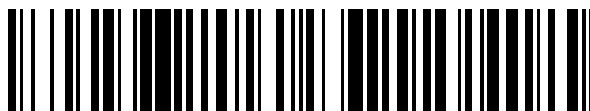


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 696**

51 Int. Cl.:

H04W 74/00 (2009.01)

H04W 74/08 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2014 PCT/EP2014/055898**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15144208**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2014 E 14713802 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3123801**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2018

73 Titular/es:
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:
**SAHLIN, HENRIK;
PARKVALL, STEFAN;
ANDERSSON, HÅKAN;
FURUSKOG, JOHAN;
NAUCLÉR, PETER y
BALDEMAIR, ROBERT**

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 674 696 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 receptora, una unidad transmisora configurada para transmitir datos en subtramas de transmisión que se producen a intervalos definidos de subtrama y una unidad de control configurada para controlar el circuito receptor y el circuito transmisor. La unidad de control también está configurada para crear un preámbulo de PRACH (canal de acceso aleatorio físico) como transmisión de enlace ascendente a un nodo que está dispuesto para recibir comunicación desde el terminal de usuario en dichas subtramas. Esta comunicación comprende símbolos basados en OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal).

15 La presente invención también se refiere a un método para crear un preámbulo de PRACH (canal de acceso aleatorio físico) que se usa en una transmisión de enlace ascendente desde un terminal de usuario a un nodo en un sistema de comunicación inalámbrico. La comunicación usa símbolos basados en OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal), transmitidos y recibidos en subtramas que se producen a intervalos definidos de subtrama.

20 **Antecedentes**

En un sistema de radio celular típico, los terminales de radio o inalámbricos de usuario final, también conocidos como terminales de usuario, estaciones móviles y/o unidades de equipo de usuario (UE), están dispuestos para comunicarse a través de una red de acceso por radio (RAN) o más redes centrales. La red de acceso por radio (RAN) cubre un área geográfica que está dividida en áreas de célula, con cada área de célula servida por una estación base, por ejemplo, una estación base de radio (RBS), que en algunas redes también se puede llamar, por ejemplo, un "NodoB" o un "eNodoB". A continuación, se usarán los términos UE y eNodoB. Una célula es un área geográfica donde la cobertura de radio es provista por el equipo de estación base de radio en un sitio de estación base.

30 El sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) es un sistema de comunicaciones móviles de tercera generación, que evolucionó a partir del sistema global de comunicaciones móviles (GSM). UTRAN es una red de acceso por radio que usa acceso múltiple por división de código de banda ancha (W-CDMA) para las comunicaciones entre los UE y las estaciones base, a los que se hace referencia en los estándares UTRAN como los NodoB.

40 En un foro conocido como el proyecto asociación de tercera generación (3GPP), los proveedores de telecomunicaciones proponen y acuerdan estándares para redes de tercera generación en general y UTRAN específicamente, e investigan técnicas para mejorar las velocidades de datos inalámbricos y la capacidad de radio. 3GPP se ha comprometido a desarrollar aún más las tecnologías de red de acceso por radio basadas en UTRAN y GSM. Se han emitido varias versiones para la especificación de la red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN), y los estándares continúan evolucionando. La red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN) comprende la evolución a largo plazo (LTE) y la evolución de la arquitectura del sistema (SAE).

45 La transmisión y recepción desde un nodo, por ejemplo, un terminal de radio como un UE en un sistema celular tal como LTE, se pueden multiplexar en el dominio de la frecuencia o en el dominio del tiempo, o combinaciones de los mismos. En los sistemas de dúplex por división de frecuencia (FDD), las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente tienen lugar en bandas de frecuencia diferentes, suficientemente separadas. En la dúplex por división de tiempo (TDD), las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente tienen lugar en diferentes intervalos de tiempo que no se solapan. Por lo tanto, la TDD puede operar en un espectro de frecuencia no emparejado, mientras que FDD requiere un espectro de frecuencia emparejado. Aquí, solo está disponible un intervalo de espectro en un espectro no emparejado de modo que este intervalo de espectro único se usa tanto para el enlace ascendente como para el enlace descendente. Esto en contraste con un espectro de frecuencia emparejado, en el que diferentes intervalos de espectro están disponibles para el enlace descendente y el enlace ascendente, respectivamente.

Típicamente, una señal transmitida en un sistema de comunicación está organizada en alguna forma de estructura de trama. Por ejemplo, LTE usa diez subtramas del mismo tamaño 0-9 de longitud 1 milisegundo por trama de radio.

60 En LTE, el enlace descendente se basa en multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) mientras que el enlace ascendente se basa en OFDM de difusión de transformada de Fourier discreta (difusión de DFT), también conocida como acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA). El intervalo de tiempo de transmisión (TTI) es igual a una subtrama de 1 milisegundo, que se compone de 14 símbolos de OFDM en enlace descendente y 14 símbolos de SC-FDMA en enlace ascendente, dado un prefijo cíclico de longitud normal. Un prefijo cíclico es unido a cada uno de los 14 símbolos de OFDM.

Las porciones de los símbolos de OFDM y SC-FDMA transmitidos se usan para transportar datos de usuario en canales físicos denominados canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) y canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). Los símbolos de OFDM y SC-FDMA recibidos se procesan usando las FFT (transformadas de Fourier rápidas) donde se calcula una FFT para cada símbolo de OFDM y SC-FDMA. Por ejemplo, estas FFT tienen un tamaño de 2048 muestras.

Se usa un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) para el acceso inicial para un UE y una estimación de desplazamiento de temporización. Tras la recepción en el eNodoB, el PRACH debe detectarse con una gran precisión y debe realizarse una estimación de desplazamiento de temporización precisa. Un desplazamiento de temporización se usa para compensar el tiempo que le lleva a una señal viajar a un UE y volver al eNodo B, de manera que el eNodoB puede detectar correctamente la información recibida desde el UE a través del PUSCH.

El PRACH puede consistir en uno o dos preámbulos, teniendo cada uno una cierta longitud en muestras, por ejemplo 24576 muestras. Los preámbulos tienen un prefijo cíclico, que por ejemplo puede tener una longitud entre 3168 y 21024 muestras para diferentes formatos.

Se han propuesto varios métodos de cómo detectar los preámbulos de PRACH. En un enfoque de frecuencia completa, la señal recibida se detecta en una ventana receptora de PRACH y se procesa con una FFT de PRACH correspondiente a la longitud del preámbulo.

Por lo tanto, se requiere una FFT de PRACH de longitud 24576 para cada antena de recepción. La longitud del preámbulo, que es considerablemente más larga que los símbolos de SC-OFDM usados en el enlace ascendente, se usa para producir suficiente potencia de salida. Esto, a su vez, mejora la cobertura de PRACH en la célula. El documento WO 2007/149290 A2 (INTERDIGITAL TECH CORP. [US]; 27 de diciembre 2007) en un ejemplo de técnica anterior.

Con las tecnologías emergentes 5G con frecuencias portadoras mucho más altas, se requiere un mayor número de elementos de antena para obtener una cobertura suficiente. Entonces se calcula típicamente una FFT para cada antena o subconjunto de antenas, de modo que se puedan extraer diferentes usuarios y canales en diferentes subbandas de la señal recibida antes del procesamiento adicional de la señal.

En un sistema de TDD (dúplex por división de tiempo), se usa la misma banda de frecuencia tanto para el enlace descendente como para el enlace ascendente. Tanto el UE como el eNodoB deben cambiar entre transmisión y recepción, suponiendo que no es posible la operación de dúplex completo.

Con una gran cantidad de antenas receptoras, la cantidad de procesamiento de FFT en el receptor también es grande. Con el procesamiento de señal de antena dedicado que solo se usa para PRACH, se debe incluir una gran cantidad de hardware especial para PRACH. Este hardware adicional tiene un coste en material y esfuerzo de diseño, así como un mayor consumo de energía. Además, ejecutar el procesamiento de señal de antena específico de PRACH consume energía y requiere capacidad de enfriamiento.

Por lo tanto, existe la necesidad de reducir la cantidad de procesamiento de FFT en el eNodoB de recepción.

45 **Sumario**

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un terminal de usuario que permita reducir la cantidad de procesamiento de FFT en el eNodoB de recepción.

