de sincronización y mensajes de control de emisión utilizados para sincronización de enlace descendente inicial, sincronización de enlace descendente continua, e instalación de llamada. Un sistema TDD dinámico también puede estar configurado con sub-tramas de enlace ascendente fijas 29. Dichas sub-tramas pueden, por ejemplo, utilizarse para PRACH para soportar acceso inicial y sincronización de enlace ascendente. En este ejemplo, el UE puede transmitir preámbulos de PRACH en la sub-trama número cinco 29, que en este sistema TDD es una asignación fija para transmisiones de enlace ascendente. De la misma manera, las sub-tramas número cero 30 y veinticinco 31 son en este sistema TDD asignaciones fijas para transmisiones de enlace descendente.

Según la presente invención, en referencia a la figura 6 que muestra una sub-trama 36 en un UE con un PUSCH 42, para cada UE, el preámbulo de PRACH creado 27 está diseñado de manera que comprende una secuencia de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorias idénticas $s(n)$ 33 (sólo un par indicadas en la figura 6), donde cada secuencia de acceso aleatorio $s(n)$ tiene la misma longitud en tiempo que como cada símbolo OFDM 20a, 20b, 20c (sólo un par indicados en la figura 6), que se utiliza para todos los otros canales físicos, tal como datos de usuario y control, y señales de referencia.

Un número de ventanas FFT 23a, 23b, 23c, 23d (solo un par indicados en la figura 6) se utilizan para recoger señales recibidas para utilizarse en el procesamiento FFT. Las mismas ventanas FFT 23a, 23b, 23c, 23d puede utilizarse para PRACH y todos los otros canales físicos, tales como datos de usuario y control, y señales de referencia.

La secuencia de preámbulo se crea repitiendo la secuencia de acceso aleatorio $s(n)$ un número de veces tal que el preámbulo de PRACH construido 27 es al menos tan largo como el periodo de tiempo del número deseado de ventanas FFT 23 más tiempo máximo de viaje de ida y vuelta.

Con referencia renovada a la figura 7, en la segunda sub-trama 17 se muestran un primer preámbulo de PRACH 27a y un segundo preámbulo de PRACH 27b, donde el primer preámbulo de PRACH 27a tiene una llegada temprana y el segundo preámbulo de PRACH 27b tiene una llegada tardía, y donde hay un tiempo de guardia 28 de la misma manera como se discute previamente con referencia a la figura 4.

Hay una pluralidad de símbolos OFDM 20 dentro de la segunda sub-trama 17, cada uno de ellos procesados separadamente con el mismo tamaño FFT 24. Utilizando un número de estos FFTs 24, por ejemplo, doce de ellos como se ilustra por las ventanas FFT 23 en la figura 6, o catorce como se ilustra por las ventanas FFT 23 en la figura

7, es posible detectar el preámbulo de PRACH 27a, 27b a pesar del hecho que el preámbulo de PRACH 27a, 27b ocurre sobre la mayoría de la segunda sub-trama 17. Por consiguiente, el FFT 24 entallado a los símbolos OFDM 20 se reutiliza para el preámbulo de PRACH 27a, 27b.

- 5 La secuencia de preámbulo $s(n)$ depende de la asignación de frecuencia de PRACH, de manera que el número de sub-portadoras asignadas para PRACH es igual al número máximo de símbolos en la secuencia. Por ejemplo, con nomenclatura LTE, se asignan seis bloques de recursos para PRACH, que corresponden a 72 sub-portadoras.

- 10 Una secuencia corta puede, por ejemplo, construirse utilizando secuencias Zadoff-Chu. La secuencia Zadoff Chu de raíz u ésima se define como

$$x_u(n) = e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{ZC}}} , \quad 0 \leq n \leq N_{ZC} - 1 , \quad (1)$$

- 15 donde la longitud N_{ZC} de la secuencia Zadoff-Chu es un número primo. Para una asignación de PRACH de 72 sub-portadoras, la longitud de la secuencia puede, por ejemplo, establecerse a 71. Una señal de acceso aleatorio corto de tiempo continuo $s(t)$ se define por

$$s_{short}(t) = \beta_{PRACH} \sum_{k=0}^{N_{ZC}-1} \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} x_u(n) \cdot e^{-j \frac{2\pi n k}{N_{ZC}}} \cdot e^{j 2\pi (k+k_0) \Delta f t} , \quad (2)$$

- 20 donde $0 \leq t < T_{short}$, β_{PRACH} es un factor de escalado de amplitud con el fin de conformar a la energía de transmisión de PRACH, $k_0 = n_{PRB}^{RA} N_{sc}^{RB} - N_{RB}^{UL} N_{sc}^{RB} / 2$, y Δf es el espaciado de sub-portadora. La localización en el dominio de frecuencia se controla por el parámetro n_{PRB}^{RA} : el tamaño de bloque de recurso en el dominio de frecuencia, expresado como un número de sub-portadoras, se denota por N_{sc}^{RB} , y la configuración del ancho de banda de enlace ascendente, expresado en múltiplos de N_{sc}^{RB} , se denota por N_{RB}^{UL} .

- 25 Una secuencia corta de la misma longitud que el símbolo OFDM se consigue por $T_{short} = 1/\Delta f$. Para LTE versión 8, este espaciado de sub-portadora es igual a $\Delta f = 15$ kHz [véase tabla 6.2.3-1 in 3GPP 36.211] de manera que la longitud de una secuencia corta es igual a $T_{short} = 66,6$ μ s. Con un cambio en espaciado de sub-portadora a, por ejemplo, $\Delta f = 75$ kHz, entonces la longitud del símbolo corto es igual a $T_{short} = 13,3$ μ s.