50 Dicho objeto se obtiene por medio de un terminal de usuario en un sistema de comunicación inalámbrico, donde el terminal de usuario comprende una unidad receptora, una unidad transmisora configurada para transmitir datos en subtramas de transmisión que ocurren a intervalos definidos de subtrama, y una unidad de control configurada para controlar el circuito receptor y el circuito transmisor. La unidad de control también está configurada para crear un preámbulo de PRACH (canal de acceso aleatorio físico) como transmisión de enlace ascendente a un nodo que está dispuesto para recibir comunicación desde el terminal de usuario en dichas subtramas. Esta comunicación comprende símbolos basados en OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal). La unidad de control está configurada además para crear cada preámbulo de PRACH de manera que comprenda una secuencia de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio idénticas, donde cada secuencia de acceso aleatorio tiene la misma longitud en el tiempo que cada uno de los símbolos basados en OFDM.

60 Dicho objeto también se obtiene por medio de un método para crear un preámbulo de PRACH (canal de acceso aleatorio físico) que se usa en una transmisión de enlace ascendente desde un terminal de usuario a un nodo en un sistema de comunicación inalámbrica. La comunicación usa símbolos basados en OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal), transmitidos y recibidos en subtramas que se producen a intervalos definidos de subtrama. El método comprende el paso de crear cada preámbulo de PRACH, de manera que comprenda una secuencia de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio idénticas, donde cada secuencia de acceso aleatorio tiene la

misma longitud en el tiempo que cada uno de los símbolos basados en OFDM.

De acuerdo con un ejemplo, el terminal de usuario está dispuesto para transmitir uno de dos preámbulos de PRACH elegidos de un conjunto de posibles preámbulos de PRACH, en una subtrama, los dos posibles preámbulos de PRACH teniendo secuencias de acceso aleatorio mutuamente diferentes.

De acuerdo con otro ejemplo, el terminal de usuario está dispuesto para transmitir un preámbulo de PRACH elegido en una de dos o más bandas de frecuencia diferentes posibles.

De acuerdo con otro ejemplo, el preámbulo de PRACH se acorta de manera que comienza más tarde en la subtrama correspondiente por medio de un tiempo de guarda inicial.

De acuerdo con otro ejemplo, cada preámbulo de PRACH comprende una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio que están precedidas por un prefijo cíclico.

De acuerdo con otro ejemplo, cada preámbulo de PRACH comprende una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio sucedidas por una parte final que es parte de una de las secuencias de acceso aleatorio. La parte final se inserta al final de dicho preámbulo de PRACH de manera que dicho preámbulo de PRACH cubra toda la longitud de una última ventana de FFT.

Otros ejemplos se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

Se proporcionan una serie de ventajas por medio de la presente invención. Por ejemplo:

- No se necesita ninguna FFT especial de PRACH en el nodo receptor.

- Eficiencia del espectro, ya que no se necesita guarda de frecuencia.

- No se necesita protección de frecuencia ya que se usa el mismo espaciado de subportadora para PRACH que para otros canales.

- En la TDD no se necesita ninguna subtrama de enlace descendente especial (truncada) antes de una subtrama de PRACH.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

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

la figura 2 muestra un diagrama de flujo de los pasos iniciales de configuración tomados en un UE;

la figura 3 muestra un diagrama de flujo de los pasos iniciales de configuración tomados en un eNodoB;

la figura 4 muestra dos subtramas de comunicación en enlace ascendente y enlace descendente, donde se muestran dos preámbulos de PRACH para ilustrar el tiempo de guarda;

la figura 5 muestra una trama de radio con subtramas fijas;

la figura 6 muestra un formato de PRACH de acuerdo con la presente invención;

la figura 7 muestra un par de subtramas en el eNodoB;

la figura 8 corresponde a la figura 6, donde se agrega un tiempo de guarda inicial;

la figura 9 muestra una subtrama que se divide en dos partes, con diferentes preámbulos de PRACH posibles en cada parte;

la figura 10 corresponde a la figura 9, donde se agrega un tiempo de guarda inicial; y

la figura 11 muestra diferentes preámbulos de PRACH a diferentes frecuencias.

Descripción detallada

El desarrollo de la tecnología de acceso 5G y la interfaz aérea todavía es muy prematuro, pero ha habido algunas

- publicaciones iniciales sobre posibles candidatos tecnológicos. Un candidato en una interfaz aérea 5G es escalar la LTE actual, que está limitada a un ancho de banda de 20 MHz, N veces en ancho de banda con una duración de tiempo $1/N$ menor, aquí abreviado como LTE-Nx. Un valor típico puede ser $N = 5$, por lo que la portadora se escala de 20 MHz a 100 MHz de ancho de banda y la subtrama se escala de 1 milisegundo a 0,2 milisegundos. La
- 5 velocidad de muestreo 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 de FFT. Una trama de radio de 10 ms se puede dividir aquí en cincuenta subtramas, cada una de las cuales tiene una longitud de 0,2 ms, que es el caso para los ejemplos en el resto de la descripción.
- 10 La frecuencia de muestreo también se escalará N veces desde 30,72 MHz a 153,6 MHz. Con este enfoque, muchas funciones en LTE pueden seguir siendo las mismas, lo que simplificaría el esfuerzo de estandarización y permitiría la reutilización de los componentes tecnológicos. La longitud de una subtrama podría reducirse significativamente. Esto reducirá los retrasos en los datos del usuario, que se analizarán a continuación. Además, tanto el enlace descendente como el enlace ascendente pueden estar basados en OFDM.
- 15 Con referencia a la figura 1, hay una red 1 de comunicación móvil que comprende un nodo 2 en una célula 3 que constituye un área de célula geográfica. Aquí, el nodo 2 tiene la forma de una estación base 2, que se conoce como eNodoB en el contexto de una red de acceso de radio de LTE (evolución a largo plazo), formalmente conocida como la red de acceso radio terrestre universal evolucionada. (E-UTRAN). La red de comunicación móvil está dispuesta
- 20 para proporcionar servicios de comunicación inalámbricos a terminales de usuario, que se denominan "equipo de usuario" o "UE" en la terminología 3GPP (proyecto asociación de tercera generación). Los términos eNodoB y UE se usarán a continuación, aquí un primer UE 4a está cerca del eNodoB 2, y un segundo UE 4b está lejos del eNodoB 2, pero ambos UE 4a, 4b están dentro de la célula 3.
- 25 Cada UE 4a, 4b comprende una unidad receptora correspondiente 5a, 5b, unidad transmisora 6a, 6b configurada para transmitir datos en subtramas de transmisión que ocurren a intervalos de subtrama definidos y que tienen un número predeterminado de intervalos de símbolos, y una unidad 7a, 7b de control configurada para controlar dicho circuito receptor 5a, 5b y dicho circuito transmisor 6a, 6b.
- 30 De forma correspondiente, el eNodoB2 comprende una unidad receptora 8, una unidad transmisora 9 y una unidad 10 de control. El eNodoB 2 también comprende una disposición 11 de antena que puede comprender una o más antenas de matriz.
- Los UE 4a, 4b reciben señales del eNodoB 2 en uno o más canales 12a, 12b de enlace descendente (DL), y
- 35 transmiten señales al eNodoB 2 en uno o más canales 13a, 13b de enlace ascendente (UL). En un sistema de TDD (dúplex por división de tiempo), se usa la misma banda de frecuencia tanto para el enlace descendente como para el enlace ascendente. Tanto los UE 4a, 4b como el eNodoB 2 deben cambiar entre transmisión y recepción, suponiendo que no es posible la operación de dúplex completo.
- 40 Con referencia a la figura 2 y la figura 3, que muestran los pasos correspondientes en el primer UE 4a y el eNodoB 2, en la configuración inicial, el UE 4a comienza recibiendo y sincronizando 14a a las señales de sincronización del enlace descendente transmitidas 15a por el eNodoB 2. Como ejemplo, en LTE, el primer UE 4a comienza detectando la PSS (señal de sincronización primaria) después de la cual el primer UE 4a tendrá sincronización de subtrama, sincronización de símbolo de OFDM, y conocerá el grupo de identidad de célula (ID de célula). Entonces,
- 45 el primer UE 4a detecta la SSS (señal de sincronización secundaria), después de la cual el primer UE 4a se sincroniza y conoce la ID de la célula.
- Por ejemplo, la PSS y la SSS pueden transmitirse en la subtrama 0 y 25 en un sistema de TDD dinámico.
- 50 El primer UE 4a recibe y detecta 14b una información del sistema transportada por una señal de difusión transmitida 15b por el eNodoB 2. En LTE, esta información de difusión es llevada por el PBCH (canal de difusión físico). Basándose en la información de difusión, o preconfigurada en el primer UE 4a de acuerdo con la especificación, se construye una señal de preámbulo de PRACH (canal de acceso aleatorio físico) en el primer UE 4a. El primer UE 4a luego transmite 14c el preámbulo de PRACH, que es recibido 15c por el eNodoB 2.
- 55 La información de difusión puede estar relacionada con la asignación de tiempo y frecuencia de PRACH, de manera que el primer UE 4a sepa cuándo y dónde se permite transmitir preámbulos de PRACH, de manera que los preámbulos de PRACH sean recibidos por el eNodoB 2.
- 60 Con referencia también a la figura 7, se muestran un número de subtramas 16, 17, 18, 19 en el eNodoB 2 en frecuencia y tiempo. Una trama de radio de 10 ms se divide en este ejemplo Nx de LTE en cincuenta subtramas, cada una de ellas de 0,2 ms de longitud, donde cada subtrama comprende catorce intervalos para símbolos 20 (solo indicados esquemáticamente en la figura 7) de OFDM o SC-FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia de una única portadora) en el enlace ascendente, dado un prefijo cíclico de longitud normal. Las porciones de los
- 65 símbolos 20 de OFDM o SC-FDMA transmitidas en estos intervalos de símbolo se usan para transportar datos de usuario en el canal compartido ascendente físico 42 (PUSCH). El enlace ascendente comprende señales 21 de

referencia de sonido (SRS), una señal de referencia que, por ejemplo, podría transmitirse cada segunda trama de tiempo, y señales piloto 22 de referencia que se producen regularmente. Un canal 43 de control de enlace ascendente físico (PUCCH) salta de una frecuencia a otra entre una primera mitad de una subtrama 16 y una segunda mitad de la subtrama 16, una media subtrama que también se conoce como un intervalo.

5 Todos los símbolos de OFDM o SC-FDMA transmitidos en enlace ascendente, es decir PUSCH 42, las señales pilotos 22 de referencia, PUCCH 43 y SRS se reciben en un conjunto de catorce ventanas 23 de FFT. Cada una de tales ventanas 23a, 23b, 23c, 23d de FFT (solo unas pocas indicadas en la figura 7) se procesa en una FFT 24 de tamaño 2048.

10 En cada ventana 23a, 23b, 23c, 23d de FFT, los símbolos 20 de OFDM o SC-FDMA recibidos se procesan con una FFT 24 de OFDM, que por ejemplo es del tamaño de 2048 muestras. Los símbolos de SC-FDMA a menudo se denominan OFDM de difusión de DFT. Un símbolo de SC-FDMA puede ser referido como un símbolo basado en OFDM.

15 La temporización de las transmisiones de UE está controlada por el eNodoB 2, de modo que las porciones que transportan datos de subtramas de enlace ascendente consecutivas desde múltiples UE no se solapan entre sí y caen dentro de las ventanas 23 de FFT.

20 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 cómo las diferencias en el tiempo entre los preámbulos de PRACH recibidos de diferentes UE 4a, 4b están dando como resultado diferentes desplazamientos de temporización cuando se transmiten. En la figura 4, se muestra el DL de eNodoB por encima de una primera línea discontinua 25a, el DL y UL de UE se muestran debajo de la primera línea discontinua 25a y encima de una segunda línea discontinua 25b. Debajo de la segunda línea discontinua 25b, se muestra el UL de eNodoB.

25 Tras la recepción en el eNodoB 2, el preámbulo de PRACH debe detectarse con alta precisión y se deben realizar estimaciones de desplazamiento de temporización precisas de modo que las transmisiones de UE de las porciones portadoras de datos de subtramas de enlace ascendente consecutivas desde múltiples UE no se solapen entre sí y caigan dentro de las ventanas 23 de FFT.

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

35 En la figura 4, el primer preámbulo 27a de PRACH comienza más tarde que el comienzo de la subtrama 45 en un cierto tiempo 28b llamado un "tiempo de cambio de enlace descendente a enlace ascendente de UE" que está preconfigurado. El tiempo entre el final del primer preámbulo 27a de PRACH y el segundo preámbulo 27b de PRACH al final de la segunda subtrama 45 se denomina "tiempo 28 de guardia". Este "tiempo de guarda" se usa de manera que ningún preámbulo de PRACH enviado dentro de la célula en cuestión llegará al eNodoB 2 fuera de la subtrama 45.

40 Todos los preámbulos de PRACH en una célula 2 tienen la misma longitud, cuya longitud se establece de manera que un preámbulo de PRACH que se envía desde el segundo UE 4b, que está más alejado del eNodoB 2, todavía se recibe y se detecta en el eNodoB 2 dentro de la misma subtrama, que se muestra para el segundo preámbulo 27b de PRACH.

45 Como se muestra en la figura 5, que muestra una trama 32 de radio de 10 ms, un sistema de TDD dinámico está configurado aquí con algunas subtramas 30, 31 que están fijadas para enlace descendente, es decir, no pueden usarse para enlace ascendente. Estas subtramas 30, 31 podrían ser necesarias para transmitir señales de sincronización y mensajes de control de difusión usados para la sincronización de enlace descendente inicial, la sincronización de enlace descendente continua y la configuración de la llamada. Un sistema de TDD dinámico también puede configurarse con subtramas 29 de enlace ascendente fija. Tales subtramas pueden, por ejemplo, usarse para PRACH para soportar el acceso inicial y la sincronización de enlace ascendente. En este ejemplo, el UE puede transmitir preámbulos de PRACH en la subtrama número cinco 29, que en este sistema de TDD es una asignación fija a las transmisiones de enlace ascendente. De la misma manera, los subtramas número cero 30 y veinticinco 31 están en estas asignaciones fijas de sistema de TDD a transmisiones de enlace descendente.

50 De acuerdo con la presente invención, con referencia a la figura 6 que muestra una subtrama 36 en un UE con un PUSCH 42, para cada UE, el preámbulo 27 de PRACH creado se diseña de manera que comprenda una secuencia

de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio idénticas $s(n)$ 33 (solo unas pocas se indican en la figura 6), donde cada secuencia de acceso aleatorio $s(n)$ tiene la misma longitud en el tiempo que cada símbolo 20a, 20b, 20c de OFDM (solo unos pocos indicados en la figura 6), se usa para todos los demás canales físicos, como los datos de usuario y control, y las señales de referencia.

5 Un número de ventanas 23a, 23b, 23c, 23d de FFT (solo unas pocas indicadas en la figura 6) se usan para recoger señales recibidas para ser usadas en el procesamiento de FFT. Las mismas ventanas 23a, 23b, 23c, 23d de FFT se pueden usar para PRACH y para todos los demás canales físicos, tales como datos de usuario y control, y señales de referencia.

10 La secuencia de preámbulo se crea repitiendo la secuencia de acceso aleatorio $s(n)$ varias veces de manera que el preámbulo 27 de PRACH construido sea al menos tan largo como el intervalo de tiempo del número deseado de ventanas 23 de FFT más el tiempo máximo de ida y vuelta.

15 Con referencia renovada a la figura 7, en la segunda subtrama 17, se muestran un primer preámbulo 27a de PRACH y un segundo preámbulo 27b de PRACH, donde el primer preámbulo 27a de PRACH tiene una llegada temprana y el segundo preámbulo 27b de PRACH tiene una llegada tardía, y donde hay un tiempo 28 de guarda de la misma manera que se discutió previamente con referencia a la figura 4.

20 Hay una pluralidad de símbolos 20 de OFDM dentro de la segunda subtrama 17, cada uno de ellos procesados por separado con la FFT 24 del mismo tamaño. Usando varios de estas FFT 24, por ejemplo doce de ellas como se ilustra por las ventanas 23 de FFT en la figura 6, o catorce como se ilustra por las ventanas 23 de FFT en la figura 7, es posible detectar el preámbulo 27a, 27b de PRACH a pesar del hecho de que el preámbulo 27a, 27b de PRACH se produce sobre la mayor parte de la segunda subtrama 17. Por lo tanto, la FFT 24 adaptada a los símbolos 20 de OFDM se reutiliza para el preámbulo 27a, 27b de PRACH.