- 30 El preámbulo para transmitirse se construye por una repetición de la secuencia corta, que puede formularse como

$$s(t) = s_{short}((t - T_{CP}) \bmod(T_{short})), \quad (1)$$

- 35 donde $0 \leq t < T_{SEQ}$, y T_{CP} es la longitud de un posible primer prefijo cíclico 34 de preámbulo de PRACH insertado entre la primera secuencia corta.

- 40 Este primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH contiene un número de las últimas muestras de la secuencia corta $s(n)$. Por la repetición de la secuencia corta $s(n)$ en el preámbulo de PRACH, cada secuencia corta actuará como un prefijo cíclico para la próxima secuencia corta. Por esta construcción, el primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH puede excluirse. La única función de este primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH es un cambio de tiempo del preámbulo de PRACH transmitido. Para células pequeñas, dicho tiempo puede utilizarse para definir diferentes preámbulos, de manera que diferentes UE puede seleccionar diferentes cambios de tiempo del mismo preámbulo de PRACH. Cada cambio de tiempo se especifica como un valor específico de la longitud T_{CP} del primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH.

La longitud del preámbulo y de este modo también el número de repeticiones de la secuencia corta se controla por T_{SEQ} . Esta longitud del preámbulo se selecciona en base a:

- 50 - la longitud de la ventana de tiempo asignado para PRACH,
- el tamaño de célula requerido, y
- restricciones basadas en tiempo de guardia para cambiar entre transmitir y recibir en caso de un sistema TDD.

- 55 Por esta repetición de la secuencia corta, cada secuencia corta actuara como un prefijo cíclico para la próxima secuencia corta.

Como se muestra en la figura 6, el preámbulo de PRACH 27 comprende una primera secuencia de acceso aleatoria

s(n) que va precedida por un primer prefijo cíclico 34 de preámbulo de PRACH y repetido entonces catorce veces, y sucedido por una parte final 35 que es parte de la primera secuencia de acceso aleatoria s(n). Esta parte final 35 se inserta al final de cada preámbulo de PRACH 27 de manera que el preámbulo de PRACH 27 cubre toda la longitud de la última ventana FFT 23d.

5 Una secuencia de preámbulo de PRACH 27' adecuado para un sistema TDD (División de tiempo doble) se ilustra en la figura 8, que corresponde a la figura 6 y también muestra una sub-trama 37. Aquí, el preámbulo de PRACH 27' se acorta de manera que comienza después comparado al preámbulo de PRACH en la figura 6, por medio de un tiempo de guardia inicial 40. Esta secuencia acortada 27' es beneficiosa cuando la unidad de receptor 8 y unidad transmisora
10 9 en el eNodeB necesita tiempo para cambiar entre transmitir y recibir. Una fracción del tiempo de guardia inicial 40 puede utilizarse para crear el "tiempo de cambio de UE enlace descendente a enlace ascendente" 28b discutido previamente y también puede referirse a ello como tiempo de guardia TDD.

15 Varios UE 4a, 4b pueden transmitir el mismo preámbulo dentro de la misma ventana de frecuencia de tiempo PRACH causando una contención. Con el fin de identificar UE individuales, cada UE puede tener un conjunto igual mutuamente de diferentes preámbulos desde los que aleatoriamente se selecciona el preámbulo a transmitir. Con un gran número de preámbulos en el conjunto, el riesgo de dos UE seleccionando el mismo preámbulo disminuye. En el ejemplo de utilizar secuencias Zadoff-Chu, las diferentes secuencias corresponden a seleccionar la variable u. Para una secuencia Zadoff-Chu de longitud 71, hay en práctica 70 diferentes secuencias, en teoría 71 secuencias, pero excluyendo la
20 secuencia que corresponde a u=0. Las células adyacentes deberían preferiblemente también utilizar conjuntos de secuencias de preámbulos.

25 El número de secuencias disponibles puede aumentar aumentando la asignación de ancho de banda de PRACH. Con una cantidad aumentada de sub-portadoras, la longitud de la secuencia Zadoff-Chu puede aumentar de manera que el número de posibles valores de la variable aumente. Como un ejemplo, con una asignación 12 RB, es decir, 144 sub-portadoras, se pueden generar un total de 139 secuencias Zadoff-Chu.

30 El intervalo de tiempo de PRACH puede dividirse en varios intervalos, con transmisiones de preámbulo de PRACH independientes. Véase ilustración en la figura 9, que corresponde a la figura 6. Aquí, una sub-trama 38 se divide en dos ranuras 38a, 38b con diferentes preámbulos 39a, 39b con diferentes secuencias de preámbulo s1(n), s2(n). El UE 4a, 4b tiene entonces seleccionar aleatoriamente para transmitir en bien la primera ranura 38a o la segunda ranura 38b, que reduce el riesgo de contención. Aquí, las secuencias diferentes s1(n) y s2(n) = s2(n). las secuencias de acceso aleatorias diferentes s1(n) y s2(n) son elegidas aleatoriamente desde un conjunto de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio.