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

30 Una secuencia corta puede, por ejemplo, construirse usando secuencias de Zadoff-Chu. La secuencia de Zadoff-Chu de raíz $u^{\text{enésimo}}$ se define como

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

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

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

40 donde $0 \leq t < T_{short}$, β_{PRACH} es un factor de escala de amplitud para ajustarse a la potencia 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 la subportadora. La ubicación en el dominio de la frecuencia está controlada por el parámetro n_{PRB}^{RA} ; el tamaño del bloque de recursos en el dominio de la frecuencia, expresado como un número de subportadoras, se indica mediante N_{sc}^{RB} , y la configuración del ancho de banda del enlace ascendente, expresada en múltiplos de N_{sc}^{RB} , se indica mediante N_{RB}^{UL} .

50 Una secuencia corta de la misma longitud que el símbolo de OFDM se logra mediante $T_{short} = 11 \Delta f$. Para la versión 8 de LTE, este espaciado de la subportadora es igual a $\Delta f = 15$ kHz [véase la Tabla 6.2.3-1 en 3GPP 36.211] de manera que la longitud de la secuencia corta es igual a $T_{short} = 66,6 \mu s$. Con un cambio en el espacio de la subportadora a, por ejemplo, $\Delta f = 75$ kHz, entonces la longitud del símbolo corto es igual a $T_{short} = 13,3 \mu s$.

El preámbulo a transmitir se construye mediante una repetición de la secuencia corta, que se puede formular como

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

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

5 Este primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH contiene un número de las últimas muestras de la secuencia corta $s(n)$. Mediante la repetición de la secuencia corta $s(n)$ en el preámbulo de PRACH, cada secuencia corta actuará como un prefijo cíclico para la siguiente secuencia corta. Mediante esta construcción, el primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH puede excluirse. La única función de este primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH
10 es un desplazamiento de tiempo del preámbulo de PRACH transmitido. Para células pequeñas, tal desplazamiento de tiempo puede usarse para definir diferentes preámbulos, de modo que diferentes UE pueden seleccionar diferentes cambios de tiempo del mismo preámbulo de PRACH. Cada desplazamiento de tiempo se especifica entonces como un valor específico de la longitud T_{CP} del primer prefijo cíclico de preámbulo de PRACH.

15 La longitud del preámbulo y, por tanto, también el número de repeticiones de la secuencia corta se controla mediante T_{SEQ} . Esta longitud del preámbulo se selecciona basándose en:

- la longitud de la ventana de tiempo asignada para el PRACH,

20 - el tamaño de célula requerido, y

- restricciones basadas en el tiempo de guardia para cambiar entre transmisión y recepción en el caso de un sistema de TDD.

25 Mediante esta repetición de la secuencia corta, cada secuencia corta actuará como un prefijo cíclico para la siguiente secuencia corta.

Como se muestra en la figura 6, el preámbulo 27 de PRACH comprende una primera secuencia de acceso aleatorio $s(n)$ que está precedida por un primer prefijo cíclico 34 de preámbulo de PRACH corto y luego repetido catorce veces, y seguido por una parte final 35 que es parte del primera secuencia de acceso aleatorio $s(n)$. Esta parte final 35 se inserta al final del preámbulo 27 de PRACH de manera que el preámbulo 27 de PRACH cubra toda la longitud de la última ventana 23d de FFT.

30 En la figura 8, se ilustra una secuencia de preámbulo 27' de PRACH adecuada para un sistema de TDD (dúplex por división de tiempo) que corresponde a la figura 6 y que también muestra una subtrama 37. Aquí, el preámbulo 27' de PRACH se acorta de manera que comienza más tarde en comparación con el preámbulo de PRACH en la figura 6, por medio de un tiempo 40 de guarda inicial. Esta secuencia acortada 27' es beneficiosa cuando la unidad receptora 8 y la unidad transmisora 9 en el eNodoB 2 necesitan algún tiempo para cambiar entre la transmisión y la recepción. Se puede usar una fracción del tiempo 40 de protección inicial para crear el "tiempo 28b de cambio de enlace descendente a enlace ascendente de UE" discutido anteriormente, y también puede denominarse tiempo de guarda de TDD.
35
40

Varios UE 4a, 4b podrían transmitir el mismo preámbulo dentro de la misma ventana de tiempo-frecuencia de PRACH causando una contención. Con el fin de identificar UE individuales, cada UE puede tener un conjunto mutuamente igual de diferentes preámbulos a partir de los cuales selecciona aleatoriamente el preámbulo para transmitir. Con un mayor número de preámbulos en el conjunto, disminuye el riesgo de que dos UE seleccionen el mismo preámbulo. En el ejemplo del uso de secuencias de Zadoff-Chu, las diferentes secuencias corresponden a seleccionar la variable u . Para una secuencia de Zadoff-Chu de longitud 71, en la práctica hay 70 secuencias diferentes; en teoría 71 secuencias, pero excluyendo la secuencia correspondiente a $u = 0$. Las células adyacentes también deberían usar preferiblemente diferentes conjuntos de secuencias de preámbulo.
45
50

El número de secuencias disponibles puede aumentarse aumentando la asignación de ancho de banda de PRACH. Con una mayor cantidad de subportadoras, la longitud de la secuencia Zadoff-Chu puede aumentarse de manera que aumente el número de valores posibles de la variable u . Como ejemplo, con una asignación de 12 RB, es decir, 144 subportadoras, se puede generar un total de 139 secuencias de Zadoff-Chu.
55

El intervalo de tiempo de PRACH se puede dividir en varios intervalos, con transmisiones de preámbulo de PRACH independientes. Véase la ilustración en la figura 9, que corresponde a la figura 6. Aquí, una subtrama 38 se divide en dos intervalos 38a, 38b con diferentes preámbulos 39a, 39b con diferentes secuencias de preámbulo $s_1(n)$, $s_2(n)$. El UE 4a, 4b puede entonces seleccionar aleatoriamente para transmitir en el primer intervalo 38a o en el segundo intervalo 38b, lo que reduce el riesgo de contención. Aquí, las diferentes secuencias $s_1(n)$ y $s_2(n)$ podrían configurarse para su posible uso en los diferentes intervalos, o podría usarse la misma secuencia, es decir, $s_1(n) = s_2(n)$. Las diferentes secuencias de acceso aleatorio $s_1(n)$ y $s_2(n)$ se eligen al azar de un conjunto de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio.
60

Otra posibilidad es transmitir en ambos intervalos 38a, 38b, pero seleccionar aleatoriamente diferentes secuencias en los dos intervalos 38a, 38b. Esto también reduce el riesgo de colisión; si hay una colisión en el primer intervalo 38a, es de esperar que no haya nada en el segundo intervalo 38b.

5 Aún un formato alternativo se ilustra en la figura 10, que corresponde a la figura 9 con dos intervalos 38a, 38b con diferentes preámbulos 46a, 46b con diferentes secuencias de preámbulo $s_1(n)$, $s_2(n)$. Aquí, se incluye además un tiempo 41 de guarda inicial para ser usado para cambiar de la transmisión a la recepción en un eNodoB de la misma manera que la descrita para la figura 8. En lugar de dividir el intervalo de tiempo de PRACH, el número de intervalos se puede aumentar usando más subtramas de enlace ascendente para PRACH para reducir el riesgo de contención.

10 Generalmente, un terminal de usuario está dispuesto para transmitir uno de dos preámbulos 39a, 39b; 46a, 46b de PRACH elegidos entre un conjunto de posibles preámbulos de PRACH, en una subtrama 38. Los dos posibles preámbulos 39a, 39b; 46a, 46b de PRACH tienen secuencias de acceso aleatorio mutuamente diferentes $s_1(n)$, $s_2(n)$.

15 Otro método para reducir el riesgo de colisiones es asignar varias asignaciones de ancho de banda de PRACH. La figura 11 muestra un ejemplo de una subtrama 47 en la que se ilustran dos asignaciones paralelas de ancho de banda de PRACH. Aquí, las diferentes secuencias $s_1(n)$ y $s_2(n)$ podrían configurarse para su posible uso en los diferentes intervalos de ancho de banda formando dos posibles preámbulos 48, 49 de PRACH diferentes, o podría usarse la misma secuencia, es decir, $s_1(n) = s_2(n)$. El UE puede seleccionar aleatoriamente para transmitir en una de las asignaciones de ancho de banda disponibles para disminuir el riesgo de contención. Puede haber más de los dos anchos de banda de PRACH ilustrados. De este modo, un terminal de usuario está dispuesto para transmitir un preámbulo 39a, 39b; 46a, 46b de PRACH elegido en una de dos o más posibles bandas de frecuencia diferentes.

20 El ejemplo de la figura 11 también puede reconfigurarse para incluir un tiempo de guarda inicial como en la figura 10.

25 La presente invención no está limitada a lo anterior, sino que puede variar libremente dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, siempre se debe incluir un período de protección en los sistemas de TDD, cuando el UE no puede transmitir y recibir simultáneamente. Se puede crear un período de protección omitiendo uno o varios símbolos de OFDM en el enlace descendente. En sistemas que utilizan codificación de redundancia, el UE receptor puede tratar los símbolos de OFDM omitidos como símbolos "perforados", y reconstruir los datos que normalmente habrían llevado esos símbolos usando técnicas de decodificación normales. Alternativamente, el UE receptor puede decodificar los datos en la porción restante de la subtrama mientras trabaja alrededor de los intervalos de símbolos que no llevan datos. En cualquier caso, si el período de guardia se crea omitiendo uno o varios símbolos de OFDM en el enlace descendente, entonces el eNodoB 2 necesita enviar mensajes de control a todos los UE, indicando que los últimos símbolos de OFDM de una subtrama se han omitido.

30 Con la perforación en la señal de enlace descendente, todos los UE deben conocer este período de protección, ya sea mediante señalización explícita a todos los UE o mediante detección en los UE. En lugar de perforar solamente las transmisiones de enlace ascendente, como se detalla en el presente documento, solo el UE que transmite en el enlace ascendente debe conocer este cambio de enlace descendente a enlace ascendente. Un mensaje de control incluido en la concesión de enlace ascendente proporciona una sobrecarga de señalización de control extra muy pequeña, y puede ser recibido por el UE en una subtrama distinta de la subtrama que está perforada. Las técnicas divulgadas dan como resultado un sistema robusto sin la necesidad de detectar el cambio de enlace descendente al enlace ascendente y con baja carga de señalización.

35 Un eNodoB 2 como se muestra en la figura 1 puede tener una disposición 11 de antena que usa formación de haz, en uno o ambos enlaces descendente y ascendente, para aumentar la relación señal/interferencia más ruido (SINR) para un UE. Esta formación de haz se puede hacer en banda base, en cuyo caso se puede realizar un cambio entre diferentes formadores de haz de muestra a muestra. Sin embargo, para otros tipos de técnicas de formación de haces, como la formación de haces analógicos realizada con ajustadores de fase de microondas o RF, podría ser necesario un protector para que los componentes apliquen este cambio de conformación del haz. Además, se puede usar un período de guarda para detener la transmisión en el enlace ascendente durante una fase de calibración. En estos casos, el eNodoB puede indicar al UE que omita uno o varios de los primeros símbolos de OFDM (o SC-FDMA) en una subtrama de enlace ascendente dada, para este fin.

40 Aunque las realizaciones anteriores se describen con referencia a partes de una red 3GPP, una realización de la presente invención también será aplicable a redes similares, tales como un sucesor de la red 3GPP, que tienen componentes funcionales similares. Por lo tanto, en particular, los términos 3GPP y los términos asociados o relacionados usados en la descripción anterior y en los dibujos adjuntos y cualquier reivindicación adjunta ahora o en el futuro deben interpretarse en consecuencia.

45 Las descripciones en esta divulgación de la invención se centran en el modo de operación de TDD. Sin embargo, la invención también se aplica directamente a sistemas FDD (dúplex por división de frecuencia) con adaptaciones sencillas. Para los sistemas FDD, las descripciones de los problemas relacionados con cambiar el tiempo entre la

transmisión y las recepciones no se aplican.

5 Las implementaciones de hardware de la presente invención pueden incluir o abarcar, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), un procesador de conjunto de instrucciones reducido, circuitería de hardware (por ejemplo, digital o analógica) que incluyen pero no se limitan a circuito o circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) y/o matriz o matrices de puertas programables (FPGA (s)) y (cuando corresponda) máquinas de estado capaces de realizar tales funciones.

10 Los UE: s 4a, 4b generalmente están constituidos por terminales de usuario y pueden comprender, por ejemplo, teléfonos celulares, asistentes digitales personales, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, ordenadores de mano, dispositivos de comunicación de máquina a máquina (MTC/M2M) u otros dispositivos con capacidades de comunicación inalámbrica. Cabe señalar que el término UE o terminal de usuario no implica necesariamente que el terminal en sí sea móvil o movable, y debe entenderse como intercambiable con el término "dispositivo inalámbrico", y puede referirse a terminales que están instalados en configuraciones fijas, como en ciertas aplicaciones de máquina a máquina, así como a dispositivos portátiles, dispositivos instalados en vehículos de motor, etc.

15 Como se mencionó anteriormente, en LTE, el enlace descendente se basa en OFDM, mientras que el enlace ascendente se basa en OFDM de difusión de DFT, también conocida como SC-FDMA. En general, estos símbolos están constituidos por símbolos basados en OFDM.

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

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

30 La presente invención se refiere a preámbulos de PRACH enviados en enlace ascendente; por lo tanto, generalmente, el nodo 2 está al menos dispuesto para recibir comunicación desde los terminales 4a, 4b de usuario.

35 Todos los detalles específicos proporcionados en la descripción anterior se proporcionan solo a modo de ejemplos para proporcionar una mejor comprensión de la presente invención. Por ejemplo, el número de símbolos de OFDM, secuencias de acceso aleatorio PRACH s(n), frecuencias de muestreo, longitudes de tramas de radio y subtramas pueden variar de tal forma que se adquiere una funcionalidad adecuada y deseada.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un terminal de usuario, UE, en un sistema (1) de comunicación inalámbrico, el terminal (4a, 4b) de usuario comprendiendo una unidad receptora (5a, 5b), una unidad transmisora (6a, 6b) configurada para transmitir datos en subtramas (36) de transmisión que se produce a intervalos definidos de subtrama, y una unidad (7a, 7b) de control configurada para controlar el circuito receptor (5a, 5b) y el circuito transmisor (6a, 6b), donde la unidad (7a, 7b) de control también está configurado para crear un preámbulo (27) de PRACH, canal de acceso aleatorio físico, como transmisión de enlace ascendente a un nodo (2) que está dispuesto para recibir comunicación desde el terminal de usuario en dichas subtramas, comprendiendo dicha comunicación símbolos (20; 20a, 20b, 20c) basados en OFDM, multiplexación por división de frecuencia ortogonal, caracterizado porque la unidad (7a, 7b) de control está configurada además para crear cada preámbulo (27) de PRACH de forma que comprenda una secuencia de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio idénticas (s(n)), donde cada secuencia de acceso aleatorio (s(n)) tiene la misma longitud en el tiempo que cada uno de los símbolos (20a, 20b, 20c) basados en OFDM.
- 2.- Un terminal de usuario de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el terminal (4a, 4b) de usuario está dispuesto para transmitir un preámbulo (27) de PRACH en una subtrama.
- 3.- Un terminal de usuario de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el terminal (4a, 4b) de usuario está dispuesto para transmitir uno de dos preámbulos (39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH elegidos de un conjunto de posibles preámbulos de PRACH, en una subtrama (38), los dos posibles preámbulos (39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH teniendo secuencias de acceso aleatorio mutuamente diferentes (s₁(n), s₂(n)).
- 4.- Un terminal de usuario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el terminal (4a, 4b) de usuario está dispuesto para transmitir un preámbulo (39a, 39b, 46a, 46b) de PRACH seleccionado en una de dos o más bandas de frecuencia diferentes posibles .
- 5.- Un terminal de usuario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el preámbulo (27; 46a, 46b) de PRACH se acorta de manera que comienza más tarde en la correspondiente subtrama (37, 38) por medio de un tiempo (40, 41) de guardia inicial.
- 6.- Un terminal de usuario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH comprende una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio (s(n)) que están precedidas por un prefijo cíclico (34).
- 7.- Un terminal de usuario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH comprende una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio (s(n)) sucedidas por una parte final (35, 50a, 50b, 51a, 51b) que es parte de una de las secuencias de acceso aleatorio (s(n)), la parte final (35, 50a, 50b, 51a, 51b) siendo insertada al final de dicha preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH de manera que dicho preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH cubre la longitud completa de una última ventana (23d) de FFT.
- 8.- Un terminal de usuario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada secuencia de acceso aleatorio se define por medio de una secuencia de Zadoff-Chu, donde la raíz u^{enésima} de la secuencia Zadoff-Chu se define como