35 Otra posibilidad es transmitir en ambas ranuras 38a, 38b, pero aleatoriamente seleccionar diferentes secuencias en las dos ranuras 38a, 38b. esto también reduce el riesgo de colisión, si hay una colisión en la primera ranura 38a con suerte no hay ninguna en la segunda ranura 38b.

40 Aún un formato alternativo se ilustra en la figura 10, que corresponde a la figura 9, con dos ranuras 38a, 38b con diferentes preámbulos 46a, 46b con diferentes secuencias de preámbulo s1(n), s2(n). Aquí, un tiempo de guardia inicial 41 se incluye además para utilizarse para cambiar de transmitir a recibir en un eNodeB de la misma forma que se describe para la figura 8. En vez de dividir el intervalo de tiempo de PRACH, el número de intervalos puede aumentar utilizando más sub-tramas de enlace ascendente para PRACH para reducir el riesgo de contención.

45 Generalmente, un terminal de usuario se dispone para transmitir uno de dos preámbulos de PRACH 39a, 39b, 46a, 46b elegidos de un conjunto de posibles preámbulos de PRACH, en una sub-trama 38. Los dos posibles preámbulos de PRACH 39a, 39b, 46a, 46b tienen mutuamente diferentes secuencias de acceso aleatorio s1(n), s2(n).

50 Otro método de reducir el riesgo de colisiones es asignar varias asignaciones de ancho de banda de PRACH. La figura 11 muestra un ejemplo de una sub-trama 47 donde se ilustran dos asignaciones de ancho de banda de PRACH paralelas. Aquí, diferentes secuencias s1(n) y s2(n) pueden estar configuradas para un uso posible en los diferentes intervalos de ancho de banda formando dos diferentes posibles preámbulos de PRACH 48, 49 o la misma secuencia pueda utilizarse, es decir s1(n)=s2(n). El UE, puede aleatoriamente seleccionar transmitir en una de las asignaciones
55 de ancho de banda disponibles para disminuir el riesgo de contención. Puede haber más de los anchos de banda de PRACH ilustrados. Un terminal de uso es entonces dispuesto para transmitir un preámbulo PRACH elegido 39a, 39b, 46a, 46 b en una de dos o más posibles diferentes bandas de frecuencia.

60 El ejemplo de la figura 11 puede también estar reconfigurado para incluir un tiempo de guardia inicial como en la figura 10.

65 La presente invención no está limitada a lo anterior, pero puede variar libremente dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, un periodo de guardia debe siempre estar incluido en sistemas TDD, cuando el UE no puede transmitir y recibir simultáneamente. Un periodo de guardia puede crearse omitiendo uno o varios símbolos OFDM en enlace descendente. En sistemas que utilizan codificación de redundancia, el UE receptor puede tratar aquellos símbolos OFDM como símbolos "pinchados", y reconstruyen los datos que normalmente habrían sido

llevados por aquellos símbolos utilizando técnicas de decodificación normales. Alternativamente, el UE receptor puede decodificar los datos en la porción que queda de la sub-trama mientras trabaja alrededor de los intervalos de símbolos que no llevan datos. En cualquier caso, si el periodo de guardia se crea omitiendo uno o varios símbolos OFDM en enlace descendente entonces el eNodeB 2 necesita mandar mensajes de control a todos los UE indicando que están omitidos los últimos símbolos OFDM de una sub-trama.

Mientras se pincha la señal de enlace descendente, todos los UE deben estar atentos a este periodo de guardia, bien por señalización explícita a todos los UE o por detección en los UE. En lugar de pinchar las transmisiones de enlace ascendente, como se detalla aquí, solo el UE que transmita en enlace ascendente tiene que estar atento de este cambio de enlace descendente a enlace ascendente. Un mensaje de control incluido en la concesión de enlace ascendente proporciona una señalización de control extra muy pequeña elevada, y puede recibirse por el UE en una sub-trama distinta a la sub-trama que está pinchada. Las técnicas divulgadas entonces resultan en un sistema robusto sin la necesidad de detección del cambio de enlace descendente a enlace ascendente y con poca carga de señalización.

Un eNodeB 2 como se muestra en la figura 1 puede tener una disposición de antena 11 que utiliza formación de rayo en cada uno o ambos de los enlaces descendente y ascendente, para aumentar la señal para interferencia más ratio de sonido (SINR) para un UE. Esta formación de rayo puede hacerse en una banda base, en cuyo caso un cambio entre diferentes formadores de rayo puede hacerse en una base muestra a muestra. Sin embargo, para otros tipos de técnicas de formación de rayo, tales como formación de rayo analógica realizada con ondas microondas o ajustadores de fase RF, se puede necesitar un guardia para los componentes para aplicar este cambio de formación de rayo. También, se puede utilizar un periodo de guardia para parar la transmisión en enlace ascendente durante una fase de calibración. En estos casos, el eNodeB puede dar instrucciones al UE para que omita uno o varios de los primeros símbolos OFDM (o SC-FDMA) en una sub-trama dada de enlace ascendente, para este propósito.

Aunque las realizaciones anteriores se describan con referencia a partes de una red 3GPP, una realización de la presente invención también será aplicable a redes parecidas, tales como una sucesora de la red 3GPP, que tiene componentes funcionales parecidos. Por lo tanto, en particular, los términos 3GPP y términos asociados o relacionados en la descripción anterior y en los dibujos y cualquier reivindicación acompañantes ahora o en el futuro se deben por lo tanto interpretar.