$$x_u(n) = e^{-j \frac{2\pi u n(n+1)}{N_{ZC}}}, \quad 0 \leq n \leq N_{ZC} - 1,$$

donde la longitud N_{ZC} de la secuencia de Zadoff-Chu es un número primo, donde una secuencia de acceso aleatorio continuo en el tiempo s_(t) se define por

$$s_{short}(t) = \beta_{PRACH} \sum_{k=0}^{N_{ZC}-1} \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} x_u(n) \cdot e^{-j \frac{2\pi mk}{N_{ZC}}} \cdot e^{j2\pi(k+k_0)\Delta f t},$$

donde 0 ≤ t < T_{short}, β_{PRACH} es un factor de escala de amplitud para ajustarse a la potencia de transmisión de PRACH, $k_0 = \frac{n_{PRB}^{RA} N_{sc}^{RB} - N_{RB}^{UL} N_{sc}^{RB}}{2}$, y Δf es el espaciado de la subportadora, donde la ubicación en el dominio de la frecuencia está controlada por el parámetro n_{PRB}^{RA}; el tamaño del bloque de recursos en el dominio de la frecuencia, expresado como un número de subportadoras, se indica mediante N_{sc}^{RB}, y la configuración del ancho de banda del enlace ascendente, expresada en múltiplos de N_{sc}^{RB}, se indica mediante N_{RB}^{UL}.

- 9.- Un método para crear un preámbulo de PRACH, canal de acceso aleatorio físico, que se usa en una transmisión de enlace ascendente desde un terminal (4a, 4b) de usuario, UE, a un nodo (2) en un sistema (1) de comunicación inalámbrico, la comunicación usando símbolos (20; 20a, 20b, 20c) basados en OFDM, multiplexación por división de frecuencia ortogonal, transmitidos y recibidos en subtramas (36) que se producen a intervalos de subtrama definidos, caracterizado porque el método comprende el paso de crear cada preámbulo (27) de PRACH de manera que comprende una secuencia de una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio idénticas (s(n)), donde cada secuencia de acceso aleatorio (s(n)) tiene la misma longitud en el tiempo que cada uno de los símbolos (20a, 20b, 20c) basados en OFDM.
- 10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque el método comprende el paso de transmitir uno de dos preámbulos (39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH elegidos entre un conjunto de posibles preámbulos de PRACH, en una subtrama (38), la dos posibles preámbulos (39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH que tienen secuencias de acceso aleatorio mutuamente diferentes (s₁(n), s₂(n)).
- 11.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado porque el método comprende el paso de transmitir un preámbulo (39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH elegido en una de dos o más bandas de frecuencia diferentes posibles.
- 12.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-11, caracterizado porque el método comprende el paso de acortar cada preámbulo (27; 46a, 46b) de PRACH de manera que comience más tarde en la correspondiente subtrama (37, 38) por medio de un tiempo (40, 41) de guarda inicial.
- 13.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, caracterizado porque cada preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH tiene una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio (s(n)) que están precedidas por un prefijo cíclico. (34)
- 14.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-13, caracterizado porque cada preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH tiene una pluralidad de secuencias de acceso aleatorio (s(n)) sucedidas por una parte final (35, 50a, 50b, 51a, 51b) que es parte de una de las secuencias de acceso aleatorio (s(n)), la parte final (35, 50a, 50b, 51a, 51b) siendo insertada al final de dicho preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH de manera que dicho preámbulo (27; 39a, 39b; 46a, 46b) de PRACH cubre la longitud total de una última ventana (23d) de FFT.
- 15.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-14, caracterizado porque el método comprende el paso de definir cada secuencia de acceso aleatorio por medio de una secuencia de Zadoff - Chu, donde la secuencia de Zadoff-Chu de raíz u^{enésima} se define como

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

- 40 donde la longitud N_{ZC} de la secuencia de Zadoff-Chu es un número primo, donde una secuencia de acceso aleatorio continuo en el tiempo s_(t) se define por

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

- 45 donde 0 ≤ t < T_{short}, β_{PRACH} es un factor de escala de amplitud para ajustarse a la potencia 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 la subportadora, donde la ubicación en el dominio de la frecuencia está controlada por el parámetro n_{PRB}^{RA} ; el tamaño del bloque de recursos en el dominio de la frecuencia, expresado como un número de subportadoras, se indica mediante N_{sc}^{RB} , y la configuración del ancho de banda del enlace ascendente, expresada en múltiplos de N_{sc}^{RB} , se indica mediante N_{RB}^{UL} .

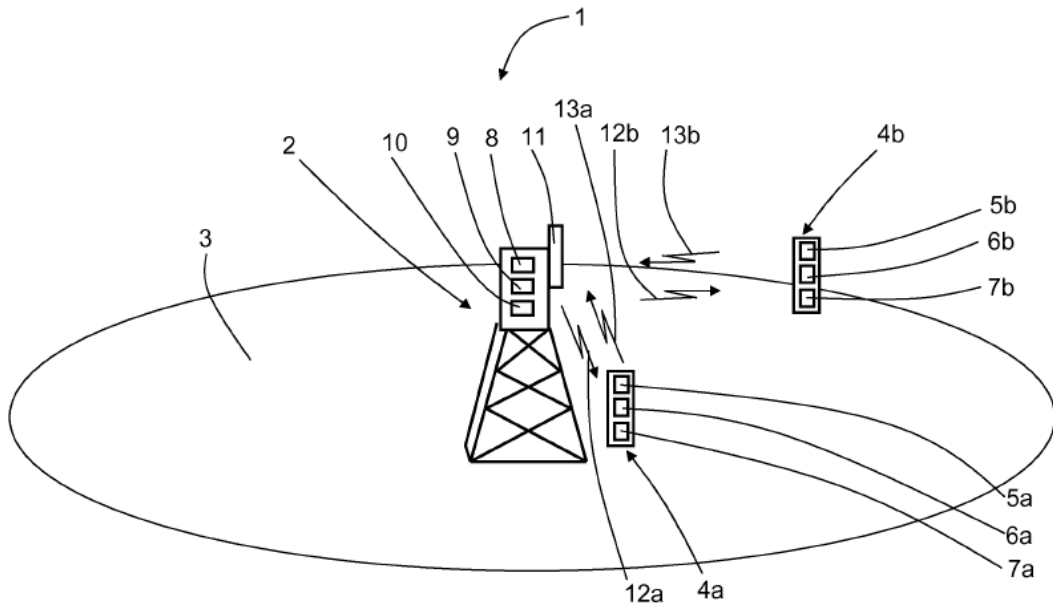


FIG. 1

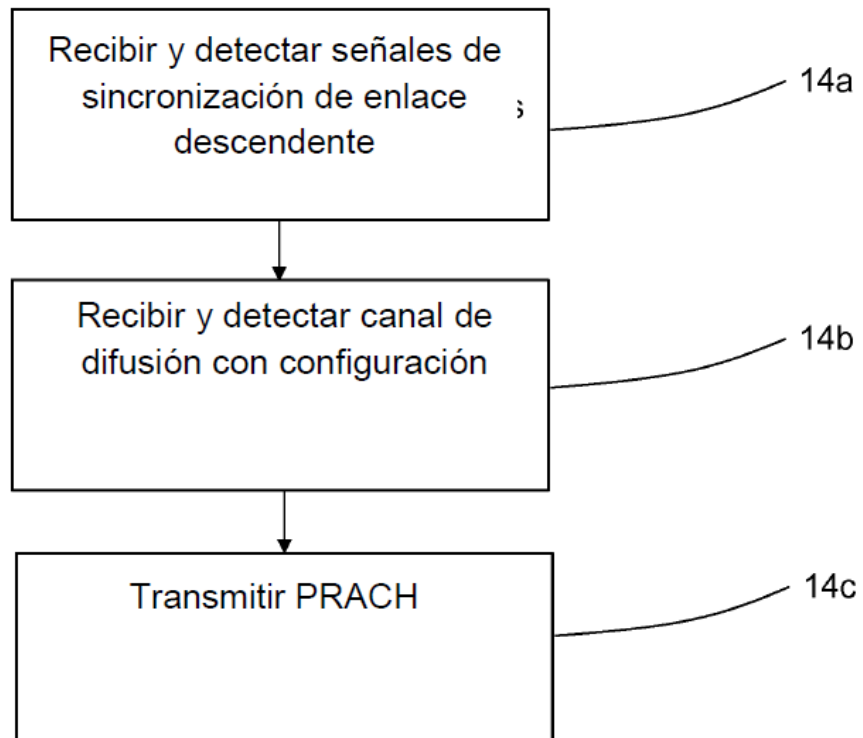


FIG. 2

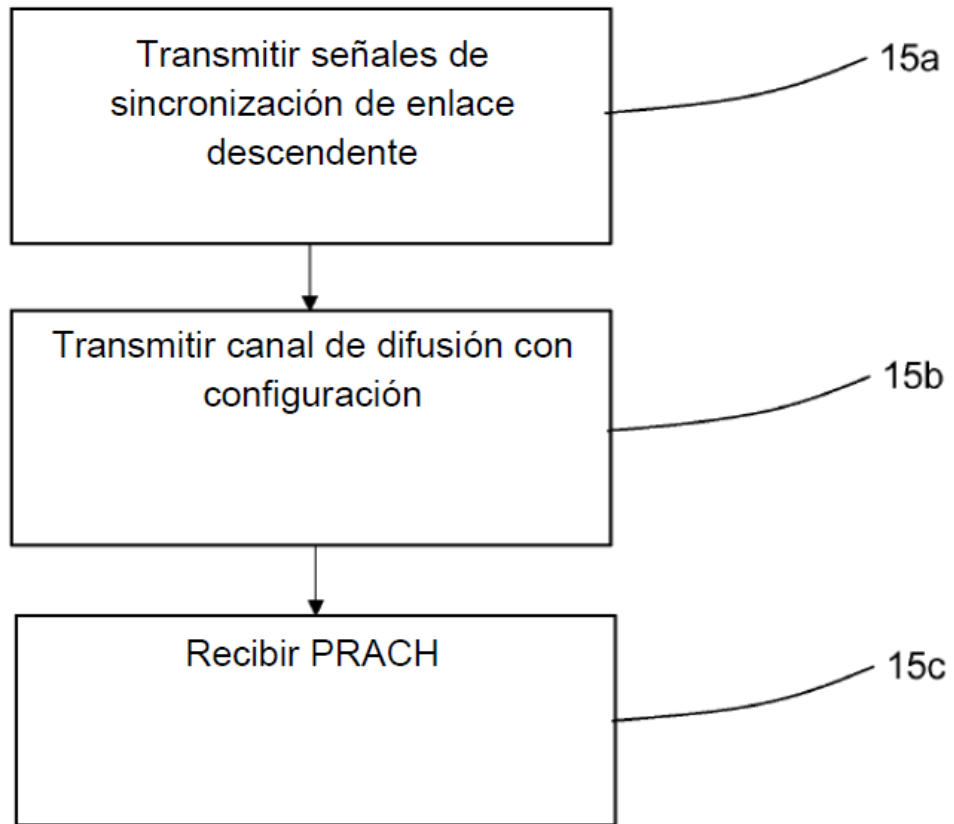


FIG. 3

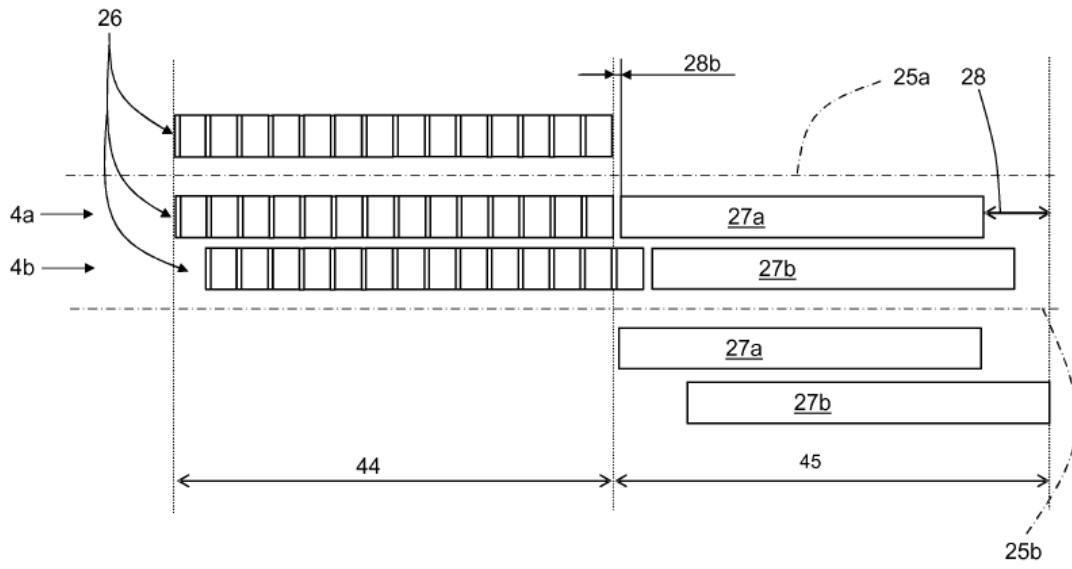


FIG. 4

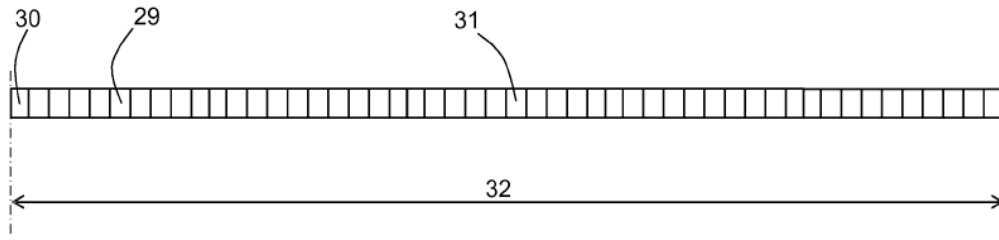


FIG. 5

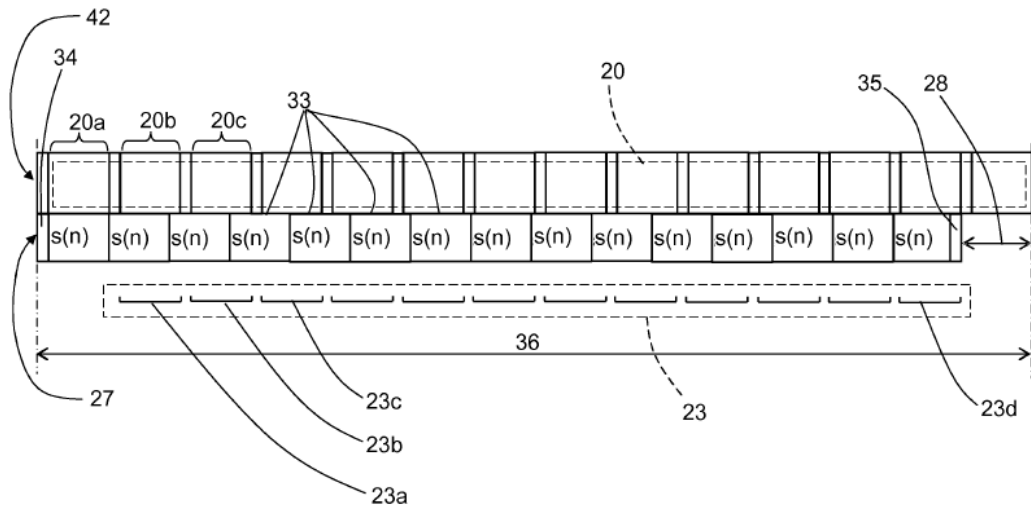