Las descripciones en esta divulgación de invención están centradas en modo de operación TDD. Sin embargo, la invención también aplica directamente a sistemas FDD (Frecuencia de División Doble) con adaptaciones directas. Para sistemas FDD no aplica el problema relacionado con descripciones de cambiar el tiempo entre transmisión y recepción.

Implementaciones de equipo lógico informático de la presente invención puede incluir o englobar, sin limitación, procesador de señal digital (DSP) equipo lógico informático, un procesador de conjunto de instrucción reducido, equipo lógico informático (por ejemplo, digital o analógico) circuito incluyendo pero no limitado a la aplicación específica de circuitos integrados (ASIC) y/o matrices de puerta programables de campo (FPGAs), y (donde es apropiado) máquinas de estado capaces de realizar dichas funciones.

Los UE 4a, 4b están generalmente constituido por terminales de usuario y pueden por ejemplo comprender teléfonos celulares, asistentes digitales personales, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, ordenadores de mano, tipos de máquinas de comunicación máquina con máquina (MTC/M2M) dispositivos y otros dispositivos con capacidades de comunicación inalámbrica. No debería notarse que el término UE o terminal de usuario no necesariamente implica que el terminal en sí mismo es móvil o movable y no debería entenderse que es intercambiable con el término "dispositivo inalámbrico", y puede referirse a terminales que están instalados en configuraciones fijadas, tales como en ciertas aplicaciones máquina con máquina, tanto como dispositivos portables, dispositivos instalados en vehículos de motor, etc.

Como se menciona previamente, en LTE, el enlace descendente está basado en OFDM, mientras que el enlace ascendente está basado en extensión OFDM DFT, también conocido como SC-FDMA. Generalmente, estos símbolos constituidos por símbolos basados en OFDM.

También para los preámbulos de PRACH 39a, 39b; 46a, 46b que se muestran en la figura 9 y figura 10, hay partes finales 50a, 50b; 51a, 51b de los preámbulos de PRACH 39a, 39b; 46a, 46b que están insertados en los extremos de manera que los correspondientes preámbulos de PRACH 39a, 39b; 46a, 46b cubren toda la longitud de la última ventana FFT 23d.

Los prefijos cíclicos 34'; 34a, 34b; 34a', 34b'; 34a'', 34b'' se utilizan para los ejemplos descritos con referencia a la figura 8, figura 9, figura 10, figura 11. El prefijo cíclico no es necesario en todos los casos y en algunos casos, es posible que se omitan prefijos cíclicos cuando un preámbulo de PRACH comienza al mismo tiempo que una sub-trama.

La presente invención se refiere a unos preámbulos de PRACH, enviados en enlace ascendente; por lo tanto,

generalmente, el nodo 2 está al menos dispuesto para recibir comunicación desde los terminales de usuario 4a, 4b.

5 Todos los detalles específicos proporcionados en la descripción anterior se proporcionan como ejemplos solo con el fin de proporcionar un entendimiento mejor de la presente invención. Por ejemplo, el número de símbolos OFDM, las secuencias de acceso aleatorio de PRACH $s(n)$, las frecuencias de muestra, las longitudes de tramas y sub-tramas de radio pueden variar de manera que se adquiere una funcionalidad adecuada y deseada.

REIVINDICACIONES

1. Un método en un equipamiento de usuario, para crear un canal físico de acceso aleatorio, PRACH, preámbulo, donde el UE se comunica con una estación base utilizando símbolos basados en OFDM caracterizado porque el método comprende:

crear el preámbulo de PRACH (27) de manera que comprende una pluralidad de repeticiones de una secuencia de acceso aleatoria, donde cada repetición de la secuencia de acceso aleatoria tiene la misma longitud en tiempo que un símbolo basado en OFDM.

2. El método según la reivindicación 1, donde la secuencia de acceso aleatorio está construida utilizando una secuencia Zadoff-Chu, donde la secuencia Zadoff Chu de raíz $u^{\text{ésima}}$ está definida por

$$x_u(n) = e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{\text{ZC}}}}, \quad 0 \leq n \leq N_{\text{ZC}} - 1,$$

donde la longitud N_{ZC} de la secuencia Zadoff Chu es un número primo.

3. El método según la reivindicación 2, donde la secuencia de acceso aleatoria en dominio de tiempo, $s(t)$, está definido por

$$s(t) = \beta_{\text{PRACH}} \sum_{k=0}^{N_{\text{ZC}}-1} \sum_{n=0}^{N_{\text{ZC}}-1} x_u(n) \cdot e^{-j \frac{2\pi k n}{N_{\text{ZC}}}} \cdot e^{j 2\pi (k+k_0) \Delta f t},$$

donde $0 \leq t < T_{\text{short}}$, $T_{\text{short}} = 1/\Delta f$, β_{PRACH} es un factor de escalado de amplitud con el fin de conformar a la energía de transmisión de PRACH, $k_0 = n_{\text{PRB}}^{\text{RA}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{RB}}^{\text{UL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / 2$, y Δf es el espaciado de sub-portadora, donde la localización en el

dominio de frecuencia está controlado por el parámetro $n_{\text{PRB}}^{\text{RA}}$; el tamaño de bloque de recursos en el dominio de frecuencia, expresado como un número de sub-portadoras, está denotado por $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$, y la configuración de ancho de banda de enlace ascendente, expresada en múltiplos de $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$, está denotada por $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$.

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el preámbulo de PRACH además comprende un prefijo cíclico (34) que precede la pluralidad de repeticiones de la secuencia de acceso aleatoria.

5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde cada repetición de la secuencia de acceso aleatorio tiene la misma longitud en tiempo que uno de los símbolos basados en OFDM utilizados para comunicación con la estación base mediante PUSCH.

6. Un equipamiento de usuario, UE, configurado para comunicar con una estación base utilizando símbolos basados en OFDM, y donde esta organizado el UE para crear un canal físico de acceso aleatorio, PRACH, preámbulo (27) de manera que comprende una pluralidad de repeticiones de una secuencia de acceso aleatoria, donde cada repetición de la secuencia de acceso aleatoria tiene la misma longitud en tiempo que un símbolo basado en OFDM.

7. El UE según la reivindicación 6, donde la secuencia de acceso aleatoria está construida utilizando una secuencia Zadoff-Chu, y donde la secuencia Zadoff Chu de raíz $u^{\text{ésima}}$ se define por

$$x_u(n) = e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{\text{ZC}}}}, \quad 0 \leq n \leq N_{\text{ZC}} - 1,$$

donde la longitud N_{ZC} de la secuencia Zadoff-Chu es un número primo.

8. El UE según la reivindicación 7, donde la secuencia de acceso aleatorio en dominio de tiempo, $s(t)$, está definida por

$$s(t) = \beta_{\text{PRACH}} \sum_{k=0}^{N_{\text{ZC}}-1} \sum_{n=0}^{N_{\text{ZC}}-1} x_u(n) \cdot e^{-j \frac{2\pi k n}{N_{\text{ZC}}}} \cdot e^{j 2\pi (k+k_0) \Delta f t},$$

donde $0 \leq t < T_{\text{short}}$, $T_{\text{short}} = 1/\Delta f$, β_{PRACH} es un factor de escalado de amplitud con el fin de conformar a la energía de tránsito de PRACH, $k_0 = n_{\text{PRB}}^{\text{RA}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{RB}}^{\text{UL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / 2$, y Δf es el espaciado sub-portadora, donde la localización en el dominio

de frecuencia está controlado por el parámetro $n_{\text{PRB}}^{\text{RA}}$; el tamaño de bloque de recursos en el dominio de frecuencia,

expresado como un número de sub-portadoras, está denotado por N_{sc}^{RB} , y la configuración de ancho de banda de enlace ascendente, expresado en múltiplos de N_{sc}^{RB} , está denotado por N_{RB}^{UL} .

- 5 9. El UE según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, donde el preámbulo de PRACH además comprende un prefijo cíclico (34) que precede la pluralidad de repeticiones de la secuencia de acceso aleatoria.
10. El UE según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, donde cada repetición de la secuencia de acceso aleatoria tiene la misma longitud en tiempo que uno de los símbolos basados en OFDM utilizado para comunicación con la estación base mediante PUSCH.