FIG. 6

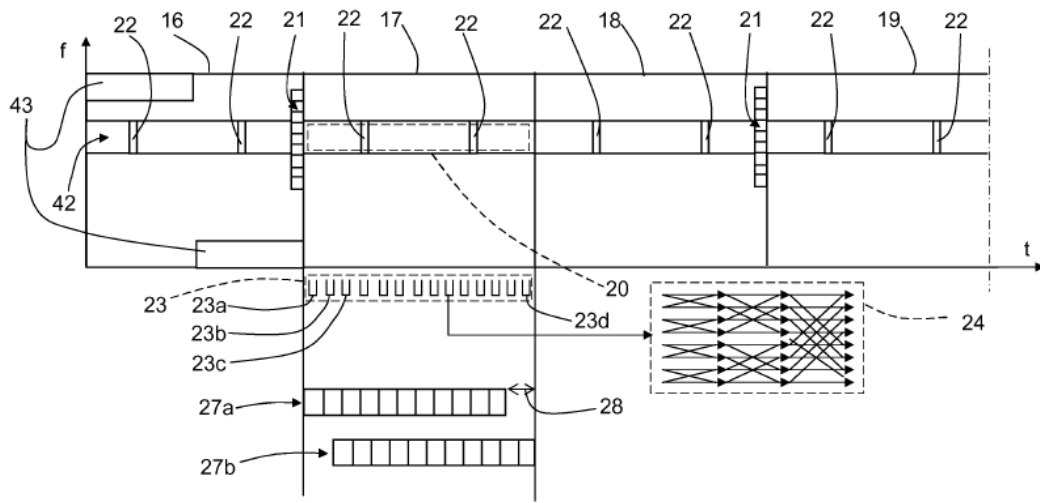


FIG. 7

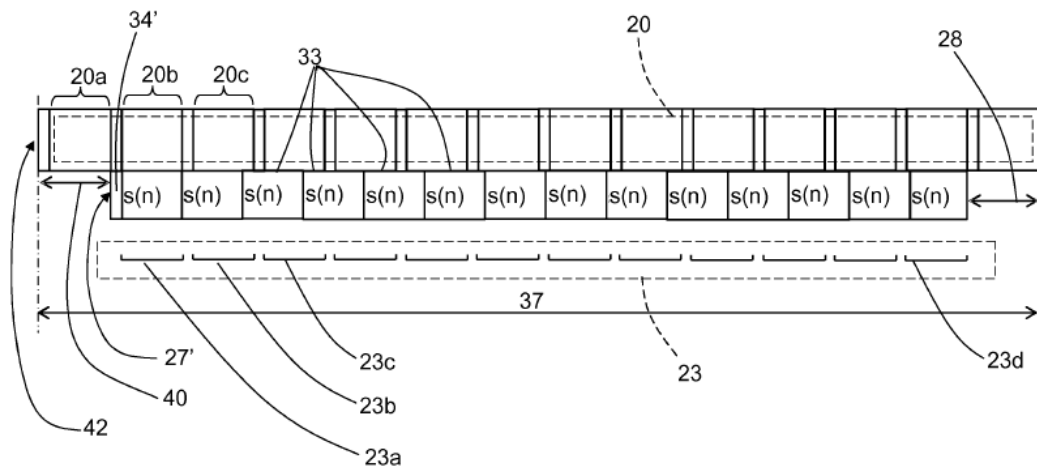


FIG. 8

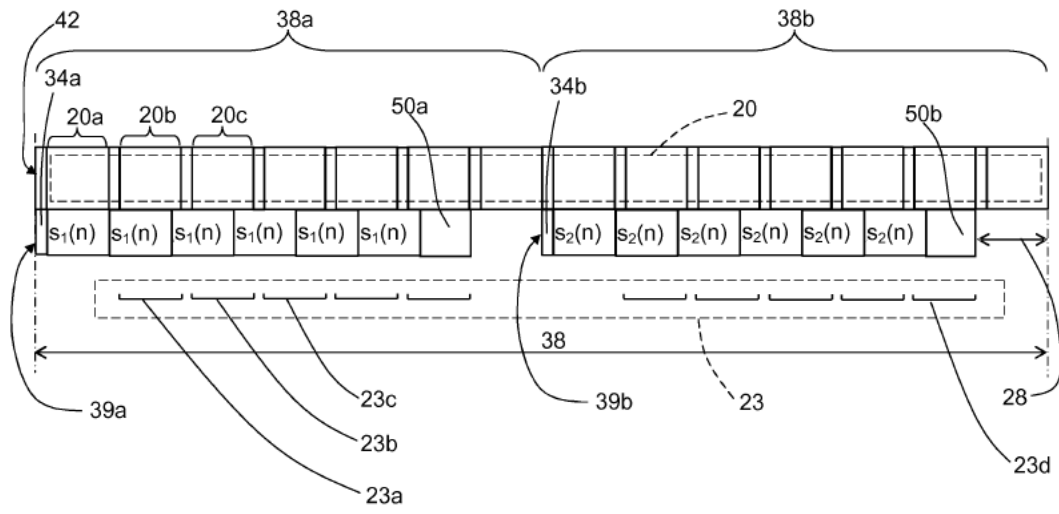


FIG. 9

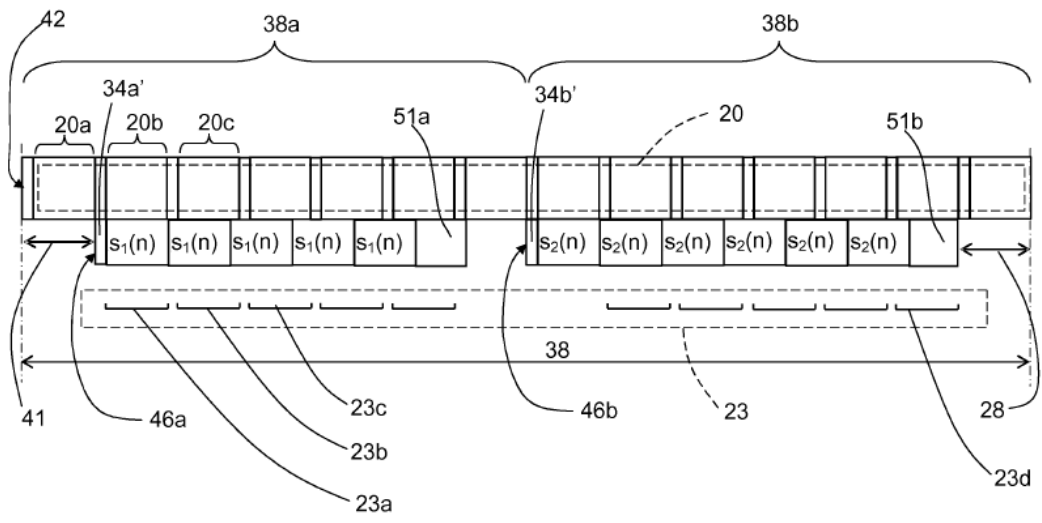


FIG. 10

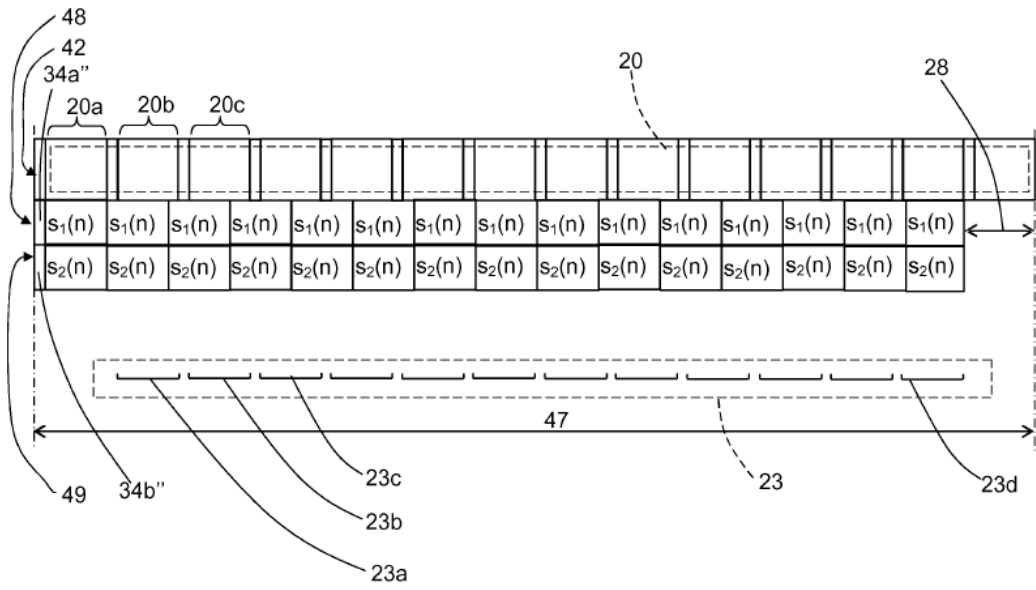


FIG. 11