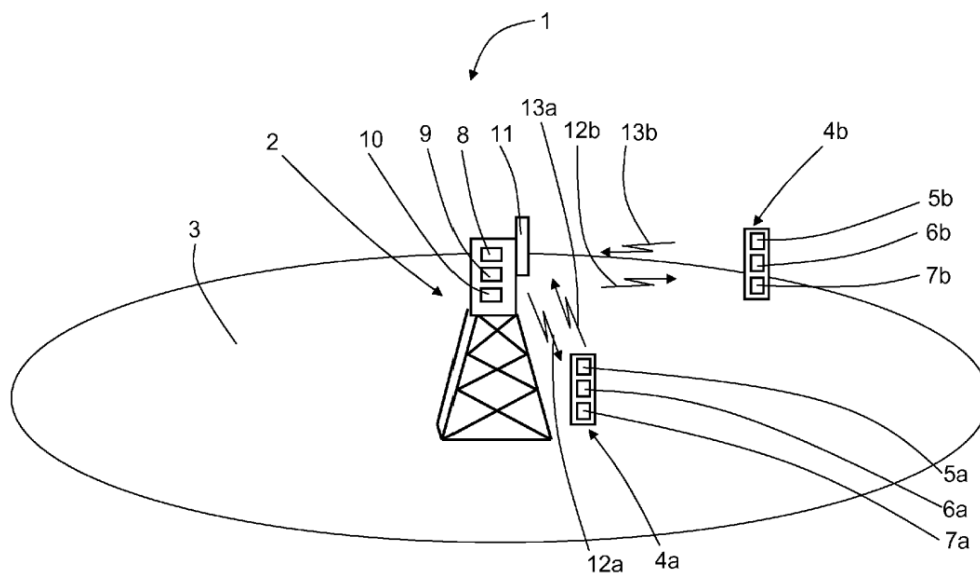


FIG. 1

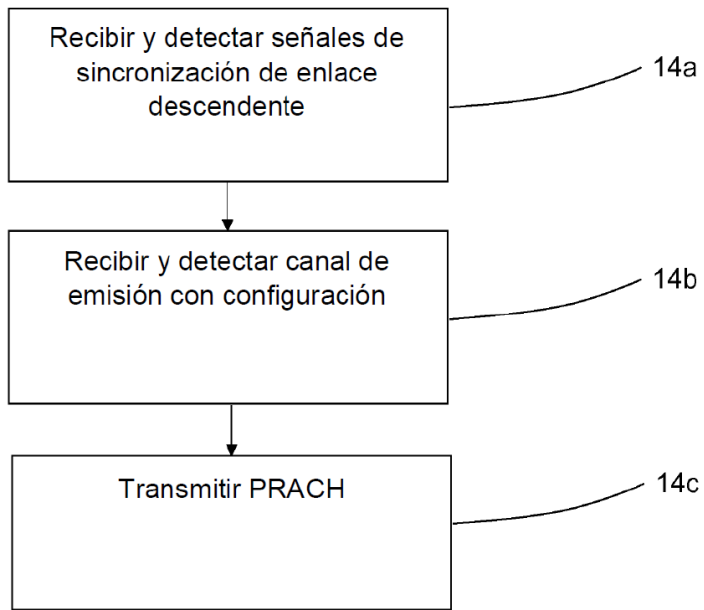


FIG. 2

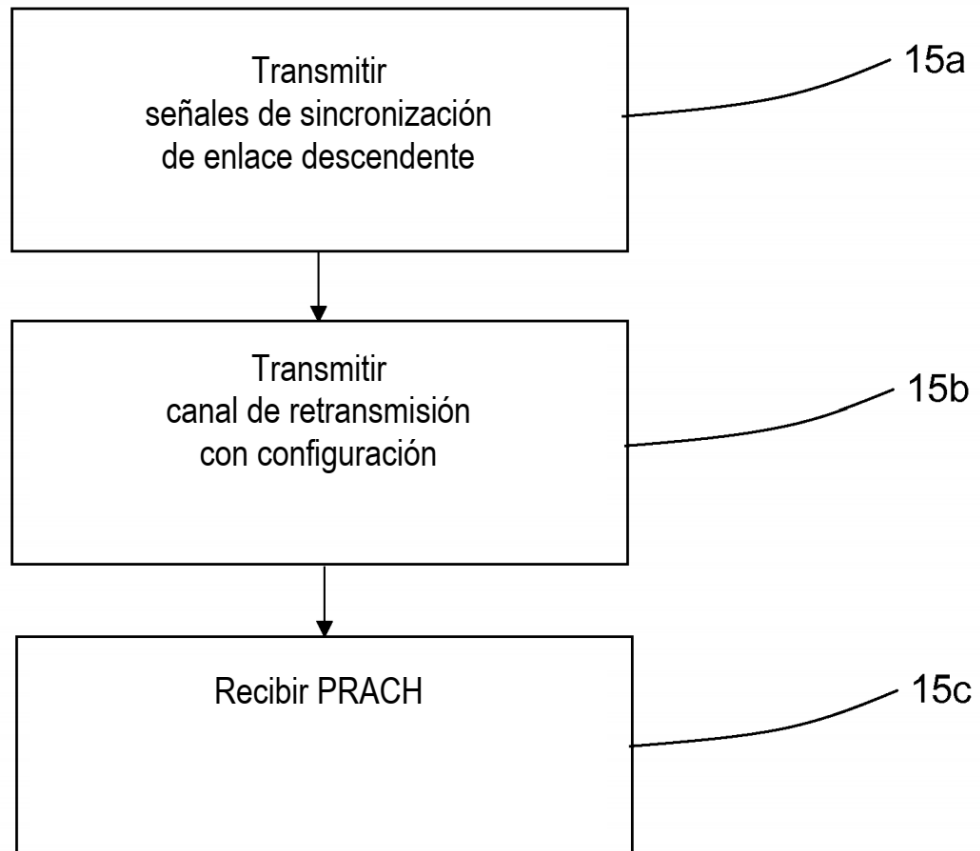


FIG. 3

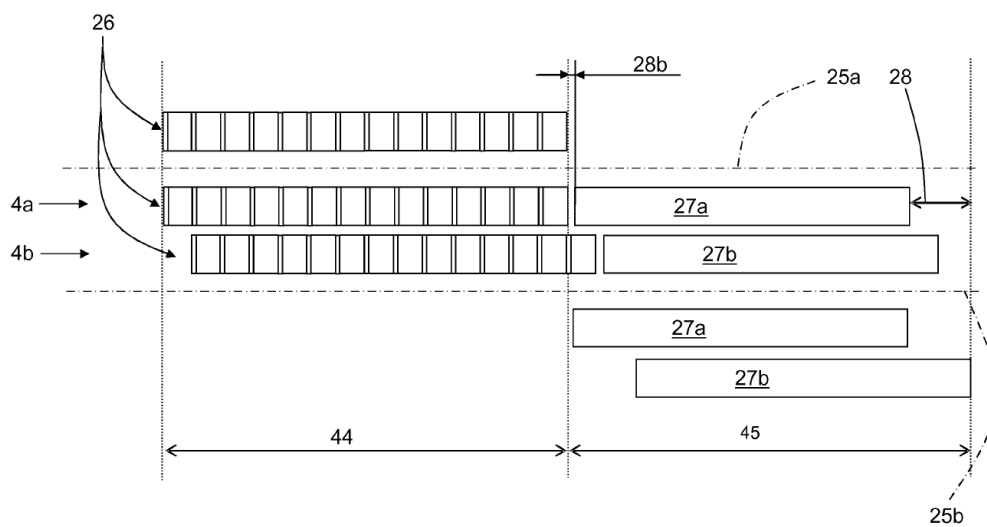


FIG. 4

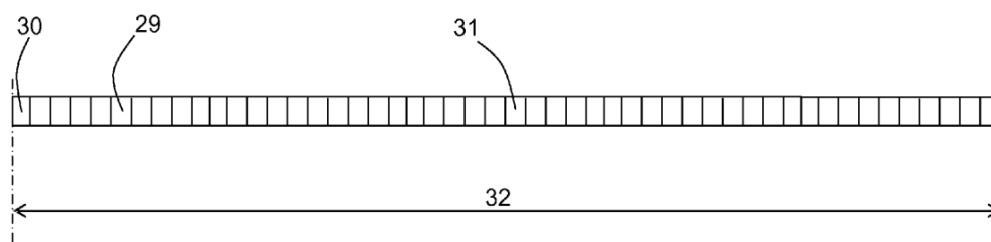


FIG. 5

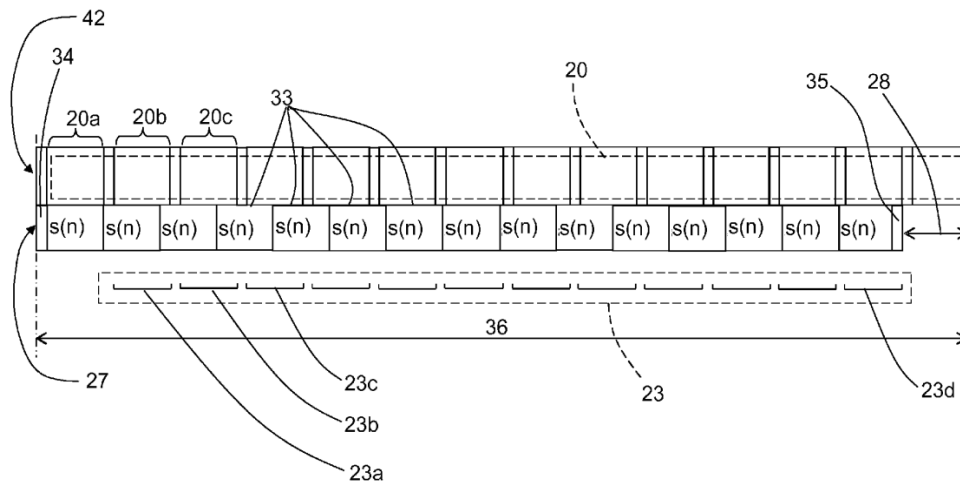


FIG. 6

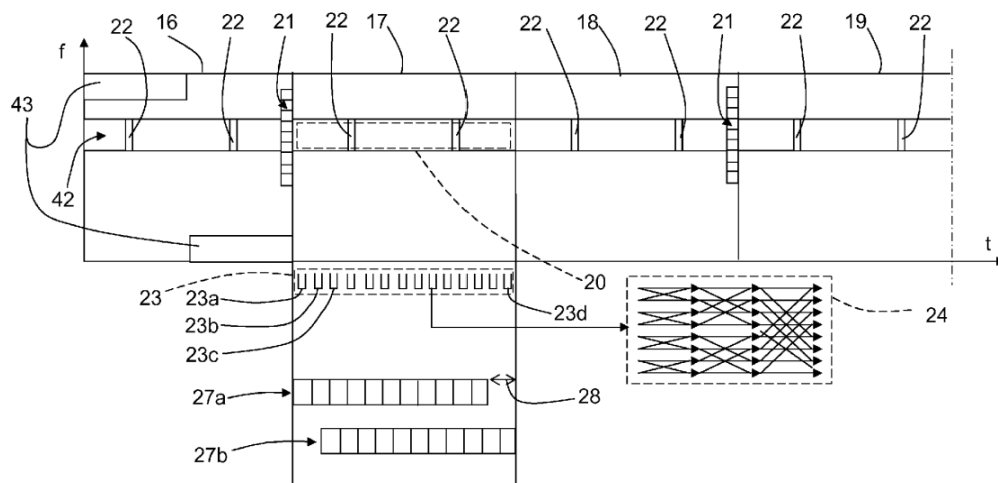


FIG. 7

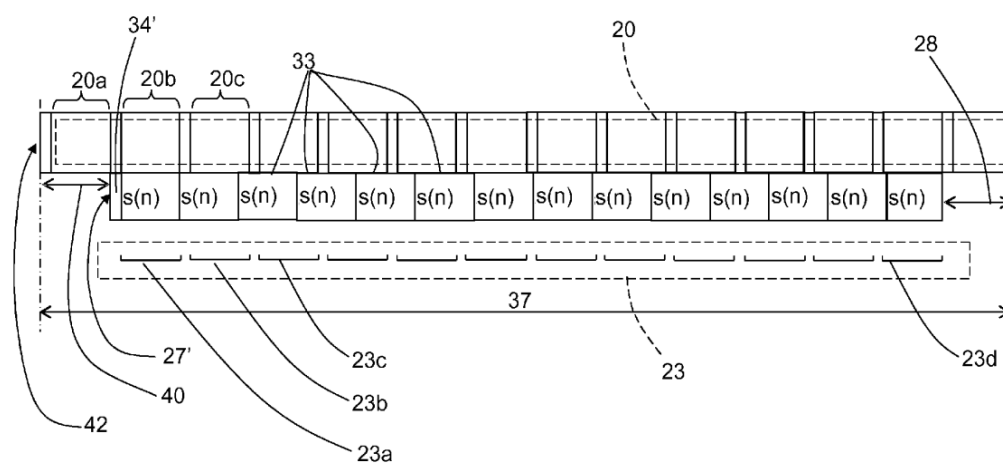


FIG. 8

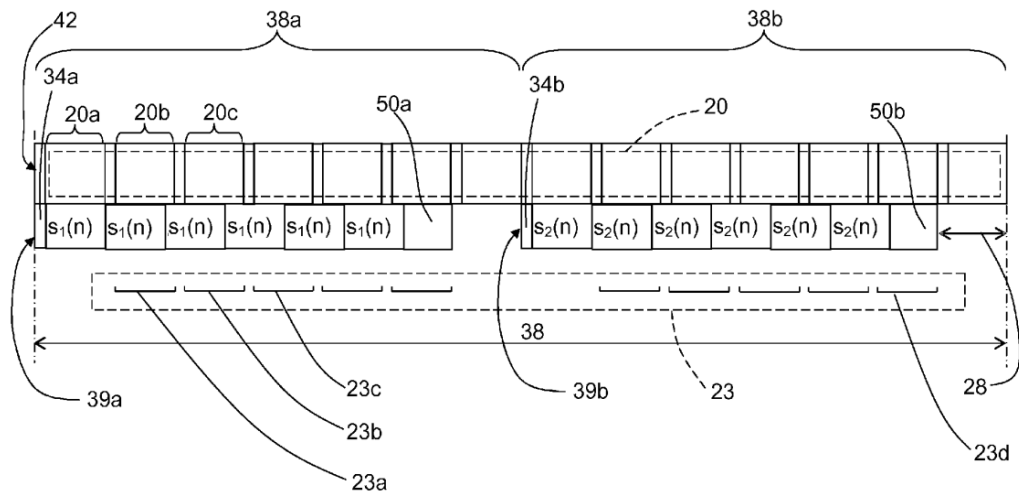


FIG. 9

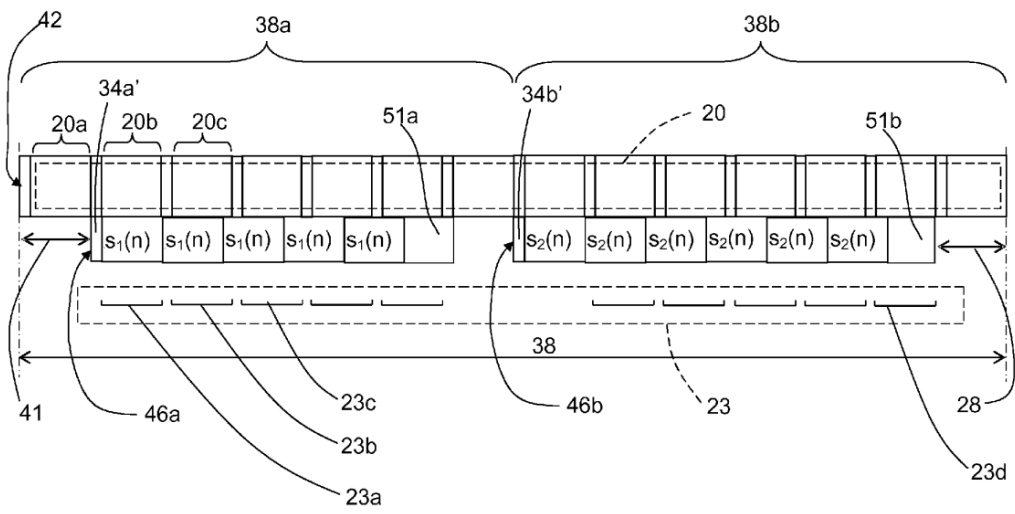


FIG. 10

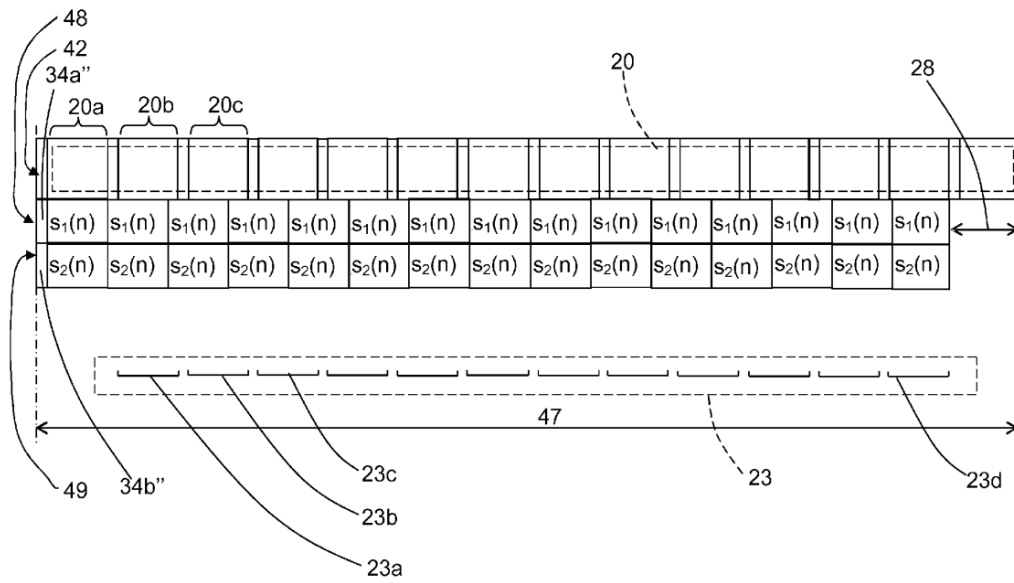


FIG. 11